

## 기상요인에 의한 버어리종 잎담배의 이화학적 특성 예측

정기택\* · 조수현 · 복진영 · 이종률

KT&G 중앙연구원  
(2007년 5월 28일 접수)

### Prediction of Chemical and Physical Properties by Climatic Factors in Burley Tobacco

Kee-Taeg Jeong\*, Soo-Heon Cho, Jin-Young Bock and Joung-Ryoul Lee

KT&G Central Research Institute

(Received May 28, 2007)

**ABSTRACTS** : This study was conducted in order to predict the chemical and physical properties by climatic factors during the growing season of burley tobacco as soon as possible. The data of six chemical and five physical properties were collected from "Analysis of chemical and physical properties on farm leaf tobacco" conducted at KT&G Central Research Institute from 1987 to 2006. Data of climatic factors from April to July in 6 districts were collected from Korea Meteorological Administration. Except for total nitrogen, total nitrogen/nicotine and yellowness(b), all probabilities of linear regression equations between the climatic factors(X) and the average contents of twelve grades(whole plant) for chemical and physical properties(Y) were significant( $P \leq 0.05$ ). The predictable probabilities within  $\pm 20\%$  range of difference were 100% in ether extract content, 95% in nicotine content, and 90% in filling value. These results suggest that the regression equations may be useful to predict the average content of twelve grades for four chemical and four physical properties by climatic factors during the growing season of burley tobacco at the beginning of August.

**Key words** : Chemical property, physical property, climatic factor.

잎담배의 이화학적 특성은 유전적 요인(품종), 재배방법, 건조방법 및 기상조건에 따라 달라진다. 가장 중요한 기상조건은 재배기간 중 무상(無霜)기간이 최소 120~140일이다. 또한 담배식물의 기본적인 생화학적, 생리학적 과정을 위하여 적절한 수분, 충분히 높은 온도 그리고 많은 일조량이 필수적이

다(Davis and Nielsen, 1999). 적정한 수분공급은 최대 영양생장기(이식 후 4~8주)에 중요하다. 성숙기에 수분이 부족할 때는 건조엽의 품질이 떨어지므로 충분한 관개가 필요하다(Long and Weybrew, 1982). 최대 영양생장기에 이상적인 온도는 최저 18~22°C와 최고 28~32°C이다. 일반적으로 모든

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

\*Corresponding author : KT&G Central Research Institute, 302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea(Phone : 82-42-866-5528 ; fax : 82-42-866-5426 ; e-mail : ktjeong@ktng.com)

종류의 담배에서 일조가 부족하고 습한 날씨와 13°C이하의 저온이 겹치면 바람직하지 못하다. 어 린모일 때에 습하고 추운 날씨는 조기개화를 유도 한다(Davis and Nielsen, 1999). 버어리종 잎담배에 서 연기 품질의 연차(기상) 간 차이가 말칭처리의 차이보다 더 크고(Takahashi *et al*, 1992), 연기와 잎담배 성분의 연차 간 차이가 유전적 차이(품종) 보다 더 크다(Nielsen and Collins, 1985). 이와 같 이 기상요인은 담배식물의 생장과 건엽 중의 이화 학적 특성 및 연기의 품질을 크게 좌우한다. 지금 까지 기상과 수량(허일, 1968 ; 정태익 등, 1980 ; 조성진 등, 1989 ; Takahashi *et al*, 1992), 품질(이 용득 등, 1989a ; 1989b, 이용득, 1995 ; Takahashi *et al*, 1992) 및 관능특성(Takahashi *et al*, 1992)과 의 관계가 보고되어 있고 화학성분과의 기상요인파 의 상관 관계(정 등, 2004 ; 김 등, 2006)가 일부 밝혀져 있으나 기상요인에 의하여 이화학 성분 함 량을 예측하는 연구는 찾아 볼 수 없다. 따라서 본 연구는 버어리종에서 생육기간의 기상요인에 의하 여 잎담배의 이화학적 특성을 가능한 한 조기에 예 측하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

본 연구의 이화학적 특성은 KT&G 중앙연구원 에서 20년 동안(1987~2006) 조사한 "산지 잎담배의 이화학적 특성 조사(양 등, 1990 ; 박 등, 1997 ; 조 등 ; 2003 ; 정 등, 2006)"를 이용하였다. 화학성분 분석용 시료는 주맥을 제거한 엽육을 60°C 건조기 에서 건조한 후 분쇄하여 사용하였다. 화학성분(니 코틴, 전질소, 조회분, 에테르추출물, 염소)의 분석 은 우리 연구원의 담배 성분분석법에 따랐다. 니코 틴은 자동분석기(Bran+Luebbe), 전질소는 Kjeldahl 법('01년 이전)과 CNS분석기(Leco CNS-2000), 염 소는 이온분석기(Orion 720A), 에테르추출물은 Soxhlet 장치, 회분은 전기로, 부풀성은 Densimeter (Heinr Borgwaldt)를 이용하여 측정하였다. 주맥비 율은 주맥(중골)과 엽육을 수작업으로 분리하여 각 각의 무게로 계산하였다. 잎담배 색상은 색채색차 계(Minolta CR-200)로 측정하였다. 기상요인은 기 상청 자료(KMA, 2006)에서 버어리종의 재배지역

6 개소(대전, 서산, 전주, 군산, 광주, 여수)를 선정 하여 재배기간(4월~7월) 중 일 평균기온, 강우량, 일조시간 및 상대습도에 관한 자료를 수집하였다. 연도별 이화학적 특성의 함량은 하엽, 중엽, 본엽 및 상엽의 각 1, 2, 3등인 12개 등급의 평균값(이하 전엽 평균)을 사용하였다. 회귀식의 산출과 유의성 검정은 통계 프로그램 SPSS를 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 기상요인과 이화학성분의 전엽 평균 함량과의 회귀 관계

이화학적 특성의 전엽 평균 함량과 기상요인과의 회귀식에 대한 유의성 검정 결과는 Table 1과 같 다. 전질소, 전질소/니코틴 비 및 황색도(b)를 제외 한 모든 특성에서 회귀식의 유의성이 인정되었다( $P \leq 0.05$ ). 기상요인( $X_n$ ) 중  $X_1$ 이 주요인이고  $X_2$  이 하는 부요인이다. 따라서 이화학 성분 함량에 크게 영향을 미치는 주요인 기상( $X_1$ )에 관하여 설명한다. 니코틴 함량은 6월의 상대습도와 부(-)의 회귀로 나타났다. 이는 습한 해의 니코틴 함량이 건조한 해보다 낮다는 보고(Carkarowski *et al*, 1990)와 유 사하였다. 높은 상대습도는 잎 속에서 수분 증발을 감소시키고 뿌리에서 잎으로 영양분의 흐름을 크게 저해시키기 때문에 니코틴 함량이 감소된다(Long and Woltz, 1977). 조회분 함량은 6월의 강우량과 부(-)의 회귀가 나타났다. 강우량의 증가는 조회분 함량을 감소시킨다는 보고(Liu, 1978)와 비슷하였 다. 에테르추출물 함량은 7월의 일조시간과 정(+) 의 회귀가 나타났다. 주간 최고온도가 높을수록 에 테르추출물의 함량이 증가된다는 보고(Tsai and Hsieh, 1981)와 유사하였다. 염소 함량은 4~7월의 강우량과 부(-)의 회귀가 나타났다. 강우량의 증가는 염소 함량이 낮아진다는 보고(Van der Merwe, 1977)와 일치하였다.

부풀성은 4~6월의 일평균기온과 정(+)의 회귀가 나타났다. 이는 건조하고 더운 기상에서 자란 잎담 배의 부풀성이 높다는 결과(Nielsen and Collins, 1985)와 유사하였다. 주맥비율은 5월의 일조시간과 부(-)의 회귀가 나타났다. 4~7월의 일조시간과 4~

Table 1. Linear regression equation between the climatic factors(X) and the average contents of twelve grades for chemical and physical properties(Y), and its probability in burley tobacco(1987~2006)

Physiochemical properties(Y)	Linear regression equation	Climate factors(X <sub>n</sub> )
Nicotine(%)	Y <sub>1</sub> = 8.088 -0.071X <sub>1</sub> ** Y <sub>2</sub> = 15.588-0.090X <sub>1</sub> -0.353X <sub>2</sub> ** Y <sub>3</sub> = 18.745-0.094X <sub>1</sub> -0.438X <sub>2</sub> -0.0065X <sub>3</sub> **	1. Relative humidity(June) 2. M.D.A.T <sup>1)</sup> (April~June) 3. Sunshine hour(April)
Total nitrogen(%)	NS	
Total nitrogen/nicotine	NS	
Crude ash(%)	Y <sub>1</sub> = 22.087-0.0041X <sub>1</sub> *	1. Rainfall(June)
Ether extract(%)	Y <sub>1</sub> = 4.021+0.0139X <sub>1</sub> **	1. Sunshine hour(July)
Chloride(%)	Y <sub>1</sub> = 1.397 -0.0031X <sub>1</sub> ** Y <sub>2</sub> = -2.340-0.0054X <sub>1</sub> +0.05073X <sub>2</sub> **	1. Rainfall(April~July) 2. Relative humidity(July)
Filling value(cc/g)	Y <sub>1</sub> = -3.234+0.560X <sub>1</sub> *	1. M.D.A.T(April~June)
Midrib ratio(%)	Y <sub>1</sub> = 37.833-0.027X <sub>1</sub> **	1. Sunshine hour(May)
L(Lightness)	Y <sub>1</sub> = 49.480+0.0124X <sub>1</sub> * Y <sub>2</sub> = 72.773+0.01024X <sub>1</sub> -1.291X <sub>2</sub> **	1. Rainfall(June~July) 2. M.D.A.T(April~June)
a(Redness)	Y <sub>1</sub> = -3.551+0.588X <sub>1</sub> **	1. M.D.A.T(April~July)
b(Yellowness)	NS	

\*, \*\* : Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

1) : Mean daily air temperature.

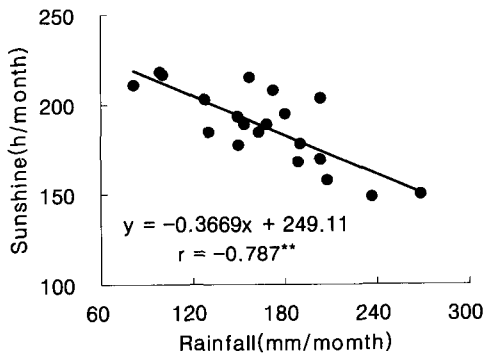


Fig. 1. Relationships between rainfall(April~July) and sunshine hour(April~July) during from 1987 through 2006.

7월의 강우량과의 상관은 부(r=-0.787 ; P≤0.01)로 나타났다(Fig. 1). 그러므로 일조시간이 길면 강우량이 적어져 토양수분이 감소한다. 수분의

부족(미관개)은 주백비율을 감소시킨다(Lazaroski et al, 1975). 명도는 6~7월의 강우량과 정(+)의 회귀가 나타났다. 강우량이 많고 일조량이 적었던 해의 잎담배는 담갈색이 강하다는 보고(김 등, 2006)와 유사하였다. 적색도는 4~7월의 일평균온도와 정(+)의 회귀가 나타났다. 기온이 높은 해의 잎담배 색상은 농갈색이 강하다는 보고(김 등, 2006)와 유사하였다.

## 2. 이화학 성분의 예측 값과 실측 값의 비교

기상요인에 의한 이화학성분의 예측 값과 실측 값을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 실측 값에 대한 예측 값의 차이를 비율로 나타냈다. 실측 값에 대한 예측 값의 20년간 평균치는 차이율에서 3개 성분이 0.5~2.7%로 비교적 정확하였다. 실측 값에 대한 예측 값의 차이 범위에 따른 예측 확률(% ; 100 x 차이범위내의 개수/전체 개수)을 계산한

기상요인에 의한 버어리종 잎담배의 이화학적 특성 예측

Table 2. Ratios of difference between the observed and predicted values in burley tobacco (1987~2006)

Year	Nicotine(%) <sup>1)</sup>			Ether ext.(%) <sup>2)</sup>			Filling value(cc/g) <sup>3)</sup>		
	O.V. <sup>4)</sup>	P.V. <sup>5)</sup>	R.D <sup>6)</sup>	O.V.	P.V.	R.D	O.V.	P.V.	R.D(%)
1987	3.27	3.08	5.8	6.50	5.40	16.9	5.16	6.09	-18.0
1988	2.39	2.78	-16.4	6.40	5.90	7.8	5.44	6.27	-15.3
1989	2.46	2.75	-11.7	6.20	6.34	-2.2	5.22	6.46	-23.8
1990	2.43	2.52	-3.6	6.00	6.28	-4.6	6.30	6.08	3.4
1991	2.32	2.50	-8.0	5.89	5.41	8.2	7.46	6.45	13.6
1992	3.63	3.24	10.9	6.84	6.57	3.9	6.39	6.02	5.7
1993	2.43	2.50	-3.1	5.99	5.80	3.2	6.42	6.11	4.8
1994	2.63	2.78	-5.7	7.53	7.69	-2.1	6.86	6.82	0.6
1995	3.23	3.21	0.5	5.93	6.16	-3.8	6.64	5.95	10.4
1996	2.82	2.37	16.0	6.39	6.70	-4.9	6.28	5.85	6.8
1997	2.10	2.68	-27.6	6.77	6.26	7.5	6.29	6.57	-4.3
1998	2.44	2.31	5.6	5.47	6.06	-10.8	6.73	6.94	-3.2
1999	2.63	2.65	-0.6	6.22	6.19	0.5	6.22	6.57	-5.7
2000	2.89	2.95	-2.1	6.84	6.43	6.1	6.14	6.22	-1.3
2001	2.81	2.69	4.5	6.68	6.25	6.4	6.77	6.79	-0.4
2002	3.52	3.25	7.5	6.40	5.94	7.1	7.08	6.71	5.2
2003	2.63	2.82	-7.5				7.63	6.67	12.6
2004	3.15	3.18	-0.7				6.95	6.66	4.1
2005	2.84	2.55	10.0	5.59	5.79	-3.5	7.14	6.70	6.1
2006	3.51	2.94	16.4	5.68	4.94	13.0	5.22	6.27	-20.1
Mean	2.81	2.79	-0.5	6.30	6.12	2.7	6.42	6.41	-0.9

1) : Calculated by Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub> and Y<sub>3</sub> of linear regression equations.

2), 3) : Calculated by Y<sub>1</sub> of linear regression equation, respectively.

4) : Observed value, 5) : Predicted value,

6) : Ratio of difference[(100 \* Observed value - Predicted value)/Observed value]

결과는 Table 3과 같다. 니코틴 함량은 차이범위 ±5%, ±10%, ±15%, ±20% 및 ±25.0% 이내에서 예측 확률이 각각 35.0%, 70.0%, 80.0%, 95.0% 및 95.0%이었다. 에테르추출물 함량은 차이범위 ±5%, ±10%, ±15% 및 ±20% 이내에서 예측 확률이 각각 50.0%, 83.3%, 94.4% 및 100.0%이었다. 부풀성은

차이범위 ±5%, ±10%, ±15%, ±20% 및 ±25% 이내에서 예측 확률이 각각 40.0%, 65.0%, 80.0%, 90.0% 및 100.0%이었다. 전체적으로 ±20% 이내의 차이에서 이화학 특성을 예측할 수 있는 확률은 에테르추출물 함량이 100%, 니코틴 함량과 부풀성은 각각 95%와 90%이었다. 따라서 버어리종 잎담배

에서 생육기간의 기상요인에 의하여 8 개 항목의 이화학적 특성에 대하여 12개 등급(전엽) 평균 함량을 조기(8월 상순)에 예측하는 데 활용할 수 있을 것이다.

Table 3. Changes of the predicible probability in proportion to the range of difference for predicted values to observed values in burley tobacco(1987~2006)

Range of error	Predicable probability(%) <sup>1)</sup>		
	Nicotine	Ether ext.	Filling value
± 5%	35.0	50.0	40.0
± 10%	70.0	83.3	65.0
± 15%	80.0	94.4	80.0
± 20%	95.0	100.0	90.0
± 25%	95.0		100.0

<sup>1)</sup> : (100 × Number within range of difference / total number).

## 결 론

본 연구는 생육기간의 기상요인에 의하여 버어리종 잎담배의 이화학적 특성을 가능한 한 조기에 예측하고자 수행하였다. 11 개 항목의 이화학적 특성은 KT&G 중앙연구원에서 20년간(1987~2006) “산지 잎담배의 이화학적 특성 조사” 자료를 이용하였다. 기상요인은 기상청 자료에서 버어리종의 재배지역 6 개소(대전, 서산, 전주, 군산, 광주, 여수)를 선정하여 재배기간(4월~7월) 중 일 평균기온, 강우량, 일조시간 및 상대습도에 관한 자료를 수집하였다. 기상요인(X)과 이화학 특성의 12 개 등급(전엽) 평균 함량(Y)과의 회귀식에서 전질소, 전질소/니코틴 비 및 황색도(b)를 제외하고 8 개 항목 모두 유의성이 인정되었다( $P \leq 0.05$ ). ±20% 이내의 차이에서 이화학 특성의 함량을 예측할 수 있는 확률은 에테르추출물 함량이 100%, 니코틴 함량이 95.0%, 부풀성이 90.0%이었다. 본 연구 결과는 버어리종 잎담배에서 생육기간의 기상요인에 의하여 8 개 항목의 이화학적 특성에 대하여 전엽 평균 함량을 조기(8월 상순)에 예측하는 데 활용할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- Cavkaroski, D., Grabuloski, T. Aceska, N. and Risteski, I. (1990) The effect of biological conditions(climate) upon the chemical content of Virginia tobacco varieties. *Bul. Sp. CORESTA*, Symposium Kallithea, p. 120, abstr. A11.
- Davis, D. L. and Nielsen, M. T. (1999) TOBACCO, Production, Chemistry and Technology, Blackwell Science, United Kingdom : 10-11.
- KMA (2004) 기상청 ; [http://web.kma.go.kr/gw.jsp?ato=/open/open\\_main.html/기상자료제공/기상자료제공신청/민원안내/용도/무료자료제공](http://web.kma.go.kr/gw.jsp?ato=/open/open_main.html/기상자료제공/기상자료제공신청/민원안내/용도/무료자료제공).
- Lazaroski, T., Todoroski P. and Pasoski D. (1975) Influence of irrigation on tobacco yield and quality. 9th Symp. Tob. Res. Yugosl., Skopje, 1975 abstr.
- Liu, C. U. (1978) Influence of soil moisture and meteorological factors on the plant water relations and on the yield and quality of flue-cured tobacco. *Bull. Taiwan Tob. Res. Inst.* 8 : 25-37.
- Long, R. C. and Weybrew, J. A. (1982) Effect of moisture management on flue-cured tobacco quality. *Proceedings 19th Annual NC Irrigation Conference* 19 : 9-19.
- Long, R. C. and Woltz, W. G. (1977) Environmental factors affecting the chemical composition of tobacco. *In Recent Advances in the Chemical Composition of Tobacco and Tobacco Smoke*. 173d Am. Chem. Soc., New Orleans. 116-163.
- Nielsen, M. T. and Collins, G. B. (1985) Genotypic and environmental influences on smoke components and leaf chemical constituents in burley tobacco. *Tob. Sci.* 29 : 139-143.
- Rizo, M. O. and Castro C. O. (1982) Changes in the chemical and physical properties of tobacco leaves according to their stalk position. II. *An. INIA, Ser. Agric.*, 20, p. 123-42., ISSN. 0213-635X.

- Takahashi, Y., Tadimi, K. and Takahashi, T. (1992) Influences of different mulched cultivation on growth, yield, quality and smoking quality of Burley tobacco. *Bull. Leaf Tob. Res.* 2(43) : 301-316.
- Tsai, C. F. and Hsieh, R. H. (1981) Study on the petroleum ether extracts content in Taiwan flue-cured tobacco. *Bull. Taiwan Tob. Res. Inst.* 14 : 53-61.
- Van der Merwe, M. S. (1977) Chloride distribution in the tobacco leaf. CORESTA Meet. Agro-Phyto Groups/Relation Groups Agro-Phyto, Montreux, AP35.
- 김상범, 정기택, 조수현, 복진영, 이종률 (2006) 생산 연도 및 지역별 버어리종 잎담배의 이화학적 평가. *한국연초학회지* 28(1) : 9-16.
- 박태무, 이윤환, 안동명, 김상범, 이경구, 김용규 (1997) 원료 잎담배 품질 분석 및 개선에 관한 연구. *한국인삼연초연구원, 담배연구보고서(제조분야)* : 775.
- 양광규, 이윤환, 안동명, 김상범, 이경구 (1990) 원료 잎담배 특성에 관한 연구. *한국인삼연초연구원, 담배연구보고서(제조분야)* : 209.
- 이용득, 김정환, 한원식 (1989a) 황색종 잎담배 품질과 기상요인과의 관계분석 I. 박엽의 등급별 수량분포와 기상요인. *한국작물학회지* 34(2) : 163-169.
- 이용득, 한원식, 김정환 (1989b) 황색종 잎담배 품질과 기상요인과의 관계 분석. II. 후엽 등급별 수량분포와 기상요인. *한국작물학회지* 34(3) : 229-234.
- 이용득 (1995) 기상요인과 잎담배의 품질과의 관계. *한국작물학회지* 40(1) : 120-124.
- 정기택, 복진영, 이종률 (2004) 기상요인과 버어리종 잎담배의 화학성분과의 관계. *한국연초학회지* 26(2) : 85-92.
- 정기택, 복진영, 조수현, 김윤동, 이종률 (2006) 원료 잎담배 품질의 평가 및 향상 연구. *KT&G 중앙연구원 연구보고서* : 62-14.
- 정태익, 정원채, 신주식 (1980) 기상환경이 잎담배 생산에 미치는 영향에 관한 연구. *한국기상학회지* 16(1) : 37-44.
- 조수현, 김상범, 정기택, 복진영, 안대진, 김용규, 정열영, 이종률 (2003) 원료엽 품질평가 및 품질 균일성 향상 연구. *KT&G 중앙연구원 연구보고서* : 42.
- 조성진, 이윤환, 홍순달, 김재정 (1989). 연초생육기간동안의 강수량, 일조시간 및 증발량 등과 연초수량과의 상호관계. *한국토양비료학회지* 22(4) : 285-289.
- 허일 (1968) 잎담배 수량에 영향하는 기상요소에 대한 고찰. *한국작물학회지* 4(1) : 97-102.