

玉米自交系籽粒灌浆和脱水速率的配合力分析评价

王 巍

(黑龙江省农业科学院 玉米研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为选育籽粒灌浆和脱水速率高的品种,选用9份K10改良自交系,按格列芬双列杂交方法Ⅳ设计,对自交系籽粒灌浆速率、脱水速率、穗轴脱水速率及苞叶脱水速率配合力进行分析。结果表明:用9份自交系的配合力自交系间有较大差异。自交系4、自交系3籽粒灌浆速率、脱水速率的一般配合力均较高;自交系8籽粒灌浆速率一般配合力较高,脱水速率一般配合力居中;自交系9籽粒灌浆速率一般配合力较低,脱水速率一般配合力较高;自交系2、1、7籽粒灌浆、脱水速率一般配合力均较低。用来改良K10的9份材料中,国外杂交种和欧洲群体改良灌浆脱水性状的效果较好,丹598、丹340、瑞德群体、郑58不理想。

关键词:玉米;自交系;灌浆速率;脱水速率;配合力

中图分类号:S513

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)08-0001-05

玉米籽粒灌浆速率、脱水速率是玉米育种的选择指标之一。选择籽粒灌浆速率和脱水速率高的玉米品种种植,对生长季节有限地区的玉米生产和实现玉米机械化收获十分必要。研究表明,玉米籽粒干物质的积累决定于灌浆时期和灌浆速度,玉米品种间的籽粒灌浆速率存在差异,选择有效并可遗传^[1-5]。众多研究表明籽粒脱水速率品种间有差异并可以遗传,籽粒脱水速率影响收获时籽粒的含水量,即通过育种手段选择脱水速率高的品种是可行的^[6-10]。黑龙江省地处我国最北端,纬度高、无霜期短、有效活动积温低,秋季气温下降快,收获时玉米籽粒含水量高,不利机械收获作业,同时影响玉米籽粒商品品质及贮藏加工,增加成本,降低效益。2013年黑龙江省玉米生产田玉米穗腐、粒腐病发病严重,这与玉米果穗生育后期脱水密切相关。因此选育籽粒灌浆速率、脱水速率高的玉米品种十分必要和迫切。该研究通过对9份自交系籽粒灌浆速率、脱水速率的配合力分析,探讨自交系籽粒灌浆速率、脱水速率的配合力差异,以期选育灌浆速率、脱水速率高的玉米品种提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为黑龙江省农业科学院玉米研究所辐射研究室新选育的9份改良K10自交系。其

中自交系1来源于K10×丹598;自交系2来源于K10×丹340;自交系3来源于K10×国外杂交种;自交系4来源于K10×欧洲群体;自交系5来源于K10×Pob45;自交系6来源于K10×瑞德群体;自交系7来源于K10×郑58;自交系8来源于K10×昌7-2;自交系9来源于K10×安441。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验采用Griffing(1956)双列杂交方法Ⅳ,以9份自交系配制36个杂交组合。2012年在哈尔滨进行试验。试验采用随机区组设计,2行区,5 m行长,行距65 cm,株距25 cm,3次重复。

1.2.2 测定项目及方法 在玉米抽出花丝之前,每小区选整齐一致植株套袋,待花丝抽齐后,人工一次性授粉。以此作为灌浆的起始日期,到生理成熟,即黑胚层出现时取样,每区取5个果穗,每穗取穗中部100粒,称籽粒鲜重、轴鲜重和苞叶鲜重。收获前再次取样,方法同前。取样风干后,在80℃烘箱烘干至恒重,称籽粒干重、轴干重、苞叶干重。计算籽粒灌浆速率、苞叶水量、穗轴含水量、籽粒含水量、籽粒脱水速率、苞叶脱水速率和穗轴脱水速率。取样和计算方法按照《中国玉米栽培学》的方法^[11]。

籽粒灌浆速率($\text{g} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{百粒}^{-1}$) = 百粒干重(g)/灌浆开始到生理成熟天数。含水量(%) = $100 \times (\text{鲜重} - \text{烘干重}) / \text{鲜重}$ 。脱水速率($\% \cdot \text{d}^{-1}$) = $(\text{生理成熟含水量} - \text{收获前含水量}) / \text{生理成熟到收获前相隔天数}$ 。以10穗平均值对每个组合籽粒灌浆速率、脱水速率、苞叶脱水

收稿日期:2014-06-15

作者简介:王巍(1963-),女,黑龙江省克山县人,高级农艺师,从事玉米遗传育种研究。Email: nuwangwei63@126.com。

速率、穗轴脱水速率做配合力分析。配合力分析方法按刘来福等编著《作物数量遗传》中的双列杂交方法进行^[12]。

2 结果与分析

2.1 不同基因型 4 个性状的方差分析

从表 1 中可知,4 个性状的方差均达极显著水平,表明这 4 个性状在供试自交系间存在遗传

差异,可作进一步配合力分析。

2.2 不同基因型 4 个性状的配合力的方差分析

从表 2 中可以看出,按固定模型分析的 4 个性状一般配合力、特殊配合力差异均达到显著和极显著水平,说明这些性状的配合力效应真实存在。

表 1 不同基因型 4 个性状的方差分析

Table 1 Variance analysis on four charaters with different genotype

| 性状 Traits | 基因型方差 Variance of genetictype | 误差方差 Environment variance | F 值 F value |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------|
| 籽粒灌浆速率 Grain filling rate | 0.733 | 0.029 | 25.27** |
| 籽粒脱水速率 Dehydration rate of kernel | 0.315 | 0.017 | 18.52** |
| 穗轴脱水速率 Dehydration rate of cob | 0.447 | 0.021 | 21.28** |
| 苞叶脱水速率 Dehydration rate of bract | 0.519 | 0.047 | 11.04** |

注: ** 表示在 0.01 水平上差异显著。

Note: ** mean significant difference at 0.01 levels.

表 2 配合力方差分析

Table 2 Variance analysis on the combining ability

| 性状 Traits | | 方差 Variance | F 值 F value |
|-----------------------------------|-----|----------------|----------------|
| 籽粒灌浆速率 Grain filling rate | GCA | 0.173 | 6.17** |
| | SCA | 0.132 | 4.71** |
| | 误差 | 0.028 | |
| 籽粒脱水速率 Dehydration rate of kernel | GCA | 0.185 | 4.40** |
| | SCA | 0.165 | 3.92** |
| | 误差 | 0.042 | |
| 穗轴脱水速率 Dehydration rate of cob | GCA | 0.059 | 5.36** |
| | SCA | 0.034 | 3.09** |
| | 误差 | 0.011 | |
| 苞叶脱水速率 Dehydration rate of bract | GCA | 0.234 | 2.29** |
| | SCA | 0.187 | 1.83* |
| | 误差 | 0.102 | |

2.3 自交系 4 个性状一般配合力效应分析

从表 3 中看出,不同的自交系及同一份自交系 4 个性状的一般配合力效应值有较大差异。籽粒灌浆速率一般配合力相对效应值有 5 个正值、4 个负值,从高到低依次为自交系 4、8、3、7、6、5、1、9、2。籽粒脱水速率一般配合力相对效应值有 5 个正值、4 个负值,从高到低依次为自交系 9、4、8、3、6、2、7、1、5。穗轴脱水速率一般配合力相对效应值有 5 个正值、4 个负值,从高到低依次为自交

系 4、3、9、8、6、5、7、1、2。苞叶脱水速率一般配合力相对效应值有 4 个正值、5 个负值,从高到低依次为自交系 3、9、5、4、8、1、2、7、6。从 4 个性状一般配合力相对效应值看,自交系 4、3 的 4 个性状的相对效应值均为正值,籽粒灌浆速率、脱水速率一般配合力均较高。自交系 8 籽粒灌浆速率一般配合力相对效应值较高,脱水速率一般配合力居中。自交系 9 籽粒灌浆速率一般配合力较低,脱水速率一般配合力较高。自交系 2、1、7 籽粒灌

表 3 一般配合力相对效应值分析
Table 3 Relative effect value of general combining ability

| 自交系代号 No. | 相对效应值 Relative effect value | | | |
|--------------|------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| | 籽粒灌浆速率 Grain filling rate | 籽粒脱水速率 Dehydration rate of kernel | 穗轴脱水速率 Dehydration rate of cob | 苞叶脱水速率 Dehydration rate of bract |
| 1 | -0.083 | -0.131 | -0.060 | -0.046 |
| 2 | -0.128 | -0.013 | -0.067 | -0.072 |
| 3 | 0.078 | 0.048 | 0.042 | 0.235 |
| 4 | 0.106 | 0.118 | 0.086 | 0.038 |
| 5 | -0.012 | -0.155 | -0.032 | 0.065 |
| 6 | 0.027 | 0.036 | 0.012 | -0.21 |
| 7 | 0.031 | -0.112 | -0.045 | -0.103 |
| 8 | 0.097 | 0.051 | 0.025 | -0.042 |
| 9 | -0.115 | 0.158 | 0.038 | 0.135 |

浆、脱水速率一般配合力均较低。

2.4 不同基因型 4 个性状特殊配合力效应分析

从表 4 中可以看出,不同组合 4 个性状特殊配合力有很大差异。籽粒灌浆速率特殊配合力较高的前 3 位分别是 4×9、2×4、4×7,特殊配合力组合较低的后 3 位分别是 2×5、7×9、2×6。由此看出灌浆速率一般配合力较高的自交系易配出灌浆速率高的组合,如自交系 4。灌浆速率一般配合力较低的自交系其杂交组合灌浆速率也较低,如自交系 2。如两亲本中的一个亲本一般配合力较高,其杂交组合灌浆速率也可较高,如组合 2×4。籽粒脱水速率特殊配合力较高的前 3 位分

别是 8×9、2×4、4×9,特殊配合力组合较低的后 3 位分别是 1×2、1×3、5×6。穗轴脱水速率特殊配合力较高的前 3 位分别是 4×8、4×7、6×9,特殊配合力组合较低的后 3 位分别是 2×5、6×7、2×6。苞叶脱水速率特殊配合力组合间差异较大,前 3 位分别是 4×9、3×5、3×4,特殊配合力组合较低的后 3 位分别是 2×6、2×8、1×6。从籽粒脱水速率、穗轴脱水速率、苞叶脱水速率特殊配合力高低的组合看,亲本一般配合力较高,其组合出现特殊配合力较高的机会多。3 个脱水速率的特殊配合力在同一组合中正负趋向多数不一致,说明 3 个脱水速率不完全相关。

表 4 特殊配合力相对效应值分析
Table 4 Relative effect value of special combining ability

| 自交系代号 No. | 相对效应值 Relative effect value | | | |
|--------------|------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| | 籽粒灌浆速率 Grain filling rate | 籽粒脱水速率 Dehydration rate of kernel | 穗轴脱水速率 Dehydration rate of cob | 苞叶脱水速率 Dehydration rate of bract |
| 1×2 | 0.172 | -0.431 | -0.092 | -0.234 |
| 1×3 | 0.198 | -0.336 | 0.004 | 0.062 |
| 1×4 | 0.037 | 0.038 | 0.022 | 0.065 |
| 1×5 | 0.166 | -0.191 | -0.042 | 0.080 |
| 1×6 | 0.125 | -0.241 | -0.138 | -0.433 |
| 1×7 | 0.085 | -0.183 | 0.040 | -0.059 |
| 1×8 | -0.015 | -0.230 | -0.063 | -0.38 |
| 1×9 | -0.028 | 0.063 | -0.001 | 0.104 |
| 2×3 | -0.182 | 0.173 | 0.074 | 0.008 |

续表 4

Continuing Table 4

| 自交系代号 No. | 相对效应值 Relative effect value | | | |
|--------------|------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| | 籽粒灌浆速率 Grain filling rate | 籽粒脱水速率 Dehydration rate of kernel | 穗轴脱水速率 Dehydration rate of cob | 苞叶脱水速率 Dehydration rate of bract |
| 2×4 | 0.379 | 0.193 | 0.063 | -0.157 |
| 2×5 | -0.251 | -0.168 | -0.249 | 0.188 |
| 2×6 | -0.201 | -0.288 | -0.157 | -0.865 |
| 2×7 | 0.128 | -0.135 | -0.122 | -0.015 |
| 2×8 | 0.106 | -0.245 | 0.062 | -0.456 |
| 2×9 | -0.089 | -0.113 | -0.043 | -0.031 |
| 3×4 | 0.241 | 0.028 | 0.139 | 0.419 |
| 3×5 | 0.345 | -0.189 | -0.029 | 0.481 |
| 3×6 | 0.175 | -0.148 | -0.037 | 0.177 |
| 3×7 | 0.083 | -0.034 | 0.073 | 0.157 |
| 3×8 | 0.219 | 0.123 | -0.014 | 0.069 |
| 3×9 | 0.105 | -0.183 | 0.099 | 0.332 |
| 4×5 | 0.266 | 0.084 | -0.034 | 0.195 |
| 4×6 | 0.087 | 0.109 | 0.061 | -0.07 |
| 4×7 | 0.366 | -0.055 | 0.209 | -0.222 |
| 4×8 | -0.021 | 0.032 | 0.211 | -0.011 |
| 4×9 | 0.384 | 0.192 | 0.065 | 0.622 |
| 5×6 | 0.125 | -0.299 | -0.072 | 0.106 |
| 5×7 | 0.216 | -0.17 | -0.051 | -0.005 |
| 5×8 | -0.098 | -0.089 | -0.121 | 0.099 |
| 5×9 | -0.123 | 0.109 | 0.018 | 0.200 |
| 6×7 | -0.138 | -0.201 | -0.221 | -0.173 |
| 6×8 | 0.186 | 0.079 | -0.056 | -0.126 |
| 6×9 | 0.097 | 0.096 | 0.195 | 0.101 |
| 7×8 | -0.059 | 0.042 | 0.014 | -0.399 |
| 7×9 | -0.210 | 0.065 | 0.019 | 0.193 |
| 8×9 | 0.325 | 0.375 | 0.011 | 0.030 |

2.5 自交系评价及改良策略

从籽粒灌浆速率、籽粒脱水速率、穗轴脱水速率和苞叶脱水速率 4 个性状配合力结果综合分析,自交系 1、自交系 2 四个性状配合力均为负值且位次较靠后,由此初步认为用丹 598 和丹 340 改良 K10 的自交系在 9 份自交系中籽粒灌浆、脱水速率均较低,用其作为改良籽粒灌浆、脱水速率不易达到目标。自交系 3、自交系 4 四个性状配

合力均为正值且位次较靠前,用国外杂交种、欧洲群体改良 K10 的自交系,在 9 份自交系中籽粒灌浆、脱水速率均较高,由此看出用这 2 份材料改良灌浆脱水性状较好。自交系 5 只有苞叶脱水速率配合力为正值、自交系 7 仅籽粒灌浆速率配合力为正值且位次居中,由此看出用 Pob45 群体、郑 58 改良 K10 的自交系灌浆、脱水速率不高。自交系 6 和自交系 8 苞叶脱水速率配合力为负值、自

交系 9 籽粒灌浆速率配合力为负值,3 份自交系其它 3 个性状均为正值,自交系 8、9 位次较靠前,说明用昌 7-2 改良 K10 的自交系灌浆、脱水速率较高、用安 441 改良 K10 的脱水速率较高。由此认为用于灌浆脱水性状改良和杂交种选育,自交系 3、4、8、9 可进一步利用,自交系 1、2、5、6、7 不理想。作为进一步改良灌浆脱水性状的种质资源,国外杂交种、欧洲群体及由其改良的自交系 3、4 可用,丹 598、丹 340、瑞德群体、郑 58 效果不理想。

3 结论与讨论

籽粒灌浆速率、籽粒脱水速率、穗轴脱水速率、苞叶脱水速率配合力分析表明,不同自交系间有较大差异。一般配合力高的自交系,其特殊配合力也较高;一般配合力低的自交系也有特殊配合力较高的组合出现。籽粒脱水速率、穗轴脱水速率、苞叶脱水速率配合力不完全相关。用于灌浆脱水性状改良和杂交种选育,自交系 3、4、8、9 可用,自交系 1、2、5、6、7 不易实现目标。国外杂交种、欧洲群体及由其改良的自交系 3、4 可作为进一步改良灌浆脱水性状的种质资源应用,而丹 598、丹 340、瑞德群体、郑 58 不理想。

玉米籽粒产量来自于灌浆期干物质的积累,即“库”的建成与充实,研究表明玉米籽粒干物质的积累决定于灌浆时期和灌浆速度,从而影响产量。灌浆速率定义为每日每粒(或千粒)增加的干重^[11]。如果单株产量相近,百粒重低、穗粒数多和百粒重高、穗粒数少的材料就会存在差异,给灌浆速率的计算带来影响。从整体上看玉米产量决

定于有效穗数和每穗粒重。籽粒灌浆是以株为单位的,同时又受群体密度等环境的影响。关于这方面的研究还有待于进一步探讨。该试验选用 9 份不同种质资源改良 K10 的自交系,对其进行配合力分析,由于材料的局限,得出的结论仅是该试验的结果,关于这方面的研究还有待深入。

参考文献:

- [1] 秦泰辰,李增禄.玉米籽粒发育性状的遗传与产量性状关系的研究[J].作物学报,1991,17(3):185-191.
- [2] 任忠义,王满富,李洪,等.玉米灌浆特性的遗传研究[J].玉米科学,1993,1(4):4-7.
- [3] 章履孝,颜伟,玉米粒重、灌浆持续期、灌浆速率的遗传特性及其关系研究[J].江苏农业学报,1997,13(4):211-214.
- [4] 吕新,胡昌浩,董树亭,等.紧凑型玉米掖单 22 与 SC704 籽粒灌浆特性对比分析研究[J].山东农业大学学报:自然科学版,2005,36(1):70-74.
- [5] 马冲,邹仁峰,苏波,等.不同熟期玉米籽粒灌浆特性的研究[J].作物研究,2000(4):17-19.
- [6] 蔡润琛.玉米籽粒水分动态[J].国外农学-杂粮作物,1995(3):53-54.
- [7] 霍仕平.玉米灌浆期籽粒、脱水速率的研究进展综述[J].玉米科学,1993(4):39-44.
- [8] 申琳,夏玉米籽粒灌浆与籽粒含水率的关系及籽粒发育过程的分期[J].北京农业科学,1998,16(5):6-9.
- [9] 王振华,张忠臣,常华章,等.黑龙江省 38 个玉米自交系生理成熟期及子粒自然脱水速率分析[J].玉米科学,2001,9(2):53-55.
- [10] 杨村,邹庆道,田云,等.玉米籽粒水分含量的遗传研究[J].国外农学-杂粮作物,1998,18(2):11-14.
- [11] 郭庆法,王庆成,汪黎明.中国玉米栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,2004.
- [12] 刘来福.作物数量遗传[M].北京:农业出版社,1984.

Analysis on Combining Ability of Grain Filling and Dehydration Rate of Maize Inbred Lines

WANG Wei

(Maize Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to breed the varieties with high grain filling and dehydration rate, taking nine K10 inbred lines as materials, according to Gregory Fen diallel cross method IV, the combining ability of grain filling rate and dehydration rate, dehydration rate of cob and bract were analyzed. The results showed that there was larger difference of combining ability between 9 inbred lines. General combining ability of grain filling rate and dehydration rate of inbred line 4 and inbred line 3 were high; general combining ability of grain filling rate of inbred line 8 was high, general combining ability of grain filling rate inbred line 9 was low but its general combining ability of dehydration rate was high; combining ability of dehydration rate and grain filling rate of inbred lines 2, 1, 7 were low. Among 9 materials of modified K10, dehydration character of abroad hybrid and European Group were better, and Dan 598, Dan 340, Reed group, Zheng 58 were not ideal.

Key words: maize; inbred lines; grain filling rate; dehydration rate; combining ability