

Triacetin이 탄소복합 필터의 연기성분 흡착능에 미치는 영향

김정열* · 신창호 · 김종열

한국인삼연초연구원

(1998년 12월 9일 접수)

The Effect of triacetin on vapour phase adsorption of carbon dual filter

Chung-Ryul Kim*, Chang-Ho Shin, Jong-Yeol Kim,

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute

(Received December 9, 1998)

Abstract : This study was conducted to evaluate the effect of triacetin(TA) treatment during manufacturing carbon dual filter for the adsorption of cigarette smoke components by activated carbons. The measurements were carried out by separation of activated carbon from carbon dual filter, and the specific surface area analyzed. The specific surface area of activated carbon from the domestic cigarette filter and from the foreign cigarette filter by degassing at 90 °C was $163 \pm 32 \text{ m}^2/\text{g}$, and $16.6 \pm 1.9 \text{ m}^2/\text{g}$, respectively. Those values were very lower than that of degassing at 350 °C (Domestic brand: $952 \pm 30 \text{ m}^2/\text{g}$, and Foreign brand : $847 \pm 73 \text{ m}^2/\text{g}$). By comparing the adsorption capacity of acetone and benzene with and without triacetin treated activated carbon, there was a 20% reduction of adsorption capacity by 5% triacetin treatment. Also, from the cilia toxicity test with carbon dual filter treated 0% TA and 8% TA, the cilia survival time was $706 \pm 74 \text{ sec.}$ and $603 \pm 64 \text{ sec.}$ for 0% TA and 8% TA, respectively. The delivery rate of vapour phase of cigarette smoke, which consists of main components of cilia toxicity, was higher at 8% TA filter than 0% TA filter. Our results indicate that the treated TA covered the micro-pore of activated carbon, and then reduced specific surface area, finally, decreased the adsorption of vapour phase from cigarette smoke.

Key words : carbon dual filter, glycerol triacetate(triacetin), activated carbon, vapour phase, cilia toxicity

담배 산업에서 가장 일반적으로 사용되는 가소제는 glycerol triacetate(triacetin)와 triethylene glycol diacetate(TEGDA)이다. 필터에 가소제 처리는 셀룰로스 아세테이트 토우의 표면을 용해시켜 각각의 필라멘트를 부드럽고 끈적끈적하게 해준다.

끈적거리는 두 표면이 접촉하면 셀룰로스 아세테이트는 같은 방향으로 흐르며 섬유사이의 접촉점에서 결합이 형성된다. 필터 로드내에서 이들 결합점들은 견고한 구조를 생성함으로써 필터의 경도를 향상시켜주는 것으로 알려져 있다. 또한 필터

* 연락처 : 305-345, 대전광역시 유성구 신성동 302번지, 한국인삼연초연구원

* Corresponding author : Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, 302 shinseong -Dong, Yusong-Ku, Teajon, 305-345, Korea

경도는 필터와 담배 각초를 적절히 연결 시켜주는 중요한 역할을 해주고 있으며 흡연시 필터의 뭉그리짐도 방지해줄 뿐만아니라 연기성분중 phenol에 대하여는 선택적 제거능도 갖는다. 그러나 탄소복합 필터의 경우는 유해 연기성분을 제거하기 위하여 활성탄을 첨가하는데 이 경우 활성탄 표면에 가스제가 코팅 또는 흡수됨으로 인하여 활성탄의 유해 연기성분 흡착능이 저하될 가능성이 있다. 그러므로 본 연구에서는 탄소복합 필터 제조시 가스제 중 현재 국내에서 사용되는 triacetin이 탄소복합 필터의 연기성분 흡착능에 어떠한 영향을 미치는지 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

탄소복합 필터 제조는 3.0/35,000d의 셀룰로스 아세테이트 토우를 사용하였으며 충전된 활성탄은 담배 필터용 야자각으로 제조된 입도 30x80mesh, 비표면적이 1075m²/g(N₂, BET법)인 활성탄을 사용하였다. 활성탄은 필터24mm당 24mg 충전 시켰다. 시료 담배는 84mm체제로 필터(길이 24mm)와 각초부 물성을 선별 수작업으로 불인후 온도 22℃, 상대 습도 60%에서 조화시켜 CORESTA 표준조건 하에서 연소시켰다. 탄소복합 필터중 활성탄 비표면적은 필터로부터 활성탄을 분리한 뒤 비표면적 측정기(MICROMERITICS사의 ASAP 2000)를 이용하여 분석하였고 triacetin 및 phenol 이행량은 Kim 등(1997)의 방법에 따라 분석하였다. 연기성분중 vapor phase 성분 이행량은 Hensley 등의 방법(1992)을 이용하여 분석하였으며 이때 사용한 GC 칼럼은 PE-VOLATILES(75m x 0.45mmID x 0.25 μm)이다. 활성탄의 용제 흡착능 분석은 KS M 1802에 준하여 시험하였다.

결과 및 고찰

활성탄 비표면적 분석

시판중인 국내의 탄소복합 필터 제품 담배를 구입하여 탄소복합부로부터 활성탄을 분리한후 각 활성탄을 온도 90℃와 350℃에서 degassing 시킨 다음 비표면적을 측정하여 table 1에 제시하였다.

필터 제조전 대조구 활성탄의 비표면적은 degassing 온도 350℃에서 1073m²/g이었으며 degassing 온도 90℃에서는 1035m²/g으로 분석되었다. 그러나 제품 담배 필터로부터 분리된 각 활성탄의 비표면적은 degassing 온도 350℃에서 국내 제품의 활성탄은 952m²/g을 나타냈고 국외 제품담배에서 분리한 활성탄은 847m²/g 수준을 나타내 주고 있었다. 반면 degassing 온도 90℃에서의 비표면적 값은 degassing 온도 350℃의 값과 비교시 매우 낮은 수준으로 국내 제품 필터로부터 분리한 활성탄은 163m²/g을, 국외 제품 필터에서 분리한 활성탄은 16.6m²/g의 비표면적 값을 나타내 주고 있었다. 특히 국외 제품에서 분리한 활성탄은 국내 제품의 활성탄에 비하여 1/10 수준을 보여주고 있다.

Table 1. Specific surface area of activated carbons separated from the carbon dual filter

Products	Degassing temp.	
	90℃	350℃
Domestic	163±32	952±30
Foreign	16.6±1.9	847±73
Control	1035±13	1073±9

Unit is m²/g

탄소복합 필터중 가스제 함량

가스제는 필터의 경도 유지를 위하여 처리하게 되는데 탄소복합 필터 경우 처리한 가스제가 전부 아세테이트 토우부에 존재하는 것이 아니고 활성탄 및 plugwrap에도 함유하게 되므로 그 분포도를 분석하여 table 2에 나타냈다. 국내 제품 담배 필터의 경우 처리된 가스제가 탄소복합부에 중량비 8.5% 함유되어 있었으며 이중 tow부에 2.3%, plugwrap부에 0.1% 그리고 활성탄부에 6.1% 수준으로 가스제가 함유되어 있었다. 반면 국외 제품 담배 경우는 4.3% 정도가 처리되어 있었으며 이중 plugwrap부에 0.1%, 토우부에 1.7%였고 나머지 2.5%가 활성탄부에 존재하고 있는 것으로 분석되었다. 이러한 분석 data는 탄소복합의 경우 첨가한 가스제 중 많은 양의 tow에 있지 않고 활성탄 부위에 존재함을 의미하는 결과이다.

Table 2. Amounts of triacetin on the carbon filter

구 분	TA 함량(%)	
	domestic	foreign
탄 소 부	8.5	4.3
탄소부중 tow	2.3	17
탄소부중 활성탄	6.1	2.5
Plugwrap	0.1	0.1

활성탄에 가소제(TA) 처리시 용제 흡착능 변화

탄소복합 필터 제조시 첨가된 가소제 중 많은량이 활성탄 부위에 위치하며 degassing 온도 90℃에서의 비표면적은 degassing 온도 350℃의 비표면적 값에 비하여 매우 낮은 수준을 보여주고 있는데 이러한 결과가 용제 흡착능에는 어떠한 영향을 미치는지 가소제 처리 전후의 용제 흡착능 변화를 분석하였다.

Table 3에 제시한 바와 같이 활성탄 자체에 triacetin을 5% 처리한 경우 acetone 흡착능은 20.2%, benzene 흡착능은 23.8%로 분석되었으나 처리하지 않은 경우는 acetone 흡착능이 25.8%, benzene 흡착능이 29.5로 처리전 가소제 5% 처리에 의하여 acetone과 benzene이 흡착능이 각각 약 20% 감소되었다.

Table 3. Adsorption capacity of solvents on activated carbons treated with triacetin

용 제	TA(0%)	TA(5%)	비 고
Acetone	25.8±0.09	20.2±0.86	22% ↓
Bezene	29.5±2.17	23.8±0.14	19% ↓

가소제(TA) 처리시 연기성분 이행량 비교 실험

탄소복합 필터 제조시 가소제 triacetin을 처리한 경우 담배 연기성분 이행 패턴에 미치는 영향을 분석하였다. 각 연기성분 이행량은 연기성분 area를 내부표준물질(1-Arabitol)의 area로 나누어 상대 비율로 나타냈다. Phenol 이행에 대하여는 가소제가 선택적 흡착능을 갖고 있는 것으로 알려져 있는데 본 실험에서도 triacetin을 처리하지 않은

경우는 상대적 비가 4.37임에 비하여 8% 처리한 경우 3.78로 triacetin은 phenol에 대하여 선택적 흡착능이 존재함을 보여주었다. 특히 담배 맛을 쓰게 하는 특성을 지닌 triacetin 이행은 가소제 처리시 상대적 이행량 비가 22.71이었으나 처리하지 않은 경우는 8.36으로 그 이행량이 적었다. Diacetone alcohol, acetic acid, 5-methyl-2-furaldehyde 및 nicotine 이행량은 가소제 처리구에서 이행량이 많았으며 이외의 glycolic acid, levulinic acid, benzoic acid등은 비슷한 수준이었다. (fig.1)

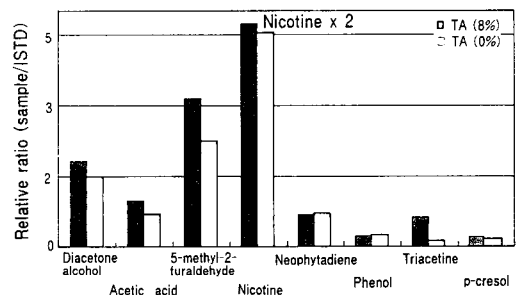


Fig. 1. Comparison of Semi-volatiles delivered from mainstream smoke

섬모독성에 미치는 영향

필터에 처리한 가소제가 제품담배의 연기 성분 이행 패턴에 미치는 영향 및 쥐의 기도 섬모 운동에는 어떠한 영향을 미치는지 실험하였다. Triacetin 8% 처리한 필터 제품과 처리하지 않은 필터 제품(TA 0%)의 섬모 독성 실험을 수행하여 그 결과를 Table 4에 나타냈다. Table 4을 보면 TA(8%) 처리 경우는 섬모 생존 시간이 603초였으나 TA(0%) 대조구는 706초로 상당한 섬모 독성 차이를 보여 주었다.

Table 4. Cilia toxicity of cigarettes with filters

제 품	섬모독성(초)	유의성 검정
TA(0%) 필터	706 ± 74	0.01
TA(8%) 필터	603 ± 64	

이와같이 단지 탄소복합 필터에 가소제 처리 여부에 따라 큰 섬모독성 차이를 나타내주고 있는데

이러한 결과는 상당히 의미있는 data로 그 원인을 규명하고자 다음 두 가정에 실험을 수행하였다. (1) 가소제(TA) 자체의 독성? (2) 가소제 처리에 의하여 활성탄의 pore가 막힘으로 인하여 활성탄 자체의 연기성분 흡착 효과가 감소?

그러므로 우선 가소제 자체의 영향을 검토하였다. 실험은 활성탄이 첨가되지 않은 일반 acetate mono 필터 제조시 한 경우는 가소제를 처리하여 필터를 제조하고 다른 경우는 가소제를 처리하지 않고 필터를 제조하여 각각의 필터로 담배를 만들어 이들 제품의 섬모독성 실험을 수행하였다.

Table 5. Cilia toxicity of acetate mono cigarettes treated with triacetin

제 품	섬모독성(초)
TA(0%) 필터	523+/-101
TA(8%) 필터	518+/-100

실험 결과 가소제 triacetin처리 필터나 처리하지 않은 필터 모두 비슷한 수준의 섬모독성을 나타내 주었다. 이러한 결과는 triacetin 자체는 섬모독성에 영향이 없음을 의미한다. 그 다음은 탄소복합 필터에 충전된 활성탄이 가소제에 의하여 pore가 막혀 비표면적이 감소되고 이로 인하여 활성탄 자체의 연기성분 흡착능이 낮아져서 섬모독성 물질의 이행량이 증가됨으로 triacetin을 처리한 필터 제품의 섬모 독성이 클것으로 판단되어 이를 확인코저 연기성분중 섬모 자극 물질이 많이 포함되어 있는 vapour phase 이행 패턴을 분석하여 Fig. 2에 제시하였다.

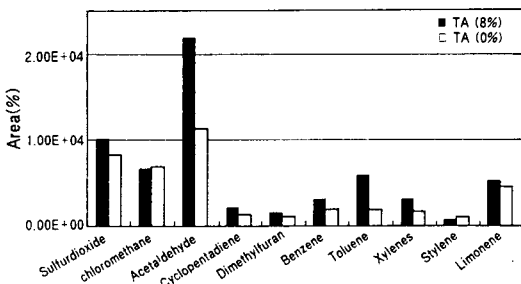


Fig. 2. Comparison of vapour phase compounds delivered from mainstream smoke.

Fig. 2로부터 triacetin을 처리하지 않은 경우(TA 0%)보다 처리한 경우(TA 8%)가 연기성분중 섬모 자극 물질인 acetaldehyde, chloromethane, benzene, toluene 및 xylene등의 이행량이 많음을 볼수 있는데 이 결과로부터 섬모 독성 차이는 triacetin 자체에 의해서가 아니고 탄소복합 필터 제조시 가소제인 triacetin을 처리하면 활성탄의 연기성분 흡착능이 감소되어 결국은 섬모 운동에 자극을 주어 섬모독성을 유발하게된다는 사실을 알 수 있었다.

결 론

탄소복합 필터로 부터 활성탄을 분리하여 비표면적을 분석한 결과 상당 량의 가소제(triacetin)가 활성탄 부위에 존재하는 것으로 분석되었으며 이들 활성탄을 90℃에서 degassing하며 분석한 비표면적 값은 350℃ 온도에서 degassing한후 분석한 비표면적 값에 비하여 매우 낮은 수준이었다. 또한 섬모 독성 실험에서도 가소제를 처리한 필터로 제조한 담배보다 가소제를 처리하지 않은 필터로 제조한 담배가 낮은 섬모 독성을 나타내는 것으로 분석되었는데 이러한 결과들은 탄소복합 필터 제조시 가소제(TA) 처리는 활성탄의 micro-pore를 막아 비표면적을 감소시켜주며, 궁극적으로 담배 연기성분중 vapour phase (섬모독성의 주 원인 물질들이 대부분 포함) 흡착능의 저하를 일으킨다는 사실을 확인 시켜주는 결과였다. 그러나 비록 가소제는 활성탄의 흡착능은 감소시키지만 필터 경도를 위하여 필터 제조시 첨가되는 물질로 탄소복합 필터의 경우 필터의 경도를 유지시키는 범위에서 가소제의 농도를 최소화 할 필요성이 있다.

감사의 글

본 연구는 한국담배인삼공사의 출연 연구비(과제 연구비)로 수행되었으며 이에 감사의 뜻을 표합니다.

참 고 문 헌

Kim, Ch. R., C. H. Shin, J. Y. Kim, Y. H. Kim

Triacetin이 탄소복합 필터의 연기성분 흡착능에 미치는 영향

- 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.
- Kim, J. Y., C. H. Shin, Ch. R. Kim, Y. H. Kim and K. H. Lee(1997) Study on some physico-chemical properties of cigarette filter rods by triacetin content. *J. Korean Soc. Tob. Sci.*, 19(2) : 129-135.
- Hensley, J. L. and B. L. Phillips(1992) Automated analysis of vapour phase components I in cigarette smoke using GC/MS, *Recent Advances in Tobacco Science* 18, p177