

## 低温胁迫对不同品种玉米苗期根系性状的影响

曹宁,张玉斌,闫飞,杨振明  
(吉林大学植物科学学院,长春 130062)

**摘要:**通过室内模拟低温条件下的盆栽试验,研究不同品种玉米(先玉335,农大364)苗期根系生长对温度的响应。结果表明,在低温胁迫下,两个玉米品种苗期根表面积、根体积、轴根长都明显低于常温处理,但不同品种玉米总根长和侧根长对温度的反应程度存在明显差异,低温对农大364侧根生长有明显促进作用,而对先玉335侧根生长有明显抑制作用。低温胁迫减弱了玉米根系的生长,同时对地上部的生长有明显的抑制作用,进而根冠比显著增大。

**关键词:**低温胁迫;玉米;根系

中图分类号:S513

文献标识码:A

论文编号:2009-1125

### Effect of Low Temperature on Different Type of Maize

Cao Ning, Zhang Yubin, Yan Fei, Yang Zhenming

(College of Plant Science of Jilin University, Changchun 130062)

**Abstract:** Root growth, shoots and roots biomass of spring maize (Nongda 364, Xianyu 335) were investigated with a pot experiment simulating low temperature stress. The experiment results showed that low temperature restrained root surface, root volume and length of axile root. There was significant genotypic variation in total root length and lateral root length in response to low temperature stress. The results showed that low temperature stimulated lateral root growth of Nongda 364, but inhibited lateral root growth of Xianyu 335. Analysis of biomass indicated that low temperature stress increased root/shoot.

**Key words:** low temperature stress, maize, root

### 0 引言

中国北方农业中早春低温干旱天气是限制玉米达到高产的重要因素之一<sup>[1]</sup>。在温度不能改变的前提下,充分挖掘生物自身潜力,对实现高产高效至关重要。研究表明,胁迫条件下,作物根系形态构型特征会发生适应性变化以抵御逆境<sup>[2-3]</sup>,而这种适应性变化存在明显的基因型差异<sup>[4-5]</sup>。因此,研究玉米根系发生发育对低温的反应对提高北方春玉米养分利用效率和产量具有十分重要的意义。笔者通过对不同品种玉米苗期根系生长对温度响应的研究,以期为实现玉米高产高效提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 供试材料

供试玉米品种为先玉335和农大364。盆土采自

吉林省农业科学院试验田耕层土,供试土壤为中层黑土,土壤基本理化性质:有机质 2.59%,速效氮(N) 119.26 mg/kg,速效磷( $P_2O_5$ ) 26.48 mg/kg,速效钾( $K_2O$ ) 200.47 mg/kg。

#### 1.2 盆栽试验

试验于2008年在吉林大学光照培养室内进行。玉米种子经消毒处理后,置于25℃恒温箱内发芽,一周后将长势均匀一致的玉米苗移入塑料培养钵中。试验采用单株盆栽方式,试验用塑料盆直径8 cm,高30 cm,每盆装土6 kg,施基肥(含N 11%、 $P_2O_5$  10%、 $K_2O$  10%) 20 g。试验设低温胁迫(土壤温度10℃)和对照(土壤温度20℃)两个处理,其中低温胁迫处理的培养钵置于低温恒温培养箱中,和对照在同一光照强度下培养。昼光照时间为12 h,相对湿度保持在60%~

**基金项目:**公益性行业(农业)科研专项(200803030),粮食丰产科技工程重大科技专项(2006BAD02A10-6-4)。

**第一作者简介:**曹宁,女,1977年出生,博士,讲师,主要研究方向为养分资源综合管理,通信地址:130062 吉林长春市西安大路5333号吉林大学植物科学学院, E-mail: caoningin@163.com。

**收稿日期:**2009-05-26, **修回日期:**2009-06-06。

70%。培养钵中土壤初始含水量为25%，培养期间每天早晨用称重法补充土壤水分。

### 1.3 采样及测定方法

于玉米六叶龄期取样，每个处理重复8盆，取样时用自来水仔细冲去附在根上的泥土用于进行根系生理参数测定。将小心收获后的根系样品立即保存于25%的酒精溶液中，然后通过数字化扫描仪(STD1600 Epson USA)将全部根系图像扫描存入计算机，之后用与扫描仪配套的WinRhizo(Version 5.0a)根系分析系统软件(Regent Instruments Inc, Canada)对根系总表面积、根总长度、轴根长度、轴根数量、侧根数量(根)进行定量分析，其中侧根与轴根的区分是通过程序的手动测定方法，先确定出侧根和轴根的平均直径分界点为0.60 mm，因此，将直径小于0.60 mm的根

划为侧根，直径大于等于0.60 mm的根划为轴根。侧根长由总根长与轴根长之差获得。根系参数分析完成后，分根部和地上部测定生物量。

数据处理应用SAS软件进行统计分析，LSD法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度对玉米苗期根系性状的影响

不同温度处理下的玉米生长到六叶期后，两供试玉米品种(农大364, 先玉335)的根系形态都发生了较大变化(图1, 表1)。在低温胁迫下，根表面积、根体积、轴根长都明显低于常温处理。其中农大364和先玉335的根表面积分别降低7%和17%，根体积分别降低15%和37%，轴根长分别降低46%和51%，表明低温主要抑制了轴根的伸长和发生，从而降低了根体积和根表面积。

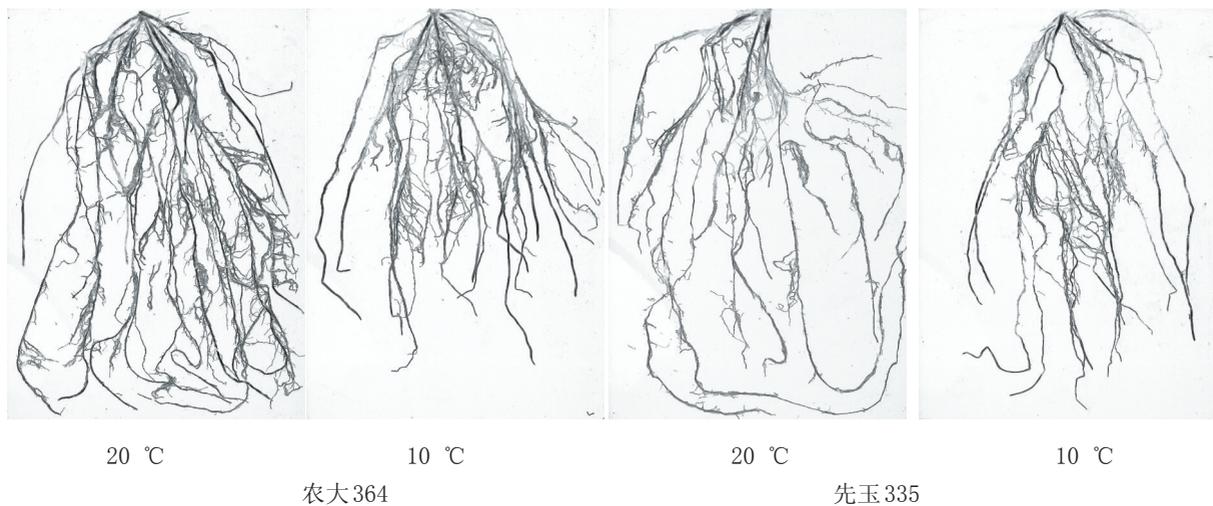


图1 不同温度条件下不同玉米品种根系形态的变化。

表1 温度对不同品种玉米苗期根系生长性状的影响

品种	温度/°C	根表面积/cm <sup>2</sup>	根体积/cm <sup>3</sup>	总根长/m	轴根长/cm	轴根数/根	侧根长/cm
农大364	20	3.33a	7.75a	11.52a	462.20a	8.25b	689.80b
	10	3.09b	6.56b	11.65a	249.27b	14.25a	918.73a
先玉335	20	4.01a	13.62a	23.83a	817.22a	12.67a	1565.78a
	10	3.32b	8.61b	13.22b	394.88b	10.67a	927.12b

注：同一品种每列数据后不同字母者表示差异达显著水平，下同。

不同品种玉米总根长和侧根长对温度的反应程度存在明显差异。由表1可知，低温胁迫下，农大364的总根长与常温相比差异不显著，而先玉335的总根长比常温减少37%，且差异显著。低温下，农大364侧根长度明显增加，增加幅度为33%，而先玉335则表现为侧根长度显著降低，降低幅度达41%。以上结果表明，低温对不同品种玉米侧根生长发育的刺激作用存在显著差异。

### 2.2 温度对玉米苗期地上部及根系生物量的影响

不同温度对玉米根系及地上部生物量的影响如图

2所示，由图2可以看出，不同温度处理对农大364和先玉335的根系和地上部的生物量均产生了明显的影响。低温胁迫减弱了玉米根系的生长，同时对地上部的生长有明显的抑制作用。这表现在低温胁迫下地上部干重显著降低，进而根冠比显著增大。低温下，农大364和先玉335的根冠比分别由1.18和0.23增加至2.22和0.31。

## 3 结论与讨论

低温会对玉米苗期根系代谢、形态和结构产生影

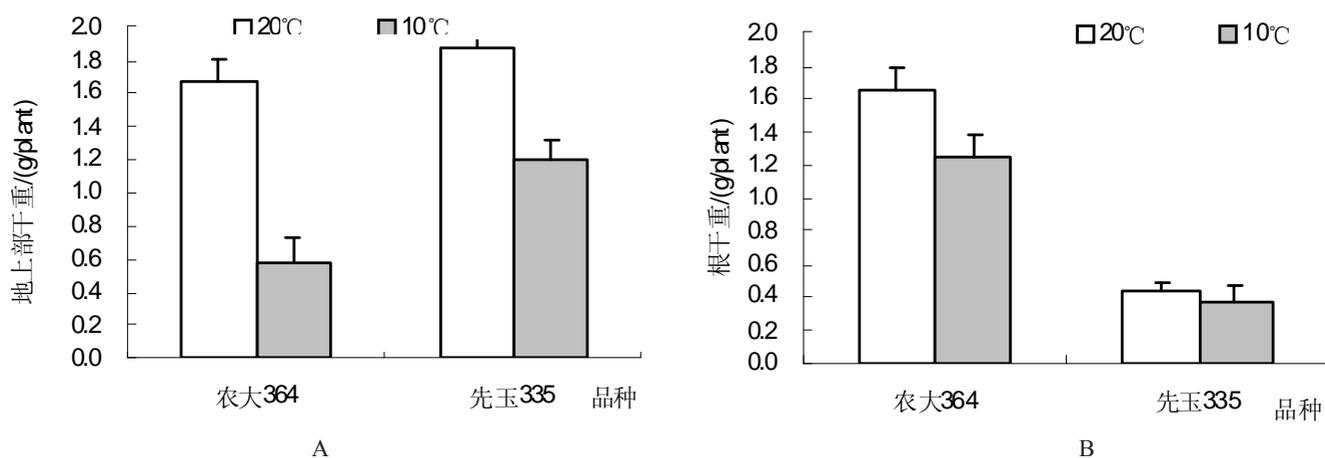


图2 不同温度下玉米地上部(A)及根系(B)生物量

响<sup>[6-8]</sup>。该研究中也发现在低温胁迫下,玉米苗期根表面积、根体积、轴根长都明显低于常温处理。不同品种玉米总根长和侧根长对温度的反应程度存在明显差异,低温对农大364侧根生长明显促进作用,而对先玉335侧根生长有明显抑制作用。低温胁迫减弱了玉米根系的生长,同时对地上部的生长有明显的抑制作用,进而根冠比显著增大。植物在逆境条件下引起的根冠比增加的原因常被认为是由于光合产物向根系的输出速率增加<sup>[9]</sup>,另据报道,干物质在根系与地上部之间分配比例的改变很可能与体内激素平衡的改变有关<sup>[10]</sup>。到目前为止,在低温条件下,内源激素如何影响植株的生理生化反应,进而引起碳水化合物在根系与地上部之间分配比例的改变,使根冠比增大,尚需做进一步深入的研究。

低温胁迫如何影响植物根构型根的角度、侧根与轴根的数量及长度是一个近年来引起很多学者关注的问题。对这一问题的深入研究,将有利于更加清楚地了解植物适应低温胁迫的生理机制。

### 参考文献

- [1] 黄健,张惠琳,傅文玉,等.东北黑土区土壤肥力变化特征的分析[J].土壤通报,2005,36(5):659-663.
- [2] Lynch J P. Root architecture and plant productivity[J]. Plant physiol, 1995,109:7-13.
- [3] Bonser A, Lynch J P, Snapp S. Effect of phosphorus deficiency on

- growth angle of basalroot sin *Phaseolus vulgaris*[J]. New phytol, 1996,132:281-288.
- [4] Chassot, A., and W. Richner. Root characteristics and phosphorus uptake of maize seedlings in a bilayered soil[J]. Agron. J.,2002,94: 118-127.
- [5] Chassot A, Stamp P, Richner W. Root distribution and morphology of maize seedling as affected by tillage and fertilizer placement[J]. Plant Soil,2001,231:123-135.
- [6] Engels C, Marschner H. Root to shoot translocation of macronutrients in relation to shoot demand in maize (*Zea mays* L.) grown at different root zone temperatures[J]. Plant Nutr. Soil Sci,1992,155: 121-128.
- [7] Neumann G. and Römheld V. 1999. Root excretion of carboxylic acids and protons in phosphorus-deficient plants[J]. Plant and Soil, 211:121-130.
- [8] Neumann G and Römheld V. The Rhizosphere. Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface[M].The release of root exudates as affected by the plant physiological status. Boca Raton, Florida: Taylor and Francis Group,2007:23-72.
- [9] Cakmak I, Hengeler C, Marschner H. Partitioning of shoot and root dry matter and carbohydrate in bean plants suffering from phosphorus, potassium and magnesium deficiency[J]. J Exp Bot,1994,45: 1245-1250.
- [10] Kuiper D, Schuit J, Kuiper P J C. Effects of internal and external cytokinin concentrations on root growth and shoot to root ration of *Plantago major* ssp. *Pleiosperma* at different nutrient conditions[J]. Plant Soil,1988,111:231-236.