국내 육성 주요 옥수수 자식계통 및 교잡종의 종실 성분 특성

손범영[†] · 김정태 · 이진석 · 백성범 · 김선림 · 구자환 · 황종진 · 차선미 · 권영업

농촌진흥청 국립식량과학원

Chemical Composition of Seed from Inbred Lines and Hybrids of Maize Recently Developed in Korea

Beom-Young Son[†], Jung-Tae Kim, Jin-Seok Lee, Seong-Bum Baek, Sun-Lim Kim, Ja-Hwan Ku, Jong-Jin Hwang, Sun-mi Cha, and Young-Up Kwon

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

ABSTRACT This study was carried out to evaluate the quality properties, fatty acid composition and amino acid composition of major Korean inbred lines and hybrids of maize for corn breeding. Protein content of F₂ seeds was 9.0%, which was slightly lower than those of inbred lines, 11.4%, and F₁ seeds, 10.9% in hybrid maizes. Lipid content of F₂ seeds of hybrid maizes was 4.2%, slightly higher than those of inbred lines, 3.3%, and F₁ seeds, 3.6%. However, there was no significant difference in ash content. The amount of linoleic acid in inbred lines, F₁ and F₂ seeds of hybrid maizes was highest among all fatty acids and followed by oleic acid, palmitic acid, stearic acid and linolenic acid. The composition of saturated fatty acid of F₂ seeds was 17.6%, similar to F₁ seeds but it was lower than that of inbred lines. The composition of unsaturated fatty acid of F₂ seeds was 82.4%, similar to F₁ seeds but was higher than inbred lines. The content of leucine of F₂ seeds was lower than inbred lines and F₁ seeds. The content of valine, serine, threonine, cysteine, aspartic acid, lysine, arginine, histidine of F₂ seeds was higher than inbred lines and F₁ seeds. MMA (monoamino monocarboxylic acid) in inbred lines, F₁ and F₂ seeds of hybrid maizes was highest among all amino acids and followed by DMA (diamino monocarboxylic acid) and AAA (aromatic amino acid).

Keywords : inbred line, maize, protein, lipid, fatty acid, amino acid, lysin

옥수수는 벼, 밀과 더불어 세계 3대 식량작물중 하나로서 식품은 물론 에너지, 단백질 및 각종 영양소의 공급원이 되며, 전분을 원료로 하는 각종 산업분야에서 가장 중요한 작

물이다. 최근에는 각종 조미료, 의약품, 시약, 화장품, 주류, 과자류, 도료, 인쇄, 제지업 등 다양한 분야에 이용되고 있다 (Kim *et al.*, 2002; Constantinos *et al.*, 2000).

옥수수의 종실은 전분 77%, 당 2%, 단백질 9%, 지방 5%, 펜토산 5% 및 회분 2%로 구성되어 주성분이 전분이며, 지방과 단백질 함량도 적지 않고, 황색종은 비타민 A가 풍부하다. 그러나 옥수수를 식용으로 할 경우 필수아미노산인 라이신과 트립토판이 결핍되어 있어 이를 주식으로 할 경우 영양적으로 불리하다고 보고되었다(Constantinos, 1997; Constantinos *et al.*, 2000; Gevers & Lake, 1992; Hallauer, 1999; Bryan & Larkins, 2005).

우리나라는 세계에서 일본에 이어 두 번째로 많이 옥수수를 수입하는 나라로서 연간 소비량이 900만 톤에 이르고 있다. 도입 옥수수의 대부분은 사료용으로 이용되고 있지만, 전분 및 옥분 등의 식용으로도 폭넓게 이용되고 있어 식량작물로서 큰 위치를 차지하고 있다. 따라서 국립식량과학원에서는 국내 산업에서 옥수수가 차지하는 중요도를 감안하여 수량이 많고 안정생산이 가능한 옥수수의 신품종 개량에 힘써왔으며, 그 결과 광평옥(Moon *et al.*, 2001), 강다옥(Son *et al.*, 2006a) 등의 우수 품종을 육성하여 보급하고 있다.

본 연구는 국내 옥수수의 품종개량을 위한 효율적인 선발체계의 확립이 요구되고 있는 시점에서 국립식량과학원이 최근 육성한 주요 자식계통 및 교잡종들의 이화학적 특성과 지방산 및 아미노산 조성을 각각 분석 검토하여 고품질 옥수수 신품종 육성을 위한 기초 연구 자료로 활용하고자 실시하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6758 (E-mail) sonby@korea.kr

<Received 12 January, 2012; Revised 13 March, 2012; Accepted 23 March, 2012>

재료 및 방법

실험재료

본 시험에 사용된 시험재료는 국내 육성 교잡종(hybrids)인 광평옥 등 9품종과 이들 품종의 모·부본인 자식계통(inbred lines)인 KS124 등 18 계통이며, 2006년 농촌진흥청 국립식량과학원 발작물시험포장에서 시험을 실시하였다. 시비량은 $N-P_2O_5-K_2O = 20-15-15$ kg/10a로, 질소비료의 절반은 파종 전에 처리하였고 나머지는 파종 후 7~8엽기에 추비로 주었다. 퇴비는 10a당 1,500 kg을 시용하였고, 재식밀도는 60×25 cm(6,600본/10a)로 하였다. 파종은 4월 21일에 2립씩 심어 3~4엽기에 1주에 1개체만 남기고 솟아 주었다. 시험재료는 9월 상순에 수확하여 자연건조한 후 분석에 사용하였다.

단백질 및 지방 함량

단백질 및 지방함량 분석은 1.0 mm 체를 장착한 test mill (Brabender, Germany)로 종실을 분쇄하여 시료로 사용하였다. 단백질은 Kjeldahl법에 따라 Kjeltac 2400 auto analyzer (Foss Tecator, Huddinge, Sweden)로, 지방은 Soxtherm automatic system (Gerhardt, Soxtherm 2000, Hoffmannstre, Germany)으로 각각 분석하였다.

지방산 조성

지방산 조성의 분석은 Rafael & Mancha(1993)의 방법에 따라 0.5 g의 분말시료에 methanol : heptane : benzene : 2,2-dimethoxypropane : $H_2SO_4(37:36:20:5:2, v/v/v/v)$ 로 조제된 용액을 가하고 $80^\circ C$ 로 가열하여 digestion 및 lipid transmethylation이 동시에 이루어 질수 있도록 하였다. 가열이 끝난 single phase는 상온에서 냉각 후 fatty acid methyl esters (FAMES)를 함유하고 있는 상등액을 취하여 capillary GC에 주입하였다. 지방산 분석에 사용된 GC system은 HP 6890 system FID (HP Co., USA)이었고, HP-Innowax capillary column (cross-linked polyethylene glycol, $0.25 \mu m \times 30 m$)을 사용하였다. 분석조건으로는 initial temperature $150^\circ C$, final temperature $280^\circ C$ 로서 분당 $4^\circ C$ 씩 증가되도록 하였고, carrier gas로서 N_2 를 분당 10 ml를 흘려주었다. 분석이 진행되는 동안 inlet과 detector의 온도는 각각 $250^\circ C$ 및 $300^\circ C$ 가 유지되도록 하였다. 표준 FAME mix ($C_{14}-C_{22}$)는 Supelco사 (Bellefonte, USA) 제품을 사용하였다.

아미노산 조성

아미노산의 조성은 시료 0.3 g에 5 ml의 6N HCl을 가하고 N_2 gas로 치환시킨 후 $110^\circ C$ 에서 24시간 HCl로 가수분

해 후 No. 2 여지로 여과하여 100 mL volume flask에 옮겨 넣고 Milli-Q water로 정용하였다. 이들 중 분자량이 큰 화합물을 제거시키기 위하여 0.1% TFA(solution I), methanol (80:20, solution II), methanol(70:30, solution I II)으로 Sep-pak C_{18} 을 활성화시킨 후 시료용액을 통과시켜 분석시료로 사용하였고, 아미노산의 정량분석은 Amino acid Auto-analyzer(Hitachi L-8800, Japan)을 이용하였다. 이 때 아미노산의 표준용액은 Ajinomoto-Takara사 (Japan) 제품을 구입하여 사용하였다.

통계분석

통계분석은 SAS프로그램(V. 9.1)의 PROC ANOVA procedure를 이용하여 Duncan의 다중범위검정방법(Duncan's multiple range test, DMRT)를 통해 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였다.

결과 및 고찰

생육특성

Table 1은 국내 육성 교잡계에 사용된 자식계통의 주요 특성을 나타낸 것이다. 100립중은 $20.7 \sim 31.2$ g 범위였으며, 종피색은 대부분 노란색이었다. 립형은 마치종(dent)이 많았고, 반경립종(semi-flint), 반마치종(semi-dent) 순이었다.

Table 2는 국내 육성 교잡계의 주요 특성을 나타낸 것이다. 출사일수는 광평옥이 78일로 짧았고, 광안옥이 89일로 길었으며, 출사일수 범위는 78~89일이다. 간장은 청사옥이 246 cm로 짧았으며, 품미옥이 274 cm로 가장 길었다. 도복은 광안옥, 두루옥, 광평옥, 청안옥, 청사옥, 강다옥 등이 강하였다. 이삭길이는 $16.2 \sim 22.0$ cm 범위로 광안옥이 짧았고, 수원19호가 길었다. 100립중은 $23.7 \sim 35.1$ g 범위로 두루옥이 가벼웠고, 광안옥이 무거웠다. 종실수량은 $7.0 \sim 9.2$ 톤/ha 범위로 수원19호가 낮았고, 강다옥이 많았다. 본 연구의 종실수량의 범위는 Son *et al.*(2006b)이 보고한 종실수량($638 \sim 1,045$ kg/10a)보다 좁은 분포범위를 보였는데 이는 재배한 품종, 시기, 환경 등이 달라 다른 반응을 보인 것으로 생각된다. 립형은 대부분 마치종이며, 그 다음으로 반경립종, 반마치종 순이었다.

일반성분

Table 3은 국내 육성 옥수수 자식계통, F_1 , F_2 종실의 단백질, 지방, 회분을 나타낸 것이다. F_2 종실의 단백질 함량은 9.0%로 자식계통의 11.4%와 F_1 종실의 10.9%에 비하여 유의하게 낮은 것으로 나타났다. Park *et al.*(1990)은 립형별

Table 1. Major seed characteristics of inbred lines used for Korean F₁ hybrids of maize.

Inbred line	Parent	100 seeds weight (g)	Grain color	Grain type	F ₁ hybrid
Ga209	F [†]	29.4	White	Dent	Gwanganok
DB544	M [‡]	23.4	Yellow	Dent	
KS5	F	31.2	Yellow	Dent	Suwon19
KS6	M	23.9	Yellow	Dent	
KS7rh	F	25.2	Yellow	Dent	Duruok
KS94	M	21.2	Yellow	Dent	
KS124	F	24.4	Yellow	Dent	Kwangpyeongok
KS85	M	26.6	Yellow	Dent	
KS7rh	F	25.2	Yellow	Dent	Cheonganok
KS118	M	24.7	Yellow	Semi-Flint	
KS121	F	20.7	Yellow	Dent	Pungmiok
KS139	M	26.6	Yellow	Dent	
KS5	F	31.2	Yellow	Dent	Jangdaok
KS135	M	22.7	Yellow	Dent	
KS55	F	23.2	Yellow	Semi-Dent	Cheongsaok
KS131	M	24.0	Yellow	Semi-Dent	
KS140	F	24.1	Yellow	Semi-Flint	Gangdaok
KS141	M	26.3	White	Semi-Flint	

[†]F : Female, [‡]M : Male**Table 2.** Agronomic characteristics of major Korean F₁ hybrids of maize.

Hybrid	Days to silking	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Lodging	Ear length (cm)	100 seeds weight (g)	Grain yield (ton/ha)	Grain type
Gwanganok	89	266	145	R [†]	16.2	35.1	7.2	Dent
Suwon19	82	254	125	M [‡]	22.0	33.6	7.0	Dent
Duruok	80	269	148	R	21.4	23.7	8.3	Dent
Kwangpyeongok	78	268	134	R	18.4	30.8	8.1	Dent
Cheonganok	80	266	141	R	18.8	30.5	8.8	Semi-Flint
Pungmiok	84	274	153	M	19.4	27.2	7.8	Dent
Jangdaok	79	247	116	M	19.5	28.9	9.2	Dent
Cheongsaok	83	246	127	R	20.3	24.9	8.0	Semi-Dent
Gangdaok	83	271	145	R	18.5	27.7	8.6	Semi-Flint

[†]R : Resistance, [‡]M : Medium

단백질 함량을 분류 분석한 결과 마치종(dent)이 평균 10.4%, 분포범위는 8~13.8%, 반마치종이 평균 12.5%, 분포범위 10.6~14.5%, 경립종이 평균 12.7%, 분포범위 11.2~17.3%로 나타났다고 보고하여 본 연구보다 높은 경향이었는데, 이는 본 연구보다 시험재료가 많았기 때문인 것으로 생각된다. F₂ 종

실의 단백질 함량이 자식계통보다 낮은 경향을 나타내었다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. F₂ 종실의 지방 함량은 4.2%로 자식계통의 3.3%와 F₁ 종실의 3.6%에 비하여 유의하게 높은 것으로 나타났다. 칼슘, 인, 마그네슘, 철, 칼리 등이 들어 있는 회분은 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실간의

Table 3. Variation of chemical composition of seeds from Korean inbred lines and hybrids of maize.

Component (%)	Inbred line		F ₁		F ₂	
	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
Protein	11.4 ^a	9.4~13.1	10.9 ^a	9.0~12.9	9.0 ^b	7.5~11.0
Lipid	3.3 ^b	2.2~4.3	3.6 ^b	2.9~4.7	4.2 ^a	3.8~5.3
Ash	1.4 ^a	1.1~1.6	1.3 ^a	1.2~1.5	1.3 ^a	1.1~1.5

Values with the same letters in a row are not significantly different at $p \leq 0.05$.

Table 4. Fatty acid composition of seeds from major Korean inbred lines and hybrids of maize.

Fatty acid composition (%)	Inbred line		F ₁		F ₂	
	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
Palmitic acid (C16:0)	17.3 ^a	14.4~27.0	15.9 ^{ab}	14.2~19.8	14.8 ^b	13.1~17.3
Stearic acid (C18:0)	3.6 ^a	2.5~9.8	3.6 ^a	2.0~5.9	2.8 ^a	2.1~3.8
Oleic acid (C18:1)	23.6 ^b	18.2~34.7	23.7 ^b	19.2~28.8	27.3 ^a	24.7~32.9
Linoleic acid (C18:2)	53.4 ^a	41.9~61.9	55.0 ^a	49.0~58.8	53.1 ^a	47.0~57.9
Linolenic acid (C18:3)	2.1 ^a	1.1~4.1	1.8 ^a	1.5~2.2	2.0 ^a	1.6~2.8
SFA [†]	21.0 ^a	17.0~36.8	19.5 ^{ab}	16.5~25.7	17.6 ^b	15.9~21.0
USFA [‡]	79.0 ^b	63.2~83.0	80.5 ^{ab}	74.3~83.5	82.4 ^a	79.0~84.1

[†]SFA (saturated fatty acid), [‡]USFA (unsaturated fatty acid)

Values with the same letters in a row are not significantly different at $p \leq 0.05$.

조성변이에 차이가 없었다.

지방산 조성

Table 4는 국내 육성 옥수수 자식계통, F₁과 F₂ 종실의 지방산 조성을 나타낸 것이다. 자식계통, F₁과 F₂ 종실의 지방산 조성은 linoleic acid의 조성비가 가장 높고 oleic acid, palmitic acid, stearic acid, linolenic acid의 순으로 높은 것으로 나타났다. 이러한 경향은 옥수수의 지방산 함량이 linoleic acid(C18:2)와 oleic acid(C18:1)가 주종을 이루고 palmitic acid(C16:0), stearic acid (C18:0) 또는 linolenic acid(C18:3)의 순으로 함량이 높다는 Dunlap *et al.*(2006)의 보고와 일치하였으나, QPM 계통과 non-QPM 계통의 지방산 조성에서 linolenic acid가 stearic acid보다 높다고 한 Kim *et al.* (2006)의 보고와는 일치하지 않았다.

지방산 조성은 자식계통, F₁ 및 F₂ 종실간 차이가 있는 것으로 나타났는데, palmitic acid의 함량은 잡종인 F₁ 종실과 F₂ 종실이 비슷하였으나, 자식계통보다는 낮았다. 반면 oleic acid의 함량은 F₂ 종실이 자식계통 및 F₁ 종실보다 높았다. Stearic acid, linoleic acid, linolenic acid 등 나머지 지방산은 자식계통, F₁ 및 F₂ 종실간 조성변이가 비슷한 경향이였다.

Linoleic acid, linolenic acid 및 arachidonic acid(20:4) 등

은 다불포화 지방산으로 인체 내에서 합성이 되지 않는 필수 지방산이며, 이들 중 linolenic acid는 피부의 전이성과 투과성을 증진시키는 bioactive 물질이라고 하였다(Wassef, 1985). 이러한 linoleic acid의 함량을 자식계통, F₁과 F₂ 종실에서 비교해 보면 각각 53.4%, 55.0%, 53.1%로 차이는 없었지만 Dunlap *et al.*(1995)이 보고한 59.7%보다 낮았고, 변이범위는 각각 41.9~61.9%, 49.0~58.8%, 47.0~57.9%로 Dunlap *et al.*(1995)이 보고한 39.5~69.5%보다 작았다. 본 연구에서 linoleic acid의 변이 범위가 좁은 것은 시험재료를 400점 이상을 분석한 Dunlap *et al.*(1995)보다 시험재료 수가 적었기 때문이라 생각된다.

자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실간의 포화지방산과 불포화지방산의 차이를 비교해 보았는데 F₂ 종실의 포화지방산의 함량은 17.6%로 F₁ 종실과는 비슷하였으나, 자식계통보다는 낮았다. 반면 F₂ 종실의 불포화지방산의 함량은 82.4%로 F₁ 종실과는 비슷하였으나, 자식계통보다는 높았다. 이와 같은 결과는 시험재료로 사용된 옥수수 종실의 지방산 변이의 폭이 좁았기 때문인 것으로 사료된다. 국내 옥수수 종실 불포화지방산 함량은 Dunlap *et al.*(1995)에 의해 분석된 85.7%보다 낮아 이보다 높은 성분을 개량하기 위하여 국내외 옥수수 유전자원을 수집 분석이 요구되었다.

아미노산 조성

Table 5는 국내 육성 옥수수 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실의 아미노산 조성을 비교한 것이다. 함량별 아미노산 조성을 볼 때 자식계통은 glutamic acid가 전체 아미노산의 15.65%로 가장 높고 그 다음이 leucine (12.53%)이며 alanine, proline, threonine, glycine, serine, valine, arginine, aspartic acid, isoleucine, histidine, methionine, tyrosine, phenylalanine, cysteine 그리고 lysine(0.30%) 순이었다. F₁ 종실 및 F₂ 종실의 경우에도 glutamic acid가 모두 전체 아미노산의 15.62%로 가장 높고 leucine, alanine, proline, threonine, glycine, valine, serine, arginine, aspartic acid, isoleucine, histidine, methionine, tyrosine, phenylalanine, cysteine 그리고 lysine

순이었다. 따라서 옥수수 단백질을 이루는 아미노산 조성은 glutamic acid와 leucine의 함량이 비교적 높고 lysine이 가장 낮은 것으로 나타났다. Kim *et al.*(2006)도 QPM계통과 non-QPM계통에서 lysine이 가장 낮음을 보고한 바 있는데 본 시험의 결과도 이들의 보고와 일치하였지만, Park *et al.* (1990)와 Thomison *et al.*(2003)은 methionine이 가장 낮은 것으로 보고하여 옥수수의 품종, 용도, 립형 등에 따라 아미노산 조성에 영향을 끼치는 것으로 판단할 수 있었다.

아미노산 조성은 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실간 차이도 있는 것으로 나타났는데 F₂ 종실의 leucine의 함량이 자식계통 및 F₁ 종실보다 낮았다. 반면 F₂ 종실의 valine, serine, threonine, cysteine, aspartic acid, lysine, arginine, histidine 등의 함량

Table 5. Amino acid composition of seeds from major Korean inbred lines and hybrids of maize.

Amino acid composition (%)		Inbred line		F ₁		F ₂	
		Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
MMA	Alanine	9.55 ^a	8.71 ~ 10.65	9.62 ^a	8.96 ~ 10.04	9.32 ^a	9.03 ~ 9.80
	Glycine	5.76 ^a	4.54 ~ 6.61	5.88 ^a	3.82 ~ 7.16	6.59 ^a	4.79 ~ 9.15
	Isoleucine	2.76 ^a	1.36 ~ 3.20	2.83 ^a	2.25 ~ 3.31	2.56 ^a	2.09 ~ 2.96
	Leucine	12.53 ^a	5.90 ~ 14.82	12.36 ^a	9.98 ~ 14.13	10.43 ^b	7.69 ~ 12.38
	Valine	4.57 ^c	4.03 ~ 5.07	4.79 ^b	4.46 ~ 5.17	5.09 ^a	4.85 ~ 5.37
Sum of MMA		35.17^A	24.54 ~ 40.35	35.44^A	29.47 ~ 39.80	33.99^A	28.45 ~ 39.65
OAA	Serine	4.58 ^b	4.39 ~ 5.20	4.51 ^b	4.39 ~ 4.65	4.74 ^a	4.62 ~ 4.89
	Threonine	6.39 ^b	6.11 ~ 7.22	6.43 ^b	6.03 ~ 6.73	6.95 ^a	6.65 ~ 7.36
	Sum of OAA	10.97^B	10.50 ~ 12.42	10.93^B	10.42 ~ 11.38	11.69^A	11.27 ~ 12.26
SCAA	Cysteine	0.44 ^b	0.38 ~ 0.54	0.42 ^b	0.37 ~ 0.51	0.51 ^a	0.46 ~ 0.61
	Methionine	1.52 ^a	0.80 ~ 2.38	1.57 ^a	0.77 ~ 2.25	1.45 ^a	1.12 ~ 2.19
	Sum of SCAA	1.97^A	1.18 ~ 2.91	1.99^A	1.13 ~ 2.76	1.96^A	1.57 ~ 2.79
MDA	Glutamic A	15.65 ^a	14.40 ~ 17.75	15.62 ^a	15.21 ~ 16.10	15.62 ^a	15.21 ~ 15.99
	Aspartic A	3.20 ^b	2.91 ~ 3.49	3.26 ^b	3.14 ~ 3.39	3.41 ^a	3.24 ~ 3.66
	Sum of MDA	18.85^A	17.31 ~ 21.24	18.88^A	18.35 ~ 19.49	19.03^A	18.45 ~ 19.64
DMA	Lysine	0.30 ^b	0.25 ~ 0.37	0.31 ^b	0.24 ~ 0.36	0.37 ^a	0.31 ~ 0.48
	Arginine	3.56 ^b	3.31 ~ 3.98	3.70 ^b	3.27 ~ 4.03	4.28 ^a	3.87 ~ 5.15
	Sum of DMA	3.86^B	3.56 ~ 4.35	4.00^B	3.51 ~ 4.39	4.65^A	4.19 ~ 5.64
AAA	Histidine	2.51 ^b	2.33 ~ 3.00	2.60 ^b	2.40 ~ 2.88	2.94 ^a	2.74 ~ 3.20
	Phenylalanine	0.98 ^a	0.13 ~ 1.59	0.99 ^a	0.72 ~ 1.60	0.66 ^a	0.31 ~ 1.09
	Proline	8.34 ^a	6.88 ~ 9.83	7.87 ^a	6.88 ~ 9.33	8.34 ^a	7.97 ~ 8.78
	Tyrosine	1.20 ^a	0.39 ~ 1.83	1.22 ^a	0.96 ~ 1.90	0.96 ^a	0.65 ~ 1.36
	Sum of AAA	13.03^A	9.74 ~ 16.25	12.68^A	10.96 ~ 15.71	12.91^A	11.66 ~ 14.44

MMA (monoamino monocarboxylic acid), OAA (oxy amino acid), SCAA (sulfur containing amino acid), MDA (monoamino dicarboxylic acid), DMA (diamino monocarboxylic acid), AAA (aromatic amino acid)

Values with the same letters in a row are not significantly different at $p \leq 0.05$.

이 자식계통 및 F₁ 종실보다 높았다. Alanine 등 나머지 아미노산은 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실간 조성변이가 비슷한 경향이였다.

옥수수의 경우 lysine, threonine, tryptophan, valine, isoleucine 등과 같은 필수아미노산의 함량이 부족하고 제한아미노산인 lysine이 가장 문제시 되고 있으며, 국내 육성 옥수수 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실의 lysine함량은 WHO(World Health Organization) 추천량인 5.5(g/100g 단백질)에 비해 낮아 lysine 함량이 5.5(g/100 g 단백질)보다 높은 국내 적응 QPM(quality protein maize) 품종 육성이 요구되는 시점에서 Kim *et al.* (2006)은 국내 개발 중인 QPM 옥수수의 lysine 조성비가 non-QPM 대비 약38% 정도가 증가됨을 보고하였는데 이를 통하여 국내 옥수수의 주요 아미노산의 조성비율이 우수한 방향으로 개선되고 있음을 알 수 있었다.

아미노산을 작용기에 따라 분류하여 보면 산성아미노산인 MMA(monoamino monocarboxylic acid)가 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실에서 그 조성 비율이 가장 높았으며 산성 아미노산인 DMA(diamino monocarboxylic acid), 방향족 아미노산인 AAA(Aromatic amino acid) 순으로 조성비가 높았다. 아미노산의 작용기에 따른 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실의 변이를 볼 때 MMA, MDA, AAA 및 SCAA는 처리 간 차이는 없었지만 OAA와 DMA에서는 F₂ 종실에서 조성비가 높게 나타났다.

전체 단백질에 대한 필수아미노산(essential amino acid: EAA)인 threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine 및 tryptophan을 분석하였는데 8종중 7종의 아미노산이 검출 되었고 국내 육성 자식계통의 경우 EAA의 조성비가 29.1%, F₁ 종실은 29.1%, F₂ 종실은 27.5%로 함량이 비슷하게 나타났다. Kim *et al.*(2006)도 QPM계통과 non-QPM계통의 EAA조성비를 검토해 보았는데 본 시험의 결과도 이들의 보고와 일치하는 경향이였다.

적 요

옥수수 우량 교잡종 육성을 위한 자료로 활용하고자 국내 육성 옥수수 자식계통, F₁ 종실 및 F₂ 종실의 이화학적 특성과 지방산 및 아미노산 조성을 각각 분석 검토하였다.

1. F₂ 종실의 단백질 함량이 9.0%로 자식계통 11.4%와 F₁ 종실 10.9%에 비하여 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 지방 함량은 F₂ 종실이 자식계통과 F₁ 종실보다 높았다. 회분은 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실간 조성변이에 차이가 없었다.

2. 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실 모두 linoleic acid의 조성비가 가장 높고 oleic acid, palmitic acid, stearic acid, linolenic acid의 순으로 지방산 조성비가 높은 것으로 나타났다. F₂ 종실의 포화지방산의 함량은 17.6%로 F₁ 종실과는 비슷하였으나, 자식계통보다는 낮았다. F₂ 종실의 불포화지방산의 함량은 82.4%로 F₁ 종실과는 비슷하였으나, 자식계통보다는 높았다.
3. F₂ 종실의 leucine의 함량이 자식계통 및 F₁ 종실보다 낮았다. 반면 F₂ 종실의 valine, serine, threonine, cysteine, aspartic acid, lysine, arginine, histidine 등의 함량이 자식계통 및 F₁ 종실보다 높았다. Alanine 등 나머지 아미노산은 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실간 조성변이가 비슷한 경향이였다.
4. 산성아미노산인 MMA(monoamino monocarboxylic acid)가 자식계통, F₁ 종실, F₂ 종실에서 그 조성 비율이 가장 높았으며 산성 아미노산인 DMA(diamino monocarboxylic acid), 방향족 아미노산인 AAA(aromatic amino acid) 순으로 조성비가 높았다.

인용문헌

- Bryan, C. G. and B. A. Larkins. 2005. Molecular genetic approaches to developing quality protein maize. Trends in Genetics. 21(4) : 227-233.
- Constantinos, G. Z. 1997. Assessment of the protein quality of native white flouy maize, designated IAP0-13, by amino acid analysis. J. Agric. Food Chem. 45 : 1062-1069.
- Constantinos, G. Z., I. H. Robert, Z. R. Yu, V. K. Choi, S. Khanizadeh, N. G. W. Rose, and P. L. Pattison. 2000. Assessment of the protein quality of 15 new northern adapted cultivars of quality protein maize using amino acid analysis. J. Agric. Food Chem. 48 : 5351-5361.
- Dunlap, F. G., P. J. White, L. M. Pollak, and T. J. Brumm. 1995. Fatty acid composition of oil from adapted, elite corn breeding materials. J. Am. Oil Chem. Soc. 72 : 981-987.
- Gevers, H. O. and J. K. Lake. 1992. Development of modified opaque-2 maize in South Africa. In Quality Protein Maize Mertz, E. T., Ed. ; American Association of Cereal Chemists: St. Paul, MN. pp. 49-78.
- Hallauer, A. R. 1999. Recurrent Selection in Maize Janick, J., Ed. ; Plant Breeding Rev. 9 ; Wiley : New York. pp 115-179.
- Kim, S. L., H. G. Moon, and Y. H. Ryu. 2002. Current status and prospect of quality evaluation in maize. Korean J. Crop Sci. 47(S) : 107-123.
- Kim, S. L., B. Y. Son, T. W. Jung, H. G. Moon, and J. R. Son. 2006. Characterization on fatty acids and amino acids of quality protein maize lines. Korean J. Crop Sci. 51(5) :

- 458-465.
- Moon, H. G., B. Y. Son, S. W. Cha, T. W. Jung, Y. H. Lee, J. H. Seo, H. K. Min, K. J. Choi, C. S. Huh, and S. D. Kim. 2001. A new single cross maize hybrid for single "Kwang-pyeongok" Korean J. Breed. 33(4) : 350-351.
- Park, K. Y., Y. H. Son, S. K. Jeong, K. J. Choi, S. U. Park, and B. H. Choe. 1990. Variation of protein content and amino acid composition of maize germplasms. Korean J. Crop Sci. 35(5) : 413-423.
- Rafael, G. and M. Mancha. 1993. One-step lipid extraction and fatty acid methyl ester preparation from fresh plant tissues. Analytical Biochemistry. 211 : 139-143.
- Son, B. Y., H. G. Moon, T. W. Jung, S. J. Kim, B. R. Sung, C. S. Huh, and S. H. Ryu. 2006. A new corn hybrid cultivar, "Gangdaok" for silage. Korean J. Breed. 38(2) : 149-150.
- Son, B. Y., H. G. Moon, T. W. Jung, S. J. Kim, and J. D. Kim. 2006. Comparison of agronomic characteristics, yield and feed value of different corn hybrids for silage. Korean J. Crop Sci.. 51(3) : 233-238.
- Thomison, P. R., D. J. Barker, A. B. Geyer, L. D. Lotz, H. J. Siegrist, and T. L. Dobbels. 2003. Amino acid composition of topcross high-oil maize grain. Plant Genetic Resources. 1(2-3) : 89-95.
- Wassef, W. N. 1985. Lipids. In Fennema (Eds.) Food chemistry, second edition Marcel Dekker, Inc., New York and Basel. pp. 140-244.