

한국산 잎담배의 부서러짐 특성 측정방법에 관하여

김기 환 · 주영석 · 최영현 · 유광근

한국인삼연초연구소 제품개발부

STUDIES ON THE METHOD OF MEASUREMENT OF FRAGILITY OF KOREA TOBACCO

Ki Hwan Kim, Young Suk Joo, Yong Hyun Choi, Kwang Kun Yoo

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute

(Received May 7, 1988)

ABSTRACT

The fragilities of the tobacco has been considered to be one of the most important factor in determining not only the quality of the tobacco but also the economic effect to cigarettes manufacturing.

The three blender methods to determine relative fragilities were compared with the Korea Tobacco & Ginseng Research Institute Standarded Fragilities Test in order to established a suitable method for measuring the fragilities of Korea tobacco leaves.

Fragilities measurement by the blender methods expressed either sieve aperture or fineness index and a statistical comparison of the three blender methods was made to show the error variance, standard deviation, coefficient of variation, slope, correlation, sensitivity index, etc.

서 론

품질이란 모든 상품의 가치를 판단하는 기준이 되며 품질평가는 상품적 가치 즉 경제적 장, 단점 및 물리성과 화학성 등에 관한 특성을 포함시켜 표현해야 한다.

담배의 물리성은 제품의 외형적 체제 즉 담배제품의 경도(firmness)나 경연부동 및 유연성(smoothness)을 적정하게 유지하고 외관 및 감촉을 부드럽게 하여 상품을 대하는 고객에게 호감을 줄 수 있는 인자가 되며, 또한 경제적인 측면에서 보면 담배의 물리성을 이용하여 제조공정에서 원료의 손실을 감소시키는 공정의 최적조건을 설정할 수 있기 때문에 가장 효율적인 공정관리를 할 수 있고 나아가서 원료의 구매나 선택에서 판단의 중요한 기준이 된다.

부스러짐 성질이란 원료가 제조공정중 기계의 역학적 힘을 받아 부스러짐이 가속화되어 원료의 손실이 일어나는 것을 말하며 이 성질은 담배제조공정 중에서도 특히 쪼개; 담배에서 잎줄기를 엮음으로 부터 분리하는 과정, 들깨; 잎을 잘게 썰어 썰음담배를 만드는 과정, 셋째; 썰음담배를 건조하는 과정에서 원료손실이 심하게 나타나기 때문에 가장 고려해야 할 요인이며, 또한 부스러짐 성질은 원료가 어떤 함수분과 품온일 때 최적품질의

상품을 생산할 수 있는지를 파악할 수 있는 중요한 인자가 되기도 한다.

본 연구는 제조공정의 최적조건 신출에 기여할 수 있는 보다 정확하고 편리한 부스러짐 측정법을 정립하려는 것이다.

세계 여러나라에서 많은 연초 과학자들이 담배의 부스러짐 연구를 해 왔는데 (1), (2), (4~12) 이들 방법중 우리나라에서 사용하고 있는 Ball Mill 방법(4)과 Blender 방법인 미국의 Artho 방법(2), 일본의 Yoshinori 방법(12)들을 본 연구소에서 제안한 측정방법과 비교하였다.

재료 및 방법

1) 재 료

황색종 잎담배 (BY-4) 를 80년에서 84년까지 5년간 생산된 시료를 등급별(후엽, 박엽 각각 1, 3, 5 등)로 충북 충주 산지에서 채취하여 부스러짐 지수 연구에 사용하였다.

담배 시료는 hand-cutter 를 이용하여 잎담배 중 잎줄기를 포함하지 않은 엮음에서 폭 0.9 mm, 길이 50 mm로 절단한 것과, 폭 10mm, 폭 50 mm 절단한 것을 사용하였다.

모든 시료는 21 ± 1 °C, RH 65 ± 2%의 평형조건에서 72시간 조화후 동일 조건에서 시험하였다.

Table 1. Summary of the four procedures used for measuring the relative fragilities of tobacco.

| Shearing device | Physical state | Sieve apertures (mm) | Relative fragility | Code |
|-----------------|------------------------|----------------------|---------------------|--------|
| Ball Mill (A) | ^a Shreds(1) | 0.71(a) | %- aperture (i) | A1 aī |
| Blender (B) | " | 4, 2, 1.0, 0.5 (b) | Fineness index (ii) | B1 bīi |
| " | " | 1.0, 0.5, 0.25 (c) | " | B1 cīi |
| " | ^b Ribbon(2) | 4, 2, 1.0, 0.5 (d) | " | B2 dīi |

^a Shreds; 0.9 mm × 50 mm

^b Ribbon; *10 mm W. × 50 mm L.

Table 2. Experimental condition for comparison of four methods determining the relative fragilities.

| Code | Fracture | | Sieving | | Literature cited | |
|-------|----------|-------------|-------------------|-------------|------------------|--------------------|
| | rpm | Time (sec.) | Sample weight (g) | Time (sec.) | | Sample weight (g) |
| A1 ai | 290 | 900 | 50 | 180 | 50 | KGTRI standard |
| B1 bi | 8000 | 30 | 10 | 120 | 20 | A.J.Artho et. al. |
| B1 ci | 8000 | 30 | 10 | 60 | 10 | study plan |
| B2 di | 8000 | 60 | 10 | 30 | 20 | Y.Katayama et. al. |

KGTRI; Korea Ginseng & Tobacco Research Institute
 Moisture contents; 12.5%
 Sample size; 3.35 mm (6 mesh) above

2) 실험방법

표 1에서 비교된 방법(A)는 썰음담배 (code 1) 50 g을 Ball Mill 의 시료 그릇에 넣고 900 초 동안 분쇄 (290 rpm) 하였고 방법(B)는 썰음담배 (code 1)와 시료편 (code 2)을 각각 10 g씩 Blender 의 시료 그릇에 넣고 30 초와 60 초 동안 8000 rpm 속도로 분쇄하였다. 방법 A, B에서 분쇄한 담배에 대하여 부서진 시험편의 크기를 분류하기 위해 부서진 시험편 50 g을 180 초 동안 체로 쳐서 분리하는 방법 (code a)과 부서진 시험편 20 g을 120 초 동안 체로 치는 방법 (code b), 과 10 g을 60 초 동안 체로 치는 방법 (code c)과 20 g을 30 초 동안 체로 치는 방법 (code d)으로 각각 구분하여 실험하였으며 각 시험은 5회 반복 시험하였다.

시험편의 크기는 체의 눈금이 4.0, 2.0, 1.0, 0.5, 0.25 mm인 KS표준체 (내경 200 mm, 길이 60 mm)를 사용하여 크기별로 나누었으며 체 위에 남은 시료편의 중량을 측정하였다. 체의 진탕기는 rotor식 진탕기 (진폭 25 mm, 진동수는 매분당 300 회)를 사용하며 각 분석방법에 설정된 일정 시간 동안 진탕하였다.

3) 측정치의 표시방법

부스러짐 지수; 체는 크기별로 체 위에 남은 시험편의 중량 %를 체의 눈금크기에 따라 a, b, c, d라 하면 부스러짐 지수 fi (fineness index or size index)는

$$fi = (4a + 3b + 2c + d) / 100 \dots\dots\dots (1)$$

와 같이 표현되고 이때 식(1)에서 가장 부스러지지 않는 지수의 숫자는 4이고, 가장 잘 부스러지는 지수는 1로 표시된다.

이것을 fragilities index로 변환하면

$$F. I = 2(4 - fi) \dots\dots\dots (2)$$

이 되고 식(2)에 따라 가장 안부스러지는 지수의 숫자는 0이고, 가장 잘 부스러지는 숫자는 6이 된다.

4) 수 분

부스러짐 측정을 5회 반복 실험할 때, 1회와 4회 측정후 정확히 2g의 시료를 채취하여, 105°C에서 2시간 건조하여 감량법으로 수분을 구하고 평균치로써 시료 수분을 나타냈다.

5) 물리성 측정

시료의 두께는 KSM 7021 방법으로, 중량은 KSM 7013 방법으로 측정하였다. 비중은 단위 중량에 대한 두께의 비 (g/cm)로, 평형수분은 Artho(2)의

방법을 따르고, 부풀성은 Heindr. Borgwaldt 기계에서 1.5 psig 압력을 가했을 때의 부피를 측정하였다.

연소성은 Filtrona 측정기로 자연연소속도(Static Buring Rate, SBR)를 측정하였다.

6) 잎담배의 성분분석

엽중 니코틴, 조섬유, 조회분, 에텔추출물전당, Cl 및 Ca 등은 한국연초연구소에서 발간한 담배 성분 분석법(3)에 준하여 분석하였다.

결과 및 고찰

표 3은 기존 Ball Mill 방법으로 분석한 결과를 순서대로 나열하고 동일한 시료에 대한 Blender 방법의 측정결과를 나타낸 것이며, 표 3으로부터 계산된 F.I를 Blender와 Ball Mill 방법에 대하여 통계적인 방법으로 비교한 결과는 표 4와 같다.

표 4에서 기울기는 Blender 방법중 B1 bii 방법이 가장 감도가 높았지만 표준오차가 커서 어떤 잎이 상쇄되어 B1 bii 보다 기울기가 낮은 B1 cii 보다 오히려 S.I가 떨어지게 나타났고, 또한 B1cii는 정확도(C.V=1.11)에 있어서도 다른

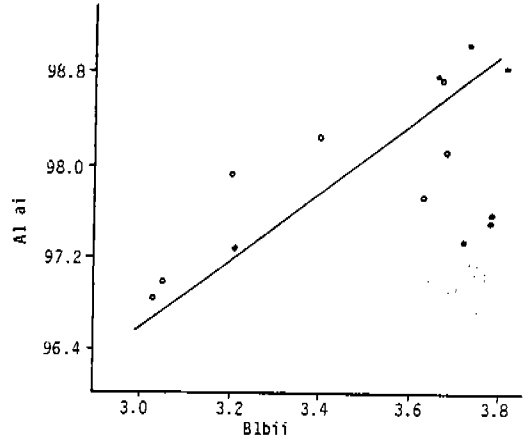


Fig.1. Comparison of fragility between method B1bii and A1ai.

Table 3. Comparison of fragility data with method A1ai and the others.

| Order | A1ai | B1bii | B1cii | B2dii | Sample No. |
|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| 1 | 96.84 | 3.03 | 2.94 | | A-1 |
| 2 | 96.98 | 3.05 | 2.92 | | B-1 |
| 3 | 97.28 | 3.25 | 3.01 | | O-1 |
| 4 | 97.32 | 3.72 | 3.46 | 3.45 | 2 |
| 5 | 97.46 | 3.79 | 3.37 | 3.50 | 0 |
| 6 | 97.58 | 3.79 | 3.59 | 3.41 | 3 |
| 7 | 97.72 | 3.63 | 3.43 | 3.57 | 5 |
| 8 | 97.92 | 3.20 | 3.12 | | A |
| 9 | 97.96 | 3.63 | 3.40 | 3.44 | 7 |
| 10 | 98.06 | 3.68 | 3.56 | 3.62 | 1 |
| 11 | 98.22 | 3.40 | 3.20 | | B |
| 12 | 98.32 | 3.67 | 3.48 | 3.44 | 4 |
| 13 | 98.78 | 3.66 | 3.37 | | O-O |
| 14 | 98.84 | 3.81 | 3.57 | 3.70 | 6 |
| 15 | 99.04 | 3.73 | 3.55 | 3.47 | 8 |

Table 4. Statistical comparison of four methods for measuring relative fragilities.

| Method | S ² | S | CV | Slope | r | SI | 90% conf. limit | | n |
|--------|----------------|-------|------|-------|------|------|-----------------|-------|------|
| | | | | | | | Lower | Upper | |
| A1 ai | 0.227 | 0.476 | 0.49 | - | - | - | - | - | - |
| B1 bii | 0.002 | 0.048 | 1.40 | 0.23 | 0.57 | 1.29 | 0.38 | 0.55 | 1.86 |
| B1 cii | 0.001 | 0.036 | 1.11 | 0.22 | 0.62 | 1.85 | 0.40 | 0.84 | 0.12 |
| B2 dii | 0.001 | 0.034 | 1.17 | 0.06 | 0.37 | 0.85 | 0.47 | 1.51 | 1.18 |

Key to symbols ;

S² = error variance

S = standard deviation

CV = coefficient of variation

S/mean (×100)

Slope = K = regression of A on B, etc.

r = correlation of A to B, etc.

SI = sensitivity index = K(S_b/S_a)

Confidence limit.

= SI/√F 0.05 lower

= SI/√T/F 0.05 Upper

n = S²A/K²(S²B)

Table 5. Comparison of fragilities between method B1bii and the others.

| Order | B1bii | A1ai | B1cii | B2dii | Sample No. |
|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| 1 | 3.03 | 96.84 | 2.94 | | A- 1 |
| 2 | 3.05 | 96.98 | 2.92 | | B- 1 |
| 3 | 3.20 | 97.92 | 3.12 | | A |
| 4 | 3.21 | 97.28 | 3.01 | | 0- 0 |
| 5 | 3.40 | 98.22 | 3.20 | | B |
| 6 | 3.63 | 97.72 | 3.43 | 3.57 | 5 |
| 7 | 3.63 | 97.72 | 3.40 | 3.44 | 7 |
| 8 | 3.66 | 98.78 | 3.37 | | 0- 0 |
| 9 | 3.67 | 98.32 | 3.48 | 3.44 | 4 |
| 10 | 3.68 | 98.06 | 3.56 | 3.62 | 1 |
| 11 | 3.72 | 97.32 | 3.46 | 3.45 | 2 |
| 12 | 3.73 | 99.04 | 3.55 | 3.47 | 8 |
| 13 | 3.79 | 97.46 | 3.37 | 3.41 | 3 |
| 14 | 3.79 | 97.58 | 3.59 | 3.50 | 0 |
| 15 | 3.81 | 98.84 | 3.57 | 3.70 | 6 |

방법에 비해 높게 나타났다.

부스러짐 측정 결과 B1bii 방법에 대해 A1ai 방법으로 plot 한 결과는 그림 1 과 같다.

표 5는 동일 시료로 부스러짐 측정 방법들 간의 차이를 비교하기 위해서 측정된 결과를 순서대로 나열한 것인데 이들 방법들간에 지수값의 차이는

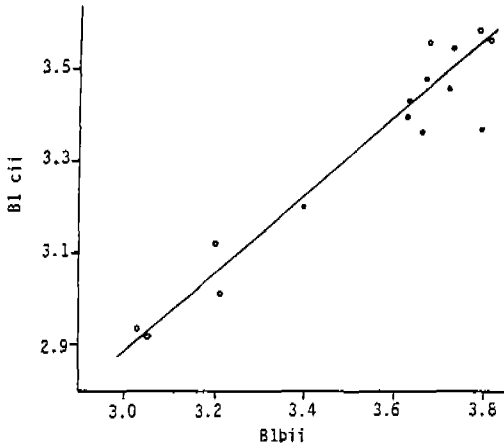


Fig.2. Comparison of fragility between method B1bii and B1cii.

있으나 전체적으로 기울기가 근사한 값으로 나타났다.

표5에서 B1bii 를 x축으로 하고 B1cii 를 y 축으로 plot 한 결과(그림 2) 두 방법간의 상관 계수가($r = 0.956$) 1에 가까워 상관성이 높음을 알 수 있다.

표5에서 B1bii 를 표준으로 하고 다른 방법과 비교하여 통계처리한 결과는 표6과 같다.

표6에서 A1ai 방법은 기울기의 감도는 좋으나 표준편차가 크고 정확도가 낮아 S.I 값이 낮은 반면에 B1cii 방법은 기울기는 A1ai 보다 낮으나 S.I가 높아 보다 정확하고 정밀하며 빠르게 분석할 수 있는 방법이라고 생각되었다.

Table 6. Statistical comparison of four methods for measuring relative fragilities.

| Method | S ² | S | CV | Slope | r | SI | 90% conf. limit | | n |
|--------------------------|----------------|-------|------|-------|------|------|-----------------|-------|------|
| | | | | | | | Lower | Upper | |
| Others compared to B1bii | | | | | | | | | |
| A1ai | 0.227 | 0.476 | 0.49 | 1.39 | 0.57 | 0.14 | 0.09 | 0.22 | - |
| B1bii | 0.002 | 0.048 | 1.40 | - | - | - | - | - | - |
| B1cii | 0.001 | 0.036 | 1.11 | 0.82 | 0.96 | 1.09 | 0.70 | 1.68 | 0.85 |
| B2bii | 0.001 | 0.034 | 1.17 | 0.24 | 0.17 | 0.33 | 0.19 | 0.60 | 8.99 |

Key to symbols ;

- S² = error variance
- S = standard deviation
- CV = coefficient of variation
S/mean(×100)
- Slope = K = regression of A on B. etc.

- r = correlation of A to B. etc.
- SI = sensitivity index = K(Sb/Sa)
- Confidence limit.
= $SI/\sqrt{F_{.05}}$ lower
= $SI/\sqrt{1/F_{.05}}$ Upper
n = $S^2A/K^2(S^2B)$

[부스러짐 지수의 수분 보정 방법] ; B1cii 방법을 이용하여 썬음담배의 부스러짐 지수를 작업 표준 수분일 때의 지수값으로 환산하기 위하여 부스러짐 지수의 수분 보정계수를 산출하였으며 그 결과는 표7과 같다.

표7은 각 잎담배의 단엽별로 시료의 수분함량과 부스러짐 지수와의 1차 회귀식에서 기울기를 이용하여 계산한 factor A로 보정하는 방법과,

2차 회귀식을 이용하여 계산한 factor B로 보정하는 방법(수분별 부스러짐 지수값을 대수값으로 바꾼 다음 수분함량과 대수값과의 1차 회귀식의 기울기를 이용하여 계산한 방법과 비슷함)을 통계적으로 비교한 결과 factor A로 보정하는 것이 더욱 정확하다는 것을 알 수 있었다(C.V= 5%이하).

Table 7. Statistical comparison of two factors for the moisture of tobacco raw material.

| Variety | Leaf position and grade | Factor | | Factor | |
|---------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | A | CV | B | CV |
| By-4 | Cutter 3 | 0.1246 | 0.0346 | 0.0170 | 0.0686 |
| By-4 | Leaf 3 | 0.1418 | 0.0473 | 0.0194 | 0.0839 |

Factor A ; Slope of Linear regression
 Factor B ; 17 0.33 0.19 0.60 8.99

Key to symbols ;

S^2 = error variance

S = standard deviation

CV = coefficient of variation

$S/\text{mean} (\times 100)$

Slope = K = regression of A on B. etc.

r = correlation of A to B. etc.

SI = sensitivity index = $K (S_b/S_a)$

Confidence limit.

= $SI/\sqrt{F_{.05}}$ lower

= $SI/\sqrt{1/F_{.05}}$ Upper

$n = S^2A/K^2(S^2B)$

Table 8. Effect of leaf position and grade on relative fragilities of tobacco leaf, 1982-1984.

| Variety | Leaf position | grade | Harvest year | | |
|---------|----------------|-------|--------------|------|------|
| | | | 82 | 83 | 84 |
| By-4 | Leaf (upper) | 1 | 3.42 | 3.43 | 3.56 |
| " | | 3 | 3.25 | 3.38 | 3.47 |
| " | | 5 | 3.21 | 3.12 | 3.40 |
| " | Cutter (lower) | 1 | 3.27 | 3.35 | 3.46 |
| " | | 3 | 3.24 | 3.29 | 3.44 |
| " | | 5 | 2.84 | 2.86 | 2.72 |
| NC 2326 | Leaf (upper) | 1 | 3.36 | 3.43 | 3.47 |
| " | | 3 | 3.35 | 3.21 | 3.44 |
| " | | 5 | 3.34 | 2.78 | 3.36 |
| " | Cutter (lower) | 1 | 3.42 | 3.31 | 3.53 |
| " | | 3 | 2.93 | 2.67 | 3.30 |
| " | | 5 | 3.13 | 2.42 | |

표 7을 이용하여 부스러짐 지수를 측정할 때 일정한 수분에 대한 부스러짐 지수값에 대하여 표준 수분 (12.5%)일 때의 부스러짐 지수값으로 환산

하는 방법을 유도하였으며 이는 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$12.5\% \text{ 수분의 부스러짐 지수} = \text{측정 부스러짐 지수} + \text{factor A} \times (12.5 - \text{측정수분}) \dots\dots\dots (3)$$

식(3)을 이용하여 여러가지 시료에 대한 부스러짐 지수를 비교하므로써 제조공정 설계시 필요한 자료를 정확하게 도출할 수 있으리라고 본다.

우리나라의 대표적 담배품종인 황색종 잎담배 (BY-4)를 연산별, 등급별로 구분하여 식(3)에 따라 F.I를 측정하였다(표8).

결 론

담배 원료의 부스러짐 현상은 제조 공정의 기계적 특성과 운반특성을 결정하는 요소가 되기 때문에 잎담배의 부스러짐 특성을 측정하는 방법을 확립하는 실험을 하였다. 상대적 부스러짐 측정 방법으로서 세가지 Blender 방법과 한국인삼연초연구소에서 시험해 온 판상엽의 강인성 측정법과 비교하기 위해 Blender 방법에 의한 부스러짐 지수(Shatter Index or Fineness Index)와 강인성 측정 결과를 통계적 방법으로 비교하였다.

통계치 비교 내용에는 표준오차(S^2), 통계량 표준편차(S), 변동율(C.V), 기존 방법과 새로운 방법간 상관성 분석으로 기울기(K), 상관계수(r), 감도지수(S.I), 90% 신뢰한계의 상, 하한치(90% Conf. Limit)등을 분석하였다.

이 결과 적은 시료로(10g) 기존 방법 18분보다 짧은 1분 30초에서 정확하고 정밀하게 측정할 수 있는 부스러짐 측정방법을 확립하였다.

참 고 문 헌

1. Anon., Internal Report, Imperial Tobacco Co.(Canada) Ltd. April (1959).
2. Artho A.J., R.J.Monroe and J.A.Weybrew., Tob. Sci. 191~197(1963).

3. 김찬호, 담배 성분분석법 한국연초연구소 (1979).
4. 김용태, 신충치, 담배연구보고서, 421~429 (1974).
5. Murty K.S.N., J.A.V. Prasad Rao and S.S. Prasad, Tob. Res. 3(2): 101~107 (1978).
6. Samfield D.M., Tobacco Journal International 6: 506~510 (1980).
7. Saito K., Japan Monopoly Corp. Central Res. Inst. Sci. Paper 122: 33~95 (1980).
8. Scott W.A., The Lighter 41(3): 15~18 (1971).
9. Scott W.A., The Lighter 38: 10~16 (1968).
10. Taylor S.M., Proc. Amer. Chem. Soc. Symposium 173rd 217~232 (1977).
11. Walker E.K., Tob. Sci. 86~90 (1968).
12. Yoshinori K. and R.Aoki., Japan Monopoly Corp. Central Research Inst. Sci. Paper 113: 25~31 (1971).
13. Yoshinori K., Y.Masuo, K.Shimada and T.Imazu, Japan Monopoly Corp. Central Research Inst. Sci. Paper 108: 17~22 (1966).
14. Yoshinori K., R.Aoki and Y.Masuo, Japan Monopoly Corp. Central Research Inst. Sci. Paper 113: 33~41 (1971).
15. Yoshinori K., R.Aoki and I.Abe., Japan Monopoly Corp. Central Research Inst. Sci. Paper 114: 9~15 (1972).

16. Yukio K., N.Katsuyama, Y.Kikuchi,
Y.Miyake, S.Chiba and N.Kawashi-
ma., Utsunomiya Tob.Shikenjo Ho-
koku 17 : 61~69 (1979).