

튀김옥수수 자식계통들에 대한 형태적 특성

장은하* · 사규진** · 김종화**** · 이주경**†

*강원도 농업기술원 옥수수연구소, **강원대학교 농업생명과학대학 식물자원응용공학과,
강원대학교 농업생명과학대학 원예학과, *강원대학교 한방바이오연구소

Analysis of Morphological Characteristics Among Popcorn Inbred Lines

Eun-Ha Chang*, Kyu Jin Sa**, Jong-Hwa Kim****, and Ju Kyong Lee**†

*Maize Experiment Station, Gangwon Agricultural Research and Extension Services, Hongcheon, 250-823, Korea

**Department of Applied Plant Sciences, College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

***Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

****Oriental Bio-herb Research Institute, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

ABSTRACT We evaluated the morphological characteristics of 79 popcorn inbred lines, which were developed to breeding popcorn variety at Maize Experiment Station, Gangwon Agricultural Research and Extension Services, by examining ten quantitative and three qualitative characteristics. In the survey of 3 qualitative traits for 79 popcorn inbred lines, most inbred lines respectively showed purple (46 inbred lines) at tassel color (QL1), green (55 inbred lines) at silk color (QL2) and green (75 inbred lines) at stem color (QL3). While, on the survey of 10 quantitative traits among 79 popcorn inbred lines, they showed the morphological variation in plant height (QN1, 174.2±34.9 cm), ear height (QN2, 103.4±24.7 cm), ear length (QN3, 9.4±3.0 cm), kernel setting length (QN4, 8.4±2.6 cm), ear thickness (QN5, 24.9±7.7 mm), ear row number (QN6, 14.0±2.3 number), ear weight (QN7, 36.5±26.0 g), kernel weight (QN8, 30.9±19.3 g), 100 kernel weight (QN9, 10.4±3.8 g) and germination rate (QN10, 95.3±8.1%), respectively. As a result, 5 inbred lines (PS0-001, PS0-003, PS1-002, PS1-003, PS2-009) in the 79 popcorn inbred lines have showed comparatively high values for the five quantitative traits. On the principal component analysis, silk color (QL2), ear length (QN3), kernel setting length (QN4), ear thickness (QN5), ear weight (QN7), kernel weight (QN8) and 100 kernel weight (QN9) greatly contributed in positive direction on the first principal components, whereas tassel color (QL1), stem color (QL3), ear height

(QN2) and ear row number (QN6) contributed in negative direction on the first principal component. In addition, plant height (QN1), ear height (QN2), and kernel weight (QN8) contributed in positive direction on the second principal component, and also tassel color (QL1), silk color (QL2), ear length (QN3), ear row number (QN6) and 100 kernel weight (QN9) contributed in negative direction on the second principal component.

Keywords : Maize, popcorn inbred line, morphological variation, principal component analysis, maize breeding programs.

옥수수(*Zea mays* L.)는 세계 3대 식량 작물 중 하나로 우리나라를 포함한 전세계 모든 나라들에서 식용, 간식용, 사료용, 공업용 등 다양한 용도로 이용되고 있다. 우리나라의 경우 옛날부터 전통적으로 옥수수를 재배하고 있지만, 국내에서 소비되는 옥수수는 칠팔옥수수를 제외하고는 대부분 수입에 의존하고 있다. 그 중에서 간식용으로 많이 이용되는 팝콘옥수수(튀김옥수수)의 경우도 국내에서 소비되는 대부분은 외국에서 수입되고 있다. 2011년 팝콘옥수수의 국내 수입량은 8천 358톤, 수입액은 585만 달러로, 국내에서 팝콘옥수수의 시장규모는 연간 2천 100억원 이상으로 추정하고 있다(한국무역협회, <http://www.kita.net>). 오늘날 미국에서 수입되고 있는 대부분의 옥수수는 유전자변형인 GMO

†Corresponding author: (Phone) +82-33-250-6415 (E-mail) jukyonglee@kangwon.ac.kr

<Received 10 April, 2013; Revised 26 May, 2013; Accepted 26 June, 2013>

GMO(Genetic Modified Organism) 옥수수로 알려져 있으므로, 식용으로 이용되는 경우는 국민의 건강을 지키기 위해서 수입산 GMO 옥수수를 대체할 수 있는 새로운 품종 개발이 절실히 필요하다. 특히 우리가 간식용으로 즐겨 먹는 팝콘옥수수의 경우는 국내에서 소비량이 점차 증가하고 있으므로 고품질의 튀김옥수수 생산을 위해서 새로운 품종 개발이 요구되고 있다.

작물 육종연구에서는 육종재료로 이용될 유전자원을 수집 확보하는 것이 매우 중요하다. 타식성 작물인 옥수수 육종 연구에서 수집 및 고정된 육종재료들에 대한 유전적 다양성과 계통유연관계 등 수집 집단의 특성을 명확히 평가하는 것은 이들 이형집단으로부터 새로운 자식계통의 선발과 육성 그리고 교배조합 예측 및 구성 등에 유용 정보를 제공할 수 있다(Hallauer *et al.*, 1988; Pejic *et al.*, 1998; Manjarrez-Sandoval *et al.*, 1997). 수집된 유전자원들에 대한 유전적 변이 및 다양성을 평가하는 방법들 중에서 다변량 분석법(Multivariate analysis)은 형태적 특성에 기초하여 수집된 집단 및 계통들 내에서 유전변이를 분석하는데 유용한 방법 중 하나이다(Nielsen and Munck, 2003). 그 중에서 특히 주성분 분석법(Principal component analysis, PCA)은 형태학적 특성을 이용하여 수집된 식물 집단의 유전자원 분류에 많이 이용되고 있는 분석법 중 하나로 알려져 있다(Khorasani *et al.*, 2011). 이전의 연구에 의하면 Jung *et al.*(2005)은 64개 찰옥수수 자식계통들을 대상으로 백립중, 과피두께 등 14개의 농업형질을 이용하여 주성분 분석을 실시하였으며, Lee와 Park(2003)은 49개의 재래종 옥수수에서 이삭길이, 간장, 출용기 등의 7개 형질을 이용하여 주성분 분석을 실시하였다. 현재 강원도농업기술원 옥수수연구소에서는 다양한 지역에서 수집한 많은 양의 튀김옥수수 계통들을 보존하고 있는데, 이들 계통들에 대한 형태적 특성을 명확히 밝히는 것은 앞으로 국내에서 튀김옥수수의 품종개발을 위한 육종 연구에 매우 유용한 정보가 될 것으로 기대한다.

따라서 본 연구에서는 강원도농업기술원 옥수수연구소에서 튀김옥수수 신품종 육성을 위해서 고정시킨 79개 튀김옥수수 자식계통들에 대하여 형태적 특성 변이를 조사한 연구 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에 이용된 튀김옥수수 자식계통들은 국내 및 국외에서 수집한 계통들로 강원도 농업기술원 옥수수연구소에서 고품질의 튀김옥수수 신품종 육성을 위하여 2004년부터

2009년까지 6년 이상을 육성한 자식계통들로, 금번 조사 연구에서는 이들 계통들 중에서 먼저 핵심집단으로 육성한 79개 자식계통들에 대하여 분석을 수행하였다(Table 1).

형태적 변이 조사

튀김옥수수 자식계통들에 대한 형태적 변이를 측정하기 위해서 강원도 농업기술원 옥수수시험장의 시험포장에서 2010년에 각 계통별로 20립씩 종자를 파종하여 20개체를 심었으며, 개체 간 거리는 30 cm, 계통 간 거리는 60 cm로 하여 일반 관행 재배법으로 재배하였다. 형태적 특성 조사는 각 계통별로 10개체씩 생육시기별로 형태조사를 실시하였는데, 조사한 형질들은 웅수색 등 3개의 질적 형질과 간장 등 10개의 양적 형질 등 총 13개의 질적 및 양적 형질에 대하여 각 계통들을 생육시기별로 조사하였다(Table 2).

통계 분석

튀김옥수수 79개의 자식계통들로부터 측정된 13개의 질적 및 양적 형질들에 대한 통계분석은 Microsoft Excel 통계 프로그램 및 SPSS program 통계 프로그램을 이용하여 수행하였다. 통계분석은 79개의 자식계통들에서 조사한 형질들에 대하여 평균 및 편차 등 각 계통들에 대한 형질별 변이 분포를 조사하였고, 또한 79개의 자식계통들에서 총 10개의 양적 형질들 간 연관성을 알아보기 위해 상관분석을 실시하였다. 그리고 79개의 자식계통들에 대한 집단 및 계통들 사이에서 형태적 변이 수준을 이해하기 위해 총 13개의 질적 및 양적 형질을 이용하여 주성분 분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

튀김옥수수 자식계통들의 형태적 변이

튀김옥수수 79개의 자식계통들에 대하여 13개의 양적 및 질적 형질을 조사한 결과는 Table 3에 나타내었다. 먼저 79개의 자식계통들에 대하여 3개의 질적 형질인 웅수색(QL1), 자수색(QL2) 그리고 줄기색(QL3)을 조사한 결과에 의하면, 웅수색(QL1)의 경우 79계통들 중에서 녹색을 나타내는 것이 29계통, 연한 자주색을 나타내는 것이 46계통 그리고 자주색을 나타내는 것이 4계통이었다. 자수색(QL2)의 경우 55계통들은 녹색을, 18계통들은 연한 자주색을, 그리고 6계통들은 자주색을 나타내었다. 줄기색(QL3)의 경우는 단지 4계통들만이 연한 자주색을 나타냈고, 나머지 계통(75계통)들은 모두 녹색을 나타내었다(Table 3).

79개의 자식계통들에 대하여 10개의 양적 형질을 조사한 결과에 의하면, 간장(QN1)의 경우는 100.4-288.0 cm의 범

Table 1. Derivation of 79 popcorn inbred lines used in this study.

| Code No. | Pedigree Name | Source | Code No. | Pedigree Name | Source |
|----------|---------------|---------------------------|----------|---------------|------------------------------|
| 1 | HP1 | Unknown | 41 | DS9-006 | 02Pink-1-1-T1-1-T1-2-2-2-1 |
| 2 | HP2 | Unknown | 42 | DS9-009 | De0216-1-2-1-1-1-T1-1-1-1 |
| 3 | HP3 | Unknown | 43 | DS9-016 | 02Black-1-1-1-T1-2-T1-1-2-1 |
| 4 | HP4 | Unknown | 44 | DS10-005 | De0020-3-1-2-1-1-T1-1-1-1-1 |
| 5 | HP5 | Unknown | 45 | DS10-007 | De0205-1-T6-3-1-1-T1-1-1-1-1 |
| 6 | HP6 | Unknown | 46 | DS10-015 | De0219-1-T1-1-1-1-T1-1-1-2-1 |
| 7 | HP7 | Unknown | 47 | PS0-001 | 804294 |
| 8 | HP8 | Unknown | 48 | PS0-002 | American cultivar |
| 9 | HP9 | Unknown | 49 | PS0-003 | Jecheon landrace |
| 10 | DS0-001 | 147565 | 50 | PS1-001 | 09PS0001-1 |
| 11 | DS0-002 | 147995 | 51 | PS1-002 | 09PS0002-1 |
| 12 | DS0-004 | Jeongseon landrace 2 | 52 | PS1-003 | 09PS0003-2 |
| 13 | DS0-005 | Chuncheon landrace 1 | 53 | PS2-001 | 08PS0001-1-1 |
| 14 | DS0-006 | Chuncheon landrace 2 | 54 | PS2-003 | 08PS0002-1-1 |
| 15 | DS0-016 | K127054 | 55 | PS2-007 | 08PS0003-1-1 |
| 16 | DS0-017 | K147055 | 56 | PS2-009 | 08PS0004-1-1 |
| 17 | DS0-020 | K021731 | 57 | PS7-001 | 0310-1-1-1-1-1-1-1 |
| 18 | DS0-021 | K021732 | 58 | 08DS10003-1 | Unknown |
| 19 | DS0-022 | K021737 | 59 | 08DS10006-1 | Unknown |
| 20 | DS0-023 | K021739 | 60 | 07DS10002 | Unknown |
| 21 | DS0-024 | K021741 | 61 | 07DS10005 | Unknown |
| 22 | DS0-025 | K100223 | 62 | 07DS10006 | Unknown |
| 23 | DS0-026 | K037275 | 63 | KP1 | Unknown |
| 24 | DS1-001 | 09DS0001-1(K100223) | 64 | KP2 | Unknown |
| 25 | DS1-002 | 09DS0003-1(K127047) | 65 | KP5 | Unknown |
| 26 | DS1-003 | 09DS0004-1(K127048) | 66 | KP6 | Unknown |
| 27 | DS1-004 | 09DS0011-1(K037275) | 67 | KP7 | Unknown |
| 28 | DS2-001 | 08DS0001-2-1(807251) | 68 | KP11 | Unknown |
| 29 | DS2-003 | 08DS0002-1-1(900068) | 69 | KP16 | Unknown |
| 30 | DS2-006 | 08DS0008-1-1(K001453) | 70 | KP19 | Unknown |
| 31 | DS2-009 | 08DS0009-1-1(K001534) | 71 | KP20 | Unknown |
| 32 | DS2-011 | 08DS0012-1-1(K002675) | 72 | KP21 | Unknown |
| 33 | DS2-013 | 08DS0016-2-1(K021733) | 73 | KP22 | Unknown |
| 34 | DS2-014 | 08DS0018-1-1(K021735) | 74 | 10PS11001 | Unknown |
| 35 | DS2-022 | 08DS0019-1-1(K021736) | 75 | 10PS11003 | Unknown |
| 36 | DS2-026 | 08DS0022-1-1(K021740) | 76 | 10PS11004 | Unknown |
| 37 | DS2-028 | 08DS0023-1-1(K044730) | 77 | 07PS10003 | Unknown |
| 38 | DS2-032 | 08DS0026-1-1 | 78 | 08PS10006 | Unknown |
| 39 | DS3-001 | 07DS0001-2-1-1 | 79 | 08PS10012 | Unknown |
| 40 | DS9-002 | De0208-1-1-1-T1-1-3-1-3-1 | | | |

Table 2. Characters used in the morphological analysis in 79 popcorn inbred lines.

| Abbreviation | Character | When/how measured | Category |
|--------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|
| QL1 | Tassel color | at flowering stage | green-1, light purple-2, purple-3 |
| QL2 | Silk color | at flowering stage | green-1, light purple-2, purple-3 |
| QL3 | Stem color | at flowering stage | green-1, light purple-2, purple-3 |
| QN1 | Plant height | at maturing stage | cm |
| QN2 | Ear height | at maturing stage | cm |
| QN3 | Ear length | after harvest | cm |
| QN4 | Kernel setting length | after harvest | cm |
| QN5 | Ear thickness | after harvest | mm |
| QN6 | Ear row number | after harvest | number |
| QN7 | Ear weight | after harvest | g |
| QN8 | Kernel weight | after harvest | g |
| QN9 | 100 kernel weight | after harvest | g |
| QN10 | Germination rates | after harvest | percentage |

Table 3. Mean, standard deviation, range and accession number for 13 quantitative and qualitative characters in 79 popcorn inbred lines.

| Morphological character | Unit | Mean \pm SD or Accession number | Maximum | Minimum |
|-----------------------------|------------|--|---------|---------|
| QL1 (Tassel color) | color | green (29*), light purple (46), purple (4) | - | - |
| QL2 (Silk color) | color | green (55), light purple (18), purple (6) | - | - |
| QL3 (Stem color) | color | green (75), light purple (4) | - | - |
| QN1 (Plant height) | cm | 174.2 \pm 34.9 | 288.0 | 100.4 |
| QN2 (Ear height) | cm | 103.4 \pm 24.7 | 183.0 | 57.6 |
| QN3 (Ear length) | cm | 9.4 \pm 3.0 | 17.0 | 3.5 |
| QN4 (Kernel setting length) | cm | 8.4 \pm 2.6 | 17.0 | 3.5 |
| QN5 (Ear thickness) | mm | 24.9 \pm 7.7 | 37.0 | 2.0 |
| QN6 (Ear row number) | number | 14.0 \pm 2.3 | 22.3 | 10.0 |
| QN7 (Ear weight) | g | 36.5 \pm 26.0 | 124.0 | 5.0 |
| QN8 (Kernel weight) | g | 30.9 \pm 19.3 | 102.0 | 4.0 |
| QN9 (100 kernel weight) | g | 10.4 \pm 3.8 | 20.9 | 2.5 |
| QN10 (Germination rates) | percentage | 95.3 \pm 8.1 | 100.0 | 70.0 |

위로, 평균 174.2 \pm 34.9 cm를 나타내었다. 착수고(QN2)에서는 57.6~183.0 cm의 범위로, 평균 103.4 \pm 24.7 cm의 값을 보였다. 일반적으로 내도복성을 나타내는 계통들의 경우 착수고율이 50% 내외로 알려져 있는데(Ryu *et al.*, 2001), 본 연구에서 조사된 79개의 튀김옥수수 자식계통들 중에서 12계통(KP11, DS1-002, DS1-003, KP16, 10PS11003, 08PS10006, 08DS10003-1, 07PS10003, KP5, KP6, PS1-001, PS1-002)들은 52%이하의 착수고율을 나타내는 것으로 확인되었다. 따라서 이들 계통들은 앞으로 튀김옥수수 육종연구에서 내

도복성이 강한 품종을 육성하는데 있어 유용한 재료인 것으로 생각되었다. 수량성과 관련 있는 형질들에서 이삭장(QN3)은 3.5~17.0 cm의 범위로, 9.4 \pm 3.0 cm의 평균값을 나타내었다. 착립장(QN4)의 경우는 평균 8.4 \pm 2.6 cm로, 최소 3.5 cm에서 최대 17.0 cm의 범위를 나타내었다. 이삭경(QN5)은 최소 2.0 mm에서 최대 37.0 mm의 범위로, 평균 24.9 \pm 7.7 mm의 값을 나타내었다. 이삭열수(QN6)는 평균 14.0 \pm 2.3 열로, 최소 10.0 열에서 최대 22.3 열의 범위를 나타내었다. 이삭중(QN7)은 5.0~124.0 g의 범위를 보였으며, 평균 36.5 \pm 26.0 g을

Table 4. Pearson correlation coefficient between 10 quantitative traits in 79 popcorn inbred lines.

| | Ear Height | Ear length | Kernel setting length | Ear thickness | Ear row number | Ear weight | Kernel weight | 100 kernel weight | Germination rates |
|-----------------------|------------|------------|-----------------------|---------------|----------------|------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Plant height | 0.866** | 0.115 | 0.271* | 0.256* | -0.045 | 0.173 | 0.353** | -0.002 | 0.097 |
| Ear height | | -0.064 | 0.112 | 0.214 | -0.050 | 0.029 | 0.371** | -0.111 | 0.103 |
| Ear length | | | 0.891** | 0.218 | -0.127 | 0.683** | 0.506** | 0.652** | 0.090 |
| Kernel setting length | | | | 0.231* | -0.078 | 0.740** | 0.635** | 0.598** | 0.035 |
| Ear thickness | | | | | 0.254* | 0.388** | 0.377** | 0.350** | 0.166 |
| Ear row number | | | | | | 0.081 | 0.241* | -0.154 | -0.195 |
| Ear weight | | | | | | | 0.610** | 0.665** | -0.036 |
| Kernel weight | | | | | | | | 0.502** | 0.130 |
| 100 kernel weight | | | | | | | | | 0.193 |

*, ** : Significant at 5% and 1% levels, respectively.

나타내었다. 종실중(QN8)은 최소 4.0 g에서 최대 102.0 g의 범위로, 평균 30.9±19.3 g을 나타내었다. 백립중(QN9)은 2.5~20.9 g의 범위로, 평균 10.4±3.8 g을 나타내었다. 발아율(QN10)은 70~100%의 범위로, 평균 95.3±8.1%를 나타내었다(Table 3).

일반적으로 이삭과 종실에 관여하는 형질들은 수량성과 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 생각되는데, 본 연구에서는 분석에 이용된 79개의 자식계통들에 대하여 이삭과 종실에 관련된 7개의 형질들에 대하여 비교적 높은 수치를 나타내는 계통들을 확인하였다. 그 결과, 79개의 자식계통들 중에서 5개의 자식계통(PS0-001, PS0-003, PS1-002, PS1-003, PS2-009)들은 조사된 7개의 형질들 중에서 5개 이상의 형질들에서 비교적 높은 성적을 나타내었다. 따라서 이러한 계통들은 앞으로 튀김옥수수 육종연구에서 수량성이 높은 품종개발에 유용한 육종소재로 생각되었다.

한편 본 연구에서는 79개의 자식계통들에서 조사된 10개의 양적 형질들에 대하여 95%와 99%의 유의수준에서 상관관계 분석을 수행하였다(Table 4). 그 결과 조사된 10개의 양적 형질들 중에서 특히 간장과 착수고(0.866**), 이삭장과 착립장(0.891**), 착립장과 이삭중(0.740**) 사이의 상관계수는 다른 형질들에 비하여 매우 높은 것으로 나타났으며, 또한 이삭장과 이삭중(0.683**), 종실중(0.506**), 백립중(0.652**), 그리고 착립장과 종실중(0.635**), 백립중(0.598**), 이삭중과 종실중(0.610**), 백립중(0.665**), 종실중과 백립중(0.502**) 형질도 비교적 높은 상관계수를 나타내었다(Table 4). 이전의 보고에 의하면, 간장, 착수고, 이삭 및 종실 관련 형질들은 높은 정의 상관관계를 나타내며, 또한 이러한 형질들은 수량성과도 비교적 높은 정의 상관관

계를 나타낸다고 하였다(Alvi *et al.*, 2003; Bocanski *et al.*, 2009). 따라서 본 연구에서 조사한 형질들 중에서 간장, 착수고, 이삭 및 종실 등의 형질들은 앞으로 옥수수 육종연구에서 수량성 증가를 위해서 중요한 형질들인 것으로 생각되었다.

튀김옥수수 자식계통들의 주성분분석

본 연구에서는 79개의 튀김옥수수 자식계통들 사이에서 각 계통들의 형태적 변이와 다양성을 식별하기 위하여 3개의 질적 형질과 10개의 양적 형질을 이용하여 주성분 분석을 수행하였다. 그 결과, 제 1 차 및 제 2 차 주성분들은 각각 32.1%와 16.5%의 변이를 나타내어 전체 48.6%의 변이를 나타내었다(Table 5). 분석에 이용된 13개의 양적 및 질적 형질들 중에서 자수색(QL2), 이삭장(QN3), 착립장(QN4), 이삭중(QN5), 이삭중(QN7), 종실중(QN8), 백립중(QN9)은 제 1 주성분에서 양의 방향에 크게 기여하였고, 반면에 응수색(QL1), 줄기색(QL3), 착수고(QN2) 그리고 이삭열수(QN6)는 음의 방향에 크게 기여하였다. 제 2 주성분에서는 간장(QN1), 착수고(QN2) 그리고 종실중(QN8)은 양의 방향에 크게 기여하였고, 반면에 응수색(QL1), 자수색(QL2), 이삭장(QN3), 이삭열수(QN6) 그리고 100립중(QN9)은 음의 방향에 기여하였다(Table 5). 따라서 본 연구에서 제 1축 및 제 2축의 주성분에서 양의 방향과 음의 방향에 크게 기여한 형질들은 본 연구에서 분석에 이용한 79개의 튀김옥수수 자식계통들을 식별하는데 유용한 형질들인 것으로 생각되었다.

본 연구에서는 주성분 분석 결과를 바탕으로 79개의 튀김용 옥수수 자식계통들에 대하여 scatter diagram을 나타내

Table 5. Eigen vector and cumulative variance of the first and second principal components.

| Traits | Eigen vector ¹⁾ | |
|----------------------------|----------------------------|---------|
| | PC1 | PC2 |
| QL1(Tassel color) | -0.076 | -0.107 |
| QL2(Silk color) | 0.608** | -0.172 |
| QL3(Stem color) | -0.118 | 0.058 |
| QN1(Plant height) | 0.113 | 0.944** |
| QN2(Ear height) | -0.046 | 0.965** |
| QN3(Ear length) | 0.907** | -0.001 |
| QN4(Kernel setting length) | 0.899** | 0.194 |
| QN5(Ear thickness) | 0.271* | 0.163 |
| QN6(Ear row number) | -0.142 | -0.079 |
| QN7(Ear weight) | 0.842** | 0.061 |
| QN8(Kernel weight) | 0.627** | 0.375** |
| QN9(100 kernel weight) | 0.782** | -0.137 |
| QN10(Germination rates) | 0.024 | 0.050 |
| Cumulative variance(%) | 32.105 | 16.528 |

¹⁾Rotation Method: Varimax with Kaiser normalization.
 *, ** : Pearson correlation between trait and PC in significant at 5% and 1% levels, respectively.

었다(Fig. 1). 그 결과, 제 1축과 제 2축을 기준으로 4개의 사분면으로 나누어졌으며, 제 1사분면에는 DS0-002를 비롯하여 총 15개의 계통들이 위치하였다. 그리고 제 2사분면에는 HP1을 포함하여 총 26개의 계통들이 포함되었고, 제 3사분면에는 07DS10002를 포함한 총 20개의 계통들이 포함되었다. 마지막으로 제4사분면에는 KP1를 비롯한 총 18개의 계통들이 포함되었다. 이러한 결과에 의하면, 형태적 특성조사에서 QN1(간장)과 QN2(착수고)가 비교적 높은 계통들은 대부분 제 1사분면과 제 2사분면에 위치하고 있었으며, QN3(이삭장), QN4(착립장), QN5(이삭경), QN6(이삭열수), QN7(이삭중), QN8(종실중) 그리고 QN9(백립중)과 같은 이삭과 종실의 수량성이 비교적 높은 계통들은 대부분 제 1사분면과 제 4사분면에 위치하고 있었다. 따라서 분석에 이용된 79개의 계통들 중에서 제 1사분면에 위치하고 있는 계통들은 비교적 높은 수량성과 관련된 형질을 보유한 것으로 확인되었으며, 이러한 계통들은 앞으로 수량성이 높은 튀김옥수수 품종개발에 유용한 육종소재인 것으로 생각되었다.

이상으로 본 연구에서 분석에 이용한 79개 튀김옥수수 자식계통들에 대한 형태적 변이 및 주성분 분석의 결과는 앞으로 강원도농업기술원 옥수수연구소에서 튀김옥수수 품

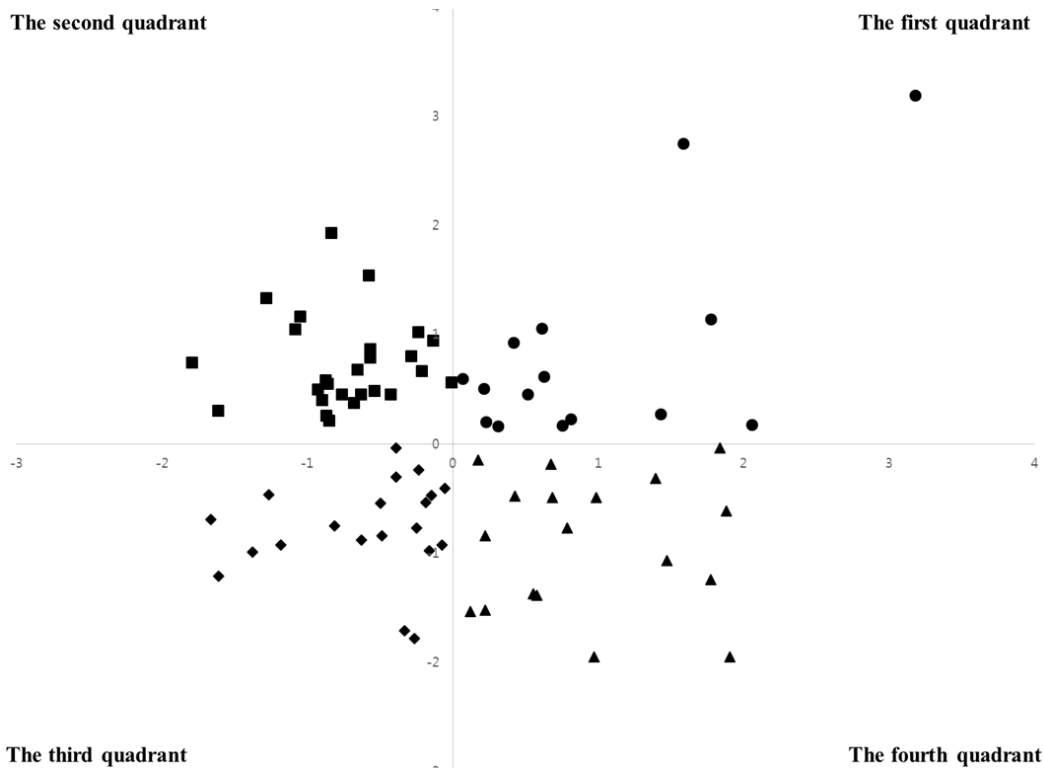


Fig. 1. Scatter diagram of 79 popcorn inbred lines based on principal components I (PC1) and II (PC2).

종개발을 위한 계통 육성 및 교배조합 구성 등에 유용한 정보를 제공할 것으로 기대한다.

인용문헌

적 요

본 연구는 강원도농업기술원 옥수수연구소에서 튀김옥수수 품종개발을 위하여 육성한 79개의 자식계통들에 대하여 총 13개의 양적 및 질적 형질들을 이용하여 형태적 변이 연구를 수행하였다. 3개의 질적 형질 중에서 웅수색(QL1)은 연한 자주색을 나타내는 계통(46계통)들이 가장 많았고, 자수색(QL2)과 줄기색(QL3)에서는 각각 녹색을 나타내는 계통(55계통, 75계통)들이 가장 많았다. 반면에 10개의 양적 형질 중에서 간장(QN1)은 174.2±34.9 cm, 착수고(QN2)는 103.4±24.7 cm, 이삭장(QN3)은 9.4±3.0 cm, 착립장(QN4)은 8.4±2.6 cm, 이삭경(QN5)은 24.9±7.7 mm, 이삭열수(QN6)는 14.0±2.3 열, 이삭중(QN7)은 36.5±26.0 g, 종실중(QN8)은 30.9±19.3 g, 백립중(QN9)은 10.4±3.8 g, 발아율(QN10)은 평균 95.3±8.1%를 각각 나타내었다. 분석에 이용된 자식계통들 중에서 5개의 자식계통(PS0-001, PS0-003, PS1-002, PS1-003, PS2-009)들은 조사된 7개의 수량 관련 형질들 중 5개 이상의 형질들에서 비교적 높은 경향이였다. 주성분 분석은 분석에 이용된 13개의 양적 및 질적 형질들 중에서 자수색(QL2), 이삭장(QN3), 착립장(QN4), 이삭경(QN5), 이삭중(QN7), 종실중(QN8), 백립중(QN9)은 제 1 주성분에서 양의 방향에 크게 기여하였고, 반면에 웅수색(QL1), 줄기색(QL3), 착수고(QN2) 그리고 이삭열수(QN6)는 음의 방향에 크게 기여하였다. 제 2 주성분에서는 간장(QN1), 착수고(QN2) 그리고 종실중(QN8)은 양의 방향에 크게 기여하였고, 반면에 웅수색(QL1), 자수색(QL2), 이삭장(QN3), 이삭열수(QN6) 그리고 100립중(QN9)은 음의 방향에 기여하였다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 차세대바이오그린21사업(식물분자유종사업단, PJ0080182013)과 지역전략작목산학연협력사업(PJ0097462013)의 지원에 의해 이루어진 것임.

Alvi, M. B., M. Rafique, M. S. Tariq, A. Hussain, T. Mahmood, and M. Sarwar. 2003. Character association and path coefficients analysis of grain yield and yield components maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal of Biological Science*. 6 : 136-138.

Bocanski, J., Z. Sreckov, and A. Nastic. 2009. Genetic and phenotypic relationship between grain yield and components of grain yield of maize (*Zea mays* L.). *Genetika* 41(2) : 145-154.

Hallauer, A. R., W. A. Russell, and K. R. Lamkey. 1988. Corn breeding. pp. 463-564. In G. F. Sprague and JW Dudley (ed). *Corn and Corn Improvement*. 3rd ed. Agron. Monogr. 18. Madison, WI, USA.

Jung, T. W., S. L. Kim, H. G. Moon, B. Y. Son, S. J. Kim, and S. K. Kim. 2005. Major characteristics related on eating quality and classification of inbred lines of waxy corn. *Korean J. Crop Sci.* 50(S) : 161-166.

Khorasani, S. K., K. Mostafavi, E. Zandipour, and A. Heidarian. 2011. Multivariate analysis of agronomic traits of new corn hybrids (*Zea mays* L.). *International Journal of AgriScience*. 1(6) : 314-322

Lee, I. S. and J. O. Park. 2003. Assessment and classification of Korean indigenous corn lines by application of principal component analysis. *Korean Journal of Life Science*. 13(3) : 343-348.

Manjarrez-Sandoval, P., T. E. Carter Jr., D. M. Vebl, and J. V. Burton. 1997. RFLP genetic similarity estimates and coefficient of parentage as genetic variance predictors for soybean yield. *Crop Sci.* 37 : 698-703.

Nielsen, J. P. and L. Munck. 2003. Evaluation of malting barley quality using exploratory data analysis. I. Extraction of information from micromalting data of spring and winter barley. *J. Cereal Sci.* 38 : 173-180.

Pejic, I., P. Ajmone-Marsan, M. Morgante, V. Kozumplick, P. Castiglioni, G. Taramino, and M. Motto. 1998. Comparative analysis of genetic similarity among maize inbred lines detected by RFLPs, RAPDs, SSRs, and AFLPs. *Theor. Appl. Genet.* 97 : 1248-1255.

Ryu, S. H., J. Y. Park, N. K. Huh, and H. K. Min. 2001. Relationship between genetic distance and hybrid performance of black waxy corn(*Zea mays* L.). *Korea J. Breed. Sci.* 33(2) : 95-103.