

张晓林,徐 韦,李 坦,等. 玉米籽粒主要性状与蛋白质含量的相关性[J]. 江苏农业科学,2014,42(12):104-106.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.12.033

# 玉米籽粒主要性状与蛋白质含量的相关性

张晓林<sup>1,2</sup>, 徐 韦<sup>3</sup>, 李 坦<sup>2</sup>, 吕远大<sup>2</sup>, 赵 涵<sup>1,2</sup>

(1. 南京农业大学农学院,江苏南京 210014;2. 江苏省农业科学院农业生物技术研究所,江苏南京 210014;  
3. 南京晓庄学院生物化工与环境工程学院,江苏南京 211171)

**摘要:**为了探明玉米籽粒主要性状之间的相关性,以蛋白含量不同的 2 个亲本进行杂交的 F<sub>2</sub> 群体 367 个单株的籽粒蛋白质含量与百粒质量、籽粒面积、淀粉含量、含油量的相关性进行了系统研究,旨在为玉米高蛋白育种杂交后代选择提供理论依据。结果表明,蛋白含量与百粒质量、籽粒面积、含油量之间均为负相关,但相关程度不显著;与淀粉含量呈现显著负相关。因此可用低淀粉含量作为高蛋白育种中的间接选择性状。

**关键词:**高蛋白玉米;蛋白质含量;籽粒性状;相关性;淀粉含量;育种

**中图分类号:**S513.01    **文献标志码:**A    **文章编号:**1002-1302(2014)12-0104-02

蛋白质含量作为玉米育种的重要选择指标之一,其种植条件与蛋白含量的相关性已被广泛研究<sup>[1-6]</sup>。但是蛋白质含量与籽粒其他性状的相关性报道不多,尤其是籽粒形状、大小和含油量。本研究使用了高蛋白玉米籽粒,其赖氨酸和色氨酸含量均比普通玉米高,从而可以作为育种材料的亲本全面提高玉米籽粒的营养成分。同时,高蛋白玉米可以提高饲料质量,降低饲料成本,增加养殖效益<sup>[7-9]</sup>。本研究以高蛋白玉米和低蛋白玉米 F<sub>2</sub> 分离群体为研究材料,对蛋白质含量与百粒质量、籽粒面积、淀粉含量、含油量的相关性进行系统研究,为高蛋白玉米育种的间接选择提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料选用 I228 × I481 杂交组合(表 1)的 F<sub>2</sub> 群体植株的籽粒,共 367 份。I481 为高蛋白含量亲本,I228 为低蛋白含量亲本。

表 1 玉米亲本各性状的测定结果

| 名称   | 蛋白质含量 (%) | 淀粉含量 (%) | 含油量 (%) | 百粒质量 (g) | 籽粒面积 (mm <sup>2</sup> ) |
|------|-----------|----------|---------|----------|-------------------------|
| I228 | 6.305     | 78.860   | 3.195   | 25.0     | 65.682 14               |
| I481 | 14.725    | 69.235   | 3.315   | 23.0     | 66.027 66               |

### 1.2 试验方法

玉米籽粒百粒质量测量:利用 PL1501-S 型电子天平称取籽粒质量;玉米籽粒面积计算:先使用 Canon EOS 600D 相机拍摄选择好的玉米籽粒,再应用 Matlab 软件计算玉米籽粒的面积;玉米籽粒的蛋白质含量、淀粉含量、含油量的测定:先将玉米籽粒利用高速万能粉碎机进行研磨,然后再利用近红

外测量仪(NIR)测出玉米的蛋白质、淀粉、油分的含量。统计数据处理在 Excel 工作表中完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 百粒质量与蛋白质含量的关联程度

由于玉米籽粒大小不等,单个玉米籽粒的质量也是不同的。利用 PL1501-S 型电子天平随机取玉米籽粒 100 粒称取其质量。由图 1 可以看出,F<sub>2</sub> 群体的蛋白质含量与百粒质量的相关性不密切( $r=0.167\ 9$ ),且呈负相关趋势,其线性方程为  $y=-0.066\ 6x+12.28$ 。因百粒质量与蛋白质含量相关性不高,故不宜以百粒质量的形状作为蛋白质含量的间接选择性状。

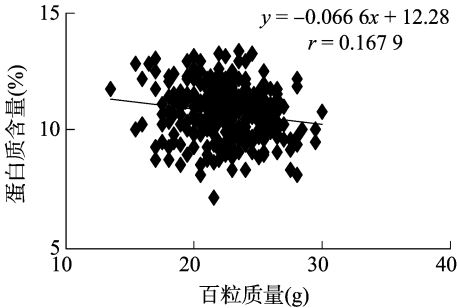


图 1 百粒质量与蛋白质含量的关联程度

### 2.2 籽粒面积与蛋白质含量的关联程度

根据平铺的 20 粒玉米籽粒的图片(图 2),采用 Matlab 软件处理,求出单个玉米籽粒的面积。由图 3 可以看出,F<sub>2</sub> 群体的蛋白质含量和玉米籽粒面积呈负相关趋势,且其相关系数不高, $r=0.284\ 1$ 。这就表明 F<sub>2</sub> 后代中玉米籽粒面积将不会显著影响玉米籽粒的蛋白质含量。

### 2.3 籽粒含油量与蛋白质含量的关联程度

玉米油是一种高质量的植物油,其脂肪酸组分中含人体容易吸收的亚油酸高达 61.8%<sup>[9-10]</sup>,玉米蛋白质含量与含油量的相关性仍待研究。由图 4 可以看出,F<sub>2</sub> 群体的蛋白含量和籽粒含油量关联程度极小,且有负相关的趋势,其相关系数  $r=0.277\ 3$ 。试验结果表明,在 F<sub>2</sub> 后代中提高个体籽粒含油

收稿日期:2014-02-26  
基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)2032]。  
作者简介:张晓林(1988—),女,安徽阜阳人,硕士研究生,从事玉米遗传育种学研究。E-mail:zxl881024@126.com。  
通信作者:赵 涵,博士,研究员,从事玉米遗传育种学研究。  
E-mail:zhaohan@jaas.ac.cn。

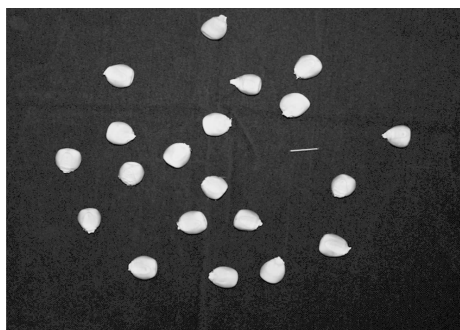


图2 玉米籽粒图片示例

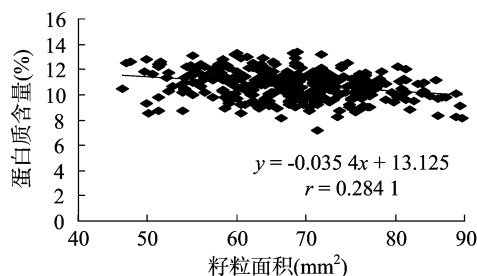


图3 籽粒面积与蛋白质含量的关联程度

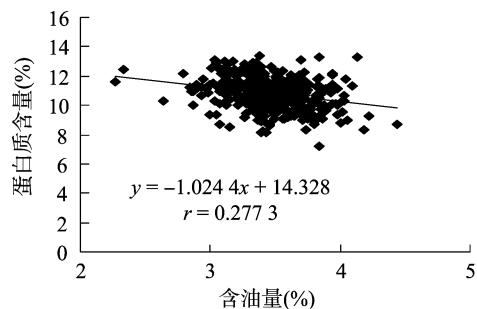


图4 籽粒含油量与蛋白质含量的关联程度

量的操作对籽粒蛋白质含量将不会产生显著影响。

#### 2.4 籽粒淀粉含量与蛋白质含量的关联程度

玉米淀粉是衡量玉米营养和经济价值的重要指标之一,占玉米成分的70%左右<sup>[11]</sup>。从图5可以看出,玉米籽粒淀粉含量与蛋白质含量呈显著负相关,相关系数  $r=0.888\ 5$ ,其线性方程为  $y = -0.674\ 4x + 60.295$ 。因玉米蛋白质含量与籽粒淀粉性状的密切程度极高,在  $F_2$  后代中,提高或降低玉米籽粒的淀粉含量将显著影响玉米蛋白质含量。在育种过程中,可以用低淀粉含量作为高蛋白育种中的间接选择性状。

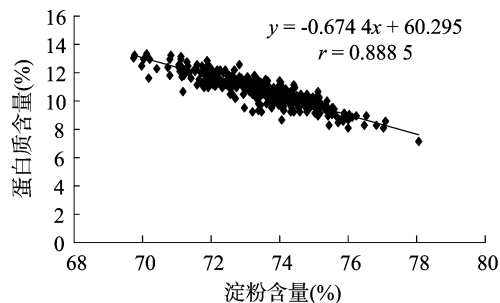


图5 籽粒淀粉含量与蛋白质含量的关联程度

#### 2.5 各性状与蛋白质含量的关联程度

由表2可以看出,4个性状与蛋白质含量关联系数按大

小顺序依次为淀粉含量、籽粒面积、含油量、百粒质量。根据相关系数的大小可以看出,淀粉含量对蛋白质含量的影响比较大,其余性状与蛋白质含量的相关性不密切。因此,百粒质量、籽粒面积、籽粒含油量可以看作相对独立性状在育种中加以利用。同时在基础材料组配、自交选择、组合配制中,注重添加籽粒饱满、高含油量和高蛋白的资源,以育成籽粒大、高油分、高产、高蛋白的品质。

表2 蛋白质与各性状的关联系数

| 名称         | 相关系数    | 方程                        |
|------------|---------|---------------------------|
| 含油量与蛋白质含量  | 0.277 3 | $y = -1.024\ 4x + 14.328$ |
| 淀粉含量与蛋白质含量 | 0.888 5 | $y = -0.674\ 4x + 60.295$ |
| 籽粒面积与蛋白质含量 | 0.284 1 | $y = -0.035\ 4x + 13.125$ |
| 百粒质量与蛋白质含量 | 0.167 9 | $y = -0.066\ 6x + 12.28$  |

### 3 结论与讨论

本试验研究367株  $F_2$  分离群体后发现蛋白质含量与淀粉含量呈显著负相关,结果与此前报道的结果基本一致,因此可以利用低淀粉性状作为高蛋白育种的间接选择标准。另外,加入了蛋白质含量与百粒质量、籽粒面积、含油量性状相关性的研究,结果显示,这3个性状与蛋白质含量的相关程度不高,在育种过程中,可以看作独立的性状加以利用。

高蛋白玉米不仅大大提高了玉米籽粒总能量水平,也改善了玉米籽粒的营养成分,在工业中具有更大的经济效益。有报道表明,我国玉米籽粒蛋白质平均含量为10.57%<sup>[12-13]</sup>,而高蛋白群体的平均蛋白质含量大概在11%左右,说明提高玉米籽粒的蛋白质含量在育种过程中是一项艰巨的任务,该问题将有待进一步深入研究。

在分析高蛋白品种的育种实践中,注重选择籽粒饱满、含油量高和高蛋白的品种是首要目标,重点选择低淀粉含量的性状是第二目标。目前籽粒饱满、含油量高和高蛋白的资源短缺,同时影响蛋白含量的因素较多,造成进展缓慢。积极挖掘、引进、创造籽粒饱满、含油量高和高蛋白的品种是当务之急。

#### 参考文献:

- [1] 王立秋. 北方早熟玉米9个主要性状间的灰色关联度分析[J]. 玉米科学,2001,9(2):44-46.
- [2] 武兰芳. 玉米主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 玉米科学,1997,5(1):72-75.
- [3] 陈举林,刘桂玲. 灰色关联分析在玉米高产育种上的应用[J]. 农业系统科学与综合研究,1993,9(2):143-145.
- [4] 岳尧海,周小辉,杨贤成,等. 夏玉米产量性状与产量的灰色关联度分析[J]. 玉米科学,2004,12(4):21-22,25.
- [5] 李爱军,李占录,史红梅,等. 玉米品种主要农艺性状与产量的灰色关联分析[J]. 山西农业科学,2008,36(8):23-25.
- [6] 王立秋. 玉米杂交种产量性状与产量的灰色关联度分析[J]. 玉米科学,1997,5(4):23-25,29.
- [7] 蓝希骞. 高蛋白与高赖氨酸玉米杂交后代主要产量和品质性状遗传及选育[J]. 北京农业科学,1999,17(3):7-10.
- [8] 吴春胜,贾士芳,王成己,等. 高蛋白玉米、高油玉米与普通玉米品质的对比研究[J]. 玉米科学,2004,12(1):57-60.
- [9] 陆恒. 高蛋白玉米的营养优势及科学利用[J]. 粮油食品科技,2004,12(1):46-48.

黄忠阳,陈舜权,胡俏强,等. 种植密度对超甜玉米晶甜 18 主要农艺性状及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(12):106-107.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.12.034

# 种植密度对超甜玉米晶甜 18 主要农艺性状及产量的影响

黄忠阳, 陈舜权, 胡俏强, 戴惠学  
(江苏省南京市蔬菜科学研究所, 江苏南京 210042)

**摘要:**以超甜玉米品种晶甜 18 为材料,在 4.2 万~6.6 万株/hm<sup>2</sup> 不同种植密度下,研究其主要农艺性状与产量的变化。结果表明,随着密度增大,生育期缩短,株高和产量逐渐升高,穗位高先升高后降低,穗行数先减少后增加;不同种植密度与秃尖长呈显著相关,不同密度对穗长、穗粗、行粒数的影响不明显。因此,结合晶甜 18 在不同种植密度下的农艺性状,其合理的种植密度为 5.4 万~6.0 万株/hm<sup>2</sup>。

**关键词:**超甜玉米;新品种;种植密度;产量;农艺性状

**中图分类号:** S513.04      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2014)12-0106-02

超甜玉米(*Zea mays* var. *saccharata*),别称水果玉米或蔬菜玉米,为玉米属甜质型亚种,因其具有丰富的营养以及独特口感而深受各阶层消费者青睐<sup>[1]</sup>。晶甜 18 为南京市蔬菜科学研究所最新选育而成的纯黄色超甜玉米新品种,具有甜度高、口感好、果穗大、综合农艺性状好、产量高等特点,属中早熟品种,适宜在江苏及周边地区种植。每一个不同的超甜玉米品种具有它本身适宜的种植密度,只有在适宜的种植密度条件下才可兼顾产量和果穗商品性状,收到较好的效益。本试验通过研究种植密度对晶甜 18 主要农艺性状及产量的影响,为其进一步推广和提高种植效益提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料采用南京市蔬菜科学研究所选育的晶甜 18 超甜玉米品种。试验地为江苏省南京市江宁区南京市蔬菜科学研究所基地,于 2014 年春季进行。

### 1.2 试验方法

2014 年 4 月 5 日采用穴盘播种育苗,4 月 26 日进行移栽定植。设 5 个不同密度(4.2 万、4.8 万、5.4 万、6.0 万、6.6 万株/hm<sup>2</sup>),3 次重复,采用单因素随机区组排列,小区面

积 15 m<sup>2</sup>,4 行区,选取进行数据测定。定植后,按照当地常规管理栽培方法进行日常管理。

### 1.3 试验测定

收获前在小区中间 2 行随机选择 10 株测定株高、穗位高,随机取 10 穗鲜果穗测定穗长、穗粗、秃尖、行粒数、穗行数和单果质量等性状。数据处理采用 Microsoft Office Excel 2007、SPSS Statistics17.0 数据处理软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种植密度对晶甜 18 生育期的影响

由表 1 可知,适当增大种植密度,可使采收期提前,生育期缩短。随种植密度增大,晶甜 18 从播种至采收的时间减少,抽雄和吐丝期相应提前,使得晶甜 18 的生育期缩短。当种植密度为 6.6 万株/hm<sup>2</sup> 时,生育期最短,抽雄期比 4.2 万株/hm<sup>2</sup> 和 4.8 万株/hm<sup>2</sup> 提前 3 d;吐丝期比 5.4 万株/hm<sup>2</sup> 和 6.0 万株/hm<sup>2</sup> 提前 1 d,比 4.2 万株/hm<sup>2</sup> 和 4.8 万株/hm<sup>2</sup> 提前 2 d。

表 1 不同种植密度对晶甜 18 生育期的影响

| 密度<br>(株/hm <sup>2</sup> ) | 生育时期(月-日) |       |       |       |       |       | 全生育期<br>(d) |
|----------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
|                            | 播种期       | 出苗期   | 定植期   | 抽雄期   | 吐丝期   | 采收期   |             |
| 4.2 万                      | 04-05     | 04-10 | 04-26 | 05-29 | 06-02 | 06-27 | 85          |
| 4.8 万                      | 04-05     | 04-10 | 04-26 | 05-29 | 06-02 | 06-27 | 85          |
| 5.4 万                      | 04-05     | 04-10 | 04-26 | 05-28 | 06-01 | 06-26 | 84          |
| 6.0 万                      | 04-05     | 04-10 | 04-26 | 05-27 | 06-01 | 06-26 | 84          |
| 6.6 万                      | 04-05     | 04-10 | 04-26 | 05-26 | 05-31 | 06-25 | 83          |

### 2.2 不同种植密度对晶甜 18 植株及穗部性状的影响

表 2 表明,随着种植密度增大,晶甜 18 株高随之升高,穗长逐渐缩短,穗行数先减少后增加,穗粗与行粒数变化不大,但各密度间差异均不显著;穗位高随种植密度增大先升高后

收稿日期:2014-11-19  
基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(12)2032];江苏省“333 高层次人才培养项目(编号: BRA2012015)]。  
作者简介:黄忠阳(1968—),男,江苏南京人,高级农艺师,从事鲜食玉米和蔬菜新品种引育研究与推广工作。E-mail: 443830187@163.com。  
通信作者:戴惠学,硕士,高级农艺师,从事鲜食玉米和蔬菜新品种引育研究与推广工作。Tel: (025) 86165330; E-mail: 5409781@163.com。

[10]王宁堂,胡强,王军利,等. 高油玉米的利用价值研究现状及发展对策[J]. 中国农学通报,2004,20(5):137-138,169.  
[11]宋同明,苏胜宝,陈绍江,等. 高油玉米前途光明[J]. 玉米科学,1997,5(3):73-77.  
[12]Goldman I L, Rocheford T R, Dudley J W. Quantitative trait loci

influencing protein and starch concentration in the Illinois Long Term Selection maize strains [J]. Theoretical and Applied Genetics, 1993,87(1/2):217-224.  
[13]李浩川,刘义宝,程荣霞,等. 玉米籽粒蛋白质含量的遗传效应及其与产量的关系[J]. 作物学报,2009,35(4):755-760.