

大豆杂交期间气象因子对杂交成活率影响的通径分析

宗春美¹, 邵广忠¹, 齐玉鑫¹, 孙晓环¹, 段崇慧¹, 马启慧², 张庆文³, 任海祥¹

(1. 黑龙江省农业科学院 牡丹江分院/国家大豆改良中心牡丹江试验站, 黑龙江 牡丹江 157041; 2. 黑龙江省农业科学院 海南繁育基地, 海南 三亚 572011; 3. 依安县气象局, 黑龙江 依安 161500)

摘要:选取3种熟期类型杂交组合(早熟×晚熟、相近熟期×相近熟期、晚熟×早熟)各10个,对杂交期间的日平均温度、日平均湿度、日降雨量及不同类型杂交组合成活率进行统计,并进行了通径分析。结果表明:气象因子对杂交成活率影响较大,不同气象因子对不同杂交类型影响效应不同,早熟×晚熟组合在较低温度、较小湿度、无降雨的天气下成活率较高;类似熟期亲本组合对天气要求宽泛,在常温、低湿天气下杂交成活率更高;晚熟×早熟组合在温度较高、空气湿度小、无降雨的天气具有较高的杂交成活率。

关键词:大豆;气象因子;杂交成活率;通径分析

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2012)04-0685-03

Effect of Meteorological Factors on Hybrid Survival Rate during Soybean Hybridizing

ZONG Chun-mei¹, SHAO Guang-zhong¹, QI Yu-xin¹, SUN Xiao-huan¹, DUAN Chong-hui¹, MA Qi-hui², ZHANG Qing-wen³, REN Hai-xiang¹

(1. Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Mudanjiang Experimental Station of National Center for Soybean Improvement, Mudanjiang 157041, Heilongjiang; 2. Hainan Breeding Base of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Sanya 572011, Hainan; 3. Yian Meteorological Bureau, Yian 161500, Heilongjiang, China)

Abstract: Three kinds of soybean hybrid combinations with different maturity including early-mature × late-mature, similar maturity × similar maturity and late-mature × early-mature, were used in this study, each group had 10 combinations. Daily average temperature, daily average humidity, the daily precipitation, and survival rate of different cross during hybrid season were recorded and path analysis between meteorological factors and hybrid survival rate were investigated. Meteorological factors had strong effect to the success of hybrid survival rate, and this effect varied with soybean hybrid combinations. Early-mature × late-mature combinations had higher success rate under the condition of lower temperature, lower humidity and no rainfall. Similar maturity × similar maturity combinations tended to get higher success rate under a broad condition of normal daily temperature and lower humidity. However, under the condition of higher daily temperature, lower humidity and no rainfall, the combinations of late-mature × early-mature had higher success rate.

Key words: Soybean; Meteorological factors; Hybrid survival rate; Path analysis.

有性杂交至今仍是大豆育种创造变异的有效方法之一,但由于大豆是严格闭花授粉作物,花器小,杂交授粉难度较大,普遍成活率低,因此,如何提高杂交成活率是国内外大豆育种工作者长期以来探讨的问题。Hicks认为,大豆杂交成活率与杂交技术和外界条件有关^[1]。樊翠芹等^[2]研究表明,大豆杂交花荚对水分比较敏感,干旱时成荚率极低,田间湿润成荚率会显著提高。王连铮^[3]认为大豆开花的最适温度为20℃~26℃,低于20℃或高于28℃对大豆开花不利。本研究针对2009年大豆杂交期间气象因子以及不同杂交类型组合对大豆成活率的影响进行了研究,以期为进一步提高大豆杂交成活率、加速育种进程奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2009年在黑龙江省农业科学院牡丹江分院试验区进行,设置3种杂交类型:I,早熟×晚熟;II,相近熟期×相近熟期;III,晚熟×早熟;各10个组合,亲本均为北方春大豆。

供试杂交组合父母本相邻种植,中间空1行;行长3 m,行距65 cm,株距10 cm,常规田间管理;于盛花期开始杂交授粉,下午3:00~5:00去雄,次日上午5:00~9:00授粉。杂交后包叶,5 d后检查成活情况。为保证不同类型杂交组合均能正常杂交,适当调节早熟及晚熟亲本的播期,采取早熟亲

收稿日期:2012-03-26

基金项目:国家科技支撑计划项目(2011BAD35B06)。

第一作者简介:宗春美(1982-),男,助理研究员,硕士,主要从事大豆遗传育种及栽培生理研究。E-mail:zongcm@126.com。

通讯作者:任海祥(1964-),男,副研究员,主要从事大豆遗传育种及栽培生理研究。E-mail:rhx725@163.com。

本分批次播种,晚熟亲本提前播种的方式。试验的 30 个组合由同一人在每天同一时间段进行。

1.2 调查统计项目

每个组合每天授粉完毕记录杂交花数,并详细记录杂交当天的日平均温度(x_1)、日平均空气湿度(x_2)以及日降雨量(x_3);杂交 5 d 后记录相应时间的成活荚数;杂交成功率计算公式如下:

$$\text{杂交成活率} = \frac{\text{成活荚数}}{\text{杂交花数}} \times 100\%$$

1.3 数据分析

以杂交当天的日平均温度(x_1)、日平均空气湿度(x_2)以及日降雨量(x_3)为自变量,以杂交成活率(Y)为因变量,利用 Excel 2010 进行数据整理,SPSS 13.0 进行方差分析和通径分析。

表 1 气象因子与不同类型杂交组合成活率

Table 1 Meteorological factors and survival rate of different hybrid combinations

日期 Date/ M-D	气象因子 Meteorological factors			杂交成活率 Hybrid survival rate/%			
	日平均温度 Daily average temperature/℃	日平均湿度 Daily average humidity/%	日降雨量 Daily rainfall/mm·d ⁻¹	I	II	III	平均 Mean
7-12	20	74	2.3	47.3	40.5	32.9	40.23b
7-13	23	71	1.9	39.3	40.3	32.6	37.40b
7-14	22	78	3.1	36.0	46.2	43.3	41.83b
7-16	24	67	0.2	36.5	60.0	49.6	48.70a
7-18	23	65	0	41.5	51.7	38.1	43.77b
7-19	24	68	0	47.5	56.4	60.6	54.83a
平均 Mean	23.7	70.3	7.5	41.35	49.18	42.85	44.46

2.2 不同类型杂交组合多元线性分析

分别以 3 种不同类型杂交组合成功率(Y_1 、 Y_2 、 Y_3)为因变量,以气象因子(x_1 、 x_2 、 x_3)为自变量,进行多元线性分析,得到各自变量与相应的类型组

2 结果与分析

2.1 不同类型杂交组合成活率的比较

选取杂交期间有代表性的 6 d 的日平均温度、日平均湿度、日降雨量及不同类型杂交组合成活率列于表 1。分析可知,不同日期气象因子不同,杂交成活率也存在着显著差异。7 月 16 日和 7 月 19 日的杂交成活率显著高于其它日期,说明日平均气温在 24℃ 左右,平均空气湿度 67% 左右,降雨量较小或无降雨的天气条件下杂交成活率较高;在同等天气条件下,各种杂交类型成活率大小依次为 II > III > I。

合因变量的回归方程,由表 2 可知,各回归方程 $F > F_{0.01}$,且均大于决定系数 R^2 ,表明各自变量(气象因子)对因变量(杂交成活率)具有较大的影响。

表 2 杂交成活率与气象因子的线性回归分析

Table 2 Linear regression analysis between meteorological factors and hybrid combinations survival rate

回归方程 Regression equation	F	$F_{0.01}$	R^2
$Y_1 = 42.55 - 3.39 x_1 + 1.21 x_2 - 7.69 x_3$	0.8891	0.5680	0.57147
$Y_2 = -148.57 + 1.70 x_1 + 2.47 x_2 - 11.93 x_3$	4.0304	0.2052	0.85807
$Y_3 = -420.48 + 2.84 x_1 + 6.06 x_2 - 22.91 x_3$	160.3991	0.0062	0.99586
$\bar{Y} = -175.41 + 0.38 x_1 + 3.25 x_2 - 14.18 x_3$	122.9483	0.0081	0.99461

2.3 气象因子与杂交成活率的相关分析

通过对 3 种不同组合类型的相关系数的分解可知(表 3),早熟×晚熟组合的成活率与日平均温度、日平均湿度和日降雨量均呈负相关;其它 2 种类型以及 3 种杂交类型的平均杂交成活率均与日平均温度呈正相关,与日平均湿度和日降雨量呈负

相关,尤其是类型 II,日平均温度与杂交成活率呈显著正相关,日降雨量与杂交成活率呈显著负相关;说明在授粉期间,日平均温度较高,日平均空气湿度低,日降雨量少的天气有利于提高熟期相近亲本类型的杂交成活率。

表 3 不同类型杂交组合相关分析
Table 3 Correlation analysis for
different types of hybrid combination

变量 Variable	Y_1	Y_2	Y_3	\bar{Y}
x_1	-0.2900	0.76*	0.6600	0.6300
x_2	-0.1600	-0.6400	-0.3000	-0.4900
x_3	-0.2300	-0.79*	-0.5400	-0.7100

2.4 各变量的通径分析

对 3 个自变量和 4 个因变量进行通径分析,得出自变量和因变量的直接通径系数(表 4),某因素的直接通径系数绝对值越大,表示该因素对杂交成活率的直接影响越大;本研究中 3 种杂交类型的直接通径系数绝对值排序不同,说明相对于某一种杂交类型,主要影响因素存在差异,影响类型 I 杂交组合的因素由主到次依次为:日降雨量、日平均温度、日平均空气湿度;类型 II 为:日平均空气湿度、日降雨量、日平均温度;类型 III 为:日平均温度、日平均湿度、日降雨量。

表 4 各变量的直接通径系数
Table 4 Direct path coefficients for each variable

变量 Variable	Y_1	Y_2	Y_3	\bar{Y}
x_1	-0.2932	0.3196	0.7842	0.5069
x_2	0.2230	-0.8252	0.1692	-0.2017
x_3	-0.7726	0.5368	0.0645	0.0625

3 讨 论

同一杂交组合在不同天气条件下,杂交成活率存在显著差异,原因是不同亲本对环境的适应能力存在差异^[4-5],这与马恢等^[6]的结论相同。不同熟期杂交亲本组合在不同的天气条件下对成活率影响不同;同等天气条件下,相近熟期亲本杂交成活率最高,其次为晚熟×早熟、早熟×晚熟类型。究其原因,笔者认为,授粉期间,父本花粉活性及母本柱头对花粉的亲合力均随开花时间的持续而降低,相近熟期亲本盛花期相近,此时花粉活性及雌蕊柱头对花粉的亲合力均为较理想的时期,因此杂交成活率达到较高的水平;两亲本熟期差异较大时,虽然采取错期播种方式调节花期,但其双亲在花粉活性或花粉亲和性较正常开花情况下低,因此成活率较低,而选择相近熟期亲本杂交不仅有利于提高杂交成活率,还可以有效减少工作量。

对各变量的相关分析和通径分析结果表明,气象因子是影响杂交成活率的重要因素之一,但相对于不同类型杂交组合,各气象因子影响效应不同;对于早熟×晚熟组合,在较低温度、较小湿度、无降雨的天气下杂交较为适合,成活率较高;类似熟期亲本组合则对天气要求较为宽泛,在常温、低湿天

气下杂交成活率会更高;而对于晚熟×早熟组合来说,则需要选择在温度较高、空气湿度小、无降雨的天气以保证杂交成活率。郭凤霞^[7]认为高温干旱的晴天,杂交成活率降低,在日照时数较短的多云天气及阴天,湿度大,温度较低,杂交成功率较高,与本研究结论略有不同。

不论哪种杂交组合类型,降雨都是较为消极的因素,尤其是早晨降雨对杂交极为不利,冒雨授粉,成效甚微^[8]。究其原因,早晨降雨会导致父本的花粉聚团,很难散开,大豆花粉散开会延迟^[9],增加了母本接受花粉的难度;同理,空气湿度较高也不利于杂交成活。

参考文献

[1] Hicks D R. 大豆形态生理与育种[M]. 北京:农业出版社,1984. (Hicks D R. Soybean morphological and physiological and breeding[M]. Beijing: Agricultural Press,1984.)
[2] 樊翠芹,苗玉凤,王文秀,等. 影响大豆杂交成功率的因素及提高途径[J]. 河北农业技术师范学院学报,1999,13(2):33-36. (Fang C Q, Miao Y F, Wang W X, et al. Factors affecting pod-setting ratio of soybean crossing and improving methods[J]. Journal of Hebei Vocation Technical Teachers College, 1999, 13(2): 33-36.)
[3] 王连铮,王金陵. 大豆遗传育种学[M]. 北京:科学出版社,1992:170-174. (Wang L Z, Wang J L. Soybean genetics and breeding[M]. Beijing: Science Press, 1992:170-174.)
[4] 李卫东. 大豆杂交成活率与气象因子效应分析[J]. 大豆科学,1990,9(1):83-86. (Li W D. Analysis of hybrid soybean survival rate and meteorological factors effect[J]. Soybean Science, 1990, 9(1):83-86.)
[5] 侯杰夫. 杂交水稻制种抽穗扬花期天气对异交结实率的影响[J]. 杂交水稻,2001,16(4):21-23. (Hou J F. Effects of weather conditions during heading and flowering stage on outcrossing rate in hybrid rice seed production[J]. Hybrid Rice, 2001, 16(4): 21-23.)
[6] 马恢,郭振国,温利军,等. 生态因子对马铃薯杂交结实的影响及杂交技术的研究[J]. 马铃薯杂志,1999,3(2):81-83. (Ma H, Guo Z G, Wen L J, et al. Ecological factors on potato hybrid seed set and hybrid technology[J]. Potatos Magazine, 1999, 3(2):81-83.)
[7] 郭凤霞,马志军,王海. 提高大豆杂交成功率的有效方法[J]. 甘肃农业科技,1995(5):9-10. (Guo F X, Ma Z J, Wang H. Effective way to improve soybean hybrid success rate[J]. Gansu Agricultural Science and Technology, 1995(5):9-10.)
[8] 张祖明,路兆英. 影响花生杂交成活率的几个气象因子分析[J]. 花生科技,1996(2):24-26. (Zhang Z M, Lu Z Y. Affect the survival rate of peanut hybrid of several meteorological factors[J]. Peanut Science and Technology, 1996(2):24-26.)
[9] 於宏伟,宋晓燕,周雪营. 影响大豆杂交结实率的因素及解决措施[J]. 经济作物,2008(7):163-164. (Yu H W, Song X Y, Zhou X Y. Factors and measures of the impact of soybean hybrid seed rate[J]. Economic Crops, 2008(7):163-164.)