

玉米抗旱基因型鉴定方法和指标的探讨

张宝石 徐世昌 宋凤斌 张 威 戴俊英

(沈阳农业大学农学系, 沈阳 110161)

摘要 在土壤干旱和大气干旱两种条件下, 在玉米开花期, 利用玉米叶片的保水能力、脯氨酸累积量、相对电导率及丙二醛含量 4 项指标, 以抗旱系数为对照, 对 6 个不同基因型玉米的抗旱性进行了鉴定。结果表明, 依据某一个指标对不同玉米基因型进行抗旱性鉴定的结果可靠性较低; 依据上述 4 个指标进行综合性鉴定的结果可靠性很高。因此, 在利用生理生化指标对玉米抗旱基因型进行鉴定时, 需要同时利用多个性状的综合值进行评价, 以提高抗旱性鉴定的准确率。用简而易行的大气干旱法可以取代繁琐的土壤干旱处理。

关键词 玉米 抗旱性 鉴定方法 鉴定指标

在玉米抗旱育种中, 抗旱基因型的鉴定方法和指标是育种成败和效率的关键所在。有关玉米抗旱生理的大量研究表明, 玉米的抗旱性是一个较为复杂的生理性状, 还不能通过一两个简单的指标进行评价。鉴定的性状在很大程度上受基因的加性效应影响。更为复杂的是, 反应抗旱性差异的大多数生理生化指标必须要在干旱条件下才可测知。这给在田间条件下, 特别是非干旱地区或年份进行的抗旱基因型鉴定带来了极大的不便。本文在土壤干旱和大气干旱两种条件下, 选用与抗旱性有关的几个生理生化指标, 对玉米抗旱基因型的鉴定方法和指标进行了探讨, 旨在为抗旱育种及抗旱性鉴定提供依据和参考。

1 材料和方法

选用抗旱性较强的玉米杂交种豫玉 3 号和抗旱性较弱的丹玉 13 号以及组成这两个杂交种的 4 个亲本自交系(3184、黄早四、Mo17、E28)为试验材料。4 月 26 日播种, 9 月 26 日收获。田间采用裂区设计, 设干旱和正常供水(CK)两个处理, 以干旱和 CK 为主区, 以基因型为副区。小区行长 5m, 行距 0.

6m, 株距 0.33m。以开花期自然降雨少造成轻度土壤干旱(7 月 20 日~8 月 10 日无雨), CK 的供水量为 $150\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。干旱处理 7 天后取穗位叶测定各参数, 此时干旱处理和正常供水的土壤水势分别为 -0.07 和 -0.02Mpa , 属轻度干旱。另外, 从 CK 株上取穗位叶置于底部盛有硫酸溶液的密封干燥器中, 相对湿度为 18.8%, 处理 48 小时后测定各参数。

叶片相对含水量按华东师范大学(1980)的方法测定, 叶片保水能力按张宪政等(1989)的方法测定, 脯氨酸含量参照 Bates 等(1973)的方法测定, 叶组织相对电导率采用谭常等(1985)的方法测定, 丙二醛含量按 Heath 等(1968)的方法测定。

2 结果与分析

2.1 不同玉米基因型的抗旱性能

玉米受旱后的明显后果是导致产量下降。减产幅度的大小, 取决于干旱的强度、持续的时间、干旱期间植株所处的发育时期以及基因型的抗旱能力。不同的玉米基因型在

其它条件相同时,不同减产幅度就反映了基因型间抗旱能力的差异。由表1可见,不同玉米基因型的减产幅度不同,说明它们在抗旱性能上存在着基因型间的差异。依据抗旱系

数(受旱后的产量与对照的比值),6个基因型的抗旱能力依次为豫玉3号>3184>Mo17>丹玉13号>黄早四>E28。

表1 土壤干旱条件下6个玉米基因型的子粒产量和抗旱系数

基 因 型	单 株 子 粒 产 量(g)		抗 旱 系 数(%)
	对 照	土 壤 干 旱	
丹玉 13	235.8	192.3	81.6
Mo17	75.5	63.8	84.5
E28	64.1	44.9	70.0
豫玉 3 号	218.7	194.2	88.8
3184	71.3	62.4	87.5
黄早四	61.2	45.5	74.3

2.2 干旱条件下不同玉米基因型叶片的相对含水量和保水能力与抗旱性的关系

从图1和图2可以看出,供试的6个玉米基因型叶片保水能力不同,其次序为豫玉3号>3184≈Mo17>丹玉13>黄早四>E28。Dedio(1975)认为,植物含水量及剪下的叶片水分损失速度可作为抗旱性筛选的指标。在本研究中,不同玉米基因型叶片的保水能力(图1、图2)与各自的抗旱系数(表1)间呈极显著相关,表明可以用叶片的保水能力作为鉴定玉米抗旱基因型的一个指标,但是否可作为唯一的鉴定指标还需进一步研究。在暗室中的大气干旱条件下,不同玉米基因型叶片的失水速率与土壤干旱下的结果呈相似趋势,只是失水速率较快。因此,在测定玉

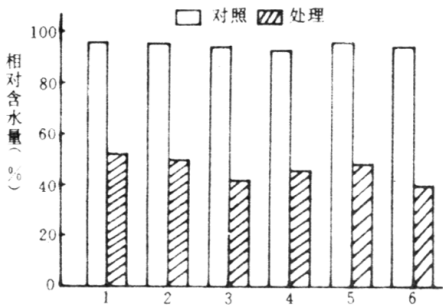


图1 土壤干旱条件下6个不同玉米基因型叶片相对含水量的变化

注:1 豫玉3号;2 3184;3 Mo17;4 丹玉13;5 黄早四;6 E28

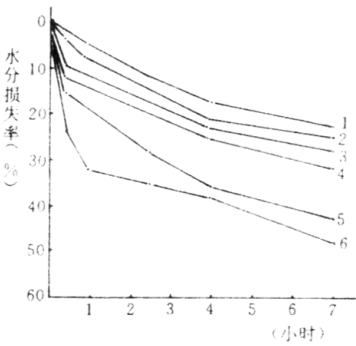


图2 6个不同玉米基因型离体叶片在暗室中的保水能力

注1、2、3、4、5、6同图1。

米基因型间的保水能力差异时,可用大气干旱的方法代替土壤干旱。

2.3 干旱条件下不同玉米基因型叶片的脯氨酸含量变化与抗旱性的关系

测定结果表明(表2),土壤干旱和大气干旱下各基因型的脯氨酸含量均下降,但不同基因型下降的幅度不同,表明玉米受旱后脯氨酸含量的变化幅度存在着基因型间的差异。抗旱性较强的豫玉3号在两种干旱处理下的下降幅度均最低,而抗旱性较弱的E28和黄早四两个基因型的下降幅度最大。这表明脯氨酸在干旱条件下的相对变化与基因型的抗旱性有着密切的联系,与抗旱系数表现出很一致的趋势,因此适于作为抗旱性鉴定的指标之一。但由于还存在着与此不一致的基因型,所以还不能作为唯一的指标。

表 2 干旱下不同玉米基因型叶组织脯氨酸含量的变化

基 因 型	脯 氨 酸 含 量 (μg/g·干重)		
	对 照	土壤干旱	大气干旱
丹玉 13	350.37	337.85	300.87
Mo17	360.56	328.89	217.67
E28	283.51	233.74	209.51
豫玉 3 号	445.54	428.27	390.94
3184	366.78	347.48	306.24
黄早四	405.52	308.04	230.37

相关分析表明,土壤干旱和大气干旱下脯氨酸含量变化的相关系数 $r=0.8827^*$,达到了显著水平。因此,在以脯氨酸含量变化为指标鉴定玉米抗旱基因型时,可用大气干旱的处理方法替代土壤干旱。

2.4 干旱条件下不同玉米基因型叶组织相对电导率的变化与抗旱性的关系

从表 3 可见,所有基因型在两种干旱条件下的相对电导率均增加,而且大气干旱下增加的幅度大于土壤干旱的。抗旱性强的豫玉 3 号、3184 和 Mo17,在两种干旱下均表现出较稳定的相对电导率,而抗旱性最差的

E28 则相对电导率大幅度增加,在土壤干旱和大气干旱下均表现出最大的变幅值(分别为 21.49 ± 13.69 和 31.73 ± 13.69 ,见表 3)。土壤干旱和大气干旱下的相对电导率与抗旱系数的相关系数分别为 $r=-0.8499^*$ 和 $r=-0.8739^*$,均达到了显著水平。这些结果表明,玉米受旱后的相对电导率变化与其抗旱性有密切的负向相关关系,受旱后相对电导率稳定性高的基因型是抗旱的基因型。如以相对电导率作为抗旱性的鉴定指标,从敏感性上考虑,则本试验的大气干旱法优于土壤干旱的。

表 3 干旱下不同玉米基因型叶组织相对电导率的变化

基 因 型	相 对 电 导 率 (%)		
	对 照	土壤干旱	大气干旱
丹玉 13	11.62	16.99	17.48
Mo17	14.17	16.03	17.53
E28	13.69	21.49	31.73
豫玉 3 号	11.82	14.13	16.02
3184	14.89	15.23	14.46
黄早四	11.03	14.38	16.43

表 4 干旱条件下不同玉米基因型叶组织中丙二醛(MDA)含量的变化

基 因 型	丙 二 醛 含 量 (μg/g 鲜重)		
	对 照	土壤干旱	大气干旱
丹玉 13	1.20	1.50	1.60
Mo17	1.09	1.22	1.38
E28	1.27	1.54	1.56
豫玉 3 号	1.22	1.34	1.45
3184	1.31	1.43	1.58
黄早四	1.04	1.54	1.61

2.5 干旱条件下不同玉米基因型叶组织丙二醛含量的变化与抗旱性的关系

对于干旱条件下不同玉米基因型叶组织中

丙二醛含量的测定结果(表 4)表明,在两种干旱条件下,所有基因型叶组织中的 MDA 含量均大幅度增加,而且增加的幅度存在着

基因型间的差异,抗旱性较强的基因型增加的幅度小,抗旱较弱的基因型增加的幅度大。这与相对电导率在干旱条件下的反应是一致的。因此,也可以用这项指标作为鉴定抗旱基因型的指标之一。

3 结论与讨论

作物育种学和植物生理学上的抗旱性概念并不完全一致。在育种学上,抗旱性是指作物在水分胁迫下能获得较高的产量的能力,是用水分胁迫下与正常供水条件下产量的比值,即抗旱系数来评价不同基因型抗旱性能的强弱。只有将这种抗旱性导入高产基因型中去才能培育出抗旱品种来。在利用其它相关性状进行间接鉴定时,确定某一性状指标的可靠性都应以此为标准。

尽管 Jenson 和 Martinsell(1984)等人都曾提出,由于可以利用玉米种质的广泛抗旱遗传变异性,在干旱周期性出现的地区,鉴定和选育抗旱品种不仅必要而且是可行的。然而快速有效的鉴定方法仍然是抗旱育种的焦点。据本研究的结果,我们认为,玉米受旱后的叶片保水能力、脯氨酸含量变化以及相对电导率和丙二醛含量的变化均可用作抗旱性鉴定的间接指标。以抗旱系数为对照,依据某一个指标鉴定的结果可靠性较低,依据所有这 4 个指标进行综合鉴定的结果可靠性就很高。因此,在利用生理生化指标对抗旱进行间接鉴定时,需要采用本研究中的一种以上的几种性状指标进行综合评价,以提高准确率。Trapani 等(1984)的研究认为,一些实验室鉴定的结果之间缺乏相关性,或只有弱相关,表明实验室鉴定的某些性状可能受不同遗传机制的制约。这可能就是我们目前还不能仅凭某一个简单的性状指标进行抗旱性间接鉴定的主要原因。

在以本研究所采用的 4 个性状指标进行玉米抗旱基因型鉴定时,可用离体叶片大气干旱法代替土壤干旱法。其优点在于:(1)在非干旱地区或年份不需要田间防雨设备,省

工节支,简化田间处理;(2)易于控制干旱强度;(3)工作效率高于盆栽法。本研究用两种干旱法测定的相对电导率变化,不仅二者相关显著,而且大气干旱法在反应抗性不同的基因型间差异上,表现得更明显(表 2)。

有关干旱条件下植物体内脯氨酸含量的变化可否作为抗旱性鉴定的指标,不同学者的观点存在着分歧,至少存在着各有一定证据的两种观点:Hanson(1977)和王邦锡等(1989)认为,干旱下植物累积脯氨酸不是各类植物的普遍现象,因此不宜用作植物抗旱性鉴定的生理指标。而 Singh(1972)和戴俊英等(1989)则认为干旱下植物叶片中游离脯氨酸的含量可以作为抗旱育种的筛选指标。看来在把脯氨酸含量作为抗旱性筛选指标之前,需要搞清楚脯氨酸含量的变化与抗旱性之间的相关关系。我们的研究结果支持了后一种观点,抗旱性较强的豫玉 3 号和抗旱性较弱的 E28 和黄早四三个基因型,在两种干旱条件下,脯氨酸含量的变化表现出完全一致的相对位次;抗旱性较强的自交系 3184 也表现出相似的相对位次,这不仅说明两种干旱处理方法的密切关系,同时也表明脯氨酸含量是一个在不同干旱条件下易于稳定表现基因型间差异的良好指标。至于本试验中干旱条件下脯氨酸含量下降的结果与多数学者认为作物受旱后脯氨酸累积量增加的观点是不一致的。这可能是由于不同的试验干旱处理的强度不同造成的。Hanson(1979)认为,脯氨酸的大量积累只是在植株严重缺水情况下才发生。在轻度干旱下,可能由于脯氨酸氧化酶的活性增强及蛋白质合成要消耗掉一些游离脯氨酸,因而导致其含量下降。本试验的干旱处理强度较轻,可能还未足以达到使脯氨酸含量大量积累的程度。为了证实这一推测,我们对试材中的豫玉 3 号和丹玉 13 进行了两种程度的干旱处理。结果表明,在轻度干旱时,两基因型的脯氨酸含量分别相当于对照的 86.29% 和 77.56%;而在中度干旱处理时,则分别相当于对照的(下转第 26 页)

(上接第22页) 292.76%和304.99%。

对于植物体内MDA含量变化与抗旱性的关系,陈军(1991)认为,抗旱性强的玉米在各生育时期受旱后MDA含量增加幅度小,而抗旱性弱的玉米增加幅度较大。我们在两种干旱条件下观察到与此一致的试验结果。在土壤干旱下,抗旱性强的豫玉3号、3184、Mo17的MDA含量只比对照分别增加了9.8%、9.2%和11.9%;而抗旱性弱的丹玉13、E28和黄早四则分别比对照增加了25.0%、21.3%和48.1%。在大气干旱下的结果也是与此一致的,只是变化幅度略高。由此看来,MDA在干旱条件下含量的变化也同样适于用作鉴定玉米抗旱基因型的指标之一,但是否需要与相对电导率同时采用,或是否是一个必需的指标还是值得研究的问题。

参 考 文 献

- 1 戴俊英等. 沈阳农业大学学报, 1990, 21(3), 1-5
- 2 顾慰连等. 沈阳农业大学学报, 1990, 21(3), 6-10
- 3 谭常等主编. 植物生理学实验手册, 上海科技出版社, 上海, 1985, 67-70
- 4 张宪政等主编. 植物生理学实验技术, 辽宁科技出版社, 沈阳, 1989, 47-48
- 5 华东师范大学生物系植物生理教研组主编, 植物生理学实验指导, 高等教育出版社, 1980, 北京, 2-5
- 6 陈军. 博士学位论文, 沈阳农业大学. 1991
- 7 徐世昌. 博士学位论文, 沈阳农业大学. 1993
- 8 宋凤斌等. 吉林农业大学学报, 1995, 17(1), 5-9
- 9 Bates. L. S. et al. 1973, plant physiol, 39, 205-207
- 10 Heath. R. L, and Packer, L., 1984, Arch. Bioch Bio-phy, 125, 189-198
- 11 Martinsello. P. and Lorenzoni, P., 1985, Maydica, 30, 361-370