

张 飞,王艳秋,朱 凯,等. 干旱胁迫下适宜机械化生产高粱品种株型变化及生理响应[J]. 江苏农业科学,2018,46(1):49-51.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.01.013

干旱胁迫下适宜机械化生产高粱品种 株型变化及生理响应

张 飞,王艳秋,朱 凯,张志鹏,卢 峰,邹剑秋

(辽宁省农业科学院创新中心,辽宁沈阳 110161)

摘要:试验以 01-26B(抗旱)和忻梁 52(不抗旱)2 个高粱品系为试材,通过盆栽土培试验,对土壤 100%(CK)、80%、60%、40% 供水下幼苗的株型指标和叶绿素、抗氧化酶活性、渗透调节等生理指标进行了测定与分析。结果表明,干旱胁迫下抗旱品系 01-26B 的株高和叶面积较对照的降幅均明显优于不抗旱品系忻梁 52,茎叶夹角抗旱品系较对照的降幅略小于不抗旱品系忻梁 52;随着干旱胁迫的增加,抗旱品系与不抗旱品系的叶绿素 a + 叶绿素 b 含量差异幅度逐渐增大;干旱胁迫下 SOD 和 CAT 活性均呈抛物线状变化,在出苗后 14 d 达到峰值,相比之下抗旱品系降幅更小;抗旱品系可通过保持较好的质膜透性和增加脯氨酸含量来提高其抗旱性。

关键词:高粱;干旱;株型;生理;机械化生产

中图分类号: S514.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)01-0049-03

干旱胁迫是制约我国作物机械化生产重要的非生物胁迫因子,而较好的株型塑性又是构建理想群体的关键^[1]。相关学者对玉米、糜子等作物在不同水分逆境下株型塑性及其生理适应性方面做了大量研究^[2-3],普遍认为干旱胁迫下作物植株的株高、茎粗及茎叶夹角会发生适应性变化^[4];也有学者从干旱胁迫下渗透调节、酶活性变化等生理方面研究作物对干旱胁迫的适应机制^[5];另外,叶绿素作为衡量干旱胁迫的重要因子也备受人们的关注^[6]。高粱是我国重要的粮饲作物,在我国粮饲生产上和农业产业结构方面起着重要作用^[7]。高粱在细胞膜透性、保护性酶活性和渗透调节等方面有具有较好的生理调节作用,并以此来抵御干旱胁迫^[8]。随着近些年来技术的发展,人们对作物机械化生产的投入逐渐提高,适宜机械化生产的品种和品系也应运而生,然而对机械化高粱在干旱胁迫下株型塑性变化及其抗旱生理机制方面报道较少。因此,本试验对高粱幼苗在不同程度干旱胁迫下的株型和生理指标进行了研究,旨在探明高粱幼苗对干旱胁迫的耐受能力,为充分利用干旱土地资源和挖掘高粱耐旱潜力提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

于 2016 年在辽宁省农业科学院试验基地进行盆栽试验,采用已筛选出的株高较矮、适宜组配机械化且抗旱的高粱品

系 01-26B 和不抗旱品系忻梁 52 为材料,随机区组排列,4 次重复。每个品系设 4 个水分处理(含对照),田间持水量为 28%,水分处理为正常供水,即 100%(对照)、80%、60%、40% 供水。水分控制采取电子秤称质量法,根据水分处理梯度和幼苗鲜质量每 3 d 补水 1 次,补充消耗和蒸散的水分。5 月 16 日播种,每盆播种 20 粒,出苗结束后间苗,每盆均匀留苗 10 株,分别在播种后 7、14、21、28 d 取样测定。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 株型指标 (1)株高、叶面积:分别在播种后 7、14、21、28 d 测定,每个处理选取 10 株具有代表性的植株 3 株,采用直尺测定株高,采用长宽系数法(系数 0.75)测量叶面积。(2)茎叶夹角:在播种后 28 d 采用三角尺和量角器测定下数第 4 张叶的茎叶夹角。

1.2.2 生理指标 分别在播种后 7、14、21、28 d 取样,采用张宪政的方法^[9]测定叶绿素 a + b 含量、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、脯氨酸含量和质膜透性(电导率)。

1.3 数据统计与分析

采用 Excel 和 DPS v7.50 对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 株高、叶面积、茎叶夹角对干旱胁迫的响应

从表 1 可以看出,抗旱和不抗旱高粱品系在干旱胁迫下株高、叶面积存在较大差异。抗旱品系 01-26B 的株高和叶面积均明显高于不抗旱品系忻梁 52(CK 除外),随着土壤供水的减少,差异逐渐增大。出苗 14 d 至 28 d 的株高平均值在 80%、60% 和 40% 供水时抗旱品系 01-26B 分别比不抗旱品系忻梁 52 高 36.1%、87.4% 和 150.0%,叶面积抗旱品系分别比不抗旱品系多 61.0%、112.6% 和 129.3%。同时在不同测定时期 2 个品系的抗旱性也存在差异,从 7 d 到 28 d,2 个品系的抗旱性差异逐渐增大。茎叶夹角随着干旱程度的增加略有增加,在 40% 供水时明显增大,与其他处理差异显著,抗

收稿日期:2017-02-29

基金项目:辽宁省科技项目(编号:2017108006);现代农业产业技术体系项目(编号:ARS-06-13、5-A11、A22);辽宁省农业青年科技人才培养计划(编号:2015022)。

作者简介:张 飞(1982—),男,辽宁凤城人,博士,助理研究员,从事高粱育种与抗逆栽培技术研究。E-mail:zhangfei19821121@163.com。

通信作者:邹剑秋,博士,研究员,主要从事高粱遗传育种研究。E-mail:jianqiuzou@126.com。

表 1 株高、叶面积、茎叶夹角对干旱胁迫的响应

品种	干旱处理	株高 (cm)				叶面积 (cm ²)				茎叶夹角 (°)
		7 d	14 d	21 d	28 d	7 d	14 d	21 d	28 d	28 d
01-26B(抗旱)	100% (CK)	1.5a	4.5a	7.1a	11.3a	2.5a	6.7a	8.7a	13.7a	39.5a
	80%	1.1b	4.2a	5.8b	9.6b	1.5b	5.9b	7.9ab	11.8b	40.2a
	60%	0.8c	3.4b	4.4c	8.5c	0.6c	4.1c	6.3b	9.8c	41.3a
	40%	-	2.7c	3.9d	6.9d	-	3.6d	5.5c	8.1d	45.3b
	LSD _{0.05}		0.9				0.8			
忻梁 52(不抗旱)	CK(100%)	1.5a	4.4a	7.5 a	11.7a	2.4a	6.1a	8.5a	13.3a	39.6a
	80%	0.2b	2.8b	4.4b	7.2b	0.7b	3.8b	4.7b	7.4b	41.3a
	60%	-	1.3c	2.8c	4.6c	-	2.1c	3.3c	4.1c	42.7a
	40%	-	0.5d	1.8d	3.1d	-	0.9d	2.6d	4.0c	46.3b
	LSD _{0.05}		1.1				0.9			

注：“-”表示在取样时尚未出苗；LSD_{0.05}为不同测定时期间比较；多重比较结果为同一品系在不同水分处理间比较。下表同。

旱品系略小于不抗旱品系。

2.2 叶绿素对干旱胁迫的响应

在 100% 供水条件下抗旱品系 01-26B 和不抗旱品系忻梁 52 叶绿素 a+b 含量差异并不明显,而在干旱处理下 2 个品种差异显著(图 1)。随着干旱胁迫的增加,2 个品系叶绿

素 a+b 含量差异幅度逐渐增大,土壤在 40% 供水条件下在 14 d、21 d 和 28 d 抗旱品系 01-26B 分别比不抗旱品系忻梁 52 多 24.0%、22.1% 和 36.8%,差异极显著。同时在不同测定时期 2 个品系对干旱的适应性差异逐渐增大。

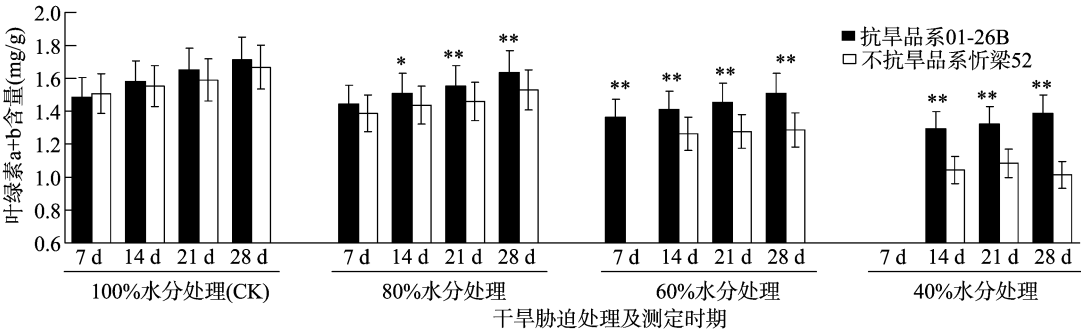


图1 干旱胁迫下不同高粱品系叶绿素a+b含量的响应

2.3 SOD 和 CAT 活性对干旱胁迫的响应

为进一步探求不同高粱品系对干旱的适应性差异,对叶片中超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)活性进行了测定与分析(表 2)。结果表明,在随着干旱胁迫的增加,高粱幼苗叶片中 SOD 的活性呈增加的趋势,抗旱品系 01-26B

增幅高于不抗旱品系忻梁 52。另外,从 7 d 到 28 d,SOD 和 CAT 活性均呈抛物线状变化,均在出苗后 14 d 达到峰值,之后有小幅下降,相比之下抗旱品系 01-26B 降幅更小,说明抗旱品系更有利于保持叶片中较高的 SOD 和 CAT 活性,以增强对干旱胁迫的适应能力。

表 2 SOD 和 CAT 活性对干旱胁迫的响应

品种	干旱处理	SOD (U/g)				CAT [U/(min · g)]			
		7 d	14 d	21 d	28 d	7 d	14 d	21 d	28 d
01-26B(抗旱)	CK(100%)	74.4b	115.7c	76.2d	68.6d	31.3c	36.62c	34.7c	33.3c
	80%	85.0a	127.8b	95.8c	82.3c	38.5b	40.69b	37.5c	36.4c
	60%	89.9a	132.3ab	114.8b	95.5b	41.2a	45.41ab	44.0b	43.8b
	40%	-	137.5a	126.4a	100.5a	-	49.67a	54.2a	51.1a
	LSD _{0.05}		2.6				2.1		
忻梁 52(不抗旱)	CK(100%)	70.34a	111.3b	66.2c	65.9c	34.4a	35.1b	30.2c	23.3c
	80%	71.98a	114.1b	74.4b	71.0b	36.0a	37.9b	36.0bc	35.7b
	60%	-	117.0ab	90.7a	77.6a	-	41.4ab	38.3b	36.8b
	40%	-	119.2a	89.6a	74.6b	-	46.0a	42.3a	40.4a
	LSD _{0.05}		3.5				2.0		

2.4 渗透调节物质对干旱胁迫的响应

在正常供水条件下,抗旱品系 01-26B 和不抗旱品系忻梁 52 的叶片脯氨酸含量差异不显著,而在干旱处理下抗旱品

系叶片中脯氨酸含量明显高于不抗旱品系,尤其是在 14 d 至 28 d 这一区间差异更为明显,除 80% 供水 28 d 外,其他干旱处理和测定时期 2 个品系均存在显著差异。同时,抗旱品种

在干旱胁迫时脯氨酸含量在不同取样测定时期呈抛物线状变化,在播种后 14 d 时最高(供水 40% 除外),此结果与 SOD 和 CAT 活性的变化趋势基本一致。

质膜透性作为衡量作物抗旱性的重要指标备受人们关注。本研究结果表明干旱处理下抗旱品系 01-26B 的质膜

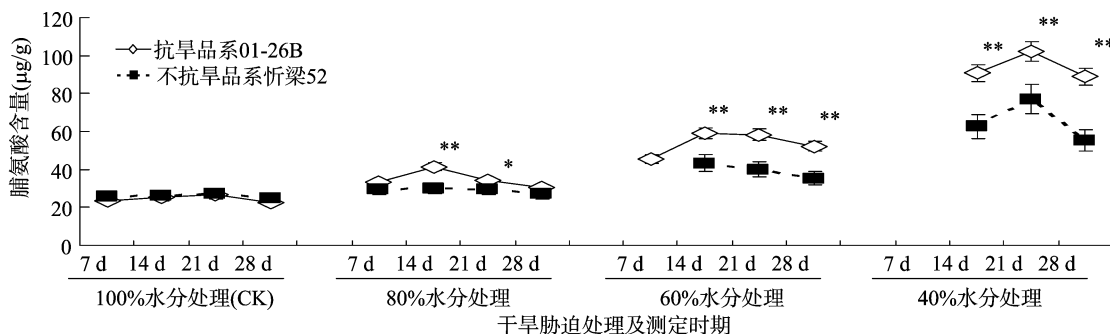


图2 干旱胁迫下不同品种脯氨酸含量的比较

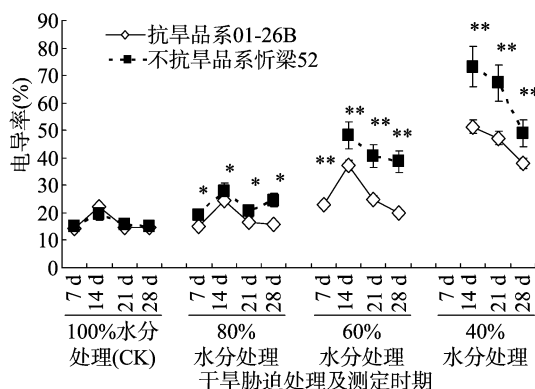


图3 干旱胁迫下不同品种质膜透性(电导率)的比较

3 结论与讨论

植物遭受干旱胁迫时,理想的株型是其抵御干旱的重要途径。本研究结果表明:干旱胁迫时,抗旱高粱品系的株高和叶面积均明显高于不抗旱品系,说明其在干旱条件下,抗旱品系仍可保持较高效的吸水和用水效率。此研究结果与王德权等对持绿性高粱抗旱性的研究结果^[10]基本一致。

本研究发现,随着干旱胁迫的增加,2 个品系叶绿素含量差异幅度逐渐增大,此方面研究报道较少。研究还发现抗旱品系更有利于保持叶片中较高的 SOD 和 CAT 活性,以增强对干旱胁迫的适应能力,此观点与李文尧等的研究结果^[11]基本一致。

干旱胁迫下,作物可通过渗透调节增加细胞溶质含量,保持细胞水分以抵御不利环境,其中脯氨酸和质膜透性都是重要的调节物质^[12]。本研究表明,抗旱品种在干旱胁迫时脯氨酸含量在不同取样测定时期中呈抛物线状变化,在播种后 14 d 时最高(供水 40% 时除外);抗旱品系 01-26B 的质膜透性(电导率)在遭遇干旱时明显低于不抗旱品系忻梁 52,且在 80% 和 60% 供水条件下随着测定时期的延长其效应更为明显。此研究结果与荣少英等对甜高粱幼苗抗旱能力的研究结果^[12]基本一致。

综上所述,在遭遇干旱环境条件时,抗旱高粱品系在形态

和生理特性上较不抗旱品系更具可塑性,可通过形态上减少水分散失、生理上增加水分利用效率来提高自身的抗旱性。随着高粱机械化生产的不断发展和推进,这些株型可塑性强、相对较为耐旱的高粱品系将在高粱机械化育种和生产中发挥重要作用。

参考文献:

- [1] 于志青,于卫卫,谭秀山,等. 水分胁迫对夏玉米干物质积累与分配的影响[J]. 华北农学报,2009,24(增刊1):149-154.
- [2] 冯晓敏,张永清. 水分胁迫对糜子植株苗期生长和光合特性的影响[J]. 作物学报,2012,38(8):1513-1521.
- [3] 张玉书,米娜,陈鹏狮,等. 土壤水分胁迫对玉米生长发育的影响研究进展[J]. 中国农学通报,2012,28(3):1-7.
- [4] 雷小龙,刘利,刘波,等. 机械化种植对杂交水稻 F 优 498 产量构成与株型特征的影响[J]. 作物学报,2014,40(4):719-730.
- [5] 王宁,曹敏建,于佳林,等. NaCl 胁迫对不同耐盐性玉米幼苗膜质过氧化及保护酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2009(4):101-104.
- [6] 周宇飞,王德权,陆樟镛,等. 干旱胁迫对持绿性高粱叶片渗透调节及叶绿体超微结构的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(9):2545-2550.
- [7] 邹剑秋,王艳秋,张志鹏,等. A₃ 型细胞质能源用甜高粱生物产量、茎秆含糖锤度和出汁率研究[J]. 中国农业大学学报,2011,16(2):8-13.
- [8] 赵丽英,邓西平,山仑. 水分亏缺下作物补偿效应类型及机制研究概述[J]. 应用生态学报,2004,15(3):523-526.
- [9] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京:农业出版社,1992:195-208.
- [10] 王德权,周宇飞,陆樟镛,等. 水分胁迫下持绿性高粱根系形态及其活力研究[J]. 干旱地区农业研究,2012,30(2):73-76.
- [11] 李文尧,张岁岐,山仑. 水分胁迫下紫花苜蓿和高粱种子萌发特性及幼苗耐旱性[J]. 生态学报,2009,29(6):3066-3074.
- [12] 荣少英,郭蜀光,张彤. 干旱胁迫对甜高粱幼苗渗透调节物质的影响[J]. 河南农业科学,2011,40(4):56-59.