

# 爆裂玉米的品质及其选育

曾三省

(中国农业科学院作物所,北京 100081)

**摘要:** 本文对爆裂玉米的品质及其测定作了介绍,并对影响爆裂玉米最重要的品质特征爆裂膨胀性的因素进行分析,还论及爆裂玉米品种的选育方法。

**关键词:** 爆裂玉米;膨爆性;品质测定;品种选育

**中图分类号:** S 513.033

爆裂玉米(*Zea mays* L. *everta* Sturt)是玉米的主要类型之一,由于它的胚乳基本上是由角质淀粉组成,因此它比玉米的其他类型具有较好的爆裂膨胀性。世界上利用这种特性最早的国家是美国,将爆裂玉米爆制成各种风味的大众食品,成为市场上深受群众欢迎的休闲食品。美国生产的爆裂玉米最多,种植面积约 13.3 万  $\text{hm}^2$ 。在研究上,美国早在本世纪 20 年代起就对爆裂机制、遗传、加工及品种选育进行了研究,在玉米杂交不亲和性的利用上居世界领先地位。我国进行爆裂玉米的研究始于 80 年代中叶,进入 90 年代,才有我国自己选育的品种如黄玫瑰、黄金花、沈爆 1 号、沪爆 1 号、太爆 1 号等,并有批量生产。近几年国内生产发展较快,目前全国各地的中小城市都有爆裂玉米产品的销售,新型的适用于微波炉的爆裂玉米也已面市。

## 1 爆裂玉米的品质

爆裂玉米最重要的品质特征是爆裂膨胀性(简称 PV),也就是爆开的玉米花体积与爆前玉米体积或重量之比,比值越大,质量越好。

爆裂玉米的爆裂膨胀性的大小受品种本身特性和加工条件诸因素的影响。本身特性包括子粒大小、果皮厚薄、淀粉类型和构成、含水量、成熟度等;加工条件则有加工方法、加工设备、加工温度、机械损伤等,这些因素都会或多或少的影响膨爆值的高低。因此,对加工销售商来说,在运输、贮藏和加工过程中注意不对爆裂玉米造成损害,特别是注意含水量的调节和不使子粒受损受蛀。对育种家来说,应重点改良提高品种本身影响膨爆性的品质特性。

Brunson 认为,膨爆性是一种可遗传的性状,是由多基因控制的。I. J. Johnson 认为膨爆性的遗传方式较简单,控制它的一些基因位于染色体 I 上,并与这染色体上控制轴色的基因相联系。许多研究如 Grisson 和 Clary 还表明,膨爆性还受诸多环境因素的影响。Alexander & Creech 指出膨爆性和与膨爆性有关的子粒性状有较高的遗传力。

膨爆性与产量呈负相关。P. J. Lysterly 试验,粒深、粒宽、扁平的子粒,其膨爆性较低,而子粒圆度(厚/宽)较好的,膨爆值较高,也就是说,子粒较小、较短、较窄的子粒具有较高的爆裂膨胀值;而这样的子粒其千粒重是低的,这也是爆裂玉米产量低的主要原因之一。

由于不同自交系的膨爆 PV 值不同,所以不同的自交系组成的杂交种其 PV 值也是不同

的。一般来说,有3种情况,即高PV×高PV→F<sub>1</sub>PV高,低PV×低PV→F<sub>1</sub>PV低,高PV×低PV→F<sub>1</sub>表现为中间类型,但有时也会出现PV值较高的组合。此外还有PV值配合力高低的问题,即自交系本身的PV值不很高,而所配组合的PV值很高。相反,也会出身自交系本身的PV值很高,其所配组合的PV值均较低的现象。

不同类型玉米会对爆裂膨胀性产生影响,当爆裂玉米杂交种授上马齿、硬粒、粉质、甜质玉米的花粉后,其PV值有不同程度的减少,但减少不多。如爆裂玉米单交种进行姊妹交授粉后,PV值为28.3,而用马齿、硬粒、粉质、甜质玉米花粉授粉后,其PV值为26.7~27.9。然而,爆裂玉米自交系授上马齿、硬粒、粉质和甜质玉米自交系花粉后,得到的最大PV值仅为10.9(Lyerly P J.)。有的甚至下降更多,如爆裂玉米系×马齿玉米系,F<sub>1</sub>的PV值仅有1.9~13(Don E. Crumbaker et al)。

膨爆性与子粒淀粉等级呈正相关,淀粉等级高(分10个等级)粉质小、硬质大,其PV值也高。粉质对硬质为部分显性,因此选择硬质类型子粒,有利于提高PV值。亲本的子粒硬质度高其后代的硬质度也高。

研究表明,膨爆性与果穗轴色也有关系,白轴果穗的子粒一般倾向于硬质类型,而红轴果穗则粉质子粒较多。经测定,所有白轴果穗子粒的PV值均高于红轴果穗子粒的PV值。

## 2 爆裂玉米的品质测定

### 2.1 爆裂膨胀值 PV

$$\text{膨胀倍数}(V/V) = \frac{\text{爆花后容积}}{\text{爆花前容积}} \quad \text{MWVT}(V/W) = \frac{\text{爆花后容积}}{\text{爆花前重量}}$$

这是目前美国常用的测定指标,每次取样250g,调节水分至14%,如果MWVT为40,即每克子粒爆花的体积为40 cc。目前美国市场出售的爆裂玉米品种的MWVT在35~48之间,一般要求在36以上,以黄粒和白粒品种的MWVT值较高,红粒品种较低。

### 2.2 爆花率

$$\text{爆花率} = \frac{\text{爆花粒数}}{\text{试爆粒数}} \times 100\%$$

### 2.3 柔嫩度

一般来说,具有高PV值的杂交种,其柔嫩度也好,口感松脆柔嫩。分5个等级,数值越大,柔嫩度越好。

### 2.4 壳皮度

一般来说,爆花后壳皮多的其口感相对要差些。分5个等级,1级为壳皮多、块大、口感差,5级表明只有少许小而碎的壳皮存在,口感极好。

### 2.5 子粒大小

目前美国采用10g重量的子粒数来区分爆裂玉米的大小,10g的子粒数有52~67粒为大粒型,68~75粒为中粒型,76~105粒为小粒型,以中粒型的品种居多。并不是粒越大PV值越高,试验表明,中粒型品种的PV值较高。

### 2.6 玉米花形

玉米花有蝴蝶形和蘑菇形2种,以前者居多,但有的玉米花加工者对蘑菇形感兴趣,因为用它制造巧克力糖球等新型食品。因而在育种上蘑菇形米花的比例大小也成为品种的选择标准之一,如美国有的爆裂玉米杂交种,蘑菇形玉米花可达80%,但是蘑菇形花的比例大了,其MWVT值相对又小了。

## 2.7 微波炉 PV 值及未爆开粒重

为适应微波炉应用品质的需要,近些年来还用特定的微波炉进行测定试验,每次 75 g 子粒加 25 g 油盐后装入纸袋,爆出的玉米花测体积,未爆开的子粒称重。

## 2.8 水分

爆裂玉米生理成熟时的含水量大约为 27%,含水量高于 30%就爆不开,含水量大于 17%,脱粒时子粒易损伤,黑层会露出来,这样的子粒也不会爆得好。一般来说,含水量在 13.5% ~ 14.5%之间爆裂效果最好。

# 3 爆裂玉米的选育

爆裂玉米的选育程序与普通玉米的选育基本相同,唯一不同的是要对选择的自交系和杂交种进行 PV 值的测定。因为我们选育爆裂玉米的目标不仅是产量和抗性,更重要的是其品质,只有 PV 值高、适口性好,才更具商品价值。

## 3.1 自交选育

从爆裂玉米地方品种和杂交种中进行自交选系。我国有许多爆裂玉米资源,据中国农科院品资所统计,我国登记的爆裂玉米品种就有 92 份,挖掘这些资源的潜力是十分必要的,应对它们进行收集鉴定和开发利用。据试验,我国有些地方品种的生长势较好,果穗较大,有的品种也有较好的爆裂性能,可以选系利用。但从总体上讲,由于我国这方面的研究工作还不深入,爆裂玉米的膨爆性抗倒性等不如美国的品种。由于美国开展的研究早、杂交种多,其各方面性状都较好,特别是 PV 值较高,因此直接利用这类杂交种或改良群体选系,是我国进行爆裂玉米育种快捷有效的途径。

## 3.2 回交选育

早先的爆裂玉米品种的茎秆质量较差,抗倒性不强,从中选出的爆裂玉米系抗倒性也较差,有的抗病性、配合力也不很理想。我们可以用抗倒、抗病、配合力较好的马齿或硬粒型玉米自交系与爆裂玉米系杂交,再与爆裂玉米系回交,就可以把普通玉米的一些优良基因转到爆裂玉米系上去,扩大爆裂玉米的来源。尽管爆裂玉米系和普通玉米系杂交后,其  $F_1$  的 PV 值会迅速下降,但通过回交转育的方法,可以逐渐恢复爆裂玉米的膨爆性。据 Don E. Crumbaker 和 I.J. Johnson 研究表明,爆裂 × 马齿的组合经与爆裂系回交 1 次, PV 值就可以得到较大的恢复,回交 2 次后, PV 值可以与轮回亲本一样甚至更高些。例如:

|                                         |                  |
|-----------------------------------------|------------------|
| 爆裂系 9                                   | PV = 22.2 ± 0.64 |
| $F_1(9 \times \text{马齿系 WF}_9)$         | PV = 2.8         |
| $BC_1(9 \times \text{WF}_9) \times 9$   | PV = 18.5 ± 0.63 |
| $BC_2(9 \times \text{WF}_9) \times 9^2$ | PV = 25.2 ± 0.14 |

此外,回交 2 次后,回交果穗比轮回亲本明显增大,果穗长,子粒较大,单穗重达 104.3 g,而轮回亲本系仅 55.7 g。在回交的同时,要对茎秆质量、抗病性等性状进行选择。如此回交后再自交 3 ~ 4 代,就可获得较理想的新爆裂系。回交改良系组成的测交种或三交种,与原系组成的相应杂交种相比,在产量、植株生长势、茎粗、根系发育上均得到了改良。如  $BC_1S_4$  系的测交种平均产量比原系测交种增产 13.1%,  $BC_2S_4$  系的测交种平均产量比原系测交种增产 16.8%。杂交种的抗倒性增强 15%, 60% 的组合抗倒等级提高。在新选的爆裂玉米系中,其 PV 值与原亲本系相比, 7% 显著高于原亲本, 62% 与原亲本无显著差异, 31% 则显著低于原亲本。由此说明,对某些材料回交的次数还要增加,以提高 PV 值。此外,不论马齿系还是硬粒

系,它们与爆裂系的杂交后代中均能获得较高 PV 值的材料, $F_2$  和  $F_3$  家系具有高度相关的 PV 值,因此  $F_2$  选择是有效的。

### 3.3 轮回选择

一般在组成或改良爆裂玉米群体时采用轮回选择的方法。常用的方法有:

(1) 混合选择法:对引入的外来爆裂玉米群体,特别是对不甚适应我国某地区气候环境条件的群体,通过这种选择,可以选到比较适应的群体。例如,我们引入的墨西哥爆裂玉米种质 Sinolar101 在北京生育期较长,开花较晚,用混合选择改良,选择抗病抗倒、开花较早、子粒小而圆、硬质胚乳多、色泽光亮、果穗较大的,取得初步效果。混合选择还可改良 PV 值和抗倒性。

(2)  $S_1$  轮回选择法:对新组成的群体进行鉴定时采用此法。一般选择 250 ~ 500 株进行自交和茎腐病接种,选择 50 ~ 100 个  $S_1$  系来年接种玉米螟和茎腐病,从中选择几十个好系进行重组,重组后的群体就可用于选系或继续改良。

(3) 相互轮回选择法:Thomas W I. 等报导了两轮相互轮回选择的效果。研究指出,经过选择,群体产量和 PV 值均有提高,而且 PV 值的变异性大大减少,抗倒性也明显提高。由于轮回选择群体具有较大的变异性,对于今后从中选择优良的自交系十分有利。

### 参 考 文 献

- [1] Lyerly P J. Some genetic and morphological characters affecting the popping expansion of popcorn. *Jour. of the Amer. of Agr.*, 1942, 34 (11).
- [2] Crumbaker Don E, et al. Inheritance of popping Volume and associated characters in crosses between popcorn and dent corn. *Agr. Jour.*, 1949, 41(5).
- [3] Johnson I J, et al. Performance of recovered popcorn inbred lines derived from outcrosses to dent corn. *Agr. Jour.*, 1953, 45(3).
- [4] Robbins W A, et al. Parent - offspring popping expansion correlations in progeny of dent corn  $\times$  popcorn and flint corn  $\times$  popcorn crosses. *Crop Science*, 1984, 24(1).
- [5] Thomas W I, et al. Cycle evaluation of reciprocal recurrent selection for popping volume, grain yield, and resistance to root lodging in popcorn. *Crop Science*, 1961, 1(1).