

Black Stem이 팽화주맥 및 제품담배의 품질에 미치는 영향

양진철* · 김대영 · 노재성 · 한정호 · 정한주 · 김용하 · 김용욱
KT&G 연구원
(2010년 5월 14일 접수 ; 2010년 5월 28일 수정 ; 2010년 6월 4일 승인)

The Effect of Black Stem on the Quality of Expanded Stem and Cigarette

Jin-Chul Yang*, Dae-Young Kim, Jae-Seong No, Jungho Han,
Han-Ju Chung, Yong-Ha Kim, and Yong-Ok Kim
KT&G Research Institute, Daejeon 305-805, Korea
(Received May 14, 2010; Revised May 28, 2010; Accepted June 4, 2010)

ABSTRACT : This study was carried out to investigate the influence of stem materials such as black stem on the quality of expanded stem and cigarettes. Normal and black stem were separated by tobacco scan and then, those stems were expanded after treating with their respective stem casings. Total sugar, ether extract, ash contents and pH were slightly low in black stem compared with normal stem. However, the number of bacteria and fungi ratio were remarkably higher in black stem than that of normal stem. As compared with normal stems, ratio of rushed stem in rolled process was approximately 2 times higher in black stem with the consequence that the filling capacity of black stem was decreased. The ratio of large particles (> 3.35 mm) of expanded black stem showed decreasing tendency and small particles rate (1.40 mm <) was increased compared with normal stem. When expanded stems were prepared using stem containing 5 levels (0, 10, 20, 30 and 100 %) of black stem, the filling capacity was decreased and static burning rate was significantly decreased with increasing expanded black stem rate. However, the weight and hardness of cigarettes were slightly increased with increasing expanded black stem rate. The contents of phenol compounds, aromatic amines and carbonyl compounds in the cigarette mainstream smoke from the cigarette which was manufactured with various ratio of expanded black stem, were gradually increased with increasing expanded black stem rates. Also, the cytotoxicity and the mutagenicity of the TPM were significantly increased with increasing expanded black stem rate. The sensory test result showed that cigarettes blended with 10 and 30 % level of black stem rate was exhibited significantly high sensory attributions such as off-taste, impact, hotness, bitterness and irritation as compared with cigarette blended with normal stem, while smoke fullness and cleanness were slightly decreased with increasing expanded black stem rates. The number of brown spots on cigarettes paper was 2 to 3 times high in cigarettes containing black stem than that of cigarette made from normal stem and were high with increasing black stem rate. The overall assessment in this study suggest, that black stem should not be used because of bad quality of expanded stem and high toxicological activity of cigarette mainstream smoke.

Key words : Black stem, Expanded stem, Sensory evaluation, Toxicological activity.

*연락처 : 305-805 대전광역시 유성구 신성동 302 번지, KT&G 연구원

*Corresponding author : KT&G Research Institute, 302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea
(phone: 82-42-866-5695; fax: 82-42-866-5544; e-mail: jcyang@ktng.com)

Black stem은 정상주막에 비해 주막의 길과 속이 검게 변해버린 비정상 주막으로 주로 황색종 주막에서 많이 나타난다. 하지만 아직까지 black stem의 발생 기작에 대한 연구나 보고된 자료가 없어서 주막도 잎담배와 마찬가지로 저장 중 탄화에 의해서 발생하는 것으로 추정한다. 일반적인 잎담배의 탄화발생 기작은 저장 중 발열반응(pyrogenic reaction)으로 열과 수분의 존재 하에서 환원당과 아미노산이 반응하여 주로 aldehydes, melanoidins, CO₂가 생성되는데(Tso, 1990), 이때 발생한 열과 수분이 주변의 정상 잎담배로 전이되어 또 다시 부패를 유발시키면서 반복적으로 연쇄반응을 일으킨다. 잎담배 수확 후 주막의 수분이 완전히 건조되지 않은 상태로 건조가 완료된 경우 잎담배 저장 중에 탄화가 진행된다. 또한 저장실내 저장조건이 알맞지 않으면 하절기 중에 외습에 의해 잎담배의 함수분이 증가하여 곰팡이 오염과 미생물 증식에 따라 변질염이나 부패가 진행되고(조 등, 1989; Akehurst *et al.*, 1981; Mckee *et al.*, 1981), 발열반응에 의해 잎이 탄화되는 것으로 알려져 있다(Holt *et al.*, 1985; Walton *et al.*, 1985; 민 등, 1991). 탄화발생의 주요인자는 수분함량, 포장밀도, 품온 및 저장실 온·습도이며 잎의 치밀도, 당함량 및 포장 재료 등도 탄화에 영향을 미친다(Holt *et al.*, 1985). 탄화가 발생되면 원료의 품질이 떨어지고 심하면 폐기시켜야 하므로 경제적 손실을 유발시켜서 저장 중 탄화가 발생되지 않도록 유지 관리하는 것이 매우 중요하다.

외국 담배회사의 주막 관리기준에 따르면, 주막 변질은 제막 후 저장 중에 주막의 수분함량이 15% 이상일 경우 주로 발생되어 건조 시 포장 수분관리(12% 이하)와 선적 시 수분관리(13.5% 이상 선적 불허)를 철저히 하여 black stem의 발생을 미연에 방지하고 있다. 제막공정에서 생산된 주막은 주막건조기에서 건조하는데 잎담배와는 달리 냉각과 조화과정이 대부분 없으며, 건조 시 고온

처리되거나 잎담배에 비해 주막이 두꺼워 건조가 잘 이루어지지 않고 있다. 또한 주막 조직은 잎담배에 비해 수분 보유능력이 높기 때문에 건조 후 제막엽에 비해 수분이 불균일하므로 주막의 수분함량을 12% 이하로 균일 관리하고 있다. 그 밖에 black stem은 이취미 및 부정적인 냄새를 발현시키고 정상주막보다 woody note를 가지며, 목 자극이 심하고, 팽화된 black stem은 정상 팽화주막보다 팽화율이 떨어져서 부풀성이 감소한다고 알려져 있다. Cronshaw과 Mitchell(1976)은 갈색반점(brown spot)이 발생한 켈련을 조사한 결과 켈련지에 접촉한 부위에서 주로 black stem이 발견된다고 보고하였다.

이렇듯 잎담배 탄화에 관해서는 세계 여러 나라에서 발생되어 이에 관한 다양한 연구가 진행되어 보고되었지만, black stem에 관한 연구는 국내에서 거의 행하여진 바가 없고, 국회의 경우에도 자세히 연구되어 보고된 자료가 없는 상황이다. 따라서 본 연구는 주막 원료 중 black stem과 정상주막을 이물질 선별기(tobacco scan)를 통해 분리시켜 black stem이 팽화주막 및 제품담배의 품질에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시료

본 연구에서는 사용된 주막은 08년산 중국산 주막(운남후엽, 운남박엽, 산동후엽, 산동박엽, 귀주후엽, 귀주박엽)으로 KT&G 김천 STS(Steam Treated Stem) 공장에서 이물질 선별기(tobacco scan)를 통해 black stem과 정상주막을 각각 200kg씩 분리하여 실험하였다. 분리된 black stem과 정상주막은 김천 원료공장의 STS 공정조건에서 각각 개별 가향 처리 후 팽화를 실시하였다.

시험 방법

정상주막과 black stem 원료의 품질평가를 위해

이물질 선별기(Tobacco scan)로 분리한 정상주막과 black stem을 일정량 채취하여 자연건조시킨 후 분쇄하여 화학성분 및 미생물 분포를 조사하였다.

팽화주막의 품질 평가를 위해 팽화된 정상주막과 black stem의 각초크기와 압전 깨짐율을 조사하였다. 또한 팽화된 정상주막에 black stem를 0, 5, 10, 20, 30, 100 % 수준으로 배합하여 MK-9 권련기에서 무친공 톱페이퍼와 아세테이트 모노필터를 사용하여 black stem 배합비별 단엽권련을 제조하였다. 제조된 팽화주막 단엽권련은 흡인저항 $140 \pm 3 \text{ mmH}_2\text{O}$ 조건으로 담배를 선별 한 후, 권련의 물리성, 연기 중 특수성분, 생물학적 안전성 평가 및 관능평가를 수행하였다.

Black stem 적용에 따른 제품담배의 품질을 평가하기 위해 팽화주막의 엽배합 비(18 %)가 비교적 높은 E제품을 선정하였고, 팽화주막의 배합비만을 달리한 각 시제품의 구체적인 배합 비율은 Table 1과 같다. 시제품 제조는 정상 팽화주막 엽배합비(18 %)에 black stem을 0, 1.8, 3.6 %(중량비) 수준으로 배합한 후 현행 E제품의 엽배합 순엽각조를 사용하여 MK-9 권상기로 제조하였다. 제조된 시제품 담배는 흡인저항 $130 \pm 3 \text{ mmH}_2\text{O}$ 조건으로 권련을 선별 한 후 권련 반점조사 및 관능평가를 수행하였다.

조사항목 및 방법

일반화학성분은 담배성분 분석법에 준하였다(김찬호 등, 1991). 전알칼로이드, 전당, 염소, nitrate 함량은 자동분석기(Bran Luebbe Analyzer)로, 전질소는 CNS 측정기(Leco CNS-200)를 이용하여 분석하였고, pH는 pH/ion meter(Orion 290A)로 측

정하였다. 에테르추출물 함량은 Soxhlet 추출장치를 이용하여 측정하였다. 원료 주막의 미생물 조사는 식품공전(2008)의 방법에 준하여 희석평판법으로 측정하였다. 각 시료당 미생물수는 3개의 petri dish에 나타난 colony를 각각 계수한 후 평균값을 내어 건물중에 대한 미생물의 수 즉 $\text{cfu g}^{-1} \text{ dry weight}$ 로 산출하였다. 팽화주막의 물리성 측정을 위해 팽화주막의 수분을 13.5 %로 조화시켜 사용하였고, 부풀성 측정(filling capacity)은 densimeter(model D51)로 측정하였다. 각초크기(shred size)는 팽화주막 50g을 sieve(3.36 mm, 1.40 mm, 0.85 mm, 0.50 mm, 0.50 mm)에 넣고 sieve shaker (model Jel 200T)에서 260 rpm으로 3분 동안 shaking한 후 체의 크기별로 분리하여 무게를 측정하여 비율로 환산하였다. 담배의 주류연 중 carbonyl 화합물의 분석은 Health Canada의 Official Method T-104(1999a)에 따라서 측정했으며, 휘발성 및 반휘발 성분 역시 Health Canada Official Method T-116(1999b) 및 T-112(1999c)에 따라 ATD-400이 장착된 HP5890 GC를 이용하여 분석하였다. 복귀돌연변이 시험은 Maron과 Ames(1983)이 제시한 방법에 따라 수행하였고, 특정성분들에 대한 돌연변이 유발성 검사를 위해서 *Salmonella typhimurium* TA98 균주를 사용하였다. 세포독성 시험은 리소솜(lysosome)에 의한 neutral red 흡수 정도를 측정하는 neutral red cytotoxicity assay 방법을 사용하였다(Borenfreund and Puerner, 1985). 권련담배의 반점조사는 KT&G In-house manual(2009)에 준하여 육안법으로 조사하였고, 권련의 저장은 25 °C, RH 57 % 및 75 % 조건의 미니 챔버에서 15일 동안 저장하면서 각각의 반점을 조사하였다. 권련담배

Table 1. Composition of expanded stem(ES) in cigarettes.

Cigarette (Ratio of black stem)	Normal ES (%)	Black ES (%)	Cut tobacco (%)	Total
0%	18	0	82	100
10%	16.2	1.8	82	100
20%	14.4	3.6	82	100

의 관능평가는 KT&G 기술연구소의 관능평가 패널들이 이취미(off taste), 매운맛(hotness), 쓴맛(bitter), 자극성(irritation), 담배맛(taste) 등에 관하여 9점법으로 평가하여 관능검사 결과를 수치화하였다.

결과 및 고찰

원료주맥의 품질

STS 공정 중 이물질 선별기(tobacco scan)에서 적출된 black stem과 정상주맥의 화학성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. Black stem은 정상주맥에 비해 전당, 에틸추출물, 조회분, pH가 낮았다. 일반적인 잎담배의 탄화발생 기작은 저장 중 수분의 존재 하에서 발열반응으로 환원당과 아미노산이 반응하여 aldehydes, CO₂가 생성되는데, 이때 발생된 열과 수분이 주변의 잎담배로 전이되어 연속적으로 연쇄반응을 일으키는 것으로 알려져 있다(Akehurst, 1981; Tso, 1990). 이는 주맥도 잎담배와 마찬가지로 저장 중 탄화에 의해 당이 분해되어 당함량과 pH가 낮아진 것으로 보이나, black stem이 발생하는 원인에 대해서 좀 더 구명되어야 할 것으로 고찰된다.

이물질 선별기(Tobacco Scan)로 적출된 black stem과 정상주맥의 미생물상을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 일반세균 집락수는 정상주맥 대

비 black stem의 경우 10⁴이상 높게 발생하였고, 곰팡이 집락수는 약 2배정도 높게 발생하였다. 이러한 결과는 저장 중 고온, 다습한 조건이 될 경우 그 영향으로 잎담배의 품온과 수분함량이 증가됨에 따라 곰팡이류가 발생할 수 있으며, 저장실의 온도(20~30℃)와 상대습도(75~85 % R.H.)는 균류의 생장에 영향을 주어 잎담배의 화학성분을 변화시킨다는 연구결과와 유사하였다(Welty, 1972). 일반적으로 저장 중 높은 수분함량 조건은 미생물의 활성을 증가시키며 미생물은 부패 시 많이 발생되므로 black stem의 경우 곰팡이 발생수준이 높을 뿐만 아니라 많은 세균들이 검출됨에 따라 black stem은 저장 중 부패에 의한 탄화로 발생된 것으로 추정된다.

팽화주맥의 품질

팽화주맥의 품질을 평가하기 위하여 정상주맥과 black stem의 압전 깨짐율 및 팽화 후 각초크기를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 팽화주맥은 가습가향 후 절각 전에 압전 공정을 거쳐 타원형 주맥을 납작하고 평평하게 압착을 하는데 일반적으로 압전 두께는 팽화주맥의 각초크기와 부풀성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. STS 공정조건에서 주맥을 압전한 후 주맥의 깨짐율을 조사한 결과, black stem은 정상주맥보다 깨짐율이 약 2배 정도 높게 나타내어 주맥 손실율이 높았다.

Table 2. Comparison of chemical components in normal stem and black stem samples.

구분	Nicotine (%)	Total sugar (%)	Total nitrogen (%)	Nitrate (%)	Ether ext. (%)	Chloride (%)	Crude ash (%)	pH
Normal stem	0.57	22.4	2.1	1.1	0.9	2.2	18.9	5.0
Black stem	0.54	16.6	2.9	1.4	0.6	1.8	17.4	4.6

Table 3. Microbial populations of the separated normal stem and black stem.

Sample	Aerobic bacteria	Fungi	<i>Escherichia coli</i>
	(cfu/g)	(cfu/g)	(cfu/g)
Normal stem	1.6 × 10 ³	40	0
Black stem	1.3 × 10 ⁷	96	0

Black Stem이 팽화주막 및 제품담배의 품질에 미치는 영향

stem 100 %의 경우 정상 팽화주막보다 phenols류는 3배, aromatic amines류는 2.5배, carbonyls 화합물은 1.7배 정도 높게 나타나 black stem의 혼입은 안정성 측면에서 바람직하지 못한 것으로 판단된다.

Black stem 배합비 수준에 따른 팽화주막의 담배연기에 대한 생물학적 안전성을 평가하기 위하여 돌연변이 유발성 및 세포독성을 측정하였다 (Fig. 1, 2). 돌연변이 유발성은 black stem 배합비율이 증가 할수록 농도 의존적으로 증가하였다(Fig. 1).

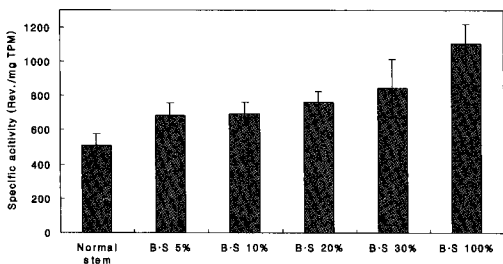


Fig. 1. Mutagenicity of TPMs from the test cigarettes in the presence of S9 mix using strains TA 98.

돌연변이 유발성 순서는 정상주막, B · S 5 %, 10 % < B · S 20 %, 30 % < BS 100 % 순이며, 각 그룹별로 통계적으로 유의적인(P<0.05) 차이를 나타내었다. 이와 같은 결과는, 담배연기 입자상 성분 중 돌연변이 유발성에 미치는 기여도가 높은

것으로 알려진 aromatic amine류 화합물 함량이 정상주막에 black stem 배합비 수준이 높을수록 증가된 연기성분 결과와 일치하였다(Tewes *et al.* 2003; 신 등, 2007). 세포독성은 black stem 배합 비율이 증가 할수록 농도 의존적으로 증가하였다 (Fig. 2). 세포독성 순서는 정상주막, B · S 5 % < B · S 10 %, 20 %, 30 % < BS 100 % 순이며, 각 그룹별로 통계적으로 유의적인(P<0.05) 차이를 나타내었다. 이와 같은 결과는, 담배연기 가스상 성분 중 세포독성에 미치는 기여도가 높은 것으로 알려진 carbonyl 계열의 화합물 함량이 정상주막에 black stem 배합비 수준이 높을수록 증가된 연기성분 결과와 일치하였다(Tewes *et al.* 2003; Wynder and Hoffmann, 1967; Bombick *et al.*, 1997).

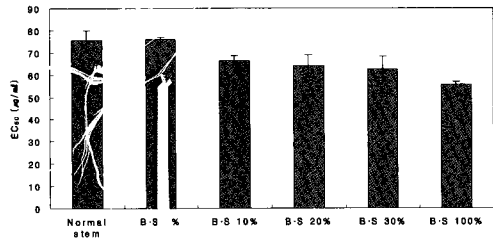


Fig. 2. EC₅₀ values calculated from dose-response curve referring to different definition of exposure dose. EC₅₀ means effective concentration that reduced the number of viable cells in the exposed culture by 50% compared to the untreated control.

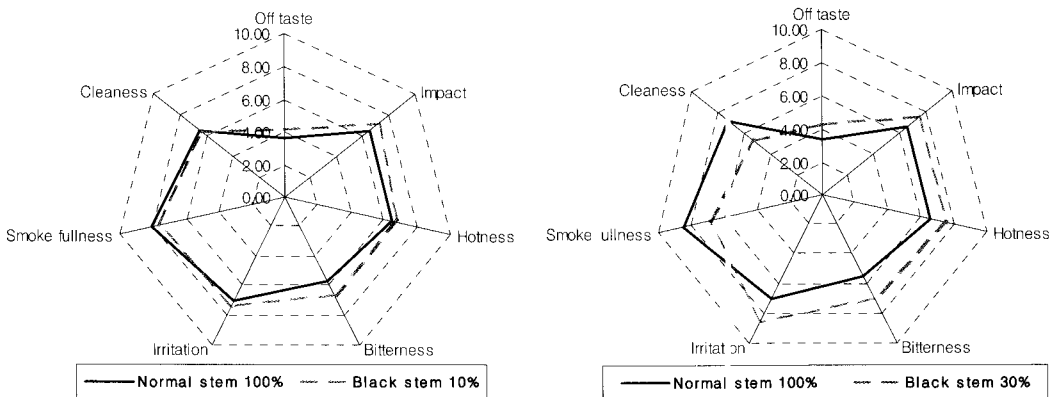


Fig. 3. Sensory attributes of cigarettes with different blended rate of expanded black stem.

Black stem 배합비 수준에 따른 팽화주막 단엽 켈련의 관능평가 결과는 Fig. 3과 같다. 정상주막에 black stem 10 % 및 30 %를 배합한 켈련의 경우 정상주막 100 % 켈련에 비해 이취미, 깍미강도, 매운맛, 쓴맛, 자극성 등의 negative한 속성이 비교적 높은 경향을 나타내었고, 연기 빨림성 및 뒷맛은 감소하였다. 이 같은 결과는 잎담배 재건 조 과정의 고온처리로는 곰팡이가 완전히 제거되지 못한다고 한 Welty와 Welty(1972)의 보고와 같이 black stem도 재건 후에도 수분이 높은 경우 곰팡이에 의해 부패가 진행되어 매운맛과 자극성이 높아졌고, 팽화 후에도 시큼한 냄새 및 연소시 머리카락이 타든 듯한 노린내와 같은 negative한 속성이 많이 발현되어 팽화품의 품질을 저하시키는 것으로 생각된다.

제품담배의 품질

제품담배의 반점은 품질관리 기준의 하나로서 소비자로부터 시각적으로 쉽게 발견될 수 있는 소비자 클레임 중의 하나이며 소비자 감성품질을 만족시키기 위해서 발생 빈도를 줄여야한다. Black stem 적용에 따른 제품담배의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 본 연구에서는 팽화주막 배합비가 비교적 많은 E제품을 선정하여 black stem

배합비 수준별 저장 조건(25 °C, RH 57 % 및 75 %)과 기간에 따른 켈련반점 발생수를 조사하였다 (Fig 4). 제품담배 제조 3일 후 E제품 켈련의 초기 반점은 정상 팽화주막을 적용한 경우보다 black stem을 1.8 %, 3.6 % 배합한 켈련에서 2~3배 많은 갈색반점(brown spot)이 발생 되었다. 또한 저장 조건 및 기간에 따른 제품담배의 켈련반점 발생수는 black stem의 배합비와 상대습도가 높을수록 더 많이 발생되었다. Black stem과 정상 팽화주막을 물 추출 후 흡광도를 측정해보면 black stem 추출액 농도가 정상주막보다 2배정도 높아 black stem에서 갈색색소가 더 많이 용출됨을 확인할 수 있는데 이 같은 이유로 black stem이 배합된 제품담배의 경우 반점이 더 많이 발생하는 것으로 생각된다(Data not shown). 이와 같은 결과는, 갈색반점이 발생한 켈련을 조사한 결과 켈련지 안쪽에 멍침 각초와 black stem이 주로 발견되었고, 수분함량이 상대적으로 다른 각초보다 높아 갈색반점을 유발시킨다는 결과와 일치하였다 (Cronshaw and Mitchell, 1976; Jenkins, 1993). Fig. 5는 E제품에 black stem을 1.8 %, 3.6 %로 배합하여 black stem이 제품담배의 맛에 미치는 영향을 조사하기 위하여 관능평가를 수행한 결과이다. 관능평가 결과 정상주막을 적용한 제품과

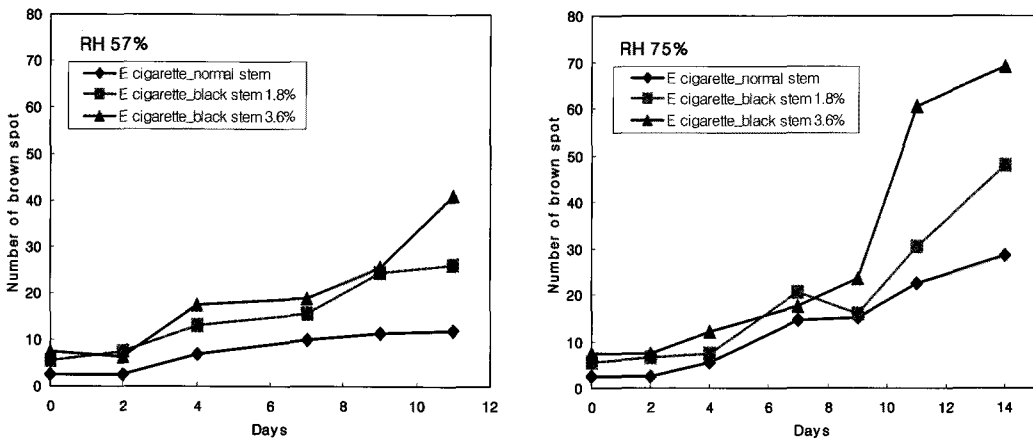


Fig. 4. Investigation of brown spot on the cigarettes paper manufactured from blended rate of black stem.

stem 100 %의 경우 정상 팽화주막보다 phenols류는 3배, aromatic amines류는 2.5배, carbonyls 화합물은 1.7배 정도 높게 나타나 black stem의 혼입은 안정성 측면에서 바람직하지 못한 것으로 판단된다.

Black stem 배합비 수준에 따른 팽화주막의 담배연기에 대한 생물학적 안전성을 평가하기 위하여 돌연변이 유발성 및 세포독성을 측정하였다 (Fig. 1, 2). 돌연변이 유발성은 black stem 배합비율이 증가 할수록 농도 의존적으로 증가하였다(Fig. 1).

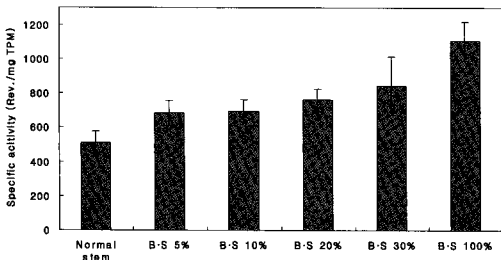


Fig. 1. Mutagenicity of TPMs from the test cigarettes in the presence of S9 mix using strains TA 98.

돌연변이 유발성 순서는 정상주막, B·S 5 %, 10 % < B·S 20 %, 30 % < BS 100 % 순이며, 각 그룹별로 통계적으로 유의적인(P<0.05) 차이를 나타내었다. 이와 같은 결과는, 담배연기 입자상 성분 중 돌연변이 유발성에 미치는 기여도가 높은

것으로 알려진 aromatic amine류 화합물 함량이 정상주막에 black stem 배합비 수준이 높을수록 증가된 연기성분 결과와 일치하였다(Tewes *et al.*, 2003; 신 등, 2007). 세포독성은 black stem 배합비율이 증가 할수록 농도 의존적으로 증가하였다 (Fig. 2). 세포독성 순서는 정상주막, B·S 5 % < B·S 10 %, 20 %, 30 % < BS 100 % 순이며, 각 그룹별로 통계적으로 유의적인(P<0.05) 차이를 나타내었다. 이와 같은 결과는, 담배연기 가스상 성분 중 세포독성에 미치는 기여도가 높은 것으로 알려진 carbonyl 계열의 화합물 함량이 정상주막에 black stem 배합비 수준이 높을수록 증가된 연기성분 결과와 일치하였다(Tewes *et al.*, 2003; Wynder and Hoffmann, 1967; Bombick *et al.*, 1997).

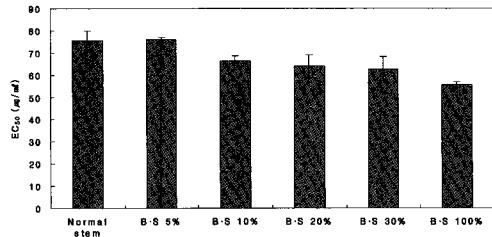


Fig. 2. EC₅₀ values calculated from dose-response curve referring to different definition of exposure dose. EC₅₀ means effective concentration that reduced the number of viable cells in the exposed culture by 50% compared to the untreated control.

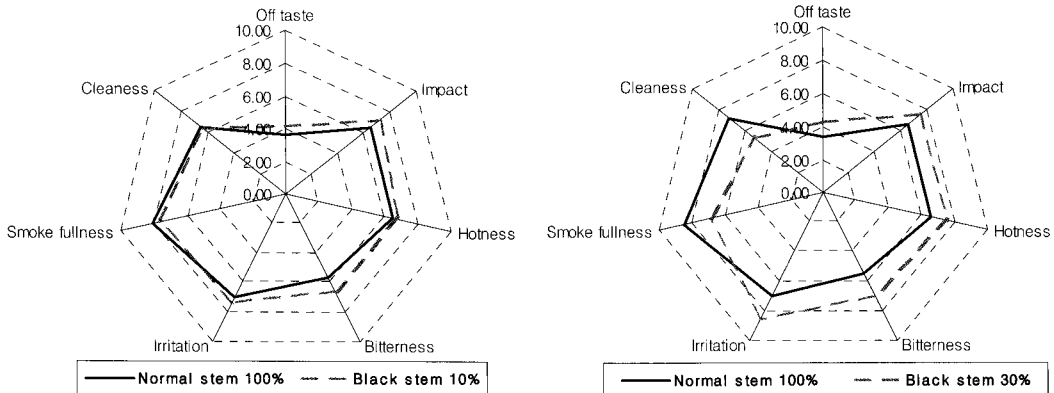


Fig. 3. Sensory attributes of cigarettes with different blended rate of expanded black stem.

Black stem 배합비 수준에 따른 팽화주막 단엽 켈련의 관능평가 결과는 Fig. 3과 같다. 정상주막에 black stem 10 % 및 30 %를 배합한 켈련의 경우 정상주막 100 % 켈련에 비해 이취미, 킁미강도, 매운맛, 쓴맛, 자극성 등의 negative한 속성이 비교적 높은 경향을 나타내었고, 연기 빨림성 및 뒷맛은 감소하였다. 이 같은 결과는 잎담배 재 건조 과정의 고온처리로는 곰팡이가 완전히 제거되지 못한다고 한 Welty와 Welty(1972)의 보고와 같이 black stem도 재건 후에도 수분이 높은 경우 곰팡이에 의해 부패가 진행되어 매운맛과 자극성이 높아졌고, 팽화 후에도 시큼한 냄새 및 연소시 머리카락이 타든 듯한 노린내와 같은 negative한 속성이 많이 발현되어 팽화품의 품질을 저하시키는 것으로 생각된다.

제품담배의 품질

제품담배의 반점은 품질관리 기준의 하나로서 소비자로부터 시각적으로 쉽게 발견될 수 있는 소비자 클레임 중의 하나이며 소비자 감성품질을 만족시키기 위해서 발생 빈도를 줄여야한다. Black stem 적용에 따른 제품담배의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 본 연구에서는 팽화주막 배합비가 비교적 많은 E제품을 선정하여 black stem

배합비 수준별 저장 조건(25 ℃, RH 57 % 및 75 %)과 기간에 따른 켈련반점 발생수를 조사하였다 (Fig 4). 제품담배 제조 3일 후 E제품 켈련의 초기 반점은 정상 팽화주막을 적용한 경우보다 black stem을 1.8 %, 3.6 % 배합한 켈련에서 2~3배 많은 갈색반점(brown spot)이 발생 되었다. 또한 저장 조건 및 기간에 따른 제품담배의 켈련반점 발생수는 black stem의 배합비와 상대습도가 높을수록 더 많이 발생되었다. Black stem과 정상 팽화주막을 물 추출 후 흡광도를 측정해보면 black stem 추출액 농도가 정상주막보다 2배정도 높아 black stem에서 갈색색소가 더 많이 용출됨을 확인할 수 있는데 이 같은 이유로 black stem이 배합된 제품담배의 경우 반점이 더 많이 발생하는 것으로 생각된다(Data not shown). 이와 같은 결과는, 갈색반점이 발생한 켈련을 조사한 결과 켈련지 안쪽에 멍침 각초와 black stem이 주로 발견되었고, 수분함량이 상대적으로 다른 각초보다 높아 갈색반점을 유발시킨다는 결과와 일치하였다 (Cronshaw and Mitchell, 1976; Jenkins, 1993). Fig. 5는 E제품에 black stem을 1.8 %, 3.6 %로 배합하여 black stem이 제품담배의 맛에 미치는 영향을 조사하기 위하여 관능평가를 수행한 결과이다. 관능평가 결과 정상주막을 적용한 제품과

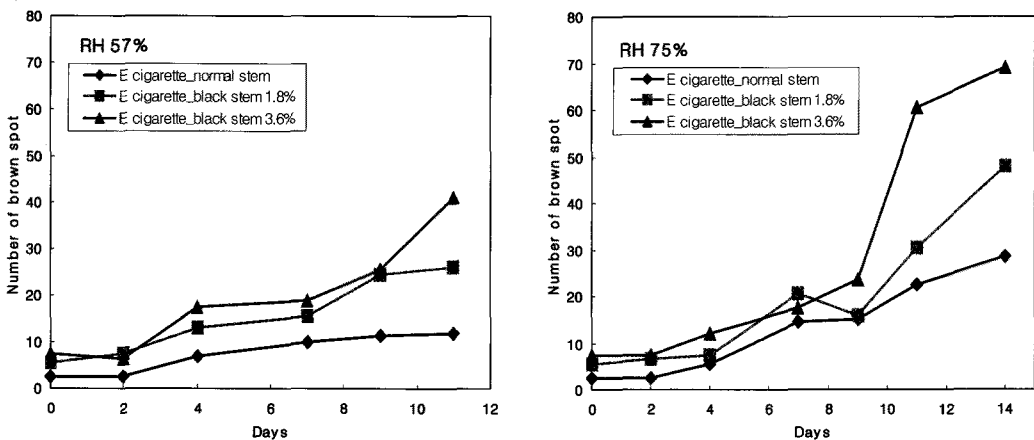


Fig. 4. Investigation of brown spot on the cigarettes paper manufactured from blended rate of black stem.

Black Stem이 팽화주막 및 제품담배의 품질에 미치는 영향

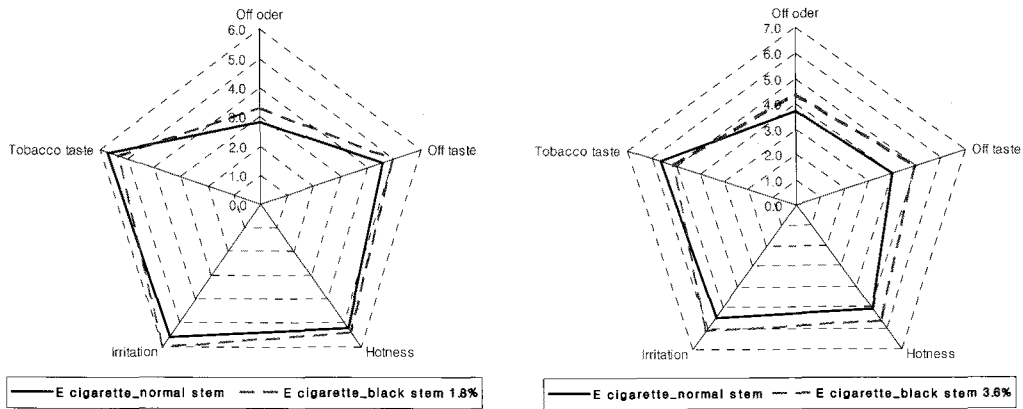


Fig. 5. Sensory evaluation of cigarettes manufactured with different blending rate of expanded black stem.

black stem를 배합한 제품간의 관능 속성에 대한 차이는 통계적으로 유의적인 차이가 없었다. 이 같은 결과는 black stem의 제품적용 시 실제 배합량(4 % 이내)이 매우 적기 때문에 차이식별 한계값(TLV: 전체 패널원의 50 % 이상이 차이를 인지하는 수준) 범위 이하에서 평가되었다고 추정되며 이로 인해 통계적으로 차이가 없다는 결론이 나온 것으로 생각된다. 하지만 black stem를 처리한 제품의 경우 정상주막을 적용한 제품에 비해 흡연진 이취, 흡연 중 이취미, 매운맛, 자극성 등의 negative한 속성이 비교적 높은 경향을 보였고, 전체 담배맛은 정상주막에 비해 떨어지므로 black stem의 혼입은 바람직하지 못한 것으로 판단된다.

결론

본 연구에서는 주막원료 중 black stem이 팽화주막 및 제품담배의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 이물질 선별기를 이용하여 정상주막과 black stem을 분리시킨 후 원료주막의 품질 및 팽화 후 정상 주막에 black stem를 0, 10, 20, 30, 100 % 혼합한 팽화주막의 품질을 조사하고, black stem 적용에 따른 제품담배의 품질을 평가하기 위해 시제품을 제조한 후 품질평가를 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

원료주막의 black stem은 정상주막에 비해 화학성분의 경우 전당, 에텔추출물, 조회분, pH가 낮았고, 미생물상의 경우에는 일반세균 집락수가 10^4 이상 높았고, 곰팡이 집락수는 2배정도 높게 발생하였다.

팽화주막의 품질은 black stem의 경우 압전 공정 중 주막 깨짐율이 정상주막보다 2배정도 많이 발생하여 부풀성을 떨어뜨렸고, 장각(3.35 mm 이상)·단각(3.35 mm~1.40 mm)비율이 낮고, 세각(1.40 mm) 이하 비율이 높아 팽화품의 품질을 저하시켰다. 정상 주막에 black stem를 0, 10, 20, 30, 100 % 혼합한 팽화주막의 물성은 black stem 배합비가 증가됨에 따라 부풀성은 감소하였고, EPD 켈런내 개피당 충전된 각초 무게는 증가하였으며, 켈런의 연소속도는 배합비에 따라 점차 감소하였다. 또한 연기 중 phenols, aromatic amines, carbonyls 화합물들과 같은 특수성분에 대한 이행량을 조사한 결과 black stem 배합비가 증가됨에 따라 점차 증가하였으며, 돌연변이 유발성 및 세포독성도 black stem의 배합비율이 증가 할수록 농도 의존적으로 증가하였다. 팽화주막 단엽켈런의 관능평가 결과 정상주막에 black stem 10 % 및 30 %를 배합한 켈런의 경우 정상주막 100 % 켈런에 비해 이취미, 각미강도, 매운맛, 쓴맛, 자극성 등의 negative한 속성이 비교적 높은 경향을 나타내었고, 연기 빨

림성 및 뒷맛은 감소하였다.

제품담배에 black stem을 적용한 경우 시제품
 필련의 초기 반점은 정상주막보다 black stem 처
 리구에서 2~3배 많이 발생되었고, 배합비가 높을
 수록 더 많이 발생되었다. 관능평가 결과 black
 stem은 정상 주막보다 이취미, 매운맛, 자극성 등
 의 negative한 속성이 비교적 높은 경향을 보였으
 며, 전체 담배맛은 떨어졌다. 이와 같은 결과는,
 black stem은 팽화주막의 품질, 안전성 및 경제적
 측면을 고려할 때 주막 원료로서 이용가치가 매우
 낮은 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- Akehurst, B. C. (1981) Tobacco, 2nd ed., p.
 566-577. Longman Inc. New York, U.S.A.
- Bombick, D. W., Bombick, B. R., Ayres, P. H.,
 Putnam, K., Avlos, J., Borgerding, M. F.
 and Doolittle, D. J.(1997) Evaluation of the
 genotoxic and cytotoxic potential of
 mainstream whole smoke and
 smokecondensate from a cigarette containing
 a novel carbon filter. *Fund. Appl. Toxicol.*
 39: 11-17.
- Borenfreund, E. and Puerner, J. A. (1985)
 Toxicity determined *in vitro* by
 morphological alterations and neutral red
 absorption. *Toxicol. Lett.* 24: 119-124.
- Cooper, R. L., Lindsey, A. J. and Wallwe, R. E.
 (1954) The prsence of 3,4-benzopyrene in
 cigarette smoke. *Chem. Ind.* 46: 14-18.
- Cronshaw, A. W. and Mitchell T. G. (1976)
 Investigation of brown spotting of
 cigarettes produced by the malayan tobacco
 company. BAT. DN: 103413249
- Curvall, M., Enzell, C. R. and Pettersson, B.
 (1984) An evaluation of the utility of four
 in vitro short term tests for predicating the
 cytotoxicity of individual compounds derived
 from tobacco smoke. *Cell Biol. Toxicol.* 1:
 173-193.
- Holt, B. S., Chilton, D. M. and Sampson, J. A.
 (1985) Factors effecting discoloration and
 carbonization of unmanufactured flue-cured
 tobacco. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 13: 95-99
- Health Canada (1999a) Determination of selected
 carbonyls in mainstream tobacco smoke.
 Tobacco Control Program Health Canada-
 Official method T-104.
- Health Canada (1999b) Determination of 1,3-
 butadiene, isoprene, acrylonitrile, bensene
 and toluene in mainstream tobacco smoke.
 Official method T-116.
- Health Canada (1999c) Determination of pyridine,
 quinoline and styrene in mainstream tobacco
 smoke. Tobacco Control Program Health
 Canada-Official method T-112.
- Jackson, J. L. (1989) Black flue-cured stem. B.
 A. T. DN: 400073563.
- Jenkins, C. R. (1993) Cigarette spotting. B. A.
 T. DN: 400589519.
- Maron, D. M. and Ames, B. N. (1983) Revised
 methods for the Salmonella mutagenicity
 test. *Mutat. Res.* 113: 173-215.
- Mckee, C. G., Frey, B. C. and Hoyert, J. H.
 (1984) The effects of leaf moisture content
 on farm storage ability of Maryland tobacco
 packed in bales. *Tob. Sci.* 28: 144-117.
- Tewes, F. J., Meisgen, T. J., Veltel, D. J.,
 Roemer, E. and Patskan, G. (2003)
 Toxicological evaluation of electrically
 heated cigarette. Part 3: genotoxicity and
 cytotoxicity of mainstream smoke. *J. Appl.*
Toxicol. 23: 341-348.
- Tso, T. C. (1990) Production, Physiology and
 Biochemistry of Tobacco Plant. p.125-134.
 IDEALS, Inc. Beltsville, Maryland, U.S.A.
- Walton, L. R., Casade, M. P. Taraba, J. L.,
 Casada, J. H., Henson, W. H. and Swetnam,
 L. D. (1985) Storage of burley tobacco in
 bales and bundles. Transaction of the

- USAE(American Soci. of Agri. Engin.) 28: 1301-1304.
- Weeks, W. W. and Welty, R. E. (1972) Influence of storage conditions on the Fungi flora and chemical composition of tobacco. TSRC #2637.
- Welty, R. E. (1972) Fungi isolated from flue-cured tobacco sold in Southeast United States, 1968-1970. *Appl. Microbiol.* 24: 518-520.
- Wynder, E. L. and Hoffmann, D. (1967) Tobacco and tobacco smoke; studies in experimental carcinogenesis. Academic Press, New York, USA.
- 김찬호, 나효환, 박영수, 한상빈, 이문수, 이운철, 김용욱, 복진영, 안기영, 김용하, 백순옥, 장기철, 지상운 (1991) 담배성분분석법. p. 38, 78. 한국인삼연초(연), 제일문화사
- 민영근, 이경구, 안동명, 이완남 (1991) 잎담배의 수분함량이 부패 및 탄화엽 발생에 미치는 영향. *한국연초학회지* 13: 61-68.
- 신한재, 손형욱, 박철훈, 이형석, 민영근, 현학철 (2007) 35종의 특정 화학성분들의 *in vitro* 활성 평가. *한국연초학회지* 29: 30-40.
- 식품공전 (2008) 미생물 시험법. 한국 식품 의약품 안전청. <http://www.kfda.go.kr>.
- 조대휘, 안동명, 민영근, 이완남, 이경구, 이상하 (1989) 저장 중 황색증 잎담배의 수분 함량이 곰팡이 발생에 미치는 영향. *한국연초학회지* 11: 241-246.
- KT&G In-house manual(2009). KT&G 품질관리실.