

关于玉米籽粒生长发育分期的探讨

刘玉敬 高学曾 王忠孝 罗瑞年 许金芳

(山东省农科院玉米研究所, 济南 250100)

国内外研究工作者对玉米籽粒生长发育时期(阶段)的划分尚缺乏一致的见解, 名称和次数互异, 以致造成概念混乱, 有时试验结果相同, 但结论大相径庭。几年来我们对玉米籽粒的生长发育进行了多方面的研究。本文试图根据这些研究结果对玉米籽粒生长发育时期的划分进行较深入的探讨。

1 材料与方法

供试种为华风 661×黄早四, 黄粒马齿型, 在济南地区夏播生育期 95 天左右。田间种植密度每亩 4000 株。试验地土壤肥沃, 有机质含量为 2.4%, 全氮 0.146%, 碱解氮 105.5mg/kg, 速效磷 76.8mg/kg, 速效钾 108.8mg/kg。田间管理与生产田相同, 选择

生长发育一致的植株, 抽丝前套袋, 待全部花丝抽出后人工一次充分授粉。授粉后定期取果穗中部籽粒测定鲜重、体积、干重、呼吸强度和淀粉、可溶性糖含量以及胚的长度、厚度、胚乳细胞数。籽粒鲜重、体积、干重的测量详见参考文献⁽¹⁾⁽⁴⁾; 呼吸强度和淀粉、可溶性糖含量的测定见参考文献⁽²⁾; 胚的长度、厚度及胚乳细胞数的测定见参考文献⁽³⁾。

2 结果与分析

玉米籽粒生长发育过程中, 在形态、解剖、生理、生化特征方面发生许多变化(图 1、2、3、4)。综合分析这些变化可以看出, 籽粒生长发育明显地表现出三个不同时期。

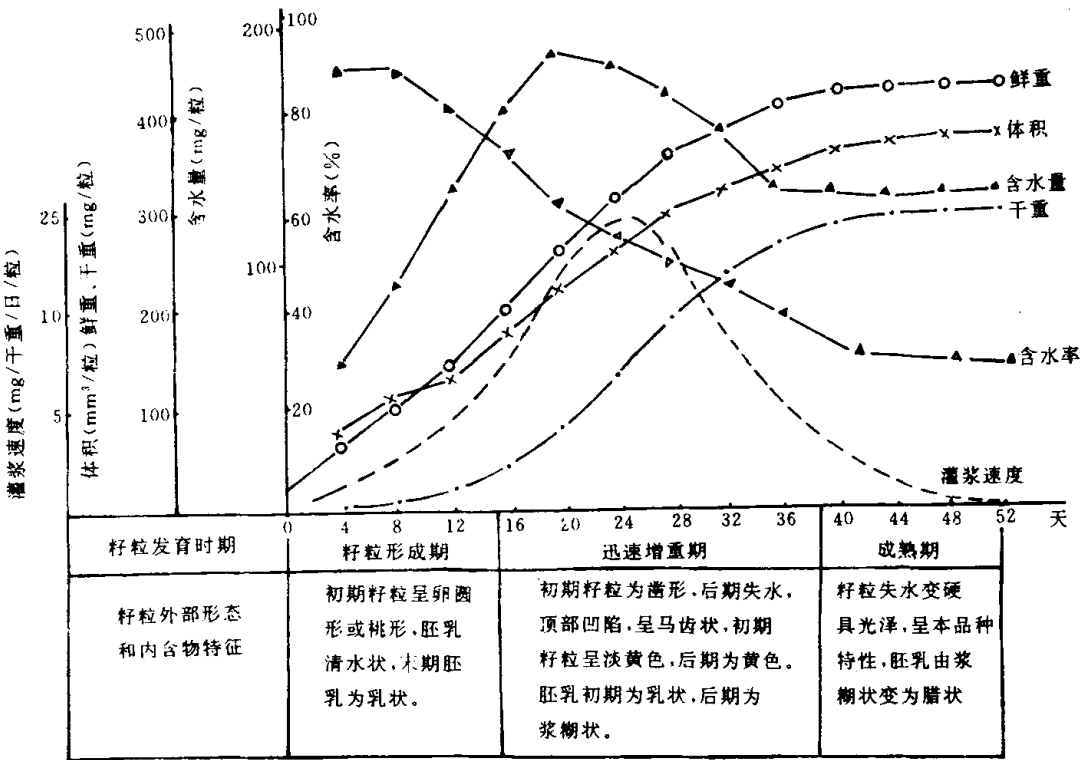


图 1 玉米授粉后籽粒鲜重、干重、灌浆速度、含水量与含水率的动态变化(品种 661×黄早 4)

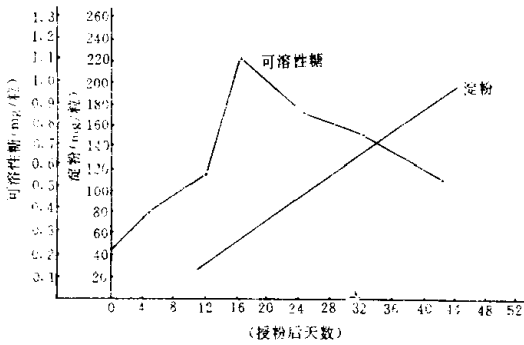


图2 玉米籽粒授粉后籽粒内淀粉、可溶性糖含量的动态变化

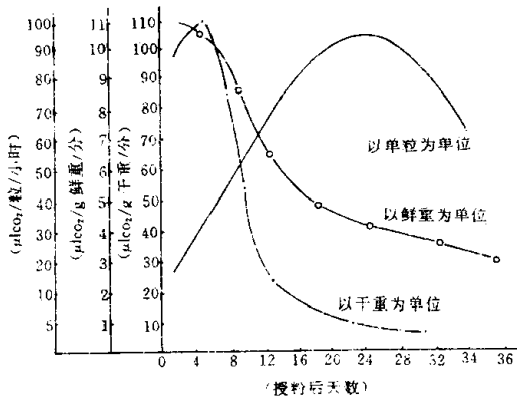


图4 玉米籽粒呼吸强度变化动态

2.1 籽粒形成时期

此期供试种华风 661×黄早四为授粉至授粉后第 16 天。籽粒外表呈圆卵形或桃形。籽粒的生长发育主要表现为胚的分化、形成和胚乳细胞数的增加及籽粒建成。此期胚的分化非常快,授粉后 5~6 天就形成了棒状胚,10 天已分化出胚芽鞘原基,14 天分化出 1~2 片胚叶,16 天分化出根冠,胚长度已达最终长度的 70% 左右。此期末作为繁衍后代的胚的雏形已经形成,胚已具有一定的发芽能力。胚乳细胞迅速分裂、增加,到此期末已达最大数的 80%。

已知,呼吸作用的变化是肉质果实生长发育变化的一个重要标志^[5]。无论以干重为单位还是以鲜重为单位表示,玉米籽粒在此时期一个明显特征是呼吸强度最高,第 16 天以后变化极小。例如,以干重为单位,呼吸强

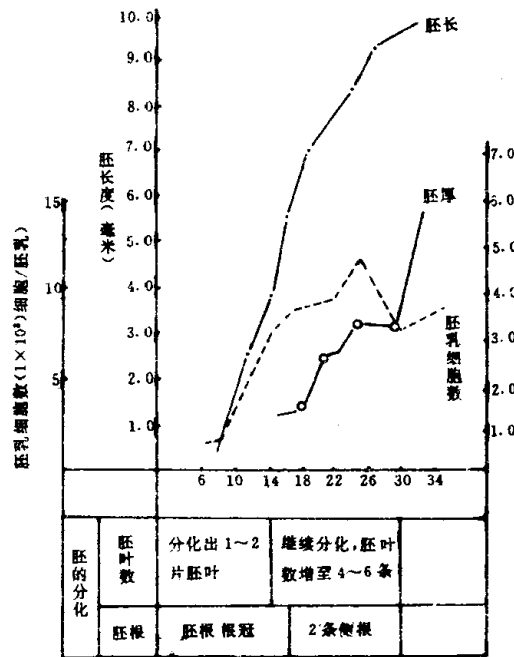


图3 玉米胚和胚乳细胞数的增长动态

度呈单峰曲线,峰值出现在第 4 天,为 $111.9 \mu\text{O}_2 \cdot \text{g}(\text{干重})^{-1} \cdot \text{分钟}^{-1}$,到此期末已降为 $18.05 \mu\text{O}_2 \cdot \text{g}(\text{干重})^{-1} \cdot \text{分钟}^{-1}$,下降了 83.9%。这表明,此时是代谢非常旺盛的时期,这与胚的迅速分化、胚乳细胞的旺盛分裂是一致的。

在此时期籽粒体积迅速增大,到第 16 天增长速度达最大值,体积已达最终大小的一半以上。含水量增加也很快,从授粉至第 16 天呈线性增加,尔后保持稳定状态。

总之,在这一时期作为繁衍后代的胚和作为贮存容库的胚乳及整个籽粒已经基本形成,为以后的生长奠定了基础。故应称此期为籽粒形成期。这是籽粒能否发育成功的关键时期,穗顶部籽粒败育有很大一部分即发生于此期。

2.2 籽粒迅速增重时期

授粉后 16~39 天。此时期的主要特点是籽粒体积的增长速度逐渐降低,干重迅速增加,物质代谢方向发生明显变化,转向以合成为主。进入此期后,随着籽粒体积的增大,外

形逐渐变长,呈凿形,后期顶部凹陷。籽粒从顶部开始,由淡黄色逐渐变为黄色,黄、白色交接处的乳线由上向下移动。胚乳由乳状变为浆状,尔后顶部形成黄色软块,并逐渐往下发展及至充满整个胚乳。软块的增大与乳线的移动是一致的。

胚叶、胚根数继续分化增加,胚乳细胞由旺盛分裂转向迅速扩大体积。由周边的胚乳细胞开始,逐渐出现淀粉粒,迅速积累淀粉。

授粉后 16 天以前,碳水化合物的代谢以积累可溶性糖为主,但 16 天以后可溶性糖急剧减少。自第 12 天开始,淀粉含量直线上升,平均增长速度为 $7.5\text{mg} \cdot \text{日}^{-1} \cdot \text{粒}^{-1}$ 。

在授粉后 16~32 天内,籽粒的绝对含水量保持较高的稳定状态。在此期间含水率的逐步降低是由于干物质迅速积累的结果。第 32 天以后,含水量才急剧减少。

在此期内,籽粒干重由指数增长转为线性增长,平均日积累量为 $5.95\text{mg} \cdot \text{粒}^{-1}$,是前期的 2.5 倍。最大增长速度出现在第 24 天,为 $14.5\text{mg} \cdot \text{粒}^{-1} \cdot \text{日}^{-1}$ 。到此期结束时干重已达成熟时的 90% 左右。在此期所积累的干物质占总干物重的 70% 以上。

2.3 籽粒成熟时期

自授粉后 39~53 天,为时 13 天左右。此时的主要特点是籽粒处于脱水阶段,直到完全成熟。此期籽粒体积、鲜重有所减少。干物质虽然继续增加,但速度极慢,此期所积累的干物质仅为整个籽粒的 10%。到此期末籽粒出现黑层,达生理成熟,干物质不再增加。含水率由 40% 降为 20% 左右,由于水分的减少,呼吸渐弱,到收获时呼吸几乎测不到。胚乳变为蜡状,并进一步变硬,指甲不易划破。籽粒具光泽,最后呈现本品种特征。

3 讨 论

关于玉米籽粒生长发育时期的划分,通常有以下几种⁽⁶⁾:

第一,分成二期——籽粒形成期和成熟期。

第二,分成四期——籽粒形成、乳熟、蜡熟和完熟期。

第三,分成三期——缓慢生长期、有效灌浆期,第三期未确定名称。

第四,分成三期——籽粒建成时期、充实期和完熟时期。

以上几种分法,有的只着重于外部形态,有的只着重于数量上的变化,都有不妥之处。有机物质的积累是籽粒生长发育的一个重要过程。第一、二种方法却不能反映出物质积累的动态变化。成熟是指植株和器官完成了自然的生长和发育。因此,把籽粒形成之后至停止干物质积累的整个时期称为成熟是不恰当的。第二种分法只强调了胚乳状态的变化,不能反映量的变化;并且,胚乳状态的变化是连续的、循序渐进的过程。开始积累淀粉不久,“蜡质”胚乳即在籽粒顶部形成,逐渐向下发展。因此,不能截然分成“乳熟”和“蜡熟”两个时期。胚乳真正呈现为均一的乳状为时很短,所以,不应把籽粒形成至“蜡熟”的时期称为“乳熟”。第三种划分方法虽然能反映出籽粒干物质积累的变化特征,但第三期没有给出确定的定义。第四种分法中,“充实期”一词虽然能反应胚乳积累淀粉的特征,但不能反应量的变化。

我们认为,籽粒的生长发育主要包括三个过程,一是胚、胚乳和其它部位的分化和生长,二是外部形态的变化,三是物质的代谢变化与积累。籽粒生长发育时期的划分应能反映出上述过程的动态变化特征。因此,我们认为分成以下三个时期为宜。第一期为“籽粒形成期”。在此期主要进行胚和胚乳的分化,胚已基本形成,绝大部分胚乳细胞也已形成,呼吸旺盛,水分迅速增加,为下一时期的生长打下了基础。第二为“迅速增重时期”。在此期物质代谢转向以合成为主,淀粉合成酶活性强,淀粉和蛋白质迅速合成积累。第三为“成熟期”。干物质积累速度很低,最后停止,呼吸极弱,含水量迅速降低。胚完成分化成熟。籽粒外观形成其典型的形状和颜(下转第 47 页)

(上接第43页)

色,即本品种特性。

参 考 文 献

- [1]高学曾,玉米雌穗和籽粒生长发育过程中几项性状的数量变化分析,《作物学报》,1987,13(3):257—260
- [2]王忠孝,关于玉米籽粒败育的研究,《中国农业科学》,1986,(6),36—40
- [3]罗瑶年,玉米果穗顶部籽粒败育的形态解剖观察,《中国农业科学》,1988,21(2):51—55
- [4]高学曾,关于玉米籽粒库性能的研究,《1986年全国作物生理学术讨论会论文集》

- [5]曹宗器等,《植物生理学》(上册),人民教育出版社,1979年,第420页
- [6]吴移生,对玉米籽粒发育过程的初步探讨,1981年5月北方玉米栽培学术讨论会论文
- [7]顾慰连、高学曾等编译,《玉米生理译丛》,农业出版社,1979年,第1—17页
- [8]陈国平,夏玉米的生育规律及栽培技术的研究,Ⅰ.籽粒的灌浆过程及其影响因素,《北京农业科技》,1981,(2):1—5
- [9]刘绍楦等,对玉米籽粒发育过程的初步认识,《玉米栽培及育种》第一集,1980年,第16—22页