

活性炭添加에 따른 담배용 필터지의 理化學的 特性

이 문 용[†] · 전 양* · 김 영 호 · 이 정 일

Physical and Chemical Properties of Charcoal Added Paper for Cigarette Filter

Moon-Yong Lee[†], Yang Jeon*, Young-Ho Kim, and Jeong-II Lee

ABSTRACT

This study was carried to investigate optimum conditions of charcoal added paper in making cigarette filter for the removal of smoke contents of cigarettes. We investigated the physical properties of charcoal added paper according to the ratio of pulps, the amounts of charcoal, the weight of sheets and the crimping conditions in dry method, and then analyzed the smoke contents of cigarettes.

The results obtained were as follows;

1. Sw-BKP was higher than Hw-BKP in methylene blue absorption by UV test.
2. Charcoal had an effect on stiffness for decreasing factor greatly, while the addition amounts of Sw-BKP and high weight of sheets increased it, and the interaction of weight of sheets and charcoal was higher than other factors.
3. Tear index decreased by charcoal addition greatly, on the other hand high weight of sheets and Sw-BKP/Hw-BKP ratio increased tear, and the interaction of pulps and charcoal acted on major factors.
4. We estimated crimp index with sensory evaluation, and charcoal had an effect on decreasing factor in crimping greatly, while the interaction of weight of sheets and pulp ratio was higher than others.
5. In the case of charcoal added paper filter, tar removal efficiency of smoke contents was higher about 6% than cigarette filter. Especially vapour phase(aldehyde) in smoke contents was removed greatly.

1. 서 론

담배필터에 사용되는 재료는 아세테이트, 종이,

폴리프로필렌, 부직포 등이 이용되고 있으며 연기 성분의 흡착능을 향상시키기 위한 방법으로 활성 탄, 제오라이트와 같은 흡착제를 첨가하여 사용하

• 한국인삼연초연구원(Korea Ginseng & Tobacco Research Institute).

* 충남대학교 임산공학과(Dept. of Forest Products, Chungnam National University).

† 주저자(Corresponding author)

고 있다.¹⁾

일반적으로 필터의 성능이 우수한 물질들은 미세한 다공성 구조로 비표면적이 클수록 연기 중의 타르와 니코틴 제거능력이 향상된다. 가장 많이 사용되는 기상활성탄은 통상 미세 다공경이 20-200 Å이고 비표면적이 200-1500 m²/g 정도의 것으로 유해물질에 대한 제거능력이 우수한 것으로 알려져 있다.

활성탄은 기원전 10세기부터 사용되기 시작하였는데 그 당시에는 식물이 탄화된 것을 약용 또는 방부제로 사용하였다.

그러나 목탄을 이용한 과학적인 흡착현상은 1773년 Scheele,²⁾ Fontana³⁾ 등에 의해 인식되기 시작하였다. 활성탄이 산업적으로 응용되기 시작한 것은 다공성 고체가 많은 양의 증기를 흡착함으로써 대규모 분리나 정제를 가능하게 한다는 사실이 밝혀진 후부터 활발하게 이용되어 왔다. 1794년 영국의 제당공장에서 목탄이 당액의 탈색에 이용되었고 1861년에 Stenhouse⁴⁾가 가스 마스크에 활성탄을 이용하였으며 1862년에는 Lipscombe⁵⁾가 음료수 정화용 활성탄의 제조를 시도하였다.

담배는 일반 식품과는 달리 담배를 연소시켜 생성되는 연기에 의해 맛이 발현되는 기호품이다. 담배는 연소과정에 많은 화합물들이 생성되는데 연기를 구성하고 있는 성분 중에 약 4,000여 종이 알려져 있다.⁶⁾ 담배연기성분은 일산화탄소나 시안화수소와 같은 가스상(gas phase) 물질과 아크로레인, 아세트알데히드, 아세토니트릴 등과 같은 증기상(vapor phase) 물질, 그리고 다환방향족 탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbon) 등과 같은 입자상 물질(particular matter)로 구별할 수 있는데 이들 각 부류에 따라 효과적 제거 방법이 다르다.

한편, 미국을 비롯한 전세계 담배시장에서의 광고 및 흡연구역 제한, 연기성분 표기 의무화와 같은 규제에도 불구하고 중국 등 개발도상국들의 담배수요 증가에 따라 필터의 주원료인 셀룰로오스 아세테이트투우가 부족한 실정으로 대체 소재의 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 또한 심각하게 대두되는 환경문제를 해결하기 위해서는 필터소재의 환경 친화성과 관련된 연구가 중요시되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 필터에 가장 보편적으로 사용되고 있는 흡착제인 기상 활성탄을 미세분말로 하여

종이제조 과정에 내침시킴으로써 나타나는 물리적 특성을 파악하고 최적 조건을 찾아 건식 crimping한 후 담배필터를 제조하여 담배의 연기성분 흡착능을 비교하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

2.1.1 펄프

본 실험에서 사용한 공시펄프는 침엽수 표백크라프트 펄프(Sw-BKP)와 활엽수 표백크라프트 펄프(Hw-BKP)로서 Sw-BKP와 Hw-BKP를 각각 50/50, 60/40, 70/30의 비율로 혼합하여 실험하였으며, 이 펄프의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Properties of pulps

Pulp	Sw-BKP	Hw-BKP
Fiber length(mm)	2.9	0.93
Fiber width(μm)	30	15
Coarseness(mg/m)	0.17	0.14
Brightness(%)	88	91
Dirt(ppm)	3	1

2.1.2 충전제

종이 필터지에 담배연기의 흡착능을 향상시키기 위하여 충전제로 신기화학(주)에서 제조한 coconut base 기상용 charcoal 분말을 각각 5%, 10%, 15% 함량별로 충전하였다. 이에 사용된 charcoal의 일반적 성질은 Table 2와 같다.

Table 2. Characteristics of charcoal

Items	Charcoal
Surface area(m ² /g)	1,180
Pore volume(cc/g)	0.46
Pore size(Å)	15.5
Particle size(μm)	5-10
Ash(%)	7.7

2. 1. 3 보류향상제

펄프에 charcoal의 보류도를 증대시키기 위하여 (주)UNICO에서 생산한 cationic polyacrylamide를 보류향상제로 사용하였다. 그 특성은 Table 3과 같다.

Table 3. Characteristics of cationic polyacrylamide

Items	Cationic polyacrylamide
Appearance	liquid(milk color)
Density	1.0-1.04(at 20℃)
Viscosity(cps)	500-1,500(at 25℃)
Freezing point(℃)	-18
Flash point(℃)	93

2. 2 실험방법

2. 2. 1 Charcoal 물성 측정

충전실험에 사용한 charcoal의 물성은 미국 ASAP 2000의 비표면적 측정기를 이용하여 surface area, pore volume, pore size 등을 측정하였다.

2. 2. 2 통계적 실험설계

2. 2. 2. 1 실험 계획

제조된 수초지의 물리적 특성에서 담배필터지로서의 적정조건을 찾기 위하여 STATISTICA 통계프로그램의 실험 디자인 중 3**[K-p] and Box-Behnken design을 이용하였는데, 기본 조합인자는 Table 4와 같다.

Table 4. Coding of levels for independent variables

Variables	Symbols	Coded values		
		-1	0	+1
Sw-BKP/Hw-BKP(%)	X ₁	50/50	60/40	70/30
Weight(g/m ²)	X ₂	35	40	45
Activated carbon(%)	X ₃	5	10	15

이때 주요 물리적 특성 중 인장강도(Y₁), stiffness(Y₂), bulk(Y₃), crimp index(Y₄), 인열

강도(Y₅) 및 파열강도(Y₆)를 종속변수로 하고 이 종속값을 2차 회귀모형(Second order regression model)으로 가정하였다. 또한 크립핑 공정의 적정조건(Optimization conditions)을 찾기 위하여 펄프의 배합비(X₁), 중량(X₂), charcoal 함량(X₃) 등을 독립변수로 하여 이들의 관계는 Y_k = f(X₁, X₂, X₃)로 표시되고 반응표면 실험계획법 중 3^k 요인배치법으로 실험설계를 하였다.

2. 2. 2. 2 통계 분석

실험계획에 의하여 제조된 시료의 물리성 data를 종속변수로 하여 통계프로그램인 STATISTICA®를 이용하여 최소자승법에 의한 backward stepwise 방식으로 다중회귀분석을 하였으며 기여도가 낮은 독립인자 및 교호효과(Interaction effect) 인자는 제거시켰다. 또한 중회귀식에 의한 예측치와 본 모델의 적합성 검정을 하기 위하여 임의의 시료 27구를 제조하여 실험하였다.

2. 2. 3 수초지

2. 2. 3. 1 고해 및 지료조성

활엽수 표백크라프트 펄프(Hw-BKP)와 침엽수 표백크라프트 펄프(Sw-BKP)를 L&W사의 Valley beater를 이용하여 TAPPI standard T 200 om-85에 의거 CSF(Canadian Standard Freeness) 여수도가 각각 510±10 mL가 되도록 고해하였다. 이렇게 고해한 Hw-BKP와 Sw-BKP를 50/50, 40/60, 30/70의 전건 중량비로 혼합하여 지료조성을 하였다.

2. 2. 3. 2 보류향상제(Cationic polyacrylamide) 첨가

첨가제인 활성탄의 펄프에 대한 보류도를 향상시키기 위하여 보류향상제로 cationic polyacrylamide를 전건 펄프량에 대하여 0.2% 투여하였다.

2. 2. 3. 3 수초지 제조

0.5%로 희석된 지료에 20% 농도로 만든 충전제를 지료의 전건 중량에 대해 5%, 10%, 15%가 되도록 첨가한 후 충분히 교반하였다. 그 다음에 1% 농도로 제조한 cationic polyacrylamide를 지료의 전건 중량에 대해 0.2% 첨가하였다. 이렇게 조성한 지료를 TAPPI standard

T 205 om-88에 의하여 평량이 각각 35 g/m², 40 g/m², 45 g/m²이 되도록 TAPPI standard sheet machine을 사용하여 수초지를 제조하였다.

2.2.3.4 펄프의 흡착특성 분석

선정된 Sw-BKP와 Hw-BKP의 흡착특성을 확인하기 위하여 제조된 수초지에 methylene blue를 glass funnel상에서 일정농도 및 시간으로 통과시킨 후 잔류된 색의 농도를 UV analyzer로 분석하였다.

2.2.4 이화학성 측정

2.2.4.1 물리적 성질 측정

2.2.3.3의 방법으로 제조되어 전처리된 수초지를 TAPPI standard T 220 om-83에 따라 시편을 만들어 tensile strength(L.&W. Type TH1: TAPPI T 494), bursting strength(Mullen Type: TAPPI T 403), tearing resistance(L.&W. Type 1-1: TAPPI T 414), stiffness(TAPPI T 489)를 측정하였으며 이에 따른 열단장, 비인열도, 비파열도를 산출하였고 crimp index는 관능평가에 의해 시험하였다.

2.2.4.2 Crimping 시험

담배필터 제조시 작업성, 흡인저항, 연기성분 흡착능과 밀접하게 관련된 크리핑 상태를 확인하기 위하여 crimp index를 12(1.2 mm)로 조정하여 건식 크리프 장치를 이용하여 크리핑하였으며 크리핑과정은 Fig. 1에 나타내었다.

2.2.4.3 Crimping 관능검사

2.2.4.2에 의해 제조된 필터지의 크리핑 상태에 대한 관능평가를 위하여 10명의 패널을 선정하여 평점법에 의하여 실시하였다.

2.2.5 필터 및 담배 제조

2.2.5.1 필터 제조시험

건식 크리핑 장치에서 크리핑된 필터지로 담배 필터를 제조하기 위하여 HAUNI KDF2(AF2) 필터제조기를 이용하였으며 건식 크리핑된 charcoal added paper부의 흡인저항을 330

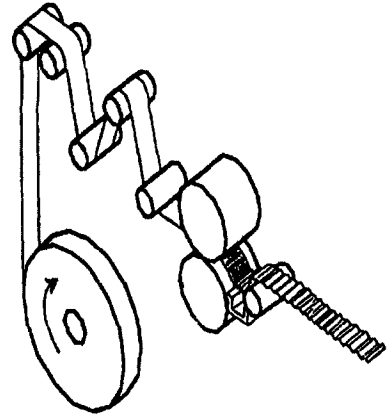


Fig. 1. Basic flow diagram for crimping process(dry type).

mmH₂O로 한 다음 길이가 24 mm(아세테이트 16 mm + CAP 8 mm)인 dual 필터를 제조하였다.

2.2.5.2 담배 제조 및 연기성분 분석

2.2.5.1의 방법으로 제조된 필터는 This 제품을 대조구로 하여 This 제품 양절부에 부착시켜 제조하였으며 연기성분 분석은 CORESTA 방법에 의하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 펄프의 물성 및 UV 흡착능 분석결과

3.1.1 펄프의 기본 물성 분석결과

펄프의 섬유장은 시트의 구조 및 섬유간 결합수에 영향을 미치며 장섬유의 화학펄프를 사용할 경우는 인열강도, bulk, 내절도, 투기도 및 불투명도가 높은 종이를 얻을 수 있으나 평활도, 인쇄적성이 떨어지는 것으로 알려져 있다. 본 실험에 사용된 펄프의 기본 물성을 분석한 결과는 Table 5와 같으며 인장강도, 신장률 및 열단장 등의 강도적 특성은 Sw-BKP가 Hw-BKP에 비해 2배 이상 높았으나, 백색도의 경우에는 Hw-BKP가 Sw-BKP보다 약간 높게 나타났다.

Table 5. Physical properties of handsheets

Items	Sw-BKP	Hw-BKP
Concentration(%)	1.005	1.061
CSF(mL)	693	703
Tensile strength(kg _r /15mm)	2.98	1.37
Elongation(%)	1.99	0.84
Breaking length(Km)	2.255	1.137
Whiteness(%)	85.7	87.8

3.1.2 펄프의 UV 흡착능 분석결과

담배필터지의 유해 연기성분에 대한 흡착 정도를 예측하기 위하여 선정된 섬유의 흡착능을 분석하였다. Table 6에서는 각 섬유의 수초지에 일정 농도의 methylene blue를 glass funnel상에서 시간별로 통과시켰을 때 잔류된 색의 농도가 낮을수록 많은 흡착이 이루어진 것으로 UV analyzer로 분석한 결과 Sw-BKP가 Hw-BKP에 비해 흡착능이 높게 나타났다.

Table 6. Methylene blue absorption of pulps by UV analyzer

Time(min.)	Hw-BKP(%)	Sw-BKP(%)
10	49.2	34.2
20	57.6	55.0
30	59.6	57.6
40	60.4	58.6

3.2. Sheet의 강도적 성질에 미치는 요인 분석

3.2.1 인장강도에 미치는 영향

종이의 인장강도는 포장지, 종이백, 종이테이프, 인쇄용지와 같이 직접적인 인장응력을 받는 종이의 내구성 및 품질을 나타내는 직접적인 지표로서 섬유의 성질, 섬유간 결합, 첨가제, 섬유의 배향성, 함수율 및 평량에 따라 달라지는 것으로 알려져 있다.⁷⁾

Fig. 2는 시트의 평량, 활성탄 함량 및 펄프 배합비에 따른 인장강도와 의 관계를 Pareto chart로 나타낸 것으로, 그림에서와 같이 3개의 factor 모두 직선상으로 95% 이상의 유의성을 보여 주고 있는데 그중 활성탄이 인장강도를 감소

시키는 가장 큰 인자로 작용하였다. 이러한 경향은 충전제의 함량이 높으면 상대적으로 섬유분포가 적어 섬유결합이 약해지거나⁸⁾ 충전제 입자들이 섬유간의 공간에 존재하여 섬유간의 결합을 약화 시킴으로써 강도가 저하되었다.⁹⁾ 또한 인자간의 상호작용(interaction)은 평량과 활성탄 함량에 의해서 크게 나타났다.

Fig. 3은 시트의 평량과 펄프 배합비에 따른 인장강도를 나타내고 있다. 그림과 같이 시트의 평량이 높고 Sw-BKP의 배합비가 많아질수록 인장강도가 증가하였는데 이는 장섬유 결합의 증가에 따른 요인으로 판단되었다. Fig. 4는 활성탄 함량과 펄프의 배합비에서의 인장강도를 표시하고 있으며 이때 활성탄 함량이 적고 Sw-BKP의 배합비가 많아질수록 인장강도가 증가하였다. 또한 Fig. 5에서는 활성탄 함량과 시트 평량에 따른 인장강도를 나타내고 있으며 활성탄 함량이 감소하고 평량이 높을수록 인장강도가 증가하였다.

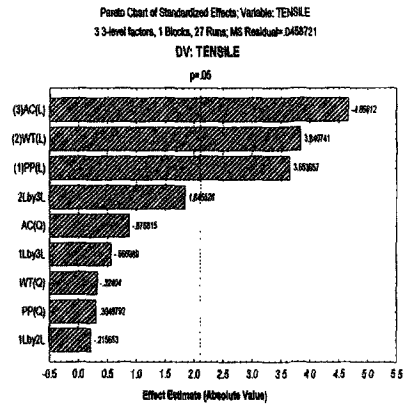


Fig. 2. Pareto chart of standardized effects in tensile strength.

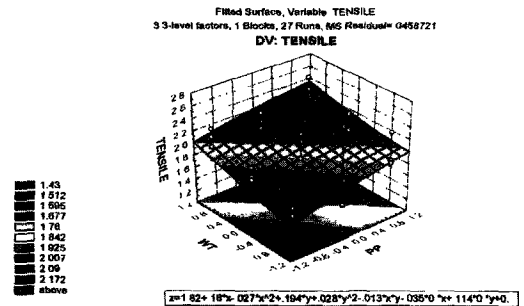


Fig. 3. Three-dimension response analysis of tensile factor by weight of sheets and pulps.

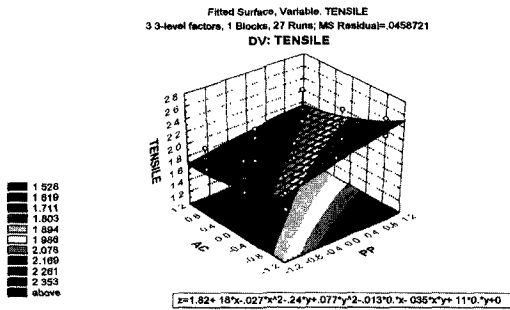


Fig. 4. Three-dimension response analysis of tensile factor by charcoal and pulps.

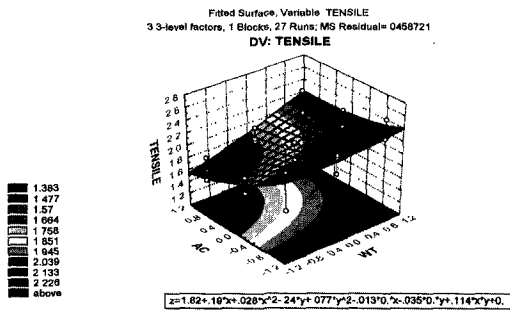


Fig. 5. Three-dimension response analysis of tensile factor by charcoal and weight of sheets.

3. 2. 2 강성도(Stiffness)에 미치는 영향

Stiffness는 두께, 탄성계수, 함수율, 건조시 수축억제, 밀도, 표면처리, 섬유간 결합, 평량, 섬유배향, 섬유장 등에 의하여 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 시트의 평량, 활성탄 함량 및 펄프의 배합비에 따른 인자간의 상호작용(interaction)에서도 평량과 활성탄 함량에 따라서 크게 나타났다. 그중 활성탄이 stiffness에 가장 큰 인자로 작용하였는데 이러한 경향은 충전제의 함량이 증가할수록 섬유간 결합력이 약화됨으로 인하여 stiffness가 떨어지는 것으로 판단되었다.

3. 2. 3 인열강도에 미치는 영향

인열강도에 영향을 끼치는 주요 인자를 보면 섬유의 수, 섬유장, 섬유간 결합 정도, 섬유강도, 첨가제 및 시트의 평량에 따라 변화하며 섬유의 길이가 커질수록 증가하는 것으로 알려져 있는데¹⁰⁾ 시트

의 평량, 활성탄 함량 및 펄프 배합비에 따른 인자간의 상호작용(interaction)을 살펴보면 섬유 배합비와 활성탄 함량에 의한 요인이 높게 나타났다. 그중 활성탄 함량이 비인열도에 가장 큰 인자로 작용하였는데 활성탄 함량이 증가할수록 비인열도가 감소한 것은 섬유간 결합력이 약화되었기 때문으로 판단된다.

3. 2. 4 파열강도에 미치는 영향

파열강도는 포장용지, 골판지 원지, 지대용지 및 상자용 판지에서의 중요한 물리적 성질 중의 하나로서 파열강도에 영향을 주는 요인으로는 섬유장, 섬유간 결합, 평량, 지합 및 표면처리 등에 의하여 영향을 받는 것으로 알려져 있는데¹¹⁾ 활성탄 함량, 펄프 배합비, 시트의 평량과의 관계에서 활성탄 함량이 적을수록 Sw-BKP의 배합비가 많아질수록, 또한 평량이 증가할수록 파열강도는 증가하였다.

3. 2. 5 Bulk에 미치는 영향

종이의 bulk는 porosity와 stiffness에 영향을 미치는 중요한 물리적 특성 중의 하나로서 bulk에 영향을 미치는 주요 인자들은 섬유장, 섬유간 결합수, 시트의 공극구조에 영향을 주는 충전제, 사이즈제, 비섬유상 물질의 종류와 양에 의해서 영향을 받는 것으로 알려져 있다.¹²⁾

시트의 평량, 활성탄 함량 및 펄프의 배합비에 따른 bulk와의 관계는 시트의 평량이 bulk에 주요 인자로 작용하였는데 이는 두께를 고정시키고 평량을 변화시킨 요인으로 판단되며 평량이 낮을수록 Sw-BKP의 함량이 클수록 높은 bulk를 나타내었다.

3. 2. 6 Crimping에 미치는 영향 분석 및 최적화

종이필터의 기능은 주로 무게, 밀도, 크림핑 및 비표면적에 따라 달라지며, 크림핑은 담배필터 제조시 중요한 인자로 알려져 있는데¹³⁾ Crimp Index 1은 실린더 날의 교차하는 깊이가 0.1 mm 침투를 말하며 크림핑 상태에 따라 필터의 흡인저항과 연기성분 흡착능이 변화한다.

본 실험에서는 CI값을 12(1.2 mm)로 조정한다 다음 건식 방법에 의하여 크림핑한 필터지의 크립

핑 상태를 평가하기 위해 1~9단계의 등급으로 나누어 관능평가를 실시하였으며 활성탄 함량이 10%일 때 크럼핑 상태로서 시트의 평량이 45 g/m²일 때는 Sw-BKP 함량이 55% 이상, 그리고 시트의 평량이 40 g/m²일 때는 Sw-BKP 함량이 65% 이상일 때 양호한 크럼핑 결과를 나타내었다.

따라서 담배필터에 적합한 최적 크럼핑 조건을 선정하기 위하여 이상의 물리성, 흡착능, 관능검사 등을 고려한 결과 필프 배합비(Sw-BKP/Hw-BKP)는 65/35, 평량은 40 g/m², 그리고 활성탄 함량은 10%로 선정한 다음 담배필터를 제조하였다.

3.3 활성 카본지의 담배연기 흡착능 분석

3.3.1 입자상 물질 흡착능 분석

담배연기는 크게 가스상(gas phase), 증기상(vapour phase) 및 입자상 물질(particulate matter)로 구분하고 있으며 4000종 이상의 복잡한 물질로 구성되어 있는 것으로 알려져 있다.¹⁴⁾ 이들 성분 중에서 가스상 물질은 N₂, H₂, O₂, CO₂, CO 등과 같은 무기성분과 methane, ethane, propane 등과 같은 유기성분으로 구별할 수 있고 증기상 물질은 주로 isoprene, acetaldehyde, acetone, toluene 등으로 이루어진다. 입자상 물질은 담배연기성분 중 약 10% 이내를 차지하고 있는데 이들은 tar와 H₂O로 구분되며 담배연기성분을 표기하는 데 일반적으로 가장 잘 알려져 있는 tar는 nicotine, phenols, xylene 등과 같이 대부분 캄브리지 필터에 포집되고, 116-250℃에서 휘발될 수 있는 것으로서 반휘발성 물질과 비휘발성 물질로 나누어진다. 이

들 성분들은 다양한 상호작용에 의해서 담배맛과 향각미에 영향을 준다. 반휘발성 물질 중에는 애연가들이 흡연 만족감을 느끼게 해 주는 aroma와 taste 성분이 많이 포함되어 있다.¹⁵⁾

Table 7에서는 24 mm 담배필터의 경우에 아세테이트투우에 입상활성탄을 첨가한 것과 분말활성탄을 첨가한 종이필터에서의 담배연기 중 입자상 물질의 흡착능을 비교하였다.

이 결과 같은 필터길이(24 mm)일 때 charcoal added paper 필터(charcoal 12 mg)를 부착한 담배가 기존의 디스 제품에 사용되는 아세테이트 탄소복합 필터(charcoal 24 mg)를 부착한 담배보다 charcoal 함량이 적음에도 연기성분의 흡착효과가 크게 나타났다.

Table 7. Physical properties and smoke contents of cigarettes

Items	Reference	CAP
	16A*+8AC*	16A+8CAP*
Charcoal(mg/cig.)	18	12
EPD*(mmH ₂ O)	133	128
UPD*(mmH ₂ O)	99	89
Tip ventilation(%)	45	44
Tar(mg/cig.)	7.6	7.1
Nicotine(mg/cig.)	0.79	0.65

*A : Acetate tow

*AC : Acetate tow + Charcoal

*CAP : Charcoal added Paper

*EPD : Encapsulated Pressure Drop

*UPD : Unencapsulated Pressure Drop

3.3.2 증기상 물질 흡착능 분석

담배연기성분 중 가스상 물질은 90% 이상을 차지하고 있는데 활성탄과 같은 흡착제를 담배필

Table 8. Vapour phase components in mainstream smoke of cigarettes

Components (µg/cig.)	Reference		CAP		Retention compared to Reference(%)
	Area	Am.	Area	Am.	
Formaldehyde	2569	13.4	2463	11.5	86
Acetaldehyde	291340	613.9	258885	490.0	80
Acetone	42259	79.6	19758	33.4	42
Propionaldehyde	7762	21.4	3642	9.0	42

터에 적용시 vapour phase 흡착능이 우수한 것으로 알려져 있다.¹⁶⁾ Table 8에서는 담배연기성분 중 증기상 물질을 분석한 결과로서 pore size가 작은 charcoal을 사용한 CAP가 Reference에 비하여 증기상 물질에 대한 흡착능이 우수하였고, 특히 acetone과 propionaldehyde의 흡착능이 높은 것으로 나타났다.

4. 결 론

활성탄을 첨가한 담배용 필터지의 물리적 특성을 분석하고 이에 따른 적정한 건식 크리핑 조건을 선정하여 크리핑한 후 담배에 적용했을 때의 연기성분 흡착능을 분석한 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. 실험에 사용된 섬유의 메틸렌블루에 대한 UV 흡착능을 비교한 결과 Sw-BKP가 Hw-BKP에 비해 높게 나타났다.
2. 필터 종이의 크리핑에 영향을 주는 tensile strength, stiffness 및 tear index는 charcoal 함량이 증가함에 따라 감소한 반면, 연기성분 흡착능과 관련된 bulk는 증가하였다.
3. 적정한 건식 크리핑 조건을 찾기 위해 관능 평가를 실시한 결과 펄프 배합비(Sw-BKP/Hw-BKP)는 65/35, 평량은 40 g/m², 그리고 charcoal 함량은 10% 수준이었다.
4. 담배의 연기성분 흡착능을 분석한 결과 tar 제거능은 charcoal added paper 필터를 부착한 담배가 기존의 디스 제품에 비해 6% 정도 높았고, 특히 증기상 물질인 aldehyde류의 흡착능이 높게 나타났다.

인 용 문 헌

1. K, H. L., and J, Y. K., Tobacco Science, p. 191 (1997).
2. 柳井 弘, 활성탄독본, 실관공업대학, pp. 1-7 (1976).
3. 眞田雄三, 활성탄, 구답사, pp. 1-3 (1975).
4. Stenhouse, J., Chem. News 3:78 (1861).
5. Lipscombe, F., British Patent 2887 (1862).
6. W. W. Weeks, Recent Advances in Tobacco Science, Montreal, Canada, 11, 175 (1985).
7. Mark, R. E., Handbook of Physical and Mechanical Testing of Paper and Paperboard, Marcel Dekker, Vol. 1, p. 23 (1983).
8. Onabe, F., Kuwabara, T., Usuda, M., and Kadoya, T., Mokuzai Gakaishi 29(3):266 (1983).
9. Roberts, J. C., Paper Chemistry, Chapman and Hall, pp. 178-185, New York (1991).
10. Scott, W. E., Properties of Paper : An Introduction, TAPPI Press.
11. Casey, J. P., Pulp and Paper : Chemistry and Chemical Technology, John Wiley & Sons, Vol. 3, pp. 1739-1817, Canada (1981).
12. Scott, W. E., Properties of paper : An introduction, TAPPI Press, p. 65 (1985).
13. Kim, Y. H., Kim, C. R., Kim, J. Y., Lee, M. Y., and Lee, K. H., KOSTAS 158 (1997).
14. Heckman R. A., Duke, M. F., Lynm, D., and Rivers, J. M., Tob. Sci. 7:107 (1981).
15. Kim, C. R., Shin, C. H., Kim, J. Y., Kim, Y. H., and Lee, K. H., KOSTAS 20(1):115 (1998).
16. Kim, C. R., Shin, C. H., Kim, J. Y., Kim, Y. H., and Lee, K. H., KOSTAS 19(2):124 (1997).