

한국산 잎담배의 역학적 특성

김 기 환 · 주 영 석 · 유 광 군

한국인삼연초연구소 제품개발부

Mechanical properties of Korea Tobacco

Ki Hwan Kim, Young Serg Joo and Kwang Kun Yoo

Division of product Development, Korea Ginseng & Tobacco

Research Institute Seoul, Korea.

(Received for publication, July 28, 1983)

ABSTRACT

The tensile strength (P_m), elongation percentage (ϵ), elastic modulus (E), and specific volume (S_v) were calculated from the data of tensile characteristics of By 104 and Burley 21 tobacco leaves, which were measured over a relative humidity from 60 to 80% at $20 \pm 2^\circ\text{C}$

The important results obtained were as follows.

(1) Tensile strength (P_m)

The " P_m " of By 104 was greater than that of Burley 21. The " P_m " in both varieties were increased toward the upper stalk position and according to the decrease of relative humidity. The " P_m " of parallel piece to the vein in a leaf were greater than that of right angle piece to the vein.

(2) Elongation percentage (ϵ).

The " ϵ " of By104 was higher than that of Burley 21. The " ϵ " in both varieties were increased toward the upper stalk position and according to the increase of relative humidity. The " ϵ " of parallel piece to the vein in a Burley leaf was greater than that of right angle piece to the vein.

(3) Elastic modulus (E)

The " E " of Burley 21 leaf was higher than that of By 104. The " E " in both varieties were increased toward the lower stalk position and according to decrease of relative humidity. The " E " of parallel piece to the vein in both varieties leaves were greater than that of right angle piece to the vein.

(4) Specific volume (S_v)

The " S_v " of Burley 21 leaf was increased than that of By104. The " S_v " in both varieties were increased toward the lower stalk position and according to the decrease of relative humidity.

서 론

잎담배는 수확, 건조, 저장, 선별, 포장, 수송, 재건조, 숙성 및 담배 제조공장에서 여러가지 제조 과정을 거치는 동안 원료의 파손에 의한 손실 및 품질저하가 발생하므로, 각 공정에서 담배에 주어지는 역학적 힘에 의한 잎담배의 특성을 파악하여, 담배원료의 손실을 줄이고 품질을 유지하는것은 경제적인 면과 품질적인 면에서 매우 중요하다고 생각된다. 또한 잎담배의 수확에서부터 제품생산에 이르는 각 과정에서 담배는 자연적이나 인위적으로 온도, 습도 등의 외적 조건에 영향을 받으므로 이들 조건에 대한 특성을 연구하므로써 제조과정에서 원료의 손상을 줄이고 제주수율을 향상 시킬 수 있다.

이러한 기초자료는 담배의 기계적인 공정연구나 팽화를 포함한 담배 특수처리 연구에 매우 유용할 것이기 때문에 기술적으로도 매우 중요하다.

이 분야의 연구에는 齋藤孝平(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) 등이 많은 연구를 하여왔다.

국내에서는 아직 이 분야에 관한 연구가 없으므로 본 연구는 국내산 담배의 역학적 특성을 분석하여 공정관리 개선 및 특수처리 방법개발의 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

1. 잎담배 시료제조 및 실험조건

본 실험에서 사용한 시료는 1982년산 미진엽으로 광주지방에서 재배한 Burley21과 청주지방에서 재배한 BY104를 선정하여 각각 후, 박 3등을 취하였고, 엽의 형태 크기 및 색깔이 비슷한것을 육안으로 골라 이것을 그림 1과 같이 엽내에서 지골에 평행인 것과 직각인 것을 잎의 끝(봉)부분과 엽병(늑)부분에서 가로 1cm와 세로 5cm 크기로 절단하여 상대습도 60, 70, 80%로 미리 조화된 데시케이터에 넣어 96시간 조화 시킨 후 표 1과 같은 실험인자와 수준에서 실험하였다.

실험의 재현성을 높이기 위하여 동일 조건의 시료를 10회 반복실험 하였다.

2. 실험장치와 인장특성 분석

일정한 크기로 절취한 시료의 인장력 측정은 T-

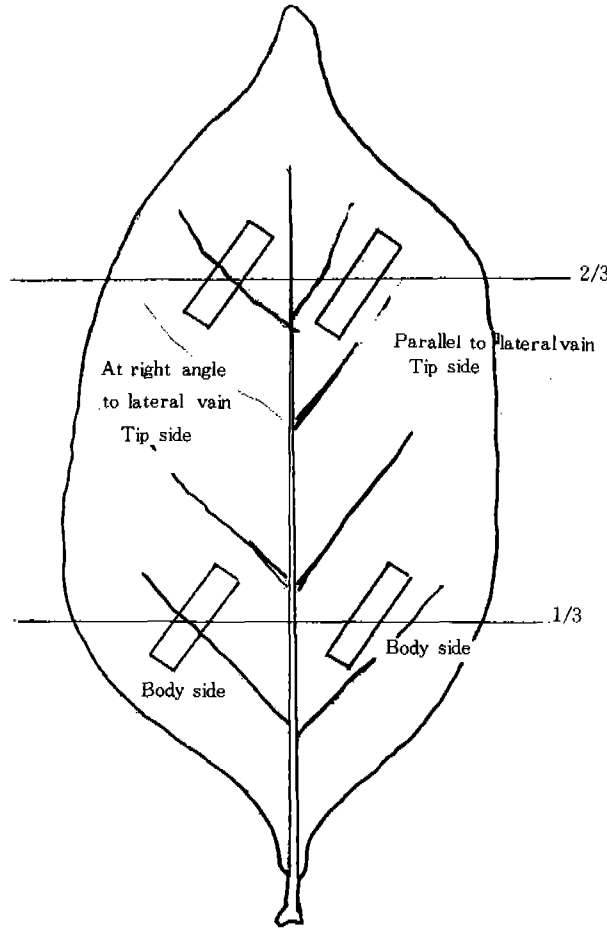


Fig. 1. Sampling method of test piece From a leaf

ensile testing (Model T5002)에서 크립의 상하간격(유효장 : $l_0 = 3\text{ cm}$)을 일정 길이로 설치하고 상부 Load Cell(100N)에 부착된 크립의 인장 속도를 10 cm/min 로 하였을때 이 기계에서 자동기록된 각 시료의 인장 하중 $P_m(\text{gf})$ 과 신장곡선(그림2)에서 신장길이 $\lambda_m(\text{cm})$ 를 대입하여 齋藤孝平(2)의 방법에 따라 신장율 ϵ 를 산출하였다.

$$\epsilon = \lambda_m / l_0 \times 100 (\%) \dots \dots \dots (1)$$

그림 2에서 인장초기점 (0)과 시료가 끊어진 점 (m)에서 $P_m / \lambda_m (\text{gf/cm}^2)$ 을 계산하고 이를 대입하여 탄성을 "E"를 산출하였다.

$$E = 980 (P_m / \lambda_m) (l_0 / b \times d) (\text{dyn/cm}^2) \dots \dots (2)$$

$P_m / \lambda_m (\text{gf/cm}^2)$: 그림 2에서와 같이 구했음

Table 1. Materials and conditions of experiment

Factors of experiment	Levels of experiment		
Type of tobacco (variety abbreviation)	Bright yellow 104 (BY104) Burley 21. (Bu)		
Temperature (°C)	20±2		
Humidity % RH	60	70	80
Sampling piece from a leaf	Direction	To lateral vein	In parallel
			At right angle
	Position in a leaf	Tip and body	Tip side
			Body side
Leaf position in a stalk	3rd grade of Upper leaf (U ₃)		
	3rd grade of Lower leaf (L ₃)		

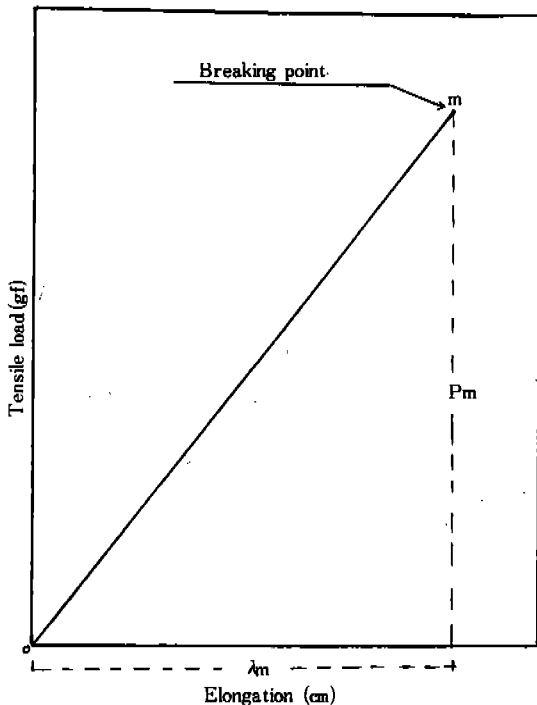


Fig. 2. Tensile load-elongation curve

ℓ_0 = 인장전 시험편의 유효장 (cm)

b : 시험편의 폭 (cm)

d : 시험편의 두께 (cm)

식 2에서 $(b \times d) \text{cm}^2$ 대신 건물단위면적중량 $G_d (\text{g} / \text{cm}^2)$ 를 쓰면 단위건중탄성을 구할 수 있다.

· 비용적 S_v 는 다음식과 같다.

$$S_v = d/G_w \text{ (cc/g)} \dots \dots \dots (3)$$

d : 시험편의 두께 (cm)

G_w : 수분을 함유한 실험편의 단위면적당중량(g)

결과 및 고찰

1. 인장강도

4인자의 각 수준에 대한 인장강도 (P_m) 측정결과 는 표 2와 같다.

황색종인 BY104와 Burley 21은 습도가 높을수록 P_m 은 감소했고 이들 두품종의 후, 박엽별로 보면 RH60, 70% 에서는 U_3 가 L_3 보다 P_m 이 높았고 R H 80% 에서는 뚜렷한 경향을 볼 수 없었다.

동일한 잎담배에서 절단위치 및 절단방향에 대해서는 지골에 평행인것이 직각인 것보다 P_m 이 컸다. 이것은 잎담배 섬유질의 조직내 배열방향과 관계가 있는 것으로 생각되며, 엽부위별에서는 대체로 T-ipside가 Body side보다 P_m 이 증가했는데 이것은 조직의 치밀도와 관계가 있는것이 아닌가 생각된다.

이러한 실험결과는 齋藤 (26)의 결과와 비교할때

RH80% 이외는 거의 일치한다.

표 2의 결과 중에서 인장하중에 대한 각요인 및 수준중에서 기여율이 가장 큰 것은 습도 임을 알수 있다.

2. 신장율

4인자 실험에서 신장율 ϵ 에 영향하는 인자별 각 수준에 대한 결과치는 표 3과 같다.

ϵ 는 BY104가 Burley21보다 크며 습도가 높을수록 ϵ 값이 증가하였다.

후, 박벌에 대해서 Burley21은 U_3 가 L_3 보다 뚜렷하게 높은 경향을 보였으나 BY104는 후, 박간에 뚜렷한 경향이 없었다. 이러한 경향은 Burley 21과 BY104의 각각의 후, 박 3동에 조성유 함량 차이가 1~2%로 표 4와 같이 비슷하였으며,

Burley21의 경우 조성유 함량에 의한 영향이 나타났으나, BY104의 경우는 L_3 가 U_3 보다 측정 당시 함수율이 표 5와 같이 1~2% 높았고, 고수분에서의 신장율이 증가하는 경향 때문에 후, 박엽간의 신장율 차이가 상쇄 되었다고 생각된다.

엽내 시료 절단부위와 방향에서도 BY104는 지골에 평행인 것이 직각인 것보다 작고, Burley21의 U_3 에서는 평행인 것이 ϵ 값이 높았다.

이것 또한 담배 조직중 섬유질의 분포 방향에 기인한 것으로 생각된다.

이 표에서는 수분에 대한 인자가 담배 등급이나 시료채취 방법같은 수준보다 기여율이 크다는 것을 알 수 있다. 특히 신장율은 팽화시 조직이 확대될 때 주요한 인자로서 기여 할 것이므로 수분 관리는 조직의 역학적 측면에서 중요하다고 생각된다.

3. 탄성율

탄성율이란 조직에 어떤 유체적 힘을 주어 각초를 공수 할 경우 주어진 힘에 대하여 조직이 복귀력을 가질때와 복귀력이 없어지는 한계점에 대한 힘을 의미 하므로 담배 각초에 가속도적 힘(New-tonian)을 부여할 필요가 있는 공수장치나 특히 팽화 과정에서 생각 해야할 주요한 과제로 생각된다.

4개의 인자에 대한 각 수준별 실험에 대한 탄성율 "E"의 수치는 표 6과 같다.

Table 2. Tensile strength by sampling position and direction of sample piece in a leaf ($20 \pm 2^\circ\text{C}$)

Humidity % RH	Factor Direction Position		Variety of tobacco			
			By		Bu	
			U_3	L_3	U_3	L_3
60 (8.3)	Parallel	Tip	433/4.2	231/2.3	270/2.7	160/1.6
		Body	400/3.9	233/2.3	202/2.0	127/1.2
	Right angle	Tip	273/2.7	147/1.4	188/1.8	91/0.9
		Body	239/2.3	149/1.5	163/1.6	113/1.1
70 (10.8)	Parallel	Tip	233/2.3	193/1.9	231/2.3	157/1.5
		Body	259/2.5	162/1.6	187/1.8	132/1.2
	Right angle	Tip	187/1.8	124/1.2	164/1.6	124/1.2
		Body	216/2.1	124/1.2	161/1.6	104/1.0
80 (17.2)	Parallel	Tip	158/1.6	149/1.5	105/1.0	138/1.4
		Body	119/1.2	136/1.3	103/1.0	98/1.0
	Right angle	Tip	141/1.4	114/1.1	90/0.9	102/1.
		Body	107/1.1	118/1.2	83/0.8	82/0.8

() moisture content (%)

Unit : gf/N

Table 3. Elongation percentage by sampling position and direction of sample piece in a leaf ($20 \pm 2^\circ\text{C}$)

Humidity % RH	Factor Direction	Position	Variety of tobacco			
			By. U ₁	L ₁	Bu. U ₁	L ₁
60 (8.3)	Parallel	Tip	6.6	5.3	3.2	2.0
		Body	7.7	7.3	2.9	1.8
	Right angle	Tip	6.9	6.9	2.4	2.1
		Body	7.4	9.1	2.3	2.3
70 (10.8)	Parallel	Tip	13.1	10.7	5.6	2.6
		Body	7.9	11.8	5.7	2.8
	Right angle	Tip	13.2	19.5	4.6	3.7
		Body	11.5	25.9	4.5	3.9
80 (17.2)	Parallel	Tip	26.7	31.7	21.6	10.5
		Body	23.9	29.8	13.4	10.0
	Right angle	Tip	34.9	37.4	17.1	10.9
		Body	35.6	33.4	19.2	12.1

() moisture content (%)

Unit : %

E의 값은 Burley21이 BY104보다 크고 습도가 증가 할수록 E값은 감소하였다.

후, 박엽을 비교하면 Burley21은 L₁가 U₁보다 E가 증대 되었으나 BY104는 RH60, 70%에서 U₁가 L₁보다 높았고 80%에서는 L₁가 U₁보다 높았다.

또한 지골에 평행인 것이 직각인 것 보다 크다. 이것은 담배잎의 엽조직적 특성과 섬유조직의 배열과 관계가 있는것으로 생각된다.

또한 이 표의 탄성을 범위는 $(0.2 \sim 10.4) \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$ 로서 齋藤孝平의 외국담배 실험치인 $(0.07 \sim 1.71) \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$ (2) 과 大橋登美男등이 실험한 M-

ilk Rennet Curd의 탄성율인 $(20 \sim 100) \times 10^4 \text{ dyn/cm}^2$ (9) 보다 높고, 또한 綿의 $(690 \sim 1130) \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$, 양모의 $(240 \sim 540) \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$ (8)에 비해 낮았다.

Table 5. Physical properties of leaf tobacco

Sample	RH (%)	Thickness (mm)				Moisture (%)
		Right angle		Parallel		
		Tip	Body	Tip	Body	
BY104 U ₁	60	0.194	0.184	0.189	0.169	7.6
	70	0.176	0.172	0.175	0.178	10.2
	80	0.14	0.133	0.149	0.149	16.19
BY104 L ₁	60	0.124	0.108	0.133	0.111	8.99
	70	0.106	0.107	0.124	0.11	12.8
	80	0.09	0.079	0.092	0.093	19.87
Burley 21 U ₁	60	0.159	0.139	0.153	0.134	8.2
	70	0.137	0.123	0.141	0.13	110.4
	80	0.198	0.1	0.115	0.104	16.2
Burley 21 L ₁	60	0.101	0.071	0.106	0.065	8.4
	70	0.118	0.073	0.114	0.067	9.6
	80	0.116	0.078	0.112	0.073	16.8

Table 4. Analysis of tobacco components

	Nicotine (%)	Total sugar%	Total nitrogen%	Crude fiber %
BY 104	U3 4.03	27.0	1.98	10.29
	L3 1.20	22.50	1.67	12.53
Burley21	U3 1.94	0.42	5.07	13.97
	L3 1.51	0.41	3.47	14.44

() moisture content (%)

Table 6. Elastic modulus by sampling position and direction of sample piece in a leaf ($20 \pm 2^\circ\text{C}$)

Humidity % RH	Direction	Factor Position	Variety of tobacco			
			By U ₃	L ₃	U ₃	Bu L ₃
60 (8.3)	Parallel	Tip	3.4	3.2	5.5	7.3
		Body	3.0	2.8	5.2	10.4
	Right angle	Tip	2.0	1.7	4.8	4.2
		Body	1.7	1.5	5.0	6.9
70 (10.8)	Parallel	Tip	1.0	1.4	2.9	5.1
		Body	1.8	1.2	2.5	6.4
	Right angle	Tip	0.8	0.6	2.6	2.8
		Body	1.1	0.4	2.8	3.6
80 (17.2)	Parallel	Tip	0.4	0.5	0.6	1.2
		Body	9.3	0.5	0.8	1.5
	Right angle	Tip	0.3	0.3	0.6	0.8
		Body	0.2	0.4	0.5	0.9

* Remark¹ : wool $(240 - 540) \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$

: cotton $(690 - 1, 130) \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$

() moisture content (%)

Unit : $\times 10^8 \text{ dyne/cm}^2$

Table 7. Specific volume by sampling position and direction of sample piece in a leaf ($20 \pm 2^\circ\text{C}$)

Humidity % RH	Direction	Factor Position	Variety of tobacco			
			By U ₃	L ₃	U ₃	Bu L ₃
60 (8.3)	Parallel	Tip	1.9	2.3	2.4	2.8
		Body	1.8	2.3	2.5	2.7
	Right angle	Tip	1.9	2.1	2.2	2.0
		Body	1.9	2.1	2.3	2.0
70 (10.8)	Parallel	Tip	1.9	1.82	2.3	2.8
		Body	1.9	1.83	2.4	2.5
	Right angle	Tip	1.8	1.53	2.1	2.5
		Body	1.8	1.76	2.0	2.3
80 (17.2)	Parallel	Tip	1.5	1.5	1.4	2.0
		Body	1.5	1.4	1.5	1.9
	Right angle	Tip	1.4	1.3	1.3	2.0
		Body	1.3	1.1	1.3	1.7

() moisture content (%)

Unit : cc/g

4. 비용적

각 수분 상태에서 비용적의 정확한 계산은 담배 제조 공정의 자동화에서 가장 많이 보급된 공수 장치와 공수 속도의 효율적인 운영에 기초 자료를 제공할 수 있기 때문에 매우 중요한 인자라고 생각된다.

4인자에 대한 각 수준별 비용적 측정 결과는 표 7과 같다.

비용적 Sv는 Burley21이 BY104보다 크고 습도가 높을수록 Sv는 낮아지며 착엽 위치에서는 L_3 가 U_3 보다 높다.

엽내 시료 채취 부위별에서는 뚜렷한 경향이 없고 절취 방향중 지골에 평행인 것이 직각 인것보다 크며, 이것은 직각으로 절취 할때는 지골의 일부가 시료속에 포함 되기 때문 인것으로 생각된다.

이 표의 비용적 범위는 1.1~2.8cc/g으로서 Artho(1)이 시린다 방법이나 Sharman방법으로 측정된 Sv=2~7cc/g보다 훨씬 낮은 결과 였다.

이상과 같은 사실들에서 종래의 잎담배 품질 평가 방법인 화학 성분이나 수분의 흡탈착, 연소성 부풀성 등의 물리적 방법 등은 잎담배 품질 자체 평가에 치중했던 반면 본 연구는 팽화 등의 특수처리 방법 개발과 담배 제조 공정에 있어서 기계적인 문제 : 특히 담배 파손의 주요 요인을 더욱 근본적으로 해결 할 수 있는 공정 개발에 이용 할 수 있도록 더욱 많은 연구를 계속 해야 할 것으로 생각된다.

결 론

잎담배의 인장 특성을 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 상대습도 60~80%의 조건에서 측정하고 이 Data로 부터 인장강도 (Pm), 신장율 (ϵ), 탄성율 (E), 및 비용적 (Sv)를 계산하였다.

주요 결과는 다음과 같다.

1. 인장강도 (Pm)

BY104의 Pm은 Burley보다 컸다.

두 품종 공히 Pm은 후엽보다 박엽에서 증가되며 상대습도도 낮을수록 증가되었다. 엽내 지골에 평행인 시료의 Pm은 직각인 것보다 크다.

2. 신장율 (ϵ)

BY104의 ϵ 는 Burley21보다 높다. 두 품종에서 ϵ 는 상대습도가 높고, 박엽보다 후엽에서 높았다.

Burley엽의 경우는 엽내 지골에 평행인 시료의 ϵ 는 직각 일때보다 높다.

3. 탄성율 (E)

Burley21의 E가 BY104의 E보다 크며 두 품종 공히 상대습도가 낮고 후엽보다 박엽에서 E가 크다. 또한 엽내에 평행인 시료의 E는 직각인것보다 크다.

4. 비용적 (Sv)

Burley21의 Sv 값은 BY104 값보다 크며 두 품종 공히 상대습도가 낮고, 후엽보다 박엽에서 Sv가 증가 했다.

참 고 문 헌

1. Artho A. J., Manroe R. J. and Weybrew J. Tobacco Science 7 : 171 - 191 (1963)
2. 齋藤孝平, 日專研報 122 : 33 (1980)
3. 齋藤孝平, 安陪勲. 재료 27(303) : 1191 (1978)
4. 齋藤孝平, 福登哲夫. 재료 28(305) : 151 (1979)
5. 齋藤孝平, 福登哲夫. 재료 29(327) : 1234 (1980)
6. 齋藤孝平. 재료 23(255) : 1063 (1974)
7. 齋藤孝平. 재료 23(255) : 457 (1974)
8. 山口章三郎, 大柳康. 高分子化学 16 : 19 - 26 (1959)
9. 大橋登美男, 芳賀聖一, 藤野博史, 谷山茂昭, 山内清秋山露子. 일본식품공업학회지 25(10) : 38 (1981)