

장기저장시 가공 원료잎담배의 이화학적 변화

김상범 · 안등명 · 이종철 · 이경구 · 조수현
한국인삼연초연구원
(2001년 6월 5일 접수)

The Changes of Physical and Chemical Properties of Processed Leaf Tobacco During Long-term Storage

S. B. Kim^{*}, D. M. Ahn, J. C. Lee, K. K. Lee and S. H. Cho
Korea Ginseng & Tobacco Research Institute
(Received June 5, 2001)

ABSTRACT : This study was carried out to investigate the changes of physical and chemical properties and the usability of long-term stored leaf tobacco. The physical and chemical properties of the flue-cured and burley leaves produced in 1993, processed in 1994 were analysed from Nov. 1996 to Nov. 1999. The pH and moisture content in leaf decreased slowly until 4 years' storage after processing, while those of leaf changed little thereafter. However, total sugar content continuously decreased until 5 years after processing. The filling capacity increased and shatter resistance index decreased in long-term stored leaf. The sensory test, cilia stasis and the chemical components of cigarette smoke had no significant differences between short and long-term stored leaves. When the processed leaves were stored till 5 years after processing, there were no deteriorative effects on quality and usability of leaf tobacco. Therefore, it is considered that the processed leaf may be stored for 5 years or more under the inevitable situation.

Key words : tobacco, long-term storage, physical property, chemical component, sensory test

일반적으로 켈런용 원료잎담배(황색종, 버어리종, 오리엔트종 등)의 적정숙성기간은 2~2.5년이라고 알려져 있지만(Akehurst, 1981 ; Tso, 1990), 이 기간은 적정이라기 보다는 최소소요기간이라고 보는 것이 타당성이 있다(김과 안, 1997). 우리나라에서도 이 등(1985)이 황색종은 18~21개월, 버어리종은 21~24개월이 적정숙성기간이라고 밝힌 바 있으나, 이는 적어도 이 기간이 경과된 잎담배

를 제조원료로 사용해야 된다는 의미이다. 지금까지의 연구결과는 저장숙성기간을 줄이려고 시도한 것은 많지만, 늘리려고 한 것은 별로 없는데, 이는 경제성에서 수지가 맞지 않기 때문이다. Akehurst (1981)는 과숙성된 황색종엽은 보습력이 낮아 잘 부스러지는 특성을 가질 수 있으나, 이러한 성상이 원료로서의 이용성과 반드시 일치하지는 않는다고 하였다. 또한 황색종 잎담배를 자연조건하에

*연락처 : 305-345 대전광역시 유성구 신성동 302번지 한국인삼연초연구원

Corresponding author : Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, 302 Shinseong-Dong, Yuseong-Ku, Taejeon, 305-345, Korea

서 15년동안 저장하면서 조사한 결과, 방향의 감소와 감미로움의 증가가 느리게 진행되었다는 보고도 있다(Darkis & Hackney, 1952).

우리나라의 경우 경작인이 생산한 잎담배를 전량 수매하기 때문에, 일부 등급엽은 조기에 소진되는 반면 일부 등급엽(특히 버어리종)은 재고가 누적되어 적정숙성기간이 지나 장기보관이 불가피한 실정이다. 본 연구는 잎담배 장기저장시 이화학적 및 낱미 변화를 파악하여 원료로서의 사용 가능한 기간을 설정함과 동시에 잎담배 재고관리의 적정을 기하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 잎담배는 '93년산으로서 '94년에 가공하여 2년 정도의 숙성기간을 거친 황색종 10개 등급엽(후엽계 ; B₁O, B₂O, AB₃O-2, AB₄OR-2, AB₅OR-1, 박엽계 ; C₁L, CD₃L-1, CD₃L-2, CD₄OR-2, CD₅OR-1)과 버어리종 10개 등급엽(후엽계 ; B₁T, B₂T, AB₃T-2, AB₄TR-2, A₅TR, 박엽계 ; C₁W, C₂W, CD₃W-2, CD₄TR-2, CD₅TR-1)이었고, 황색종은 대구, 버어리종은 광주 제조창 원료창고에 '96년 11월부터 '99년 11월까지 보관하면서 6개월마다 시료채취용 파이프로 지함의 최상부에서 2/3깊이까지의 잎담배를 채취, 60°C 건조기에서 건조, 분쇄하여 분석용 시료로 사용하였다. 황색종이 보관되었던 대구창 5층 창고는 최상층으로서 하절기와 동절기간의 온습도변화가 심하였던 데 비하여, 버어리종이 보관되었던 광주창 2층 창고는 계절간의 온습도변화가 비교적 작았다.

잎담배성분분석은 한국인삼연초연구소의 담배성분분석법에 준하였는데, 엽중 전알칼로이드, 전당, 전질소 함량은 자동분석기(ALPKEM, RFA/2)로 분석하였고, pH는 pH/ion meter(Orion 720A)로 측정하였으며, 수분함량은 가열건조법으로 정량하였다. 색상은 색채색차계(MINOLTA CR-200), 부풀성은 Densimeter(HEINR BORGWALDT)로 측정하였다. 부스러짐저항성지수는 한국인삼연초연구소의 방법으로 조사하였고, 관능평가는 2군비교법으로 하였다. 섬모생존기간은 한국인삼연초연구소

화학부, 연기성분은 동연연구원 분석부에 의뢰하여 분석하였다.

결과 및 고찰

저장중 잎담배의 수분함량 변화는 그림 1과 같다. 먼저 황색종의 경우 기간이 경과함에 따라 수분함량은 낮아졌는데, 그 폭은 후엽에 비하여 박엽에서 커서 시험초기에는 박엽이 약간 높았으나 말기에는 후엽이 높았다. 수분함량의 연중 변화는 하절기가 경과된 후인 11월에 높아지는 경향이 있었다. 저장중 잎담배수분은 주로 당류의 분해에 의하여 생성되나(Akehurst, 1981 ; Tso, 1990), 저장 환경에 따라 휘산되며, 저장중 잎담배의 보습력은 낮아지는 것으로 알려져 있는데(Akehurst, 1981 ; 串田 등 1979), 본 연구에서 박엽의 감소폭이 컸던 것은 엽분간 보습력의 차이에서 기인된 것으로 생각된다. 버어리종의 경우 수분함량을 초기에 낮아졌다가 그 후 '98년 11월까지의 높아졌는데, '99년 5월 이후에는 시험초기와 비슷하게 되었다.

Moisture content

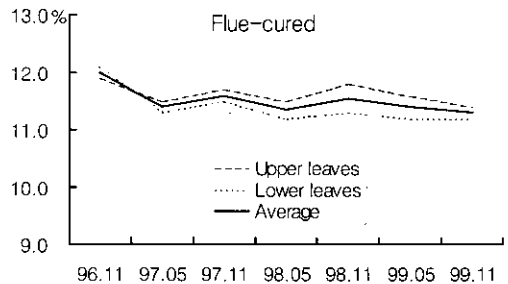
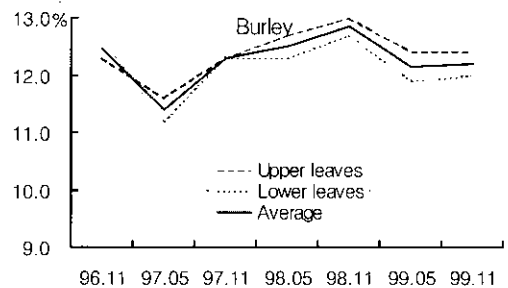


Fig. 1. Changes in moisture content of the processed tobacco leaves during storage

황색종의 경우와 마찬가지로 초기에는 박엽이 높았으나 말기에는 후엽이 높았다. 황색종과 버어리종의 수분변화양상이 다르게 나타난 것은 황색종(5층 참고)과 버어리종(2층 참고)의 저장환경조건이 달랐기 때문인 것으로 생각된다.

저장중 잎담배의 pH 변화는 그림 2와 같다. 먼저 황색종의 경우 '98년 11월까지의 완만하게 낮아지다가 그 후의 변화는 아주 미미하였는데, 동절기에 비하여 하절기의 변화가 큰 편이었다. 일반적으로 잎담배의 pH는 저장초기 6개월동안 상당히 낮아지는 것으로 알려져 있는데(Akehurst, 1981 ; 김 등, 1995), 본 연구에서 변화폭이 낮은 것은 2년동안의 숙성기간이 경과된 잎담배를 시료로 사용하였기 때문인 것으로 생각된다. 저장숙성중 pH가 낮아지는 것은 당으로부터 유기산이 생성되고 염기성 아민계 화합물이 암모니아와 같은 기체상 물질로 변화, 휘산되기 때문이라고 알려져 있다(Akehurst, 1981). 버어리종의 경우 황색종과는 달리 저장기간중 잎담배의 pH 변화는 아주 미

미하였는데, 이는 버어리종이 황색종에 비하여 숙성진행이 느리고 숙성기간도 길다는 보고(Darkis & Hackney, 1952, 김 등, 1995)와 같은 결과였다. 황색종에 비하여 버어리종의 pH가 높은 것은 황색종에 비하여 버어리종이 당함량이 현저히 낮고 조회분함량이 높기 때문이며, 본 연구에서 후, 박엽간의 pH차이가 황색종에 비하여 버어리종에서 컸던 것은 버어리종의 후, 박엽간의 조회분함량 차이가 황색종에 비하여 현저히 크기 때문인 것으로 생각된다.

저장중 잎담배의 전알칼로이드함량 변화는 그림 3과 같다. 먼저 황색종의 경우 '98년 11월까지의 완만하게 낮아지다가 그 후의 변화는 아주 미미하여 pH의 변화양상과 비슷하였다. 저장기간중 박엽에 비하여 후엽의 감소폭이 약간 컸으나 감소율은 박엽이 7.2%, 후엽은 8.4%로서 차이는 크지 않았다. 버어리종의 경우 황색종의 변화양상과 비슷하였으며, 동절기에 비하여 하절기의 감소폭이 컸다. 박엽에 비하여 후엽의 감소폭이 약간 컸으나,

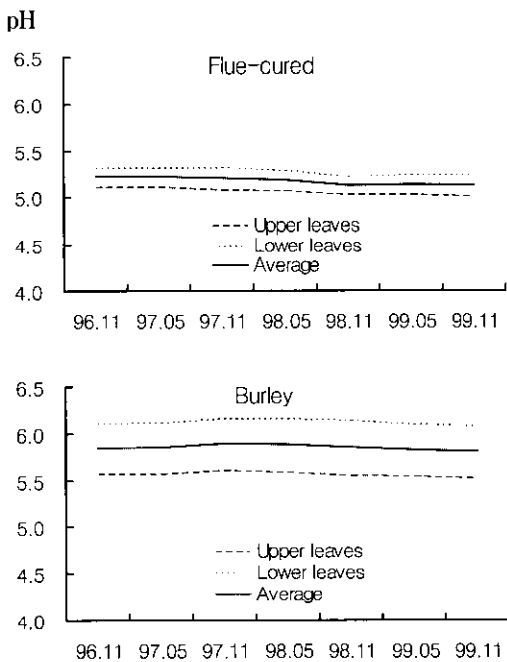


Fig. 2. The pH changes in the processed tobacco leaves during storage

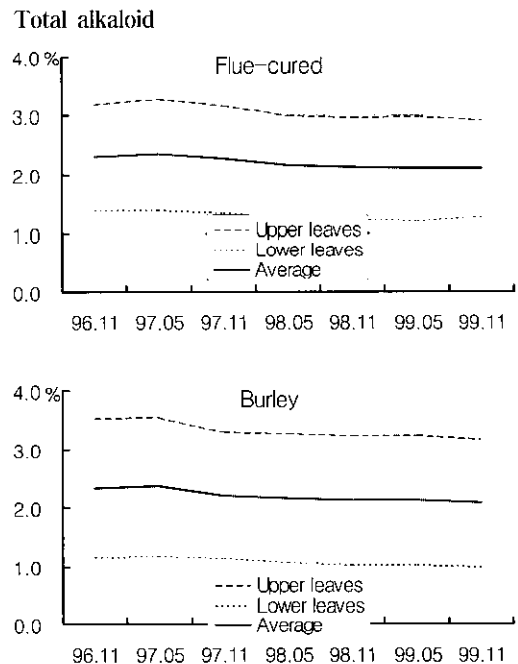


Fig. 3. Changes in total alkaloid content of the processed tobacco leaves during storage

감소율은 박엽이 13.9%, 후엽은 10.2%로서 오히려 박엽이 컸다. 등급별 감소율은 전알칼로이드함량이 낮은 CD₃W-2, CD₄TR-2, CD₅TR-1 등급에서 오히려 컸다. 저장숙성중 니코틴은 산화분해를 일으켜 니코틴아미드나 니코틴산과 같은 저분자물질로 분해됨으로써 감소된다고 하는데, 니코틴감소에 대한 만족할 만한 설명은 아직 없다(Akehurst, 1981).

저장중 잎담배의 전질소함량 변화는 그림 4와 같다. 먼저 황색종의 경우 저장기간중 평균함량이 3.03%에서 2.97%로 되어 1.9%의 낮은 감소율을 보였다. 반면 버어리종은 4.66%에서 4.54%로 되어 감소율은 2.6%이었다. 본 연구에서 황색종에 비하여 버어리종의 감소폭이 크게 나타난 것은 버어리종의 감소폭이 낮다고 한 보고(Darkis & Hackney, 1952)와는 달랐는데, 이는 본 연구에서는 양자간의 저장환경조건이 달랐기 때문인 것으로 생각된다.

저장중 황색종 잎담배의 전당함량 변화는 그림

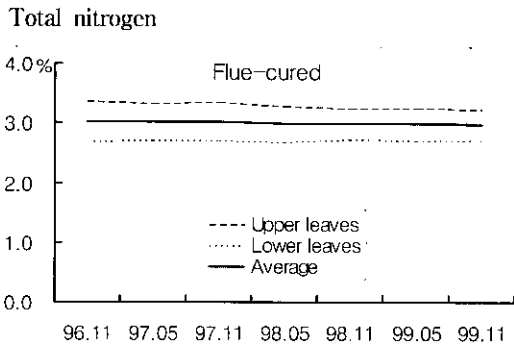


Fig. 4. Changes in total nitrogen content of the processed tobacco leaves during storage

5와 같다. 저장중 전당함량은 계속 감소되었는데 (Akehurst, 1981 ; 野口 等, 1968, 1967 ; 배, 1969 ; 김 등, 1995), pH와 마찬가지로 동절기에 비하여 하절기의 변화폭이 현저히 컸는데, 이는 숙성이 주로 화학반응에 의하여 이루어지고(Akehurst, 1981 ; Dickerson et al., 1976 ; Dickson et al., 1936 ; Tso, 1990), 저장실의 온습도가 숙성에 가장 크게 영향을 미치기 때문이다(野口 等, 1969, 1968 ; 三宅 等, 1978). 저장기간중 후엽은 11.16%에서 9.46%로 되어 15.2%의 감소율을 보였던 반면, 박엽은 7.96%에서 6.90%로 되어 감소율은 13.3%로서 함량이 높은 후엽의 감소율이 비교적 컸다. 저장숙성중 당은 주로 유기산으로 분해되지만(김과 안, 1997 ; Weybrew & Jones, 1962), 카르보닐화합물로 전환되어 아미노산과 반응하여 아마도리화합물을 생성함으로써 감소되는 것으로 알려져 있다(Akehurst, 1981 ; Dickerson et al., 1976 ; Dickson et al., 1936 ; Tso, 1990).

저장중 잎담배의 명도 변화는 그림 6과 같다. 먼저 황색종의 경우 '97년 11월까지의 낮아졌다가 점차 최초치와 비슷하게 되는 양상이었는데, 최초치와 최종치를 비교하여 볼 때, 박엽은 변화가 없었으나 후엽은 약간 낮아졌다. 버어리종의 경우 변화양상은 황색종과 비슷하였으나 변화정도는 황색종보다 작았으며, 후, 박엽간이나 계절간의 차이도 작았다.

저장중 잎담배의 적색도 변화는 그림 7과 같다. 먼저 황색종의 경우 '97년 11월까지의 높아졌다가

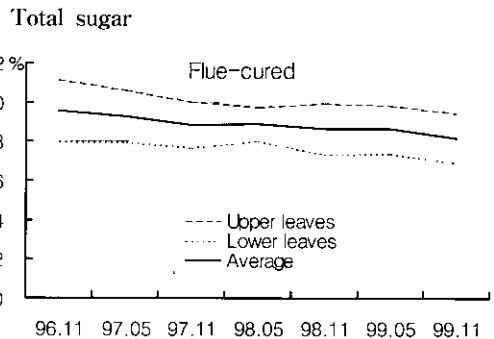
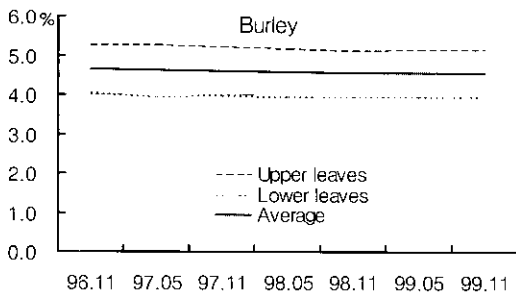
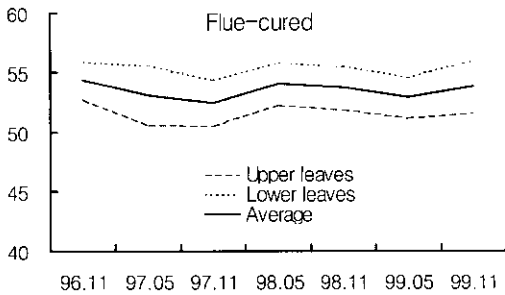


Fig. 5. Changes in total sugar content of the processed tobacco leaves during storage

장기저장시 가공 원료잎담배의 이화학성 변화

Lightness



Redness

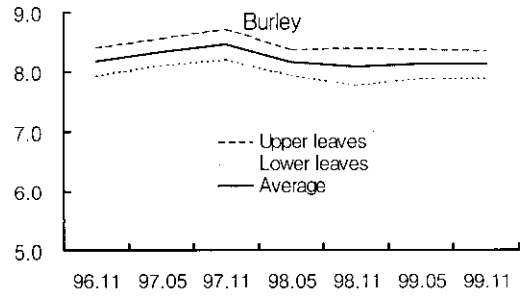
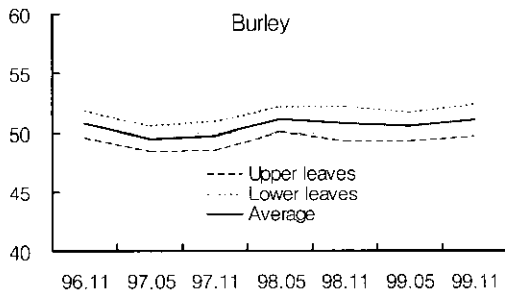
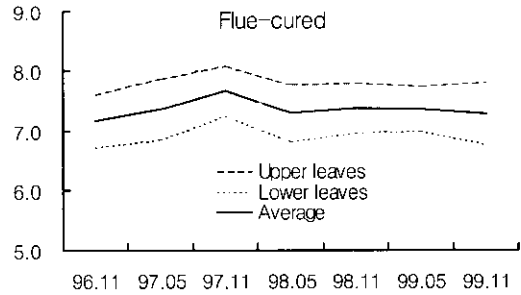


Fig. 6. Changes in lightness(L) of the processed tobacco leaves during storage [L : (white) +100 ↔ 0 (black)]

Fig. 7. Changes in redness(a) of the processed tobacco leaves during storage [a : (red) +100 ↔ -80 (green)]

그 후에는 낮아졌는데, '98년 5월이후에는 거의 변화되지 않았다. 최초치와 최종치를 비교하여 볼 때, 박엽은 변화가 없었으나 후엽은 약간 높아졌다. 버어리종의 경우 변화양상은 황색종과 같았으나, 변화정도나 후, 박엽간의 차이는 황색종보다 작았다.

저장중 잎담배의 황색도 변화는 그림 8과 같다. 먼저 황색종의 경우 '97년 11월까지의 낮아졌다가 그 후 높아졌는데, '99년 11월에는 최초치와 비슷하게 되는 경향이었으며, 최종치의 하락폭은 박엽에 비하여 후엽이 약간 컸다. 버어리종의 경우 변화양상은 황색종과 같았으나, 변화정도는 황색종에 비하여 작았으며, 후, 박엽간의 차이는 거의 나타나지 않았다.

황색종과 버어리종의 저장중 색상변화를 비교하여 볼 때, 변화폭은 황색종이 컸지만 변화양상이나 최초치로 복귀되는 현상은 같았다. 황색종에

비하여 버어리종의 색상변화가 작은 것은 음건종인 버어리종은 긴 건조기간중에 이미 색상이 충분히 변화되었고, 전담합량이 낮아 메일라드반응에 의한 갈색색소 생성량이 적기 때문인 것으로 알려져 있다(Akchurst, 1981 ; 김파 안, 1995 ; Wahlberg et al., 1977). 또한 저장기간중 잎담배의 명도와 황색도는 적색도와는 정반대의 변화양상을 보였는데, 이는 저장숙성중 황색도는 낮아지고 적색도는 높아져 명도가 낮아진다는 보고(김 등, 1995)와 같았다.

최초('96년 11월)와 최종('99년 11월)시료에 대하여 부풀성, 부스러짐저항성지수, 섬모생존기간을 조사한 결과는 표 1과 같다. 여기에서 시료는 후엽과 박엽의 해당 5개등급을 등량으로 배합한 것으로서, 부풀성과 부스러짐저항성지수는 각초로, 섬모생존기간은 킬련으로 조사하였다. 부풀성은 황색종의 경우 최종시료가 최초에 비하여 현저히

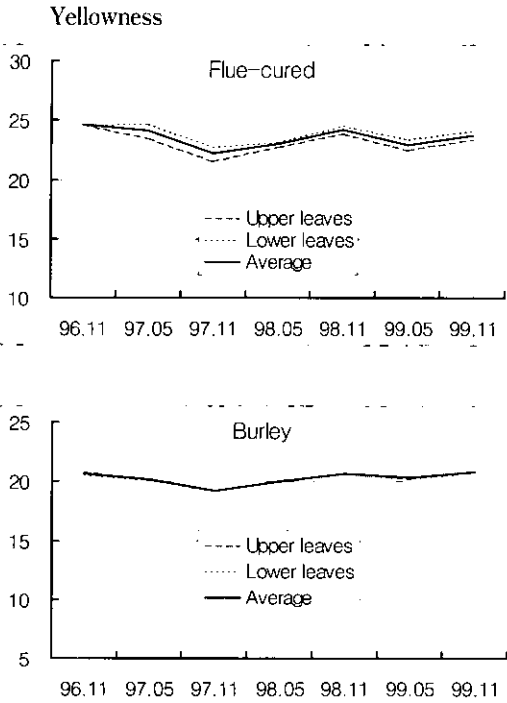


Fig. 8. Changes in yellowness(b) of the processed tobacco leaves during storage [b : (yellow) +70 ↔ -70 (blue)]

높아, 저장숙성중 부풀성이 높아졌다는 보고 (Akehurst, 1981 ; 배, 1969)와 같았으나, 버어리종의 경우에는 양자간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 부스리짐저항성지수는 담배종류나 엽분에 관계없이 최종시료에서 낮아, 장기저장시 잘 부스리지는 담배가 될 수 있다는 보고(Akehurst, 1981)와 같았다. 부스리짐저항성지수의 저하정도는 황색종이나 버어리종 모두 후엽에 비하여 박엽에서 큰 편이었다. 장기저장시 부스리짐저항성지수가 낮아지는 것은 엽중 당함량의 감소와 보습력의 저하에 주로 기인되는 것으로 알려져 있는데(Akehurst, 1981), 낮아진 정도가 원료일담배의 이용성에 영향을 미칠 정도는 아니었다고 하였다. 섬모생존기간은 담배종류나 엽분간에는 차이가 컸으나, 저장기간에 따른 차이는 그다지 크지 않은 것으로 나타났다. 그러나 버어리종 후엽에서는 최종시료가 최초에 비하여 섬모생존기간이 길어 다소 양호하였다.

단엽으로 제조한 필련의 끄미검정 결과는 표 2와 같다. 먼저 황색종의 경우, 박엽에서는 최종시료가 최초에 비하여 흡연만족감과 자극성이 높았으나 유의할 만한 차이는 아니었으며, 후엽에서는

Table 1. Comparison of filling capacity, shatter resistance index, and cilia stasis of the cut tobacco between two different storage periods.

Type	Stalk position	Sampling time (year, month)	Filling capacity (ml/g)	Shatter resistance index ^a	Cilia stasis (sec.)
Flue-cured	Upper leaves	'96. 11.	4.30 ± 0.04	2.655 ± 0.014	1,557 ± 142
		'99. 11.	4.44** ± 0.02	2.568** ± 0.012	1,635 ± 186
	Lower leaves	'96. 11.	4.60 ± 0.04	2.733 ± 0.014	874 ± 177
		'99. 11.	4.92** ± 0.06	2.633** ± 0.011	840 ± 128
Burley	Upper leaves	'96. 11.	5.21 ± 0.05	3.015 ± 0.033	253 ± 53
		'99. 11.	5.16 ± 0.05	2.924** ± 0.038	314** ± 45
	Lower leaves	'96. 11.	5.41 ± 0.08	3.293 ± 0.023	2,362 ± 257
		'99. 11.	5.38 ± 0.08	3.163** ± 0.018	2,276 ± 272

a : Shatter resistance index ; Range of 1~5, Lower value tobacco be shattered easily.

*, ** : 5% and 1% levels of probability, respectively (t-test).

장기저장시 가공 원료잎담배의 이화학성 변화

모든 항목에서 양자간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 버어리종의 경우, 박엽에서는 양자간에 차이가 없었던 반면, 후엽에서는 최종시료가 최초에 비하여 버어리종 고유맛, 흡연만족감, 향각미강도는 낮은 편이었고 자극성과 뒷맛은 높은 편이었는데, 유의성은 뒷맛에서만 인정되었다.

배합엽으로 제조한 제품담배(This)의 각미 및 섬모생존기간 조사결과는 표 3과 같다. 황색종을 대체하였을 경우 두 시료간에 각미차이는 없었고, 양호인원수는 최종시료에서 적었으나 유의성은 인

정되지 않았다. 버어리종을 대체하였을 경우 최종 시료의 완화성이 약간 낮고 양호인원수는 많았으나 모두 유의차는 없는 것으로 나타났다. 섬모생존기간은 황색종대체의 경우 최종시료에서 짧은 편이었으나, 버어리종대체의 경우에는 양자간에 차이가 없었다.

단엽 및 배합 제품의 연기성분은 표 4와 같다. 황색종 단엽의 경우, 박엽에서는 최종시료의 타르 함량이 약간 높은 편이었으나 후엽에서는 양자간에 차이가 없었다. 버어리종 단엽의 경우, 후엽에

Table 2. Comparison of characteristics of sensory test for the manufactured cigarettes between two different storage periods.

Type	Stalk position	Sampling time	Tobacco note	Amplitude	Impact	Irritation	After taste	No. of preference
Flue-cured	Upper leaves	'96. 11	4.88 ^a	5.13	4.94	5.38	4.63	9
		'99. 11	4.75	5.00	5.00	5.44	4.69	7
	Lower leaves	'96. 11	4.19	4.69	4.69	4.00	3.88	8
		'99. 11	4.44	5.19	5.00	4.38	3.75	8
Burley	Upper leaves	'96. 11	5.38	5.13	5.19	5.25	4.44	9
		'99. 11	4.94	4.75	4.81	5.63	5.00*	7
	Lower leaves	'96. 11	4.88	4.75	4.94	5.06	4.50	9
		'99. 11	4.69	4.69	4.75	5.13	4.56	7

a : Range ; (weak) 0~10 (strong).

Table 3. Comparison of characteristics of sensory test and cilia stasis of the blended cigarette ("This " brand) between two different storage periods.

Item	Sampling time	Sensory test					Cilia stasis (sec.)
		Aroma	Taste	Mildness	Irritation	Preference	
Flue-cured substituted	'96. 11	1.73	2.09	1.73	2.00	10	438 ±48
	'99. 11	1.64	1.91	1.55	2.00	6	354*±78
Burley substituted	'96. 11	2.09	2.18	1.91	2.18	7	400 ±68
	'99. 11	1.91	2.36	2.27	2.27	10	394 ±39

* Sensory test : 1 ; Good, 2 ; Fair, 3 ; Low

Table 4. Comparison of chemical components in cigarette smoke between two different storage periods.

Item	Type	Stalk Position	Sampling time	Nicotine (mg/cig.)	CO (mg/cig.)	Tar (mg/cig.)	Puff No.
No blending cigarette	Flue-cured	Upper leaves	'96. 11	2.22	12.82	16.72	12.2
			'99. 11	2.22	13.01	16.68	12.4
		Lower leaves	'96. 11	0.94	10.61	10.77	10.3
			'99. 11	0.95	11.19	11.53	10.7
	Burley	Upper leaves	'96. 11	2.10	13.12	13.86	9.1
			'99. 11	2.27	13.83	14.07	9.7
	Lower leaves	'96. 11	0.71	11.31	8.61	6.8	
		'99. 11	0.72	10.91	9.24	6.9	
Blending cig.(This)	Flue-cured	substituded	'96. 11	0.92	8.06	8.59	8.0
			'99. 11	0.91	8.01	8.40	8.1
	Burley	substituded	'96. 11	0.88	8.64	8.29	7.6
			'99. 11	0.90	8.05	8.79	7.9

서는 최종시료의 니코틴함량이 다소 높고 흡연회수가 약간 많았던 반면, 박엽에서는 최종시료의 타르함량이 약간 높았다. 배합제품의 경우, 황색종을 대체하였을 때에는 양자간에 차이가 없었으나, 버어리종을 대체하였을 때에는 최종시료의 타르함량이 다소 높은 편이었다.

이상(표 1~4 : 물리성, 섬모생존기간, 킁미, 연기성분)의 결과로 볼 때, 장기저장 잎담배가 부스러짐저항성지수가 낮아진 것 외에는 별다른 악영향은 없고, 오히려 부풀성은 높아져, 불가피할 경우 잎담배를 장기보관 사용해도 좋을 것으로 판단된다.

결 론

최근 일부 원료잎담배의 재고가 누적되어 장기저장이 불가피한 실정으로서, 장기저장시 원료엽의 성장변화와 원료가치를 평가, 활용방안을 모색하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

잎담배 pH와 니코틴함량은 가공후 4년까지는

완만하게 낮아졌으나 그 후에는 거의 변화되지 않았고, 전당함량은 가공후 5년까지도 계속 감소되었으나, 전질소함량의 변화는 미미하였다. 저장중 잎담배의 색상은 변화는 있었으나 최초와 최종 시료간의 차이는 없었으며, 장기저장시 부풀성은 높아지고 부스러짐저항성지수는 낮아졌지만, 단엽 및 배합제품의 킁미, 섬모생존기간, 연기성분 등은 최초와 최종 시료간에 유의할 만한 차이는 없었다.

잎담배를 가공후 5년까지 저장하였을 때, 부스러짐저항성지수가 낮아진 것 이외는 별다른 역효과가 없는 것으로 나타나, 불가피할 경우 원료엽을 가공후 5년까지 보관, 사용해도 괜찮을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Akehrst, B. C. (1981) Tobacco, 2nd ed., p.566-577. Longman Inc. New York, U.S.A.
 배효원 (1969) 황색종 잎담배의 발효숙성촉진에 관한 연구, 수연 11호 : 10-25.

- Darkis, F. R. and Hackney, E. J. (1952) Cigarette smoke, chemical changes that occur during processing, *Ind. Engng. Chem. Ind. Edn.* 44 : 284-291.
- Dickerson, J. P., Roberts, D. L., Miller, C. W., Lloyd, R. A. and Rix, C. E. (1976) A new technique for analysis of the semivolatle phase of smoke, *Tob. Sci.* 20 : 71-74.
- Dixon, L. F., Darkis, F. R., Wolf, F. A., Hall, J. A., Jones, E. P. and Gross, P. M. (1936) lue-cured tobacco, Natural ageing of flue-cured cigarette tobaccos, *Ind. Eng. Chem. Ind. Eng* 28 : 180.
- 김상범, 박태무, 안동명, 이경구, 이윤환 (1995) 건엽과 가공엽의 저장시 이화학성 변화, *한국연초학회지* 17(2) : 126-138.
- 김상범, 안동명(1997) 담배연구의 최근동향(한국연초학회), 원료 잎담배의 숙성과 발효, p.33-50.
- 串田幸雄, 勝山則男, 菊池祥夫, 三宅嘉之, 千葉聖一, 川島伸磨 (1979) 葉たばこの發酵に關する研究(第4報), 發酵葉の物理性と通氣乾燥特性, *宇都宮煙試報* 17 : 61-69.
- 이상하, 민영근, 이미자, 서철원, 이완남, 이경구 (1985) 담배연구보고서(담배제조분야), 잎담배저장 및 숙성 연구, 한국인삼연초연구소.
- 三宅嘉之, 串田幸雄, 蒲生賢次, 秋谷達司 (1978) 葉たばこの發酵に關する研究(第2報), 發酵處理時の溫濕度條件と葉たばこの香喫味との關係, *宇都宮煙試報* 16 : 41-54.
- 野口正雄, 高橋計之助, 船岡紘子, 山口典子, 横山美智子, 大城靖子, 大山佳代子, 西田 耕, 玉置英之助 (1969) 葉たばこの貯藏熟成に關する研究(第5報), 産地區分 A,C,D 各本葉1等の 熟成促進比較試験, *專賣中研報* 111 : 1-4.
- 野口正雄, 浜島衝男, 山本恭子, 高橋計之助, 大城靖子, 船岡紘子, 山口典子, 横山美智子, 西田耕, 玉置英之助 (1968) 葉たばこの貯藏熟成に關する研究(第4報), 實用規模試験における 内容成分變化について, *專賣中研報* 110 : 7-15.
- 野口正雄, 浜島衝男, 山本恭子, 齊藤憲二, 高橋計之助, 大城靖子, 船岡紘子, 山口典子, 横山美智子, 星野和子, 西田 耕, 玉置英之助(1967) 葉たばこの貯藏熟成に關する研究(第2報), 香喫味料黄色種葉熟成促進試験, *專賣中研報* 109 : 9-24.
- Tso, T. C. (1990) Production, Physiology and Biochemistry of Tobacco Plant. p.125-134. IDEALS, Inc. Beltsville, Maryland, U.S.A.
- Wahlberg, I., Karlsson, K., Austin, D. J., Junker, N., Roeraade, J. and Enzell, C. R. (1977) Effects of flue-curing and ageing on the volatile neutral and acidic constituents of Virginia tobacco, *Phytochemistry* 16-8 : 1217-1231.
- Weybrew, J. A. and Jones, L. A. (1962) The elaboration of carbonyls by tobacco during growth and flue-curing, *Tob. Sci.* 6 : 164-166.