

干旱胁迫下保水剂及与椰糠交互作用对“上海青”小白菜生理特性的影响

王 燕, 刘书伟

(琼州学院 生物科学与技术学院, 海南 三亚 572022)

摘 要:以聚丙烯酰胺型保水剂为试材,以“上海青”小白菜为研究对象,采用不同剂量的保水剂及保水剂+椰糠混合处理“上海青”幼苗,研究比较了干旱胁迫下不同剂量保水剂与椰糠交互作用对“上海青”小白菜生理特性的影响,以期为海南季节性干旱期在砖红壤上进行蔬菜栽培合理使用保水剂提供参考依据。结果表明:施用保水剂及保水剂+椰糠后各处理均优于CK,其中叶绿素和根系活力随干旱的加强而下降,其下降幅度为CK>B1(15 kg/hm² 保水剂)>B3(75 kg/hm² 保水剂)>YB1(15 kg/hm² 保水剂+15 kg/hm² 椰糠)>B2(45 kg/hm² 保水剂)>YB2(45 kg/hm² 保水剂+45 kg/hm² 椰糠)>YB3(75 kg/hm² 保水剂+75 kg/hm² 椰糠);游离脯氨酸含量和丙二醛含量随干旱的加强而增加,上升幅度分别为CK>B1>YB1>B3>B2>YB2>YB3和CK>B1>B3>YB1>B2>YB2>YB3;B1~YB3的生存时间较CK延长0.33、2.67、1.33、0.67、3.33、5.00 d。所以在海南砖红壤上栽培“上海青”时单施保水剂选B2(45 kg/hm²)抗旱性最佳;如果与椰糠混施,选择YB3(75 kg/hm² 保水剂+75 kg/hm² 椰糠)较为适合。

关键词:保水剂;干旱胁迫;“上海青”小白菜;生理指标

中图分类号:S 634.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)20-0021-04

土壤干旱、水资源短缺是当今世界面临的重大难题。近年来,应用少量化学节水剂防旱抗旱已受到国内外专家高度重视,其中利用保水剂(Super absorbent Polymer, SAP)达到农艺节水增产的目的是目前抗旱节水研究的一种新途径和新方法^[1],SAP是一种人工合成的新型高分子材料,具有超高吸水 and 保水能力,有反复吸水、释水的功能,是较好的抗旱保水研究材料^[2],在国际上被称为继化肥、农药、地膜之后最有希望在农业生产中大规模应用的化学品。目前关于施用SAP对各类作物抗旱保水的效果^[3-6]和椰糠的作用已有相关研究^[7-8]。但保水剂作为一种有效的化学节水抗旱材料在海南蔬菜中的应用较少,海南省作为我国最具特色的热带海洋性气候地区,其冬春属于季节性干旱期,使得农业用水需要更高的投入。但SAP的应用效果受多种因素制约,如土壤质地、水肥条件、气候、植物类型等。“上海青”小白菜属十字花科芸薹属芸薹种白菜亚种,是以叶片为产品的普通白菜的一个变种,也是海南省主要的

叶菜类蔬菜之一。该试验以“上海青”小白菜为研究对象,以聚丙烯酰胺型保水剂为试材,研究了干旱胁迫下在海南砖红壤上不同量保水剂及保水剂与椰糠混合施用处理对“上海青”小白菜生理特性的影响,以期为海南冬季蔬菜进行节水抗旱栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试保水剂聚丙烯酰胺为法国爱森品牌,产品型号为MP3005KL,粒径2 mm左右;供试“上海青”小白菜种子由广西南宁市绿丰收种子有限公司经销;栽植盆为Ø35 cm×15 cm的塑料花盆。

1.2 试验方法

试验在琼州学院实验室内进行,设置6个处理,3个保水剂单施处理:分别施入保水剂15、45、75 kg/hm²,按面积折合后每盆施入保水剂0.14、0.43、0.72 g,分别记为B1、B2、B3;3个保水剂+椰糠混合处理,按保水剂:椰糠为1:1质量比混合,施入保水剂+椰糠量15 kg/hm²+15 kg/hm²、45 kg/hm²+45 kg/hm²、75 kg/hm²+75 kg/hm²,按面积折合后每盆施入保水剂+椰糠0.14 g+0.14 g、0.43 g+0.43 g、0.72 g+0.72 g,分别记为YB1、YB2、YB3;以无保水剂和椰糠为对照(CK),每处理6次重复。

第一作者简介:王燕(1979-),女,河南太康人,硕士,讲师,现主要从事园艺学教学与科研工作。E-mail:wysw119@163.com

基金项目:三亚市院地科技合作资助项目(2011YD27);琼州学院2012年度科研资助项目(QYQN201240)。

收稿日期:2013-05-16

将混入适量有机肥和复合肥的砖红壤装盆,每个盆中装土 2.5 kg,分别将不同剂量处理与等量(相应的保水剂量)细土混合均匀施入栽植穴内,将 3 叶 1 心的健壮“上海青”小白菜幼苗移栽到盆中,每盆 5 株,覆土 5 cm 左右,定植后浇透水,此后各处理管理条件一致。直到 4 周后的菜苗生长旺盛期(基本可以收获上市时)浇透水,然后停止浇水,进行水分胁迫试验直至植株死亡,在停止浇水后的第 2、4、8 天测定幼苗的各项生理指标,3 次重复,记录各处理死亡时间。

1.3 项目测定

叶绿素含量采用丙酮研磨提取法^[9]测定;根系活力采用氯化三苯基四氮唑法^[9]测定;游离脯氨酸含量采用磺基水杨酸提取法^[9]测定;丙二醛(MDA)含量采用巴比妥酸显色法^[9]测定。其中生理指标测定所用叶片为干旱后第 2、4、8 天分别从第 3、4、5 叶至全部完全叶混合进行的。

1.4 数据分析

利用 Excel 2007 和 DPS 13.5 软件进行数据分析和图表绘制,采用 LSD 法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同保水剂处理对“上海青”小白菜叶片叶绿素含量的影响

光合作用是植物生长的重要能量来源和物质基础,叶绿素作为植物进行光合作用的主要色素,其含量的多少对光合速率有直接的影响,也是反映植物叶片光合能力的一个重要指标。由图 1 可知,随干旱时间的持续,各处理叶绿素含量下降明显且变化一致;施用保水剂处理均高于 CK,随着干旱胁迫的加强,差异愈明显,其下降幅度为 CK>B1>B3>YB1>B2>YB2>YB3。以不做任何处理(CK)叶绿素含量下降幅度最大且含量最低,说明其耐旱性最差;YB3 的叶绿素含量不仅最高且

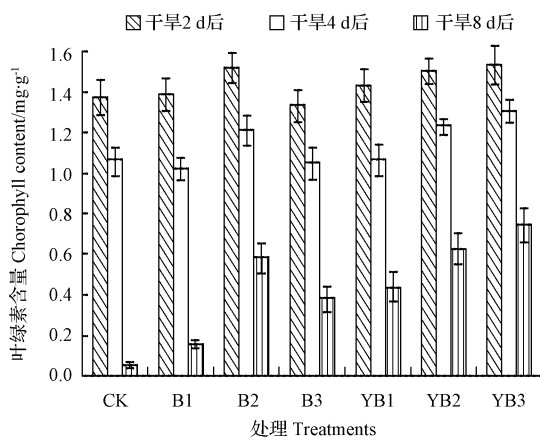


图 1 干旱胁迫对“上海青”小白菜叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effect of drought stress on chlorophyll content of *Brassica rapa* L.

下降幅度最小,即抗旱性最强;B2 的抗旱性高于 B3,说明当保水剂的量过多时,反而会抑制叶绿素的合成;YB1~YB3 叶绿素的含量是递增的且高于相应的单施保水剂处理,说明加入椰糠后缓解了 B3 的不良影响,耐旱性更佳。

2.2 不同保水剂处理对“上海青”小白菜根系活力的影响

根系活力泛指根系的吸收、合成、氧化和还原能力等,是一种客观地反映根系生命活动的生理指标,与植物的生长和产量的形成有密切关系。由图 2 可知,随干旱胁迫时间的延长,根系活力整体呈下降趋势,处理间的差异明显且变化趋势一致。说明在持续干旱胁迫时,根系的新陈代谢降低,导致根系活力逐渐降低;B2 的根系活力大于 B1、B3,加入椰糠后又开始上升,至 YB3 时达到最大值。可能是 B3 处理的保水剂过多影响土壤的透气性,进而引起根系活力下降,但加入椰糠使土壤变得疏松多孔,根系活力反而上升。干旱胁迫后根系活力下降幅度依次为 CK>B1>B3>YB1>B2>YB2>YB3。以不作任何处理(CK)根系活力最小且下降幅度最大,说明其受干旱的影响最大。YB3 的根系活力最强且下降幅度最小,说明此处理抗旱性较强,也说明保水剂特别是保水剂与椰糠的交互作用缓解了干旱胁迫所带来不利影响。

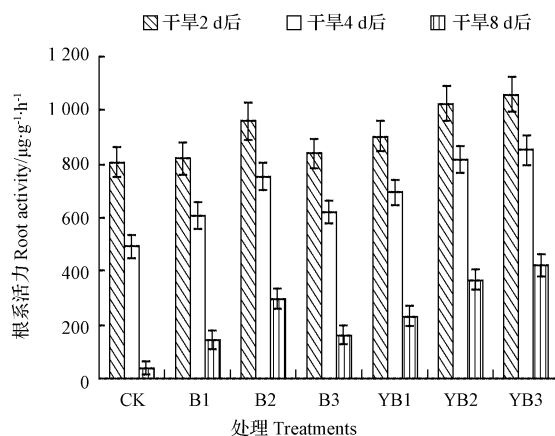


图 2 干旱胁迫对“上海青”小白菜根系活力的影响

Fig. 2 Effect of drought stress on root activity of *Brassica rapa* L.

2.3 不同保水剂处理对“上海青”小白菜游离脯氨酸的影响

脯氨酸是植物体内重要的渗透调节物质,在干旱等逆境条件下都会造成植物体内脯氨酸含量的增加,是植物对逆境胁迫的一种生理反应,叶片游离脯氨酸含量常常作为抗旱性鉴定指标之一。由图 3 可知,随着干旱胁迫时间的延长,各处理的游离脯氨酸含量增加且变化规律一致;CK 的游离脯氨酸含量最高,其次是 B1、YB1、

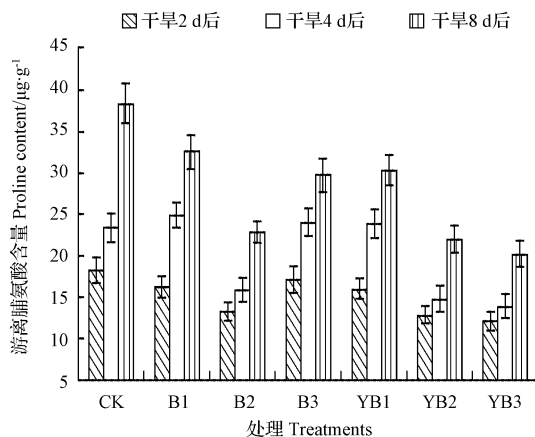


图3 干旱胁迫对“上海青”小白菜游离脯氨酸含量的影响

Fig. 3 Effect of drought stress on proline content of *Brassica rapa* L.

B3、B2、YB2、YB3。所以 CK 抗旱性最差, YB3 耐旱性最好, 其次是 YB2、B2。

2.4 不同保水剂处理对“上海青”小白菜丙二醛含量的影响

由图 4 可知, 随着干旱时间的持续, 各处理的 MDA 含量均上升且变化趋势一致, 同时施用保水剂处理的 MDA 含量明显低于 CK。CK、B1、B2、B3、YB1、YB2、YB3 的 MDA 含量在干旱 8 d 较干旱 2 d 上升幅度分别为 114.95%、104.35%、92.56%、103.06%、103.88%、91.99%、86.58%, 在干旱胁迫 8 d 后, B1、B2、B3、YB1、YB2、YB3 的 MDA 含量较 CK 分别降低 12.28%、24.28%、13.24%、19.81%、25.30%、29.64%, 可见在干旱胁迫下, CK 的 MDA 含量最高且增幅最大, 说明植物膜系统受损最大, 同时也表明其抗旱性最差, YB3 值最小且增幅最小, 膜系统受损最小, 其次是 YB2、B2、YB1、B3、B1。

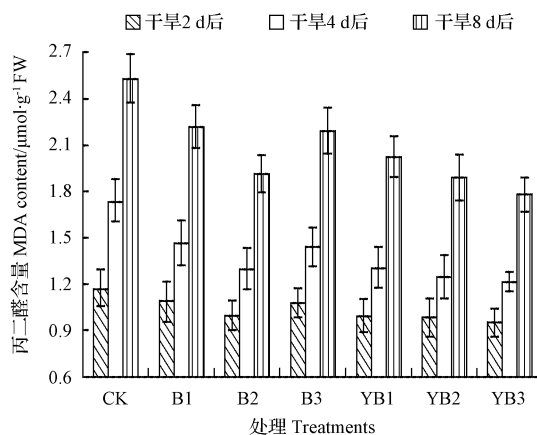


图4 干旱胁迫对“上海青”小白菜丙二醛含量的影响

Fig. 4 Effect of drought stress on MDA content of *Brassica rapa* L.

2.5 不同保水剂处理对“上海青”小白菜生存时间的影响

从图 5 可以看出, 施用保水剂处理的生存时间均高于 CK, 处理间达到差异显著水平; CK 处理的“上海青”存活时间最短, 为 9.33 d; YB3 处理的生存时间最长, 为 14.33 d, 其次 YB2 为 12.67 d。B1~YB3 的生存时间分别比 CK 延长 0.33、2.67、1.33、0.67、3.33、5.00 d。由此可见, 在干旱胁迫下, 施用保水剂能延长“上海青”的寿命, 保水剂与椰糠混合施用效果更显著, 二者均能有效缓解“上海青”受到的干旱危害, 增强其抗逆性。

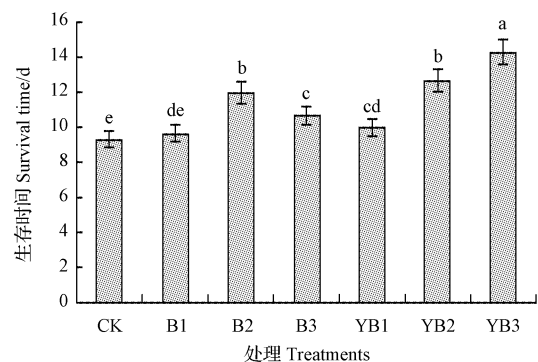


图5 干旱胁迫对“上海青”小白菜生存时间的影响

Fig. 5 Effect of drought stress on survival time of *Brassica rapa* L.

3 讨论与结论

干旱胁迫直接影响“上海青”小白菜的各项生理指标。当植物受旱时, 叶绿素生物合成受到抑制, 已形成的叶绿素分解加速, 使得叶绿素含量下降, 从而使植物的光合作用受到影响, 干旱的程度越严重, 下降的速度越快, 抗旱性较强的处理能维持较高的叶绿素含量^[5], 该试验中叶绿素含量下降幅度为 CK>B1>B3>YB1>B2>YB2>YB3。“上海青”小白菜的根系活力下降幅度依次为 CK>B1>B3>YB1>B2>YB2>YB3, 所以 CK 的根系活力最弱而且下降幅度最大, YB3 的根系活力最强且下降幅度最小, 说明在干旱胁迫下, 抗旱性强的处理能保持较强的根系活力, 从而维持正常水分吸收^[10-11]。随着干旱胁迫的加强, “上海青”小白菜各处理游离脯氨酸含量增加且变化趋势相同, 上升幅度依次为 CK>B1>YB1>B3>B2>YB2>YB3, 这与彭河忠^[6]和李林轩等^[12]研究结果相似。MDA 是植物脂质过氧化的产物, 是检测植物膜伤害程度的一个重要的指标, 其含量可以表示脂膜过氧化的程度^[13], “上海青”小白菜叶片中的 MDA 含量也符合 MDA 的积累与植物受干旱胁迫程度的严重性呈正相关性的规律^[14]。该试验结果表明 CK 受到的干旱最严重, 膜系统受到的伤害最大。保水剂处理的生存时间分别比 CK 的长。

综合试验结果发现, 在干旱胁迫下, 单施保水剂量在

45 kg/hm² 处理时,“上海青”的抗旱性最强,施用 15 kg/hm²,效果不明显,但当施用量为 75 kg/hm² 时,对“上海青”抗旱性有一定的抑制作用,使其抗性减弱,可能是因为过多的保水剂影响了土壤的理化性质,这与有些的研究结果一致^[15-16];当保水剂与椰糠混施时,75 kg/hm² + 75 kg/hm² 抗旱性最强,15 kg/hm² + 15 kg/hm²、45 kg/hm² + 45 kg/hm² 也都高于相应的单施水平,可能是加入椰糠后,能保持更多的水分同时使土壤变得疏松通气的结果,但加入椰糠的量是否最佳,也需要做进一步的分析。另外 15 kg/hm² 保水剂、15 kg/hm² 保水剂 + 15 kg/hm² 椰糠和 75 kg/hm² 保水剂差别不明显。

总之,在干旱胁迫下,在海南砖红壤上施用保水剂后均能不同程度地提高“上海青”小白菜各项生理特性,其中单施保水剂以 45 kg/hm² 处理最佳;如果与椰糠混施,以 75 kg/hm² + 75 kg/hm² 较适合。总之施用保水剂特别是与椰糠混施后能提高“上海青”小白菜的抗旱作用,可为海南冬春季节性干旱期进行蔬菜栽培提供理论依据。

参考文献

- [1] 宫丽丹,殷振华. 保水剂在农业生产上的应用研究[J]. 中国农学通报,2009,25(22):174-177.
- [2] Walker P, Kelley T. Solids, organicload and nutrient concentration reductions in swine waste slurry using a polyacrylamide(PAM)-aided slids flocculation treantment[J]. Water Research,2005,39:333-334.

- [3] 陈宝玉,王洪君,曹铁华,等. 干旱胁迫下保水剂对廊坊杨苗木光合性能的影响[J]. 土壤通报,2011,42(1):163-168.
- [4] 袁惠燕,包文华,方芳,等. 保水剂对土壤含水率与暖地型草坪草种子萌发的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(35):19979,19989.
- [5] 汤文光,唐海明,肖小平,等. 不同保水措施对南方季节性干旱区春玉米的影响[J]. 中国农业科技导报,2011,13(3):102-107.
- [6] 彭河忠. 干旱胁迫下保水剂对马蔺和鸢尾的影响[D]. 南京:南京林业大学,2012:29.
- [7] 相宗国,赵瑞,陈俊琴. 不同粉碎度的椰糠基质对黄瓜穴盘苗生长发育及其质量的影响[J]. 中国蔬菜,2012(14):65-69.
- [8] 狄文伟,赵瑞,张婷,等. 基于椰糠的基质配比对袋培黄瓜生长的影响[J]. 湖北农业科学,2008,47(4):440-442.
- [9] 萧浪涛,王三根. 植物生理学技术[M]. 北京:中国农业出版社,2005:65-67,112-113.
- [10] 董守坤,赵坤,刘丽君,等. 干旱胁迫对春大豆叶绿素含量和根系活力的影响[J]. 大豆科学,2011,30(6):949-953.
- [11] Nazapli H,Zapdashti P. The effect of drought stress and super absorbent polymer(A200) on agronomical traits of sunflower(*Helianthus annuus* L.) under field condition[J]. Cercetari Agronomice in Moldova,2010(3):5-14.
- [12] 李林轩,唐美琼,梁莹,等. 广豆根幼苗对干旱胁迫的生理响应[J]. 北方园艺,2012(10):181-183.
- [13] 王存纲,郭丽. 水分胁迫对大岩桐生理生化指标的影响[J]. 浙江农业科学,2013(1):35-37,43.
- [14] 卜楠,俞丽蓉,马万里,等. 不同水分条件下沙漠豆生理指标的变化[J]. 中国水土保持科学,2012,10(6):77-81.
- [15] 杜建军,李永胜,崔英德,等. 不同保水剂及用量对砂培黄瓜幼苗生长和水分利用效率的影响[J]. 中国农学通报,2006,22(11):472-476.
- [16] 王春雨,魏珉,董传迁,等. 保水剂不同用量对番茄穴盘苗生长及生理特性的影响[J]. 山东农业科学,2010(7):36-38.

Effects of SAP and SAP Mixed Coir Pith on Physiological Characteristics of *Brassica rapa* L. ‘Shanghaiqing’ Under Drought Stress

WANG Yan,LIU Shu-wei

(College of Biological Science and Technology,Qiongzhou University,Sanya,Hainan 572022)

Abstract: Taking polyacrylamide type water retention agent as material,*Brassica rapa* L. ‘Shanghaiqing’ as study object, different doses of SAP polycrylamide and SPA polycrylamide mixed coir pith were applied to seedling of *Brassica rapa* L. ‘Shanghaiqing’ to study its physiological characteristics under drought stress,in order to provide references for SAP that used rationally on vegetable cultivation in Hainan’ brick-red soil during seasonal drought. The results showed that the treatments of SAP and SAP mixed coir pith were better than CK, which chlorophyll content and root activity decreased with the strengthening of drought,the order was CK>B1(15 kg/hm² SAP)>B3(75 kg/hm² SAP)>YB1(15 kg/hm² SAP+15 kg/hm² coir pith)>B2(45 kg/hm² SAP)>YB2(45 kg/hm² SAP+45 kg/hm² coir pith)>YB3(75 kg/hm² SAP+75 kg/hm² coir pith), and the content of proline and MDA increased with the strengthening of drought,the order was CK>B1>YB1>B3>B2>YB2>YB3 and CK>B1>B3>YB1>B2>YB2>YB3 respectively, and B1~YB3 survival time were extended by 0.33,2.67,1.33,0.67,3.33,5.00 days. So B2(45 kg/hm²) that single application of SAP was best to resist the drought for ‘Shanghaiqing’ and was cultivated in brick-red soil of Hainan,and YB3(75 kg/hm² SAP+75 kg/hm² coir pith) was more suitable if SAP mixed coir pith.

Key words: super absorbent polymer(SAP);drought stress;*Brassica rapa* L. ‘Shanghaiqing’;physiological index