

## 옥수수 수염의 理化學的 特性和 變異

김선림\*† · 박철호\*\* · 김이훈\*\* · 허한순\* · 손영구\*

\*농촌진흥청 작물시험장, \*\*강원대학교 농업생명과학대학

## Physicochemical Characteristics of Corn Silk

Sun Lim Kim\*†, Cheol Ho Park\*\*, E Hun Kim\*\*, Han Sun Hur\* and Young Koo Son\*

\*National Crop Expt. Sta., R.D.A., Suwon 441-100, Korea

\*\*Coll. Agric & Life Sci., Kangwon Nat'l Univ., Chuncheon 200-701, Korea

**ABSTRACT :** This study was carried out to investigate the physicochemical characteristics of corn silks. Pollination of corn silks was finished within three days after silking, and elongation of open pollinated corn silks was stopped, but unpollinated silks elongated until eight days after silking. Moisture contents of corn silks were about 92~94% at silking stage, but continuously decreased. these were about 70~75% at 30 days after silking. Chlorophyll b was higher than chlorophyll a in corn silks, and chlorophyll a/b ratios of four hybrids were high in this order : silage > sweet > super sweet > waxy corn. Free sugars in corn silks were mainly fructose, glucose and maltose. Their composition rate was 55% of glucose, 42% of fructose and 4% of maltose. Water soluble solid (Brix %) contents of unpollinated corn silks were ranged from 13.7 to 16.8 Brix % and pollinated corn silks were from 12.6 to 13.7 Brix %. Phytic, oxalic, malic, shikimic, glutaric and acetic acid were detected on corn silks. Phytic, oxalic and glutaric acid were considered as a major organic acids in corn silks. Amino acids in corn silks were high in this order : waxy > silage > sweet > sweet corn. Serine, glycine and theanine were contained more than 10%, and five amino acids such as aspartic, glutaric, arginine, alanine and proline were ranged about 5 to 8%. Methionine and cystine, amino acids containing sulfur were contained only small quantity as about 2.1% and 1.3%, respectively. Acetaldehyde, ethanol, acetone, DMS, isobutylaldehyde, cis-3-hexanol, 3-hex-1-ol, acetate, trans-2-hexanol and pentanol were detected as the volatile components in corn silks, but acetaldehyde and DMS were major volatiles in silage corn silks, and acetaldehyde, ethanol and DMS were major volatiles in waxy corn silks. The length of corn silks was a positively correlated with organic acids ( $r = 0.556^*$ ), and a negatively correlated with amino acids ( $r = -0.514^*$ ), respectively. Free sugars were positively correlated with all characteristics

tested and significantly correlated with organic acid ( $r = 0.703^{**}$ ) and flavonoids ( $r = 0.544^*$ ). Chlorophyll was significantly correlated with flavonoid contents ( $r = 0.523^*$ ). For this reason chlorophyll was evaluated as an indirect selection character for the high flavonoid containing varieties.

**Keywords :** corn silk, chlorophyll, free sugars, organic acids, amino acids, protein, water soluble solid, minerals, volatile components, DMS.

**타식성** 작물인 옥수수는 수이삭(雄穗)과 암이삭(雌穗)이 있는데, 암이삭의 수염(silk)은 하반부는 花柱, 상반부는 花頭의 역할을 하며 수염에 발달된 잔털(hairs)들은 화분을 포집하여 수정을 돕는다(Sprague & Dudley, 1988). 옥수수 수염이 모두 출현하는데 약 2~7일이 소요되며 동일 이삭에서도 기저부는 선단부보다 수염의 출현이 빠르다. 화분은 수염에서 발아하여 화분관을 신장하고 24시간 이내에 자방(ovary)에 도달하여 수정이 이루어진다. 일반적으로 한 이삭이 모두 수분·수정하는데 약 2~3일이 소요되며 수정후 수염은 생육이 정지된다(Nielson, 1992; Sprague & Dudley, 1988). 옥수수 수염은 재배환경에 영향을 받기 쉬운데 특히 출사기에 수분 stress는 수염을 위조시키며 종실착립을 나쁘게 한다(Bassetti & Westgate, 1993a, 1993b, 1993c) 옥수수 수염은 우리나라뿐만 아니라 중국, 베트남 및 남미 등지에서도 요도결석, 신장염, 당뇨병치료 및 이뇨제로 사용되고 있으나(Caceres *et al.*, 1987; Bensusky *et al.*, 1986; Doan *et al.*, 1992; Hung, 1993; 지 등, 1988; Morton, 1977) 이와 관련된 연구는 물론 수염의 이화학 특성을 검토한 보고도 거의 없는 실정이다. 따라서 본 시험은 옥수수 재배시 부산물로 얻어지는 수염의 활용을 제고하기 위하여 수염의 이화학적 기초특성을 검토하였으며 얻어진 결과를 보고하고자 한다.

†Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6743 (E-mail) kims1@nnces.go.kr

<Received October 28, 2000>

**材料 및 方法**

본 시험은 1996~1997년에 농촌진흥청 작물시험장 시험포장에서 사료용 옥수수(P3352), 찰옥수수(찰옥2호), 단옥수수(GCB 70), 초당옥수수(Cambella 90, Cocktail 86) 및 튀김 옥수수(IDS 69)를 파종하여 출사기에 옥수수 수염의 신장특성을 조사하였고, 또한 출사전 이삭에 silk bag을 씌워 방임수분되지 않도록 처리한 후 수분된 수염과 미수분 수염의 제반 특성을 검토하였다. 옥수수 수염의 성분분석을 위한 시료는 채취 후 동결건조하여 분석이 이루어지기 전까지 4°C에 보관하였다.

**수분, 조단백질, 무기성분 및 엽록소 함량**

수분함량은 105°C 건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법으로 분석하여 질소계수를 6.25로 환산하였으며, 무기물은 Inductive Coupled Plasma Spectrometer(Model 8440, Labtam)로 분석하였다. 엽록소함량의 측정에는 세절한 0.5 g 시료에 80% acetone을 가하여 4°C 암냉소에서 1주일간 추출한 후 spectrophotometer로 엽록소 a는 663 nm에서 엽록소 b는 645 nm에서 흡광도를 측정하였고, 엽록소 a와 b를 합하여 총 엽록소 함량(mg/g F.W)으로 나타내었다.

**Brix 농도, 유리당 및 유기산 함량**

마쇄된 시료 0.5 g에 20 ml 증류수를 가하여 교반하고 여과지(No. 2)로 여과하여 가용성고형물(Brix %)을 Abbe 굴절계(Milton Roy Co: USA)로 측정하였고, 이 용액중 일부를 취해 5,000 rpm에서 15분간 원심분리 후 상등액을 0.45 µm Millipore filter 및 Sep-Pak NH<sub>2</sub>로 여과하여 색소 및 불순물을 제거한 후 유리당은 Supelco LC-NH<sub>2</sub>, 유기산은 Waters Ion-Exclusion 칼럼(300×7.8 mm)을 사용하여 HPLC로 각각 분석하였다.

**아미노산 함량**

아미노산의 분석은 Pico-Tag방법(White *et al.*, 1988)에 준하여 HPLC로 분석하였다.

가수분해관에 시료를 넣고 6N HCl을 가한 후 N<sub>2</sub>gas로 치환하여 150°C의 Workstation에서 1시간 가수분해하였다. 가수분해된 시료를 초순수 50 ml로 정용하고 0.1% TFA(제1용액), 제1용액과 methanol의 80:20(v/v) 용액(제2용액), 제1용액과 methanol의 70:30(v/v) 용액(제3용액)을 이용하여 순차적으로 활성화시킨 Sep-Pak C<sub>18</sub> cartridge로 고분자화합물, 지질 및 색소 등을 제거하였고, 최종적으로 제3용액과 시료 용액을 2:1(v/v)로 혼합하여 Sep-Pak C<sub>18</sub>에 통과시켜 workstation에서 건조하였다. 건조 후 MeOH: Water: TEA(2:2:1, v/v)의 red-rying시약을 sample tube에 가하여 Workstation에서 건조시켰다. PITC 유도체화는 methanol: water: TEA: PITC(7:1:1:1, v/v)로 제

조한 유도체시약을 sample tube에 넣고 수초간 교반 후 20분 동안 실온에서 방치하고 Workstation에서 완전 건조시켰다. 전 처리가 완료된 시료는 sample diluent 500 µl로 용해시킨후 20 µl를 Pico-Tag 컬럼(3.9×150 mm, 4 µm)에 주입하여 분석하였는데, 이때 컬럼의 온도는 47°C가 유지되도록 하였다.

**향기성분**

옥수수 수염의 향기성분은 동결건조된 시료를 22 ml 시험관에 넣고 밀봉 후 headspace autosampler에 적재한 후 가열하여 포집된 vapor를 Hewlett Packard 6890 GC/HP5973 MSD 및 Ultra-1 capillary column(50 m×0.32 mm×0.32 µm)으로 분석하였다(Frithjof *et al.*, 1971). 이때 carrier gas로 helium을 분당 0.8 ml를 흘려주었고, oven의 온도는 100°C에서 5분간 유지 후 분당 10°C씩 온도를 상승시켰으며 230°C에 도달 후 3분간 유지시켰는데, inlet의 온도는 250°C, split ratio는 40:1이었다. Mass selective detector의 ionization voltage는 70eV, ion source 온도는 230°C, quardropole의 온도는 106°C로 하였으며, 이때 얻어진 향기성분의 mass spectrum은 Wiley 275 library의 mass spectrum과 retention time을 비교하여 성분을 동정하였다.

**結果 및 考察**

**옥수수 수염의 신장**

Fig. 1, 2와 3은 방임된 옥수수 수염과 출사전 silk bag을 처리하여 방임수분을 차단하였을 때 수염의 신장을 나타낸 것이다. 방임된 수염은 출사후 3~4일까지 직선적으로 신장하였으나 그 이후에는 신장이 완화되었고, 출사 8일 이후부터는 수염이 건조되기 시작하면서 그 길이가 오히려 감소되었다. 따라서 수염은 출사후 3일 이내에 수정이 완료되며, 수정된 수염은 생육이 정지됨을 알 수 있었다. 그러나 방임된 수염이 출사 초

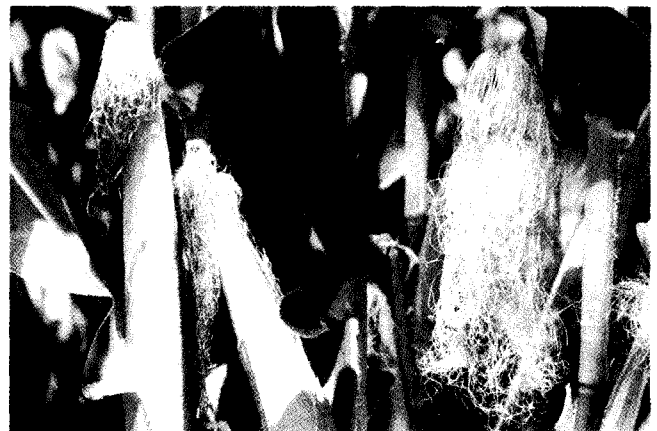


Fig. 1. Comparison of pollinated and unpollinated corn silks at 8 days after silking.

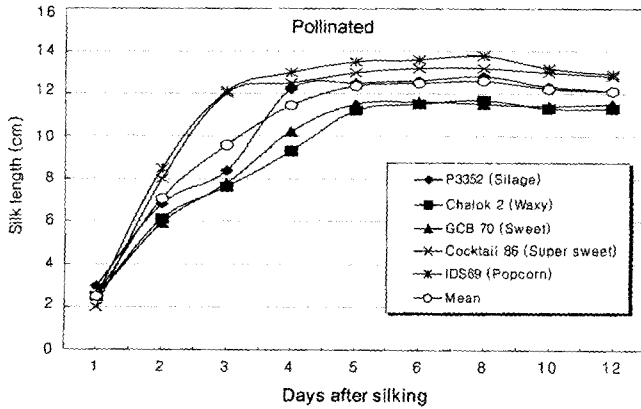


Fig. 2. Elongation of pollinated corn silks according to days after silking.

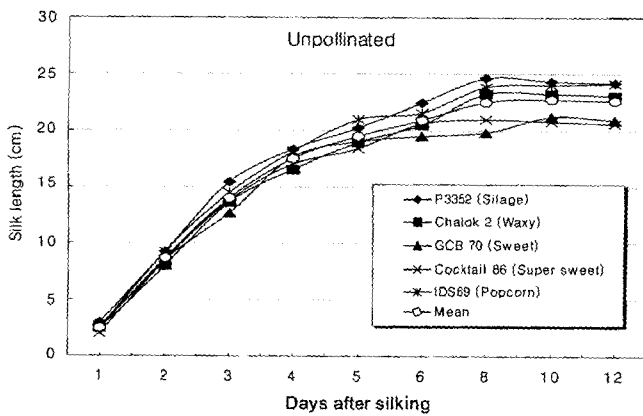


Fig. 3. Elongation of unpollinated corn silks according to days after silking.

기 신장속도에 변이를 나타낸 것은 화분비산기가 품종에 따른 변이가 있기 때문인 것으로 판단되는데, 이는 silk bag을 처리하였을 때 출사초기의 수염신장속도가 비슷하게 나타났던 결과로 설명할 수 있다. 또한 수정된 수염과 미수정 수염은 약 8~11 cm의 길이 차이가 있었으며(Fig. 1) Fig. 3에서 보는 바와 같이 silk bag 처리로 수정되지 않았을 경우 수염은 출사 후 8일에도 지속적으로 신장되는 것으로 나타났는데, 초당옥수수 및 단옥수수 수염의 길이는 약 20 cm였으나 사료용 옥수수, 찰옥수수 및 튀김옥수수는 약 23~25 cm로서 초당옥수수나

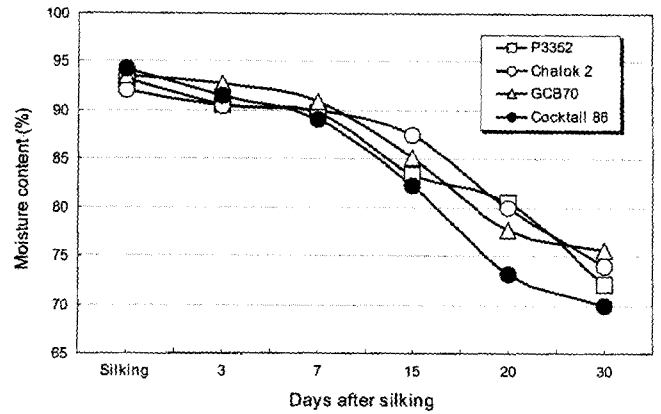


Fig. 4. Changes of moisture content in corn silks according to days after silking.

단옥수수에 비하여 길었다.

**수분함량**

출사기 수염의 수분함량은 약 92~94%였고 출사후 일수의 경과에 따라 지속적으로 감소되었는데, 출사후 3~7일까지 비교적 감소의 폭이 완만하였으나, 그 이후부터는 급격히 감소하였다(Fig. 4). 그러나 포엽의 밖으로 노출된 수염은 급격히 건조, 갈변되어 외관이 변화되었으나 포엽의 내부에 있는 수염은 상당량의 수분을 함유하고 있었고 수분감소의 폭도 작았다.

**무기물 함량**

출사후 3일이 경과된 옥수수 수염의 무기물 함량은 Table 1과 같다.

공시 교잡종의 회분함량은 평균 2.29%이었으나 사료용옥수수와 찰옥수수는 2.6~2.8%로 함량이 높았고 단옥수수 및 초당옥수수는 2% 미만으로 함량이 낮았다.

수염의 무기성분은 평균 1,197.6 mg% 였는데, 옥수수 종류별로 볼 때 사료용 옥수수 > 찰옥수수 > 단옥수수 > 초당옥수수 순으로 함량이 높았다. 성분별로 볼 때 K > Mg > Ca > Fe > Na > Mn > Zn > Cu의 순으로 함량이 높았고, K, Mg, Ca, Fe 및 Na는 다량 함유되어 있었으나 Mn, Zn 및 Cu는 10 mg% 미만으로 함량이 낮았다.

Table 1. Mineral contents in corn silks at 3 days after silking.

Hybrids	Ash (% DB)	Minerals (mg%, DB)								Total
		Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn	
P3352	2.82	235.5	1.7	106.2	860.9	413.0	11.1	108.3	7.3	1744.0
Chalok 2	2.62	287.3	2.8	113.3	578.7	242.2	12.6	45.9	6.4	1289.2
GCB 70	1.91	154.2	1.5	85.2	501.1	181.7	5.9	42.1	6.2	977.9
Cambella 90	1.79	138.6	1.7	92.6	362.9	106.5	8.8	54.6	13.7	779.4
Mean	2.29	203.9	1.9	99.3	575.9	235.9	9.6	62.7	8.4	1197.6

**Table 2.** Chlorophyll contents in hybrid corn silks according to days after silking.

(unit : mg/g F.W)

DAS <sup>†</sup>	P3352				Chalok 2				GCB 70				Cambella 90			
	a	b	Tot	a/b	a	b	Tot	a/b	a	b	Tot	a/b	a	b	Tot	a/b
1	0.028	0.027	0.055	1.08	0.015	0.05	0.064	0.30	0.022	0.032	0.053	0.68	0.022	0.03	0.052	0.72
2	0.028	0.032	0.060	0.92	0.014	0.047	0.061	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.031	0.041	0.072	0.77	0.018	0.054	0.072	0.33	0.024	0.035	0.059	0.67	0.022	0.044	0.066	0.51
4	0.030	0.04	0.069	0.75	0.021	0.057	0.078	0.37	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.027	0.04	0.067	0.68	0.025	0.036	0.06	0.69	0.028	0.038	0.066	0.74	0.019	0.03	0.05	0.64
7	0.026	0.038	0.065	0.68	0.012	0.046	0.058	0.27	0.021	0.029	0.05	0.70	0.018	0.026	0.044	0.70
9	0.025	0.035	0.059	0.72	0.013	0.026	0.039	0.51	-	-	-	-	0.01	0.022	0.032	0.49

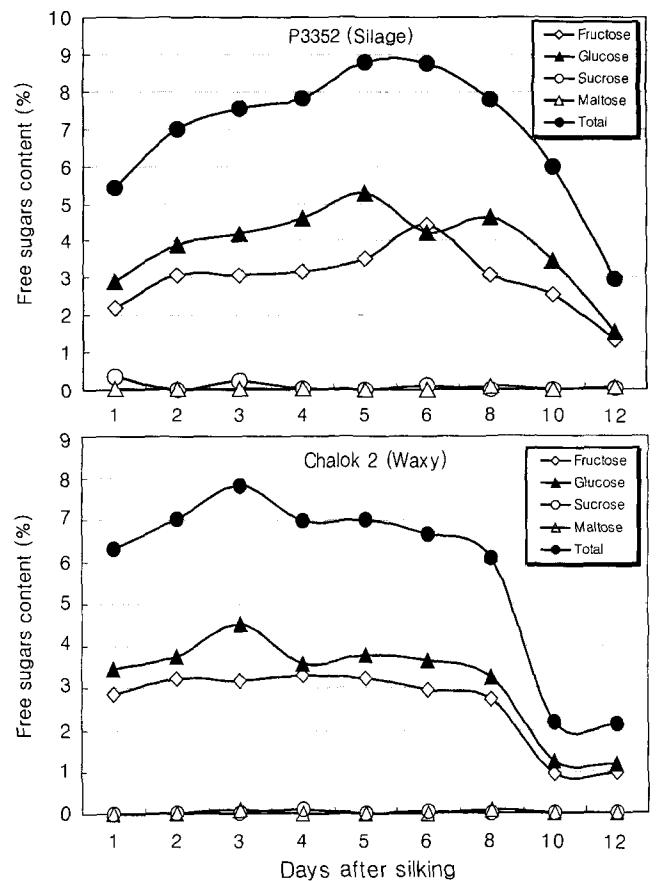
<sup>†</sup>Days after silking.

**엽록소 함량**

옥수수 수염의 엽록소 함량은 출사후 3~5일까지 증가하지만 수정 후 함량은 급격히 감소되는 것으로 나타났다. 일반적으로 엽록소 a는 blue-green, 엽록소 b는 yellow-green을 띄며 엽록소 a는 엽록소 b보다 함량이 높다고 알려져 있는데 (Robert, 1975), 옥수수 수염은 오히려 엽록소 b 함량이 a의 함량보다 높음을 알 수 있었다. 따라서 옥수수 수염이 옥수수의 다른 부위에 비하여 상대적으로 엷은 녹색을 띄는 것은 엽록소의 절대 함량은 물론 엽록소 a의 함량이 낮기 때문인 것으로 판단되었다. 엽록소 a/b의 비율은 사료용 옥수수가 출사기에 1.08이었으나 출사후 일수의 경과에 따라 지속적으로 감소되었고, 찰옥수수는 0.27~0.69로서 다른 옥수수에 비해 엽록소 a/b의 비율이 낮았다(Table 2).

**유리당 및 가용성 고형물 함량(Brix %)**

옥수수 수염의 주요 유리당은 glucose와 fructose이었고, 구성비율은 glucose가 약 55%, fructose가 42% 수준이었으며 sucrose 및 maltose는 4% 미만으로 함량이 낮았다(Fig. 5). Maltose는 미수분 수염에서 검출이 되었으나 수분된 수염에서는 함량이 매우 낮거나 검출되지 않아 화분의 수분 여하에 따라 함유 유리당의 종류에 차이가 있었다. 따라서 수염의 유리당은 glucose, fructose와 같은 단당류가 주종을 이루며 sucrose, maltose와 같은 이당류 함량이 낮음을 알 수 있었고 종실과는 유리당의 조성(Kim *et al.*, 1994)이 상이한 것으로 판단되었다. 특히 수염에서 단당류가 주종을 이루는 것은 화분이 발아되면서 sucrose나 maltose와 같은 이당류 보다는 energy원으로 바로 전환될 수 있는 단당류가 유리하기 때문인 것으로 판단되었다. 미수분된 수염은 수분된 수염에 비하여 유리당 함량이 1.2~1.8% 높았을 뿐만 아니라(Fig. 6), 가용성 고형물(soluble solids)도 차이를 보였는데, 미수분된 수염은 13.7~16.8 Brix % 수분된 수염은 12.6~13.7 Brix %로서 약 1.1~3.1 Brix % 함량 차이가 있었다(Fig. 7). 수분된 옥수수 수염과 미수분 수염이 유리당 및 가용성 고형물 함량에 차이는 화분이 발아하면서 수염의 수분과 유리당 및 기타 동화산



**Fig. 5.** Changes of free sugar contents in silage and waxy corn silks according to days after silking.

물을 소모하기 때문인 것으로 판단되었다.

**유기산 함량**

옥수수 수염에는 phytic, oxalic, malic, shikimic, glutaric 및 acetic acid가 함유되어 있었는데, 사료용과 찰옥수수는 출사후 4~5일까지 증가하다 그 이후부터는 감소되었고, 단옥수수는 출사후 5일까지 지속적으로 증가되었으나 초당옥수수는

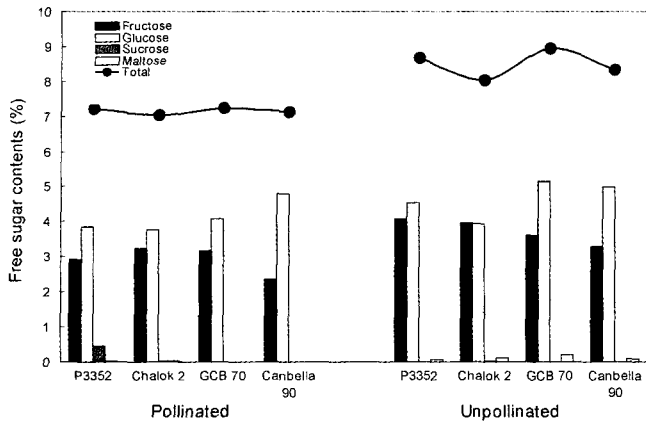


Fig. 6. Comparison of free sugar contents between open pollinated and unpollinated corn silks at 3 days after silking.

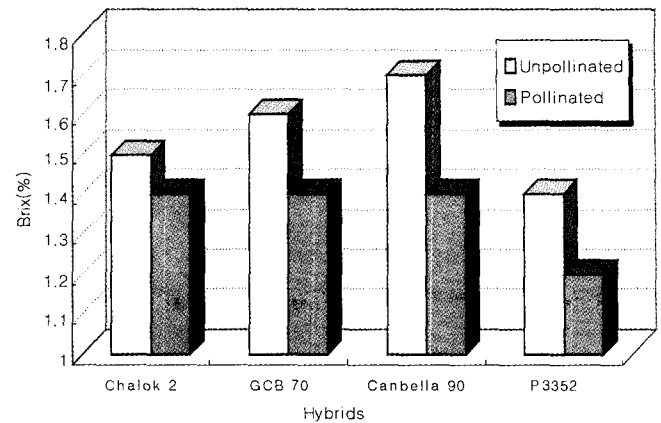


Fig. 7. Comparison of water soluble solids between open pollinated and unpollinated corn silks at 3 days after silking.

Table 3. Changes of organic acid contents in hybrid corn silks according to days after silking.

(Unit : mg/100 g)

Hybrids	Organic acids	Days after silking									
		1	2	3	4	5	7	9	15	30	
P3352 (Silage)	Phytic	0.24	0.37	0.56	1.30	1.26	1.4	1.25	0.53	0.6	
	Oxalic	0.24	0.30	0.34	1.10	0.93	0.6	0.3	0.29	0.3	
	Malic	0.07	0.09	0.10	0.07	0.08	0.1	0.1	0.09	0.1	
	Shikimic	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	0.02	0.02	-	
	Glutaric	0.44	0.63	0.83	0.86	1.09	1.0	1.16	0.73	0.7	
	Acetic	-	-	-	-	0.03	-	0.09	-	-	
	Total	1.00	1.40	1.84	3.35	3.42	3.1	2.93	1.12	1.1	
Chalok 2 <sup>†</sup> (Waxy)	Phytic	0.15	0.18	0.2	0.18	0.2	0.3	0.3	0.2	0.36	
	Oxalic	0.14	0.17	0.1	0.12	0.1	0.3	0.2	0.1	0.40	
	Malic	0.13	0.10	0.1	0.07	0.1	0.1	0.1	0.1	-	
	Shikimic	0.02	0.01	-	0.01	-	-	-	-	0.06	
	Glutaric	0.19	0.41	0.5	0.91	0.9	0.7	0.4	0.7	0.41	
	Acetic	0.05	0.09	0.1	0.22	0.2	0.1	0.17	0.2	0.09	
	Total	0.53	0.78	0.8	1.33	1.30	1.1	1.17	1.2	0.96	
GCB 70 (Sweet)	Phytic	0.18	NT <sup>‡</sup>	0.14	NT	0.12	NT	NT	NT	NT	
	Oxalic	0.27	"	0.74	"	0.64	"	"	"	"	
	Malic	-	"	-	"	-	"	"	"	"	
	Shikimic	0.06	"	0.04	"	0.03	"	"	"	"	
	Glutaric	0.29	"	0.05	"	0.22	"	"	"	"	
	Acetic	-	"	0.13	"	0.11	"	"	"	"	
	Total	0.62	-	0.96	-	0.99	-	-	-	-	
Cambella 90 (Super sweet)	Phytic	0.19	NT	0.20	NT	0.16	"	"	"	"	
	Oxalic	1.02	"	0.91	"	0.49	"	"	"	"	
	Malic	-	"	-	"	0.13	"	"	"	"	
	Shikimic	0.05	"	0.06	"	0.05	"	"	"	"	
	Glutaric	0.44	"	0.39	"	0.36	"	"	"	"	
	Acetic	0.21	"	0.12	"	0.41	"	"	"	"	
	Total	1.73	-	1.47	-	1.42	-	-	-	-	

<sup>†</sup>Waxy corn : 28 days after silking.

<sup>‡</sup>Not tested

출사 이후에 감소되는 것으로 나타났다. 총유기산 함량은 사료용 옥수수 > 초당옥수수 > 찰옥수수 > 단옥수수 순으로 높았고 phytic, oxalic 및 glutaric acid가 주요 유기산으로 나타났으며 이들은 출사후기까지도 다량 함유되어 있었다. 단옥수수에서 malic acid는 검출되지 않았으나, 초당 옥수수는 출사후 5일에 0.13% 함유되어 있었다. Acetic acid는 찰옥수수, 단옥수수와 초당옥수수에서는 출사기 전반에 걸쳐 검출되었으나 사료용옥수수에서는 출사후기에만 미량이 검출되었으며, glutaric acid는 공시 교잡종 모두에서 출사후 일수가 경과됨에 따라 지속적으로 증가되는 것으로 나타났다(Table 3).

**단백질 및 아미노산 함량**

옥수수 수염의 단백질 함량은 약 3.36~4.17% 범위에 해당하였으나 출사후 3일에 단백질 함량이 가장 높았고, 옥수수종류별로 볼 때 사료용 옥수수 > 찰옥수수 > 단옥수수 > 초당옥

수수 순으로 함량이 높았다(Table 4). 아미노산은 찰옥수수 > 사료용 옥수수 > 초당옥수수 ≥ 단옥수수 순으로 함량이 높았는데, 출사초기는 함량이 높았으나 출사후 일수가 경과됨에 따라 감소되었다(Table 5). 아미노산은 구성비율로 볼 때 10%

**Table 4.** Changes of crude protein contents in hybrid corn silks according to days after silking. (Unit : %)

DAS <sup>†</sup>	P3352	Chalok 2	GCB 70	Cambella 90
1	4.66	4.15	3.85	3.63
2	4.60	4.22	-	-
3	4.76	4.38	4.19	3.76
4	3.73	3.88	-	-
5	3.80	3.71	3.82	3.25
7	3.64	3.21	3.42	3.10
9	3.42	3.31	-	3.04

<sup>†</sup>Days after silking.

**Table 5.** Changes of amino acid contents in hybrid corn silks according to days after silking. (Unit : mg/100 g)

Hybrids	1	2	3	4	5	7	9	15	30
P3352	3080.2	4165.4	3066.8	2898.4	3083.3	2564.8	1796.1	1799.3	1287.8
Chalok 2*	2973.3	4027.4	4312.0	3680.1	3592.7	3069.0	2885.9	2454.0	1836.3
GCB 70	2157.9	-	2259.0	-	2120.4	-	-	-	-
Cambella 90	2153.0	-	2592.5	-	2136.3	-	-	-	-
Mean	2591.1	4096.4	3057.6	3289.3	2733.2	2816.9	2341.0	2126.7	1562.1

\*Waxy corn : 28 days after silking.

**Table 6.** Amino acid composition of hybrid corn silks at various growth stage.(Unit : %)

Amino acids	P3352				Chalok 2				GCB70			Cambella 90		
	S1	S2	S3	Mean	S1	S2	S3	Mean	S1	S2	Mean	S1	S2	Mean
Asp	6.2	7.6	7.0	6.9	5.7	6.3	6.2	6.1	6.2	9.7	8.0	4.9	4.1	4.5
Glu	5.7	4.3	7.7	5.9	3.4	3.4	6.1	4.3	6.1	5.8	5.9	3.4	4.2	3.8
Ser	10.4	10.6	12.4	11.2	9.2	11.8	11.2	10.8	11.2	14.4	12.8	10.2	9.4	9.7
Gly	9.2	14.0	9.2	10.9	12.5	16.0	14.0	14.2	14.0	9.8	11.9	14.3	10.1	12.2
His	1.3	2.0	1.6	1.6	3.3	3.5	2.7	3.2	2.7	7.1	4.9	2.0	3.5	2.7
Arg	9.4	11.9	9.3	10.2	1.7	1.4	2.0	1.7	2.0	2.0	2.0	11.3	12.3	11.8
Thr	9.8	10.9	9.6	10.1	13.0	12.9	14.1	13.3	14.1	6.0	10.1	9.8	6.0	7.9
Ala	6.4	7.4	7.0	7.0	9.5	8.7	2.4	6.9	2.4	2.9	2.6	5.2	6.1	5.7
Pro	10.9	6.3	7.7	8.3	9.3	3.0	9.2	7.2	9.2	9.6	9.4	4.8	6.4	5.6
Tyr	5.2	4.3	3.2	4.2	4.0	4.9	6.4	5.1	6.4	2.2	4.3	5.6	7.5	6.5
Val	5.2	4.3	3.2	4.2	4.0	4.9	6.4	5.1	6.4	2.2	4.3	5.6	7.5	6.5
Met	1.7	2.8	3.2	2.6	1.4	2.1	1.6	1.7	1.6	3.1	2.4	2.7	1.1	1.9
Cys	0.5	0.6	0.8	0.6	0.7	0.7	2.6	1.3	2.6	4.0	3.3	0.8	0.3	0.6
Ile	3.3	2.1	3.3	2.9	1.2	1.7	3.5	2.1	3.5	3.6	3.6	1.7	1.8	1.7
Leu	4.5	3.6	3.7	3.9	6.3	5.9	3.8	5.3	3.8	4.5	4.1	4.8	7.7	6.2
Phe	4.5	3.6	3.7	3.9	6.3	5.9	3.8	5.3	3.8	4.4	2.7	4.8	7.7	4.1
Lys	6.0	1.8	4.1	4.0	6.1	5.1	3.0	4.7	3.0	5.6	4.3	7.9	6.8	7.3

S1 : Mean value of 1~3 days after silking, S2 : Mean value of 4~7 days after silking, S3 : Mean value of 9~30 days after silking.

이상 함유된 아미노산이 serine, glycine 및 threonine으로 나타났는데 이들중 glycine 함량이 12.3%로 가장 높았다. Aspartic, glutamic, arginine, alanine, proline과 같은 5종의 아미노산은 5~8% 함유되어 있었고 기타 아미노산은 함량이 5% 미만으로 낮았다. 황(S)함유 아미노산인 methionine과 cysteine은 각각 2.1% 및 1.3%로 함량이 낮았으나 아미노산 구성비율로 볼 때 황함유 아미노산은 다른 아미노산에 비하여 출사후 일수가 경과할지라도 구성비율은 안정적으로 유지되고 있음을 알 수 있었다(Table 6).

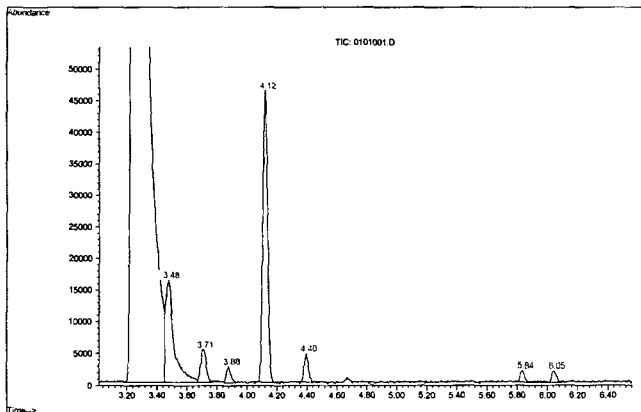
**향기 성분**

옥수수 수염의 향기성분을 head space로 동정한 결과 P3352와 찰옥2호에는 acetaldehyde, ethanol, acetone, dimethyl sulfide(DMS : Me<sub>2</sub>S), isobutylaldehyde가 검출되었고 trans-2-hexanol은 사료용에서 출사기~출사후기까지 검출되었으나 찰옥수수에서는 검출되지 않았다. 사료용 옥수수는 acetaldehyde와 DMS, 찰옥수수는 acetaldehyde, ethanol 및 DMS가 수염의 주요 향기성분으로 나타났으나 사료용이 찰옥수수 보다 약 3배 함량이 높았다. 성분별로 볼 때 사료용은 DMS의 함량이 가장 높았으며 생육전반에 걸쳐 증가되었고, 찰옥수수는 출사후 2일에 함량이 가장 높았으나 이후로는 감소되었다. 사료용의 향기성분은 DMS > acetaldehyde > ethanol 순으로 함량이 높았고, 찰옥수수는 acetaldehyde > ethanol > DMS 순으로 조성비율이 상이하였다(Fig. 8, 9). 지금까지 옥수수 종실의 향기에 관한 연구는 지속적으로 보고되고 있으나(Bill & Keenan, 1968; Dennis & Robert, 1976; Lewis & Robert, 1974; Marion *et al.*, 1972), 수염의 향기에 관한 보고는 거의 없는 실정인데, 이는 옥수수가 풋옥수수 또는 종실 수확을 목적으로 하기 때문에 수염의 향기에 관한 연구가 상대적으로 미진했기 때문인 것으로 판단된다. Lewis *et al.*(1974)은 단옥수수(종실)의 향기성분은

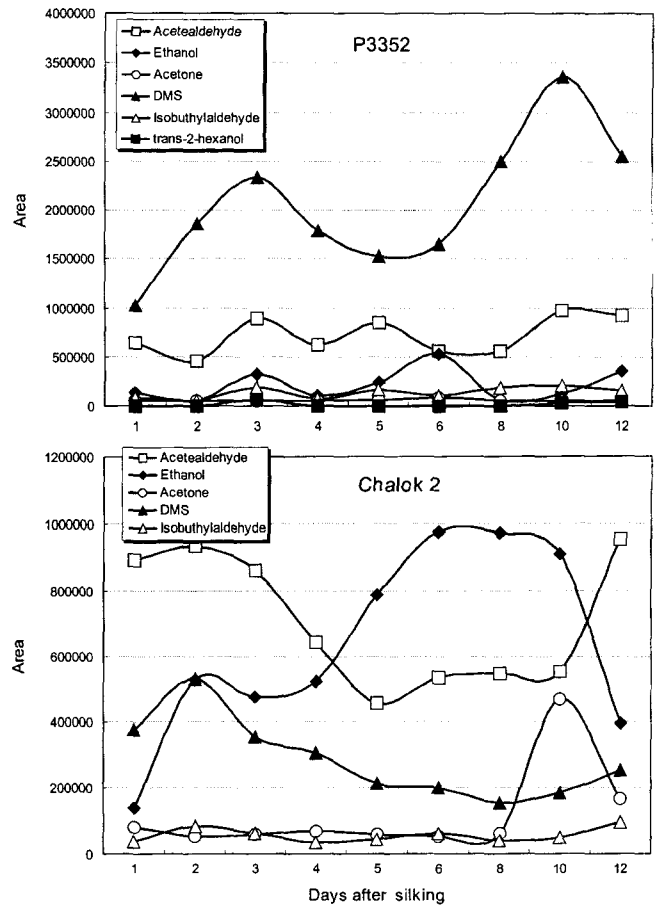
DMS와 H<sub>2</sub>S가 주성분이며 이들은 품종이나 재배법에 따라 함량에 변이가 있고, DMS 함량은 옥수수가 성숙될수록 증가하지만 H<sub>2</sub>S는 유의적인 변화가 없다고 하였다. Bill *et al.*(1968)도 단옥수수(종실)의 주요 향기성분은 DMS이고 acetaldehyde, ethanol, acetone 등이 검출된다고 하였는데, 본 시험의 결과 옥수수 수염의 주요 향기성분은 DMS로서 종실의 주요 향기성분과 일치하는 것으로 나타났다.

**조사형질간의 상관관계**

옥수수 수염의 전체길이는 유기산 함량과 r=0.556으로 정의 상관, 아미노산 함량과는 r=-0.514로 부의 상관이 인정되었다. 유리당은 유기산 함량과 r=0.703, flavonoid와는 r=0.544로 정의 상관이 인정되었으며 flavonoid 함량은 엽록소 함량과 r=0.523로 정의 상관이 인정되었다. 이와 같은 결과로 볼 때 사료용 옥수수와 찰옥수수 수염이 단옥수수 및 초당옥수수 수염 보다 총 flavonoid 함량이 높고, 진한녹색을 나타내므로 엽록소 함량은 수염의 flavonoid 함량을 간접적으로 판단하는 지표로 활용될 수 있을 것으로 판단되었다 (Table 7).



**Fig. 8.** Volatiles identified with head space (GC/MS) from corn silks. 3.48 : Acetaldehyde, 3.71 : Ethanol, 3.88 : Acetone, 4.12 : DMS, 4.40 : Isobutylaldehyde.



**Fig. 9.** Changes of volatile components in silage and waxy corn silks according to days after silking.

**Table 7.** Correlation coefficients among investigated characteristics of corn silk.

Variables	Free sugars	Organic acids	Amino acids	Flavonoids	Chlorophyll
Silk length	0.086	0.556*	-0.514*	-0.393	-0.041
Free sugars	-	0.703**	0.268	0.544*	0.359
Organic acids		-	-0.178	0.213	0.064
Amino acids			-	0.464	0.260
Flavonoids				-	0.523*

**적 요**

옥수수 수염의 일반적인 생육특성과 함유된 각종 일반성분 및 유리당, 유기산, 아미노산 및 향기성분에 관한 기초자료를 제공하기 위하여 본 시험을 수행하였으며 얻어진 결과를 요약 하면 다음과 같다.

1. 옥수수의 수염은 출사후 3일 이내에 수정이 완료되고 길 이 신장이 정지되나 수정되지 않은 수염은 지속적으로 신장하 여 출사후 8일에 23~25 cm였다.

2. 출사기에 옥수수 수염의 수분함량은 92~94%, 출사후 30 일에는 70~75%였다.

3. 옥수수 수염은 엽록소 b의 함량이 높고, 엽록소 a/b의 비 율은 사료용 옥수수 > 단옥수수 > 초당옥수수 > 찰옥수수 순이 었다.

4. 유리당은 glucose와 fructose가 주종을 이루고, 그 구성비 율은 glucose가 55% fructose가 42% 이었으며 sucrose 및 maltose는 4% 미만으로 낮았다.

5. 가용성 고형물 함량은 미수정 수염이 13.7~16.8 Brix %, 수정된 수염은 12.6~13.7 Brix %로 1.1~3.1 Brix % 차이가 있었다.

6. 옥수수 수염의 유기산은 phytic, oxalic, malic, shikimic, glutaric 및 acetic acid가 검출되었는데, 이중 phytic, oxalic 및 glutaric acid가 주요 유기산이었고 유기산의 함량은 사료용 옥수수 > 초당옥수수 > 찰옥수수 > 단옥수수 순으로 높았다.

7. 단백질 함량은 3.36~4.17% 로서 출사후 3일에 최대치를 나타내었고, 단백질 함량은 사료용옥수수 > 찰옥수수 > 단옥수 수 > 초당옥수수 순으로 높았다.

8. 아미노산중 serine, glycine 및 threonine 3종은 10% 이 상 함유되어있었으며 glycine의 구성비율이 12.3%로 가장 높 았고 황(S)함유 아미노산인 methionine과 cystine 함량은 각각 2.1% 및 1.3%로 함량이 낮았다.

9. 향기성분으로 acetaldehyde, ethanol, acetone, DMS, iso-butylaldehyde, cis-3-hexanol, 3-hex-1-ol, acetate, trans-2-he-xanol, pentanol 등이 검출되었고, 사료용의 주요 향기성분은 acetaldehyde와 DMS, 찰옥수는 acetaldehyde, ethanol 및

DMS였다.

10. 옥수수 수염의 길이는 유기산 함량과  $r=0.556$ , 아미노 산 함량과는  $r=-0.514$ 로 유의성이 인정되었고, 유리당 함량은 유기산 함량과  $r=0.703$ , flavonoid 함량과  $r=0.544$ 로 유의한 정의상관이 있었다. 특히, flavonoid 함량은 엽록소 함량과 정 의 상관( $r=0.523$ )이 인정되어 엽록소는 flavonoid 함량의 판 단지표로 활용될 수 있을 것으로 사료되었다.

**引用文獻**

Bassetti, P., and M. E. Westgate. 1993a. Emergence, elongation, and senescence of maize silks. *Crop Sci.* 33 : 271-275.

Bassetti, P., and M. E. Westgate. 1993b. Senescence and receptivity of maize silks. *Crop Sci.* 33 : 275-278.

Bassetti, P., and M. E. Westgate. 1993c. Water deficit affects receptivity of maize silks. *Crop Sci.* 33 : 279-282.

Bensky, Dan, Andrew Gamble, and T Kaptchuk. 1986. Chinese herbal medicine materia medica. Eastland Press Seattle : 220-222.

Bill, D. D. and T. W. Keenan. 1968. Dimethyl sulfide and its precursor in sweet corn. *J. Agr. Food Chem.* 16(4) : 643-645.

Caceres, A., L. M. Giron, and A. M. Martinez. 1987. Diuretic activity of plants used for the treatment of urinary ailments in Guatemala. *J. Ethno. Pharmacol.* 19 : 233-245.

Doan, D. D., N. H. Nguyen, H. K. Doan, T. L. Nguyen, T. S. Phan, V. D. Nguyen, M. Grabe, R. Johansson, G. Lindgren, and Stjernstrom. 1992. Studies on the individual and combined diuretic effects of four Vietnamese traditional herbal remedies (*Zea mays*, *Imperata cylindrica*, *Plantago major* and *Orthosiphon stamineus*). *J. Ethnopharmacology* 36 : 225-231.

Frithjof, W.H., A.Q. Michale, and A.C. William. 1971. Headspace vapors from cereal grains. *J. Agr. Food Chem.* 19(1) : 182-183.

Hung, K. C. 1993. The pharmacology of chinese herbs. CRC Press. London : P246.

지형준, 이상인. 1988. 대한약전의 한약(생약)규격집주해서. 한국메 디칼인텍스사 : 270.

Kim S. L., S. U. Park, S. W. Cha, J. H. Seo, and T. W. Jung. 1994. Changes of major quality characters during grain filling in waxy corn and super sweet corn. *Korean J. Crop Sci.* 39(1) : 73-78.

Lewis, F. F., and C. W. Robert. 1974. Influence of cultivar, process, maturity and planting date on the dimethyl sulfide and hydrogen sulfide level in sweet corn. 1974. *J. Agr. Food Chem.* 22(5) : 816-819.

Morton, J. F. 1977. Some folk-medicine plants of central american markets. *Quart. J. Crude Drug Res.* 15 : 165-192.

Nielson, R. L. 1992. Corn Grower's guidebook Purdue Univ., West Lafayette, IN47907-1150.

Robert, M. Devlin. 1975. Plant physiology-Third edition. Van Nos-trand. L.D. Nooden and A.C. Leopold. Senescence and aging in plants. Academic Perss INC.

Sprague, G. E., and J. W. Dudley. 1988. Corn & corn improvement Third Edition. Madison Wisconsin, USA.

White, J. A., R. J. Hart, and J. C. Fry. 1988. An evaluation of Waters pico-tag system for the amino acid analysis of food materials. *J. Automatic Chem.* 8(4) : 170-177.