

压砂地不同间作模式下土壤水分变化研究

张 战 胜, 付 晓, 康 建 宏, 吴 宏 亮, 许 强, 赵 亚 慧

(宁夏大学 农学院 宁夏 银川 750021)

摘 要:以西瓜|| 辣椒(T₁)、西瓜|| 绿豆(T₂)、西瓜|| 花豆(T₃)、西瓜|| 葱(T₄)等4种间作模式为研究对象,并以当地的西瓜单作(T₅)模式为对照(CK),研究不同间作模式对压砂地土壤水分变化的影响。结果表明:间作对水平方向(50、100 cm)和垂直深度(0~80 cm)土壤水分分布影响较大,使得土壤耗水量加剧,在生长发育后期作物表现出水分亏缺;处理T₄的土壤水分含量和产量均高于对照T₅与其它处理,西瓜|| 葱是非常适宜的间作模式。

关键词: 间作; 土壤水分; 容重; 产量

中图分类号: S 606⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)07-0004-04

土壤水是联系地表水与地下水资源的枢纽,也是土壤的重要性质之一^[1]。它不但直接影响着土壤的特性

和植物的生长,而且也间接影响植物分布,一定程度上影响田间小气候,因而决定了土壤的演化和土地的生产力。目前,针对种植晒砂瓜的新老砂田水分状况研究较为深入,但用于和晒砂瓜轮作倒茬的新型适生作物还没有涉及。近年来,由于砂田种植技术的推广应用,促进了西北地区旱作农业快速、稳定发展,提高了旱农区粮食产量和农民增收,农民投入生产的积极性也明显提高^[2]。但随之而来的大量灌溉和翻耕,导致地下水位下降,砂田板结、盐渍化,生产力急剧下降,乃至退化。研究压砂地新型适生作物的土壤水分状况,不仅能了解各作物的需水规律和水分分布状况,而且能够对砂田的可

第一作者简介: 张战胜(1984),男,陕西澄城人,在读硕士,研究方向为作物栽培和耕作学。E-mail: zzs211314@163.com.

责任作者: 许强(1954),男,教授,硕士生导师,现主要从事耕作学和农业生态学方面的教学与研究。E-mail: nxuwheat@163.com.

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2006BAD15B05, 2007BAD54B02)。

收稿日期: 2011-01-18

[1] Carystinos G D, MacDonald H R, Monroy A F, et al. Vacular H⁺-translocating pyrophosphatase is induced by anoxia or chilling in seedlings of rice [J]. Plant Physiol, 1995, 108: 641-649.

[18] Huang X H, Zhou Q, Zhang G S. Advances on rare earth application in pollution ecology[J]. J Rare Earths, 2005, 23(1): 5-11.

Effects of LaCl₃ and CPZ on Tonoplast H⁺-ATPase and H⁺-PPase Activities in Tomato Seedlings During Phosphate Ptarvation

XU Han-bing^{1,2}, ZENG Lei¹, SHAN Shu-hua^{2,3}, LIU Jing-ru², SONG Ke-min²

(1. Xinyang Agricultural College, Xinyang, Anhui 464000; 2. College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070; 3. Taiyuan Normal University, Taiyuan, Shanxi 030031)

Abstract: The effect of calmodulin antagonist chlorpromazine (CPZ) and an inhibitor of Ca²⁺ channel in plasma membrane La³⁺ on the activities of tonoplast H⁺-ATPase and H⁺-PPase of tomato seedlings under phosphate starvation were studied. The results showed that under phosphate starvation, the activities of tonoplast H⁺-ATPase and H⁺-PPase were increased in the roots of tomato seedlings. But this enhancement was abolished by CPZ. Compared with CPZ, treatment with La³⁺ decreased the activity of H⁺-ATPase and enhanced H⁺-PPase activity. Furthermore, CPZ caused the content of soluble proteins decreased but LaCl₃ caused soluble increased in the seedlings during phosphate starvation.

Key words: tonoplast; H⁺-ATPase; H⁺-PPase; phosphate starvation; tomato

持续利用和压砂地生产提出指导意见。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

实验地位于宁夏中部干旱带的中卫市环香山地区,该地区是宁夏压砂地的集中区,海拔 1 500~2 361 m,年均温度 6.8℃,≥10℃积温 2 332℃,年辐射量为 567.06 kJ/cm²,平均年降水量为 247.4 mm,年蒸发量为 2 172.3 mm,平均风速为 3.4 m/s,无霜期 146 d,气候特点是春暖迟、夏秋短、秋凉早、冬寒长、干旱少雨^[3],昼夜温差较大,因此气候资源是宁夏压砂瓜品质形成的主要影响因素,但也是西瓜产量提高的主要限制因子。

1.2 试验方法

1.2.1 土壤样品选取原则 试验地压砂瓜种植行距为 2 m,新型作物于 2 行西瓜中间间作种植。取样点选择在西瓜行与间作作物行间进行,每种间作模式均采用水平方向和垂直方向采集样品,用于测定土壤水分含量,3 次重复。

1.2.2 土壤样品采集与测定 水平方向(横向)选择 3 个取样点,分别为:西瓜基部(0 cm 处)、西瓜与作物中间(50 cm 处)、新型适生作物基部(100 cm 处);每样点同时在垂直方向用土钻打眼取土,分别为:0~20、20~40、40~60、60~80 cm。土壤水分测定采用铝盒烘箱烘干法,烘干温度 105℃,烘干时间 8~10 h,烘干前后用高精度电子天平(精确到 0.001 g)称重,土壤水分用重量百分比(干土%)表示,土壤容重测定采用环刀法,经济产量只统计西瓜产量。

1.3 数据分析

数据采用 SAS 8.0 软件包进行统计分析和显著性比较,利用 Excel 2003 进行数据处理及作图。

2 结果与分析

2.1 间作对西瓜不同生育期水分垂直变化的影响

由于间作作物的类型不同,因而生长特性和需水特点也不尽相同,导致西瓜在其各个生育期的土壤水分收支状况也不相同,从而影响了西瓜在不同时期土壤水分的垂直变化。

2.1.1 苗期各处理间土壤水分的变化 在西瓜幼苗团棵期,试验区基本无有效降水,土壤含水量主要受蒸发影响,其它间作作物也都处于出苗期(绿豆、花豆)或移栽后(辣椒、葱)适应阶段。由图 1 可知,苗期各处理对土壤水分分布状况影响较小,0~80 cm 土壤含水量变动于 15.66%~19.18%,各处理与对照差异不显著。由于受土壤蒸发的影响,0~20 cm 土层含水量均低于 20~40、40~60、60~80 cm 土层,并且各处理土壤含水量在 60~80 cm 土层都达到了最高。从总体趋势来看,西瓜||辣椒(T₁)和西瓜||葱(T₄)的土壤水分含量在 20~60 cm 土

层相对较高,这是为了保证幼苗移栽成功而同时进行了一定量的补灌,经过土壤水分再分布之后于 80 cm 处达到一致。

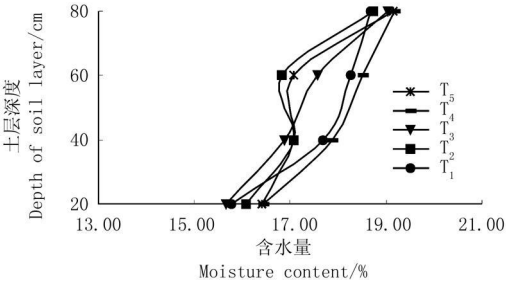


图 1 苗期 0~80 cm 土壤含水量变化
Fig. 1 The variation of 0~80 cm soil moisture content at seedling stage

2.1.2 伸蔓期各处理间土壤水分的变化 6 月下旬西瓜开始伸蔓,地上部生物量大幅度增长,地下部根系快速下扎,势必对土壤水分的需求与日俱增,此时的辣椒、绿豆和花豆也都处于开花盛期或拔节期,因而间作模式下土壤水分更是供不应求。0~80 cm 土层平均含水量变化的趋势为:西瓜||花豆(T₃)<西瓜||辣椒(T₁)<西瓜||绿豆(T₂)<西瓜单作(T₅)<西瓜||葱(T₄),其中,T₃、T₁与T₂分别比对照T₅低 2.96%、1.22%和 0.57%,分别相对降低 24.51%、10.13%与 4.73%;T₄比对照T₅高 0.23,相对提高 1.93%,在 20~80 cm 土层表现出一定程度的保水作用;而在 0~20 cm 土层内,各处理土壤含水量均比对照有所降低,说明间作模式对土壤水分的影响在 0~20 cm 土层表现为最大,适生作物与西瓜的协同吸水导致根层土壤水分下降最快,比苗期根层土壤含水量降低 7.66%,相对降低 46.68%(图 2)。

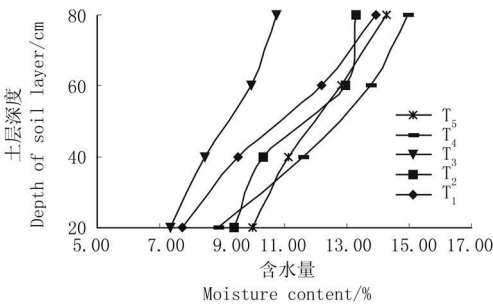


图 2 伸蔓期 0~80 cm 土壤含水量变化
Fig. 2 The variation of 0~80 cm soil moisture content at vine expanding stage

2.1.3 膨瓜期各处理间土壤水分的变化 西瓜膨大期的土壤水分状况与伸蔓期基本相似,尽管在之前有少量雨水补给,但此时西瓜与适生作物对水分的需求仍使得下层土壤水分上移,总体呈现水分下降趋势。由图 3 可知,葱的生物量小,根系较浅,种植株距较小,使得其地上部覆盖密集,虽然对 0~20 cm 土层水分消耗较大,但

在 20~60 cm 内西瓜||葱(T₄)的土壤平均含水量比对照(T₅)提高 1.35%, 相对提高 11.55%, 达到最高, 而西瓜||辣椒(T₁)、西瓜||绿豆(T₂)和西瓜||花豆(T₃)的土壤含水量仍低于对照(T₅), 处于水分亏缺状态。

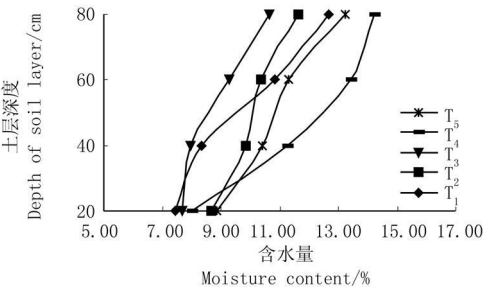


图 3 膨瓜期 0~80 cm 土壤含水量变化

Fig. 3 The variation of 0~80 cm soil moisture content at fruit expanding stage

2.1.4 收获后各处理间土壤水分的变化 由图 4 可知, 西瓜收获后 0~20 cm 土层水分虽然在少量降水中得到改善, 但下层土壤水分仍然处于较低水平, 西瓜||辣椒(T₁)、西瓜||绿豆(T₂)和西瓜||花豆(T₃)土壤平均含水量比对照(T₅)下降 1.77%、4.58%和 2.47%, 相对降低 14.72%、38.14%和 20.62%; 西瓜||葱(T₄)平均含水量与对照(T₅)基本持平。

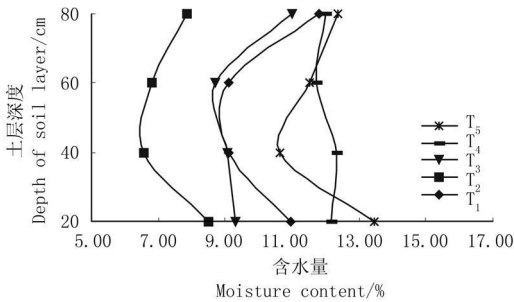


图 4 膨瓜期 0~80 cm 土壤含水量变化

Fig. 4 The variation of 0~80 cm soil moisture content at stage after harvest

2.2 间作对西瓜不同生育期水分水平变化的影响

西瓜与适生物间作, 由于播种日期的不同和作物本身的生长发育特性差异, 导致在整个生育期内西瓜行间水平方向上水分分布也不一致。由于西瓜根系主要生长在 20 cm 以内的土层^[4], 所以该试验以 0~20 cm 土层作为分析。8 月 20 日(花豆)西瓜收获后测定的间作模式下不同处理距西瓜 0、50、100 cm 的 3 个水平点 0~20 cm 土层含水量变化情况见图 5。宁夏大学农学院 2009 年试验测得西瓜根系水平分布最远可达 80~100 cm^[5], 水平方向 50 cm 是西瓜与间作作物种植的中间行, 随着作物根系的下扎, 在此区域内作物根系会有不同程度的穿插、交汇, 而根系大小与穿插程度又决定了土壤水分在水平方向上的分布状况, 根系越密集, 吸水作用越强, 土壤水分状况就越差。

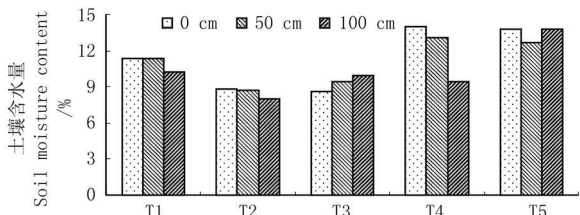


图 5 不同间作模式下水平方向土壤含水量变化

Fig. 5 The variation of soil moisture content at horizontal direction under difference intercropping pattern

西瓜||葱(T₄)的土壤含水量在 100 cm 处比对照(T₅)降低 4.4%, 相对降低 31.8%, 说明葱的根系对 0~20 cm 土层水分影响较大, 而 0 和 50 cm 水分与对照(T₅)相当; 西瓜||辣椒(T₁)、西瓜||绿豆(T₂)和西瓜||花豆(T₃)土壤水分均低于对照(T₅)且各水平点间差异不明显, 说明间作模式降低了西瓜行内 0~20 cm 土层土壤水分, 且作物生长量越大, 土壤水分状况越差。

2.3 不同间作模式对耕层土壤容重和经济产量的影响

2.3.1 不同种植模式土壤容重的影响

土壤容重是反映土壤紧实度的一项重要土壤物理性质指标, 在生产中, 土壤容重直接影响着土壤肥力状况和植物根系的生长, 适宜的土壤紧实度有利于作物根系的生长和作物对水分及养分的吸收。砂田属于宁夏中部干旱带一种特殊的保护性覆盖方式, 由于当地自然条件限制和砂石本身重量影响, 使得砂田土壤容重比一般耕地大很多。由表 1 可知, 西瓜||辣椒(T₁)的土壤容重最小, 比对照(T₅)分别降低 0.08 和 0.14, 相对降低 4.97%和 8.70%, 说明西瓜||辣椒(T₁)能够改善土壤结构, 增加土壤孔隙度, 更有利于下茬作物生产; 而西瓜||绿豆(T₂)模式下土壤容重最大, 分别比对照(T₅)提高 0.10 和 0.13, 相对提高 6.21%和 8.07%, 这与土壤含水量变化相吻合, 说明土壤容重的大小与土壤含水量高低相关联。

表 1 不同间作模式下 0~20 cm 土壤容重

Table 1 The bulk densities of soil at the different intercropping pattern under 0~20 cm soil layer

土层 Soil layer/cm	容重 Bulk densities/g·cm ⁻³				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
0~10	1.52	1.71	1.69	1.57	1.61
10~20	1.47	1.74	1.55	1.53	1.61

2.3.2 不同种植模式对西瓜产量的影响 由图 6 可知处理西瓜||葱(T₄)产量最高, 667 m² 产量达到 2 168.2 kg, 比对照西瓜单作(T₅)提高 4.2%, 与其它处理的差异达到了 5%显著水平。对西瓜产量与土壤含水量间相关性分析表明, 各处理西瓜产量与其土壤含水量呈显著三项式关系(图 7), 可以表示为 $y = 2E - 09x^3 - 8E - 06x^2 + 0.0158x - 9.6833$, $R^2 = 0.9801$ (N=5), 由此可知, 土壤水分是影响西瓜产量的决定性因素。

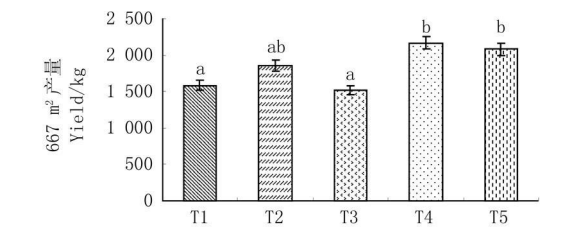


图6 不同间作模式下的西瓜产量

注: 图中不同的小写字母表示各处理在 5%水平上的显著性差异 (LSD)。

Fig. 6 The yield of watermelon under difference plant pattern

Note: Different small letter in the chart represents significant difference at $p \leq 0.05$ among treatments (LSD).

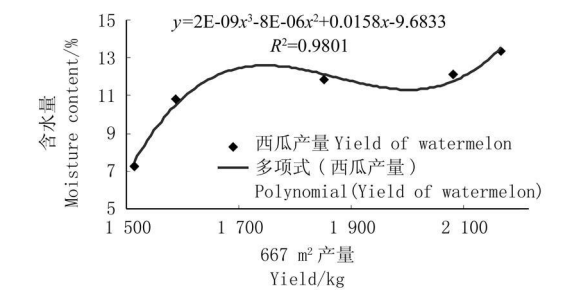


图7 不同间作模式下西瓜产量与土壤含水量的关系

Fig. 7 The relationships between the yield of watermelon and soil moisture content under difference intercropping pattern

3 结论与讨论

西瓜产量与土壤水分关系密切, 且间作模式对压砂地土壤水分含量影响较大, 尤其是在生长发育中后期明显加剧了土壤耗水, 导致西瓜产量下降。在西瓜生长的全生育期内, 各处理垂直方向 0~80 cm 土层土壤含水量随时间呈下降趋势, 生长中、后期土壤水分表现出严重不足; 水平方向耕层土壤水分含量受根系分布影响较大, 且 50、100 cm 处土壤平均含水量低于西瓜行土壤水分含水量。

晒砂瓜作为中卫市的一种特色产业, 在提高西瓜产量、增加农民收入同时, 也应注重增加西瓜与其它作物的间套种以及轮作倒茬种植, 合理利用土地资源, 保证压砂地的可持续发展。因此, 在有限灌溉条件下建议补灌在生长中、后期进行为宜。

参考文献

[1] 何其华, 何永华, 包维楷, 等. 干旱半干旱区山地土壤水分动态变化 [J]. 山地学报, 2003, 21(2): 149-156.

[2] 康建宏, 吴宏亮, 丁秀玲, 等. 压砂地西瓜适宜补水量研究 [J]. 农业科学研究, 2010, 31(2): 1-5.

[3] 许强, 强力, 吴宏亮, 等. 砂田水热及减尘效应研究 [J]. 宁夏大学学报 (自然科学版), 2009, 30(2): 180-182.

[4] 陈玉民, 郭国双, 王广兴, 等. 中国主要作物需水量与灌溉 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1987: 324.

[5] 丁秀玲, 许强. 不同覆盖方式西瓜土壤水分变化规律及利用效率 [J]. 北方园艺, 2010(17): 49-52.

Research on Dynamics of Soil Moisture Under Different Plant Pattern of Gravel-mulched Land

ZHANG Zhan-sheng, FU Xiao, KANG Jian-hong, WU Hong-liang, XU Qiang, ZHAO Ya-hui
(College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Four intercropping patterns of watermelon || pepper (T₁), watermelon || mung beans (T₂), watermelon || pinto beans (T₃) and watermelon || onions (T₄), the local watermelon (T₅) monoculture as control (CK) were used as test object. The impact of different intercropping patterns on soil moisture of gravel-mulched land was investigated. The results showed that intercropping had greater effects on the horizontal direction (50 cm, 100 cm) and the vertical depth (0~80 cm) soil moisture distribution, actuated soil water consumption increased, in the latter part of crop growth showed that water deficit in crops; the soil moisture contents and yields of T₄ were higher than the T₅ and other treatments, therefore it was one of the most suitable crops for intercropping patterns.

Key words: intercropping; soil moisture content; bulk densities; yield