

기상요인과 버어리종 잎담배의 화학성분과의 관계

정기택* · 복진영 · 이종률

KT&G 중앙연구원
(2004년 10월 28일 접수)

Relationship between Weather Factors and Chemical Components of Burley Tobacco

Kee-Taeg Jeong*, Jin-Young Bock and Joung-Ryoul Lee

KT&G Central Research Institute

(Received October 28, 2004)

ABSTRACTS : This study was conducted to investigate the relationship between weather factors during the growing season and chemical components of burley tobacco. Chemical components used in this study was from "Farm Leaf Tobacco Test" conducted at KT&G Central Research Institute from 1987 through 2002. Data of weather factors during growing season(April to July) were collected in 6 districts measured at Korea Meteorological Administration(KMA). Total nitrogen content was increased from 1987 through 2002. Year to year variation of rainfall was the largest, followed by that of sunshine hour. Month to month variation of rainfall also was the largest, followed by that of mean daily air temperature. A negative correlation was found between rainfall and sunshine hour. Relative humidity(R.H.) was correlated positively with rainfall, whereas negatively with sunshine hour. The negative correlations were found between nicotine content and rainfall(in June, May~June, June~July, May~July and average), and R.H.(in June, May~June, June~July, May~July and average), respectively. The negative correlations were found between crude ash content and rainfall(in June and May~June), and R.H.(in June, May~June, June~July and May~July), respectively. Ether extraction content was correlated positively with mean daily air temperature(in July, June~July and May~July) and with sunshine hour(in July, June~July and May~July), but negatively with rainfall(average) and with R.H.(in April, July, June~July, April~June, May~July and average), respectively. Chloride content was correlated positively with sunshine hour(in May, April~May, May~June, April~June, May~July and average), but negatively with rainfall(in June, May~June, June~July, April~June, May~July and average).

Key words : burley, weather factor, chemical component

담배의 원산지는 아열대 지역이지만 경제작물로 위도에서 북위 55°와 남위 40°사이이다. 가장 중요 세계의 여러 곳에서 재배되고 있다. 재배지역은 한 환경조건은 재배기간 중 무상(無霜)기간이 최소

*연락처 : 305-805 대전광역시 유성구 신성동 302번지, KT&G중앙연구원

*Corresponding author : KT&G Central Research Institute, 302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea

120~140일이다. 또한 담배식물의 기본적인 생화학 적, 생리학적 과정을 위하여 적절한 수분과 충분히 높은 온도 그리고 많은 일조량이 필수적이다 (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). 황색종의 최대영양생장기에 이상적인 온도는 최저 18~22°C와 최고 28~32°C이다. 일반적으로 모든 종류의 담배에서 일조가 부족하고 습한 날씨와 13°C 이하의 저온이 겹치면 바람직하지 못하다. 어린 모일 때에 습하고 추운 날씨는 조기개화를 유도한다(Davis and Nielsen, 1999). 기상조건에 따라 일담배의 물리적 특성, 화학적 조성 및 관능 품질이 달라진다. 건조한 기상에서 자란 담배는 세포구조가 조밀하게 되어 부풀성이 낮다. 이 때 엽육은 두텁고 표면에 많은 수지분비물을 함유하여 표면이 거칠어 가죽과 같은 조직이 된다. 화학적으로는 건조엽 중 니코틴과 질소 함량이 높고 당분 함량은 낮아 관능에서 자극성과 향각미 강도가 높아진다. 반대로 습한 기상 조건에서 자란 담배는 세포구조가 엉성하게 되어 부풀성이 높다. 이 때 엽육은 얇고 조직이 부드러우며 표면이 매끄럽게 된다. 화학적으로는 건조엽의 니코틴과 질소 함량은 낮고 당분 함량은 높아 관능에서 자극성과 향각미의 강도는 낮아진다(Abdallah, 2004).

이와 같이 기상요인은 담배식물의 성장과 건엽 중의 이화학적 및 연기의 품질을 크게 좌우한다. 지금까지 기상과 수량(허일, 1968 ; 정태익 등, 1980 ; 조성진 등, 1989 ; Takahashi *et al*, 1992), 품질(이용득 등, 1989a, 1989b; 이용득, 1995 ; Takahashi *et al*, 1992) 및 관능특성(Takahashi *et al*, 1992)과의 관계는 보고되어 있으나 화학성분과의 관계는 거의 찾아 볼 수 없다. 따라서 본 연구는 버어리종의 생육기간 동안 기상요인과 화학성분과의 관계를 밝히고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구에서 화학성분은 KT&G 중앙연구원에서 16년 동안(1987~2002) 조사한 산지 버어리종 잎담

배의 화학성분(안동명 등, 1991 ; 안동명 등, 2001 ; 조수현 등 ; 2003)을 활용하였다. 기상요인은 버어리종 재배지역 6 개소(대전, 서산, 전주, 군산, 광주, 여수)의 재배기간 동안(4월~7월)에 4 요인(평균기온, 강우량, 일조시간 및 상대습도)을 기상청자료(KMA, 2004)로 사용하였다. 화학성분은 성분별 16년 동안 연차간 변동을 분석하고자 평균함량, 표준편차 및 변이계수를 산출하였고 변화추세를 알기 위하여 화학성분 함량과 연도와의 상관관계를 계산하였다. 기상요인은 요인별 연차간 변동을 분석하고자 연도별 재배기절의 평균과 연차간 변이계수를 계산하였다. 기상요인의 월별 변화는 월별 평균과 표준편차 그리고 4월을 기준(100)으로 하여 각 월의 평균을 지수로 환산하였다. 그리고 화학성분과 월별 기상요인과의 관계는 상관계수를 산출하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 화학성분의 변화

연도별 화학성분의 변화는 Table 1과 같다. 화학성분별 16년간 평균함량과 표준편차에서 니코틴은 $2.71 \pm 0.43\%$, 전질소는 $4.34 \pm 0.53\%$, 조회분은 $21.3 \pm 0.7\%$, 에텔추출물은 $6.3 \pm 0.5\%$, 엽소는 $0.92 \pm 0.20\%$ 이었다. 화학성분별 연차간의 변이계수는 엽소함량이 21.3%로 가장 컸고 니코틴 15.8%, 전질소 12.2%, 에텔추출물 8.0%이었으며 조회분이 3.3%로 가장 적었다. 화학성분 함량과 연도와의 상관은 전질소 함량만 정의 상관성이 나타났다. 즉, 전질소 함량은 1987년부터 2002년까지 유의하게 증가하였으나 다른 화학성분들은 일정한 경향이 없었다.

2. 기상요인 변화

생육기간(4월~7월)중 연도별 및 월별 평균 기상요인의 변화는 Table 2(평균 기온과 일조시간)와 Table 3(강우량과 상대습도)과 같다. 기상요인별 16년간의 평균과 표준편차에서 평균기온이 $19.2 \pm 0.6^\circ\text{C}$, 일조시간이 월 193.1 ± 18.7 시간, 강우량이 월 153.4 ± 38.2 mm 및 상대습도가 $71.9 \pm 2.5\%$ 이었다. 기상요인별 연차간 변이계수는 강우량이 24.9%,

기상요인과 버어리종 잎담배의 화학성분과의 관계

Table 1. Changes of chemical components in burley tobacco during 16 years from 1987 through 2002
(Unit : %)

Year	Nicotine	Total nitrogen	Crude ash	Ether ext.	Chloride
1987	2.72	3.50	22.0	6.3	0.94
1988	2.39	3.33	21.7	6.3	0.98
1989	2.45	3.58	21.0	6.0	0.93
1990	2.43	3.99	20.0	6.0	0.76
1991	2.32	5.37	20.9	5.9	1.05
1992	3.63	4.63	21.3	6.8	1.02
1993	2.43	4.46	20.8	6.0	0.96
1994	2.63	4.41	20.9	7.5	1.22
1995	3.23	4.55	22.7	5.9	1.21
1996	2.82	4.35	20.1	6.4	1.05
1997	2.09	4.69	20.8	6.4	0.66
1998	2.44	4.31	21.6	5.5	0.65
1999	2.63	4.69	21.8	6.2	1.15
2000	2.89	4.22	22.0	6.9	0.72
2001	2.81	4.90	21.6	6.9	0.68
2002	3.52	4.41	21.5	6.4	0.73
Average	2.71	4.34	21.3	6.3	0.92
S.D. ¹⁾	0.43	0.53	0.7	0.5	0.20
C.V. ²⁾	15.8	12.2	3.3	8.0	21.3
r ³⁾	0.309	0.530 [*]	0.210	0.204	-0.364

¹⁾Standard deviation. ²⁾Coefficient of variability.

³⁾Correlation coefficients between crop year and content of chemical component.

일조시간이 9.7%, 상대습도가 3.5%, 평균기온이 3.3%이었다. 따라서 연차간 변동이 가장 큰 기상요인은 강우량이었고 그 다음이 일조시간이었으며 상대습도와 평균기온은 연차간 변동이 적었다.

생육기간(4월~7월)의 기상요인 변화는 4월을 기준(100)으로 하여 비교할 경우, 평균기온은 4월에 100(12.4°C)에서 7월에 203.6(25.2°C)으로 높아졌으나 일조시간은 4월에 100(218.2 h)에서 7월에 72.2(157.6시간)로 짧아졌다. 강우량은 4월에 100(78.7 mm)에서 7월에 329.8(259.6 mm)로 크게 많아졌으며 상대습도는 4월에 100(63.4%)에서 7월에 127.0(80.5%)으로 높아졌다. 이와 같이 4월부터 7

월까지 평균기온은 계절의 변화로 점차 높아졌고 강우량이 많아지기 때문에 습도는 높아지고 일조시간은 짧아지며 또한 일조시간은 6월 22일경의 하지와 더불어 더욱 더 짧아진 것으로 생각된다. 따라서 생육기간 중에 변화가 가장 큰 기상요인은 강우량이었고 그 다음이 평균 기온이었으며 상대습도와 일조시간은 적었다. 기상요인간 상관관계는 Fig. 1과 같다. 강우량은 일조시간과 부의 상관이었다. 상대습도는 강우량과 정의 상관이었으나 일조시간과는 부의 상관이 인정되었다. 이는 강우량이 많을수록 일조시간은 짧아지고 대기중의 수분함량이 많아져 상대습도가 높아지기 때문이다.

Table 2. Changes of mean daily air temperature and sunshine hour in the area cultivated burley tobacco during 16 years from 1987 through 2002

Year	Mean daily air temperature(°C)					Sunshine hour(h/month)				
	April	May	June	July	Average	April	May	June	July	Average
1987	11.2	17.0	21.7	23.9	18.5	175.1	215.7	187.6	99.3	169.4
1988	11.5	17.5	22.0	25.1	19.0	246.2	242.7	187.3	135.3	202.9
1989	13.7	17.7	20.6	24.6	19.1	242.8	237.6	185.9	166.8	208.3
1990	11.6	16.7	21.7	25.9	18.9	202.0	173.9	134.5	162.2	168.2
1991	12.5	17.2	22.1	24.6	19.1	232.5	237.9	169.8	99.7	185.0
1992	12.3	16.6	20.7	25.5	18.8	225.8	245.7	210.3	183.6	216.3
1993	11.2	17.5	21.4	23.3	18.4	229.9	234.6	164.7	127.9	189.3
1994	14.2	17.9	21.8	28.6	20.6	201.2	212.2	194.3	263.6	217.9
1995	11.0	16.7	21.6	25.2	18.6	234.2	241.6	213.8	153.7	210.8
1996	9.9	17.3	21.5	24.9	18.4	239.5	241.4	99.0	193.0	193.2
1997	12.4	17.6	22.6	25.4	19.5	225.7	205.3	223.5	161.1	203.9
1998	15.2	18.4	21.0	25.2	19.9	156.7	191.2	136.7	146.6	157.8
1999	13.0	17.2	22.3	24.8	19.3	233.8	260.2	211.7	156.2	215.5
2000	11.8	17.0	21.8	25.7	19.1	214.3	204.2	165.7	173.1	189.3
2001	12.9	18.7	22.1	26.1	19.9	238.0	210.2	130.1	160.5	184.7
2002	13.9	17.4	22.0	25.2	19.6	193.9	168.4	208.2	138.4	177.2
Average	12.4	17.4	21.7	25.2	19.2	218.2	220.2	176.4	157.6	193.1
Index ¹⁾	100.0	140.2	174.7	203.6		100.0	100.9	80.9	72.2	
S.D. ²⁾	1.4	0.6	0.5	1.1	0.6	25.8	26.9	36.0	38.4	18.7
C.V. ³⁾					3.3					9.7

Investigated area : 6 districts(Daejeon, Seosan, Jeonju, Gunsan, Gwangju and Yeosu).

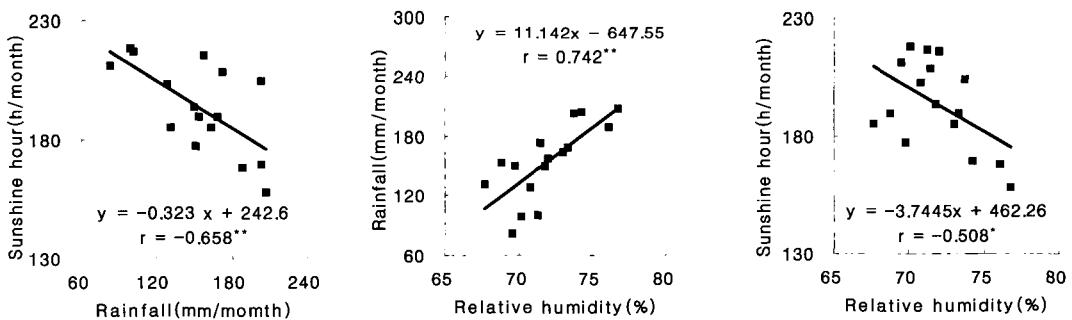
¹⁾100 x Average of each month/Average of April. ²⁾Standard deviation.³⁾Coefficient of variability.

Fig. 1. Relationship among weather factors in the area cultivated burley tobacco during 16 years from 1987 through 2002.

기상요인과 버어리종 잎담배의 화학성분과의 관계

Table 3. Changes of rainfall and relative humidity in the area cultivated burley tobacco during 16 years from 1987 through 2002

Year	Rainfall(mm/month)					Relative humidity(%)				
	April	May	June	July	Average	April	May	June	July	Average
1987	74.7	84.3	134.9	519.2	203.3	67.2	70.9	74.0	84.9	74.2
1988	74.7	83.3	79.1	274.4	127.9	63.9	65.1	74.7	79.6	70.8
1989	37.6	41.7	212.7	397.1	172.3	61.3	69.0	74.1	81.3	71.4
1990	95.8	103.2	314.2	239.5	188.2	66.8	74.4	80.0	83.2	76.1
1991	95.5	84.2	161.2	312.1	163.2	63.4	66.8	77.3	84.6	73.0
1992	105.0	89.4	42.8	164.2	100.4	65.7	68.8	71.3	79.1	71.2
1993	39.9	111.6	207.9	312.5	168.0	64.4	68.8	79.3	80.9	73.4
1994	49.6	144.3	101.6	98.6	98.5	63.0	68.7	72.8	75.9	70.1
1995	73.3	64.5	59.7	129.5	81.7	60.9	65.3	71.7	80.0	69.5
1996	54.0	45.3	318.7	179.6	149.4	59.3	66.4	82.1	79.2	71.8
1997	75.6	172.9	234.2	328.8	202.9	64.7	72.8	74.8	82.6	73.7
1998	160.2	109.4	322.6	236.0	207.1	75.5	70.2	78.9	82.3	76.7
1999	84.7	127.3	175.5	240.3	156.9	65.1	68.5	75.0	79.5	72.0
2000	41.7	51.5	255.3	264.4	153.2	55.8	67.2	73.8	78.5	68.8
2001	30.1	25.7	239.1	227.6	130.6	56.1	63.8	73.2	77.4	67.6
2002	167.0	132.4	71.3	230.1	150.2	61.0	71.1	68.1	78.8	69.7
Aveage	78.7	91.9	183.2	259.6	153.4	63.4	68.6	75.1	80.5	71.9
Index ¹⁾	100.0	116.8	232.7	329.8		100.0	108.2	118.4	127.0	
S.D. ²⁾	40.2	40.6	94.9	102.8	38.2	4.7	2.9	3.6	2.5	2.5
C.V. ³⁾					24.9					3.5

Investigated area, ¹⁾, ²⁾ and ³⁾ : The same as Table 2.

3. 화학성분과 기상요인과의 상관

엽중 화학성분과 기상요인과의 상관은 Table 4와 같다. 니코틴 함량은 강우량(6월, 5~6월, 6~7월, 5~7월 및 평균)과 상대습도(6월, 5~6월, 6~7월, 5~7월 및 평균)와 각각 부의 상관이 인정되었다. 건조한 해에 재배된 버어리종 잎담배의 니코틴 함량이 습한 해보다 높고(Nielsen and Collins, 1985) 높은 상대습도(95%)에서 자란 잎담배의 전알칼로이드 함량이 낮은 상대습도(65%)에서 자란 잎담배보다 더 낮다는 보고(Raper and Smith, 1973)와 일치하였다. 이는 높은 상대습도에서 잎속의 수분 증발을 감소시키고 뿌리에서 잎으로 영양분의 흐름을 크게 저해시키기 때문이다(Long and Woltz, 1977).

전질소 함량은 기상요인과 유의한 상관이나 나타나지 않았다. 조회분 함량은 강우량(6월 및 5~6월)과 상대습도(6월, 5~6월, 6~7월 및 5~7월)와 각각 부의 상관이 인정되었다. 버어리종 담배에서 회분함량은 습기가 많은 조건에서는 감소하고 건조한 조건에서는 증가한다는 보고(Cavkaroski *et al.*, 1990)와 일치하였다.

에텔추출물 함량은 평균기온(7월, 6~7월 및 5~7월)과 일조시간(7월, 6~7월 및 5~7월)과 각각 정 상관이었고 강우량(평균)과 상대습도(4월, 7월, 6~7월, 4~6월, 5~7월 및 평균)와 각각 부의 상관이 인정되었다. 음건중에서 메탄올추출물은 건조 종료시 담배맛(taste)과 관련이 있고 에텔추출물에 함유한 성분들은 향기(aroma)와 관련이 있다(Kado

Table 4. Correlation coefficients between weather factors and chemical components of burley tobacco

Weather factors		Nicotine	Total nitrogen	Crude ash	Ether ext.	Chloride
Mean daily air temper- ature	April	-0.047	0.138	0.098	0.032	-0.268
	May	-0.353	0.119	-0.032	0.093	-0.371
	June	-0.271	0.332	0.082	0.201	-0.096
	July	0.106	0.141	-0.093	0.684**	0.082
	April~May	-0.152	0.146	0.066	0.055	-0.329
	May~June	-0.428	0.303	0.032	0.198	-0.325
	June~July	-0.021	0.256	-0.045	0.665**	0.030
	April~June	-0.229	0.241	0.088	0.114	-0.348
	May~July	-0.149	0.262	-0.050	0.599*	-0.112
	Average ¹⁾	-0.119	0.239	0.022	0.391	-0.217
Sunshine hour	April	-0.052	0.173	-0.108	0.127	0.368
	May	-0.024	0.084	0.166	-0.014	0.724**
	June	0.216	0.016	0.460	0.146	0.281
	July	0.159	0.045	-0.263	0.661**	0.244
	April~May	-0.041	0.139	0.035	0.060	0.602*
	May~June	0.147	0.058	0.430	0.100	0.606*
	June~July	0.269	0.045	0.125	0.593*	0.377
	April~June	0.090	0.114	0.284	0.127	0.608*
	May~July	0.218	0.075	0.179	0.497*	0.639**
Average	0.159	0.120	0.109	0.449	0.647**	
Rainfall	April	0.278	0.099	0.094	-0.391	-0.265
	May	-0.209	0.159	-0.169	0.023	-0.026
	June	-0.526*	0.017	-0.497*	-0.317	-0.522*
	July	-0.422	-0.416	0.025	-0.350	-0.298
	April~May	0.039	0.152	-0.045	-0.216	-0.171
	May~June	-0.604*	0.083	-0.559*	-0.302	-0.523*
	June~July	-0.623**	-0.275	-0.298	-0.441	-0.535*
	April~June	-0.444	0.113	-0.471	-0.421	-0.574*
	May~July	-0.683**	-0.233	-0.345	-0.437	-0.545*
Average	-0.594*	-0.201	-0.312	-0.530*	-0.602*	
Relative humidity	April	-0.286	-0.154	-0.080	-0.522*	-0.075
	May	-0.191	-0.180	-0.413	-0.223	-0.373
	June	-0.612*	-0.016	-0.613*	-0.448	-0.040
	July	-0.452	-0.104	-0.150	-0.718**	-0.196
	April~May	-0.283	-0.185	-0.233	-0.463	-0.212
	May~June	-0.569*	-0.117	-0.700**	-0.465	-0.248
	June~July	-0.650**	-0.062	-0.503*	-0.664**	-0.123
	April~June	-0.490	-0.154	-0.451	-0.562*	-0.186
	May~July	-0.589*	-0.125	-0.570*	-0.614*	-0.257
Average	-0.517*	-0.153	-0.409	-0.642**	-0.202	

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

¹⁾Average from April through July.

et al, 1975). 잎담배의 석유에텔 추출물은 흡연 중 주류연으로 40~45%가 전이되며(Tancogne et al, 1981), 황색종의 석유에텔 추출물 함량은 1.5~8.5%의 범위이고 하위엽보다 상위엽에서 더 많으며 이 함량은 주간 최고온도가 높고, 일조시간이 길고, 강우량이 적을수록 증가한다는 보고(Tsai and Hsieh, 1981)와 같은 경향이였다.

엽소 함량은 일조시간(5월, 4~5월, 5~6월, 4~6월, 5~7월 및 평균)과는 정의 상관이고 강우량(6월, 5~6월, 6~7월, 4~6월, 5~7월 및 평균)과는 부의 상관인 인정되었다. 버어리종 담배에서 관능 특성은 엽소 함량이 1%이하가 좋고 1.7~1.8%는 수용할 수 있으나 3%이상이면 향기(aroma)가 아주 미약하고 좋지 않은 냄새와 맛이 있다. 또한 엽중 엽소 함량이 많을수록 잎담배의 평형함수율이 증가하여 킬런의 연소속도가 감소한다(Kitamura and Kudo, 1978). 비정상적으로 적은 강우에서 자란 잎담배로 제조한 담배의 평균 엽소 함량은 보통의 경우보다 높으며(Van der Merwe, 1977), 이는 강우가 엽소이온을 토양 깊이 45cm 아래로 이동시키는데 충분(Johnson and Sims, 1986)하기 때문에 강우가 많은 해의 엽소 함량이 감소되는 것으로 생각된다.

결 론

본 연구는 버어리종 생육기간 동안 기상요인과 화학성분과의 관계를 밝히고자 수행하였다. 화학성분 자료는 KT&G 중앙연구원에서 16년 동안(1987~2002) 산지 잎담배의 화학성분을 조사한 자료를 활용하였다. 기상요인은 버어리종 재배지역 6개소(서산, 대전, 전주, 군산, 광주, 여수)에서 생육기간(4월~7월) 중 4 요인(평균기온, 강우량, 일조시간 및 상대습도)에 대하여 기상청 자료를 이용하였다. 전질소 함량은 16년 동안 유의하게 증가하였다. 연차간 변동이 가장 큰 기상요인은 강우량이었고 그 다음이 일조시간이었다. 생육기간의 월별 변화가 가장 큰 기상요인은 강우량이었고 그 다음이 평균 기온이었다. 강우량은 일조시간과 부의 상관이었고 상대습도는 강우량과 정, 일조시간과는 부의 상관이었다. 니코틴 함량은 강우량(6월,

5~6월, 6~7월, 5~7월 및 평균)과 상대습도(6월, 5~6월, 6~7월, 5~7월 및 평균)와 각각 부의 상관이 인정되었다. 조회분 함량은 강우량(6월 및 5~6월)과 상대습도(6월, 5~6월, 6~7월 및 5~7월)와 각각 부의 상관이 인정되었다. 에텔추출물 함량은 평균기온(7월, 6~7월 및 5~7월)과 일조시간(7월, 6~7월 및 5~7월)과 각각 정의 상관이었으나 강우량(평균)과 상대습도(4월, 7월, 6~7월, 4~6월, 5~7월 및 평균)와 각각 부의 상관이 인정되었다. 엽소 함량은 일조시간(5월, 4~5월, 5~6월, 4~6월, 5~7월 및 평균)과는 정의 상관이었으나 강우량(6월, 5~6월, 6~7월, 4~6월, 5~7월 및 평균)과는 부의 상관이 인정되었다.

참고문헌

- Abdallah, F. (2004) Cigarette Production Development, Blending and processing know-how sensory testing of cigarette smoke, *Tobacco Reporter*, Raleigh, North Carolina 27609 : 87.
- 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.
- Johnson, G. D. and Sims, J. L. (1986) Response of burley tobacco to application data, source, and rate of potassium fertilizer. *Tob. Sci.* 30 : 138-41.
- Kado, S., Uno, Y. and Kakie, T. (1975) Chemical studies on curing of domestic type of tobacco plants. IX. Changes in yields and smoking quality of ether and methanol extracts and various fractions during air-curing. *Bull. Utsunomyia. Tob. Exp. Stn.* 13: 42-64.
- Kitamura, T., Ito, T. and Kudo, H. (1978) Studies

- on the absorption of chloride by burley tobacco. I. Effects of chloride content on the chemical and physical properties of cured leaves and smoking quality of tobacco. *Bull. Morioka Tob. Exp. Stn.* 13 : 1-12.
- Korea Meteorological Administration ; KMA (2004) www.kma.go.kr/weather/climate/daydate/daly-month.jsp?a
- 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.
- Raper, C. D. and Smith, W. T. (1973) Humidity effects on tobacco development. *TC&C* #2704
- 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.
- Tancogne, J., Vidal, B. and Chouteau, J. (1981) A study of transfer to smoke of petroleum ether extractable tobacco constituents. *Ann. Tabac.* 17(2) : 143-52.
- 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
- 안동명, 민영근, 이경구, 이완남 (1991) 지역, 연도 및 엽분에 따른 잎담배 이화학적 차이. *한국연초학회지* 13(1) : 74-81.
- 안동명, 이종철, 김상범, 조수현, 복진영, 김용규 (2001) 원료 잎담배 품질에 관한 연구. *한국인삼연초연구원, 담배연구보고서* : 12-13.
- 이용득, 김정환, 한원식 (1989a) 황색증 잎담배 품질과 기상요인과의 관계분석 I. 박엽의 등급별 수량분포와 기상요인. *한국작물학회지* 34(2) : 163-169.
- 이용득, 한원식, 김정환 (1989b) 황색증 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.
- 정태익, 정원채, 신주식 (1980) 기상환경이 잎담배 생산에 미치는 영향에 관한 연구. *한국기상학회지* 16(1) : 37-44. 허일 (1968) 잎담배 수량에 영향을 미치는 기상요소에 대한 고찰. *한국작물학회지* 4(1) : 97-102.
- 조성진, 이윤환, 홍순달, 김재정 (1989). 연초생육 기간동안의 강수량, 일조시간 및 증발량 등과 연초수량과의 상호관계, *한국토양비료학회지* 22(4) : 285-289.
- 조수현, 김상범, 정기택, 복진영, 안대진, 김용규, 정열영, 이종률 (2003) 원료엽 품질평가 및 품질 균일성 향상 연구, *KT&G 중앙연구원 연구보고서* : 42.
- 허일 (1968) 잎담배 수량에 영향을 미치는 기상요소에 대한 고찰. *한국작물학회지* 4(1) : 97-102.