

## 高油玉米与普通玉米籽粒发育过程中 糖类及脂肪消长规律的比较

郑 飞 蒋钟怀 宋同明 王树安

(中国农业大学农学系,北京 100094)

**摘要:** 对高油玉米和普通玉米籽粒发育过程中还原糖、非还原糖和脂肪的积累动态及其相互转化关系进行了比较,结果表明,高油玉米与普通玉米籽粒发育过程中糖类、脂肪的积累动态基本相同,只是数量不同。脂肪数量的差异在籽粒发育的中后期达极显著水平。糖类与脂肪的积累呈明显负相关关系( $r = -0.7574$ )。

**关键词:** 高油玉米; 糖类; 脂肪

**中图分类号:** S311

高油玉米籽粒发育过程中脂肪积累的动态变化规律已有一些研究报道。<sup>[1~4]</sup>但采用比较研究的思路对高油玉米的研究则未见报道。据此,我们对高油玉米与普通玉米籽粒发育期间糖类和脂肪的积累动态做了比较研究,并对高油 1 号玉米籽粒发育期间糖类和脂肪的相互关系进行了初步探讨,目的在于更深入地了解高油玉米与普通玉米在糖类及脂肪积累、转化方面的差异,摸清高油玉米脂肪形成的机理,为高产、优质生产高油玉米提供理论依据。

### 1 材料与方法

供试玉米为高油 1 号,普通玉米 9292B(本校植物遗传育种系提供)。试验于 1993~1994 年分春、夏播在本校试验田进行。播期分别为 1994-04-21 与 06-23。密度为 4 000 株/亩。

人工套袋授粉防止串粉并保证供试雌穗授粉时间一致。自授粉后第 7 d 开始,每隔 7 d 取样一次,每次 3~5 穗,剥取中部籽粒并将部分籽粒胚剥离,于 75~80℃ 下烘干后分别测定。

**还原糖、非还原糖含量:** 砷钼酸比色法测定,分光光度计为岛津 UV-120-02 型。

**脂肪含量:** 油重法测定。

### 2 结果与分析

#### 2.1 发育籽粒中糖类的变化

**2.1.1 还原糖的变化** 发育籽粒中还原糖的变化动态在类型间表现基本一致。(图 1)还原糖含量自授粉后开始增加,达到峰值后则持续下降。但高油 1 号玉米与普通玉米 9292B 的峰值期却存在差异,高油 1 号玉米籽粒自授粉后第 7 d 天达到峰值,而后开始下降。而普通玉米 9292B 则直到授粉后第 14 d 天才达到峰值,并且其下降速率也较高油 1 号玉米缓慢。这可能是由于高油玉米能较快利用还原糖进行高强度的脂肪合成而导致的。

发育籽粒胚中的还原糖含量远较籽粒中的含量为低。在不同类型间则表现为高油 1 号玉米较普通玉米 9292B 为低,这种状态一直维持到成熟(图 1)。

收稿日期: 1995-04-24

**2.1.2 非还原糖的变化** 非还原糖变化的总趋势是下降。类型间的表现基本一致。与还原糖变化不同的是,普通玉米 9292B 达到峰值较高油 1 号玉米为早(图 2)。高油 1 号玉米籽粒非还原糖的含量较普通玉米 9292B 为高。

发育籽粒胚中的非还原糖含量与籽粒非还原糖的含量差异不大,在不同类型间表现为高油 1 号玉米较普通玉米 9292B 为低,与还原糖的情况类似(图 2)。从动态变化来看,非还原糖含量在胚内于授粉后 35 d 左右达到峰值,而在此期间胚内的脂肪积累也处在高峰期,由此可以推断,此时期胚内大量积累的糖类物质与脂肪的高速合成有密切的关系。

## 2.2 发育籽粒中脂肪的变化

发育籽粒中脂肪的含量随生育进程的推进而逐渐增加,不同类型的玉米表现一致,分别于授粉后第 21 d, 35 d 达到峰值,成熟后略有下降(图 3),但二者在数量和积累强度上却存在差异,自授粉后第 7 d 开始,高油 1 号玉米籽粒脂肪的含量即高于普通玉米

9292B,随后则表现为积累强度较普通玉米 9292B 明显增高。授粉后第 7 d 到 14 d,高油 1 号玉米脂肪(样品为干重)的积累速度为  $3.9 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ,而普通玉米 9292B 则只有  $2.6 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。授粉后第 14 d 到第 21 d,高油 1 号玉米的积累速度降至  $3.1 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ,但仍较普通玉米 9292B 为高( $2.1 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )。

从图 3 可以看出,尽管两种玉米在脂肪积累动态趋势上基本一致,但二者在数量上却存在极显著差异(表 1)。在籽粒生长过程中,高油 1 号玉米脂肪含量均高与普通玉米 9292B,且自授粉后 14 d 始,差异达极显著水平。

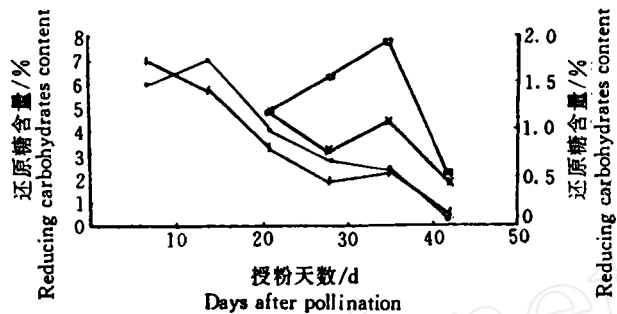


图 1 高油 1 号玉米与普通玉米籽粒及胚的还原糖含量的积累动态  
Fig. 1 The changes of reducing carbohydrates during the development of kernel and embryo in High-oil corn No. 1 and the common corn  
--- 9292B 籽粒 9292B grain    -+- 高油 1 号籽粒 HO. No. 1 grain  
—□— 9292B 胚 9292B embryo    —\*— 高油 1 号胚 Ho. No. 1 embryo

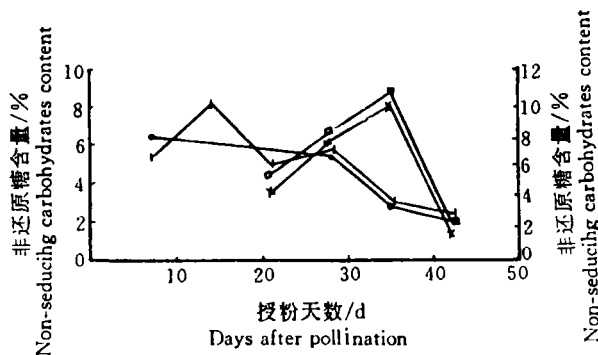


图 2 高油 1 号玉米与普通玉米籽粒及胚的非还原糖含量的积累动态  
Fig. 2 The changes of Non-seducing carbohydrates during the development of kernel and embryo in High-oil corn No. 1 and the common corn

--- 9292B 籽粒 9292B grain    -+- 高油 1 号籽粒 HO. No. 1 grain  
—□— 9292B 胚 9292B embryo    —\*— 高油 1 号胚 Ho. No. 1 embryo

表 1 高油 1 号玉米与普通玉米(9292B)籽粒脂肪含量差异显著性测定

Table 1 The difference of oil percent during the development of kernel in different type corn

授粉后天数(DAP)	7	14	21	28	35	42
品种(Variety)						
高油一号(HO. NO. 1)	2.22	4.69	7.32	7.16	8.01	7.12
9292B	1.98	3.81	5.34	5.16	5.21	4.76
F 测验显著性(F test)	4.31	223.53**	749.86**	1171.12**	1387.85**	4160.5**

\*以上各值均为 3 次平均  $F_{0.01}=21.20$  \*\*者为极显著 significant at the 0.01 probability Level

从胚的情况看,其脂肪积累动态在类型间的差异与籽粒的情况类似(图 3)。

**2.3 籽粒发育期间糖类积累与脂肪积累的关系** 从籽粒发育的全程来看,籽粒糖类积累与脂肪积累呈明显负相关关系( $r=-0.7574$ )。籽粒发育前期含糖量较高,脂肪含量较低,随生育进程的推进,脂肪含量迅速提高,而籽粒含糖量则迅速下降(图 4)。这说明,糖类物质在脂肪合成过程中是主要的前体物质。

### 3 讨论

①本研究中关于高油 1 号玉米、普通玉米籽粒发育过程中糖类消长规律的研究与前人关于普通玉米的报道一致<sup>[56]</sup>。不同类型间的差异表现在动态积累的峰值期上。高油 1 号玉米与普通玉米相比,还原糖峰值出现早而非还原糖峰值出现晚。造成这种差异的原因何在,以及是否可以推测高油玉米在合成脂肪的过程中对不同形态的糖类物质具有不同的利用能力,尚有待于进步研究。

②本研究中关于籽粒发育过程中,高油 1 号玉米脂肪积累动态的结果,与前人的报道不尽一致<sup>[1~4]</sup>,前人的研究结果

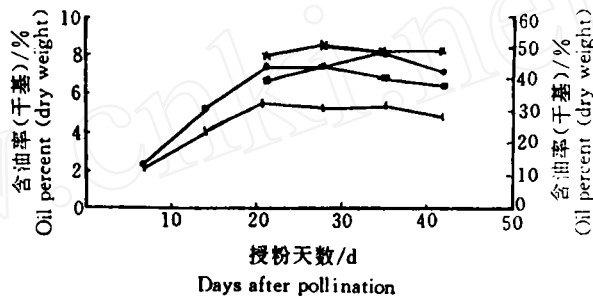


图 3 高油 1 号玉米普通玉米(9292B)籽粒及胚的脂肪含量动态  
Fig. 3 The changes of oil percent during the development of kernel and embryo in the High-oil corn No. 1 and the common corn  
—●— 高油 1 号籽粒 HO. No. 1 grain —■— 9292B 籽粒 9292B grain  
—▲— 高油 1 号胚 Ho No. 1 embryo —□— 9292B 胚 9292B embryo

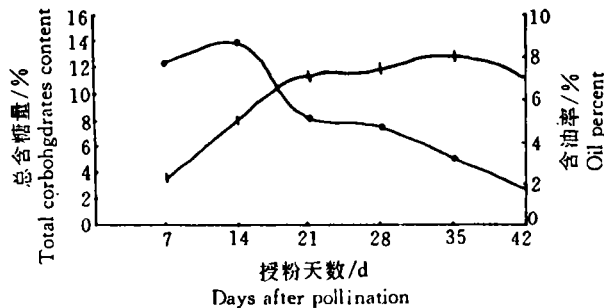


图 4 高油 1 号玉米籽粒发育期间糖量与脂肪含量的关系  
Fig. 4 The relationship of carbohydrates and oil percent in High-oil corn No. 1  
—●— 籽粒含油率 Oil present  
—■— 总含糖量 Total carbohydrates

认为含油率的变化动态是“单峰曲线”,蒋钟怀、刘治先等报道了高油玉米授粉后 35 d 左右的积累高峰,而 P. E. Curtis 等则在对依利诺斯高油玉米(IHO)的研究中报道了授粉后 24 d 左右的积累高峰<sup>[4]</sup>。本研究中,观测到高油 1 号玉米在籽粒发育过程中,含油率分别于授粉后 21,35 d 出现两次峰值,且在成熟期有下降过程。对于授粉后 21 d 左右的峰值,我们认为这是由于此阶段籽粒干物质的迅速积累导致了含油率的降低,从而出现峰值。授粉 35 d 左右,干物质积累速度降低,而脂肪绝对量的增加又导致了含油率的上升。至于成熟期的下降过程,我们认为与玉米籽粒发育后期的物质撤退现象有关,限于条件,本研究未能对此问题更深入的探讨,其真正原因尚需进一步研究。

③本研究首次研究了高油玉米籽粒发育期间糖类与脂肪的相互关系,其结果与前人在其它油料作物的研有一致的趋势<sup>[7]</sup>。从高油 1 号玉米与普通玉米籽粒含糖量的脂肪含量的变化动态来看,高油 1 号玉米明显较普通玉米有较强的糖类转化与脂肪合成的能力。我们认为这种差异的根本原因在于不同类型玉米体内的脂肪合成酶系统的组成及活性的影响。至于二者在酶组成及活性方面的差异,尚有待于进一步研究。

### 参 考 文 献

- 1 刘治先等. 高油玉米 ALEXHO 籽粒生长期间含油量及脂肪酸的变化. 作物杂志, 1988, 16(4): 34~36
- 2 蒋钟怀等. 营养元素对高油 1 号玉米生长发育及籽粒品质影响的研究. 中国农业科学, 1990, 23(3): 37~43
- 3 Earl R L. Changes in weight germination and oil content during kernel development in High-oil corn. *Crop. Sci.*, 1967, (7): 333 ~ 334
- 4 Curits P E, Leng E R, Hageman R H. Developmental changes in oil and fatty acid content of Maize starches varying in oil content. *Crop. Sci.*, 1968, (8): 689~693
- 5 孙政才等. 甜玉米与普通玉米籽粒发育过程中碳水化合物及氨基酸消长规律的比较研究. 作物学报, 1992, 178(4): 301~305
- 6 胡昌浩等. 夏玉米同化产物积累与养分吸收分配规律的研究. 中国农业科学, 1982, (1): 56~64
- 7 周国章等. 普通油茶种子成熟过程中脂肪积累及物质转化的初步研究. 植物生理学通讯, 1983, (3): 42~43

## Comparative Study on Carbohydrates and Oil Accumulation Kinetics in High-oil Corn No. 1 and Common Corn

Zheng Fei Jiang Zhonghuai Song Tongming Wang Shuan

(Dept. of Agronomy, CAU, Beijing 100094)

**Abstract:** The study shows that the accumulation kinetics of carbohydrates and oil percent in High-oil corn and common corn during the development of kernel have no significant difference, but the difference of oil percent are significant between High-oil corn No. 1 and common corn after 14 days of pollination (DAP). The oil percent also show significantly negative correlation with carbohydrates content of kernel in both the High-oil corn No. 1 and the common corn 9292B ( $r = -0.7574$ )

**Key words:** high-oil corn; carbohydrates; fats