

文章编号: 1005-0906(2003)01-0053-04

玉米萌芽期抗旱性研究

徐明慧¹, 关义新², 马兴林², 张宝石¹

(1. 沈阳农业大学, 沈阳 110161; 2. 中国农业科学院作物育种栽培所, 北京 100081)

摘要: 对 4 个自交系丹 340、丹 9046、丹 598 和 Mo17 组成的 6 个杂交组合进行了萌芽期抗旱性研究。结果表明水分胁迫降低了杂交种的发芽势和发芽率, 阻碍了胚芽和胚根的生长, 降低了种子中贮藏物质的利用效率, 也降低了胚乳中的淀粉酶活性。试验表明, 不同杂交种在抗旱性上存在明显差异, 抗旱性强的杂交种在水分胁迫下仍然保持较高的发芽势和发芽率, 贮藏物质的利用效率和淀粉酶活性下降的幅度较小。因此认为通过对上述这些指标的测定可以较好地反映出玉米杂交种萌芽期的抗旱性。

关键词: 玉米; 水分胁迫; 萌芽期; 抗旱性

中图分类号: S513.034.5

文献标识码: A

Study on Drought Resistance of Maize in Seedling Emergence Stage

XU Ming-hui¹, GUAN Yi-xin², MA Xing-lin², ZHANG Bao-shi¹

(1. Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 2. Institute of Crop Breeding and Cultivation, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The study on drought resistance of six hybrids in seedling emergence stage showed that the viability and percentage of germination, growth rate of seedling and root, transformation percentage of stored substance and amylase activity were decreased by water stress. There were obvious drought resistance difference among the hybrids. The higher drought resistance hybrids kept high viability and percentage of germination, amylase activity and transformation percentage of stored substance under water stress while the lower drought resistance hybrids were decreased seriously. The results showed that evaluations based on these indexes could reflect the drought resistance traits of maize in seedling emergence stage.

Key words: Maize; Drought resistance; Water stress; Seedling emergence stage

在我国干旱半干旱地区, 干旱是影响玉米播种—出苗期全苗壮苗并进而影响产量的主要因素。因此, 研究玉米萌发出苗期的抗旱性机制是鉴定和改良品种的抗旱性, 选育萌芽期抗旱品种的前提。近年来国内外许多学者对玉米在干旱胁迫下的生理生化反应、抗旱性的鉴定方法和指标进行了大量研究, 在水分胁迫下玉米植株形态、细胞及亚细胞超微结构、生理生化过程等方面取得了明显的进展。目前, 玉米的旱害机理研究和品种抗旱性鉴定大多是在人工控制的干旱或人工模拟干旱条件下进行的, 其主要方法是室外盆栽控制水分、苗期室内水培或砂培

PEG 渗透胁迫、人工控制的温室、气候室和培养箱等^[1-3]。从供试材料来看, 纯生理研究多以苗期材料为试材, 探讨旱害的生理机制和作物对干旱的适应性^[4-6]。栽培生理研究则以玉米全生育期内各生育时期特别是水分临界期的玉米植株为试材, 试图把水分临界期水分胁迫对产量的影响和水分胁迫下玉米植株的生理反应联系起来, 并以水分胁迫下玉米的抗旱系数为标准判断供试品种抗旱性强弱^[7-10]。然而, 对萌发出苗期的抗旱性研究仅有零星报道^[11-13], 对种子萌发过程中水分胁迫对贮藏物质分解利用方面的研究则少见报道。为此, 本试验通过采用室内 PEG 溶液模拟土壤干旱处理方法, 对普通玉米杂交种在水分胁迫下萌发过程中的生理生化反应进行了研究, 以期对品种抗旱性鉴定和品种选育提供依据。

收稿日期: 2002-10-28

作者简介: 徐明慧(1974-), 男, 沈阳农业大学在读硕士研究生, 研究方向: 作物遗传育种。

1 材料和方法

1.1 试验材料及处理

以 6 个普通玉米杂交组合丹 340×丹 9046(C₁)、丹 340×丹 598(C₂)、丹 340×Mo17(C₃)、丹 9046×丹 598(C₄)、丹 9046×Mo17(C₅)、丹 598×Mo17(C₆)为试验材料。

精选大小一致无破损种子经 0.1%HgCl₂ 消毒 8 min 后,用自来水及蒸馏水冲洗干净,置于培养皿中,双层滤纸作发芽床,加 25%PEG 水溶液做水分胁迫处理,对照加蒸馏水,置于培养箱中 25℃暗中萌发。3 次重复。

1.2 测定方法

1.2.1 萌发性状测定 用于萌芽期抗旱性鉴定的种子每隔 2 天调查一次发芽数,直至第 8 天。并在第 4 天调查发芽势,第 7 天调查发芽率,第 8 天剪下根芽,分别测量胚芽、胚根长,称芽胚、胚根、子粒(剩余部分)鲜重。把各部分分别用纸包好置于 80℃烘箱中烘至恒重,称干重。

种子萌发抗旱指数=水分胁迫下种子萌发指数(PIS)/对照种子萌发指数(PIC)

其中 $PI = (1.00)nd_2 + (0.75)nd_4 + 0.50nd_6 + 0.25nd_8$

nd₂、nd₄、nd₆、nd₈ 分别为第 2、4、6、8 天的种子萌发率。

相对发芽率(%)=处理发芽率/对照发芽率×100

相对发芽势(%)=处理发芽势/对照发芽势×100

伤害率(%)=(CK-T)/CK×100(CK 为对照值,T 为处理值)

贮藏物质运转率(%)=(芽+根)干重/(芽+根+子粒)干重×100

1.2.2 种子吸水速率测定 6 个组合的杂交种子各取 20 粒置于培养皿中,双层滤纸作发芽床,加 25%PEG 水溶液至将要淹没种子处,对照加清水,每隔 6 h 测定一次吸水率直至种子萌动。3 次重复。

种子吸水率(%)=(种子湿重-种子干重)/种子干重×100

1.2.3 淀粉酶活性测定 剥取水分胁迫处理 3 天后的种子胚乳部分,参照黄学林^[14]方法测定淀粉酶活性,对照为清水处理。以每分钟每克鲜重分解淀粉的毫克数表示淀粉酶活性。

2 结果与分析

2.1 不同杂交种萌芽期的萌发抗旱指数

Bouslama^[15]等提出,根据种子在高渗溶液或在

不同渗透势的土壤中的发芽势和发芽率来评价萌发期的抗旱性,并提出了用种子萌发抗旱指数来反映种子在高渗溶液中的发芽势和发芽率。认为种子萌发抗旱指数是评价种子萌芽期抗旱性的可靠指标。大量研究结果也表明,用高渗溶液进行干旱模拟可代替土壤水分胁迫处理而获得比较可靠的结果^[11-13]。本文以此为根据,以种子在 25%PEG-6000 水溶液中的萌发抗旱指数作为玉米萌芽期抗旱性的一个基本评价指标。

表 1 表明不同杂交种间的萌发抗旱指数在 0.22~0.79 之间变动,C₁ 的萌发抗旱指数最高,说明具有较强的抗旱性,C₂、C₃、C₄ 的抗旱性中等,而 C₅ 较弱,C₆ 不抗旱。

表 1 不同杂交种萌芽期的萌发抗旱指数

杂交组合	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
GDRI	0.79	0.58	0.61	0.57	0.45	0.22

注:GDRI—萌发抗旱指数

2.2 水分胁迫对发芽势和发芽率的影响

表 2 表明水分胁迫对各杂交种的相对发芽势和相对发芽率均有不同程度的影响,但对发芽势的影响较为明显,说明水分胁迫抑制了种子的发芽速率,降低了各杂交种的最终发芽率。萌发抗旱指数较高的杂交组合发芽势所受的影响较小,最终发芽率基本上没有受到影响。而萌发抗旱指数较低的杂交种最终发芽率虽然所受的影响较小,说明水分胁迫主要是抑制了萌芽速率,使发芽势受到严重抑制。C₆ 的相对发芽势和相对发芽率均受到了严重抑制,说明该杂交组合对水分胁迫很敏感,水分胁迫对它的萌发和幼苗生长产生了较大影响。各杂交组合在发芽势和发芽率所受的伤害程度与萌发抗旱指数之间具有较好的一致性,说明水胁迫下的发芽势和发芽率可以作为玉米萌芽期抗旱性鉴定的一个指标。

表 2 水分胁迫对发芽势和发芽率的影响

杂交组合	相对发芽势(%)	相对发芽率(%)
C ₁	93.6	100.0
C ₂	83.3	89.8
C ₃	76.0	98.0
C ₄	71.7	100.0
C ₅	30.0	90.9
C ₆	14.6	34.7

2.3 水分胁迫对种子吸水速率的影响

表 3 结果表明,水分胁迫抑制了种子的吸水速率,且随着处理时间的延长,吸水伤害率也在增加。

对照和处理条件下各杂交种的吸水速率间均存在一定的差异,但这种差异与萌发抗旱指数之间没有明显的相关性。说明虽然水分胁迫抑制了种子的萌发速率,但直接原因并不是吸水量的减少所导致的,而可能是由于吸水量的减少抑制了种子体内各种生理生化活动的进行最终导致萌发生长的受阻。水分胁迫对各杂交组合萌动吸水量的影响较小,但 C₁ 的萌

动吸水率的伤害率较大,说明该杂交种具有较高的水分利用效率,能在吸水量受到抑制的情况下使种子体内各种生理生化反应得以顺利进行,从而保持较高的发芽势。水分胁迫同时延长了各杂交种萌动的时间,萌发抗旱指数较高的杂交组合所受的影响较小,而萌发抗旱指数较低的杂交种则萌动时间明显延长。

表 3 水分胁迫对种子吸水速率的影响

杂交组合	24 h 吸水率 (%)			48 h 吸水率 (%)			萌动吸水率 (%)			萌动时间 (h)	
	CK	T	伤害率	CK	T	伤害率	CK	T	伤害率	CK	T
C ₁	32.9	28.3	14.0	48.5	34.9	27.9	48.5	38.6	20.4	48	60
C ₂	36.2	28.5	21.4	51.7	34.5	33.3	41.6	34.5	1.54	36	72
C ₃	33.9	26.8	20.9	56.9	35.3	38.1	43.2	41.7	3.54	36	60
C ₄	43.2	30.8	28.9	60.6	37.2	38.5	49.8	41.1	17.6	36	60
C ₅	34.9	25.5	26.9	49.7	31.8	35.9	49.7	43.7	12.1	48	96
C ₆	37.5	29.6	20.9	48.5	34.2	29.5	51.2	48.8	4.74	48	108

注:CK 为对照,T 为水分胁迫处理,下同。

2.4 水分胁迫对幼苗生长的影响

2.4.1 对胚根胚芽生长的影响 表 4 表明,水分胁迫明显抑制了胚芽胚根的生长。从伤害率上看,具有较高萌发抗旱指数的杂交组合所受的影响较小,而萌发抗旱指数较低的杂交组合所受的影响较大。水分胁迫对各组合胚芽胚根生长的伤害率与萌发抗旱指数之间具有较好的一致性。

表 4 水分胁迫对胚芽胚根生长的影响 cm

杂交组合	胚 芽 长			胚 根 总 长		
	CK	T	伤害率(%)	CK	T	伤害率(%)
C ₁	9.5	5.6	41.1	37.5	34.1	8.9
C ₂	12.4	4.3	65.1	34.5	17.1	50.5
C ₃	11.6	4.8	58.5	32.1	26.6	16.9
C ₄	10.1	3.5	65.9	39.7	16.9	57.4
C ₅	10.2	2.2	78.4	32.6	13.2	59.5
C ₆	6.9	0.9	87.1	20.7	4.9	76.4

胚根总长可以表示出根系吸收面积的大小,表

4 结果表明,萌发抗旱指数高的组合总胚根长受水分胁迫的影响较小,在水分胁迫下仍然可以保持较高的吸收面积,从而使种子的萌发生长顺利进行;而萌发抗旱指数最低的组合 C₆ 胚芽胚根的生长均受到了严重抑制。同时,水分胁迫对胚芽生长的影响大于对胚根的生长,说明在水分胁迫下,玉米首先保证根系的发育以适应干旱。

2.4.2 对胚芽胚根干重的影响 表 5 表明,在对照情况下,胚芽干重、胚根干重以及总干重虽然存在一定的差异,但与萌发抗旱指数之间却不存在明显的相关性。但在水分胁迫下,胚芽胚根的干物质积累却受到明显的影响,萌发抗旱指数高的杂交组合干物质积累受到的影响明显低于萌发抗旱指数低的组合,这从伤害率上能更好地体现出来。同时从表 5 还可以看出,水分胁迫对胚芽干重的影响明显大于对胚根干重的影响,这同表 4 的分析结果相一致,即在水分胁迫下玉米首先保证根系的发育以适应干旱。

表 5 水分胁迫对胚芽胚根干重的影响 g

杂交组合	胚芽干重			胚根干重			总干重		
	CK	T	伤害率(%)	CK	T	伤害率(%)	CK	T	伤害率(%)
C ₁	0.801	0.492	38.6	0.598	0.482	19.4	1.399	0.974	30.4
C ₂	0.831	0.276	66.8	0.473	0.195	58.8	1.304	0.471	63.9
C ₃	0.791	0.395	50.1	0.503	0.397	20.9	1.293	0.792	38.8
C ₄	0.656	0.331	49.5	0.647	0.332	48.7	1.303	0.663	49.1
C ₅	0.981	0.239	75.6	0.999	0.278	72.2	1.981	0.517	73.9
C ₆	0.632	0.155	75.5	0.424	0.136	67.9	1.056	0.291	72.4

2.4.3 水分胁迫对贮藏物质运转率的影响 贮藏物质的运转效率可以反映出种子对贮藏物质的利用效率。在种子萌发出苗的异养生长过程中,胚乳中的贮藏物质一部分分解转化后运转到胚轴中,用于合成建造新组织、新器官,一部分用于呼吸作用,另有少部分渗漏到萌发介质中。在种子的不同呼吸代谢途径中,如果某个途径受到影响则呼吸效率就会降低,要产生相等的能量必须消耗更多的贮藏物质;同时外渗量的加大,也会导致贮藏物质运转效率的降低。表 6 表明,萌发抗旱指数高的杂交组合均具有较高的贮藏物质运转效率,但与萌发抗旱指数之间没有明显的相关性。水分胁迫大大降低了各杂交组合贮藏物质的运转效率,萌发抗旱指数低的种子所受的影响明显大于萌发抗旱指数高的种子,这从伤害率上可以很好地体现出来。以上结果说明水分胁迫对种子萌发过程中的分解合成代谢产生了影响,致使贮藏物质的无效消耗增多,利用运转效率降低。表明贮藏物质运转效率可以作为玉米杂交种萌芽期抗旱性鉴定的一个指标。

表 6 水分胁迫对贮藏物质运转效率的影响 %

杂交组合	贮藏物质运转效率		
	CK	T	伤害率
C ₁	31.2	20.5	34.2
C ₂	32.2	9.9	69.2
C ₃	40.8	19.8	51.6
C ₄	19.8	9.1	54.3
C ₅	32.4	7.22	77.7
C ₆	15.1	3.84	74.6

2.5 水分胁迫对淀粉酶活性的影响

表 7 水分胁迫对萌发 3 天时淀粉酶活性的影响 mg/g·min

杂交组合	3 天淀粉酶活性		
	CK	T	伤害率(%)
C ₁	2.09	1.17	43.9
C ₂	2.04	0.72	64.5
C ₃	2.12	0.83	60.9
C ₄	2.15	0.69	67.8
C ₅	1.35	0.21	84.7
C ₆	0.49	0.06	87.6

种子萌发过程中胚乳中淀粉酶活性的高低直接关系到可利用态糖分和能量的供应水平。表 7 表明萌发抗旱指数高的杂交组合如 C₁、C₂、C₃ 等淀粉酶活性也较高,而萌发抗旱指数较低的杂交组合如 C₅、C₆ 淀粉酶活性则较低。水分胁迫明显降低了各杂交组合的淀粉酶活性,萌发抗旱指数低的杂交组合淀粉酶的活性受到了较大影响,淀粉酶活性的伤害

率也明显高于萌发抗旱指数高的杂交组合。说明淀粉酶活性与萌芽期的抗旱性间存在较高的相关性,由于水分胁迫影响了种子体内的能量供应水平,从而抑制了胚根胚芽的生长。

3 讨论

芽势弱、发芽慢,胚芽胚根的生长受到抑制是水分胁迫影响种子萌芽出苗的直观表现。淀粉酶活性的降低,种子体内分解合成代谢受到影响,导致贮藏物质的无效消耗增加,贮藏物质运转效率降低,幼苗干物质积累量少,是水分胁迫影响萌芽期幼苗生长的主要原因。

不同杂交种之间在萌芽期的抗旱性上具有显著差异。抗旱性强的杂交种在水分胁迫下仍然能保持着较高的发芽势和发芽率,且淀粉酶活性、贮藏物质运转效率所受的影响较小,这主要是由于不同材料的遗传基础所决定的,并且具有较高的杂种优势。因此,可以通过对基础材料抗旱性的鉴定和改良,选育出萌芽期抗旱性优良的杂交新品种。

参考文献:

- [1] 石大伟. 作物抗旱指标探讨[J]. 干旱地区农业研究, 1984(2): 54-63.
- [2] 胡荣海. 农作物抗旱鉴定方法和指标[J]. 作物品种资源, 1986(4): 36-39.
- [3] 黎 裕. 植物的渗透调节与其它生理过程的关系及其在作物改良中的作用[J]. 植物生理学通讯, 1994, 30(5): 377-385.
- [4] 张立军, 等. 渗透胁迫下玉米幼苗离体叶片膜透性变化机理的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 1996, 27(3): 207-210.
- [5] 王茅雁, 邵世勤, 等. 水分胁迫对玉米保护酶系活力及膜系统结构的影响[J]. 华北农学报, 1995, 10(2): 43-49.
- [6] 刘 灵, 何若天. 水分胁迫对玉米苗期膜损伤及有关酶活性的影响[J]. 广西农业学报, 1995, 14(3): 195-200.
- [7] 沈秀瑛, 等. 干旱对玉米叶中超氧化物歧化酶和过氧化氢酶活性的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1992, 23(4): 302-307.
- [8] 关义新, 等. 土壤干旱下玉米叶片游离脯氨酸的累积及其与抗旱性的关系[J]. 玉米科学, 1996, 4(1): 43-45.
- [9] 顾慰连. 玉米不同品种各生育时期对干旱的生理反应[J]. 沈阳农业大学学报, 1990, 21(3): 186-190.
- [10] 张宝石. 不同玉米杂交种的稳产性与抗旱性的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 1991, 22(1): 21-26.
- [11] 侯建华. 玉米萌发期抗旱性鉴定的初步研究[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1994, 15(3): 19-21.
- [12] 张建华. 云南玉米资源萌芽期的抗旱性评价[J]. 作物品种资源, 1999(2): 32-33.
- [13] 王茅雁. 饲用玉米发芽出苗期抗旱性鉴定方法和指标的研究[J]. 内蒙古农牧学报, 1994, 15(4): 37-42.
- [14] 黄学林. 种子生理实验手册[M]. 北京: 农业出版社, 1991, 90-92.
- [15] Bouslama M, et al. Stress tolerance in soybeans[J]. Evaluation crop Sci, 1984, 24: 933-937.

联系电话: 010-68918545(办) E-mail: minghuixu2000@sina.com
通信地址: 北京海淀区中关村南大街 12 号中国农业科学院作物育
种栽培所玉米栽培室 关义新 邮 编: 100081