

가리엄 첨가가 쉐련 주류연중 타르, 니코틴, 일산화탄소 이행량에 미치는 영향

안기영*, 김천석
한국인삼연초연구원
(1995년 4월 4일 접수)

Effect of Exogenous Potassium on the Reduction in Tar, Nicotine and Carbon Monoxide Deliveries in the Mainstream smoke of Cigarettes

Key Young An*, Cheon Suk Kim
Korea Ginseng and Tobacco Research Institute
(Received April 4, 1995)

ABSTRACT : Deliveries of tar, nicotine and carbon monoxide in mainstream smoke decreased with increment of exogenous potassium content of tobacco. Potassium malate was more effective than potassium nitrate, potassium carbonate, potassium citrate and potassium oxalate for the reduction of carbon monoxide, but potassium nitrate was more effective than potassium malate, potassium carbonate, potassium citrate and potassium oxalate for the reduction of carbon in the case of nicotine. Puff count and burning rate were slightly changed with added potassium salts.

흡연유해론의 대두와 애연가들의 순한 담배에 대한 기호와 건강에 대한 관심의 증가로 흡연시 인체로 이행되는 담배의 연기성분중 유해물질을 감소시키고자하는 연구가 다양하게 진행되어 왔다. 이러한 방법은 각초를 권련으로 제조하기 전 단계에서의 처리로서 버어리종이나 하급엽 황색증등의 toast등과 같이 열처리를 하여 자극적이고 혐오한 맛을 제거시키는 방법과 권련칼럼의 흡연부에 여러 종류의

필터를 부착하거나 타공을 하고 다공성의 권지를 사용하여 여과, 흡착, 흡수 및 희석, 확산시키는 방법등¹⁾이 있으며 근래에 이르러서는 첨가제를 사용하여 tar, nicotine, carbon monoxide를 감소시키기 위한 연구가 진행되어 관심을 모으고 있다.

원료엽에 첨가제를 가하여 tar, nicotine, carbon monoxide를 감소시키는 여러방법들(Yamamoto 1990, Yamamoto 1989, Muramatsu 1974, Terrel 1970, Baker

* 연락처자 : 305 - 345, 대전광역시 유성구 신성동 302, 한국인삼연초연구원.

* Corresponding Author : Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, 302 Shinsong - dong, Yusong - Ku, Taejon 305 - 345, Korea

1973, Kobashi 1966)은 재료품의 설계시 발생될 수도 있는 헛김, 흡인저항, 과도한 공기회석 등의 문제를 일으키지 않고 이들의 이행량을 감소할 수 있다는 장점이 있는 반면 첨가제의 열분해에 따른 향기미와 인체유해성에 신중해야 한다. Yamamoto등(1990)은 담배에 potassium 유기산염의 첨가시 연소온도가 낮아지기 때문에 carbon monoxide 이행량이 감소한다고 보고하였다. 그러나 유기산염의 종류, 첨가량 및 담배 품종에 따른 자세한 보고가 없었다. 그러므로 본 연구는 담배의 품종(버어리종, 황색종) 및 판상엽동의 시료에 대하여 potassium 유기산염의 종류별 첨가효과와 이에 따른 주류연중 tar, nicotine 및 carbon monoxide의 이행량을 측정하여 담배품종 및 첨가량에 따른 이행량 감소효과를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

Potassium carbonate, potassium citrate, potassium nitrate, potassium oxalate 등은 Junsei제(Japan) 1급 시약을 사용하였고, potassium malate는 Kanto제 malic acid에 potassium hydroxide를 가하여 제조하여 사용하였다. 황색종 CD₃L-1과 버어리종 CD₃W-1 잎담배를 0.9mm의 각폭으로 절각한 후 각 potassium염을 각초무게에 대하여 1.5% 농도로 수용액을 조제하여 분무한 다음 수분을 조화하여 기공도 35 CU의 권련지로 권주 24.5mm, 권련 길이 70mm로 Hauni사의 Pilot Marker를 사용하여 양절담배로 권상하였다.

제조된 권련은 25°C RH 60%의 항온 항습조건에서 7일간 조화시킨 후 황색종의 경우 중량 920-970mg, 흡인저항 55±3 mmH₂O로, 버어리종의 경우 중량 850-900mg, 흡인저항 50±3mmH₂O로 선별한 후 시료로 하였다.

판상엽은 버어리종 주맥을 원료로 하여 제조한 제지식 판상엽을 0.9mm의 각폭으로 절각한 후 potassium malate를 각초무게에 대하여 0, 5, 10, 20% 농도로 하여 수용액으로 조제하여 분무한 다음 수분을 조화시켜 수권상기를 이용하여 0.8g의 중량으로 권상하였다.

분석방법

연소성은 연소성측정기(BRM-2000)로 측정하였고 puff count, tar, nicotine, carbon monoxide 및 carbon dioxide 이행량은 한국인삼연초연구원 담배성분 분석법(유광근 등, 1991)에 따라 시료를 Automatic Smoking Machine(Heinr Borgbaldt, RM/20CS)으로 연소시켜 연기응축물을 직경 92mm Cambridge filter에 포집한 다음, nicotine은 수증기증류를 하여 UV-Vis spectrophotometer(Jasco V-550)로 측정하였다. 일산화탄소는 일산화탄소 측정기(Heinr Borgbaldt Model CO-800)로 측정하였고, 이산화탄소는 이산화탄소 측정기(Siemens Ultramet 21P)로 측정하였다.

결과 및 고찰

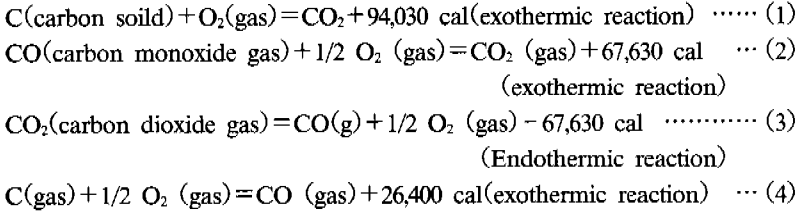
각종 유기산의 potassium염류 첨가에 따른 주류연중 연기성분의 이행량을 조사한 결과 tar, nicotine, carbon monoxide 이행량의 감소율은 potassium 염류 1.5% 첨가시, 황색종각초에서는 tar 이행량은 표 2와 Fig. 1에 나타난 바와 같이 nitrate, malate, citrate, oxalate, carbonate의 potassium염의 순서로 감소하였는데 특히 nitrate와 malate는 약 13%의 감소를 보였으며 carbonate는 약간의 감소를 보였다.

Nicotine은 potassium nitrate첨가시료가 16%의 이행량 감소율을 보여 가장 우수한 효과를 보였으며 나머지는 tar 이행량과 같은 경향의 이행량을 보였다. Carbon monoxide 이행량은 malate, nitrate, citrate, oxalate, carbonate의 potassium염 순서로 감소하였는데 malate가 15.7%의 감소로 가장 우수하였다.

버어리종 각초에 potassium 염류를 1.5% 첨가시, tar 이행량은 표 2와 Fig. 2에 나타난 바와 같이 nitrate, malate, citrate, oxalate, carbonate의 potassium염의 순서로 감소하였는데 특히 nitrate와 malate는 약 15%의 감소를 보였으며 carbonate는 약간의 감소를 보였다. Nicotine은 nitrate가 17.1%의 이행량의 감소율을 보였으며 나머지는 tar 이행량과 같은 경향이였다. Carbon monoxide 이행량은 malate, nitrate, oxalate, citrate, carbonate의 순서로 감소하였는데, malate가 14.4%의 감소로 가장 우수하였다.

제지식 판상엽시료의 경우 표 3과 Fig. 3에 나타난

Scheme 1. Thermochemical equation of carbon monoxide



바와 같이 tar, nicotine, carbon monoxide 이행량의 감소율은 potassium malate 5% 첨가시, tar 이행량은 10%의 감소를 보였으며 nicotine과 carbon monoxide 이행량은 12.1%의 감소를 보였다. 10% 첨가시 tar는 18.8%, nicotine은 15.2%, carbon monoxide는 23.5%로 감소를 보였으며, 20% 첨가시 tar는 27.5%, nicotine은 27.2%, carbon monoxide는 35%의 감소를 보였는데 이 시험에서 특히 carbon monoxide의 감소율이 크게 나타났고 이 결과는 황색종 및 버어리종의 결과와 일치하였다.

Nicotine은 연소중 휘발에 의하여 켈런담배로부터 연기로 이행되지만 그것의 상당 부분은 연소과정에서 열분해 된다. Nicotine 열분해는 불활성 기체에 서보다 산소 존재시 더 잘 일어난다. 따라서 산소의 존재가 많아지면 열분해가 잘 일어나 nicotine 이행량이 적어진다. 켈런의 연소시 켈런의 연소부에서 연소의 진행중 산소의 소비가 크게 일어나기 때문에 흡연도중 켈런의 연소부를 중심으로 column내의 산소결핍이 생긴다. 이때 각초에 첨가한 potassium nitrate는 열분해도중 산소를 발생시켜 연소부에 산

소의 농도를 증가시켜 열분해를 돕는것으로 해석된다. 따라서 potassium nitrate는 nicotine 이행량 감소에서 potassium malate보다 효과적인 결과를 나타냈다. 이러한 결과는 Yamamoto 1990, Kobashi 1963, Kobashi 1966, Burdick 1969 등의 결과와 같은 경향을 나타냈다.

Carbon monoxide는 담배의 연소과정에서 탄소 함유물질이 열분해되어 생성되는 경로와 carbon dioxide의 환원에 의하여 생성되는데, 생성에 대한 열역학적 열의 흡방출은 scheme 1과 같다.

위 scheme 1과 같이 carbon monoxide는 담배의 열분해, 탄소잔유물(carbon residues)의 연소, carbon dioxide의 탄소물질로의 환원(carbonaceous reduction)에 의하여 생성된다고 보고되어 진 바 있으며 위 (3)의 방정식에서 carbon dioxide가 carbon monoxide로 환원하는 반응은 흡열반응으로 켈런 column 연소부의 저온조건에 의하여 쉽게 에너지를 방출하고 carbon dioxide로 전환될 수 있으며 scheme 1의 (4)의 방정식으로 나타낸 바와 같이 켈런 column 연소부의 저온조건에 의하여 carbon dioxide는 car-

Table 1. Effect of potassium salts on the puff count and burning rate in flue-cured and burley tobacco.

K source	K rate(%)	Puff count		burning rate (m.s./3cm)	
		flue-cured	burley	flue-cured	burley
Control	0	9.2	6.8	7.28	5.10
Carbonate	1.5	9.1	6.7	7.14	5.06
Citrate	1.5	8.7	6.5	6.59	5.03
Nitrate	1.5	8.4	6.4	6.43	4.40
Oxalate	1.5	8.8	6.6	7.09	5.01
Malate	1.5	8.5	6.5	6.52	4.55

bon monoxide로 전환되는 것을 억제할 수 있다.

Carbon monoxide의 이행량 감소에 있어서 potassium nitrate보다 potassium malate가 더욱 효과적인 것은 흡연시 켈런 연소부의 최고온도의 감소에 있어서 potassium nitrate보다 potassium malate가 켈런 연소부의 온도 감소에 효과적이기 때문으로 해석될 수 있다.

Yamamoto등(1989, 1990)도 carbon monoxide는 potassium 염의 첨가에 의하여 연소온도가 낮아짐으로 주류연중 이행량이 감소한다고 보고하였다.

본 실험에서 potassium 염류의 첨가시 무첨가에 비하여 연소속도가 빨라지는데 Tibbitts(1962)와 Resnik등(1977)의 결과에 나타난 바와 같이 potassium 함량이 증가하면 점화온도가 낮아지며 이로 인하여 연소성이 좋아져서 puff 수가 작아진다고 생각된다.

키크미에 대하여는 Yamamoto(1990)등은 유기산의 potassium염류를 첨가하여 키크연시 대조구에 비하여 자극성 및 이취미가 적어진다고 보고하였으므로 국내의 담배에 첨가하여도 키크미에는 큰 영향이 없을 것으로 생각된다.

Table 2. Effect of potassium salts on the smoke-components deliveries in flue-cured and burley tobacco.

K source	K rate (%)	flue-cured				burley tobacco.			
		Smoke components(mg/cig.)				Smoke components(mg/cig.)			
		Tar	Nicotine	CO	CO ₂	Tar	Nicotine	CO	CO ₂
Control	0	18.9	1.48	10.8	34.1	12.9	1.46	9.7	34.3
Carbonate	1.5 (2.6)	18.4 (1.4)	1.46 (5.5)	10.2 (1.2)	33.7 (3.1)	12.4 (2.0)	1.43 (5.0)	9.2 (1.5)	33.8
Citrate	1.5 (7.9)	17.4 (8.8)	1.35 (8.3)	9.9 (4.1)	32.7 (7.8)	11.9 (10.2)	1.31 (9.3)	8.8 (4.9)	32.6
Nitrate	1.5 (13.2)	16.4 (16.2)	1.24 (12.0)	9.5 (6.7)	31.8 (15.5)	10.9 (17.1)	1.21 (13.0)	8.4 (7.3)	31.8
Oxalate	1.5 (9.1)	17.3 (10.0)	1.33 (8.3)	9.9 (3.5)	32.9 (6.2)	12.1 (10.9)	1.30 (8.2)	8.9 (3.8)	33.0
Malate	1.5 (12.7)	16.5 (12.8)	1.29 (15.7)	9.1 (8.5)	31.3 (14.7)	11.0 (13.7)	1.26 (14.4)	8.3 (8.2)	31.5

() ; decreased smoke components(mg/cig.) percent

Table 3. Effect of potassium malate on the smoke-components deliveries in reconstituted tobacco.

K source	K rate (%)	puff count	Burn rate (m.s/3cm)	Smoke components(mg/cig.)			
				tar	nicotine	CO	CO ₂
Control	0	5.4	3.50	8.0	0.33	13.2	37.2
Malate	5	5.3	3.39	7.2 (10.0)	0.29 (12.1)	11.6 (12.1)	35.5 (5.1)*
Malate	10	5.2	3.20	6.5 (18.8)	0.28 (15.2)	10.1 (23.5)	34.6 (7.0)*
Malate	20	5.0	3.11	5.8 (27.5)	0.24 (27.2)	8.6 (35.0)	31.9 (14.2)*

() ; decreased smoke components(mg/cig.) percent

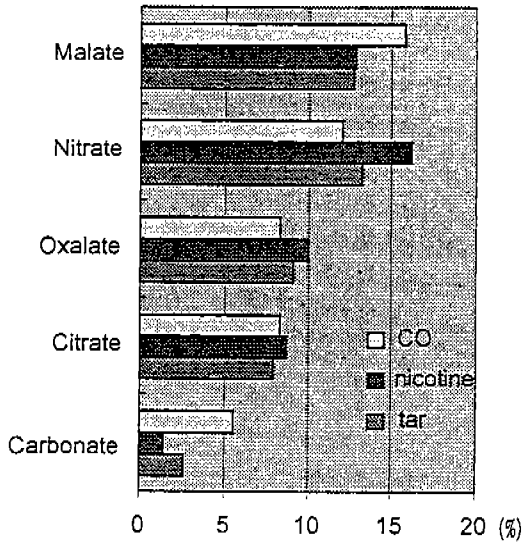


Fig. 1. Decrease(%) of smoke component deliveries of flue-cured tobacco by potassium salts.

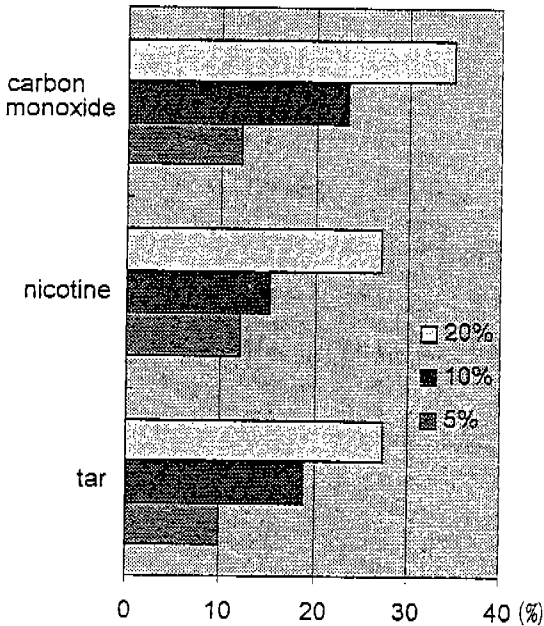


Fig. 3. Decrease(%) of smoke component deliveries of reconstituted tobacco by potassium salts.

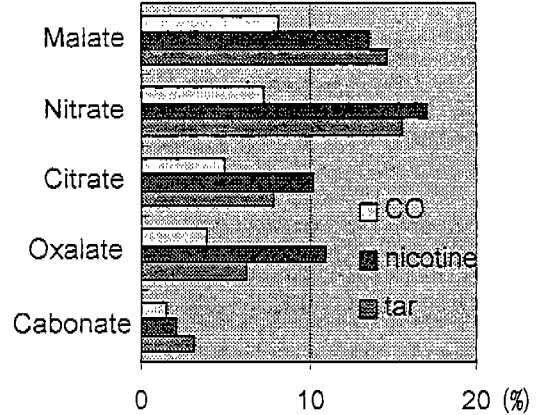


Fig. 2. Decrease(%) of smoke component deliveries of burley tobacco by potassium salts.

결론

몇가지 유기산 potassium 염류 첨가로 황색종, 버어리종 및 판상엽 모두에서 tar, nicotine, carbon monoxide 이행량이 감소되었다. Potassium nitrate는 nicotine에 가장 좋은 효과를 나타내었으며, potassium malate는 carbon monoxide 이행량 감소에 가장 좋은 효과를 나타내었다. 그외의 carbonate, citrate, oxalate의 potassium염도 이행량 감소에 영향을 나타내었다.

Puff수와 burning rate는 첨가된 유기산 염의 종류에 따라 약간의 차이가 있었다.

참고문헌

1. Baker R.R. (1983) Formation of carbon oxides during tobacco combustion - pyrolysis studies in the presence of isotopic gases to elucidate reaction sequence. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 297 - 334.
2. Baker R.R. (1980) Mechanisms of smoke formation and delivery ; *Recent Adv. Tob. Sci.* 184 - 224.
3. Baker R.R. (1980) The effect of ventilation on cigarette combustion mechanisms. *Recent Adv. Tob. Sci.* 184 - 224.

4. Baker R.R. g1973) K.D. Kilburn. The distribution of gases within the combustion coal of a cigarette. *Beit. Tabakforsch. Int.* 79 - 87.
5. Burdick D., J.F. Benner and H.R. Burton(1969) Thermal decomposition of tobacco, IV. apparent correlations between thermogravimetric data and certain constituents in smoke from chemically treated tobaccos. *Tob. Sci.* 138 - 141.
6. Kobashi Y.(1966) Studies on pyrolytic degradation of tobacco alkaloids. *Jpn. Tob. Salt Public Corp. Res. Inst. Sci. Pap.* 108 : 223 - 293.
7. Kobashi Y., H. Hoshaku and M. Watanade(1963) Thermal degradation of nicotine in the atmosphere of air flow. *J. Chem. Soc. Jpn.*, 84 : 71 - 74.
8. Kramer C. M., Z. A. Munir and J.V. Volpon(1983) Simultaneous dynamic thermogravimetry and mass spectrometry of the evaporation of alkali metal nitrats and nitrites. *J. Therm. Anal.* 27 : 401 - 408.
9. Muramatsu M., Y. Simada and H. Tomita(1974) Effect of some additives on the combustion process and smoke composition of cigarette. *Jpn. Tob. Salt Public Corp. Res. Inst. Sci. Pap.* 65 - 69.
10. Resnik F.E., W.G. Houck, W.A. Gziszler. J.E. Wickham(1977) Factors affecting static burning rate. *Tob. Sci.* 103 - 107.
11. Terrell J.H. and I Schmelztz(1970) Alteration of cigarettes smoke composition, I. Influence of certain additives. *Tob. Sci.* 78 - 81.
12. Tibbitts T.W.(1962) Ignition temperature of tobacco. Method of determination and relation to leaf burn. *Tob. Sci.* 172 - 175.
13. Yamamoto T., S. Umemura and H. Kaneko (1990) Effect of exogenous potassium on the reduction in tar, nicortine and carbon monoxide deliveries in the mainstream smoke of cigarettes. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 14 : 379 - 385.
14. Yamamoto T., Y. Suga, K. Kaneki and H. Kaneko(1989) Effect of chemical constituents on the formation rate of carbon monoxide in bright tobacco. *Beit. Tabakforsch. Int.* 14 : 163 - 170.
15. Yamamoto T., and H. Tomita(1978) Effect of organic and inorganic salts on the static burning rate of cellulose model cigarettes. *Jpn. Tob. Salt Public Corp. Res. Inst. Sci. Pap.* 93 - 97.
16. 유광근등(1991) 담배성분분석법(한국인삼연초연구소).