

# 十个玉米推广种抗旱力的分析

刘雅楠 曾孟潜

(中国科学院遗传研究所, 北京 100101)

**摘 要** 本研究以我国玉米当前有代表性的 10 个推广种为材料, 在半干旱地区设立田间水源控制设施, 分不浇水区(旱区)与浇水区(水区)分析玉米杂交种的产量及产量因素的干旱系数、经济学产量的水分利用率和所需积温。测定玉米杂交种的抗旱力试验所获得的主要结果如下: (1) 不同玉米杂交种对干旱的反应不尽相同, 试材可分为不敏感组与敏感组两组。不敏感组以遗长 101 号、掖单 4 号、农大 60 号为代表, 产量干旱系数分别为 2.3%、8.7% 和 14.5%; 敏感组以中单 120 号、京单 841 号为代表, 干旱系数分别为 20.7% 和 25.4%。(2) 不同玉米杂交种经济学产量的水分利用率(籽粒 kg/t 水) 差异较大, 不敏感组水分利用率较之敏感组提高 29.5%~58.3%。(3) 从总体上来看, 推荐玉米生产上扩大种植抗(耐)旱玉米杂交种遗长 101 号、掖单 4 号、农大 60 号。

**关键词** 玉米 杂交种 抗旱力 干旱系数 经济学产量 水分利用率

随着植物抗旱性研究的深入开展, 越来越多的事例证明, 挖掘利用生物本身的抗旱能力, 培育抗(耐)旱的植物新品种, 是解决干旱问题发展农作物生产的又一个经济有效的手段。许多学者研究了合理灌溉的生理指标, 抗旱性鉴定方法, 增强植物抗旱性的措施和抗旱生理育种等。就目前的研究结果看, 鉴定和选育抗(耐)旱新品种需要注意如下几点: (1) 鉴定选育材料: 从当前推广的高产品种(杂交种)及其亲本品系中, 较易筛选到高产的抗(耐)旱材料; (2) 鉴定、选育环境: 抗旱鉴定在干旱逆境中进行效果较好; (3) 抗旱鉴定指标: 最适用形态指标为株高, 卷叶情况, 顶叶干枯情况; 生理指标为电导极值, 保水力; 产量因素指标是单穗粒重; 最适用的综合指标是干旱系数<sup>[1~8]</sup>。

本研究的目的在于, (1) 对当前代表性的玉米推广种进行干旱系数等的测定, 筛选、鉴定抗旱力强的玉米杂交种, 推荐于生产种植; (2) 分析抗旱杂交种的抗旱力, 分析杂交种亲本系的抗旱程度, 为选育更抗旱的玉米新杂交种打基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

两年以 10 个玉米杂交种为材料进行抗旱力试验。与此同时, 每年种植试材杂交种的亲本系, 观察亲本系对干旱的反应。

### 1.2 试验地

测定干旱系数等抗旱指标的试验地, 设在中国科学院南皮农业生态试验站, 该试验站地处河北黑龙港半干旱地区, 无霜期 190~210 天, 年平均气温 11.7~12.4℃。降水量少而集中,

1994-05-31 收稿。

平均年降水 450~580 mm, 其中 60%~75%集中在七、八、九月三个月内。夏玉米生育期内降水量, 1991 年为 336.3 mm。1992 年为 375.8 mm, 其中 75.8%集中在 7 月 20 日至 8 月 11 日之间, 10.9%在 6 月 20 日至 7 月 19 日, 13.3%在 8 月 12 日以后降雨。这样, 夏玉米生长的前期(拔节、喇叭口期之前)和后期(籽粒形成期及其后)都比较干旱, 特别是后期, 玉米生长量较大, 尤其是正值籽粒产量形成的关键时期, 需水量仍较大。因此, 在这里作浇水与不浇水的处理, 能够检验出玉米杂交种的抗旱力表现。不浇水区土地四周挖窄沟 1.2 m 深, 整齐埋入 35~40 $\mu$ m 厚度的塑料膜, 地上留高 0.15 m, 以阻止地下 1.2 m 内的水份渗透和减少地面雨水径流。浇水区与不浇水区间还有 3 m 宽的水分隔离带。试验地土质为壤土, 地面平整, 能灌能排, 肥力水平中等, 耕作栽培水平同一般大田。

试材杂交种的亲本系种植在本所试验场, 对其抗旱程度作观察和调查。

### 1.3 试验方法

干旱系数的计算公式如下:

$$\text{干旱系数}(\%) = \frac{\text{正常灌溉处理的产量} - \text{干旱处理的产量}}{\text{正常灌溉处理的产量}} \times 100$$

积温的计算, 综合农艺性状的调查, 土壤含水量的测定, 降水量的测定, 浇水量的计算和经济学产量的水分利用率(籽粒 kg/t 水分)的测定, 均按常规方法进行。

试验分浇水区与旱区(不浇水), 浇水区与旱区的小区面积均为 15.9 m<sup>2</sup>, 随机区组排列, 3 次重复, 对应种植。收获后称重, 用 *t* 测验测定同一杂交种, 在浇水区与旱区之间产量的差异显著性。用 *F* 测验测定浇水区或旱区各杂交种间产量的差异显著性。

1991 年旨在测定浇水区与旱区地力的均匀性, 为日后作干旱系数等测定的试验作准备, 全生育期未浇水, 播前每亩施磷二铵(含氮 18%, 含五氧化二磷 46%) 12.5 kg, 大喇叭口期每亩施磷酸氢铵(含氮 17%) 25kg。其他管理如一般大田。1992 年播种前土壤干旱, 因此, 播前浇水区和旱区都先浇了一次水, 浇水量合每亩 54m<sup>3</sup>, 而后, 旱区不再浇水, 玉米靠天降雨生长发育, 而浇水区分别于授粉后浇一次(8 月 25 日)、二次水(9 月 9 日), 浇水量分别为 42m<sup>3</sup>/亩, 28m<sup>3</sup>/亩。1992 年仅追一次化肥, 即 6 月 28 日施尿素(含氮 46%) 65 kg/亩。

## 2 结果与分析

### 2.1 1991 年浇水区与旱区中玉米杂交种产量及产量因素的比较

为了检验浇水区与旱区地力的均匀性, 当年浇水区也未浇水, 即浇水区、旱区田间管理完全一致。浇水区与旱区的水份供应都靠天然降雨。试验结果表明, 不同杂交种的生产力有明显的不同, 10 个杂交种中以科单 105、农大 60、掖单 4 号产量较高, 京早 8 号和京早 7 号产量较低。穗长、穗行数、行粒数、单穗重也有类似产量的表现。然而, 如按浇水区与旱区整体的比较, 平均亩产浇水区为 450.5 kg, 旱区为 420 kg, 差数为 30.5 kg, 不同杂交种亩产变化幅度在 2.2%~14.2%之间。经过 *t* 测验, 浇水区与旱区两个大区之间产量差异, 生物统计上差异不明显(*t* = 2.206, *P* > 0.05), 换句话说, 它们之间土壤肥力均匀, 生产力彼此之间没有什么差别。说明在这块土地上作干旱处理是可行的。

### 2.2 玉米浇水区与旱区中产量干旱系数的比较

1992 年 10 个玉米杂交种的产量干旱系数平均为 14.2%。浇水区平均亩产为 382 kg。旱

区为 330 kg, 干旱处理减产 52 kg。经过  $t$  测验, 干旱处理的产量极显著的减产 ( $t = 5.04$ ,  $P < 0.01$ )。不同玉米杂交种对干旱的反应有明显的差别。中单 120、沈单 7 号和京单 841 对干旱反应十分敏感, 干旱系数分别达到 25.4%, 22.9% 和 20.7%。烟单 14 也比较敏感, 干旱系数为 16.4%。至于遗长 101、京早 8 号、掖单 4 号、农大 60、科单 105 和科单 205 对干旱反应不大敏感, 干旱系数在 15% 以下。特别是遗长 101, 干旱系数仅为 2.3%, 浇水区与旱区的产量之间几无差别 (表 1)。如按杂交种对干旱反应的不同, 把杂交种分为两组, 即对干旱敏感组 (中单 120 等 4 个杂交种, 干旱系数为 16.4%~25.4%) 和不敏感组 (遗长 101 等 6 个杂交种, 干旱系数为 2.3%~14.5%)。分别作浇水区、旱区产量的  $t$  测验, 发现敏感组, 产量差异达到极显著水平 ( $t = 8.3$ ,  $P < 0.01$ ), 而不敏感组产量差异不显著 ( $t = 2.38$ ,  $P > 0.05$ ) (表 2)。

在各个产量因素上, 也有类似情况。至于株高, 穗位高, 由于人工浇水期在籽粒形成期以后, 故浇水区与旱区之间差异不大。

表 1 水区与旱区产量的干旱系数 (1992)

杂交种	水区产量 (kg/亩)	旱区产量 (kg/亩)	干旱系数
沈单 7 号	432	333	22.9
农大 60	463	412	11.0
掖单 4 号	461	421	8.7
科单 105	447	382	14.5
遗长 101	392	383	2.3
科单 205	386	340	11.9
京单 841	367	291	20.7
烟单 14	323	270	16.4
中单 120	279	208	25.4
京早 8 号	273	260	4.8
平均	382	330	14.2

表 2 玉米水区与旱区 10 个杂交种产量的比较 (1992)\*

重复	10 个杂交种		敏感组 (4 个杂交种)		不敏感组 (6 个杂交种)	
	水区	旱区	水区	旱区	水区	旱区
I	9.5	8.0	8.2	6.7	10.2	8.8
II	8.9	7.7	8.6	6.3	9.2	8.7
III	8.8	7.9	8.2	6.8	9.2	8.7
平均	9.1	7.9**	8.3	6.6**	9.5	8.7
	经 $t$ 测验, $t$ 值		经 $t$ 测验, $t$ 值		经 $t$ 测验, $t$ 值	
	为 5.04		为 8.3		为 2.38	
	$t_{0.05} = 2.776$		$t_{0.05} = 2.776$		$t_{0.05} = 2.776$	
	$t_{0.01} = 4.604$		$t_{0.01} = 4.604$		$t_{0.01} = 4.604$	

\* 表内产量均为小区产量, 小区面积为 15.9m<sup>2</sup>。

### 2.3 玉米浇水区与旱区中经济学产量水份利用率的比较

表 3 表明, 不同玉米杂交种经济学产量上有明显的差别。大体上可分为四组, 早熟玉米京早 8 号最早熟, 产量最低。中早熟玉米中单 120, 烟单 14 产量居中, 中早熟玉米科单 105、掖单 4 号、遗长 101、科单 205 产量明显高于前两组, 中熟玉米或中晚熟玉米农大 60, 京单 841, 沈单 7 号产量也明显地高于前两组。10 个杂交种, 产量最高的是农大 60, 掖单 4 号、科单 105。

在全生育期耗水量上, 不同杂交种之间也有差异。

在经济学产量水份利用率 (子粒 kg/t 水) 上, 对干旱不敏感组 (遗长 101、掖单 4 号、农大 60 为代表), 水区分别为 1.23, 1.42 和 1.44, 平均值为 1.36, 旱区分别为 1.55, 1.69 和 1.64, 平均值为 1.63 子粒 kg/t 水; 对干旱敏感组 (以中单 120、烟单 14 和京单 841 为代表), 水区分别为 1.02, 1.00 和 1.13, 平均值为 1.05; 旱区分别为 0.84, 1.07 和 1.17, 平均值为 1.03 子粒 kg/t 水。就平均值而言, 不敏感组水份利用率较之敏感组提高百分率, 水区为 29.5%, 旱区为 58.3%。需要指出的是, 除了个别情况外, 旱区玉米水份利用率高于水区。

表 3 玉米杂交种的经济学产量水分利用率 (1992)

杂交种	产量		全生育期耗水量		水分利用率	
	(kg/亩)		(t/亩)		(子粒 kg/t 水)	
	水区	旱区	水区	旱区	水区	旱区
沈单 7 号	432.0	333.0	354.1	281.9	1.37	1.36
农大 60	463.0	412.0	346.8	274.5	1.44	1.64
掖单 4 号	461.0	421.0	342.3	270.0	1.42	1.69
科单 105	447.0	382.0	342.3	272.3	1.39	1.52
遗长 101	392.0	383.0	342.3	272.3	1.23	1.55
科单 205	386.0	340.0	342.2	272.3	1.16	1.32
京单 841	367.0	291.0	342.3	272.3	1.13	1.17
烟单 14	323.0	270.0	342.3	271.2	1.00	1.07
中单 120	279.0	208.0	338.9	267.8	1.02	0.84
京早 8 号	273.0	260.0	336.6	264.4	0.85	1.04
平均	382.3	330.0	343.0	271.9	1.20	1.32

\* 经济学产量水份利用率=每亩子粒产量(风干重)/每亩全生育期耗水量(子粒 kg/t)

2.4 玉米浇水区与旱区生育期与积温的比较

水区、旱区玉米播种期均为 6 月 20 日。播种至出苗天数除个别(遗长 101)外,均为 6 天,出苗至成熟天数,不同玉米杂交种有不同。京早 8 号组为 90~92 天。中单 120、烟单 14 组为 93~96 天;科单 105、掖单 4 号、遗长 101、科单 205 组为 94~99 天,农大 60、京单 841、沈单 7 号组为 99~107 天。水区与旱区玉米比较,同一杂交种水区除个别(遗长 101 等)外,均较早区延长 1~2 天(表 4)。

表 4 玉米杂交种的生育期 (1992)

处 理	播期 (月/日)	出苗 (月/日)	抽雄 (月/日)	成熟 (月/日)	播种~出苗 天数	出苗~抽雄 天数	出苗~成熟 天数
水 区							
京早 8 号	6/20	6/26	8/8	9/26	6	43	92
科单 105	6/20	6/26	8/16	10/3	6	51	99
掖单 4 号	6/20	6/26	8/13	10/1	6	48	97
遗长 101	6/20	6/25	8/18	10/1	5	54	94
中单 120	6/20	6/26	8/10	9/28	6	45	94
沈单 7 号	6/20	6/26	8/23	10/3	6	58	109
农大 60	6/20	6/26	8/20	10/7	6	55	103
科单 205	6/20	6/26	8/16	10/3	6	51	99
京单 841	6/20	6/26	8/19	10/3	6	54	99
烟单 14	6/20	6/26	8/20	10/1	6	55	97
旱 区							
京早 8 号	6/20	6/26	8/8	9/24	6	43	90
科单 105	6/20	6/26	8/15	10/1	6	50	97
掖单 4 号	6/20	6/26	8/12	9/29	6	47	95
遗长 101	6/20	6/25	8/15	10/1	5	51	98
中单 120	6/20	6/26	8/9	9/27	6	44	93
沈单 7 号	6/20	6/26	8/23	10/11	6	58	107
农大 60	6/20	6/26	8/18	10/5	6	53	101
科单 205	6/20	6/26	8/14	10/1	6	49	97
京单 841	6/20	6/26	8/17	10/3	6	52	99
烟单 14	6/20	6/26	8/16	9/30	6	51	96

玉米所需积温（表 5）随生育期长短而变化。生长期长，所需积温相应增加。全生育期 10 个杂交种，旱区中积温由 2268.2℃到 2530.6℃，水区中积温由 2307.4℃到 2552.1℃。出苗至抽雄期积温，旱区由 1178.8℃到 1441.2℃，水区由 1178.8℃到 1536.9℃。现以株型紧凑，叶片直立，生育期又类似的三个玉米杂交种科单 105、掖单 4 号、遗长 101，同目前推广面积仍较大的烟单 14 作比较。旱区里，前三个杂交种生育期平均为 96.7 天，亩产平均为 395.3kg，积温平均为 2388.1℃，而烟单 14 上述三项指标分别为 96 天，270.0kg，2377℃；水区里前三个杂交种生育期平均为 98 天，亩产平均为 433.3kg，积温平均为 2409.7℃，而烟单 14 个述三项指标分别为 97 天，323.0kg，2391.0℃。在旱区里，生育期长 0.7 天，积温增加 11.1℃，产量提高 125.3kg；在水区里，生育期增加 1 天积温增加 18.7℃，产量提高 110.3kg。可见，不同杂交种的生产力不是在同一水平线上，从而也可以推论，育种的潜力还是很大的。

表 5 玉米杂交种所需的积温 (1992)

杂交种	水 区			旱 区		
	播种～出苗	出苗～抽雄	出苗～成熟	播种～出苗	出苗～抽雄	出苗～成熟
京早 8 号	139.5	1178.8	2307.4	139.5	1178.8	2268.2
科单 105	139.5	1366.4	2425.0	139.5	1301.6	2391.0
掖单 4 号	139.5	1301.9	2391.0	139.5	1270.8	2360.2
遗长 101	117.4	1412.1	2413.1	117.4	1323.7	2413.1
中单 120	139.5	1229.6	2300.7	139.5	1234.2	2323.6
沈单 7 号	139.5	1536.9	2552.1	139.5	1441.2	2530.6
农大 60	139.5	1460.9	2471.9	139.5	1358.2	2447.6
科单 205	139.5	1366.4	2425.0	139.5	1301.6	2391.0
京单 841	139.5	1436.7	2425.0	139.5	1335.6	2425.0
烟单 14	139.5	1460.9	2391.0	139.5	1287.6	2377.0

### 3 讨 论

#### 3.1 关于抗旱力的鉴定方法问题

虽然至今还很难说已经有了灵敏度高的环境控制设施及很成熟的抗旱力的鉴定方法，但已经提出一些实践上可行的环境控制设施及鉴定方法。本研究参考前人的试验结果<sup>[4,7]</sup>，采用的水区和旱区对比，计算产量及产量因素的干旱系数的鉴定方法和采用塑料薄膜埋入地下 1.2 m 深的简便控制水环境的方法，看来比较可行，试验结果更接近实际。

本研究证明，当前推广的遗长 101，京早 8 号，掖单 4 号和农大 60，产量的干旱系数仅为 2.3%、4.8%、8.7%和 11.0%，说明它们具有很好的抗旱力。田间观察表明，这四个玉米杂交种在苗期遭受中度干旱的条件下，中午叶片卷曲，特别是顶叶卷曲程度更甚，但是，到了黄昏时分，叶片又舒展开来，不象不抗旱的中单 120 那样，叶片（包括顶叶叶片）整天都卷曲着。已有资料证明，叶片卷曲，顶叶卷曲是抗旱力的优良评选指标之一<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 关于生产上应用抗（耐）旱杂交种的问题

本研究已经指出，遗长 101，掖单 4 号，科单 105 与烟单 14 相比较，虽然生育期类似，株型也类似，所需的积温相差也不大，但是，它们的产量能力相差颇大。在旱区，前三个杂交种平均比烟单 14 产量提高 125.3 kg，在水区为 110.3 kg。经济学产量的水分利用率，前三个杂种平均为 1.47 子粒 kg/t 水，而烟单 14 为 1.04 子粒 kg/t 水。两者相差 41.3%。换句话说，

应用前三个杂交种更能有效地利用有限的水分, 每生产 100kg 的子粒, 可以节约水分 29 吨。既然如此, 我们推荐玉米生产上多应用已经鉴定出的抗(耐)旱杂交种。

田间观察还表明, 抗(耐)旱杂交种, 两个亲本系也较耐旱, 前三个杂交种的两亲本系 8112, 8112-1 和黄早 4, 黄 01, 遗 01-4 都较抗旱, 而烟单 14 的父本黄早 4 较抗旱, 母本 Mo17 却不大抗(耐)旱。

鸣谢 本研究得到中国科学院南皮农业生态试验站的大力支持和帮助, 特致谢忱。

### 参 考 文 献

- 1 王洪春. 作物抗逆性鉴定的原理与技术. 北京: 北京农业大学出版社, 1989, 1~20
- 2 刘雪贞. 同上, 1989, 162~166
- 3 李成雄等. 同上, 1989, 152~161
- 4 罗淑平等. 同上, 1989, 116~143
- 5 中田和男. 日本农药学会志, 1984, 9 (2): 355~354
- 6 Emanuel Epstein. Proceedings of a workshop held at the NAL, Biochem and Biophy Methods. Maryland Univ Press, 1977: 75~78
- 7 Quizenberry JE. Breeding Plants for Less Favorable Environments, Wiley & sons, 1982, 193~211
- 8 Martiniello P. Genet Agr, 1984: 38 (3), 267~302

## Analyses for Drought-resistance of Current Spread Hybrids of Maize in China

Liu Yanan

Zeng Mengqian

(Institute of Genetics, Academia Sinica, Beijing)

**Abstract** Ten of current spread hybrids of maize in China were used as experimental materials. The drought coefficient for yield and yield components, water use efficiency for economic yield and accumulate temperature were analysed by using control equipment of water resources in field.

The results obtained from the detection of the drought-resistance were as follows.

1. The responses of the different maize hybrids to drought were difference. According to the observations, the experimental materials can be divide into two groups, i. e. non-sensitive group and sensitive group to drought. The representative cultivars of non-sensitive group are Yichang 101, Yedan 4 and Nongda 60. Their drought coefficients of yield are 2.3%, 8.7% and 14.5%, respectively. The representative cultivars of sensitive group are Zhongdan 120 and Jingdan 841. Their drought coefficients of yield are 20.7% and 25.4%, respectively.

2. The water use efficiency for economic yield of the maize hybrids (grain kg/t water) has a greater difference from each other. The water use efficiency of the non-sensitive group is 29.5—58.3% higher than that of the sensitive group.

3. In summary, the drought-resistant hybrids of maize are recommended to extend planting areas. These maize hybrids are Yichang 101, Yedan 4 and Nongda 60.

**Key words:** Maize hybrid; Drought-resistance; Drought coefficient; Water use efficiency for economic yield