

포갑 내에서 l-menthol의 이동과 연중 이행 효과에 관한 연구

김병구* · 김시몽 · 양범호 · 제병권 · 이규서
KT&G 중앙연구원
(2001년 12월 9일 접수)

Study of the Migration Rate of L-menthol into Cigarette Pack and Delivery Rate to Cigarette Smoke

Byeoung-Ku Kim*, Si-Mong Kim, Burm-Ho Yang, Byong-Kwon Jeh, Kyu-Seo Rhee
KT&G Central Research Institute
(Received December 9, 2001)

ABSTRACT : This study was carried out to investigate the transfer rate of l-menthol constituent into cigarette case and delivery rate to cigarette smoke. Test sample was used a light-type standard brand cigarette made in Korea. l-Menthol contents was measured according to A.O.A.C(1990) method by G.C and smoking conditions was a puff volume of 35ml and 2.0s duration, taken once per minute to filter tipping paper plus 3 mm with 20 cigarettes. Migration rate of menthol into cigarette case had an interrelation with triacetin contents into filter and 6% triacetin level was most suitable. l-Menthol transferred to filter part from tobacco sheet by 20.2% in one month after cigarette manufacture, and the transfer was continued subsequently. Maximum menthol transfer in five months was 4.1% to foils and other packing materials and the loss outside of cigarette pack was also 3.9% below. The migration balance of menthol into cigarette pack and the delivery to cigarette smoke were the optimum condition when menthol was added at the ration of 30% in filter to 70% in the other parts into cigarette.

Key words: menthol cigarette, menthol migration delivery, storage period time.

필련에 l-menthol이 첨가된 담배는 1926년 미국의 Spud Hughes에 의해 발명되었으며 미국특허를 취득한 후 최초의 menthol 제품담배가 생산 판매되었다. 1931년에는 Brown & Williamson사의 Penguin과 1933년 Kool이 출시되었으며 1956년 R.J.R사의 Salem에 이어 1957년에 이르러서는 처음으로 필터가 달린 Newport menthol담배가 판매되었다. 그후 menthol담배는 1970년 초반 미국내

30%의 높은 시장점유율을 차지하였으며 1990년 이후 아직도 20% 대의 점유율을 유지하고 있다. 제품별 미국 점유율 순위는 1972년 Kool, 1983년 Salem, 1991년 Newport가 각각 1위를 차지하는 경쟁적 변화를 나타내었다. 각 제조회사마다 제품의 품질을 관리하는 방법에 다소의 차이는 있으나 일반적으로 menthol을 잎담배의 중량당 0.3~0.7(%)의 비율로 첨가하였으며 이를 개피로 환산

*연락처 : 305-345 대전광역시 유성구 신성동 302 번지, KT&G 중앙연구원

*Corresponding author : KT&G Central Research Institute, 302 Shinseong-Dong, Yusong-Gu, Daejeon 305-345, Korea

하면 2~5mg의 menthol이 가향된 량이다. 한편 국내에서는 1961년 필터가 달린 최초의 menthol담배 금관, 1974년에는 수정(100mm), 1980년은 슬(84mm)과 1988년은 88멘슬(84mm)이 생산되었으며 1990년에는 slim menthol인 라일락(100mm)이 시판되어 현재에 이르고 있다. 고품질의 menthol담배를 생산하기 위해서는 첫째 신선하고 상쾌한 맛을 지닌 양질의 l-menthol과 좋은 엽배합 그리고 menthol향과 잘 어울릴 수 있는 보조 향들과의 균형적 조화가 중요하다. 또한 포장된 담배 내에서 menthol이 각 부위로 이동하여 적절한 평형상태 조건을 유지해야하며 연소시 menthol 성분이 연기로 일정량 이행되도록 해야한다. 이중 필터부에 첨가되는 가소제 triacetin은 켈런내 menthol의 전이와 이동에 가장 큰 관련성을 갖고 있다고 보고되었다(Renfro, 1990). 또한 필터의 재료로 사용되는 plasticizer, cellulose diacetate, water 등과 각초에 첨가되는 glycerol이나 propylene glycol 등의 여러 성분과도 상관성이 있음이 보고된 바 있다(Hildebrand, 1970. Rosen, 1993). 잎담배 내에 천연적으로 존재하는 당류나 지질, 수지 등의 성분들도 영향을 준다고도 보고하였다(Wong et. al., 1988). Menthol은 잎담배 자체에 존재하는 성분이나 첨가된 향료와 달리 특이한 열분해과정과 휘발성을 나타낸다. 일반적으로 다른 물질들에 비하여 빠른 속도로 연소되고 분산되므로 좀더 다른 물질 수지를 가진다고 보고하였다(Baker, 1981). 한편 국내에서는 필터플럭에 menthol 첨가한 후 그 효과를 연구하였으며(박 등, 1979) 멘슬 첨가 방법에 따른 제품담배에서의 전이형태에 관해서도 연구되었다(이 등, 2001). 그러나 장기간 저장 중에 포갑내 menthol 전이상태와 연기로의 이행에 대한 부위별 상세한 거동에 관해서는 조사된 바가 없다. 그러므로 본 연구는 저장기간별, 필터에 첨가한 가소제 량에 따라 menthol이 각 부위별로 전이되는 량과 손실율을 분석하였으며 그에 따른 최적 평형기간에 구멍과 주류연으로 이행율에 관하여 조사하였다.

재료 및 방법

시 료

본 실험에 사용된 시료는 국내산 시험용 켈런담배이며, 엽배합은 황색종, 버어리종, 오리엔트종, 팽화주맥과 각초, 관상엽을 일정 비율로 혼합하여 사용하였다. 시료에 첨가된 l-menthol은 singapore산(Tien Yuan Chemical)회사 제품을 사용하였다. 필터는 mono acetate tow(2.7/35,000 denier) 흡인 저항 380mmH₂O(108 mm)를 갖는 것을 4등분으로 부착하였고, tip-paper는 4열 laser 18 hole, 기공도 680C.U, 천공 외폭 17.5mm 켈런의 실증량은 630 ± 20mg과 tip ventilation은 50 ± 2%를 사용하였다. 필터의 가소제(triacetin) 시험은 제조시 tow 중량에 4, 6, 8(%) 비율로 첨가하였다.

재료품 부위 가향 방법

켈런내 menthol의 첨가방법은 top casing에 사용되는 향과 함께 ethyl alcohol에 용해시켜 각초 및 재료품 부위에 분무하여 첨가하였다. 각초 및 필터부에 가향된 menthol 량은 잎담배 중량 비로 0.7%를 첨가하여 사용하였다. 각 시료는 실온에서 저장하면서 2일에서 270일(9개월)동안 30일 또는 15일 간격별로 포갑내에서 연기로 menthol이 이동되는 량을 분석하였다.

Menthol 함량분석

1. 포갑내 재료품의 멘슬 함량 분석

시료중의 l-menthol 함량은 A.O.A.C(1990) 방법을 응용한 각초10g, 필터와 권지 20개피, 은박지 8매 및 포갑지 4매를 250ml 삼각 플라스크에 각각 넣고 internal standard인 anethole을 methanol에 0.5 mg/ml 되도록 조제한 용액 150ml를 가한 후, 2시간 동안 진탕한 후 상등액을 gas chromatography법으로 정량하였다. 분석에 사용한 G.C는 Hewlett Packard(5890.II)를 사용하였으며 분리관은 Dbwax fused silica capillary column(60m × 0.25mm ID), 운반기체인 질소의 유속은 1ml/min, 주입구 및 검출기(F.I.D) 온도는 250℃, 분리관 온도는 100℃에서 3분간 유지한 후 4℃/min로

230℃까지 상승시키는 조건으로 시료용액 1 μ l를 자동주입기(H.P 7673 series autoinjector)를 이용하여 splitless mode로 주입하였다.

2. 연기 중 함량 분석

연기 증으로 이행된 l-menthol 함량은 켈런 20 본을 smoking machine(Heinr Borgwaldt Co.)으로 흡연시켜 얻은 전연기응축물을 캄브리지필터로 포집한 후 250ml 삼각 플라스크에 넣고 internal standard인 anethole을 0.5mg/ml 되게 조제한 menthol 용액 100ml에 가한 후, 실온에서 24시간 방치하고 상등액을 gas chromatography법으로 정량하였다. 분석에 사용한 G.C의 분리관은 S.P.B-5 fused silica capillary column(30m \times 0.53mm ID), 운반기체인 질소의 유속은 0.9 ml/min, 주입구 및 검출기(F.I.D) 온도는 250℃, 분리관 온도는 120℃에서 등온하는 조건으로 시료용액 2 μ l를 주입기에 splitless mode로 주입하였다.

결과 및 고찰

켈런내 멘솔의 연기이행량에 대한 가소제의 영향

포갑내에서 멘솔과 다른 여러 성분들은 부분적으로 이동하고 변화한다. 멘솔 분자는 높은 승화성을 가지므로 포갑내에서 부위별 이동과 전이가 다른 성분에 비하여 활발히 진행되며 이때 담배에 포함되어 있는 다른 성분들과도 상호 깊은 관계가 있는 것으로 보고되었다(Matis, 1983. Newell, 1968. Strickler, 1989). l-menthol의 연기 이행율은 켈런의 체제에 따라서 다르지만 현재 각국에서 애용하고 있는 저tar(light)형 제품에서는 최초 첨가량의 10% 정도가 주류연으로 이행된다고 알려져 있다(Curran, 1972. Woods, 1983).

Table 1은 필터의 가소제로 사용된 triacetin의 첨가량에 대하여 담배 column에서 담배연기로 이행하는 menthol의 양을 저장기간에 따라 측정된 결과와 담배 column에서 필터로 전달된 menthol의 양을 제조 후 3개월이 지난 시점에서 측정된 결과를 나타낸 것이다. Table 1에 나타난 바와 같이 triacetin 첨가량에 따른 menthol의 연기 이행량은 담배 제조 1개월 후, triacetin을 첨가하지 않은 경

우에 비하여 4%와 6% 첨가시 0.54mg과 0.65mg으로 각각 5.9%와 13.7%의 menthol이 연기로 더 이행되었으며, 8%의 경우에는 0.53%의 menthol이 이행되어 4%나 6%의 triacetin을 첨가하였을 때보다 낮아졌다. 이런 경향은 3개월에 걸친 실험의 결과에서도 유사하게 나타났는데, 이는 triacetin의 첨가량을 6%까지 증가시켰을 때 연기로의 menthol 이행량이 정의 상관성을 가지고 증가하다가 6% 이상에서는 menthol의 이행량이 triacetin의 농도에 대하여 역상관성을 갖는 것으로 판단할 수 있다. 이런 경향은 가소제 무첨가구나 첨가량이 6%보다 적을 경우 연기로 이행되는 데에 대한 필터에 존재해야 하는 일정량의 menthol이 전이되지 못한 부족한 상태이기 때문이며, 즉 담배가 연소될 때 이동되는 menthol이 무첨가나 4% 첨가구에서 6% 첨가한 필터에서보다 연소 후 필터와 궤초 등에 연소 전보다 menthol이 더 잔류함으로써 연소시에 연기로의 이동량이 적어지는 것으로 판단된다. 둘째로는 6%첨가한 필터에서가 무첨가나 4%첨가에 비하여 높은 menthol 보유율을 유지함으로써 필터에 존재하던 menthol을 방출하여 전달하는 효과를 나타내는 것으로 생각된다. 이와는 다르게 가소제로 사용된 triacetin이 6% 이상의 농도에서 menthol 성분을 강하게 흡수하는 작용을 했다고 추측되며, 필터에 첨가된 가소제 농도가 증가될 수록 acetate cellulose의 섬유소간에 가교 현상이 많이 일어나게 되어 cellulose 간의 조직을 치밀하게 형성하고, 이에 따라 필터 내부의 menthol 여과 효율과 흡수율이 높아지게 되므로 많은 양의 menthol을 섬유소 속에 흡수, 흡착하는 것으로 판단된다.

Jenkins등과 Wood가 보고한 바에 의하면 필터에 첨가되는 가장 일반적인 가소제는 triacetin, triethylene glycol diacetate, poly ethylene glycol 등이며, 이들 가소제의 사용에 의한 menthol의 흡수, 흡착하는 메카니즘은 가소제의 종류와는 무관하게 서로 비슷한 결과를 나타낸다고 하였다. 또한, menthol이 필터로 이동하는 것과 주류연으로 이행되는 현상은 이러한 가소제의 농도와 큰 상관성을 가지므로 가소제 농도를 높이면 필터 내부로 많은 menthol량이 흡수 및 포화되어 흡연시 연기

로 이행되는 menthol의 량이 더 적어진다는 보고하였다. 또한, Curran은 가소제와 menthol의 상관성에 대해서 가소제가 menthol의 용해도를 높여주어 친화력을 증가시킨다는 열역학적 측면과 저장기간이 길어질수록 가소제가 섬유내부로 깊숙이 침투되어 확산된다는 속도론적 관점에서 필터 안으로 많은 menthol량이 이동 증가한다고 주장하였는데, 이는 필터에 첨가되는 가소제와 menthol은 상호 큰 관련성을 갖는 것을 말한다. 그러므로 가소제가 없거나 6%보다 적을 경우에는 필터로 menthol 흡수가 적어지므로 연기로의 이행이 낮아지며 많은 경우에는 섬유속으로 흡수, 흡착하는 현상이 빠르게 일어나 연소시에 방출효과가 일어나지 않아서 이행율이 오히려 낮아지는 것으로 생각할 수 있을 것이다.

Table 1. Effect of filter plasticizer level on l-menthol delivery from cigarette to smoke with respect to months and migration from tobacco column to cigarette filter after 3 months

triacetin (%)	menthol on smoke (mg)			menthol on filter after 3 months (%)
	1 month	2 months	3 months	
0	0.51	0.49	0.47	6.9
4	0.54	0.51	0.49	22.7
6	0.58	0.55	0.52	29.1
8	0.53	0.49	0.48	40.2

- Only a portion of the menthol was applied to the tobacco column

담배 재료품들로의 멘솔의 전이에 대한 triacetin의 영향

Fig.1과 Fig. 2는 각초에 첨가된 멘솔이 저장시간에 따라 포갑내 담배 및 재료품으로 이동하는 전이량을 나타낸 그림이다. 가소제인 triacetin을 6% 첨가시 켈런의 각초부에서 필터부로 이동된 menthol 량은 1개월 후 첨가되지 않은 필터보다 약 15% 정도가 더 증가되었으며 5개월 후에는

25%, 9개월 후에는 30% 이상이 각 각 더 증가하는 비율을 보였다. 이는 필터를 제조할 때 여과효율과 경도를 유지하기 위하여 첨가되는 가소제 triacetin이 menthol을 강하게 흡수하는 용해력을 갖고 있어 필터 내 menthol이 증가한다는 앞의 결과와도 일치하는 내용이다.

Fig. 1에 나타난 바와 같이 필터에 가소제가 첨가되지 않은 경우에는 저장기간별 필터의 menthol 흡수량이 1개월부터 9개월까지 일정한 비율로 완만하게 상승하는 경향을 보였다. 이와는 다르게 Fig. 2에 나타난 가소제 6% 첨가된 필터에서는 1개월까지는 급격히 증가하여 20% 정도가 이동하고 그 후 5개월까지는 비교적 일정한 상승비율을 유지하다가 5개월 후부터는 비교적 높은 비율로 증가하는 경향을 보였다. Curran(1972)은 켈런 제조 시 포갑내 어느 부위에 menthol을 첨가하든 필터로의 이동은 이와 유사한 경향을 보이는 것으로 보고하였으며, 필터의 acetate tow와 가소제의 중량에 따른 menthol 이동 비율도 일정하게 정해진다고 보고된 바 있다.

가소제가 첨가된 menthol 담배는 1개월 저장시 필터에 menthol이 급격히 증가하여 일정한 수준의 량이 전이된 후 평형상태를 나타나게 된다. 이런

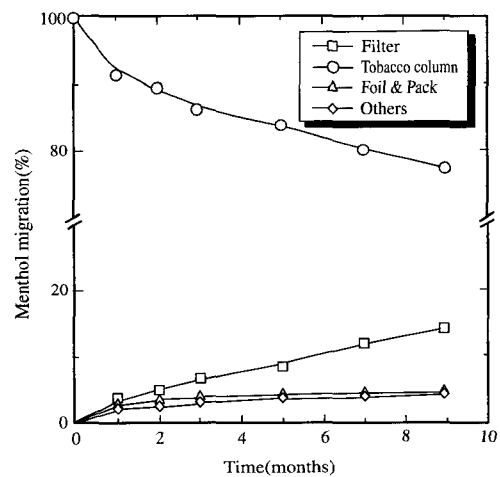


Fig. 1. The l-menthol migration on the components of mentholated cigarettes on triacetin 0%.

이동 체제는 5개월까지 완만히 상승하는 경향을 유지하다가 menthol이 cellulose의 내부로 침투되는 단계로 전환되면 필터에 menthol량이 급격히 증가하는 것을 알 수 있다. 가소제가 첨가되지 않은 시료에서도 포갑내의 다른 부위에 비하여 필터 부가 menthol 이동이 많이 일어나는 것은 cellulose 성분도 menthol을 흡수할 수 있는 친화력이 가진다는 Woods(1983)의 결과와도 일치한다.

한편 은박지(foil) 및 포갑지(packing paper)에서는 가소제 첨가 또는 무첨가한 시료의 저장기간 9개월 후에도 5% 미만의 menthol이 이동하는 결과를 나타냈다. 그러나 가소제가 6% 첨가된 것이 무첨가 시료에 비하여 필터 부로 좀더 많은 menthol을 흡수할 수 있기 때문에 비교적 적은 양이 이동하는 경향을 보였다.

9개월 저장 중 포갑 외부로 이동되는 menthol의 양은 4.2%이하로 멘솔의 휘발성을 고려할 때 비교적 적은 양이었다. 따라서 켈렌내 혼합되어있는 첨가제, 보습제, 향료 등의 여러 성분들이 포갑내에서 menthol의 전이와 이동에 관련되는 바이나, 가소제가 첨가된 필터와 각초부 사이에서 가장 활발한 이동과 보류가 나타났으며 은박지 및 포갑지를 포함한 외부로의 손실은 예상치 보다는 크지 않음을 알 수 있었다.

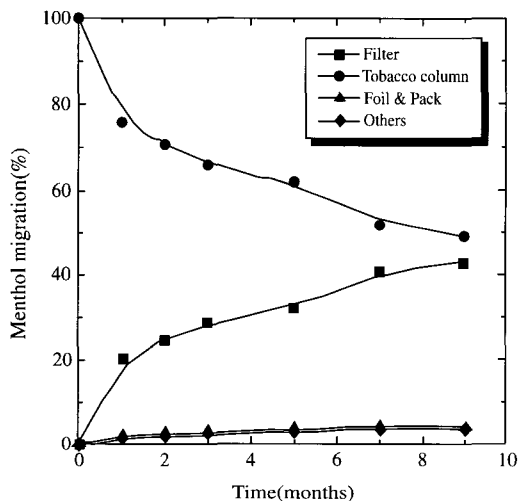


Fig. 2. The 1-menthol migration on the components of mentholated cigarettes on triacetin 6%.

멘솔의 담배 부위별 첨가 효과

menthol담배 부위별 첨가 효과를 Table 2에 나타내었다. 이 결과에 의하면 필터에만 첨가했을 경우가 각초 부에만 첨가했을 경우보다 연기로 이행되는 menthol 양이 약 2배정도 많았다. 필터에만 첨가시 2일 경과 후 전체 첨가량의 39%가 연기로 이행되었으며 저장기간이 길어질 수록 효율은 낮아져 60일 후에는 그 효율이 51%정도 감소한 19%가 연기로 이행되었다. 한편 필터에서 담배 각초 부로의 이동을 보면 2일째에는 9.2%, 60일 후에는 39.5%로 많은 양의 menthol이 전이되어 증가되는 경향을 나타내었다. 이는 필터에만 첨가했을 경우 필터 내에 menthol이 존재하다가 저장기간 초기에 많은 양의 menthol이 주류연으로 이행되며 시간이 경과할 수록 필터 내 triacetin과 섬유간극에 포화 침투되면서 연기로의 이행 양이 감소하게 된다. 또한 menthol은 담배 각초 부의 친화력이 있는 성분들에 용해되어 흡수되므로 각초 부로 많은 양이 이동되는 것으로 나타났다. 각초 부에만 menthol을 첨가했을 경우에는 2일째 18%, 저장기간 30일에서 60일 사이에서는 13~11%였으며 필터로 이동된 양은 30일에서 21.6% 이었다. 이

Table 2. Comparison of menthol migration and delivery to MS during additives a portion at cigarette (%)

Menthol addition part	Transfer and migration of menthol	Storage time (days)			
		2	15	30	60
Filter	Smoking transfer	39	31	22	19
	Migration to tobacco column	9.2	22.7	36.4	39.5
Tobacco column	Smoking transfer	18	16	13	11
	Migration to acetate filter	7.7	18.1	21.6	28.4

-Filter : only a portion of the menthol was applied to the filter

-Tobacco column : only a portion of the menthol was applied to the tobacco column

와 같은 시험 결과로 판단해 볼 때 필터에만 menthol을 첨가 할 경우 연기로의 저장기간 초기 이행 율은 효과적이지만 저장기간이 길어짐에 따라 이행 율이 크게 감소하므로 평형기간이 지나 침투기에 접어들어서는 큰 폭으로 감소한 것으로 나타났다. 반면 각초 부에 만 menthol을 첨가 할 경우 menthol이 필터부로 이동되는데 일정한 시간이 소요되게 된다. 평형기간에 도달하는 동안 menthol의 이동이 불규칙하게 진행되어 균일한 주류연으로 이행이 이루어지지 않는 것으로 판단된다. 따라서 필터와 각초부에 적절한 menthol 량을 조절하여 첨가하는 것이 가장 좋은 방법일 것으로 판단된다.

Fig. 3에서와 같이 필터 내로 이동된 menthol의 량과 연기 중으로 이행된 량과의 관계에서는 켈런 부위에 어느 정도 평형이 이루어진 1개월에서 흡연 중 연기로 최대의 이행 량을 나타내게 된다. 그 이후에는 필터내 menthol의 흡수가 계속 진행되는 5개월까지 연기로 이행되는 율은 비교적 큰 변화 없이 완만하게 감소하였다. 흡착과 침투가 동시에 일어나는 2단계인 5개월 이 후부터는 필터 내부의 menthol 함량이 40% 이상으로 증가하기 때문에 연기로의 이행 량은 큰 폭으로 감소하였

다. 이 같이 가소제가 첨가된 필터 달린menthol 담배에 흡연시 주류연으로 일정한 이행 율은 필터 내 menthol 함량이 20%에서 40%미만의 평형상태 기간에서가 가장 효율적인 것으로 나타났다. 이러한 결과를 고려 할 때 담배제조 후 1개월까지는 켈런내 menthol의 평형이 이루어지지 않기 때문에 연기로의 균일한 이행이 일어나지 않아서 흡연자들이 만족한 menthol취를 느낄 수가 없으며 함께 저장기간 5개월 후부터는 평형기간이 지나서 침투기에 도달하는 단계로서 연기로 이행되는 menthol의 량도 감소하여 나빠지게 된다. 그러므로 필터나 재료부 또는 각초부의 어느 한 부위에 한정하여 멘솔을 첨가하는 것보다는 필터에 30%, 각초 부위에 70% 정도를 첨가하는 것이 menthol 담배 제조 직후의 평형이 되기 전 단계에서도 일정한 량에 균일한 menthol 성분을 연기로 이행시킬 수가 있기 때문에 소비자 각미에 적절히 반응하고 품질관리를 효과적으로 진행할 수 있는 방법이라 생각된다.

결 론

포갑내 부위별 menthol 전이와 연기로의 이행을 필터에 첨가된 가소제 triacetin의 농도와 상관성이 가장 높았으며 각초 부에 존재하는 여러 물질과도 관련성이 있음을 알 수 있었다. 가소제 농도는 triacetin이 첨가되지 않은 3개월 저장된 시료에서는 menthol이 6.9%가 필터로 이동한데 비하여 8% 첨가에서는 40.2%로 크게 증가하였다. 연기로의 이행은 필터로의 이동하는 경향과 달리 저장기간 1개월 쯤 triacetin 6%첨가에서 가장 이행 효과가 크게 나타나 0.58mg이 이행되었다. 또한 저장기간별 필터로 menthol의 전이 결과는 가소제가 첨가되지 않은 1개월 저장된 시료에서 5% 미만, 5개월에서는 약 10% 정도가 전이되었으나, 6% 가소제가 첨가된 시료에서는 20%와 30% 이상의 menthol이 각각 이동되었다. 은박지와 담배의 포장재는 필터에 가소제가 첨가되지 않을 때가 0.5~0.6% 더 이동되었으며 저장기간별 주류연으로 menthol 이행량도 triacetin이 첨가된 것이 무첨가에 비하여 5개월 쯤부터에서는 감소하는 량이

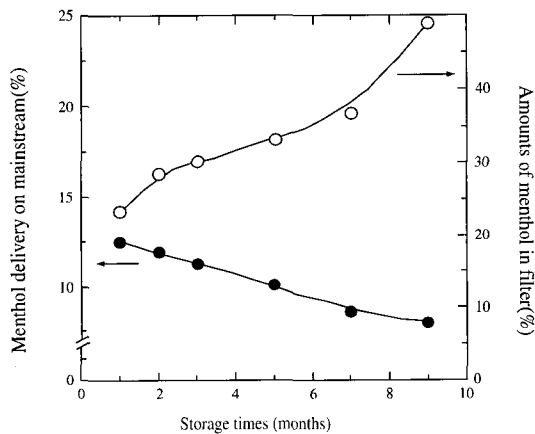


Fig. 3 The menthol delivery to mainstream and the migration of menthol on triacetin added filter with respect to storage times.

크게 나타났다. 멘톨을 필터에만 첨가했을 경우 각초 부에만 첨가했을 때 보다 연기로의 이행율이 약 2배정도 많았다.

이와 같은 여러 결과를 종합할 때 menthol 담배는 제조 후 1개월 정도 저장기간이 경과되어야 포갑 내에서 연기로 이행되기에 적합한 평형조건이 이루어지게 된다. 그러므로 초기 저장기간을 단축시키고 연기로 menthol 이행 효율을 증가시키기 위해서는 필터 부에 menthol 보유수준을 20~30%, 각초 부에는 70~80%로 첨가하는 것이 가장 효율적인 품질관리 방법으로 생각할 수 있을 것이다. 따라서 국내 menthol 담배의 제조에 있어서도 이와 같은 방법을 활용해야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Baker, R. R. (1981) Product formation mechanism inside a burning cigarette. *Progress in Energy and Combustion Science*. 7: 135-153.
- Curran, J. G. (1972) Delivery of menthol from cigarettes containing either a mentholated filter or mentholated tobacco. *Tobacco Science*. 16: 40-42.
- Curran, J. G. (1975) Effect of certain liquid filter additives on menthol delivery. *Tobacco Science*. 19: 69-70.
- Hildebrand, J. H., Prausnitz, J. M. and R. L. Scott (1970) *Regular and Related Solutions*. Van Nostrand-Reinhold, Princeton, New Jersey.
- Jenkins, R. W., Newman, R. H. and M. K. Chavis (1970) Cigarette smoke formation studies II. Smoke distribution and mainstream pyrolytic composition of added ^{14}C -menthol (U). *Beiträge zur Tabakforschung International*. 5: 299-301.
- 이재곤, 장희진, 권효진, 박재진, 이동욱 (2001) 멘솔 첨가방법이 제품담배의 멘솔 전이형태에 미치는 영향. *한국연초학회지*. 23(1): 77-81
- Mathis, D. E. (1983) Migration and delivery of filter favors. *Beiträge zur Tabakforschung International*. 12(1): 1-8.
- Newell, M. P., Latimer, P. H. and L. R. Haeefe (1968) The fate of menthol in cigarette smoke. 22nd Tobacco Chemists' Research Conference, Richmond, Virginia.
- 박준영, 양광규, 유광근 (1979) Filter Plug에 menthol 첨가효과에 관한 연구. *한국연초학회지*. 1(2): 149-151.
- Renfro, L. W. (1990) Mechanisms of menthol delivery in filter cigarettes. 44th Tobacco Chemists' Research Conference, Winston-Salem, North Carolina.
- Rosen, S. L. (1993) *Fundamental Principles of Polymeric Material*. John Wiley & Sons, New York, p. 82-115.
- Strickler, D. V. (1989) Effect of age on the menthol and triacetin delivery of mentholated cigarettes. CORESTA Technical Group, Interlaken, Switzerland.
- Woods, C. E. (1983) Cellulose acetate filter and fiber parameters affecting cigarette mentholated delivery and menthol absorption by the filter tip. 37th Tobacco Chemists' Research Conference, Washington, D.C.
- Wong, M. M., Durham, J. R. and B. M. Lawrence (1988) R. J. Reynolds Tobacco Company. Internal data.