

# Effects of Seed Treatment by Thiophonate-Methyl and Analysis on the Genetic Effect of Plant Height and Ear Position for the Temperate and Semi-Tropical Germplasm Sweet Corn

Fuguang Han, Yuliang Li

Crops Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou Guangdong  
Email: [gisifsf2004@163.com](mailto:gisifsf2004@163.com)

Received: Mar. 8<sup>th</sup>, 2018; accepted: Mar. 20<sup>th</sup>, 2018; published: Mar. 27<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

Seed dressing by 3% thiophonate-methyl was conducted for the parents and the cross combination of temperate zone and semitropical area germplasm sweet corn. The comparison and genetic effect of their plant height and ear position were studied. The results showed that the plant height and ear position of sweet corn which were treated by 3% thiophonate-methyl got lower. The plant height of sweet corn got significant lower than the ear position, and the parent lines from semi-tropical germplasm were more sensitive than that from temperate zone. The analysis on genetic effect showed that there was significant positive relationship between plant height and ear position ( $r = 0.6411$ ). The genetic for most of plant height (58.3%) showed as the super dominance, and less of them (41.7%) showed as the part dominance. The genetic for less of ear position (33.3%) showed as the super dominance, and most of them (66.7%) showed as the part dominance.

## Keywords

Sweet Corn, Plant Height, Ear Position, Genetic Effect

---

# 药剂拌种对温带和亚热带血缘甜玉米株高和穗位性状的影响及遗传效应分析

韩福光, 李余良

广东省农业科学院作物研究所, 广东 广州  
Email: gisifs2004@163.com

收稿日期: 2018年3月8日; 录用日期: 2018年3月20日; 发布日期: 2018年3月27日

## 摘要

对温带血缘和亚热带血缘甜玉米的亲本及其杂交组合进行药剂(3%甲基硫菌灵)拌种处理, 并对其株高和穗位进行对比和遗传分析。结果表明: 经拌药处理的甜玉米的株高和穗位均明显降低, 且株高比穗位降低明显, 亚热带血缘亲本比温带血缘亲本降低明显。遗传效应分析表明: 甜玉米的株高和穗位呈显著正相关( $r = 0.6411$ ), 株高的遗传大部分(占58.3%)表现为超显性遗传, 小部分(占41.7%)表现为部分显性遗传; 穗位的遗传小部分(占33.3%)表现为超显性遗传, 大部分(占66.7%)表现为部分显性遗传。

## 关键词

甜玉米, 株高, 穗位, 遗传效应

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

株高和穗位是甜玉米遗传育种研究的重要农艺性状。研究表明, 株高和穗位不仅与玉米产量和抗倒伏性呈显著正相关, 而且是植株形态建成和株型的重要指标。株高过高会使种植密度降低、植株倒伏、收获指数降低, 过低则会影响群体通透性, 易患病虫害, 不利于光合产物向穗部的有效运转, 降低生物产量。只有二者合理组合才能形成理想株型, 进而获得高产[1]。另外, 株高还反应了植株营养转移和运输的库源关系, 不同血缘组合对株高遗传的贡献大小也不尽相同[2]。杨伟光等研究表明, 玉米株高遗传为超显性遗传, 穗位遗传为部分显性遗传, 隐性基因为增效作用, 有利于降低穗位。株高和穗位与产量密切相关, 太高和太低都不利于高产稳产[2][3]。研究株高和穗位的遗传规律, 对制定甜玉米育种方案的针对性和预见性, 以及提高育种工作效率都有着重要的指导意义。

甜玉米种子干瘪, 种皮脆薄, 淀粉较少, 萌发出苗时易受病虫害侵染, 以杀虫剂或杀菌剂拌种, 能够防治病害、促进壮苗[4]。但甜玉米不同基因型自交系及其杂交种杀菌剂拌种对株高和穗位的研究还较少。为此, 本研究以甲基硫菌灵拌种, 结合株高和穗位进行对比和遗传分析, 通过剖析玉米株高和穗位高的遗传结构, 可以指导选育株高、穗位高适中的新品种, 也为药剂拌种在甜玉米中的应用提供依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 试验材料

供试材料为12个杂交组合正甜68、C×美2043、C×225-3、231×225-3、232×225-3、Z1×225-3、Z2×225-3、D13×TQ05-45、D13×US双星、D13×225-3、TQ05-41×225-3、US双星×225-3及其亲本, 以及对照品种粤甜16(表1), 均由广东省农业科学院作物研究所提供。

**Table 1.** Germplasm relationship for the trial crosses**表 1.** 参试组合的血缘关系

血缘关系 Germplasms	组合 Crosses
亚热带血缘×温带血缘	正甜 68、C×美 2043、C×225-3、232×225-3、Z1×225-3、Z2×225-3、D13×TQ05-45、D13×US 双星、D13×225-3、粤甜 16(CK)
温带血缘×温带血缘	231×225-3、TQ05-41×225-3、US 双星×225-3

## 2.2. 试验方法

对供试材料的种子设置两种处理：1) 在播种时用 3% 甲基硫菌灵进行拌种，然后马上下种；2) 没有拌药处理，直接播种。拌药与未拌药的种子同期播种。试验采用随机区组设计，小区面积为 15.6 m<sup>2</sup>，大垄双行，3 次重复，于 2016 年在广东省农业科学院白云试验基地(北纬 23°，东经 113°，亚热带季风气候条件)进行。田间管理同一般新组合鉴定。鲜穗收获前测量各亲本及组合植株株高和穗位高，每个材料随机测量 10 株，采用新复极差法对数据进行分析。遗传效应分析是根据遗传学中狭义遗传力的估算方法。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 不同处理下各杂交组合的株高和穗位分析

从表 2 可以看出，在未拌药的处理中，亚热带血缘亲本与温带血缘亲本杂交(亚-温)组合的平均株高和平均穗位高于两个纯温带血缘亲本杂交(温-温)组合。说明亚-温组合的株高性状杂种优势明显高于温-温组合，穗位性状杂种优势相对高于温-温组合。对各杂交组合拌药处理和未拌药处理的株高和穗位进行比较，发现各杂交组合中穗位对拌药处理的反应比株高明显。参试的 13 个杂交组合(包括对照)经拌药处理后，其株高全部有所降低；其中，9 个组合的株高与未经药剂处理相比，差异达到了显著或极显著水平；差别最大的是亚-温组合 C×美 2043，差异为 21.2%；其他 4 个组合的株高降低水平不显著。参试的 13 个杂交组合(包括对照)经拌药处理后，11 个组合的穗位有所降低，2 个组合的穗位有所升高；其中，3 个组合的穗位显著或极显著降低，1 个组合(US 双星×225-3)的穗位显著升高；差别最大的是亚-温组合 D13×TQ05-3，差异为 40.6%；其他 9 个组合的穗位变化均未达到显著水平。对照品种粤甜 16 的株高和穗位经拌药处理后均变矮，但未达到显著水平。

### 3.2. 不同处理下各亲本的株高和穗位分析

从表 3 可以看出，在未拌药的处理中，亚热带血缘亲本的平均株高和平均穗位高于温带血缘亲本。对各亲本拌药处理和未拌药处理的株高和穗位进行比较，发现 232、Z2 和 D13 这 3 个亚热带血缘亲本的株高和穗位对药剂处理的反应较敏感，与未拌药处理相比，其株高和穗位明显降低，差异达到极显著水平；其中，亲本 232 的株高降低了 27.9%，穗位降低了 52.7%。温带血缘亲本中，只有 TQ05-45 经拌药处理后，其穗位显著降低。亲本美 2043 和 225-3 经拌药处理后，其株高和穗位均有所升高，其中美 2043 呈显著升高水平。

### 3.3. 不同血缘亲本及组合的杂种优势分析

从表 4 可以看出，在未拌药条件下，全部杂交组合的株高和穗位均大于其温带血缘亲本，且差异达到显著或极显著水平。部分杂交组合的株高和穗位小于其亚热带血缘亲本，第 2、7、8、9、10 组中亲本的株高大于其组合，但只有第 9 组中亚热带亲本与其组合的株高差异达显著水平；第 1、2、4、6、8、9、

**Table 2.** Averages of genetic effect on plant height and ear position for the different treatments of crosses  
**表 2.** 不同处理下各杂交组合的株高和穗位平均值

杂交组合 Crosses	株高 Plant height(cm)		降低 Reduced(%)	穗位 Ear position(cm)		降低 Reduced (%)
	未拌药 No-seed dressing	拌药 Seed dressing		未拌药 No-seed dressing	拌药 Seed dressing	
C×美 2043 亚-温	216.6	170.6	21.3**	59.6	37.8	36.6**
C×225-3 亚-温	186.8	169.2	9.4*	41.8	32.6	22.0
231×225-3 温-温	169.6	150.2	11.4**	42.4	36.6	13.7
232×225-3 亚-温	180.2	156.4	13.2**	42.2	30.6	27.5*
Z1×225-3 亚-温	167.6	147.6	11.9**	41.4	34.2	17.4
Z2×225-3 亚-温	180.8	171.8	5.0	47.8	46.4	2.9
D13×TQ05-45 亚-温	180.4	175.0	3.0	55.2	32.8	40.6**
D13×US 双星亚-温	174.6	155.4	11.0**	23.6	27.6	-16.9
D13×225-3 亚-温	174.0	152.0	12.6**	39.2	28.4	27.6
TQ05-41×225-3 温-温	141.2	125.6	11.0*	21.0	18.0	14.3
US 双星×225-3 温-温	142.0	129.2	9.0	12.6	14.2	-12.7*
正甜 68 亚-温	207.4	191.6	7.6*	73.4	59.6	18.8
粤甜 16(CK)亚-温	194.6	187.4	3.7	66.0	63.6	3.6

注: \*表示差异显著 5% significant difference, \*\*表示差异极显著 1% significant difference; 表 3 同。

**Table 3.** Averages of genetic effect on plant height and ear position for the different treatments of parents  
**表 3.** 不同处理下各亲本的株高和穗位平均值

亲本 Parents	株高 Plant height(cm)		降低 Reduce (%)	穗位 Ear position(cm)		降低 Reduce (%)
	未拌药 No-seed dressing	拌药 Seed dressing		未拌药 No-seed dressing	拌药 Seed dressing	
C※	191.2	183.8	3.9	61.2	56.8	7.2
232※	171.2	123.4	27.9**	47.8	22.6	52.7**
Z1※	148.4	139.8	5.8	40.8	35.6	12.7
Z2※	167.0	138.8	16.9**	55.0	32.8	40.4**
D13※	186.8	167.6	10.3**	53.4	41.8	21.7**
231#	107.6	102.8	4.5	34.6	33.0	4.6
TQ05-41#	143.2	132.6	7.4	25.0	24.6	1.6
TQ05-45#	139.2	126.8	8.9	25.0	16.0	36.0*
US 双星#	129.6	124.4	4.0	22.2	18.8	15.3
美 2043 #	96.0	108.6	-11.6*	13.2	20.6	-35.9*
225-3 #	88.8	92.6	-4.1	9.4	12.2	-23.0

\*亚热带血缘, #温带血缘。

**Table 4.** Comparison of plant height and ear position for the parents and crosses on No-seed dressing  
**表 4.** 未拌药处理下亲本与其杂交组合的株高和穗位性状均值比较

组号 No.	亲本及组合 Crosses & Parents	株高 Plant height (cm)	穗位 Ear position (cm)
1	C×美 2043	216.6aA	59.6aA
	C	191.2bA	61.2aA
	美 2043	96.0cB	13.2bB
2	C×225-3	186.8aA	41.8bB
	C	191.2aA	61.2aA
	225-3	88.8bB	9.4cC
3	231×225-3	169.6aA	42.4aA
	231	107.6bB	34.6aA
	225-3	88.8cC	9.4bB
4	232×225-3	180.2aA	42.2aA
	232	171.2aA	47.8aA
	225-3	88.8bB	9.4bB
5	Z1×225-3	167.6aA	41.4aA
	Z1	148.4bA	40.8aA
	225-3	88.8cB	9.4bB
6	Z2×225-3	180.8aA	47.8aA
	Z2	167.0bA	55.0aA
	225-3	88.8cB	9.4bB
7	D13×TQ05-45	180.4aA	55.2aA
	D13	186.8aA	53.4aA
	TQ05-45	139.2bB	25.0bB
8	D13×US 双星	174.6aA	23.6bB
	D13	186.8aA	53.4aA
	US 双星	134.6bB	18.2bB
9	D13×225-3	174.0bA	39.2bB
	D13	186.8aA	53.4aA
	225-3	88.8cB	9.4cC
10	TQ05-41×225-3	141.2aA	21.0aAB
	TQ05-41	143.2aA	25.0aA
	225-3	88.8bB	9.4bB
11	US 双星×225-3	142.0aA	12.6bB
	US 双星	129.6aA	22.2aA
	225-3	88.8bB	9.4bB
12	正甜 68	207.4aA	73.4aA
	C	191.2bB	61.2bA
	231	107.6cC	34.6cB

注: 同一组号的同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著, 大写英文字母不同者表示差异极显著。Note: Different small letters after numbers mean significant difference, Different capital letters after numbers mean extreme significant difference.

10、11 组中杂交组合的穗位小于其母本, 但只有第 2、8、9、11 组中杂交组合与其母本的穗位差异达到极显著水平, 其他组中杂交组合与其母本的穗位差异未达到显著水平。

### 3.4. 遗传效应分析

甜玉米株高和穗位的性状表现虽然不完全一致, 但存在相关性。从表 5 可以看出, 在 12 组杂交组合中, 只有第 11 组的株高和穗位的相关系数最小( $r = 0.4582$ ), 未达到显著水平; 其余组合的株高和穗位的相关系数均超过 0.6411, 达到极显著相关水平。说明株高和穗位在遗传上存在明显的正相关关系。

在遗传学狭义遗传力估算中, 中亲值是测量一对基因不同基因组合效应的起点,  $d$  值代表距离起点正向或负向的基因加性效应,  $h$  值表示由显性作用的影响所引起的与假性效应的偏差, 即显性偏差。当  $h = 0$  时, 说明这对基因为加性效应;  $h > d$  时, 表示为超显性效应;  $h < d$  时, 表示为部分显性效应;  $h = d$  时, 表示为完全显性效应。甜玉米的株高性状遗传被普遍认为是主效和微效多基因共同控制数量性状的遗传模式[3], 以主效基因为主, 受二对加性-显性-上位性主基因控制。本试验拟通过计算株高和穗位的  $h$  值和  $d$  值(表 5), 分析主基因显性效应的趋势。在参试的 12 组杂交组合及其双亲中, 株高的  $h$  值大于  $d$  值的有 7 组, 为超显性遗传, 占 58.3%; 其余组的  $h$  值小于  $d$  值, 为部分显性遗传, 占 42.7%; 穗位的  $h$  值大于  $d$  值的有 4 组, 为超显性遗传, 占 33.3%; 其余组的  $h$  值小于  $d$  值, 为部分显性遗传, 占 66.7%。在第 8 组和第 11 组中穗位的  $h$  值为负值, 说明该两组亲本的杂交组合在穗位性状上存在隐性基因增效作用。

## 4. 结论与讨论

株高和穗位高是甜玉米株型育种中两个重要的性状, 直接影响品种在生产上的利用价值, 前人早已证实, 玉米株高和穗位高是受多基因控制的数量性状, 易受到环境的影响。本研究认为, 甜玉米亚-温亲本杂交组合比两个纯温带亲本杂交组合的平均株高和平均穗位高, 杂种优势前者高于后者, 验证了亲缘关系远

**Table 5.** The correlation and D and H values of plant height and ear position for the crosses & parents

**表 5.** 杂交组合与其双亲的株高和穗位的  $d$  值、 $h$  值及相关系数

组号 No.	株高 Plant height		遗传效应 Genetic effect	穗位 Ear position		遗传效应 Genetic effect	相关系数 Correlation
	D value	H value		D value	H value		
1	47.6	73.0	**	24.0	22.4	*	0.9374
2	51.2	46.8	*	25.9	6.5	*	0.9155
3	9.4	71.4	**	12.6	20.4	**	0.788
4	41.2	50.2	**	19.2	13.4	*	0.9557
5	29.8	49.0	**	15.7	16.3	**	0.9412
6	39.1	52.9	**	22.8	15.6	*	0.9115
7	23.8	17.4	*	14.2	16.0	**	0.7906
8	26.1	13.9	*	17.6	-12.2	*	0.7677
9	49.0	36.2	*	22.0	7.8	*	0.9483
10	27.2	25.2	*	7.8	3.8	*	0.8389
11	20.4	32.8	**	6.4	-3.2	*	0.4582
12	41.8	58.0	**	13.3	25.5	**	0.9064

注: \*表示部分显性, \*\*表示超显性。相关系数临界值  $\alpha = 0.05$  时,  $r = 0.5140$ ;  $\alpha = 0.01$  时,  $r = 0.6411$ 。Note: \* part dominant, \*\*extreme dominant. Marginal value of correlation:  $R_{0.05} = 0.5140$ ,  $R_{0.01} = 0.6411$ .



杂种优势较强的遗传学理论。经甲基硫菌灵拌种处理后, 甜玉米杂交组合的株高性状呈降低趋势, 可对高秆品种在生产上采取该方法起到抗倒伏、减少损失、增加产量的作用。穗位性状表现较复杂, 个别组合表现为穗位升高, 但总体呈下降趋势。参试的亚热带血缘亲本在株高和穗位性状上比温带血缘亲本表现敏感。

现有研究表明, 就株高的遗传效应来分析, 加性效应与显性效应在很多组合中, 都呈显著状态, 其中以显性效应的作用最大, 一般而言, 株高的遗传力, 不表现很高的数值。杂交种的穗位, 一般均比双亲自交系高, 超亲现象甚为明显, 他与株高的遗传行为很近似[5]。株高和穗位高是 2 个高度相关又相互独立性状, 李清超等[6]、郑德波等[7]、宋方威等[8]的研究均发现了部分株高和穗位高 QTL 在染色体上重叠的现象。本研究表明: 总体而言, 甜玉米的株高和穗位在遗传上存在着正相关关系, 但也不排除个别现象。通过主基因显性效应分析, 株高的遗传大部分(58.3%)表现为超显性遗传, 小部分(42.7%)表现为部分显性遗传; 穗位的遗传小部分(33.3%)表现为超显性遗传, 大部分(占 66.7%)表现为部分显性遗传。本研究与前人的研究略有出入[1], 可能的原因有两个: 一是试验存在误差, 设置的方法不同; 二是所研究的性状是数量性状遗传受其他基因效应(如加性和上位性效应)的影响。另外, 本研究未发现不同血缘亲本的株高和穗位性状在遗传效应表现上的差别。

## 基金项目

广东省农业发展和农村工作专项资金项目(2016LM3162)、广东省科技计划项目(2016A020208006、2017B090907023)、广东省现代农业共性关键技术项目(2017LM2148)。

## 参考文献

- [1] 兰进好, 褚栋. 玉米株高和穗位高遗传基础的 QTL 剖析[J]. 遗传, 2005, 27(6): 925-934.
- [2] 杨伟光, 苏颖, 张建华, 等. 玉米株高和穗位遗传模型测试[J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22(4): 28-31, 44.
- [3] 蒋锋, 刘鹏飞, 曾慕衡, 等. 甜玉米株高的多世代遗传分析和 QTL 定位[J]. 西北农林科技大学学报, 2011, 39(3): 67-74.
- [4] 孙建军, 铁双贵, 卢彩霞, 等. 不同剂型剂量的药剂拌种对甜玉米出苗的影响[J]. 河南农业科学, 2005(11): 54-57.
- [5] 王金君, 姜明月, 陈玉库, 等. 玉米株高和穗位的遗传分析[J]. 国外农学 - 杂粮作物, 1995(1): 13-14, 23.
- [6] 李清超, 马浪浪, 刘建新, 等. 玉米 F2:3 群体株高与穗位高的相关分析[J]. 农业科技通讯, 2015(9): 128-129.
- [7] 郑德波, 杨小红, 李建生, 等. 基于 SNP 标记的玉米株高及穗位高 QTL 定位[J]. 作物学报, 2013, 39(3): 549-556.
- [8] 宋方威, 彭惠茹, 刘婷, 等. 利用三重测交群体剖析玉米株高与穗位高杂种优势的遗传学基础[J]. 作物学报, 2011, 37(7): 1186-1195.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)