

不同水分处理条件下玉米耐旱形态分析

李树军

(黑龙江省农业科学院 玉米研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为进一步确定玉米的耐旱指标,有效地进行新品种的选育,以黑龙江省农业科学院玉米研究所高产室选育的相对耐旱玉米新品种龙单 23 和相对不耐旱的龙 343 为试验材料,分析和比较了不同类型玉米品种的生长状况差异。结果表明:较耐旱品种龙单 23 在不同的水分条件下的根干重、根冠比值、根长、根数等参数都明显优于相对不耐旱品种龙 343。

**关键词:**玉米;耐旱;个性差异  
**中图分类号:**S513 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)01-0033-04 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2016.01.0033

玉米是旱地作物中需水量大,对水分胁迫很敏感的作物之一,干旱严重影响玉米产量<sup>[1]</sup>。不同玉米品种对于干旱环境所具备的适应性和抵御能力不同,研究这些现象并从中找出重要指标无疑是耐旱种质鉴定和筛选的重要依据。本文以耐旱性不同的两个玉米品种龙单 23 和龙 343 为研究对象,分别从根干重,根冠比,根长和根的数量来进行分析比较,为进一步确定玉米耐旱指标提供

准确而科学的依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以黑龙江省农业科学院玉米研究所高产室选育的两个玉米品种龙单 23 和龙 343 为试验材料。其中龙单 23 相对耐旱,龙 343 耐旱性差,两个品种的主要特征特性见表 1。

表 1 龙单 23 和龙 343 的主要特征特性

Table 1 The main characteristics of Longdan23 and Long343

品种	积温/℃	产量/	株高/cm	穗位高/cm	穗行数	行粒数	穗长/cm	穗粗/cm	百粒重/g
Varieties	Accumulated temperature	(kg·hm <sup>-2</sup> ) Yield	Plant height	Ear height	Ear rows	Kernels per row	Ear length	Ear width	100-grain weight
龙单 23	2480	98960.6	258	110	16	46	25	5.2	40.0
龙 343	2400	96885.2	266	108	20	48	24.2	5.5	38.6

1.2 方法

1.2.1 试验地情况 试验于 2011 年在黑龙江省农业科学院玉米研究所玻璃温室里进行。进行种植培育的塑料筒直径是 30 cm,高 30 cm。试验中所用的土壤是黑龙江省农业科学院试验田土壤,0~20 cm 耕作层。经测定土壤里的碱解氮含量为 55.25 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷含量为 6.32 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾含量为 15.23 mg·kg<sup>-1</sup>,有机质的含量 1.67%,最大持水量保持在 35%。每个桶装有土壤 20 kg,种植之前所使用的基肥是复合肥(N+P+K≥45%),每个桶施肥 50 g,施后将氮磷钾复合肥搅拌均匀,然后浇水待几天后下种。

1.2.2 试验设计 每个品种共设 4 个供水处理,1 土壤含水量达到田间最大持水量的 60%时开始灌水,灌水程度达到田间最大持水量的 80%;2 为土壤含水量达到田间最大持水量的 50%时开始灌水,灌水程度达到田间最大持水量的 80%;3 为土壤含水量达到田间最大持水量的 40%时开始灌水,灌水程度达到田间最大持水量的 80%;4 为土壤含水量达到田间最大持水量的 30%时开始灌水,灌水程度达到田间最大持水量的 80%。

将精挑细选大小一致的种子摆放在水里慢慢浸泡,浸泡时间为 8 h,待玉米种子吸入水完全膨胀后,将玉米种子均匀的摆放在培养皿里面,培养皿的底部必须覆有过滤纸,等待玉米种子的萌动,等玉米种子的胚根长出来以后再将胚根长度基本一致的玉米种子转移到玻璃温室里继续培育,每

收稿日期:2015-11-05  
作者简介:李树军(1975-),男,黑龙江省大庆市人,硕士,副研究员,从事作物遗传育种研究。E-mail: lshj\_750425@163.com。

一个桶培育 5 株苗,采用随机设计,每个处理为 30 桶,共 240 桶。等待苗长到 5 cm 时再定苗,每桶定 2 株,其它的管理完全参照大田进行。当玉米的第 3 片功能叶片展开前每次的供水处理都是相同的,每一次灌水量为 2 000 mL。

1.2.3 取样 在苗期、拔节期、大喇叭口期、花期这 4 个玉米生长时期,分别选一天的 8:00-9:00,每个处理取 5 株生长一致有代表性的玉米植株,把泥沙用清水冲洗干净,将整棵的玉米植株带到实验室里。再把玉米植株在实验室里用清水洗干净以后用蒸馏水对整个玉米植株再进行 1 次冲洗,然后用干净的纱布擦干。迅速用剪刀剪下玉米的功能叶放进可以封口的保鲜袋中,再将其放入-80℃冰箱里待用,放入冰箱前必须用液氮处理 1 次,每次所取的样品均为同样大小的相同品种,并且每次都是进行相同处理的 5 株试验用玉米。用于玉米各项生理指标的测定。

1.2.4 性状调查与指标的测定 在不同的生长时间里,调查根的数量、根长、根冠比、散粉与抽丝时间间隔。计算根冠比是要选取 3 株处理过的植株,把这 3 个植株带回实验室里用清水洗干净,再把这 3 个植株的茎叶和根进行分开,烘干,称重,进行植株根冠比的比较。

用 TZS-2 土壤水分测定仪测定土壤水分含量。

2 结果与分析

2.1 不同水分处理对玉米根系生长状况的影响

2.1.1 根的数量 玉米根系是吸收水分、矿物质营养等的重要器官,根系的分布以及数量和植物的耐旱性关系密切<sup>[2]</sup>。根的数量多,分布纵深发达可以使植物充分利用储存在土壤中的水分,使植物度过干旱期。从表 2 中可知,各个处理下的根系生长情况,随着水分胁迫程度的不同有一定的差异,从 5 月末至 6 月,两个玉米品种各处理的发根数量上没有产生较大的差别,6 月以后由于供水量的不同,两个品种的各处理在根的数量上都表现出了一定的差异。6 月 26 日调查结果表明,龙单 23-1 较龙单 23-4 的根的数量高出近一倍,龙单 23-4 与龙单 23 其它水分处理差异显著;而龙 343 处理 1 及处理 2 高于处理 4 近 2 倍,龙 343-1 及龙 343-2 在 0.01 水平差异不显著,但与龙 343-3 和龙 343-4 差异极显著。7 月 14 日调查结果表明,这两个玉米品种的发根数量受水分胁迫带来的影响变得更为显著,龙 343 的各个处理之间都达到了 5%的差异显著水平,而龙单 23-1、龙单 23-1 与其它两个处理之间也达到了差异显著水平。总的看来,不同的水分处理在根的数量上对龙 343 造成的影响要比对龙单 23 的影响大很多,水分胁迫严重的影响了龙 343 根的数量的增长。

表 2 不同水分处理下的根数量及根长度比较

Table 2 The comparison on root number and length under different water treatment

处理 Treatments	05-28		06-11		06-26		07-14	
	根数	根长/cm	根数	根长/cm	根数	根长/cm	根数	根长/cm
	Root number	Root length	Root number	Root lergth	Root number	Root lergth	Root number	Root lergth
龙单 23-4	6.6	8.20	11.8	12.04	24.2 b	17.56	32.4	24.28
龙单 23-3	6.6	8.45	16.6	12.00	33.8 a	16.20	38.6	22.56
龙单 23-2	6.8	8.20	11.2	12.60	36.8 a	15.00	50.4	21.20
龙单 23-1	6.8	8.60	11.4	12.42	39.8 a	14.30	58.6	20.01
龙 343-4	5.5	7.02	9.2	11.20	14.8 B	14.25	18.6	18.67
龙 343-3	5.6	7.24	9.8	11.35	19.6 B	14.52	22.4	19.65
龙 343-2	5.8	7.10	9.6	11.24	32.2 A	15.64	38.4	20.65
龙 343-1	6.0	7.30	10.2	11.61	36.6 A	16.12	53.2	19.46

不同大、小写字母代表在 0.01 和 0.05 水平差异显著。下同。  
Differentcapital letters and lowercases mean significant difference at 0.01 and 0.05 levels. The same below.

2.1.2 根长 在前 2 个测定时间,由于水分充足,两个品种的各个处理在根的长度上基本没有差别。后两次测定结果显示,随着水分胁迫的加深,时间的延长,两个品种的各处理之间在根的长度上有了一定的差异,龙单 23 的根长随着胁迫程度的加深略有增长,而龙 343 的各个处理基本没有变化。

综上所述,水分胁迫情况下对龙 343 根系总体生长情况的影响要大于龙单 23,表明龙单 23 对水分胁迫在根系方面总体反应相对表现不敏感,这也正是它比较耐旱的根本原因所在<sup>[3]</sup>。

2.1.3 花期根的数量 由表 3 可以看出,龙单 23 花期根的数量随着水分胁迫程度的加深逐渐减少,且龙单 23 处理 1、2 与处理 3、4 差异显著,但 4 个水分处理差异均未达极显著水平;龙 343 花期根的数量同样随着水分胁迫程度的加深而减少,且 4 个水分处理间差异极显著。

表 3 龙单 23 和龙 343 花期根的数量方差分析  
Table 3 Root number variance analysis of Longdan 23 during flowering

参试品种 Varieties	根数平均值 Mean of root number	参试品种 Varieties	根数平均值 Mean of root number
龙单 23-1	58.600 aA	龙 343-1	53.200 aA
龙单 23-2	54.400 aA	龙 343-2	32.400 bB
龙单 23-3	38.600 bA	龙 343-3	22.400 cC
龙单 23-4	32.400 bA	龙 343-4	19.600 dD

2.2 不同水分处理对根冠比影响的差异分析

从表 4 可以看出,从 5 月末至 6 月,两个玉米品种在不一样的供水情况下地面上的干物质积累的上升程度和地下部分的上升程度都表现的比较缓慢,根冠比没有大的差异。6 月中旬以后,两个玉米品种在地面上和地下的干物质都开始快速积累,但同时受到水分胁迫的影响,不同处理之间表现的差异是不同的。6 月 26 日和 7 月 14 日测定结果表明,两个品种各处理的根冠比都有不同程度的提高,说明在水分胁迫下地上部分受到的影响要明显大于地下部分。龙单 23 根冠比的增加幅度要大于龙 343,且龙单 23 的每个处理的对应时期的根冠比都要大于龙 343 的根冠比,这与龙单 23 相对于龙 343 来说是比较耐旱的结论一致。说明龙单 23 的根系在抵御干旱方面有很强的自

我调节能力。单个品种的各处理之间比较,干旱程度越深其根冠比相对来说越大。

表 4 不同水分处理下的根冠比分析  
Table 4 Analysis on root-shoot ratio under different water treatments

处理 Treatments	根冠比 Root-shoot ratio			
	05-28	06-11	06-26	07-14
龙单 23-4	0.070	0.076	0.189	0.268
龙单 23-3	0.068	0.069	0.168	0.246
龙单 23-2	0.064	0.065	0.152	0.234
龙单 23-1	0.066	0.069	0.143	0.221
龙 343-4	0.052	0.054	0.104	0.202
龙 343-3	0.052	0.055	0.098	0.198
龙 343-2	0.053	0.054	0.092	0.196
龙 343-1	0.052	0.055	0.090	0.194

表 5 不同水分处理下的散粉期和抽丝期比较  
Table 5 The comparison on powder and spins date under different water treatments

处理 Treatments	散粉时间 Powder date	抽丝时间 Spins date	散粉至抽丝用时/d Time from powder to spins
龙单 23-4	07-18	07-20	2.0
龙单 23-3	07-18	5 株 07-20, 5 株 07-21	2.5
龙单 23-2	07-18	07-21	3.0
龙单 23-1	07-19	07-24	5.0
龙 343-4	07-16	07-19	3.0
龙 343-3	07-16	07-20	4.0
龙 343-2	07-17	5 株 07-21, 5 株 07-22	5.5
龙 343-1	07-17	07-25	8.0

2.3 不同水分处理对雌雄开花时间间隔的影响

1975 年,国家玉米改良中心就提出散粉与抽丝间隔作为玉米耐旱目标性状之一<sup>[4]</sup>。本研究表明,间隔时间与籽粒产量成负相关,随着干旱胁迫的加剧,散粉与抽丝间隔时间变长。对每个处理取 10 株进行调查,取平均值,结果表明,龙单 23 随着胁迫程度的加深龙单 23 的 4 个处理散粉与抽丝间隔 2.0、2.5、3.0、5.0 d。龙 343 随着胁迫程度的加深龙 343-4、龙 343-3 处理的时间间隔依次是 3.0、4.0 d,龙 343-2 与龙 343-1 间隔为 5.5

和 8.0 d。说明干旱严重的影响了玉米的抽丝时间,以至于延长了玉米散粉与抽丝的时间间隔,耐旱性强的龙单 23 变化小,耐旱性弱的龙 343 的变化大。这与人得出的结论是一致的。散粉抽丝时间间隔可以作为玉米耐旱性评价的指标<sup>[5]</sup>。

### 3 结论与讨论

本研究结果表明,较耐旱品种龙单 23 在不同的水分条件下的根干重、根冠比值、根长、根数等参数都明显优于相对不耐旱品种龙 343。

玉米根系的生长状况及玉米根系在土壤当中的分布情况以及根冠比与产量形成都有很紧密的关系<sup>[6]</sup>。在土壤—植物—大气水分循环的过程中,玉米的根和玉米的叶都是非常关键的部分。根是玉米水分吸收的主要的器官,所以玉米耐旱性的形成与根系具有非常紧密的关系。玉米是一种深根作物,它的根系入土比较深广,研究起来有一定的难度,关于玉米耐旱性与根系的研究相对比较少。本文利用盆栽洗根的方法对玉米根系的各项参数来进行非常系统的研究。从玉米根系的生长和发育的角度来研究,分别评估了玉米在其全生育期间,在不同供水处理下的根干重、根冠的比值、根的数量、根的长度,研究结果表明,在水分

胁迫条件下,在不同的生长和发育期间的玉米根系的生长和发育都会受抑,表现为根的数量、根干重、根长等相关指标在干旱条件有下非常明显的下降。此外,研究同时也发现,在一般的水分条件下的根干重、根冠比值、根长、根数等参数在不一样的玉米品种之间存在一定的区别。这说明,在不同的玉米品种中其根系在土壤中分布状况存在很多不同。这样势必会影响玉米根系对土壤当中水分的利用和吸收,综上所述,玉米耐旱性与玉米根系的关系相当密切。

### 参考文献:

- [1] 李博,王刚卫,田晓莉,等.不同干旱方式和干旱程度对玉米苗期根系生长的影响[J].干旱地区农业研究,2008,26(5):148-152.
- [2] 远红伟,陆引盟,崔保伟,等.玉米生长发育及生理特征对水分胁迫的感应关系[J].华北农学报,2008(S1):109-113.
- [3] 白莉萍,隋方功,孙朝晖,等.土壤水分胁迫对玉米形态发育及产量的影响[J].生态学报,2004,24(7):1556-1560.
- [4] 令铎,张仁和,常宇,等.苗期玉米叶片光合特性对水分胁迫的响应[J].生态学报,2010(5):1184-1191.
- [5] 王晓琴,袁继超,熊庆娥.玉米抗旱性研究的现状及展望[J].玉米科学,2002,10(1):57-60.
- [6] 刘贤德,李晓辉,李文华,等.玉米自交系苗期耐旱性差异分析[J].玉米科学,2004,12(3):63-65.

## Analysis on Drought Tolerance of Maize Under Different Water Treatments Morphology

LI Shu-jun

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

**Abstract:** In order to determine the drought index of maize for the new varieties breeding effectively, taking drought resistant maize new chamber relative of Longdan 23 and relatively drought dragon 343 as experimental material from Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, institute of corn high yield breeding, under the different water conditions the characteristics of individual differences were studied and analyzed. The results showed that the root dry weight, root-shoot ratio, root length and root number of Longdan 23 were all better than Long343 under different water conditions.

**Keywords:** maize; drought tolerance; physiological index

欢 迎 订 阅