

干旱胁迫和播种方式对小扁豆生化指标与生物量的影响

舒敏玉¹,李凤民²,白红英¹,徐炳成²,杨慎骄²,陈会霞²

(1 西北农林科技大学 资源环境学院,陕西 杨凌 712100;2 中国科学院 水利部 水土保持研究所,黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室,陕西 杨凌 712100)

[摘要] 采用盆栽试验,对不同播种方式和水分处理下 2 个小扁豆品种叶片中丙二醛、脯氨酸含量及生物量进行了初步研究。结果表明,随着水分处理时间增加,2 种水分处理下小扁豆叶片中丙二醛和脯氨酸含量均呈增加趋势,且从水分处理开始,低水处理小扁豆叶片中的丙二醛和脯氨酸含量均高于高水处理。播种方式对小扁豆叶片中丙二醛、脯氨酸含量也有一定影响,单播方式下,两品种小扁豆叶片中丙二醛、脯氨酸含量变化趋势基本相似,且品种龙泉的含量稍大于清水;混播方式下,品种龙泉的丙二醛含量大于清水,但脯氨酸含量则相反,为品种清水大于龙泉。地上生物量及籽粒产量在不同处理下,以品种清水显著高于龙泉,表明品种清水水分利用效率高于龙泉。通过试验分析可知,品种清水抗旱性强于龙泉,且品种清水混播优于单播,而龙泉单播优于混播。

[关键词] 小扁豆;干旱胁迫;丙二醛;脯氨酸

[中图分类号] S529.01

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)07-0154-05

Effect of drought stress and different planting models on some physiological characteristics and biomass of lentil

SHU Min-yu¹,LI Feng-min²,BAI Hong-ying¹,XU Bing-cheng²,
YANG Shen-jiao²,CHEN Hui-xia²

(1 College of Resources Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resource, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract : Pot experiments of two cultivars lentils were treated with soil drying at four-six leaves under different planting models, then MDA, Pro content and biomass in leaves of lentil were measured. The experiments indicate that MDA and Pro content increase gradually with the increase of drought stress time, and MDA and Pro content under drought-stressed are higher than those under well-watered after water treatment. The variety of MDA and Pro content are distinct between two plantings. At monoculture, MDA and Pro content are close to each other; at mixture, MDA content of Longquan's is higher than Qingshui's, but the content of Pro is lower. The shoot dry weight and grain yield of Qingshui are higher than those of Longquan's at different treatment, so the water use efficiency of Qingshui is higher than Longquan's. The experiment shows the capacity of escaping drought of Qingshui is better than Longquan's, and the mixture is more suitable than monoculture to Qingshui, but the monoculture is more suitable than mixture to Longquan.

* [收稿日期] 2006-09-27

[基金项目] 中国科学院百人计划择优支持项目(C23012500)

[作者简介] 舒敏玉(1981-),男,江西宜春人,在读硕士,主要从事旱地农业生态研究。E-mail: myshu210@163.com

Key words : lentil ;drought stress ;Pro ;MDA

小扁豆 (*Lens calinaris* Medik) 是耐旱性杂粮作物,在我国北方地区有较悠久的种植历史。近年来,随着农业结构的调整 and 人们膳食结构的多元化,食疗保健备受关注,小扁豆因籽粒含丰富蛋白质、氨基酸和维生素等,其需求量逐年增加^[1],但由于产量较低,近年来种植面积呈下降趋势。在北方雨养农业区,要提高小扁豆产量必须要提高水分利用效率,充分利用有限的水资源^[2]。目前对杂粮作物小扁豆在干旱条件下的水分利用效率及产量研究甚少,尤其是干旱胁迫对其生理生化变化的影响研究更少。因此,深入研究干旱条件下小扁豆生理生化指标的变化及其与产量形成的关系,对阐明其受旱减产机理具有重要意义^[3]。本试验分析比较了两个小扁豆品种在持续干旱胁迫和不同播种方式下生理生化指标与其抗旱性的关系,以及其生物量、产量对水分供应的依赖程度,以期半干旱地区小扁豆的选种和合理栽培提供依据与指导。

1 材料与方法

1.1 材料

2 个小扁豆 (*Lens calinaris* Medik) 品种清水和龙泉,均产自甘肃省,为耐旱品种。主要仪器有精度为 5 g 的 ACS-15A 型计价电子秤和精度为 0.01 g 的 FA2004/JA3003N 型电子天平。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验采用单播和混播 2 种播种方式,于 2006-03-27 点播种植小扁豆,种植深度 3~4 cm。在 4~6 片真叶期进行水分处理,每处理 3 个重复。供试土壤为混合土样 (m (泥炭土) m (楼土) = 1 : 3),土样田间持水量为 54.69%。所用盆钵为直径 11 cm、高 50 cm 的 PVC 管。每盆装土按烘干土计为 2.72 kg,苗期土壤水分保持在水高状态(为田间持水量的 80%),出苗 3 周后间苗,每盆中留苗 4 株(混播时 2 个品种的植株间隔分布)。

1.2.2 水分处理 试验于 2006-05-02 (4~6 片真叶期即水分敏感期)开始控水处理,采用称重法计算和控制土壤含水量。盆内土壤水分含量用可蒸发利用的土壤含水量 (FTSW) 表示^[4],即植物可吸收利用的土壤水分占土壤水分饱和时可蒸发利用的比例:

$$FTSW = (WT_n - WT_f) / TTSW$$

式中: WT_n 表示被测样品采样时的盆重, WT_f 表示

低水处理植物蒸腾速率为田间持水量蒸腾速率 10% 时的盆重, $TTSW$ 表示在土壤含水量为田间持水量时的盆重,与低水处理植物蒸腾速率为田间持水量蒸腾速率 10% 时的盆重之差。本试验设置 2 个水分处理,即高水处理(植物可吸收利用水分占土壤水分饱和时可蒸发利用的 75%~85%)和低水处理(自然干旱,可利用水分低于饱和时可蒸发利用的 65%)。土壤含水量与控水时间的关系见图 1。

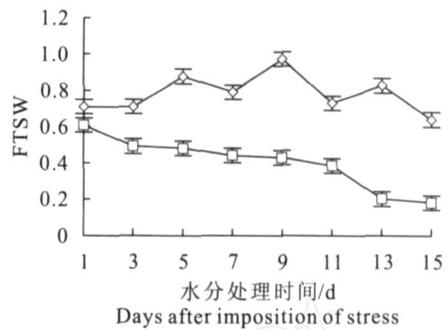


图 1 水分处理时间与高水、低水盆栽土壤水分的关系
- - - 高水处理; — — — 低水处理

Fig. 1 Development of the fraction of transpirable soil water over time for well-watered and drought-stressed pots in which lentils were grown.
- - - Well-watered; — — — Drought-stressed

1.2.3 测定方法 水分处理开始后每隔 1 d 采样 1 次,测定上端新鲜叶片中丙二醛 (MDA) 和脯氨酸 (Pro) 含量。在籽粒成熟后,测定其生物量和籽粒产量。丙二醛和脯氨酸含量的测定分别采用朱广廉等^[5]的硫代巴比妥酸显色法和邹琦^[6]的磺基水杨酸提取-酸性茚三酮显色法。生物量和籽粒产量采用烘干称重法测定。

2 结果与分析

2.1 播种方式及水分胁迫时间对小扁豆叶片中丙二醛含量的影响

从图 2 和图 3 可以看出,低水处理下小扁豆叶片中丙二醛含量较高水处理高,且 2 种水分处理下,小扁豆叶片中丙二醛含量基本随水分胁迫时间的增加呈增大的趋势。播种方式对小扁豆叶片中丙二醛含量也有一定影响,其中在单播处理中,2 个小扁豆品种叶片中丙二醛含量相差较小,且变化趋势也基本相似;在混播水分处理前期,2 个小扁豆品种丙二醛含量相当,但水分胁迫处理 7 d 时品种龙泉的丙二醛含量达到最高,而品种清水在水分处理 11 d 后

才达最高,且其最高值低于品种龙泉。同时发现,在单播处理前期,2个水分处理的小扁豆叶片中丙二醛含量相差就较明显,而在混播中二者丙二醛含量

相差不大;在水分处理中后期,单播和混播方式下2个水分处理的小扁豆叶片中丙二醛含量均增大。

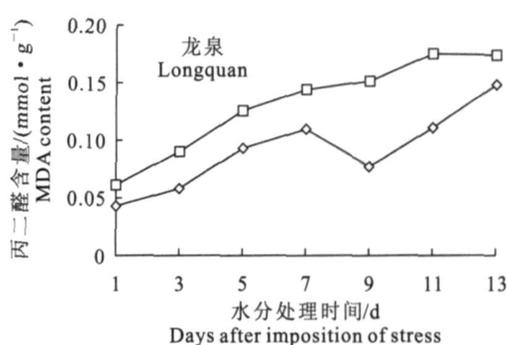
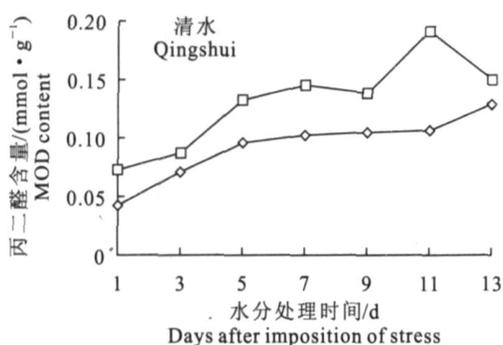


图 2 单播方式下水分胁迫时间对小扁豆叶片中丙二醛含量的影响

—◇—, 高水处理; —□—, 低水处理

Fig. 2 Effect of time of drought stress on MDA content in leaves of lentil at monoculture

—◇—, Well-watered; —□—, Drought-stressed

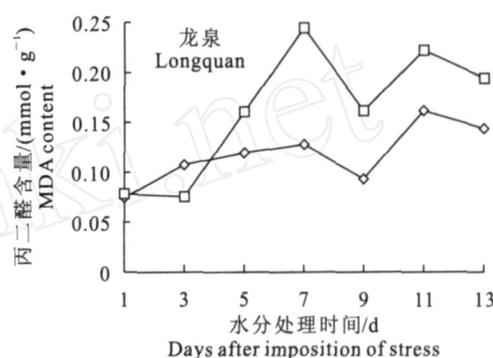
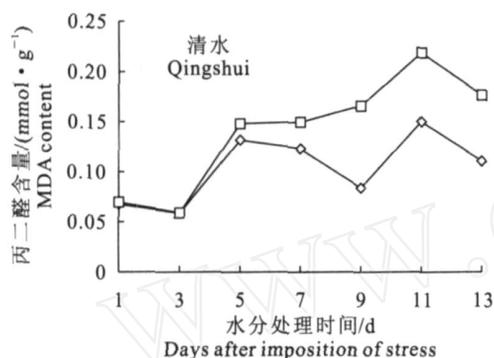


图 3 混播方式下水分胁迫时间对小扁豆叶片中丙二醛含量的影响

—◇—, 高水处理; —□—, 低水处理

Fig. 3 Effect of time of drought stress on MDA content in leaves of lentil at mixture

—◇—, Well-watered; —□—, Drought-stressed

2.2 播种方式及水分胁迫时间对小扁豆叶片中脯氨酸含量的影响

由图 4 和图 5 可知,水分胁迫下小扁豆叶片中脯氨酸含量,随水分胁迫时间的延长而增加。播种方式也会影响小扁豆叶片中脯氨酸含量,其中在单播方式下,高水和低水处理的脯氨酸含量相差较大,随着水分胁迫时间的增加,低水处理的脯氨酸含量增加的幅度较大,而高水处理的增加幅度较小。在混播方式下,水分处理 3 d 内,高水和低水处理的小扁豆叶片脯氨酸含量相差较小;3 d 后,2 个水分处理小扁豆叶片中脯氨酸含量,均随时间的延长逐渐增加,在水分处理 7 d 后,低水处理叶片中脯氨酸含量增加幅度较大。在单播低水处理中,水分胁迫时间相同时,品种龙泉叶片中的脯氨酸含量明显高于品种清水;而在混播低水处理中,水分处理前期(7 d

前),品种龙泉叶片中的脯氨酸含量较清水高,而在后期(7 d 后),清水叶片中脯氨酸含量较龙泉高。

2.3 播种方式及水分处理对小扁豆生物量与籽粒产量的影响

由表 1 可知,不同播种方式及水分处理对小扁豆地上、地下生物量影响均较明显。当水分处理相同时,单播方式下清水地上、地下生物量及籽粒产量均高于龙泉;混播方式下清水地上生物量及籽粒产量显著高于龙泉,而地下生物量则相反。无论在何种播种方式下,同一品种高水处理的地上、地下生物量均高于低水处理;2 种播种方式下,同一品种相同水分处理的地上生物量相差不显著,混播方式下,同一品种相同水分处理的地下生物量显著低于单播。低水处理的根冠比均高于对应的高水处理;当播种方式相同时,无论何种水分处理,品种清水的根冠比

均低于龙泉。由此可知,品种清水的水分利用效率 高于龙泉。

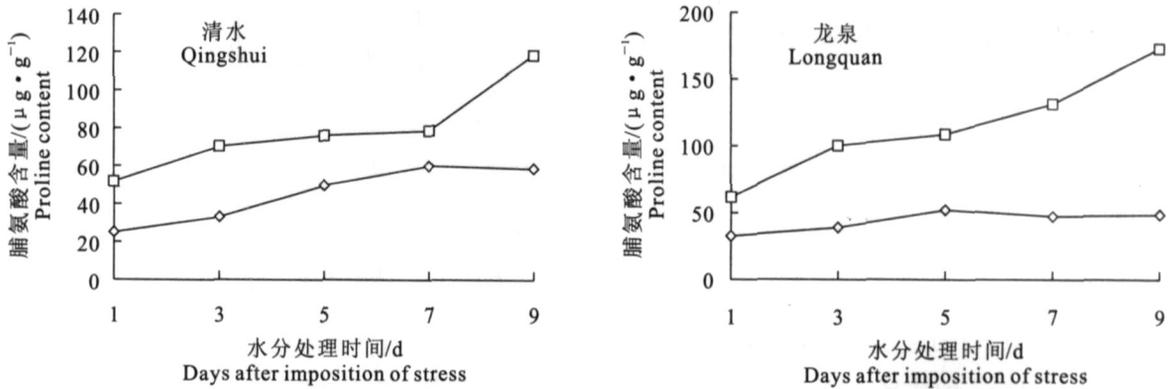


图 4 单播方式下水分胁迫时间对小扁豆叶片中脯氨酸含量的影响

-◇-. 高水处理; -□-. 低水处理

Fig. 4 Effect of time of drought stress on proline content in leaves of lentil at monoculture

-◇-. Well-watered; -□-. Drought-stressed

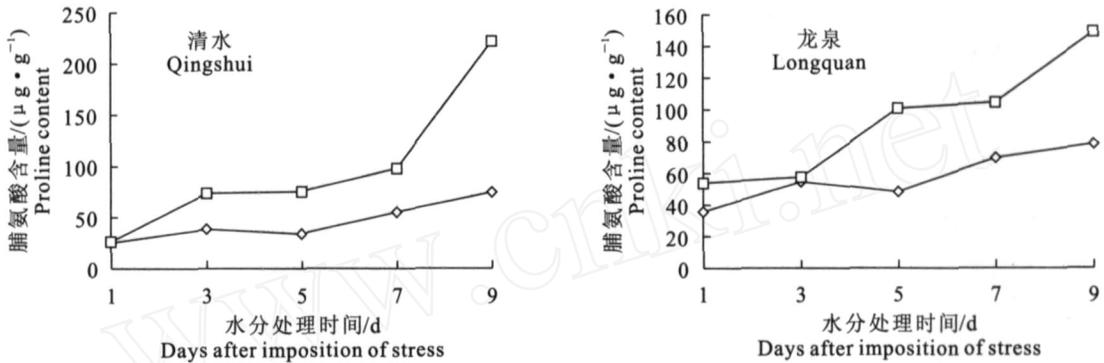


图 5 混播方式下水分胁迫时间对小扁豆叶片中脯氨酸含量的影响

-◇-. 高水处理; -□-. 低水处理

Fig. 5 Effect of time of drought stress on proline content in leaves of lentil at mixture

-◇-. Well-watered; -□-. Drought-stressed

表 1 播种方式与水分处理对小扁豆生物量与籽粒产量的影响

Table 1 Effect of watering treatments and different planting models on dry weight and grain yield of lentil

播种方式 Planting model	水分处理 Water treatment	品种 Cultivars	地上生物量/ (g·盆 ⁻¹) Shoot dry weight	地下生物量/ (g·盆 ⁻¹) Root dry weight	根冠比 Root/ Shoot	籽粒产量/ (g·盆 ⁻¹) Grain yield
单播 Monoculture	高水 Wellwatered	清水	9.96 a	1.24 a	0.12 a	1.78 a
	高水 Wellwatered	龙泉	7.46 b	1.09 a	0.15 a	1.25 b
	低水 Droughtstressed	清水	5.99 c	0.77 b	0.13 a	1.31 b
	低水 Droughtstressed	龙泉	4.37 d	0.84 b	0.19 b	1.00 b
混播 Mixture	高水 Wellwatered	清水	9.23 a	0.85 b	0.096 a	2.16 c
	高水 Wellwatered	龙泉	7.00 b	0.92 b	0.13 a	1.05 b
	低水 Droughtstressed	清水	5.35 c	0.54 c	0.10 a	1.54 a
	低水 Droughtstressed	龙泉	4.99 d	0.73 b	0.15 b	0.43 d

注:表中同一列数据后标不同字母者差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different letters in the same row mean significant difference at $P = 0.05$.

3 讨论

作物在生长期常会受到不同逆境的影响,尤其在作物重要生长阶段若遭受严重的逆境环境如持

续干旱等,将导致作物生理代谢混乱,使作物植株早衰,从而严重影响作物的产量。生理代谢混乱将使作物体内生理生化物质剧增或骤减,因此,作物体内部分生理生化物质含量的变化,可以反映作物受伤

害的程度^[7-8]。本试验结果表明,小扁豆叶片中的丙二醛和脯氨酸含量与水分胁迫程度有关,随水分胁迫时间的延长,其体内丙二醛和脯氨酸含量剧增,这与薛吉全等^[9]和赵丽英等^[10]对小麦的研究结果类似。说明在不同干旱条件下,小扁豆叶片中丙二醛和脯氨酸含量可以反映其受旱的程度,且在相同环境下根据丙二醛和脯氨酸含量,可以确定不同品种小扁豆的抗旱性强弱。另外,2 个小扁豆品种在不同播种方式下,丙二醛和脯氨酸含量也不同,龙泉在单播下含量高于清水,而在混播下相反。在对小扁豆生物量影响方面,2 种播种方式下低水处理根冠比均显著高于高水处理,这与吕金印等^[11]对小麦的研究结果类似,由此可根据生化指标和生物量选择合适的播种方式,即品种清水适合混播,而龙泉适合单播。在 2 个小扁豆品种间,清水的根冠比低于龙泉,但产量显著高于龙泉,这与郭安红等^[12]和石岩等^[13]的研究结果相似,表明过多的根系对作物经济产量不利。

[参考文献]

- [1] 李云霞. 小扁豆种质资源筛选及评价[J]. 杂粮作物, 2003, 23(6): 331-332.
- [2] 韩燕来, 远彤, 陈锋, 等. 小扁豆花芽分化及结实率研究[J]. 河南农业大学学报, 1999, 33(4): 403-406.
- [3] 吕金印, 山仑. 非充分灌溉及其生理基础[J]. 西北植物学报, 2002, 22(6): 1512-1517.
- [4] Liu F L. Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development[J]. Field crop research, 2004(85): 159-166.
- [5] 朱广廉, 钟诲文, 张爱琴. 植物生理学试验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990: 245-248.
- [6] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 161-162.
- [7] 周莉娜, 曲东, 邵丽丽, 等. 干旱胁迫下硫营养对小麦光合色素及 MDA 含量的影响[J]. 西北植物学报, 2005, 25(8): 1579-1583.
- [8] 梁新华, 史大刚. 干旱胁迫对光果干草幼苗根系 MDA 含量及保护酶 POD、CAT 活性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(30): 108-110.
- [9] 薛吉全, 任建宏, 马国胜, 等. 玉米不同生育期水分胁迫条件下脯氨酸变化与抗旱性的关系[J]. 西安联合大学学报, 2000, 3(2): 21-25.
- [10] 赵丽英, 邓西平, 山仑. 持续干旱及复水对玉米幼苗生理生化指标的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(3): 59-61.
- [11] 吕金印, 山仑, 高俊凤, 等. 干旱对小麦灌浆期旗叶光合等生理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(3): 77-81.
- [12] 郭安红, 刘庚山, 任三学, 等. 玉米根、茎、叶中脱落酸含量和产量形成对土壤干旱的响应[J]. 作物学报, 2004, 30(9): 888-893.
- [13] 石岩, 于振文, 为东斌, 等. 土壤水分胁迫对小麦根系与旗叶衰老的影响[J]. 西北植物学报, 1998, 18(2): 196-201.