

爆裂玉米的膨爆机理及影响因素(综述)

崔彦宏 乔文臣*

(河北农业大学农学系,保定 071001)

摘要 本文对有关爆裂玉米的膨爆机理、膨爆特性及影响膨爆的因素进行了综述。爆裂玉米的膨爆关键取决于籽粒内部高压的形成,果皮和胚乳的致密结构是籽粒内部高压形成的重要保证;适宜的水分含量是籽粒内部产生高压水汽的物质基础,而导致这种高压水汽产生的外部动力则来自于加热温度。此外,品种特性和籽粒性状等对爆裂玉米的膨爆特性也有一定的影响。

关键词 爆裂玉米 膨爆特性 影响因素

1 籽粒结构特点与膨爆

1.1 果皮

对果皮结构的研究发现,爆裂玉米果皮中纤维素和半纤维素的排列较普通玉米更为有序和紧密。这使得爆裂玉米果皮具有较高的机械强度(大约为普通玉米的4倍),并能承受更高的压力。此外,爆裂玉米果皮热传导系数约为普通玉米的1.9倍,表明爆裂玉米籽粒的果皮能够更为有效地传导热量,促使籽粒内部迅速升温,因而使果皮在籽粒膨爆产生最大的体积之前燃烧机率变得最小,有力地保证了膨爆时高温高压条件的迅速形成。

对爆裂玉米籽粒的剥皮实验表明,果皮剥去越多,种子内部压力越小,种子的膨胀倍数就越小;果皮被全部去掉后,膨胀特性几乎消失^[7]。籽粒表皮损伤后(甚至轻微损伤),籽粒爆花率下降,膨胀倍数降低,花小或根本不爆花^[2]。

可见,果皮作为容纳和承受蒸汽压力的一种“容器”及热传导的媒介,在爆裂玉米的膨爆中起着重要作用。爆裂玉米的果皮完整性是其膨爆的必要条件之一^[5]。但籽粒膨爆后,果皮的物理结构和化学组成并未发生明显变化,说明果皮本身对爆裂玉米的膨爆体积没什么贡献。

1.2 胚乳

对不同类型玉米籽粒膨爆特性的研究发现,在常压下,爆裂玉米的膨爆率最高,膨胀倍数最大。其次是硬粒玉米,马齿型和糯质型玉米受热后略微膨胀、不爆裂或很少爆裂^[8]。研究表明,马齿型玉米籽粒两侧为角质胚乳,顶部及中部为粉质胚乳;硬粒型玉米籽粒虽其四周及顶部均为角质胚乳,但其中部仍为粉质胚乳。而爆裂玉米籽粒胚乳几乎全部为角质胚乳^[3]。玉米籽粒的爆裂能力是受角质胚乳的相对比例所控制的^[6],坚韧而有弹性的角质把淀粉粒包嵌住,在高温加热条件下,这种角质起到封住和抵抗籽粒淀粉颗粒内产生的蒸汽压力的作用;这种压力逐步增加,达到爆炸力时籽粒就爆裂开来。

对胚乳细胞中淀粉粒的观察表明,爆裂玉米籽粒胚乳细胞中淀粉粒的排列较其它类型玉米更为紧密,各淀粉粒间蛋白质基质和大量蛋白质粒将淀粉粒连成一体,很少间隙和孔洞,蒸汽运动回旋余地较其它类型玉米籽粒要小,极易在籽粒内部形成强大的压力。这种自身产生的高压条件,使淀粉粒在果皮破裂的瞬间裂成均匀的爆片而膨爆^[5]。另外还发现,爆裂玉米籽粒中部分胚乳有开裂痕

* 作物 9101 班学生

收稿日期 1995-01-11

迹;但只要果皮完好,胚乳的裂纹并不影响籽粒的爆裂^[4]。

1.3 胚

饶春富等人的研究表明,胚在膨爆前后的结构和组成也无明显变化^[5]。但胚能影响米花的品质,因为无胚的米花将会更加绵软松脆。

2 籽粒的物理特性与膨爆

2.1 籽粒含水量

据 R. C. Hosney 测定,在常温下,籽粒内部约有 9.5% 的水分以气态形式存在,其余为液态水;当籽粒受热温度达到 170℃ 时,种子内部的液态水即逐步被汽化。在密闭的果皮内部,随着水蒸汽的增多,这种压力逐渐增大;当温度达到 177℃ 时,籽粒内部的液态结合水全部汽化;当水蒸汽压力超过果皮所能忍受的极限后,果皮破裂,淀粉粒膨爆,水汽蒸发。此时籽粒内部的蒸汽压力为 59.6 kg/cm²。可见,适宜的水分含量是籽粒内部高压水汽形成的物质基础^[5]。

籽粒含水量对于米花体积、米花形状、爆裂所需时间及爆裂时发出的声音等膨爆性状具有一定影响。含水量偏低时,蒸汽压力不足,造成小花和不完全花,爆裂声比较沉闷;含水量偏高时,爆裂预热时间长,但由于压力过大,易使爆花时间提前;但膨爆不充分,膨胀系数降低,爆裂出的花絮成块状,并伴随着急促刺耳的声音,玉米花的色、香、味、形、熟度和适口性也不佳^[1]。只有含水量适宜时,籽粒爆裂时才会响声清脆,爆出的花絮洁白,裂成均匀的薄片。这是由于水分含量影响淀粉粒增加压力的速率和程度,进而影响籽粒的膨爆时间和膨爆效果。

对于获得最大膨爆体积的最佳含水量有不同的报道。Dexter (1946)、Bemis (1959) 和 Huelsen (1960) 分别认为最佳含水量为 13.5%、13% 和 12.5%。史振声^[1]、饶春富^[5]则认为最佳含水量为 11.6% 和 13.8%。史振声^[2]、潘桂娣^[7]、饶春富^[4]认为最适含水量范

围分别为 11%~13%、10%~14% 和 13%~15%。Eldredge 和 Thomas 则认为最适含水量范围为 13%~14%。显然,获得最大膨爆体积的最佳水分含量和最适水分含量范围取决于被测的爆裂玉米品种、膨爆过程和水分含量的测定方法。Haugh 等 (1976) 指出,最佳水分含量随爆裂玉米品种的不同而异。膨爆方法不同所需要的最适水分含量也有所差别。热空气膨爆较加油膨爆需要较高的含水量,加油膨爆最适含水量为 13.54%,而热空气膨爆则为 14.03%。

2.2 粒度、粒形、密度

关于粒度对膨爆的影响,史振声的研究表明:一定容积的原料玉米所产生的膨胀倍数与粒度(籽粒直径)的大小呈负相关,粒度越小则膨胀倍数越高,爆花越完全^[1]。同时还发现,粒度对单位重量的原料体积(玉米籽粒体积)没有影响^[2],这说明膨爆体积和膨胀倍数是一致的。单花体积和单位体积所含的玉米粒数是构成膨胀倍数的两个因素。单花体积越大,单位体积内所含原料玉米粒数越多,膨胀倍数越高^[1]。这些研究表明,粒越小膨胀倍数越高,膨爆体积越大。而 A. Song 等的研究结果则表明,同一品种内中度尺寸(5.16~5.56mm 和 5.56~5.95mm)的籽粒有最高的膨爆体积,未膨爆籽粒数量最少;最小尺寸(4.36~4.76mm)的籽粒有最低的膨爆体积,未膨爆籽粒数量最多。

单花体积随籽粒(同一品种)粒度增大而增加^[1],单花体积同粒度呈极显著的正相关,粒度每增加 1mm 单花体积增加 1.794mm^[1]。大的籽粒只具有大的单花体积和较小的未膨爆率,但膨爆体积并不大。这是由于大籽粒角质淀粉含量较高所致,同时,最大的籽粒有最高的未膨爆籽粒的重量百分率。但饶春富却认为,大粒较小粒膨爆体高^[4]这可能是由于在较高的水分含量(16%)下测定的缘故。

爆裂玉米籽粒的膨爆体积不仅受粒度影响,而且受粒形和密度的影响。圆粒的膨爆体

积较窄粒高^[4]。小的、短的、圆的籽粒有较高的膨爆体积。爆裂玉米籽粒的密度越大则膨爆体积越高,这是由于淀粉在籽粒中紧密排列的缘故^[15]。

A. Song 等测定,一般的膨爆体积范围为 40.8~47.2cm³/g,未膨爆籽粒数目的范围为 13~15。未膨爆籽粒的重量百分率变化范围为 0.62%~1.56%。

优异的商品性状是花的大小与膨胀倍数的统一。从这一角度来看,理想的粒度以 5.5~6.5mm 为宜^[1]。故在育种中应注意粒度选择,而粒形则以短圆粒为宜。

3 籽粒生物学特性与膨爆

3.1 籽粒成熟度

爆裂玉米籽粒的成熟度同膨爆体积呈正相关关系。对授粉后不同天数收获的爆裂玉米籽粒进行爆裂性研究表明,只有当籽粒充分成熟时,膨爆系数才最高^[4],这可能是因为未完全成熟籽粒的角质淀粉含量不足,而且籽粒的充实度不够^[1],另外果皮发育不充分,保持压力效果不显著。从玉米果穗较粗的位置上取下来的籽粒有最大的膨爆体积和最小的比重,这可能与其成熟状况较好有关。故爆裂玉米必须在完全成熟、籽粒变硬时才能收获^[4]。

3.2 授粉方式

据报道,生产爆裂玉米种子时隔离是必要的,而生产商用爆裂玉米籽粒时,隔离与否对爆裂玉米的爆裂性无任何影响。然而有研究表明,马齿型玉米和爆裂玉米种之间的杂交会使得籽粒胚乳中角质淀粉的数量减少,并且杂交后爆裂玉米籽粒的膨爆体积会大大减小。饶春富等采用套袋控制授粉的方法模拟田间生产隔离条件,用不同亚种玉米花粉进行授粉,结果爆裂×非爆裂的爆花率较爆裂×爆裂的爆花率低,且达极显著水平。因此看来,即使是生产商用爆裂玉米,隔离也是十分必要的^[4]。

3.3 品种差异

不同品种的爆裂玉米其爆裂性差异较大。潘桂娣的实验表明,不同爆裂玉米品种间,爆裂率变异幅度为 0%~87.3%,膨胀倍数为 1.2~11.2;不同地区生产的爆裂玉米爆裂率差异也达显著水平^[6]。东北地区的爆裂玉米品种爆裂率高,膨胀倍数大;西南地区爆裂玉米的爆裂率低,膨胀倍数小。不同地区生产的爆裂玉米膨爆特性间的这种差异可能与不同生态条件对籽粒发育状况的影响有关。

研究表明,由于籽粒比重大的品种膨爆质量好,故比重也可作为选种指标。品种还影响到尖冠大小和香味浓淡程度以及籽粒自然破裂性等性状。尖冠属于玉米粒与穗轴连接处的部分穗轴,完全为木质化,无任何价值。尖冠过大时,食之有垫牙感,影响适口性^[1]。不同品种膨爆后玉米花的香味浓淡程度不同。爆裂玉米中有些品种具有在穗上籽粒自然破裂的特性,这种籽粒不能爆花^[1]。因此,在爆裂玉米的品种选育时,应注意籽粒自身性状(胚乳质量、粒度、粒形、尖冠大小、膨爆味道等)方面的选择。

4 膨爆条件与膨爆

不同的膨爆方法对爆裂玉米籽粒的膨爆特性有一定影响, Metzger·D. D 等(1989)认为,热空气膨爆较加油膨爆会产生更大的膨爆体积。S. M. Dofing(1988)等则认为,常规膨爆较微波膨爆会产生较大的膨爆体积和较大的单花体积,未膨爆籽粒百分率则较低。此外,不同的加工工艺和加工设备,爆花效果和膨胀倍数不同^[1]。一些实验数据之间的差异也来源于此。故在爆制爆裂玉米花时应选择膨爆方法进行选择,以取得良好的膨爆效果。

温度对爆裂性有很大影响。爆花最宜的温度为 190~195℃^[7],温度低时爆裂率低,爆花小,所需时间长;温度高时,爆裂率高,时间短,花大好看。饶春富等也认为,温度越高,籽粒预热所需时间越短^[3]。因此,用爆裂玉米爆制玉米花时,应注意温度的控制,以产生良好的膨爆效果。

参 考 文 献

- (1)史振声,沈农系列爆裂玉米新品种综合研究,《沈阳农业大学学报》,1992,23(3):209—214
- (2)史振声,爆裂玉米爆制玉米花的研究,《辽宁农业科学》,1990,(3):39—41
- (3)赵世绪编著,《作物胚胎学》,北京:科学出版社,1982,151
- (4)饶春富等,影响爆裂玉米膨爆几个因素的探讨,《新疆农业科学》,1990,(5):202—204
- (5)饶春富等,爆裂玉米膨爆机理探讨,《新疆农业科学》,1991,(4):154—156
- (6)曾三省,爆裂玉米的开发利用,《农业科技通讯》,1987,(9):12
- (7)潘桂娣、许燕,爆裂玉米的爆裂性及其影响因素,《作物品种资源》,1989,(2):17
- (8)潘桂娣等,不同类型玉米的爆裂性鉴定,《作物品种资源》,1989,(4):19—20

高产优质多抗紧凑型玉米新品种“鲁单 051”

选育单位:山东省农科院玉米研究所

生育期:夏播 95 天。

植株性状:株高 235 厘米,穗位高 85 厘米,叶片上冲,株型紧凑清秀,茎秆坚硬,抗倒伏。

抗病性:高抗大、小叶斑病和青枯病等多种病害。活秆成熟,青秆绿叶。

穗部性状:穗长 20 厘米,穗粗 4.8 厘米,粒行数 14,每穗 500 粒左右,出籽率 86%,千粒重 338 克,籽粒黄色,半马齿型,穗轴红色。

栽培要点:适宜夏直播或麦田套种,种植密度每亩 4500~6000 株。

丰产潜力:1993~1994 年在全省早熟组区试中,平均亩产 487.5 公斤,比对照种掖单 4 号增产 8.07%,居第一位。1993 年在仲官夏播高产示范中,亩产 918.7 公斤,1995 年 3 月审定推广。

高产优质多抗紧凑型玉米新品种“鲁单 052”

选育单位:山东省农科院玉米研究所

生育期:夏播 97 天,套种 105 天。

植株性状:株高 250 厘米,穗位高 90 厘米,叶片上冲,株型紧凑,茎秆坚硬,抗倒伏。

抗病性:高抗大、小叶斑病和青枯病等多种病害,茎叶保绿性好。

穗部性状:穗长 20 厘米,穗粗 4.7 厘米,每穗 500 粒以上,千粒重 352 克以上,籽粒黄色,半马齿型,穗轴白色。

栽培要点:适宜夏直播或麦田套种,种植密度每亩 4000~6000 株。

丰产潜力:1993~1994 年在山东省玉米杂交种中熟 A 组区试中,平均亩产 559.4 公斤,比对照种掖单 4 号增产 11.32%,1993 年在仲官高产示范亩产 785 公斤,1995 年 3 月审定推广。