

고온 증기를 이용한 잎담배의 팽화연구

김병구*, 김기환, 정한주, 유광근, 이태호
한국인삼연초연구원
(1995년 4월 24일 접수)

Method for expanding tobacco leaves with steam at high temperature and velocity

B.K. Kim*, K.H. Kim, H.J. Jung, K.K. Yoo and T.H. Lee
Korea Ginseng and Tobacco Research Institute
(Received April 24, 1995)

ABSTRACT : A study of expanding tobacco includes the steps of adjusting the moisture content of cut tobacco, without the use of exogenous impregnants by contacting the filler with a high velocity gaseous medium at elevated temperature such that heat is rapidly and substantially uniformly transferred from the medium to the filler for a total contact time sufficient to expand the tobacco leaves. Study is disclosed for drying and expanding cut tobacco by introducing the tobacco into an elongated tubular shaped conduit through which steam high temperature 150 - 350°C and high velocity above the 18m/sec, super steam is recycled. moisture content of shredded tobacco leaves, immediately before treatment within the range of from 10% to 24% and, most preferably, within the range of from 18% to 21%. Expanding rate showed 70% in NC - 82(B.3) and 42% in Burley - 21(B.1) which is produced in 1993 under this condition. When expanding tobacco expanded tobacco did not change significantly, but they were decreased at 270°C very largely. The curtailment of cost price and physical and chemical properties of various items were improved in cigarettes.

Key words : Expanding tobacco, Super steam tobacco expansion, Fast drying tobacco, High temperature treat tobacco, Puffing tobacco.

* 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*

잎담배는 수확후 건조와 숙성과정을 거치면서 수분과 휘발성 내용성분들이 제거 되기 때문에 본래의 생체엽이 가지던 부피보다 상당 부분 감소하여 수축된 상태의 체적을 유지한 채로 가공처리 과정을 거쳐 권상 되어진 후 제품화 되게 된다.

잎담배가 건조와 숙성과정 중에 수축되었던 조직이나 세포 그 사이 간극들을 여러 처리 방법들에 의하여 공기층을 부여하여 생엽이 가지던 본래의 체적에 가깝게 부피를 복원 시키므로써 겉보기 체적이 증가하고, 그러므로 쪼갠담배의 개피당 충전량을 감소시킬 수 있어 원료의 원가절감에 크게 기여할 수가 있다.

또한 쪼갠의 비중을 줄여 쪼갠내 충전 밀도를 적게하여 줌으로써 제품담배의 경도, 연소성, 흡인저항 등의 일반적인 물리성까지도 좋게 할 뿐만 아니라 전반적인 외관 체제도 미려 하게 된다.

이런 팽화된 각초를 엽배함에 혼합하여 사용할 경우 팽화되어 조직 내부에 충전 되어 있는 공기가 연소기작에 영향을 줌으로써 일반적으로 불연소대로부터 발생하는 연기응축물과 가스상 물질들을 감소시킬 수가 있다.

현재 담배가공 산업에서는 휘발성 유기용매와 불활성가스 또는 과열증기를 이용한 잎담배 팽화처리 방법이 개발되어 공정에 사용 되어지고 있다.

그 대표적인 예로는 1931년 미국특허 1,789,435에 의한 잎담배를 탄산가스로 처리후 고온가스와 접촉하는 방법이 개시 되었으며 그 후 1969년 미국특허 3,524,452와 3,753,440에 의한 안정성이 높은 유기용매로 비교적 저압에서 처리하는 간편한 잎담배팽화공정이 개발 되기에 이르렀다.

더우기 탄산가스를 이용한 현대적 발전된 공정이 미국특허 3,771,533과 4,235,250에 의하여 개발되기에 이르렀고, 독일특허 2,903,330과 미국특허 4,289,146 및 4,577,646 에서는 질소와 알콘을 이용한 팽화처리 방법이 개발되었다.

그러나 이와같은 팽화처리 방법들 간에는 각자 팽화제의 종류에 따라서 팽화시에 여러 형태의 조건에 따른 특성을 나타내게 된다.

휘발성 유기용매를 사용할 경우에는 쉽게 높은 팽화율을 달성 할 수는 있겠으나 사용되는 팽화제가 물리화학적으로 안정하지 못하고 생체나 환경에 대

한 저해 요인을 내포하고 있기 때문에 팽화처리 중이나 후에 누출 되는 가스로 인한 작업장 및 환경에 대한 공해 유발로 인하여 많은 문제점을 야기시킬 수 있다. 그래서 규제대상 물질로써 사용이 제한되어 가고 있는 실정에 있다.

불활성가스의 처리 방법에서도 유기용매와 같이 좋은 팽화효과를 달성 할 수는 있지만 가스를 담배 조직에 포화처리 할때 높은 압력과 그에 준하는 복잡한 설비와 운용이 따르게 마련이므로 좀더 경제 적이며 안정한 팽화처리 방법이 요구 되고 있는 실정에 있다.

이 의 미국특허 3,223,090에 동결건조에 의한 잎담배 팽화처리법이 시도 되기도 했으며, 과열증기를 이용한 팽화처리 방법에는 미국특허 4,407,306호의 높은 온도의 과열증기 처리법, 미국특허 4,458,700호의 높은 열과 빠른 속도의 매체를 사용한 순간 처리법과 동 4,791,942호의 잎담배 물질에 압력을 충전하였다가 갑작스럽게 그 압력을 해지 할때 생기는 압력차에 의한 팽화방법 등이 연구되었다.

이에 본 연구는 인체나 환경에 문제가 없는 수분과 열 만을 사용하여 짧은 시간에 담배의 세포나 조직을 부풀게하는 새로운 방법에 관하여 연구를 하였다.

이 론

어떤 물질이든 가역적인 열적 변화가 주어지면 그

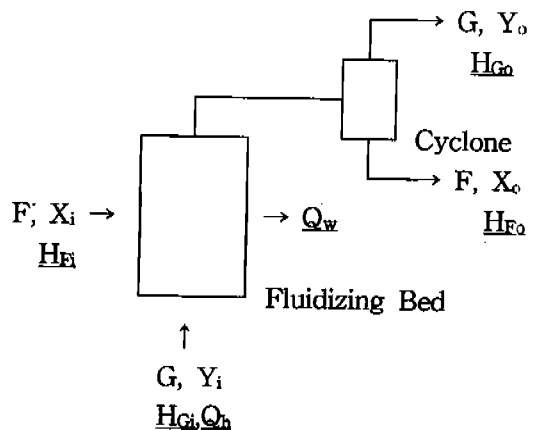


Fig. 1. Mass and heat balance in fluiding system.

물질을 구성하고 있는 성분들의 분자운동이 빠르게 진행 되면서 내부에는 압력이 형성되게 된다. 즉 높은 열량을 가진 과열증기 또는 기체, 열복사선, 마이크로 웨이브 등의 에너지가 흐르는 영역내에서 잎담배 물질이 균일한 열전달이 짧은 순간에 이루어 짐으로써 전달되는 열에 의하여 물질 내부로부터 물질 이동이 일어나게 된다. 이때 배체와 시료 간에 상호 관련되는 물질 및 열수지의 일반적인 흐름은 그림 1에 나타낸 도식에 준하며, 그 내부의 관계를 수식에 의하여 정리하면 다음과 같았다.

1. Moisture Mass Balance

유동화관 내에서 물질전달은 잎담배와 과열증기가 접촉 할 때 증기의 열이 담배내로 이동되는 현상이므로 증기(moisture) 함량을 기준으로 계산시 전체 적인 전달현상은 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$F(X_i - X_o) + G(Y_i - Y_o) = 0$$

Here : F = Tobacco Mass Flow(Dry Basis) [kg dry basis]

G = Air Mass Flow [kg dry basis]

X = Moisture content in Tobacco [kg liquid/kg dry basis]

Y = Steam content in Air [kg steam/kg dry basis]

Solid : tobacco
Solid moisture : moisture in tobacco
Gas : air
Gas moisture : steam in air

이때 출구의 증기함량을 미분 값으로 표현하면 다음식과 같다.

Subscripts ; i = in, o = out

- if variables in X_o with time

$$X_o = X_i + \Delta X \quad Y_o = Y_i + \Delta Y$$

$$F\{X_i - (X_i + \Delta X)\} + G\{Y_i - (Y_i + \Delta Y)\} = 0$$

$$-F \cdot \Delta X - G \cdot \Delta Y = 0$$

$$\therefore \Delta X = -\frac{G}{F} \cdot \Delta Y$$

$$\text{or } \Delta Y = -\frac{F}{G} \cdot \Delta X$$

$$Y = f(T, P, \text{Concentration, Configuration of fluid pattern, etc})$$

2. Heat Balance

유동화관 내에서 열전달은 잎담배와 고온의 증기가 접촉 할때 에너지 변화로 표현될 수 있다. 즉 입구에서의 건조잎담배, 고온의 공기 및 가열원의 에너지와 출구에서의 팽화된 담배는 고온의 공기 및 유동화관의 벽에서 열손실 에너지로 그 열수지를 나타낼 수가 있다.

$$FH_{Fi} + GH_{Gi} + Q_h = FH_{Fo} + GH_{Go} + Q_w \dots\dots\dots (1)$$

$$H_{Fi} = (C_s + X_i C_l) T_{Fi}$$

$$H_{Fo} = (C_s + X_o C_l) T_{Fo}$$

$$H_{Gi} = (C_g + Y_i C_v) T_{Gi} + Y_i \lambda$$

$$H_{Go} = (C_g + Y_o C_v) T_{Go} + Y_o \lambda$$

Here : H_f = Enthalpy of kg of Tobacco [cal/g mol]

H_g = Enthalpy of kg of Air & Steam [cal/g mol]

Q_w = Rate of Heat Loss from Walls [cal/hr]

Q_h = Rate of Heat Input from Heater [cal/hr]

C_s, C_l, C_g, C_v = Specific Heats of Tobacco, Moisture, Air & Steam

T_f = Temperature of the Tobacco & Steam [°C]

T_g = Temperature of the Air & Steam [°C]

λ = Latent Heat of Vaporization at 0°C [2500 kJ/kg for water]

$$H_{Fi} = (C_s + X_i C_l) T_{Fi} \dots\dots\dots (2)$$

$$H_{Fo} = (C_s + X_o C_l) T_{Fo} \dots\dots\dots (3)$$

$$H_{Gi} = (C_g + Y_i C_v) T_{Gi} + Y_i \lambda \dots\dots\dots (4)$$

$$H_{Go} = (C_g + Y_o C_v) T_{Go} + Y_o \lambda \dots\dots\dots (5)$$

$$(2), (3), (4), (5) \dots\dots\dots (1)$$

$$F(C_s + X_i C_l) T_{Fi} + G\{(C_g + Y_i C_v) T_{Gi} + Y_i \lambda\} + Q_h = F(C_s + X_o C_l) T_{Fo} + G\{(C_g + Y_o C_v) T_{Go} + Y_o \lambda\} + Q_w$$

$$G\{(C_g + Y_i C_v) T_{Gi} - (C_g + Y_o C_v) T_{Go} - \lambda(Y_o - Y_i)\} + Q_h = F\{(C_s + X_o C_l) T_{Fo} - (C_s + X_i C_l) T_{Fi}\} + Q_w$$

유동화관에서의 열 및 물질의 전달은 관내에서 유동화 물질(잎담배)의 평균 체류시간(resident time,

tR)에 의해 크게 좌우된다. 평균 수분함량과 체류시간의 관계는 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

3. Mean particle resident time tR

$$-X_0 = \int_0^{\infty} X_t E(t) dt \quad \dots\dots\dots (1)$$

X_t : Moisture content of the particle after resident time t in the heat

X_0 : Average moisture content of the product

$E(t)$: Residence time distribution function

$$E(t) = \frac{1}{tR} \exp -\frac{t}{tR}$$

유동화관 내에서 완전 혼합될 때 체류시간 $E(t)$ 는 함수로 표현될 때 평균 수분함량과 평균 체류시간의 관계는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$-X_0 = \frac{1}{tR} \int_0^{\infty} X_t \exp -\frac{t}{tR} \dots\dots\dots (2)$$

식 (2)에서 평균체류 시간(tR)은 수치해석법(numerical solution)으로 구해야 한다. 그러나 batch drying에서 반응속도를 식 (3)과 같이 표현될 때 해석적방법(analytical solution)으로 평균 체류시간을 구할 수 있다. 계산 절차는 다음과 같다.

$$-\frac{dx}{dt} = k(X - X_e) \quad \dots\dots\dots (3)$$

k : rate constant

X_e : equilibrium constant

식 (3)를 $(X_i, 0)$ 에서 (X_t, t) 까지 적분하면 다음과 같다.

$$\int_{X_i}^{X_t} \frac{dx}{(X - X_e)} = -k \int_0^t dt$$

$$* \int \frac{dx}{(ax+b)} = \frac{1}{a} \ln(ax+b)$$

$$\ln(X - X_e) \Big|_0^t = -kt \Big|_0^t$$

$$\ln(X_t - X_e) - \ln(X_i - X_e) = -kt$$

$$\ln \left(\frac{X_t - X_e}{X_i - X_e} \right) = -kt$$

$$\ln \left(\frac{X_t - X_e}{X_i - X_e} \right) = \ln e^{-kt}$$

$$\therefore \left(\frac{X_t - X_e}{X_i - X_e} \right) = e^{-kt}$$

$$X_t = X_e + (X_i - X_e) \exp(-kt) \quad \dots\dots\dots (4)$$

식 (4)를 식 (2)에 대입하여 풀면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} X_0 &= \frac{1}{tR} \int_0^{\infty} [X_e + (X_i - X_e) \exp(-kt)] \exp\left(-\frac{t}{tR}\right) dt \\ &= \frac{1}{tR} \int_0^{\infty} \left[X_e \cdot \exp\left(-\frac{t}{tR}\right) + (X_i - X_e) \exp\left(-kt - \frac{t}{tR}\right) \right] dt \\ &= \frac{1}{tR} \int_0^{\infty} \left[X_e \cdot \exp\left(-\frac{t}{tR}\right) + (X_i - X_e) \exp\left(-\frac{1+ktR}{tR} \cdot t\right) \right] dt \\ &= \frac{1}{tR} \cdot X_e \cdot (-tR) \left[\exp\left(-\frac{t}{tR}\right) \right]_0^{\infty} + \frac{1}{tR} \cdot (X_i - X_e) \cdot \left(-\frac{tR}{1+ktR} \right) \left[\exp\left(-\frac{1+ktR}{tR} \cdot t\right) \right]_0^{\infty} \\ &= (-1) \cdot \frac{1}{tR} \cdot X_e \cdot \left(-\frac{1}{tR} \right) \cdot (1) + (-1) \cdot \frac{1}{tR} \cdot (X_i - X_e) \cdot \frac{-tR}{1+ktR} \cdot (1) \\ X_0 &= X_e + \frac{X_i - X_e}{(1+k \cdot tR)} \\ tR &= \frac{1}{k} \left(\frac{X_i - X_e}{X_0 - X_e} - 1 \right) \end{aligned}$$

재료 및 방법

1. 시 료

본 실험에 사용된 잎담배는 93년산 NC-82 6개 등급(상·본엽 1, 3, 5등과 중·하엽 1, 3, 5등) 및 Burley-21 6개등급(상·본엽 1, 3, 5등과 중·하엽 1, 3, 5등)이며, 수확 년도별 팽화를 시험에 사용된 시료는 92-94년(3개년산)의 본엽 3등 시료를 선택하여 실험하였다.

팽화 처리전 시료의 함수율 12-24%로 수분을 조절하여 24시간 이상 조화 시킨후 시료로 사용하였으며, 그 중에서 팽화처리 후에도 잎담배의 일반물성 및 기타 내용성분에 변화의 폭이 적은 18% 수준이 적합하였기에 고정하여 실험하였다.

2. 장치 및 방법

잎담배의 높은 팽화율을 달성하기 위하여 과일증기와 담배물질과의 반응하는 유동화관 내에서 균일한 열교환이 순간적으로 이루어 지도록 하기 위하여 매체가 통과하는 여러 모양의 유동화관을 사용하여 실험하였다. 과일증기는 건류식 증발기에서 공급되는 포화증기 5kg/cm²를 18Kwh 전기 가열기를 사용하여 150-450℃의 온도를 가지는 과일증기로 재차 변환

결과 및 고찰

시키며 잎담배 물질이 투입되어 매체와 혼합된 후 연속하여 외부의 공기유입을 차단하기 위하여 Rotary valve를 지나 반응관을 거쳐 ejector 분출구를 통과 한후 일정한 크기의 유동화관으로 투입이 된다. 이때 유동화관 내에 격심한 난류를 발생시켜 잎담배와 순간적인 열교환이 일어날 수 있도록 하였고, 관경의 크기를 변화시켜 실험하였는데, 관경의 크기와 booster의 power에 따라 관내 유체흐름의 속도와 난류도를 결정할 수가 있었다. 그러나 현실 실험장치 조건상 본 실험에서 주로 사용한 유동화관의 구경은 내경이 6inch인 관을 사용하여 실험하였을 때가 가장 높은 팽화율을 달성할 수 있었다. 담배 물질이 매체와 함께 관을 통과하는 체류시간은 극히 짧은 0.2-5초 이하로 순간에 팽화작용이 일어나게 되며, 팽화 후 혼합된 매체와 담배를 분리하기 위하여 cyclone separator를 사용하여 분리하는데, 열과 기체는 분리기 상부를 통과하여 booster에서 가속되어 전기 전열기내에서 과열증기로 재차 변환하여 순환 사용하였다. 잎담배물질은 cyclone separator 내에서 분리된 다음 하부 토출구를 통과하게 되며, 이때 시료의 함수분은 급격히 감소하여 3.5-8.0%의 수준으로 된다. 그러므로 원료담배의 기본적인 물리성을 유지하기 위하여 가습장치를 부착하여 함수분 12.5-13.5%로 조화 시킨다.

팽화율 측정은 Densimeter(Heinr, Borgwaldt Co.)를 사용하여 증기처리 전 측정된 부풀성수보다 처리 후 증가된 부풀성을 비율로 계산하여 나타 내었으며, 수분 및 엽중 내용성분 분석은 담배성분 분석법에 준하였다.

부스럼지수는 시료의 함수분량이 11.5-12.5%로 조화된 각초 10g을 Blender로 8,000rpm으로 30초간 분쇄한 다음 입자크기 분리기로 sieving하여 1.00mm 이상, 0.50-1.00mm, 0.25-0.50mm, 0.25mm 이하의 4단계로 분리하여 각각의 가중치를 1, 2, 3, 4를 주어 계산하였다.

색도는 Minolta(RS-232C, CR-200)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였다.

잎담배 조직은 주사전자현미경(Digital scanning electron microscope 960A)로 촬영하여 확인 하였다.

잎담배 물질이 과열증기와 반응하여 극히 짧은 순간에 유동화관 내에서 분산되어 혼합되는데, 이때 유체의 온도와 속도 그리고 난류도가 팽화율을 결정하는 주 인자로 작용하게 된다. 표 1에서와 같이 팽화처리시 팽화관내 매체인 증기의 온도를 높여 줄수록 NC 82 본엽 3등 중엽 3등의 팽화율은 높아졌는데, 팽화온도 200℃까지 에서는 팽화율이 24.4%로 비교적 낮은 증가를 보였으나 250℃에서는 팽화율이 본·중엽 각각 39.8, 49.7%로 증가 되었으며 그후 270℃에 도달했을 때는 70.9, 65.5% 까지 증가 되었다. 300℃ 이상의 온도 에서는 본·중엽 각각 92.8와 81.3% 이상까지 팽화율이 증가는 하였지만, 높은 에너지의 영향으로 인하여 잎담배 물질을 구성하고 있는 유기물질들이 탄화하는 현상이 나타나기 시작 하였다.

일반적으로 온도가 상승함에 따라 팽화율은 완만하게 증가하는 현상을 보였으나, 270℃ 이상 300℃ 전 후의 온도에서는 그 변화의 폭이 크게 상승하였다. 이는 일반적으로 증기의 열전도 및 물의 액체열용량 곡선이 250℃까지는 서서히 높아 지다가 300℃를 지나 임계온도에 가까와 지면 급속히 높아지게 되며, 이와 같이 높은 온도에서는 열전달이 잎담배의 조직 내부 심층부에 까지 열이 도달하는 시간을 열용량이 높은 과열증기 매체가 단축 시킴으로써 짧은 시간에 일시적인 열교환이 이루어 지게 되기 때문이다. 즉 잎담배 내부에 포함되어 있는 수분이 빠른 속도로 기화하여 조직이나 세포 내부에 압력이 높아 지고 그 압력이 외부의 압력과 균형을 이루려 하면서 생체엽의 잎담배가 건조 되면서 수축 되었던 책상조직과 해면조직, 세포간극 등에 공기층이 들어차 부풀어 비후하게 되므로 팽화현상을 나타나게 되는 것으로 Chang C.S등(1972)과 Gus D. 등(1984)에 의하여 연구되어 왔다.

엽조직 구성에 특성상 미처리구의 부풀성 값이 표 3에서와 같이 NC 82 본엽 3등에서는 4.30cc/g, 중엽 3등은 5.45cc/g로 중엽이 본엽 보다 26.7% 이상 높게 분석되었으며, 과열증기 처리시 중엽은 비교적 낮은 온도에서 본엽 보다 팽화율이 약간 높게 유지됨을 보여주었으나, 팽화온도 270℃ 이상에서는 상대적으

로 본엽이 높게 유지됨을 보였다. 이는 잎담배를 구성하고 있는 일반 화학성분들 중에서 시료에 따른 차이가 있을 수 있겠지만 일반적으로 중엽에 있어서 본엽 보다 전당 함량이 50%나 낮은 수준이었으며 니코틴 함량은 60%, 에테르 추출물은 20% 전 후가 각각 낮은 것으로 이 등(1990)의 연구에 나타났다. 팽화의 정도에 영향을 주는 인자로서는 잎담배내에 포함 되어있는 수분이 주영향을 나타 내지만, 제한적으로는 섬유소와 전당 및 부분적으로 내용성분도 관련있는 것으로 생각할 수 있다.

한편 모든 잎담배에 있어서 부피로 팽화될 수 있는 최대 팽화율은 그 원료엽이 생체시에 가졌던 체적의 근사치가 될 것으로 생각할 수 있으며, 그 보다 더욱 높은 팽화정도를 부분적으로 나타날 수 있겠으나, 이는 잎담배가 열과 기류에 의하여 조직이나 세포의 파손과 내용성분의 변형 되는 현상 때문으로 Francis V.등(1983) 연구에 의하여 발표된 바이다. 그러므로 내용성분의 변성에 의한 팽화 효과로서는 팽화 후 잎담배 고유의 조직에 유연성과 강인성등이 감소할 수 있으므로 제품의 적용에 있어서 적합하지 못할 것이다.

팽화온도 270°C, 매체유속 18m/sec에서 각 수분별 부풀성 증가에 의한 팽화율을 측정하여 본 결과 표 2와 같이 나타남을 알 수 있었는데 이는 Frederic L.등(1988)와 Werner H.등 (1989)의 보고 와도 일치 하였다.

처리전 잎담배의 함수분 12.1%에서 팽화율은 본엽

Table 1. Effect of temperature on expansion ratio of cutted tobacco (NC82)

Treated temp.(°C)	F.V(cc/g) (B.3/C.3)	Expansion ratio(%) (B.3/C.3)
Untreated	4.30/5.45	-/-
150	5.10/6.64	18.6/21.8
200	5.35/6.78	24.4/24.4
250	6.01/8.16	39.8/49.7
270	7.35/9.02	70.9/65.5
300	7.43/9.88	92.8/81.3
350	10.03/11.68	133.3/114.3

* expansion temperature 270(°C), fluidize velocity 18 (m/sec)

* F.V : filling value

Table 2. Change of expansion ratio according to the different moisture content of cutted tobacco (NC82)

Moisture content (%)	F.V(cc/g) (B.3/C.3)	Expansion ratio(%) (B.3/C.3)
Untreated	4.30/5.45	-/-
12	8.35/9.69	94.2/77.8
14	8.25/9.45	91.9/73.4
16	8.07/9.18	87.7/68.4
18	7.72/8.87	79.5/62.8
20	7.64/8.53	77.7/56.5
22	7.58/8.48	76.3/55.6
24	7.46/8.32	73.5/52.7

* expansion temperature 270(°C), fluidize velocity 18 (m/sec)

* F.V : filling value

Table 3. Effect of temperature on expansion ratio of cutted tobacco (NC82/Br21)

Stalk position	F.V(cc/g)		Expansion ratio(%) (NC82/Br21)
	Untreated (NC82/Br21)	Treated (NC82/Br21)	
A.5	4.75/5.81	6.96/7.98	46.5/37.3
B.3	4.30/6.57	7.35/8.85	70.9/34.7
B.1	4.45/6.10	7.43/8.86	67.0/42.3
C.1	4.40/6.70	7.40/9.38	68.2/40.0
C.3	5.45/6.67	9.02/8.36	65.5/25.3
D.5	6.01/5.73	8.78/7.59	46.1/32.5

* expansion temperature 270(°C), fluidize velocity 18 (m/sec)

* F.V : filling value

3등이 94.2%, 중엽 3등은 77.8%로써 가장 높은 수준을 나타냈으며 18-21% 이상의 함수분에서는 그 정도가 점차 둔화 되는 것으로 나타났다. 이는 팽화관 내에서 잎담배를 처리 할때 동일한 온도와 체류 시간에서 잎담배 내부에 포함되어 있는 함수분이 많게 되면 물질을 이동 시키기 위하여 더 많은 열과 체류시간이 필요하게 된다. 담배 잎조직이 부풀어 팽화되기 위해서는 일시적으로 급격하게 열교환이 일어 나야만 하는데 반하여, 열교환 시간이 길어질 경우 다공질의 수축되어 있던 잎담배 구조가 일시에 압력이 형성되지 않으므로 조직내부에 공기층이 부여

되지 않게 되어 팽화 상태가 저조하게 된다.

이와같은 처리 결과에 의하여 담배제조 공정에 본 시험방법을 적용하기 위한 적절한 함수분으로써 현재 제조장 질각수분인 18-21% 수준에서 팽화하는 것이 팽화효율도 높게 유지시킬 수 있을 뿐만 아니라 처리전 별도의 추가 공정이 필요 없는 적합한 결과로 나타 났다.

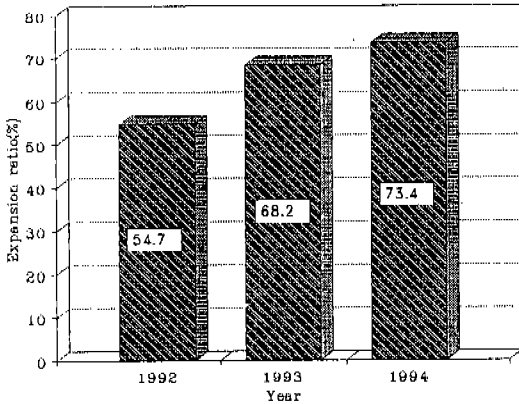


Fig. 2. Comparison of expansion ratio with year (NC82).

그림 2는 황색종(NC82 혼합등급)의 최근 3개년 산에 대한 과열증기 처리시 나타난 결과로써 2년간 후숙 기간을 거친 92년산의 팽화율은 54.2% 이었으며, 1년간 후숙된 93년산의 팽화율은 68.2%로써 13.5%나 높게 나타 났다. 94년산은 73.4%로 가장 높게 나타 났는데 이는 잎담배를 주로 구성하고 있는 전분, 단백질, 조섬유등의 성분들이 숙성기간이 길어질수록 그 변화의 폭이 커지므로 세포나 조직이 변화 되어 경화도(denaturalization rate)가 높아 지게 되서 물성이 크게 저하 되는 것으로 Chang C. S등(1972)에 의하여 밝혀 진바 있다. 표 4는 잎담배의 각 수분변화 별 부스러짐 지수를 측정한 결과로 함수분 14% 일때 잎담배가 무처리구의 부스러짐 지수인 3.41에 비하여 3.07로써 과쇄 되는 정도가 높은 것으로 나타 났고, 함수분 18-21%에서는 그 지수가 3.25-3.10으로 안정 됨을 보여 주었다.

잎담배의 착엽 위치별 부스러짐 지수는 표 5에서와 같이 본엽, 중엽(1등)에서가 덜 부스러지는 것으로 나타 났다. 이는 상위 등급엽에는 전당 및 휘발성

유기내용 성분의 함량이 높기 때문에 잎담배의 조직에 강도를 유지하는데 주로 역할을 하는 섬유소 성분의 주위에 수분과 고분자 유기물이 알맞게 배열되어 있어 물리적인 신축성과 강인성이 유지될 수 있는 것으로 Funke P.등(1993)의 보고에 의하여 알려 진바 있다. 과열증기 처리 전 후의 색상 변화에 있어서는 표 6의 보기와 같이 명도에 있어서는 양동급 공히 유사하게 낮아 지는 경향을 보였고, 청색도에 있어서는 blue 방향으로 중엽 3등은 33.09에서 31.00으로 본엽 3등은 34.68에서 26.28로, 적색도에 있어서는 red 방향으로 중엽 3등은 5.67에서 8.74로 본엽 3등은 6.37에서 10.48로써 각 색도 공히 본엽에서의

Table 4. Change of the fineness index according to the different moisture content (FI : Index)

Variety and grade	Control	Moisture content(%)			
		14	18	22	26
NC-82(B.3)	3.41	3.07	3.20	3.29	3.34
NC-82(C.3)	3.33	3.03	3.28	3.30	3.31

* expansion temperature 270(°C), fluidize velocity 18 (m/sec)

Table 5. Correlation of tobacco stalk position with the fineness index (NC 82)

Grade	A.5	B.3	B.1	C.1	C.3	D.5
Control	3.21	3.41	3.54	3.42	3.33	3.13
Expanded tobacco	3.13	3.25	3.41	3.39	3.28	3.01

* expansion temperature 270(°C), fluidize velocity 18 (m/sec)

Table 6. Changes in the color of the expanded flue -cured tobacco

Variety and grade	Color level		
	L	a	b
NC82(B.3) untreat	61.99	6.37	34.68
NC82(B.3) treated	57.77	10.48	26.28
NC82(C.3) untreat	64.66	5.67	33.09
NC82(C.3) treated	58.63	8.74	31.00

* expansion temperature 270(°C), fluidize velocity 18 (m/sec)

변화에 폭이 컸음을 알수 있었다. 이러한 색상 값의 변화에 있어서는 각 등급에 함유되어 있는 여러 내용성분들이 고온매체에 순간 반응시에 노출되기 때문으로 볼 수 있으며 그러므로 엽중 내용성분이 높은 본엽에 있어서가 중엽 보다 변화의 폭이 큰 결과를 나타냈다.

잎담배중 내용성분의 변화에 있어서는 표 7에 나타난 결과와 같이 전알카로이드와 전당은 처리온도 250°C까지는 완만하게 감소하는 경향을 보이다가 270°C 이상에서는 그 성분들이 크게 감소하는 경향을 보였다. 순간적으로 빠르게 열을 전달시켜 시료 내부에 물질들을 이동 시키는 데에는 유동화관내 유체 온도와 체류시간에 영향 받을 수 있을 것이다. 즉 증기의 과열도와 유체의 난류도를 조정하므로써 팽화율을 결정할 수가 있을 것이다. 그러나 이러한 열전달에 의하여 시료내부에 물질이동을 선택적으로

일으킬 수는 없기 때문에 잎담배내에 포함되어 있는 일부 유효성분들이 감소 될 수가 있는데, 저비점 휘발성분이나 열에 약한 유기물질들이 휘산 또는 변성되게 된다. 에텔 추출물이 감소하는 현상으로도 이러한 사실을 설명할 수 있을 것이다. 한편 열에 변화 되기 어려운 무기성분 및 회분에 있어서는 온도가 상승하더라도 성분에 별 다른 변화를 보이지 아니 하였다.

제품의 물리성 및 화학성분에 있어서는 표 8의 보기와 같이 하나로 라이트 배합각초에 혼합된 27%의 황색종 잎담배 만을 처리하여 엽배합에 사용하였는데 시험구와 대조구의 켈런제체 및 경도 조건을 동일한 수준으로 정하여 제조한 결과 팽화율이 높을 수록 전총량목은 낮아 졌음을 보여 주었다. 배합된 각초에 각 팽화율 21.7, 59.1%에서 대조구의 전총량목에 비교하여 각각 5.1, 15.8% 줄일 수 있으

Table 7. Changes of chemical components with expansion temperature

(%)

Components	Control	Expansion temperature (°C)					
		150	200	250	270	300	350
Total							
Alkaloid	2.14/1.05	2.09/1.16	2.03/1.09	1.84/0.93	1.68/0.85	1.57/0.88	1.29/0.95
Total							
Sugar	19.9/10.9	19.2/11.9	19.9/10.6	18.2/ 7.4	14.3/ 7.2	13.4/ 6.4	12.4/ 4.7
Total							
Nitrogen	1.62/1.65	1.51/1.52	1.58/1.53	1.58/1.43	1.61/1.53	1.65/1.51	1.61/1.58
Ether							
Extract	5.35/5.16	5.28/4.90	5.16/4.56	4.54/4.69	4.54/4.38	4.47/4.34	4.22/4.40
Crude							
Ash	9.3/18.4	9.5/17.7	10.2/17.9	9.9/18.7	10.1/19.4	10.3/19.3	12.3/19.8

NC82 (B.3/C.3)

므로 원료의 절감 효과를 크게 달성 할 수 있음을 알 수 있었다. 그 외 다른 배합각초를 처리하여 사용할 경우 더 큰 절감 효과를 낼 수 있음을 보여 주었다. 흡인저항 및 연소성에서는 팽화율이 높아질 수록 개선된 결과를 나타 냈다.

이러한 팽화된 저비중 잎담배를 사용하므로 켈런의 개피당 밀도를 줄이고 켈런이 연소시에 나타내는 여러 물리적인 연소 기작에 의하여 영향 받기 때문에 연기성분에 있어서도 팽화율이 높은 각초를 배합한

제품일 수록 비례하여 연중 Tar 및 Nicotine 함량이 상대적으로 감소하였으나 연중 CO에 있어서는 소폭으로 감소하는 것으로 보여주었다. 이러한 여러 결과에 의하여 팽화된 각초를 엽배합에 적절하게 혼합하므로써 제품담배의 물리성 및 화학성분을 조절하여 사용할 수 있기 때문에 Francis V. 등(1983) 여러 연구자 들에 의하여 연구되어지고 있으며 현재 국내의 다수 제품의 엽배합에 10-30% 또는 그 이상의 팽화각초를 혼합하여 사용하고 있는 바이다.

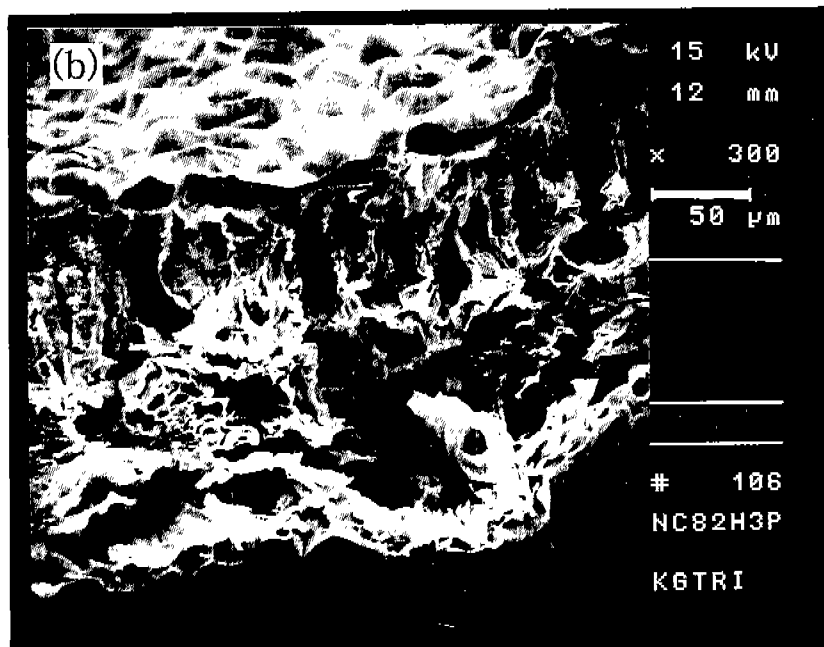
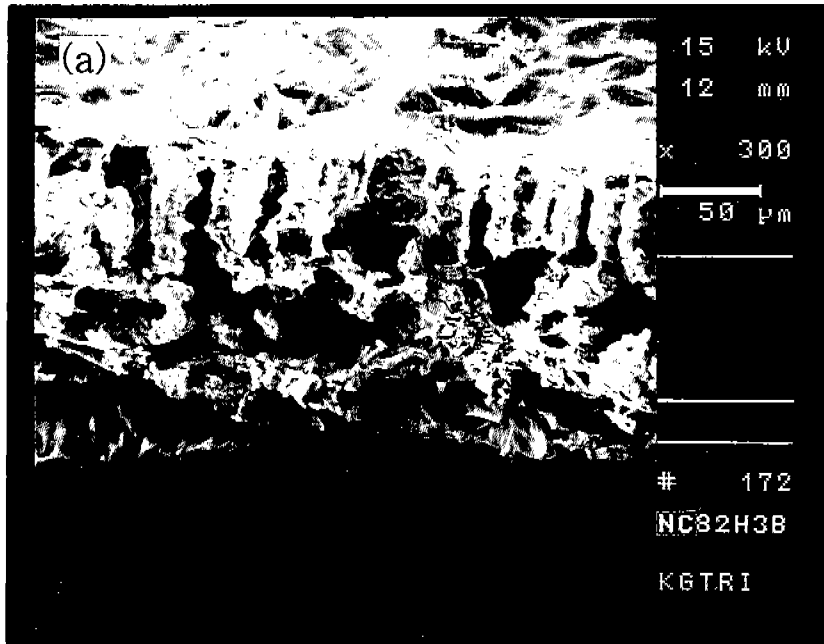


Fig. 3. SEM photographs of (a) the untreated tobacco leaf NC82(B.3) and (b) cross - section expanded tobacco leaf (300 X).

Table 8. Effect of expanded tobacco rates on the physico-chemical properties of hanaro lights

Expansion ratio (%)	Net weight (mg)	Filling power (cc/g)	Pressure drops (mmH ₂ O)	Hardness (mm)	S.B.R (m.s/3cm)	No. of puffs (No)	smoke components (mg/cig.)		
							Tar	Nicotine	CO
blank	829	5.1	99.0	2.2	5'49"	10.4	6.7	0.63	8.5
21.7	787	5.9	94.0	2.2	5'19"	9.3	6.3	0.59	8.0
41.5	753	6.9	89.2	2.3	4'56"	8.2	5.8	0.53	7.5
59.1	716	8.0	86.8	2.3	4'21"	7.4	5.1	0.41	7.1

S.B.R : static burning rate

한편 엽배합에 포함되는 하급엽 및 담배 부산물에서 발현되는 이취미나 섬유취를 열처리 과정을 거치므로써 토스트 처리효과를 나타 낼 수 있기에 그 나쁜 맛을 없앨 수도 있으며, 배합각초 전체를 처리하므로써 껍질벌레 및 알의 생식을 완전히 무력화시킬 수가 있다.

팽화된 잎담배 조직의 유형으로는 신축성을 지닌 잎담배 조직, 세포의 내부에 공기층을 보존하게 하므로 부피를 증가 시키 든지, 열처리에 의한 전분이나 단백질 등의 내용성분들의 일부가 고형질로 변성되면서 섬유상 각초의 Stiffness of culm(強桿性)에 의한 각 입자간에 간격이 멀어져 넓은 공극이 형성되든지, 각초 자체가 비틀림이나 꼬임에 의한 기하학적 구조에 의한 효과등으로 설명 할 수가 있다. 그러나 잎담배의 팽화는 그 본래의 고유한 체재 및 내용성분을 그대로 유지하면서 단순히 잎담배의 육질만이 비후하게 부풀리어 체적을 증가하는 것이 가장 최적이지만 여러 팽화방법중 이러한 한 형태의 유형 만으로는 팽화될 수 없는 것이며, 앞에서 설명한 여러 형태의 유형이 혼합되어 나타 나는 것으로 볼 수 있다.

본 과열증기 처리에 의한 방법에서도 이와 같이 혼합된 유형을 보이거나 유기용매나 불활성가스를 사용한 방법에서 보다 높은 온도와 많은 열이 사용되므로 이에 주의하여 적합한 팽화 조건을 설정하여 사용해야 할 것으로 Heap H.등(1990)에 의하여 보고된 바있다. 그림 3은 팽화처리 전 후의 SEM에 의한 잎담배의 엽육면과 조직층 변화를 촬영하여 확인한 결과로써 열적 변성이나 기하학적 구조에 의하여 나타나는 팽화형태 보다 부피가 증가하여 팽화되는 현상임을 보여 주었다.

결 론

잎담배의 부피를 증가 시키기 위하여 난류층을 형성하며 고속으로 흐르는 고온의 기체 또는 과열 증기에 짧은시간 순간적으로 반응하여, 물리 화학적으로 안정하고 인체 및 환경에 무해한 팽화처리법을 사용하여 연속적으로 잎담배를 팽화 처리한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 팽화처리전 함수분 12%에서 황색종 본엽 3등이 팽화를 94.2%으로 가장 높았으며, 함수분이 증가할수록 팽화율은 감소하였다. 팽화온도는 상승할수록 팽화율은 높아 졌으나, 250-270℃에서가 팽화율 72.0%로 가장 적정한 것으로 판단되며 그 이상의 온도에서는 팽화된 각초의 품질에 변화를 보였다.
2. 잎담배 품종 등급별 팽화시 팽화관의 온도, 매체 흐름의 형태와 속도에 관하여 시험하였는바, 팽화 온도 270℃, 풍속 18m/sec에서가 현 설비 조건상 가장 적정하며 이 조건에서 각 등급 혼합된 황색종은 68.2%(93년산), 버어리종은 35.4%(93년산) 팽화되는 결과를 보였다.
3. 93년산 황색종, 버어리종 각 6개등급에 대한 부풀성 및 부스럼 지수와 색도, 그리고 엽중 일반 화학성분을 분석한 결과 황색종은 본엽 3등이 팽화율 70.9%, 버어리종은 본엽 후 1등이 42.3%로 각각 높았으며 부스럼 지수와 색도, total alkaloid, total sugar는 처리 온도 250℃까지는 큰 변화를 보이지 않다가 270℃ 이상에서 큰 변화를 보였다.
4. 유기용매나 가스를 사용한 다른 팽화방법과 같이 본 과열증기를 처리하여 팽화할 경우에도 잎담배

물질이 팽화되는 유형으로는 조직이나 세포가 파괴되지 않는 입체적인 체적증가에 의한 팽화 현상으로 나타났으며, 이렇게 팽화된 잎담배를 사용하여 제조된 제품담배는 큰 원료절감 효과와 제조quel련의 일관적인 물리화학적 성질까지도 크게 증진되었다.

참고문헌

1. Arno, W. and Jörn U., Bönningstedt(1985) U.S.P. 4,523,598 Process for improving the filling capacity of tobacco material.
2. Brown, I. C., R. W. Hedge, and D.J. Molyneux (1984) G.B. 2,141,015, B. A. T. Co. Expansion of tobacco.
3. Chang, C.S. and W.H. Johnson (1972) High temperature convection drying of tobacco during curing II effect of air temperature and velocity on heat and mass transfer coefficients. *Tob. Sci.* : 61 - 65.
4. Charles H. H., Chester (1983) G.B 2,111,820, Method for expanding tobacco with steam at high temperature and velocity.
5. Geldart, D. (1986) University of Bradford, U.K. Gas Fluidization technology. (High velocity fluidized beds, fluid bed heat transfer)
6. Eric H. Dennis, Tonbrige (1990) U.S.P. 4,911,182 Expansion of tobacco.
7. Frederic, L. Rickett (1988) U.S.P 4,791,942 Process and apparatus for the expansion of tobacco.
8. Francis, V. Burde, Midlothian ; Rogen Z. dela Burde(1983) U.S.P. 4,414,987 Process for increasing the filling power of tobacco lamina filler.
9. Funke, P.Korber AG (1993). CORESTA, Recent investigations of HT tobacco processing.
10. Gus D. Keritsis, Richmond, H. Howard Sun (1984) U.S.P. 4,791,942 Process for increasing the filling power of tobacco laming filler having low initial moisture content.
11. Heap, H. (1990) Special developments in tobacco processing further development. *Tob. Int.* 30 - 9/1.
12. Howard, J.R. (1989) Fluidized bed technology.
13. 김기환, 유광근, 한정성, 민영근, 김병구, 김천석, 정한주, 박영수(1993) 부풀성 향상 공정 개발 연구. 담배연구보고서 (한국인삼연초연구원) 85 - 125.
14. 김기환, 유광근, 한정성, 민영근, 김병구, 김천석, 정한주, 박영수(1994) 부풀성 향상 공정 개발 연구. 담배연구보고서 (한국인삼연초연구원) 153 - 187.
15. 김병구, 김천석, 김기환, 정한주, 민영근, 이태호 (1994) 팽화각초 배합률에 따른 결련의 이화학적 특성 변화. *한국연초학회지* 16 : 14 - 19.
16. 김찬호, 나효환, 박영수, 한상빈, 이문수, 이운철 (1991) 담배 성분 분석법 (한국인삼연초연구소) 19 - 175, 244 - 303.
17. Klaus - Georg Hackman, Reinhard Liebe (1988) U.S.P. 4,766,912 Method and apparatus for puffing tobacco.
18. Kramer, A. I(1991) U.S.P. 5,012,826 Method of expanding tobacco.
19. 이운환, 안동명, 김상범, 이경구, 양광규(1990) 원료잎담배 특성에 관한 연구. 담배연구보고서 (한국인삼연초연구원) 167 - 339.
20. Reinhard Liebe, Waldemar Wochnowaski (1990) U.S.P. 4,932,424 Apparatus for conditioning tobacco and like fibrous materials.
21. Roger Z. dela Burde, Powhaton, Francis V. Utsch (1984) U.S.P. 4,459,100 Process for expansion of tobacco.
22. Ronald D. Rothchild (1986) U.S.P. 4,625,736 Method and apparatus for expanding tobacco with water
23. Samfield, M. (1987) The role of sugar in the tobacco industry. *T.J.I* 1/87 : 16 - 20.
24. Werner Hirsch, Arno W., Gitta J. (1994) U.S.P. 5,339,837 Drying process for increasing the filling power of tobacco material.
25. Werner Hirsch, Erhard Rittshaus (1989) U.S.P. 4,844,101 Apparatus for expanding comminuted tobacco material.
26. Ziehn, Klaus - Dieter (1984) U.S.P. 4,461,310 H.F. and Ph. F. Reemts GmbH and Co (Germany), Process for improving the filling capacity of tobacco.