

튀김옥수수의 튀김부피에 影響을 미치는 主要特性

金善林* · 朴勝義** · 車善佑* · 徐鍾許*

Major Characteristics Affecting Popping Volume of Popcorn

Sun Lim Kim* · Seung Ue Park** · Seon Woo Cha* and Jong Ho Seo*

ABSTRACT : This experiment was carried out to investigate the major characters affecting the popping volume of popcorn. Tuygimok 1 (Kp1 × Kp2) and 8 popcorn hybrids' agronomic characters were tested to evaluate a certain extent how much they affect on the popping volume. Moisture content was considered as the most important factor, but failed to evaluate the optimum moisture content level in this experiment moisture range (12.2-14.4%) because popping volume increased as moisture content of kernels increased. The maximum popping volume was obtained at 55-60kg of kernel hardness, 80-90 μ m of pericarp thickness and 45-50% of S/H(Soft/Hard starch). But the Em/En(Embryo/Endosperm) ratio was negatively associated with the popping volume. Therefore the minimum popping volume was observed at the 10-11% of Em/En ratio. Moisture content, hardness, pericarp thickness, Em/En and S/H ratio were selected as the appropriate variables for the maximum popping volume using the stepwise forward regression method and the expecting popping volume was estimated by the multiple linear regression formular. The mean popping volume of nine popcorn hybrids was about 29.2cm³/g.

Key words : Popcorn, Popping volume, Moisture content, Pericarp, Embryo, Hardness, Soft/Hard starch

튀김옥수수는 高度의 纖維質과 適切한 脂肪 및 糖分이 적은 健康 다이어트 食品이며 癌의 防止 效果 및 齒牙의 健康에 有利하다고 한다. 또한 튀김옥수수는 炭水化物 및 蛋白質, 磷, 鐵분이 풍부하고 別다른 加工處理를 하지 않고도 즐길 수 있는 自然 알칼리성 食品이어서 靑壯한 몸건강(fitness)의 유지를 위해 가장 적합한 間食으로 評價되며^{4,7)} 어적어적 씹히는 소리, 보슬보슬한 질감의 재미있는 먹거리(fun food)로 우리나라에서도 해마다 消費가 增加되고 있다. 그러나 지금까지 國

內育成 品種이 普及되지 못하여 在來種 또는 輸入種에 依存하여 왔으나 最近들어 높은 튀김부피의 國內育成 單交雜種인 튀김옥1호가 開發¹⁰⁾되어 보급이 期待된다. 單位 무게에 對한 튀김(popping)後 부피의 變化(cm³/g)로 나타내는 튀김부피는 튀김옥수수의 가장 重要한 形質로서 食味の 物理的 特性인 質感(tenderness, crispness)과도 正의 相關이 있다^{8,13,14)}. 튀김부피에 影響을 미치는 要因으로 是 水分含量, 種實의 大小, 形態 및 硬軟質 녹말의 比率과 果皮의 두께 등이 알려져 있다^{1,3,8,9,11,12,13,14)}.

* 作物試驗場 (Crop Experiment Station, R.D.A, Suwon 440-100, Korea)

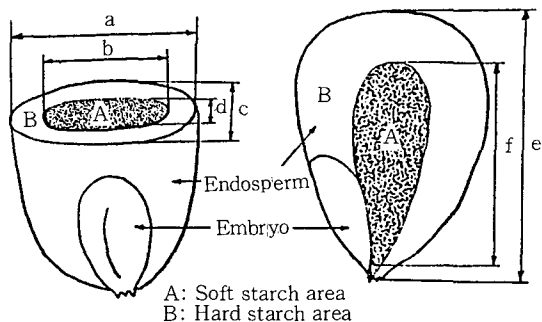
** 江原道 農村振興院 (Kangweon Provincial R.D.A, Chuncheon 200-150, Korea)

(’94. 12. 2. 接受)

따라서 이 研究는 튀김부피에 영향을 미치는 各種 特性을 檢討해서 良質의 튀김옥수수를 育種하기 위한 基礎資料로 活用하고자 遂行하였다.

材料 및 方法

本 試驗에 使用된 튀김옥수수 交雜種은 '92年 生産된 튀김옥1호(Kp1 × Kp2) 등 8개의 교잡종 이었다. 調查項目으로 100粒重, 種實의 길이, 넓이, 두께 및 두께/넓이(T/W), 水分含量, 種實硬度, 果皮두께, 果皮/種實重 比率(P/K), 胚/胚乳 比率(Em/En), 軟質/硬質녹말比率(S/H) 및 튀김부피를 5反復으로 調查하였다. 種實硬度(kernel hardness)의 測定은 硬度計(Instron 1000)를 利用하였고, 水分含量은 Burrows 수분측정계를 利用하여 종실 250g에 대한 수분함량을 측정하였다. 果皮의 두께는 Wolf등⁶⁾이 提示한 方法으로 과피를 分離하고 micrometer로 胚面과 胚乳面을 각각 측정하여 이들의 平均値를 과피의 두께로 하였다. 軟質/硬質녹말比率은 연질녹말의 精確한 측정이 困難하므로¹⁴⁾, 종실을 縱과 橫으로 切斷해서 連질녹말과 경질녹말의 길이, 넓이 및 두께를 측정한 후 그림 1에 제시한 바와 같이 $[(b/a + d/c + f/e) \div 3]$ 의 方法으로 算出하였다. 胚/胚乳 比率(%)은 종실의 무게 및 胚를 除去한 무게(胚乳무게)를 각각 측정해서 이 差를 胚의 무게로 하고 그 비율을 구하였다. 튀김부피의 측정은 교잡종당 50g을 취해 국내에서 開發된 家庭用 튀김機로 popping 후 2000ml mass cylinder를 利用하여 튀김부피를 측정하였는데, 이때 測定誤差를 最小化하기 위하여 하나의 popping된 시료를 5회 반복측정해서 이들의 平均値를 1반복으로 하였으며, 單位 무게에 대한 부피의 증가로 튀김 부피(cm³/g)를 나타냈다^{8,9,13)}. 시험결과의 분석은 SAS(Statistical Analysis System)를 利用하였다. 특히, 튀김부피에 영향을 미치는 各種 變數들에 대한 評價는 Goodnight와 Shall이 제안한 變數增減法(stepwise)중 關聯變數를 漸次 增加시켜 가면서 從屬變數(튀김부피)에 대한 寄與度를 측정하는 Stepwise/Maxr 方法⁵⁾을 應用하여 總自乘誤差(total squared error; Cp)가 最小가 되는 段階(step)에서 選擇된 變數들을 最適 獨立變數로 選定하고, 다시 선정된 變數를 多重回歸(multiple linear regression)에 의하여⁶⁾ 각 교잡종의 豫想 튀김부피를 산출해서 實際 튀김부피와 比較하였다.



$$SH(\%) = [(b/a + d/c + f/e) \div 3]$$

Fig. 1. Diagrammatic representation of a trans-section and measurement of soft and hard starch ratio of popcorn.

結果 및 考察

1. 100粒重, 種實의 길이, 넓이 및 두께와 두께/넓이 比率(T/W)

試驗에 使用된 各交雜種의 主要特性和 이들의 相關關係는 表 1 및 2와 같고, 그림 2는 종실의 두께, 넓이, 길이를 나타낸 것이다. 100립중은 튀김 옥1호와 在來種인 튀폼1(P-Var-1)이 높았으며, HP62-52/KP58 및 HP62-52/NYP601//HP303W가 낮았다.

종실의 길이(LSD 0.05 = 0.77) 및 넓이(LSD 0.05 = 0.39)는 교잡종간에 차이가 있었으나 두께의 차이는 없었고, 등근(sphericity) 程度의 指標인 T/W(LSD 0.05 = 8.2)는 HP62-52/NYP601가 77.7%로 가장 높았고 튀김옥1호는 61.2%로 낮았다. Lyerly에 依하면 튀김부피와 100립중, 종실의 길이 및 넓이는 負의 相關이 있고 종실의 두께 및 T/W는 正의 相關이 있다고 하였는데⁶⁾ 本 試驗에서는 Lyerly의 報告와 傾向은 一致하였으나 有意性은 없었고 종실의 넓이는 오히려 正의 상관을 나타냈다. 그러나 Lyerly는 종실을 크기별로 分類해서 튀김부피와의 關係를 檢討한 반면, 本 시험은 종실의 크기가 분류되지 않은 9개의 교잡종들을 재료로 종실의 길이, 넓이 및 T/W와 튀김부피와의 關係를 검토하였기 때문에 상관정도가 낮았던 것으로 判斷된다.

2. 水分含量

種實의 水分含量은 종실내부에 가해지는 수분 압력의 강도를 좌우하기 때문에 튀김부피에 가장 큰

Table 1. Variations in agronomic and major characteristics of popcorn hybrids

| Hybrids | 100 kernel weight (g) | T/W (%) | Moisture content (%) | Hardness (kg/Kernel) | Pericarp thickness (µm) | P/K (%) | Em/En (%) | S/H (%) | Popping volume (ml/g) |
|----------------------------|-----------------------|---------|----------------------|----------------------|-------------------------|---------|-----------|---------|-----------------------|
| 1) Tygimok 1 | 17.5 | 61.2 | 13.0 | 68.9 | 88.2 | 7.2 | 9.5 | 50.1 | 30.2 |
| 2) Sg1533/NYP601 | 16.8 | 68.5 | 13.3 | 53.8 | 79.8 | 6.3 | 9.3 | 57.9 | 30.6 |
| 3) NYP601/IDS53 | 16.8 | 73.5 | 14.4 | 54.0 | 88.3 | 6.8 | 8.9 | 48.8 | 35.2 |
| 4) HP62-52/KP58 | 13.4 | 68.0 | 12.4 | 43.5 | 86.5 | 6.4 | 10.4 | 46.4 | 27.5 |
| 5) HP62-52/NYP | 12.6 | 71.7 | 12.7 | 44.8 | 86.4 | 6.8 | 11.2 | 49.1 | 25.1 |
| 6) P-Var-1 | 17.4 | 68.6 | 12.2 | 45.3 | 102.1 | 6.6 | 11.4 | 67.5 | 20.1 |
| 7) Sg16/HP62-52 //Sg1533 | 13.2 | 67.4 | 13.2 | 48.8 | 79.0 | 7.1 | 10.6 | 46.3 | 29.9 |
| 8) HP62-52/NYP601 | 14.1 | 77.7 | 12.6 | 47.8 | 100.8 | 6.6 | 11.4 | 50.1 | 31.3 |
| 9) HP62-52/NYP601 //HP303W | 12.3 | 68.1 | 13.8 | 47.1 | 89.6 | 6.9 | 11.8 | 49.5 | 33.1 |
| LSD 0.05 | 0.41 | 8.2 | 0.87 | 3.34 | 6.17 | 0.33 | 0.6 | 3.33 | 1.95 |
| 0.01 | 0.49 | NS | 1.05 | 4.01 | 7.41 | 0.4 | 0.73 | 4.0 | 2.35 |

NS: Not Significant at 0.05 probability level
T/W : Thickness/Width, Em/En : Embryo/Endosperm
P/K : Pericarp/Kernel, S/H: Soft/Hard starch

Table 2. Correlation coefficients between investigated characters of popcorn

| 1) | 2) | 3) | 4) | 5) | 6) | 7) | 8) | 9) | 10) | 11) | 12) | |
|-------------------|----------|----------|----------|------|------------------|----------|--------------------|-------|-------|---------|----------------|--------|
| 100 kernel weight | kernel L | kernel W | kernel T | T/W | Moisture content | Hardness | Pericarp thickness | P/K | Em/En | S/H | Popping volume | |
| 1) | - | 0.67** | 0.58** | 0.28 | -0.16 | 0.03 | 0.58** | 0.13 | 0.06 | -0.54** | 0.53** | -0.03 |
| 2) | | - | 0.29 | 0.06 | -0.13 | -0.07 | 0.28 | 0.32* | 0.02 | -0.19 | 0.35* | -0.12 |
| 3) | | | - | 0.19 | -0.47** | -0.01 | 0.53** | 0.04 | 0.23 | -0.35* | 0.34* | 0.19 |
| 4) | | | | - | 0.74** | 0.05 | 0.07 | 0.17 | 0.03 | -0.11 | 0.21 | 0.07 |
| 5) | | | | | - | 0.07 | -0.25 | 0.15 | -0.07 | 0.16 | -0.09 | 0.10 |
| 6) | | | | | | - | 0.24 | -0.21 | 0.16 | -0.33* | -0.23 | 0.52** |
| 7) | | | | | | | - | -0.19 | 0.35* | -0.56** | -0.04 | 0.33* |
| 8) | | | | | | | | - | -0.11 | 0.34* | 0.43** | -0.28 |
| 9) | | | | | | | | | - | -0.15 | -0.26 | 0.03 |
| 10) | | | | | | | | | | - | 0.07 | -0.37* |
| 11) | | | | | | | | | | | - | 0.48** |

*** : Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively
L : Length W: Width
T : Thickness T/W: Thickness/Width
P/K: Pericarp/Kernel Em/En : Embryo/Endosperm
S/H: Soft/Hard starch

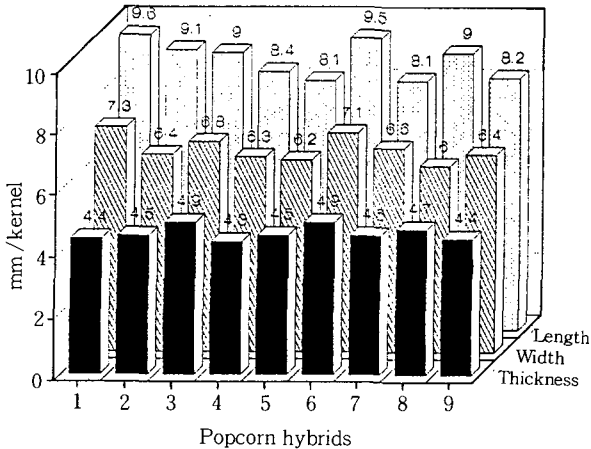


Fig. 2. Variations in length, width and thickness of kernel of popcorn.

영향을 미치며 과피와 더불어 질감을 증진시키는 요인으로評價된다³⁾. 종실의 수분함량은 교잡종간에 차이를 보여서 NYP601/IDS532가 14.4%로 가장 높았고 在來種인 튀김이 12.2%로 낮았으며, 이에 따른 튀김부피도 NYP601/IDS53가 35.2로 가장 높고 튀김이 20.1로 낮아서 종실의 수분함량과 튀김부피는 密接한 關係를 맺고 있음을 알 수 있다.

Dexter³⁾는 최대의 튀김부피를 나타내는 종실의 수분함량은 13.5%라 하였고, Bemis¹⁾는 13%를, Eldredge 등⁴⁾은 12-13%의 範圍에서 최대의 튀김부피를 얻었다고 하였으나 Metzger 등⁹⁾은 14.03%의 수분함량에서 최대의 튀김부피를 報告하였다.

그러나 본 시험의 범위(12.2-14.4%)에서는 수분함량이 증가할수록 튀김부피도 증가하였으므로(그림 3) 最大 튀김부피를 나타내는 最適 種實水分含量的 범위를 豫測하기 어려웠다. 뿐만 아니라 표 2에서 보는 바와 같이 수분함량과 튀김부피는 有意한 正의 相關이 認定되었는데 이러한 결과는 본 試驗에 使用된 튀김옥수수가 잘 건조된 것이었기 때문인 것으로 판단된다.

따라서 乾燥方法 및 貯藏環境도 종실의 수분함량에 영향을 미치므로 收穫된 종실은 알맞게 건조해서 適當한 濕度가 유지되는 조건에서 보관하는 것이 저장능력을 높일 뿐만 아니라 높은 튀김부피를 얻기 위해서도 바람직 하다고 思料된다.

3. 種實硬度

그림 4는 種實硬度에 따른 튀김부피의 變化를 나타낸 것으로 종실경도 55-60kg 範圍에서는 튀김부피

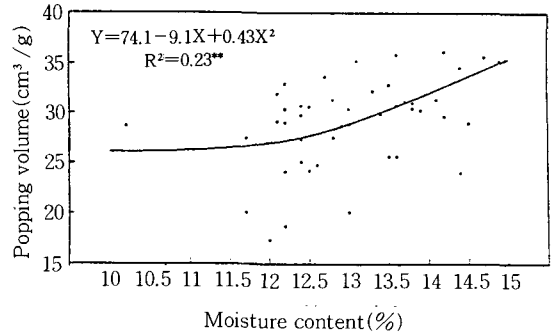


Fig. 3. Relation between moisture content and popping volume of popcorn.

가 계속 증가하였으나 그 以上에서는 오히려 減少되는 것으로 나타났다. 또한 종실경도는 100粒重과 正의 相關이 認定되었는데 이는 종실의 充實度와 密接한 關係를 맺고 있기 때문인 것으로 판단되었다. 특히 水分含量은 녹말粒子的 粘性에 影響을 주기 때문에 一定水準까지는 종실경도를 증가시킬 것으로 判斷되었으나, 豫想했던 바와는달리 相關이 인정되지 않았다. 그리고 Cecilia 등²⁾은 S/H 비율은 종실경도를 決定하는 요인으로 硬質녹말의 비율이 높을수록 종실경도는 증가하고 遺傳的 또는 環境的 條件에 따라 變異를 보인다고 하였으나, 본 試驗에서는 S/H 비율과 종실경도의 相關이 認定되지 않았는데 이는 수분함량 및 S/H 비율 이외의 變數들이 複合的으로 종실경도에 關係하고 있기 때문인 것으로 思料되었다. 그러나 胚/胚乳 比率은 그 비율이 증가할수록 종실경도가 有意하게 減少하여 胚의 크기도 종실의 경도에 영향을 미치는 要因인 것으로 나타났다.

4. 果皮의 두께 및 果皮/種實重 比率(P/K)

果皮는 一般的으로 epidermis, mesocarp, cross cell, tube cell의 4개 層으로 되어 있으며, 種實重의 約 5-6% 程度를 차지한다^{15,16)}. 그런데 과피의 두께는 유전자형에 따라 변이를 보여서 馬齒種옥수수(dent corn)는 단옥수수(sweet corn)의 과피보다 두꺼우나 튀김옥수수보다는 얇고, 같은 이삭에서는 穗軸(cob)의 基部着粒種實은 先端部 着粒 종실의 과피보다 두꺼우며, 같은 종실에서는 胚面 및 基部面(tip cap)이 胚乳面 및 先端部面(dent region)보다 두껍다고 한다¹²⁾.

튀김옥수수의 배유는 단단한 과피에 싸여 있기 때문에 가열되면 종실의 수분압력은 계속 증가되어 과피가 견딜 수 있는 한계 이상의 압력에서 popping이 이루어진다.

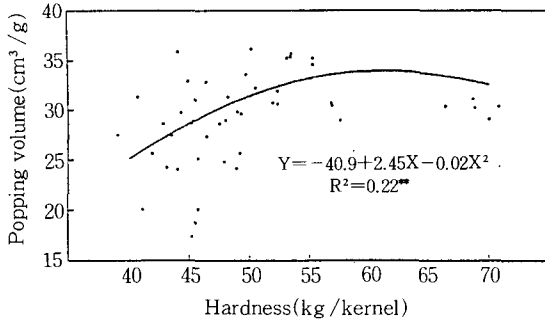


Fig. 4. Relation between hardness and popping volume of popcorn.

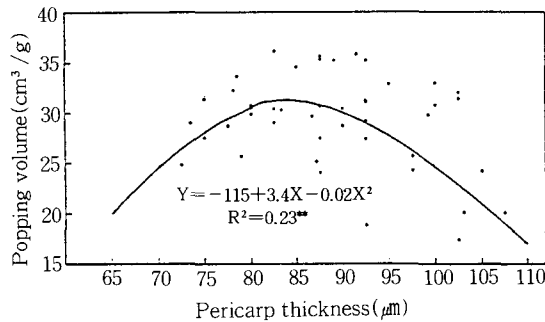


Fig. 5. Relation between pericarp thickness and popping volume of popcorn.

따라서 과피의 두께 여부에 의해서 種實이 받는 壓力은 變異를 보일 것이며 이러한 壓力의 變異는 튀김부피와 密接한 關係를 맺고 있을 것이다. 본 시험에 사용된 交雜種들의 과피 두께는 뚜렷한 차이를 보였는데 재래종인 튀김1이 102.1 μ m 가 가장 두꺼웠으나 튀김부피는 오히려 낮았다. 과피의 두께에 따른 튀김부피의 변화는 그림 5에 나타난 바와 같으며 튀김부피는 과피의 두께가 80-90 μ m 범위일 때 높은 것으로 나타났다.

또한 과피의 두께는 종실의 길이와, 果皮/種實重比率는 종실경도와 정의 상관성이 인정되었으나 튀김부피와는 상관성이 인정되지 않았다.

金等(未發表)에 의하면 과피는 튀김옥수수가 加熱에 의해破裂될 때 일정한 방향 및 형태로 Popping되는데 決定的인 要因(튀김방향性 決定要因)으로 작용한다고 하였다. 뿐만 아니라 과피는 食味の 物理的 特性과도 밀접한 關係를 맺고 있어서¹³⁾ 과피가 너무 두꺼울 경우 質感이 나쁘고 齒牙에 異物質로 남아 不快感을 주므로 食味를 고려하면서 튀김부피도 증가되도록 育種上 選拔 및 檢討가 요구되는 중요 형질

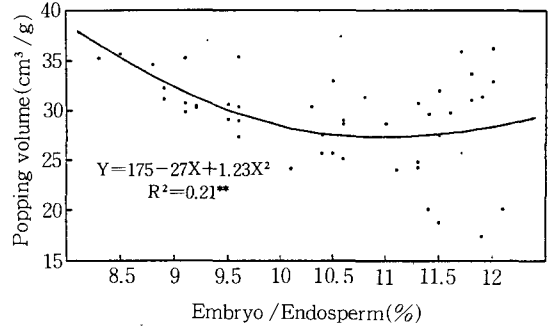


Fig. 6. Relation between embryo/endosperm ratio and popping volume of popcorn.

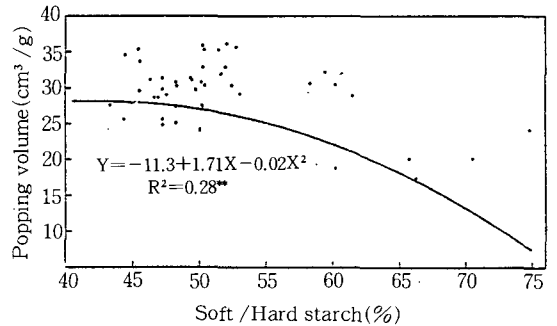


Fig. 7. Relation between soft/hard starch ratio and popping volume of popcorn.

이기도 하다.

5. 胚/胚乳比率 (Em/En)

胚/胚乳比率와 튀김부피와의 관계는 지금까지 報告된 바 없다. 따라서 본 시험은 胚/胚乳比率도 튀김부피에 적지 않게 影響을 주는 變數로 작용할 것이라는 判斷下에 胚/胚乳比率와 튀김부피와의 關係를 檢討하였다. 胚/胚乳比率는 交雜種間 差異를 보였는데, HP62-52/NYP601/HP303W가 11.8%로 높았고, NYP601/IDS53은 8.9%로 낮았다. 그림 6에서 보는 바와 같이 배/배유 비율이 높아질수록 튀김부피는 감소되는 傾向으로 나타났으며 10-11%의 범위에서 튀김부피가 가장 낮았다.

그러나 胚/胚乳比率는 100粒重, 種實硬度, 水分含量 및 튀김부피와 負의 相關이 인정되어 튀김부피를 低下시키는 要因인 것으로 判定되었다.

6. 軟質/硬質녹말比率(S/H)

S/H의 比率에 따른 튀김부피의 變化는 그림 7과 같이 40-60%의 범위에서는 25-30 cm^3/g 의 튀

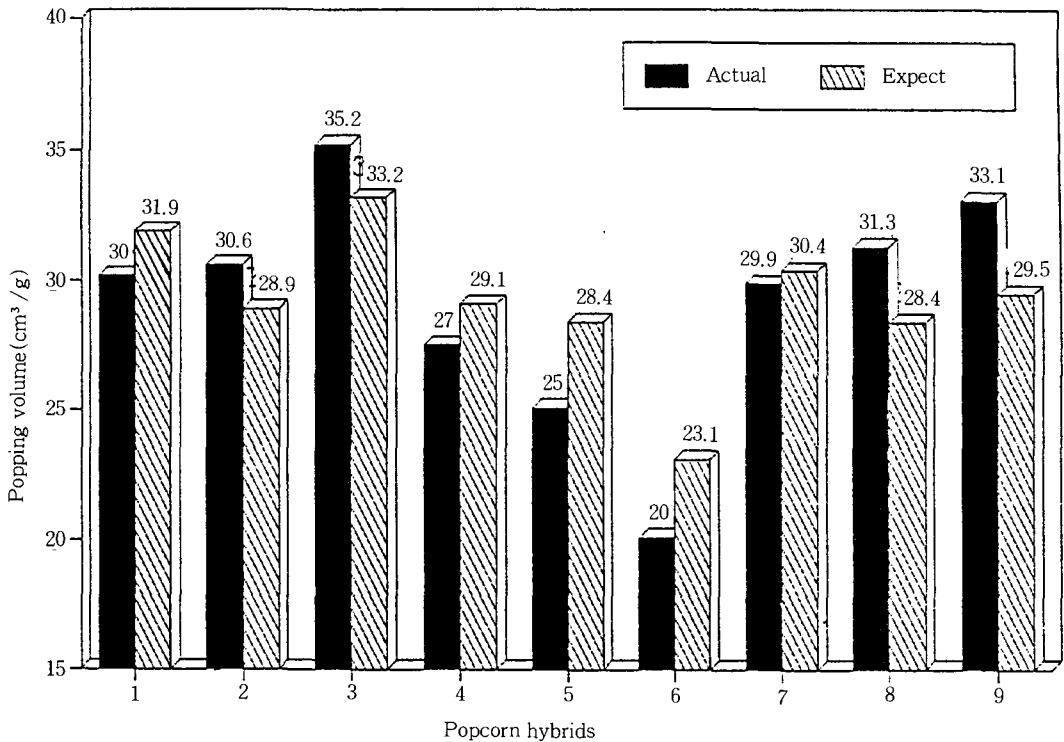


Fig. 8. The actual and expecting popping volume of popcorn.

$$Y = 27.9 + 0.09X_1 + 1.26X_2 - 0.02X_3 - 0.71X_4 - 0.27X_5$$

$$R_2 = 0.43^{**}$$

Y : Expecting popping volume

X₁ : Moisture content

X₂ : Hardness

X₃ : Pericarp thickness

X₄ : Embryo/Endosperm

X₅ : Soft/Hard starch Table

김부피를 얻을 수 있었으나 그 이상에서는 오히려 감소되는 것으로 나타났고 S/H의 비율이 가장 높은 튀김1(67.5%)에서 튀김부피가 20.1 cm³/g로 가장 낮았으며, 튀김부피와 부의 상관이 인정되었다. 그런데 튀김옥수수는 마齒種 옥수수(dent corn)에 비하여 硬質녹말의 比率이 높고, popping시 경질 녹말은 膨脹程度가 큰데 비해 연질녹말은 그程度가 낮은 것으로 알려져 있다. 또한 Willier와 Brunson¹⁴⁾은 모든 形質을 검토한 결과 硬質녹말의 比率이 튀김부피와 가장 높은 相關關係(r=0.59)가 있다고 하였다.

그러나 Willier등은 種實을 縱配하여 S/H의 비율을 測定하였으므로 그 측정방법에 적지않은 問題點이 있다고 判斷되었기 때문에 本 試驗에서는 이 方法을 變形하여 종실을 縱과 橫으로 切斷하고 軟質녹말과 硬質녹말의 길이, 넓이 및 두께를

각각 측정하여 이들의 平均値로 S/H의 비율을 나타냈다. 그러나 이 방법은 Willier와 Brunson의 방법보다 具體的이기는 하지만 軟質 및 硬質녹말의 絕對比率에 對한 表現으로는 不足하다고 思料되므로 本 報告에 나타낸 S/H의 比率은 理論的(外形的) 比率이지 絕對比率이 아님을 明示한다. 따라서 S/H의 비율을 精確히 測定할 수 있는 方法이 開發된다면 튀김옥수수의 튀김부피 向上을 위한 育種의 노력에 많은 도움이 될 것으로 思料된다.

7. Stepwise/Maxr에 依한 變數의 選擇과 GLM(General Linear Model)에 依한 튀김부피 豫測 回歸式算出

Stepwise/Maxr에 依해 選定된 튀김부피에 影響을 미치는 最適 獨立變數는 水分含量, 種實硬

Table 3. Analysis of regression model obtained from GLM(General Linear Model)procedure for popping volume of popcorn

| Source | DF | Sum of squares | Mean square | F value | Pr > F |
|-----------------|----------|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 5 | 393.9805460 | 78.7961092 | 5.81 | 0.0004 |
| Error | 39 | 529.2674540 | 13.5709604 | | |
| Corrected total | 44 | 923.2480000 | | | |
| R-square | C.V. | Root MSE | Mean | | |
| 0.426733 | 12.61314 | 3.683878 | 29.2066667 | | |

度, 種皮두께, 胚/胚乳 比率 및 軟質/硬質녹말比率이었으며 이들 變數로 $Y = 27.9 + 0.09X_1 + 1.26X_2 - 0.02X_3 - 0.71X_4 - 0.27X_5$ 의 예측회귀식을 산출하였으며 이를 이용하여 算出된 튀김옥수수 交雜種들의 豫測 튀김부피의 평균은 29.2cm³/g이었고 (그림 8), 推定回歸式에 대한 分散分析 결과는 表 3과 같다.

튀김옥1호 (1), NYP601/IDS53 (3), Sg16/HP62-52//Sg1533 (7), HP62-52/NYP 01//H303W (9)는 實際 및 豫測 튀김부피가 回歸로 算出된 교잡종들의 예측 튀김부피의 평균보다 모두 높았으나 튀김옥1호 및 Sg16/HP62-52//Sg1533은 예측 튀김부피가 실제 튀김부피보다 높았고 NYP601/IDS53 및 HP62-52/NYP601//HP303W는 실제의 튀김부피가 예측 튀김부피보다 높게 나타났으며 Sg1533/NYP601 (2)은 平均水準을 維持했던 반면 HP62-52/KP58 (4), HP62-52/NYP (5) 및 재래종인 튀품1 (6)은 실제 및 예측 튀김부피가 모두 낮아서, 앞으로 이들 組合은 交雜種 생산을 위한 交配組合에서 除外되는 것이 바람직할 것으로 思料된다.

摘 要

튀김옥수수의 튀김부피에 影響을 미치는 主要特性을 調査하여 良質의 튀김옥수수 交雜種育成에活用하고자 試驗을 遂行하여 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. SAS의 Stepwise/Maxr에 의하여 選定된 튀김부피에 影響을 미치는 最適獨立變數는 水分含量, 種實硬度, 果皮두께, 胚/胚乳 比率 및 軟質/硬質녹말 比率이었으며 이들 變數로 算出된 튀김옥수수 交雜種들의 豫測 튀김부피의 平均은 29.2cm³/g이었다.

2. 水分含量에 따른 튀김부피는 本 試驗의 範圍에서(12.2-14.4%) 水分含量이 增加할수록 튀김부피도 증가하는 것으로 나타나 最大 튀김부피를 나타내는 種實의 最適 水分含量을 예측하기 어려웠다.
3. 種實의 硬度는 55-60kg/kernel일 때 最大의 튀김부피를 나타냈으며 100粒重과 正의 相關을 胚/胚乳 比率과는 負의 相關을 나타냈다.
4. 果皮의 두께는 80-90μm일 때 最大의 튀김부피를 나타냈으며, 種實의 길이와 正의 相關關係를 나타냈고, 果皮/種實重 比率은 種實硬도와 正의 相關關係를 나타냈다.
5. 胚/胚乳 比率은 낮은 것이 좋았으며 10-11% 일 때 튀김부피가 가장 낮고 100粒重, 種實硬度, 水分含量 및 튀김부피와 負의 相關이 認定되었으며 튀김옥수수의 튀김부피를 低下시키는 方向으로 作用하고 있는 것으로 나타났다.
6. 軟質/硬質녹말 比率은 45-50%일 때 最大의 튀김부피를 나타냈으며 튀김부피와는 有意한 負의 相關關係를 나타냈다.

引用 文 獻

1. Bemis, W. P. 1959. Popcorn-harvesting and conditioning for maximum popping. Univ. Ill. Res. 1(1):10.
2. Cecilia Dorsey-Redding, Charles R. Hurlburgh, Jr., Lawrence A. Johnson, and Steven R. Fox. 1991. Relationships Among Maize Quality Factors. Cereal Chem. 68(6):602-605.
3. Dexter, S. T. 1946. Conditioning popcorn to the proper moisture content for best pop-

- ping. Mich. Agric. Exp. Sta. Q. Bull. 29: 64.
4. Eldredge, J. C and W. I. Thomas. 1959. Popcorn-Its production, processing and Utilization. Iowa Agric. Exp. Stn. Bull. P 127: 1.
 5. Goodnight, J. H. and J. P. Shall. 1985. The STEPWISE procedure. SAS user's guide 5ed. SAS Ins. Inc. 764-774.
 6. _____, _____. 1985. The GLM procedure. SAS user's guide 5ed. SAS Ins. Inc. 435-506.
 7. 김호근. 1988. 팝콘의 세계. 2000년 12월호: 130-135.
 8. Lyerly, P. J. 1942. Some genetic and morphological characters affecting the popping expansion of popcorn. J. Am. Soc. Agron. 34: 986-999.
 9. Metzger, D. D., K. H. Hsu, K. E. Ziegler, and C. J. Bern. 1989. Effect of moisture content on popcorn popping volume for oil and hot-air popping. Cereal Chem. 66: 247-248.
 10. 朴勝義, 朴根龍, 車善佑, 催根鎭, 朴來敬, 洪正基 1992. 고틀김을 良質 튀김옥수수 交雜種 튀김옥1호. 農試論文集(田. 特作編) 34(1): 65-67.
 11. Richardson, D. L. 1959. Effect of certain endosperm genes on popping ability in popcorn. Agron. J. 51:631.
 12. _____. 1960. Pericarp thickness in popcorn. Agron. J. 52:77-80.
 13. Song, A. , S. R. Eckhoff, M. Paulsen, and J. B. Litchfield. 1991. Effect of Kernel size on popping ability in popcorn. Cereal Chem. 66(5):464-467.
 14. Willier, J. G. and Arthur M. Brunson. 1927. Factors affecting the popping quality of popcorn. J. Agr. Res. 35(7):615-624.
 15. Wolf, M. J, C. L. Buzan, M. M. Macmasters and C. E. Rist. 1952. Structure of the mature corn kernel. II. Microscopic structure of pericarp, seed coat, and hilar of dent corn Cereal Chem. 29(5):334-348.
 16. _____, Irene M. Cull, J. L. Helm and M. S. Zuber. 1969. Measuring thickness of excised mature corn pericarp. Agron. J. 61: 777-779.