

水分胁迫对线辣椒根系生长及产量的影响

聂伟燕¹, 赵尊练¹, 夏云飞¹, 房清鹏¹, 胡建超¹,
郭长美¹, 史联联², 徐乃林², 郭建伟¹

(1. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 宝鸡市农业技术推广服务中心, 陕西 宝鸡 721001)

摘 要: 以陕西省关中线辣椒产区普遍种植的两个线辣椒品种多娇和辛香 8 号为试材, 研究水分胁迫对其根系形态发育及产量的影响。试验采用盆栽方法, 设置 5 个水分梯度: 40% ~ 50% (T1), 50% ~ 60% (T2), 60% ~ 70% (T3), 70% ~ 80% (T4), 80% ~ 90% (CK), 测定其单株总根长、根体积、根表面积、根尖数、根交叉数、根分叉数、根平均直径、根冠比、单株结果数和单株产量等。结果表明, 各处理的单株总根长、根体积、根表面积、根尖数、根交叉数、根分叉数在水分胁迫的第 20 ~ 40 天期间, 增加速率明显减小, 甚至出现负增长, 说明此时期是线辣椒根系对水分胁迫最敏感的时期; 不同处理之间单株总根长、根体积、根表面积、根尖数、根分叉数、根交叉数表现为 CK > T4 > T3 > T2 > T1, T1、T2 在整个水分胁迫期间均显著地抑制了根系的生长, T3、T4 主要在第 20 ~ 40 天期间显著抑制了根系生长; 在整个胁迫期间, 各处理的根冠比和根平均直径均大于对照, 说明线辣椒在水分胁迫下, 其根系吸收的水分会首先用于保证根系自身生长, 且胁迫处理不利于细根的生长及侧根的发生; 单株结果数和单株产量随着土壤水分含量的降低而减少; 辛香 8 号在各胁迫处理下的根系生长受抑制程度及单株减产程度均大于多娇, 说明辛香 8 号的耐旱性弱于多娇。

关键词: 水分胁迫; 线辣椒; 根系生长; 产量

中图分类号: S641.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)04-0030-07

Effects of water stress on root growth and yield of line pepper

NIE Wei-yan¹, ZHAO Zun-lian¹, XIA Yun-fei¹, FANG Qing-peng¹, HU Jian-chao¹, GUO Chang-mei¹,
SHI Lian-lian², XU Nai-lin², GUO Jian-wei¹

(1. Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Baoji Agricultural Technology Extension Centre, Baoji, Shaanxi 721001, China)

Abstract: With the two varieties Duojiang and Xinxiang No. 8 that were widely planted in Central Shaanxi in China as test materials, a pot experiment was conducted to study the effects of water stress on morphological development of roots and yield of line pepper. There were 5 water treatments, i. e., T1 (RWC 40% ~ 50%), T2 (RWC 50% ~ 60%), T3 (RWC 60% ~ 70%), T4 (RWC 70% ~ 80%) and CK (RWC 80% ~ 90%). The total root length per plant, root volume, root surface area, number of root tips, number of root crosses, number of root branches, average root diameter, root/shoot ratio, fruit number and yield per plant were measured. The results showed that the growth rate of total root length, root volume, root surface area, number of root tips, number of root crosses and number of root branches per plant was decreased or even became negative during the 20th ~ 40th days after water stress, which was thought to be the most sensitive period of pepper roots to water stress. Among the different treatments, the total root length, root volume, root surface area, number of root tips, number of root crosses and number of root branches per plant performed as: CK > T4 > T3 > T2 > T1. T1 and T2 inhibited the growth of roots significantly during the whole period of water stress, while T3 and T4 did mainly during the 20th ~ 40th days after water stress. During the whole period of stress, the root/shoot ratio and average root diameter under all water stress treatments were greater than that under the control. This indicated that the absorbed water was preferentially utilized to ensure the growth of roots under water stress, and the stress treatments were not conducive to the growth of fine roots and the appearance of lateral roots. The fruit number and yield per plant decreased with the reduction of soil moisture content. Under water stress treatments, the inhibition degree of root growth and the decrease rate of yield per plant in Xinxiang No. 8 were larger than that in Duojiang, therefore the drought tolerance of Xinxiang No. 8 was less than that of Duojiang.

Keywords: water stress; line pepper; root growth; yield

收稿日期: 2013-10-05
基金项目: 农业部公益性行业科研专项“干制辣椒品种优化及安全高效生产关键技术研究与示范”(200903025)
作者简介: 聂伟燕(1987—), 女, 河北魏县人, 硕士研究生, 主要从事线辣椒栽培研究。E-mail: nieweiyan123@163.com。
通信作者: 赵尊练(1960—), 男, 陕西乾县人, 博士, 研究员, 主要从事线辣椒育种、栽培研究。E-mail: jimzhao@nwsuaf.edu.cn。

线辣椒是大宗蔬菜作物之一,在陕西关中及中国中西部地区有大面积种植。线辣椒根系相对较浅,整个生育期间耗水量较大,水分供应不足常引起落花、落果,并影响辣椒的商品性^[1]。我国线辣椒不同于菜用辣椒(如角椒、灯笼椒等),其产区主要分布在粮区,虽然许多地区拥有灌溉设施,但是整个生育期间无法保证及时灌溉,限制了这一产业的发展和生产潜力。研究水分胁迫对线辣椒生长发育的影响,探索线辣椒对水分需求的规律对于在现有条件下实现线辣椒科学、合理灌溉十分重要。

许多研究表明,水分胁迫可导致多种作物减产^[2-6]。有关水分胁迫对辣椒生长发育影响方面的研究已有许多报道^[7-13],其研究主要包括水分胁迫对生长、产量、品质、叶片叶绿素、光合、叶片渗透调节作用的影响等,研究的主要结果有水分胁迫下辣椒生长量、产量、商品品质下降,光合速率降低,干物质含量向根的分配比例增加,叶片中丙二醛(MDA)含量、游离脯氨酸(Pro)的含量、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)的活性升高等。关于水分胁迫下辣椒根系的研究相对较少^[4,14],而根系是水分及营养吸收的主要器官,当植物遭受水分胁迫时,根系会首先感应并使整个植株对水分胁迫作出反应,与此同时,根系形态结构也会发生相应的变化^[15-16]。张爱民等^[14]研究发现,辣椒在水分胁迫下主根长度、侧根数量下降,但此研究仅对幼苗期辣椒进行了观察。Manoj Kulkarni^[4]研究发现,无论是水分胁迫处理还是对照,主根长度与产量呈正相关,水分胁迫处理的根干重比对照下降 21%,但根冠比有所增加,研究同时表明侧根密度与产量呈正相关,该研究的局限之处在于仅设立一个处理即对照和供水 50%。虽然针对辣椒水分胁迫已有许多研究,但是针对线辣椒水分胁迫以及在水分胁迫下线辣椒产量、根系形态发育等方面目前少见报道。

本试验的目的是以线辣椒为研究对象,借助根系分析系统(WinRHIZO Root Analyzer System)对线辣椒在水分胁迫下根系形态发育进行系统观察,探索水分胁迫对线辣椒根系形态发育及产量的影响,为线辣椒科学灌溉、高效用水和进一步的相关研究提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 供试材料

以陕西省关中线辣椒产区普遍种植的两个线辣椒品种多娇和辛香 8 号为试验材料,两个品种均为杂种一代。“多娇”由湖南湘研种业有限公司选育;

“辛香 8 号”由江西农望高科技有限公司选育。两个品种的试验用种均由陕西阳光种业有限公司提供。

1.2 试验设计

试验于 2013 年 3—7 月在西北农林科技大学新天地试验站大棚内进行,采用盆栽方法,所用土壤为 Eumorthic Anthrosols,盆大小为:上口直径×下底直径×高为 33 cm×21 cm×27 cm,每盆定植 4 株,每盆装土 13.0 kg,每盆施尿素(总 N≥46.0%)2.6 g,磷酸二铵(N+P₂O₅≥60%)9.1 g,硫酸钾(K₂O≥50%,S≥18%)7.8 g。随机区组设计,于缓苗结束后(定植后 2 周)进行控水,每个品种设 5 个水分梯度:T1,40%~50%;T2,50%~60%;T3,60%~70%;T4,70%~80%;CK(对照),80%~90%,以上处理均为土壤最大田间持水量的百分比。当最大田间持水量为 100%时,此类土壤净含水量为 23%。有研究表明,理论上线辣椒获得最大产量的适宜灌水上限为田间持水量的 83.4%^[17],故将 80%~90%设为对照。每个处理 3 个重复,用称重法控制土壤水分含量。

1.3 取样方法

每个处理随机抽取三盆,用自来水对土壤进行充分浸泡,待土壤软化并可以与根系分离时,将根系缓慢取出,用自来水充分冲洗表面泥土,再用蒸馏水冲洗干净。

1.4 测定项目与方法

单株总根长、根体积、根表面积、根尖数、根交叉数、根分叉数、根平均直径的测定:将根冲洗干净后,放入根盘内加水充分展开,用根系扫描仪(EPSON EXPRESSION 10000XL,日本精工爱普生公司)进行扫描,将所得扫描图片用 WinRHIZO 根系分析软件(专业版)进行分析以获得上述指标。

根冠比的测定:根干重/地上部分干重,将根系和地上部分植株用自来水冲洗干净,再用蒸馏水冲洗,用吸水纸吸干表面水分,分别在烘箱中用 110℃杀青 15~20 min,然后 80℃烘干至恒重,分别称根系和地上部分干重,计算根冠比。

单株果数、单株产量测定:每处理取三株,分别计算其总结果数,称总鲜果重,最后取平均数。

1.5 数据分析

所得数据用 Excel 2003 和 SPSS 19.0 进行分析。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对线辣椒单株总根长的影响

两个品种的各处理在整个胁迫期间,单株总根长呈增加趋势(图 1),但在胁迫的第 20~40 天内,各

处理(CK 除外)根长增长速率下降甚至出现负增长, 辛香 8 号根长下降出现在第 20~30 天, 多娇根长下降出现在第 30~40 天。从田间生长看, 第 20~40 天(即 6 月 21 日—7 月 11 日)为线辣椒盛花盛果期, 此时线辣椒地上部分生长量较大。由此初步看出, 水分胁迫的第 20~40 天为线辣椒根系对缺水比较敏感的时期。方差分析显示, 两个品种在整个水分胁迫期间, T1、T2、T3 总根长都显著小于 T4 和 CK, T4 只在水分胁迫第 30~40 天总根长显著小于 CK, 说明 T1、T2、T3 在整个水分胁迫期间对线辣椒根长的生长具有显著的抑制作用, 而 T4 只在胁迫的第 30~40 天对根长生长具有抑制作用。第 40~50 天之间, 根长生长得到恢复, 其中 T4 根长可以恢复到对照水平。

2.2 水分胁迫对单株根体积的影响

图 2 表明, 两个品种在整个水分胁迫期间, 各处理根体积总体呈增加趋势, 但在胁迫第 20~30 天内, 辛香 8 号(CK 除外)的各处理根体积减小, 胁迫第 30~40 天期间, 多娇(CK 除外)的各处理根体积减小。方差分析显示, 两个品种从水分胁迫第 10 天开始, T1 和 T2 根体积均显著小于 T3、T4 和 CK, 说明在整个时期内, T1、T2 都会显著抑制线辣椒根体积的增加。在胁迫第 30~40 天内, 各处理间差异最大, T3 显著小于 T4 和 CK, 辛香 8 号的 T4 也显著小于 CK。胁迫第 50 天时, T3、T4 和 CK 根体积差异不显著, 说明在水分胁迫后期, T3 和 T4 根体积可以恢复到对照水平。

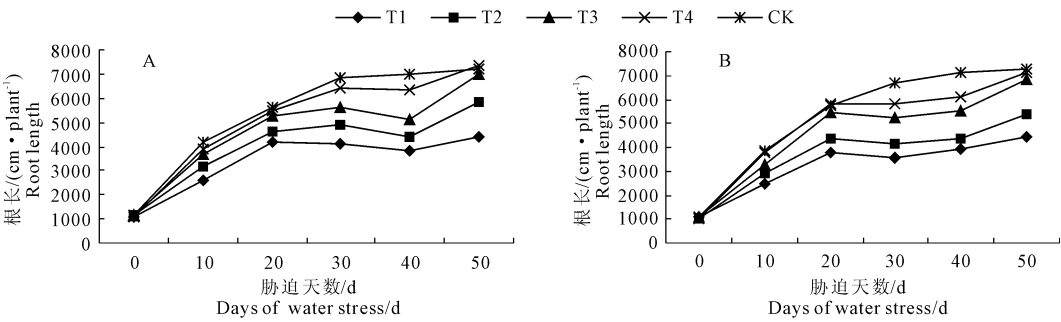


图 1 水分胁迫对多娇(A)和辛香 8 号(B)单株总根长的影响

Fig.1 Effect of water stress on total root length per plant of Duojiang (A) and Xinxiang No.8 (B)

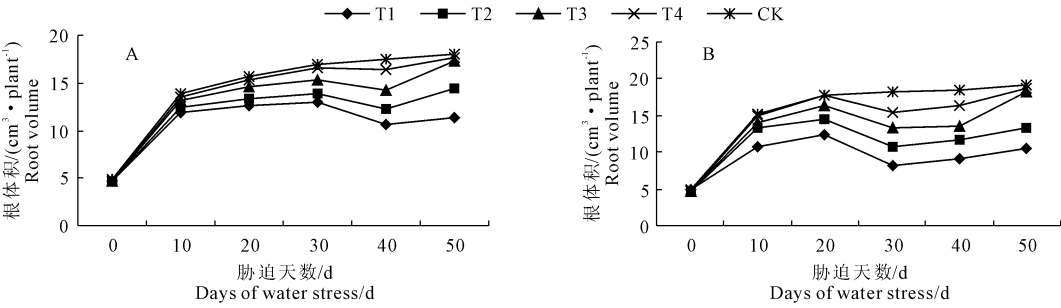


图 2 水分胁迫对多娇(A)和辛香 8 号(B)单株根体积的影响

Fig.2 Effect of water stress on root volume per plant of Duojiang (A) and Xinxiang No.8 (B)

2.3 水分胁迫对单株根表面积的影响

由图 3 可以看出, 除在胁迫的第 20~40 天外, 两个品种各处理根表面积持续增长, 辛香 8 号(CK 除外)的各处理及多娇的 T1 处理根表面积的下发生在胁迫的第 20~30 天内, 多娇各处理(CK 除外)的根表面积在胁迫的第 30~40 天内下降。方差分析显示, 两个品种从胁迫第 10 天开始, T1 和 T2 根表面积都显著小于 T4 和 CK, 在胁迫第 30~40 天内, T3 显著小于 T4 和 CK。说明在整个胁迫期间, T1、T2 均严重抑制了线辣椒根表面积的增加, 而 T3

只在胁迫的第 30~40 天内对线辣椒根系表面积起到显著的抑制作用, T4 在整个胁迫期间对线辣椒根表面积抑制作用不显著。

2.4 水分胁迫对单株根尖数、根交叉数、根分叉数的影响

根尖数、根交叉数、根分叉数与侧根的发生有关, 由表 1 可以看出, 在水分胁迫第 20~40 天, 各处理(CK 除外)上述指标增加速率趋缓或出现负增长。第 40~50 天, 多娇和辛香 8 号各指标增长率表现为 T4 > T3 > T2 > T1。方差分析表明, T1 和 T2 在整个

水分胁迫期间显著抑制了线辣椒侧根的发生,T3 和 T4 在胁迫的第 30~50 天显著抑制了线辣椒侧根的发生。水分胁迫后期线辣椒根系恢复生长时,土壤水分含量越低越不利于侧根的发生。

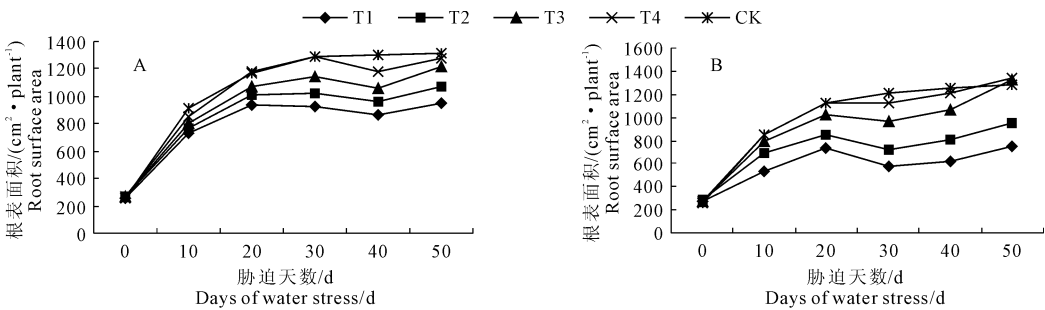


图 3 水分胁迫对多娇(A)和辛香 8 号(B)单株根表面积的影响
Fig.3 Effect of water stress on root surface area per plant of Duojiang (A) and Xinxiang No.8 (B)

表 1 不同水分胁迫对线辣椒根尖数、分叉数、交叉数的影响

Table 1 Effect of water stress on number of root tips, number of root branches and number of root crosses in line pepper							
胁迫天数 Days of water stress /d	处理 Treatments	根尖数/(plant ⁻¹) × 10 ³ Number of root tips		根分叉数/(plant ⁻¹) × 10 ³ Number of root branches		根交叉数/(plant ⁻¹) × 10 ³ Number of root crosses	
		多娇 Duojiang	辛香 8 号 Xinxiang No.8	多娇 Duojiang	辛香 8 号 Xinxiang No.8	多娇 Duojiang	辛香 8 号 Xinxiang No.8
20	CK	3.93 ± 0.10a	3.95 ± 0.16a	32.82 ± 1.68a	33.56 ± 1.30a	4.66 ± 0.15a	4.57 ± 0.17a
	T4	3.96 ± 0.10a	3.91 ± 0.17a	32.85 ± 2.25a	33.45 ± 1.39a	4.64 ± 0.14a	4.54 ± 0.16a
	T3	3.65 ± 0.15b	3.66 ± 0.16a	31.97 ± 1.28a	30.97 ± 1.86b	4.42 ± 0.14a	4.04 ± 0.20b
	T2	3.27 ± 0.14c	3.18 ± 0.09b	28.19 ± 1.27b	24.60 ± 1.31c	4.07 ± 0.14b	3.51 ± 0.16c
	T1	3.14 ± 0.13c	2.84 ± 0.14c	26.64 ± 1.48b	18.87 ± 1.41d	3.75 ± 0.08c	2.64 ± 0.17d
30	CK	4.36 ± 0.11a	4.17 ± 0.10a	35.75 ± 1.03a	34.68 ± 1.61a	6.06 ± 0.15a	4.88 ± 0.20a
	T4	4.22 ± 0.12a	3.97 ± 0.17a	35.74 ± 1.48a	31.70 ± 1.70a	5.86 ± 0.14a	4.48 ± 0.18b
	T3	3.93 ± 0.11b	3.63 ± 0.16b	33.30 ± 1.38a	27.37 ± 1.58b	5.45 ± 0.15b	3.76 ± 0.17c
	T2	3.53 ± 0.12c	3.02 ± 0.11c	28.43 ± 1.42b	21.84 ± 1.99c	4.55 ± 0.11c	3.10 ± 0.12d
	T1	3.31 ± 0.11c	2.47 ± 0.09d	26.64 ± 0.92b	16.50 ± 1.36d	4.24 ± 0.15d	2.46 ± 0.16e
40	CK	4.46 ± 0.15a	4.38 ± 0.17a	35.58 ± 1.45a	35.36 ± 1.58a	6.04 ± 0.15a	5.12 ± 0.16a
	T4	4.07 ± 0.14b	4.10 ± 0.13b	31.69 ± 1.10b	32.43 ± 1.50a	5.17 ± 0.15b	4.70 ± 0.18b
	T3	3.68 ± 0.12c	3.77 ± 0.10c	28.56 ± 1.47c	27.60 ± 2.06b	4.66 ± 0.15c	3.93 ± 0.20c
	T2	3.37 ± 0.13d	3.14 ± 0.10d	25.14 ± 1.01d	21.77 ± 1.40c	3.84 ± 0.15d	3.15 ± 0.19d
	T1	3.18 ± 0.13d	2.67 ± 0.14e	23.27 ± 1.39d	16.39 ± 1.65d	3.53 ± 0.14e	2.55 ± 0.17e
50	CK	4.54 ± 0.08a	4.48 ± 0.10a	35.38 ± 2.07a	35.16 ± 1.46a	6.05 ± 0.14a	5.33 ± 0.16a
	T4	4.46 ± 0.11a	4.45 ± 0.12a	34.81 ± 1.67a	34.98 ± 1.26a	5.95 ± 0.14a	5.32 ± 0.20a
	T3	3.92 ± 0.13b	4.04 ± 0.17b	30.29 ± 1.29b	29.33 ± 2.07b	5.26 ± 0.15b	4.44 ± 0.19b
	T2	3.54 ± 0.10c	3.37 ± 0.10c	26.41 ± 1.59c	23.40 ± 2.12c	4.26 ± 0.15c	3.44 ± 0.21c
	T1	3.24 ± 0.10d	2.86 ± 0.13d	23.64 ± 1.49c	16.69 ± 1.66d	3.86 ± 0.15d	2.76 ± 0.20d

注:同列数据后不同字母者表示在 5% 水平上(P<0.05)差异显著。下同。
Note: Different lowercase letters in same column indicated significant difference at 5% level. The same below.

2.5 水分胁迫对线辣椒根冠比的影响

从图 4 可以看出,各处理(包括 CK)根冠比在整个水分胁迫期间总体呈现下降趋势,但在第 10~20 天和第 40~50 天略有上升。方差分析显示,水分胁迫第 10~20 天,T1、T2 处理根冠比显著大于 T4、CK,说明水分胁迫前期,土壤水分胁迫对地上部分的抑

制大于地下部分。从第 30 天开始,T3、T4 根冠比下降速率小于 T1、T2,根冠比表现为 T4>T3>T2>T1,说明在水分胁迫后期,土壤水分胁迫对根系生长的抑制大于对地上部的抑制。在整个水分胁迫期间,两个品种 CK 的根冠比一直最小,说明水分胁迫对线辣椒地上部分的抑制总体上大于对根系的抑制。

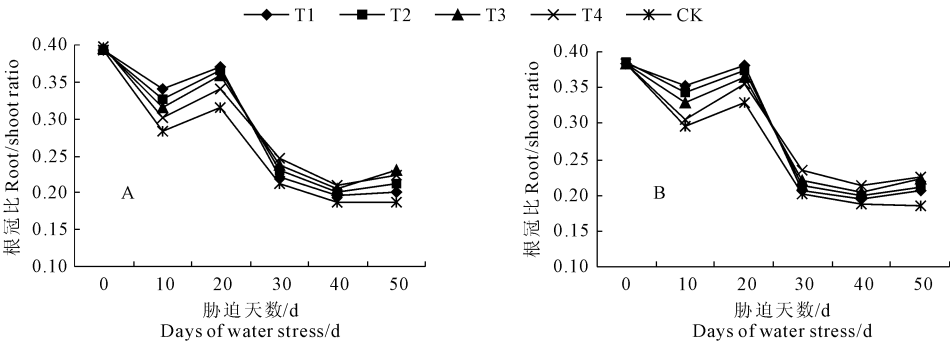


图 4 水分胁迫对多娇(A)和辛香 8 号(B)根冠比的影响

Fig.4 Effect of water stress on root/shoot ratio of Duojiao (A) and Xinxiang No. 8 (B)

2.6 水分胁迫对根平均直径的影响

根的平均直径与粗细根的比例有关。由图 5 可以看出,两品种在水分胁迫初期,各处理的平均根直径都显著增加,第 10~30 天内,各处理的平均根直径下降,第 30~50 天,辛香 8 号的各处理(CK 除外)根平均直径增加。多娇各处理根平均直径在 30~40 天仍持续下降,但下降幅度较小,40~50 天,除

CK 外的各处理根平均直径增加,两品种的 CK 在第 30~50 天内根平均直径变化不大。方差分析显示,在整个胁迫处理过程中(第 50 天除外),根平均直径表现为 $T1 > T2 > T3 > T4 > CK$,且 T1 显著大于 T4 和对照,第 50 天时,T2 的根平均直径超过 T1,T1、T2 显著大于 T4 和 CK,说明水分胁迫不利于线辣椒细根的生长。

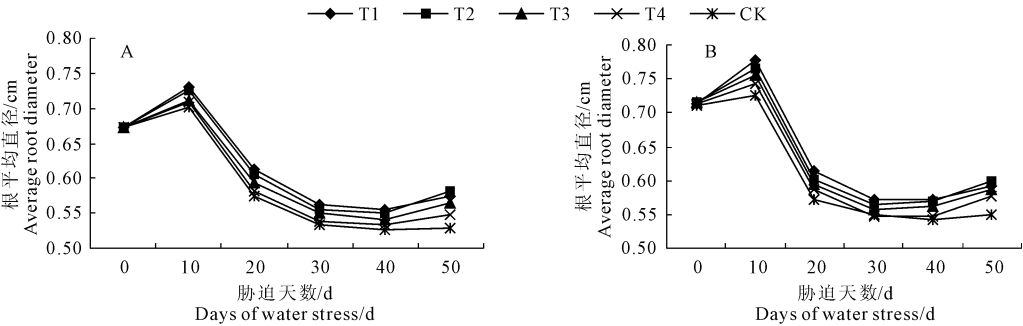


图 5 水分胁迫对多娇(A)和辛香 8 号(B)根平均直径的影响

Fig.5 Effect of water stress on average root diameter of Duojiao (A) and Xinxiang No. 8 (B)

2.7 水分胁迫对线辣椒产量的影响

由表 2 可以看出,随着水分胁迫的加剧,线辣椒的单株结果数及单株产量依次减少,各处理单株产量之间差异达到显著水平,且 T4、CK 的单株结果数也显著大于 T1、T2,说明水分胁迫会引起线辣椒减

产。通过对两个品种对比可以看出,多娇各处理单株结果数、单株产量与其 CK 相比,下降幅度明显小于辛香 8 号,说明在相同的水分胁迫下,辛香 8 号的减产幅度更大,尤其在 T1、T2 处理下。说明多娇的耐旱性优于辛香 8 号。

表 2 不同处理下线辣椒的单株结果数和单株产量

Table 2 Fruit number and yield per plant of line pepper under different treatments

处理 Treatments	多娇 Duojiao		辛香 8 号 Xinxiang No. 8	
	结果数	产量/(g·plant ⁻¹)	结果数	产量/(g·plant ⁻¹)
	Fruit number per plant	Yield	Fruit number per plant	Yield
CK	17.47 ± 0.98a	84.54 ± 1.28a	14.09 ± 1.44a	79.65 ± 1.62a
T4	15.08 ± 0.80b	74.64 ± 1.11b	10.28 ± 1.23b	70.52 ± 1.37b
T3	13.50 ± 0.79c	69.58 ± 1.01c	9.48 ± 0.71b	62.64 ± 2.25c
T2	12.40 ± 0.84cd	64.45 ± 1.43d	7.11 ± 0.58c	52.97 ± 1.51d
T1	11.41 ± 0.80d	53.24 ± 1.08e	5.51 ± 0.61d	44.15 ± 1.11e

3 讨论

水分胁迫下,根系最先感受到水分胁迫并通过根系生长和形态的变化以适应胁迫环境,水分胁迫下根系特征可以作为抗旱性鉴定的指标^[18]。根尖数、根交叉数、根分叉数与侧根的发生程度有关,胁迫环境下,根长、根体积、根表面积及侧根数的增加有利于增大根表面与养分和水分的接触,使根系从更深和更广的土层中吸收水分和养分,提高水分和养分的利用率^[19]。根平均直径越小,细根比例越大,直径越细的根,活力越高^[16],对养分和水分的吸收能力越强。根冠比是反映地下部和地上部生物量分配的重要指标,根冠比的增大,可以增强植株对干旱的适应性^[20]。

本试验中各处理的单株总根长、根体积、根表面积、根尖数、根交叉数、根分叉数表现为 $T1 < T2 < T3 < T4 < CK$,即干旱处理下以上根系指标均小于对照,与张爱民^[14]在辣椒幼苗及胡承伟^[21]在甘蓝型油菜上的研究结果基本一致,而与杨恩琼^[6]在高油玉米和王家顺^[19]在茶树上的研究结果不同,说明水分胁迫对作物根系生长及侧根发生的影响与作物种类有关。

在土壤水分亏缺时,植物需要调整生物量分配格局,以适应环境的变化^[22],本研究中线辣椒在整个水分胁迫期间,CK 的根冠比一直是最小的,即水分胁迫促进线辣椒根冠比增加,与付秋实、Manoj Kulkarni^[12,4]的研究结果和金不换^[20]在早熟禾上研究结果一致,而与胡承伟^[21]在甘蓝型油菜及葛体达^[23]在夏玉米上的研究不同。一方面说明水分胁迫下根冠比的变化可能因作物而异,另一方面说明线辣椒在水分胁迫下生长重心会向根系转移。通过根冠比的增加可以提高根系的吸收能力,但却往往是以牺牲其它部分的生长为代价^[24]。大量研究显示,水分胁迫下作物的根冠比虽然增大,但产量却下降^[3-5]。本研究也发现,根冠比最小的 CK,产量是最大的,因此,水分胁迫下根冠比的增加可能只是作物对干旱的一种反应。

细根是根系吸收的活性位点^[16],本研究中,各处理间根平均直径表现为 $T1 > T2 > T3 > T4 > CK$,表明水分胁迫会导致线辣椒根平均直径增加,细根比例减少,这与李博^[25]在玉米上研究结果一致,而与 Green S R^[26]在猕猴桃上的研究结果不同。说明线辣椒在水分胁迫下,细根对缺水的反应更敏感,更易受到水分胁迫伤害。

在本研究中,同一品种不同处理间减产幅度表

现为 $T1 > T2 > T3 > T4$,说明水分胁迫会导致线辣椒减产,与 Manoj Kulkarni 等^[4]的研究结果相似,且减产幅度随水分胁迫程度的增大而增大。本研究中,线辣椒根系生长受抑制程度也随土壤水分胁迫程度的增大而增大,说明水分胁迫抑制根系生长可能是引起减产的一个重要途径,与杨恩琼^[6]在高油玉米上的研究结果相似。

已有研究表明^[27-28],抗旱性较强的品种在水分胁迫下的总根长、根系总体积、根系总表面积所受影响较小。本试验结果显示,线辣椒品种辛香 8 号在单株总根长、根体积、根表面积及产量等方面受水分胁迫的影响大于多娇,尤其在 $T1$ 、 $T2$ 处理下表现的更为明显。这一结果既说明多娇的耐旱性优于辛香 8 号,同时印证了前人的研究结果。

本研究还发现,在第 20~40 天,各胁迫处理根系相关指标增长速率大幅下降甚至出现负增长,出现这一现象的原因可能是此时期正值线辣椒盛花盛果期,地上部分营养生长和生殖生长旺盛,此时水分亏缺可能会影响根系的发育, $T4$ 处理下线辣椒根系的生长只在此时期与对照的差异显著,所以 $T4$ 的减产可能因为此时期的缺水所致。由此可以间接看出,此阶段的水分管理对于线辣椒生长发育至关重要。

参考文献:

- [1] 邹学校.中国辣椒[M].北京:中国农业出版社,2002,23.
- [2] 韩希英,宋凤斌.干旱胁迫对玉米根系生长及根际养分的影响[J].水土保持学报,2006,20(3):170-172.
- [3] 梅雪英,严平,王凤文,等.水分胁迫对冬小麦根系生长发育及产量的影响[J].安徽农业科学,2003,31(6):962-964.
- [4] Manoj Kulkarni, Swati Phalke. Evaluating variability of root size system and its constitutive traits in hot pepper (*Capsicum annum* L.) under water stress[J]. Scientia Horticulturae, 2009,120:159-166.
- [5] Shao Guangcheng, Liu Na, Zhang Zhanyu, et al. Growth, yield and water use efficiency response of greenhouse-grown hot pepper under Time-Space deficit irrigation[J]. Scientia Horticulturae, 2010,126:172-179.
- [6] 杨恩琼,袁玲,何腾兵,等.干旱胁迫对高油玉米根系生长发育和籽粒产量与品质的影响[J].土壤通报,2009,40(1):85-88.
- [7] 庞永慧,郑群,张旺锋,等.水分对线辣椒生长、产量及品质的影响[J].长江蔬菜(学术版),2012,(20):45-49.
- [8] 刘佳,邵继华,徐秉良,等.干旱气候条件下水分胁迫对辣椒叶片生理特性的影响[J].核农学报,2012,26(8):1197-1203.
- [9] 邵光成,郭瑞琪,刘娜.不同灌水模式对南方辣椒叶绿素荧光参数的影响[J].农业工程学报,2011,27(9):226-230.
- [10] 宋志荣.干旱胁迫对辣椒生理机制的影响[J].西南农业学报,2003,16(2):53-55.
- [11] 杜磊,赵尊练,巩振辉,等.水分胁迫对线辣椒叶片渗透调节

