

“沫润”抗旱营养缓释剂对马铃薯生长和产量的影响

张 潘¹, 徐福利^{1,2}, 汪有科^{1,2}, 于钦民²

(1. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 为了提高干旱半干旱地区马铃薯的出苗率和产量, 采用田间试验方法进行了“沫润”抗旱营养缓释剂穴施、浸种对马铃薯生长和产量的影响试验, 研究了缓释剂固态水施入土壤对马铃薯块茎大小的影响。结果表明, “沫润”抗旱营养缓释剂穴施、浸种极显著地提高了马铃薯的出苗率 ($p < 0.01$), 都比对照提高了 76.2%; 马铃薯的植株高度比对照增加 21.8%~44.5%, 均达到极显著水平 ($p < 0.01$), 生育前期根冠比偏低比较有利, 可以为后期马铃薯块茎的生长和物质的积累提供有利条件; 施用缓释剂使马铃薯产量增加 12.4%~16.7%, 但没达到显著水平 ($p > 0.05$)。“沫润”抗旱营养缓释剂固态水施入土壤, 减少了直径小的马铃薯的数量, 增加了直径大者的数量, 使得马铃薯块茎的平均直径增大, 商品性增加。“沫润”缓释剂提高了马铃薯的出苗率和产量, 固态水的使用提高了水分利用率和马铃薯的商品性。

关键词: 马铃薯; 抗旱营养缓释剂; 生长; 产量; 缓释剂

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)01-0251-04

中图分类号: S532

Effects of Murun Drought Resistance and Nutrition Slow-release Agent on Growth and Yield of Potato

ZHANG Pan¹, XU Fu-li^{1,2}, WANG You-ke^{1,2}, YU Qin-min²

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to improve the seed germination rate and yield of potato in arid and semi-arid area, a field plot experiment was performed to find which is optimal for hole-use and seed soaking applications of the Murun drought resistance and nutrition slow-release agent (MDRNSA), and analyze the effects of sustained release agent (SRA) application on the growth and yield of potato. The effect of SRA solid water application on the potato tuber size was also investigated. Results showed that both the hole-use and seed soaking applications improved potato seed germination rate very significantly ($p < 0.01$), with an increment of 76.2% in contrast to control. The height of potato plant was promoted by 21.8%~44.5% more than that in control and the difference was significant between the two applications ($p < 0.01$). The lower ratio of root to shoot in the early stage of growth provided a favorable condition for the growth of potato tuber and the accumulation of substances in the late stage of growth. The potato yield was promoted by 12.4%~16.7% more than that in CK, but the increment was not significant ($p > 0.05$). With the way of solidification, the number of small potato decreased, the number of big potato increased, the average diameter of potato tuber increased, and the marketability of potato rose. It follows from the research that SRA improved the yield and seed germination rate of potato and the use of solid water increased water use efficiency and the marketability of potato.

Keywords: potato; drought resistance and nutrition slow-release agent; growth; yield; sustained release agent

中国是一个水资源严重不足的国家, 水资源已经成为制约中国农业可持续发展的重要因素。西北干

旱地区缺水更为严重, 极大地制约着经济的可持续发展, 因此, 要实现农业的可持续发展就必须提高水资

收稿日期: 2012-03-05

修回日期: 2012-03-19

资助项目: “十二五”国家科技支撑计划项目“农业高效用水精量控制技术与产品”(2011AA100503)

作者简介: 张潘(1985—), 男(汉族), 山东省济宁市人, 硕士研究生, 主要研究方向植物营养。E-mail: zhangpan_5150@163.com。

通信作者: 徐福利(1958—), 男(汉族), 陕西省富平县人, 博士, 研究员, 主要从事植物营养与施肥原理研究工作。E-mail: xfl-163@163.com。

源的利用率。马铃薯在我国半干旱地区农业生产中占据重要地位,如何提高其产量和品质是非常重要的研究课题。马铃薯对水分非常敏感,土壤水分不足和降雨稀少是限制马铃薯生长、产量和品质的重要因素,研究保墒和提高水分利用效率是提高马铃薯产量和品质的重要手段^[1-2]。

保水剂(super absorbent polymer, SAP)技术的快速发展为水分利用率的提高创造了条件,是缺水地区不可缺少的辅助剂。降雨或灌溉后保水剂吸收大于自身重量的几百甚至上千倍的水分,土壤水分降低后保水剂就会缓慢地释放水分,使作物可以不断地吸收到水分,这是植物健康生长不可缺少的必要前提^[3-8]。保水剂可以改良土壤结构,调节土壤固液气 3 者的比例,减少水分流失,并且不会对作物产生危害^[9-16]。但保水剂的成本高,对土壤性质也有一定的要求,长期施用保水剂是否安全等都使其在农业生产应用中受到限制^[17-20]。

北京鸿森鹏程生态农业科技股份有限公司研制出一种耐盐碱、低成本和高吸水性的有机—无机复合抗旱营养缓释剂(简称缓释剂),这是一种特殊的保水剂,即可保水,又可为植物的生长提供营养,解决了保水剂很多限制条件,使抗旱营养缓释剂的应用更加广泛。

本研究针对半干旱地区马铃薯种植区出苗率低和块茎大小不均进行了田间试验,目的是判定北京鸿森鹏程生态农业科技股份有限公司生产的缓释剂对马铃薯的生长和产量产生怎样的效果,是否可以提高马铃薯的出苗率和增加马铃薯的商品性,从而为马铃薯的增产增收提供依据,为干旱半干旱地区抗旱节水技术的应用推广提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2011 年 5—10 月在陕西省延安市宝塔区柳林镇飞马河村的旱台地进行,试验地位于陕西省北部,北纬 36°20′—36°55′,东经 109°00′—109°45′。平均海拔 1 000 m 左右,年平均气温 9.4 °C,年降水量 550 mm 左右,年无霜期 170~186 d,年日照 2 300~2 700 h,≥10°C 的积温 3 293 °C,太阳年辐射总量 541.59 kJ/cm²。土壤以黄绵土为主,肥力较差。0—20 cm 土壤有机质 0.56%,全氮 0.5 g/kg,速效磷 5~10 mg/kg,速效钾 70~100 mg/kg,土壤容重 1.28 mg/cm,田间持水量为 23.65%。

1.2 试验材料

试验农作物为马铃薯,马铃薯品种为紫花白(黑

龙江省农科院马铃薯研究所育成),由榆林市农业科学研究所提供。“沫润”抗旱营养缓释剂为北京鸿森鹏程生态农业科技股份有限公司提供的有机—无机复合保水剂,是一种白色粉末状干剂。

1.3 试验方法

播种前施用基肥,施 P 肥(过磷酸钙,含 P₂O₅ ≥ 12%) 750 kg/hm²。田间小区面积 3 m×3 m。试验分为 2 部分,第 1 部分试验采用浸种(I)、穴施(II)和对照(CK)3 个处理,重复 3 次,共 9 个小区;第 2 部分试验采用固态水埋入土壤和对照(CK)2 个处理,重复 3 次,共 6 个小区,其中第 2 部分的对照中加入相同量的不加缓释剂的固态水。小区采用随机排列。试验采用垄沟种植,行距 40 cm,株距 30 cm。水分控制为自然降水。固态水是缓释剂加水冰冻固化形成的,是保水剂应用方式的一种创新,配方为缓释剂与水的比例为 1:800。具体施用方法是,在马铃薯植株高度生长到 15 cm 左右后,在植株周围挖 2 个小洞,把冰冻好的固态水施入,用土填埋好,施用量为 1 m²用保水剂 3 g。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 马铃薯生长指标 株高用直尺测量,生物量用称重法。

1.4.2 马铃薯经济产量指标 按小区实际产量计马铃薯块茎鲜重产量,统计每个小区马铃薯数量,用游标卡尺测量块茎直径,并换算成单位面积产量。

1.5 数据处理

用 Excel 做图形,用 SPSS Statistics 17.0 进行单因素方差分析(one-way ANOVA)。

2 结果与分析

2.1 “沫润”抗旱营养缓释剂对马铃薯出苗率的影响

土壤水分含量的高低直接影响马铃薯的出苗率。与对照相比(表 1)，“沫润”抗旱营养缓释剂穴施、浸种极显著地提高了马铃薯的出苗率($p < 0.01$),而穴施和浸种之间对马铃薯的出苗率效果相同,都比对照提高了 76.2%,解决了干旱半干旱地区马铃薯出苗率低的问题。在干旱地区,只要保证出苗,就保证有 1/2 的收成,说明保证出苗的重要性。施用适量的缓释剂,可以为马铃薯的发芽提供良好的局部环境,原因是适宜的缓释剂可以减小地温的变化,可以调节土壤固、液、气三者的比例^[21-22],并且缓释剂还为马铃薯的发芽提供了充足的水源。温度适宜和水分充足是提高马铃薯出苗率的主要原因。

表 1 不同处理对马铃薯出苗率、株高和产量的影响

处理	出苗率/%	株高/cm	产量/(kg·hm ⁻²)
对照	54.6±6.5Bb	22.0±1.6Aa	24 997.5±943.2Aa
浸种	96.2±2.2Aa	26.6±2.1Bb	28 102.5±3 100.3Aa
穴施	96.2±2.4Aa	31.8±2.3Cc	29 187.5±3 200.6Aa

注:不同小写字母表示差异达 5% 显著水平;不同大写字母表示差异达 1% 显著水平。下同。

2.2 “苾润”抗旱营养缓释剂对马铃薯株高的影响

“苾润”抗旱营养缓释剂不仅可以促进出苗,也能促进生长。从表 1 可以看出,“苾润”抗旱营养缓释剂极显著地增加了马铃薯的株高($p < 0.01$),缓释剂浸种的植株高度比对照平均增加 21.8%,穴施增加的平均高度为 44.5%,浸种和穴施之间也达到了极显著水平($p < 0.01$)。这说明缓释剂不论是浸种还是穴施,都对马铃薯的生长有利,并且穴施的效果更佳,原因是穴施能大面积地改变土壤水分状况,增加土壤养分,从而促进根的生长,使植株吸收到充足的水分和养分,为马铃薯前期地上植株的生长提供了有利的条件。地上植株高大,枝叶繁茂,增大了接受阳光照射的面积,接受到更多的光照,从而增加了光合作用,大量的累积有机物质,为后期地下马铃薯块茎的生长提供了必要的条件,为马铃薯增产提供了保障。廖佳丽等^[23]的研究也表明,马铃薯的生育前期根冠比偏低较好,这样才能为后期地下块茎的生长及物质的积累创造良好的条件。

2.3 “苾润”抗旱营养缓释剂对马铃薯产量的影响

“苾润”抗旱营养缓释剂穴施、浸种对马铃薯产量的影响结果见表 1 和图 1。可以看出“苾润”抗旱营养缓释剂增加了马铃薯的产量,其中浸种增加了 12.4%,每 1 hm² 平均增产 3 105.0 kg,而穴施增加了 16.7%,每 1 hm² 平均增产 4 190.0 kg,说明土壤施入缓释剂的效果要比浸种更佳,但与对照相比都没有达到显著水平($p > 0.05$)。“苾润”抗旱营养缓释剂穴施、浸种都增大了马铃薯的块茎,试验中直径 ≥ 10 cm 的商品薯产量所占比例高,原因地上植株高大提供了良好的光合作用,为马铃薯的块茎细胞分裂和体积增大提供了充足的能量,并且本缓释剂还可以释放营养,缓解了马铃薯生育后期肥料不足的问题^[22,24]。总的来说,缓释剂的使用增加了马铃薯的产量,也增加了其商品性,为农民的增收致富提供了保障。

2.4 “苾润”抗旱营养缓释剂固态水对马铃薯块茎的影响

使用“苾润”抗旱营养缓释剂固态水对马铃薯块茎的影响结果见图 2—3。图 2 表明使用缓释剂加水

固化形成的固态水,马铃薯的块茎平均直径增加了 12.1%,其商品性显著提高。从图 3 可以看出,对照比施用固态水的马铃薯块茎的数量多。但是对照中马铃薯块茎直径小的产品数量多,导致平均直径小,大小不均匀,商品性差,而施用含有缓释剂的固态水使得马铃薯块茎直径小的产品减少,平均直径大的马铃薯数量增多,相对均匀,经济效益增加。缓释剂固态水的作用是在冰冻过程中可以充分的吸水,消除了干旱地区保水剂吸不到水或吸水不充足的弊端。相对于灌溉来说,固态水明显减少了水量,并能最大化地利用水分,从而提高水分的利用率。本试验马铃薯商品性增加的可能原因就是植株后期的生长不受水分和养分的限制,从而使植株的枯萎延迟,马铃薯块茎淀粉的积累期增加,导致马铃薯平均直径增大^[2,16,23-24]。关于马铃薯数量减少的原因可能是缓释剂对土壤环境的改变引起的,也有可能缓释剂会对植物产生直接影响,或者是两者共同的作用,这还需要进一步的试验研究。

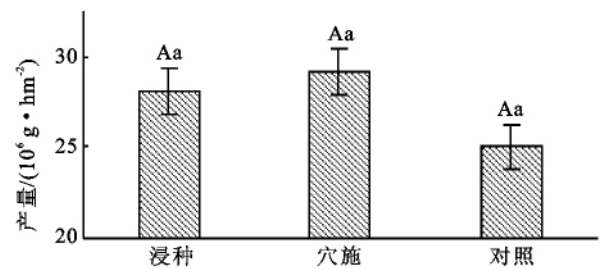


图 1 不同处理对马铃薯产量的影响

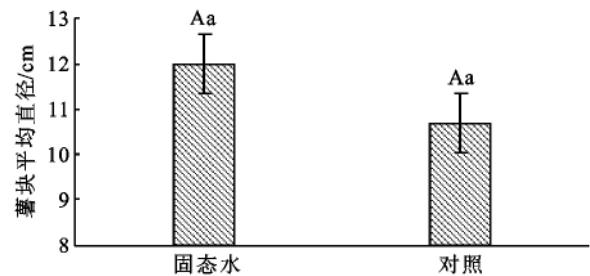


图 2 不同处理对薯块平均直径的影响

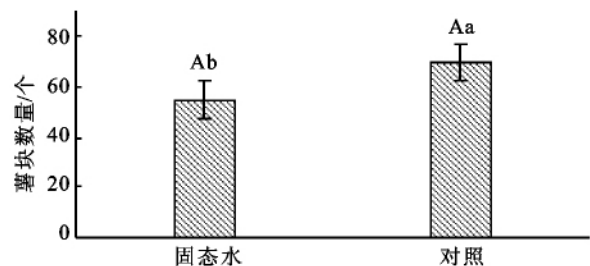


图 3 不同处理对每个小区薯块数量的影响

3 结论

“莎润”抗旱营养缓释剂穴施、浸种和固态水对马铃薯生长和产量产生了影响,具体表现有以下几点:应用“莎润”抗旱营养缓释剂极显著地提高了马铃薯的出苗率($p < 0.01$),都比对照提高了 76.2%;采用缓释剂浸种和穴施,马铃薯的植株高度比对照增加了 21.8%~44.5%,都达到了极显著水平,浸种和穴施之间也达到了极显著水平($p < 0.01$),生育前期根冠比偏小比较好,为后期马铃薯块茎的生长和物质的积累提供了保障;使用缓释剂使马铃薯产量增加 12.4%~16.7%,但没有达到显著水平($p > 0.05$),直径 ≥ 10 cm 的商品薯产量所占比例高。使用缓释剂加水固化形成的固态水,减少了直径小的马铃薯数量,增加了直径大的马铃薯的数量,提高了马铃薯的块茎平均直径,增加了其商品性。总的来说,本缓释剂提高了马铃薯的出苗率和产量,固态水的使用提高了水分利用率和马铃薯的商品属性,建议缓释剂穴施使用。

保水剂是调节土壤水分,改善植物根系水分环境的有效方法,对作物生长有明显的作用,国内外在这方面进行了大量的试验研究法^[2-4,7-8]。但是,由于保水剂生产过程中费用成本高,销售的保水剂的价格较高,影响了保水剂的应用推广。北京鸿森农业生态科技有限公司研制的“莎润”抗旱营养缓释剂生产成本低,再通过变成固态水,充分发挥了保水剂的吸水倍数,消除了在没有水的条件下,保水剂作用减小的弊端,所以应加大对固态水技术的研究。

[参 考 文 献]

- [1] Belanger G, Walsh J R, Richards J E, et al. Tuber growth and biomass partitioning of two potato cultivars grown under different N fertilization rates with and without irrigation[J]. American Journal of Potato Research, 2001, 78(2): 109-117.
- [2] Wu Lan, Liu Mingzhu, Liang Rui. Preparation and properties of a double-coated slow-release NPK compound fertilizer with superabsorbent and water-retention[J]. Biore-source Technology, 2008, 99(3): 547-554.
- [3] 马换成, 罗质斌, 陈义群, 等. 保水剂对土壤养分的保蓄作用[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(4): 404-407.
- [4] 孙宏义, 李芳, 杨新民, 等. 保水剂处理土壤的抗风蚀性能研究[J]. 中国沙漠, 2005, 25(4): 618-622.
- [5] 迟永刚, 黄占斌, 李茂松. 保水剂与不同化学材料配合对玉米生理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(6): 132-136.
- [6] Wallance A. Polysaccharide(GUAR) as a soil conditioner[J]. Soil Science, 1986, 141(5): 371-376.
- [7] 刘瑞风, 张俊平, 王爱勤. PAM-atta 复合保水剂的保水性能及影响因素研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(9): 47-50.
- [8] 杨红善, 刘瑞风, 张俊平, 等. PAM-atta 复合保水剂对土壤持水性及其物理性能的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(3): 38-41.
- [9] 刘煜宇, 马换成, 黄金义. 保水剂与肥料交互作用对石楠抗旱效应的影响[J]. 西南林学院学报, 2005, 25(3): 10-13.
- [10] Alasdair B. Superabsorbents improve plant survival[J]. World Crops, 1984, 36(12): 7-10.
- [11] 黄占斌, 夏春良. 农用保水剂作用原理研究与发展趋势分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(5): 104-106.
- [12] 王秀荣, 祁正显, 李永良. 保水剂在寒旱高原黄土丘陵区退耕还林中的应用[J]. 青海农林科技, 2005(3): 71-73.
- [13] 刘世亮, 寇太记, 介小磊, 等. 保水剂对玉米生长和土壤养分转化供应的影响研究[J]. 河南农业大学学报, 2005, 39(2): 146-150.
- [14] Michael S, Johnson M S. The effect of gel-forming polyacrylamides on moisture storage in sandy soil[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1984, 35(11): 1196-1200.
- [15] 赵瑞, 张玉龙, 须辉, 等. 保水剂在蔬菜基质育苗中的应用研究(1): 保水剂对黄瓜穴盘苗基质水分状况及秧苗的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(8): 252-255.
- [16] 潘伙川. 抗旱保水剂在旱地花生和甘薯轮作制上的应用试验[J]. 农产品加工学刊, 2005(6/7): 114-115.
- [17] 王启基, 王文颖, 景增春, 等. 保水剂对江河源区退化草地土壤水分和植物生长发育的影响[J]. 草业科学, 2005, 22(6): 52-57.
- [18] 高风文, 罗盛国, 姜伯文. 保水剂对土壤蒸发及玉米幼苗抗旱性的影响[J]. 东北农业大学学报, 2005, 36(1): 11-14.
- [19] 尹艳, 余红英, 尹国强, 等. 大田超甜玉米施用保水剂效应的研究[J]. 湖北农业科学, 2004(5): 46-47.
- [20] 黄占斌, 朱元骏, 李茂松, 等. 保水剂聚丙烯酸钠不同施用方法对玉米生长和水分利用效率的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 35(5/6): 576-579.
- [21] Bake S W. The effect of polyacrylamide copolymer on the performance of *Lolium perenne* L turf grown a sand root zone [J]. Journal of Sports Turf Research Institute, 1991, 67: 66-82.
- [22] Johnson M S. The effects of gel-forming polyacrylamides on moisture storage in sandy soil[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1984, 35(11): 1196-1200.
- [23] 廖佳丽, 徐福利, 赵世伟. 不同保水剂对宁南山区马铃薯生长和产量的影响[J]. 西北农业学报, 2009, 18(1): 238-242.
- [24] 杜社妮, 白岗栓, 赵世伟, 等. 沃特和 PAM 保水剂对土壤水分及马铃薯生长的影响研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(8): 72-78.