

网络出版日期:2017-10-18

网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1220.S.20171018.1733.012.html

保水剂施用方式对土壤含水量和微生物生物量及马铃薯产量的影响

李倩^{1,2}, 巴图¹, 李玉龙³, 谢磊², 刘景辉¹, 于卓¹, 申逸杰¹

(1. 内蒙古农业大学, 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古自治区农牧业厅, 呼和浩特 010011;

3. 乌兰察布市高级技工学校, 内蒙古集宁 012000)

摘要 采用穴施、沟施聚丙烯酰胺型(PAM)保水剂和聚丙烯酸钾型(PAA-K)保水剂,对马铃薯根际不同生育时期、不同土层土壤体积含水量、土壤微生物生物量碳、氮质量分数和马铃薯产量进行研究。结果表明:穴施保水剂较大幅度提高横向和纵向土壤体积含水量,沟施处理次之,且施用PAM的效果好于PAA-K。土壤微生物生物量碳、氮质量分数随土层深度的递增逐渐降低,穴施PAM和PAA-K明显提高土壤微生物生物量碳、氮质量分数,整体表现为穴施PAM>穴施PAA-K>沟施PAM>沟施PAA-K>CK(不施保水剂)。穴施、沟施保水剂处理明显地降低马铃薯小薯率,提高马铃薯产量和商品薯率,并且施用PAM的效果好于PAA-K,穴施的效果好于沟施。穴施PAM、PAA-K处理分别较CK产量提高12.07%和10.44%,沟施PAM、PAA-K处理的产量分别较CK提高7.38%和5.22%。马铃薯成熟期,土壤微生物生物量碳与土壤微生物生物量氮质量分数、产量及商品薯率呈极显著正相关;土壤体积含水量与土壤微生物生物量氮、土壤微生物生物量碳质量分数及产量呈显著正相关。穴施保水剂处理有效地提高土壤体积含水量及土壤微生物生物量碳、氮质量分数,显著提高马铃薯产量和商品薯率,效果优于沟施处理和CK,且穴施PAM效果最好。

关键词 保水剂;马铃薯;土壤微生物生物量;产量

中图分类号 S156.2

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2017)10-1453-08

内蒙古马铃薯种植面积占全国的10%以上,是中国重要的马铃薯主产区之一,受水资源的限制,西部旱作区80%左右为平作^[1]。在水资源短缺地区,提高水分有效利用率是农业可持续发展的重要问题。保水剂作为一种吸水能力特别强的高分子材料^[2],可降低蒸发,提高土壤含水率^[3],具有较强的保水和提供植物水分的能力^[4]。已有研究表明^[5-6],施用保水剂能够提高土壤持水量,相同水势下随保水剂用量增加各处理含水量明显增加;施用保水剂使得土壤水分波动范围较小,在干旱时能持续供水,比较稳定,且可以降低水分亏缺,有较好的保水效果,施用保水剂1a后,较对照土壤含水量增加0.7%~3.1%。保水剂对土壤微生物量有一定的影响^[7],施用保水剂对增大土壤空隙有积极的作用,进而促进土壤微生物的增加,保水剂高施用量情况下微生物量比无保水剂条件下明显减小^[8]。关于施用保水剂可提高马

铃薯产量的研究已有一些报道,黄占斌等^[9]研究表明,穴施保水剂可使马铃薯增产16%;王栓全等^[10]研究表明,施用保水剂可使马铃薯产量提高31.2%,大薯率提高21.7%。武继承等^[11]和刘殿红等^[12]研究表明45~60 kg/hm²保水剂施用量最为合适,并在产品示范田取得明显效益,然而对施用保水剂后作物根系附近横向和纵向不同土层土壤含水率和土壤微生物生物量的影响的研究报道较少。因此,本试验研究2种不同保水材料作用下马铃薯不同生育时期不同土层横向和纵向土壤含水率、微生物量及马铃薯产量的变化,为筛选合适的保水材料和作用方式在旱作马铃薯上的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在内蒙古四子王旗坡底村。该区地

收稿日期:2016-10-09 修回日期:2016-11-12

基金项目:国家自然科学基金(31360321);内蒙古自治区自然科学基金(2014BS0317);博士后基金项目。

第一作者:李倩,女,博士,从事马铃薯抗旱生理研究。E-mail:liqiancf@163.com

通信作者:刘景辉,男,博士,教授,博士生导师,主要从事耕作制度与农业生态系统研究。E-mail:cauljh@163.com

处内蒙古自治区中部,干旱、少雨、多风、且蒸发量大。年均降水量 110~350 mm,年均气温 1~6 °C,年平均无霜期 108 d。土壤含沙量大且疏松,植被拦截能力差,土质为淡栗钙土、棕钙土。土壤全氮 0.77 g/kg,碱解氮 89.90 mg/kg,全磷 0.80 g/kg,有效磷 18.10 mg/kg,全钾 19.94 g/kg,速效钾 97.00 mg/kg,有机质 20.22 g/kg。

1.2 试验材料

试材为马铃薯(‘大西洋’),由中加农业生物科技有限公司提供。供试保水剂为白色颗粒聚丙烯酰胺(PAM)和白色粉聚丙烯酸钾(PAA-K),分别购自东营华业新材料有限公司和唐山博亚公司。

1.3 试验设计

试验于 2015 年 5 月—10 月进行,5 月 25 日播种。试验设不施保水剂为对照、沟施聚丙烯酸钾、沟施聚丙烯酰胺、穴施聚丙烯酸钾、穴施聚丙烯酰胺保水剂 5 种处理,分别用 CK、FPAA-K、FPAM、HPAA-K、HPAM 表示。沟施的方法为播前开 15 cm 深的沟均匀撒入保水剂(保水剂与干土以体积比为 1:5 混合),再施肥播种;穴施保水剂的方法为播前挖 15 cm 深的穴,集中施入保水剂(保水剂与干土以体积比为 1:5 混合),再施肥播种马铃薯。马铃薯复合肥用量为 750 kg/hm² [$w(N):w(P_2O_5):w(K_2O)=17:6:22$],保水剂施用量为 60 kg/hm²。小区面积 28 m²,每小区 20 行,行距 50 cm,株距 35 cm,重复 3 次,随机区组排列。不灌水,利用自然降水供水,田间管理同大田。

1.4 测定指标及方法

在马铃薯苗期(6 月 20 日)、块茎形成期(7 月 15 日)、块茎膨大期(8 月 5 日)、淀粉积累期(8 月 20 日)、成熟期(9 月 14 日)使用土壤体积含水量测定仪测定马铃薯根部 15 cm 土层的土壤体积含水量;采集距土壤表面 0~40 cm(0~10 cm、10~20 cm、20~40 cm)土层新鲜土壤样品过 2 mm 筛后,放在阴凉处风干,然后剔除植物残体和其他杂物后,采用氯仿熏蒸 K₂SO₄ 提取方法^[13]测定土壤微生物生物量碳、氮质量分数,重复 3 次。在马铃薯块茎膨大期(8 月 5 日)使用土壤水分测定仪测定马铃薯株距方向 0~15 cm(0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm)、距土壤表面 0~60 cm(0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm、15~20 cm、20~25 cm、25~30 cm、30~40 cm、40~60 cm)土壤体积

含水量。

马铃薯成熟后收获,每小区取 10 m² 测定产量,计算商品薯率、中薯率和小薯率,重复 3 次。

1.5 数据处理

采用 Excel 2003 处理数据并作图,用 SAS 9.0 软件进行方差分析和相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同保水剂施用方式对土壤体积含水量的影响

由图 1 可知,随生育时期的推进,土壤体积含水量呈现“降—升—降—升”的变化趋势。马铃薯苗期至块茎形成期,气温逐渐上升,降雨偏少,地表蒸腾使土壤体积含水量降低,块茎形成期之后降水逐渐增多,土壤体积含水量逐渐增加,块茎膨大期值达到最高,淀粉积累期略有降低,至成熟期达第 2 个峰值。施用保水剂处理增加了土壤体积含水量。块茎膨大期时,HPAM 处理的土壤体积含水量显著高于其他处理,HPAA-K 次之,且 HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的土壤体积含水量分别较 CK 提高 43.01%、33.87%、29.57% 和 9.14%;淀粉积累期,HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的土壤体积含水量分别较对照提高 29.20%、26.28%、24.09% 和 17.52%。HPAM 提高土壤体积含水量的幅度最大,HPAA-K 较大,FPAM、FPAA-K 次之,均高于 CK。可见,穴施保水剂较大程度地提高土壤体积含水量,沟施处理提高土壤体积含水量的幅度次之,且施用保水剂 PAM 提高土壤体积含水量的效果好于 PAA-K。

如图 2 所示,随土层深度的加深土壤体积含水量逐渐增加,深度达到 40 cm 后土壤体积含水量变化趋缓,HPAM 和 HPAA-K 处理降低幅度较小。随着远离施入保水剂的位置,土壤体积含水量逐渐降低,即距离植株 15 cm 处的土壤体积含水量<距离植株 10 cm 处的土壤含水量<距离植株 5 cm 处土壤含水量。15 cm 土层深度处,距离植株 5 cm 处,土壤体积含水量的大小顺序为 HPAM>HPAA-K>FPAM>FPAA-K>CK,HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的土壤体积含水量分别较 CK 高 55.88%、41.76%、25.88% 和 13.53%;距离植株 10 cm 处,HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的土壤体积含水量分别比 CK 高出 55.88%、41.76%、25.88%

和 13.53%; 距离植株 15cm 处, HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的土壤体积含水量分别较 CK 高 58.50%、29.93%、23.13% 和 18.37%。HPAM 最大程度地提高土壤体积含水

量, HPAA-K 较大, FPAM、FPAA-K 次之, 均高于对照。可见, 穴施保水剂较大程度地提高了土壤体积含水量, 沟施处理次之, 且施用保水剂 PAM 比 PAA-K 提高土壤体积含水量的效果好。

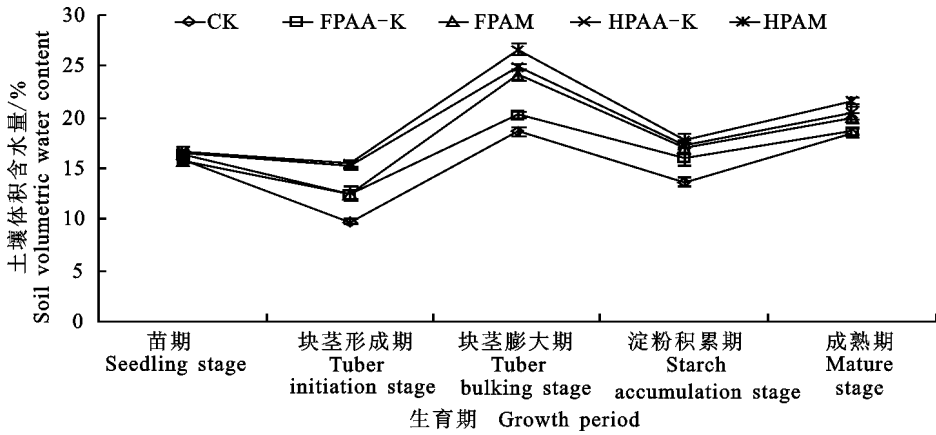


图 1 不同处理下不同生育时期的土壤体积含水量

Fig. 1 Soil volumetric water content at different growth stages under different treatments

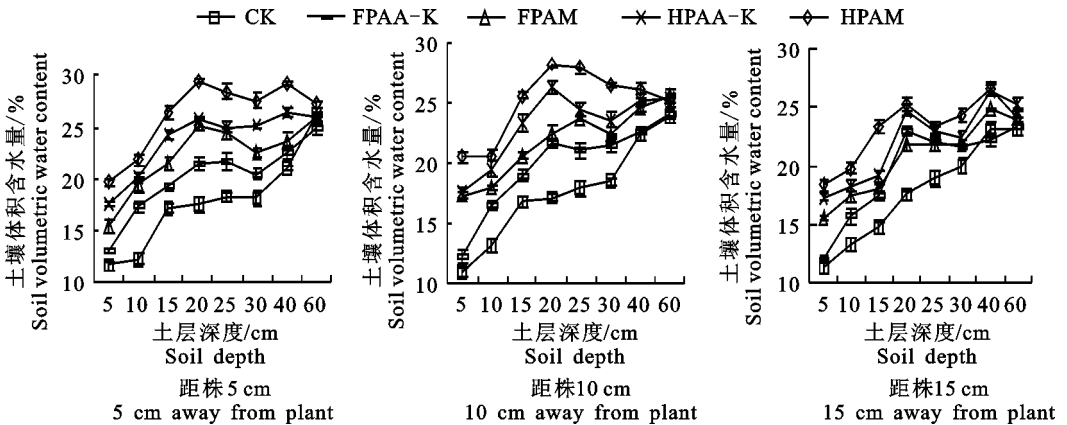


图 2 不同处理下不同株距的土壤体积含水量

Fig. 2 Soil volumetric water content of different planting distance under different treatments

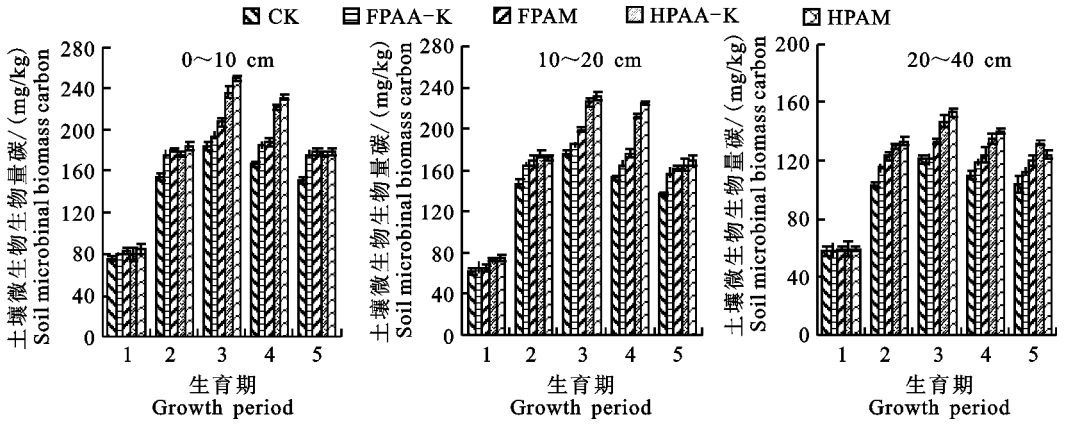
2.2 不同保水剂施用方式对土壤微生物生物量碳的影响

土壤微生物生物量碳是土壤有机质转化和分解的动力, 是土壤养分的重要来源, 可反映土壤养分有效状况和生物活性, 常作为土壤对环境响应的指示指标^[14]。由图 3 可知, 土壤微生物生物量碳质量分数随土层深度的递增逐渐降低, 随生育时期的推进先升后降, 马铃薯块茎膨大期值最高。马铃薯各生育时期, 土壤微生物生物量碳质量分数整体表现为 HPAM > HPAA-K > FPAM > FPAA-K > CK。块茎膨大期, 0~10 cm 土层, HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的土壤微生物生物量碳质量分数分别较 CK 提高

35.87%、28.26%、13.04% 和 5.80%; 10~20 cm 土层, HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的值分别较 CK 提高 31.17%、27.71%、13.01% 和 4.70%; 20~40 cm 土层, HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的值分别较 CK 提高 26.47%、21.49%、9.92% 和 0.00%。块茎膨大期, 0~10 cm 土层、10~20 cm 土层 CK 处理的土壤微生物生物量碳质量分数分别比 20~40 cm 土层高 52.07% 和 45.84%, 0~10 cm 土层、10~20 cm 土层 FPAA-K 处理分别比 20~40 cm 土层提高 60.88% 和 52.69%, 0~10 cm 土层、10~20 cm 土层 FPAM 处理分别比 20~40 cm 土层提高 56.39% 和 49.95%, 0~10 cm 土层、10~20 cm

土层 HPAA-K 处理分别比 20~40 cm 土层提高 60.54%和 53.31%,0~10 cm 土层、10~20 cm 土层 HPAM 处理分别比 20~40 cm 土层提高 63.40%和 51.29%。可见,HPAM 处理最大程度地提高土壤微生物生物量碳质量分数,HPAA-

K 处理次之,FPAM 和 FPAA-K 也明显地提高土壤微生物生物量碳质量分数;0~10 cm 和 10~20 cm 土层的土壤微生物生物量碳质量分数显著高于 20~40 cm 土层处理,且相差较小。



1. 苗期 Seedling stage;2. 块茎形成期 Tuber initiation stage;3. 块茎膨大期 Tuber bulking stage;4. 淀粉积累期 Starch accumulation stage;5. 成熟期 Mature stage ;下同 The same below

图 3 不同处理下不同生育时期的土壤微生物生物量碳质量分数

Fig. 3 Soil microbial biomass carbon content at different growth period under different treatments

2.3 不同保水剂施用方式对土壤微生物生物量氮的影响

土壤微生物生物量氮是土壤有机氮的重要组成部分,其数量虽少,但却控制着土壤中碳、氮养分循环,对土壤养分的供给以及有机无机养分转化起着非常重要的作用^[15],是重要的土壤活性氮库源,是土壤微生物对氮素矿化与固持作用的综合反映^[16]。由图 4 可知,表层土壤的土壤微生物生物量氮质量分数明显高于 10~20 cm 土层,高于 20~40 cm 土层处理。随生育时期的推进土壤微生物生物量氮质量分数呈现“单峰”曲线变化,马铃薯块茎膨大期达峰值,整体表现为 HPAM>HPAA-K>FPAM>FPAA-K>CK。成熟期,0~10 cm 土层,HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的土壤微生物生物量氮质量分数分别较 CK 高出 18.51%、16.66%、17.95%和 16.66%;10~20 cm 土层,HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的值分别较 CK 高 23.45%、20.57%、17.75%和 14.69%;20~40 cm 土层,HPAM、HPAA-K、FPAM、FPAA-K 处理的值分别较 CK 高出 19.23%、26.92%、15.38%和 7.69%。成熟期,0~10 cm 土层、10~20 cm 土层 CK 处理的土壤微生物生物量氮质量分数分别较 20~40 cm 土层高 45.41%和

31.93%,0~10 cm 土层、10~20 cm 土层 FPAA-K 处理分别较 20~40 cm 土层高 57.53%和 40.50%,0~10 cm 土层、10~20 cm 土层 FPAM 处理分别较 20~40 cm 土层高 48.64%和 34.64%,0~10 cm 土层、10~20 cm 土层 HPAA-K 处理分别比 20~40 cm 土层高 33.66%和 25.33%,0~10 cm 土层、10~20 cm 土层 HPAM 处理分别较 20~40 cm 土层高 44.54%和 36.60%。可见,HPAM 处理最大程度地提高了土壤微生物生物量氮质量分数,HPAA-K 处理次之,FPAM 和 FPAA-K 较大程度地提高了土壤微生物生物量氮质量分数;0~10 cm 和 10~20 cm 土层的土壤微生物生物量氮质量分数显著高于 20~40 cm 土层处理,10~20 cm 土层的土壤微生物生物量氮质量分数略低于 0~10 cm 处理。

2.4 不同保水剂施用方式对马铃薯产量的影响

由表 1 可知,HPAM、HPAA-K 处理的产量显著高于 FPAM、FPAA-K 和 CK,CK 处理产量最低。马铃薯产量表现为 HPAM>HPAA-K>FPAM>FPAA-K>CK,穴施保水剂处理 HPAM 和 HPAA-K 分别较 CK 产量提高 12.07%和 10.44%,沟施保水剂处理 FPAM、FPAA-K 的产量分别较 CK 提高 7.38%和 5.22%。穴施保水剂处理 HPAM 的商品薯率显

著高于 HPAA-K, CK 最小, HPAM、HPAA-K、FPAM 和 FPAA-K 的商品薯率分别较 CK 高 9.47%、8.06%、4.52% 和 1.90%; 且穴施、沟施保水剂处理显著降低马铃薯小薯率。可见, 穴施、

沟施保水剂处理均明显地降低马铃薯小薯率, 提高马铃薯产量和商品薯率, 并且施用 PAM 的效果好于 PAA, 穴施的效果好于沟施。

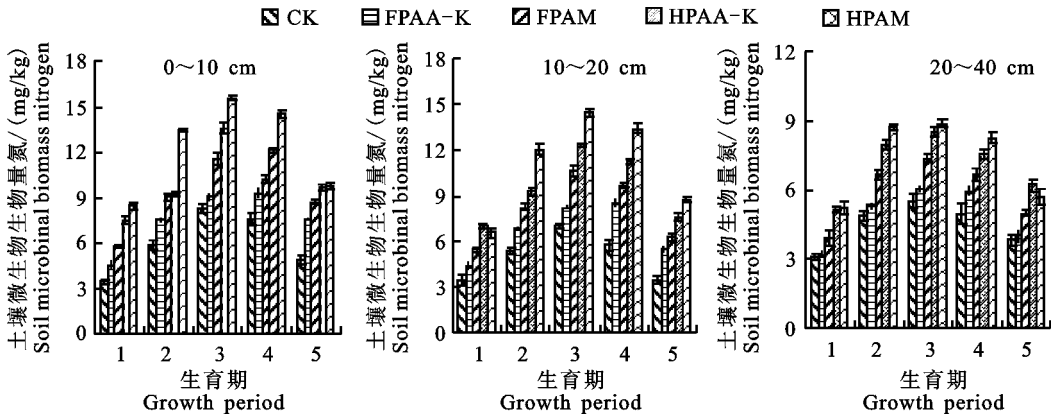


图 4 不同处理下不同生育期的土壤微生物生物量氮质量分数

Fig. 4 Soil microbial biomass nitrogen content at different growth period under different treatments

表 1 不同处理条件下马铃薯的产量

Table 1 Potato yield under different treatments

处理 Treatment	产量/(t/hm ²) Yield	增产率/% Yield-increasing rate	商品薯率/% Commodity potato rate	中薯率/% Medium tuber rate	小薯率/% Small tuber rate
CK	28.17 d	—	83.87 e	6.20 a	9.93 a
FPAM	30.25 b	7.38 b	87.66 c	6.17 a	6.17 c
FPAA-K	29.64 c	5.22 c	85.46 d	5.61 b	8.92 b
HPAM	31.57 a	12.07 a	91.81 a	2.99 d	5.20 cd
HPAA-K	31.11 a	10.44 a	90.63 b	4.33 c	5.04 d

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著; “—”表示无。

Note: Different lowercase letters represent significant difference at 0.05 level; “—” non.

2.5 土壤指标与马铃薯产量的相关关系

成熟期的土壤体积含水量、土壤微生物生物量碳、土壤微生物生物量氮与马铃薯产量相关分析结果见表 2。由表 2 可以看出, 土壤体积含水量和土壤微生物生物量氮呈显著正相关; 土壤微

生物生物量碳与土壤微生物生物量氮质量分数呈极显著正相关, 与产量呈显著正相关; 产量和商品薯率呈极显著正相关, 与小薯率呈显著负相关; 商品薯率和小薯率呈显著负相关。

表 2 各指标间的相关关系 (n=5)

Table 2 Correlation analysis of different indexes

指标 Index	土壤体积含水量 Soil volumetric water content	土壤微生物生物量碳 Soil microbial biomass carbon	土壤微生物量氮 Soil microbial biomass nitrogen	产量 Yield	商品薯率 Commodity potato rate
土壤微生物生物量碳 Soil microbial biomass carbon	0.779 9				
土壤微生物生物量氮 Soil microbial biomass nitrogen	0.908 5*	0.961 2**			
产量 Yield	0.718 9	0.915 6*	0.916 4*		
商品薯率 Commodity potato rate	0.720 3	0.807 9	0.864 4	0.970 1**	
小薯率 Small tuber rate	-0.622 2	-0.776 1	-0.787 2	-0.945 8*	-0.955 4*

注: ** 和 * 分别表示在 0.01 和 0.05 水平显著。

Note: ** and * represent significant at 0.01 level and 0.05 level respectively.

3 结论与讨论

保水剂具有高分子二维网状结构,通过吸水和溶胀两种方式进行吸水,能显著提高土壤含水率,并有效改善土壤物理性状^[17]。在马铃薯各生育时期土壤体积含水量 2 个峰分别出现在块茎膨大期和成熟期。在块茎膨大期,由于马铃薯块茎需要大量吸水膨大生长,保水剂此时释放保存的水分来满足块茎的生长需求。在淀粉积累期,块茎需水量减少,保水剂又通过吸水特性来减少土层中的水分。随土层深度的加深土壤体积含水量逐渐增加,土层深度达到 40 cm 后土壤体积含水量变化趋缓,HPAM 和 HPAA-K 处理值降低程度较小。土壤体积含水率距离马铃薯根系横向表现为随着远离施入保水剂的位置土壤体积含水量逐渐降低,即距离植株 15 cm 处的土壤体积含水量 < 距离植株 10 cm 处的土壤体积含水量 < 距离植株 5 cm 处的土壤体积含水量相同土层的土壤体积含水量。且总体表现为施用保水剂处理明显增加土壤体积含水量,穴施保水剂较大幅度地提高土壤体积含水量,沟施处理提高土壤体积分数的幅度较大,且施用保水剂 PAM 提高土壤体积分数的效果好于 PAA-K。

施用保水剂土壤微生物量碳、氮质量分数明显增加,可能是施用保水剂增加了土壤含水量,改善了土壤物理性状,为微生物的生存提供良好的环境,促使微生物大量繁殖。土壤微生物生物量随土壤含水量的增加而增加^[18-19]。土壤微生物生物量碳质量分数随土层深度的递增逐渐降低,随生育时期的推进先升后降,马铃薯块茎膨大期值最高。HPAM 处理最大程度地提高土壤微生物生物量碳质量分数,HPAA-K 处理次之,FPAM 和 FPAA-K 较大幅度地提高土壤微生物生物量碳质量分数;0~10 cm 和 10~20 cm 土层的土壤微生物生物量碳质量分数显著高于 20~40 cm 土层处理。表层土壤的土壤微生物生物量氮质量分数明显高于 10~20 cm 土层和 20~40 cm 土层处理。随生育时期的推进土壤微生物生物量氮质量分数呈现“单峰”曲线变化,马铃薯块茎膨大期达峰值,整体表现为 HPAM > HPAA-K > FPAM > FPAA-K > CK。HPAM 处理最大程度地提高土壤微生物生物量氮质量分数,HPAA-K 处理次之,FPAM 和 FPAA-K 较大幅度地提高土壤微生物生物量氮质量分数。

沃特、PAM 促进马铃薯生长,提高块茎产量,减少块茎个数,增大最大块茎,且穴施用量越大,块茎产量越高,块茎个数越少,最大块茎越大^[20]。保水剂对马铃薯等作物有显著的增产作用,并可显著提高马铃薯商品薯率^[21]。穴施、沟施保水剂处理较大幅度地降低了马铃薯小薯率,提高了马铃薯产量和商品薯率,并且施用 PAM 的效果好于 PAA-K,穴施的效果好于沟施。

参考文献 Reference:

- [1] 郭小军,王晓燕,白光哲,等. 内蒙古地区马铃薯种植业发展现状及前景[J]. 中国马铃薯, 2011, 25(2): 122-124.
GUO X J, WANG X Y, BAI G ZH, *et al.* Development situation and prospects of Inner Mongolia potato planting[J]. *Chinese Potato Journal*, 2011, 25(2): 122-124 (in Chinese with English abstract).
- [2] 杨连利,李仲谨,邓娟利. 保水剂的研究进展与发展新动向[J]. 材料导报, 2005, 19(6): 42-44.
YANG L L, LI ZH J, DENG J L. Development status and trend of super absorbent polymers[J]. *Material Reviews*, 2005, 19(6): 42-44 (in Chinese with English abstract).
- [3] 刘慧军,刘景辉,徐胜涛,等. 不同粒径保水剂对土壤水分及燕麦生长的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(8): 89-93.
LIU H J, LIU J H, XU SH T, *et al.* Effect of super absorbent polymers with different granularities on soil water and oat growth[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2012, 21(8): 89-93 (in Chinese with English abstract).
- [4] 苟春林,王新爱,李永胜,等. 保水剂与氮肥的相互影响及节水保肥效果[J]. 中国农业科学, 2011, 44(19): 4015-4021.
GOU CH L, WANG X A, LI Y SH, *et al.* Interaction between water retaining agent and nitrogen fertilizers and the effect of water and fertilizer[J]. *Scientia Agricultural Sinica*, 2011, 44(19): 4015-4021 (in Chinese with English abstract).
- [5] 蔡典雄,王小彬,Keith S. 土壤保水剂对土壤持水特性及作物出苗的影响[J]. 土壤肥料, 1999(1): 13-16.
CAI D X, WANG X B, KEITH S. Effects of super absorbent polymers on soil water conversation characteristics and crop emergence[J]. *Soil and Fertilizer Sciences in China*, 1999(1): 13-16 (in Chinese).
- [6] 张永涛,李增印,汤天明. 山地果园施用保水剂的效果研究[J]. 水土保持研究, 2001, 8(3): 65-67.
ZHANG Y T, LI Z Y, TANG T M. Effect on using water-retention preparation in mountain orchard[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2001, 8(3): 65-67 (in Chinese with English abstract).
- [7] 胡亚林,汪思龙,颜绍旭. 影响土壤微生物活性和群落结构因素研究进展[J]. 土壤通报, 2006, 37(1): 170-176.
HU Y L, WANG S L, YAN SH K. Research advances on the factors influencing the activity and community structure

- of soil microorganism[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2006, 37(1):170-176(in Chinese with English abstract).
- [8] SOJKA R E, ENTRY J A, FUHRMANN J J. The influence of high application rates of polyacrylamide on microbial metabolic potential in an agricultural soil[J]. *Applied Soil Ecology*, 2006, 32(2):243-252.
- [9] 黄占斌, 张国桢, 李秧秧, 等. 保水剂特性测定及其在农业中的应用[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1):22-26.
HUANG ZH B, ZHANG G ZH, LI Y Y, *et al.* Characteristics of aquasorb and its application in crop production[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2002, 18(1):22-26(in Chinese with English abstract).
- [10] 王栓全, 张成娥, 邓西平. 陕北新修梯田马铃薯高产栽培技术研究[J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(1):60-64.
WANG SH Q, ZHANG CH E, DENG X P. Planting techniques for high yield of potato in newly-built terraced field in North Shaanxi[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2000, 18(1):60-64(in Chinese with English abstract).
- [11] 武继承, 郑惠玲, 史福刚, 等. 不同水分条件下保水剂对小麦产量和水分利用的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(5):40-42.
WU J CH, ZHENG H L, SHI F G, *et al.* Effect of water-retaining agent on wheat production and water utilization under different moisture conditions in dryland[J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2007, 22(5):40-42(in Chinese with English abstract).
- [12] 刘殿红, 黄占斌, 蔡连捷. 保水剂用法和用量对马铃薯产量和效益的影响[J]. 西北农业学报, 2008, 17(1):266-270.
LIU D H, HUANG ZH B, CAI L J. Effect of different ways and amounts of aquasorbent applying on yield and benefit of potato[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2008, 17(1):266-270(in Chinese with English abstract).
- [13] 吴金水, 林启美, 黄巧云, 等. 土壤微生物生物量的测定方法及其应用[M]. 北京:气象出版社, 2006.
WU J SH, LIN Q M, HUANG Q Y, *et al.* The Determination Methods and Application of Soil Microbial Biomass [M]. Beijing: Meteorological Press, 2006(in Chinese).
- [14] 宋秋华, 李凤民, 刘洪升, 等. 黄土区地膜覆盖对麦田土壤微生物体碳的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 19(4):1512-1516.
SONG Q H, LI F M, LIU H SH, *et al.* Effect of plastic film mulching on soil microbial in spring wheat field in semi-arid loess area[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 19(4):1512-1516(in Chinese with English abstract).
- [15] ABBASI M K, SHAH Z, ADAMS W A. Mineralization and nitrification potentials of grassland soils at shallow depth during laboratory incubation[J]. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2001, 164(5):497-502.
- [16] 焦晓光, 魏 丹, 隋跃宇. 长期培肥对农田黑土土壤微生物量碳、氮的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2010, 3(3):1-3.
JIAO X G, WEI D, SUI Y Y. Effects of long term fertilization on the soil microbial biomass for black soil in farmland[J]. *Soil and Fertilizer Sciences in China*, 2010, 3(3):1-3(in Chinese with English abstract).
- [17] LIU F CH, MA H L, XING SH J, *et al.* Effects of super absorbent polymer on dry matter accumulation and nutrient uptake of pinus pinaster container seedlings[J]. *Journal of Forest Research*, 2013, 18(3):220-227.
- [18] 郭金瑞, 宋振伟, 彭宪现, 等. 东北黑土区长期不同种植模式下土壤碳氮特征评价[J]. 农业工程学报, 2015, 31(6):178-185.
GUO J R, SONG ZH W, PENG X X, *et al.* Evaluation in soil carbon and nitrogen characteristics under long-term cropping regimes in black soil region of northeast China [J]. *Transaction of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(6):178-185(in Chinese with English abstract).
- [19] 肖 新, 朱 伟, 肖 靓, 等. 适宜的水氮处理提高稻基农田土壤酶活性和土壤微生物量碳氮[J]. 农业工程学报, 2013, 29(21):91-98.
XIAO X, ZHU W, XIAO L, *et al.* Suitable water and nitrogen treatment improves soil microbial biomass carbon and nitrogen and enzyme activities of paddy field[J]. *Transaction of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(21):91-98(in Chinese with English abstract).
- [20] 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):72-79.
DU SH N, BAI G SH, ZHAO SH W, *et al.* Effects of wote super absorbent and PAM absorbent on soil moisture and growth of potato[J]. *Transaction of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2007, 23(8):72-79(in Chinese with English abstract).
- [21] 凌永胜, 李锦全, 叶丽娇, 等. 沟施保水剂对闽南丘陵旱地马铃薯产量及土壤水分的影响研究[J]. 福建农业学报, 2010, 25(2):158-162.
LING Y SH, LI J Q, YE L J, *et al.* Effects of absorbent in ploughed furrow on potato productivity and moisture retention in soil of loess hilly and gully regions in southern Fujian [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2010, 25(2):158-162(in Chinese with English abstract).

Effects of Application Methods of Super Absorbent Polymers on Soil Moisture Content and Microbial Biomass and Potato Yield

LI Qian^{1,2}, BA Tu¹, LI Yulong³, XIE Lei², LIU Jinghui¹, YU Zhuo¹ and SHEN Yijie¹

(1. Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China; 2. Inner Mongolia Autonomous

Region Agricultural and Animal Husbandry Administration, Hohhot 010011, China;

3. Ulanqab Senior Technical School, Jining Inner Mongolia 012000, China)

Abstract To choose proper super absorbent polymers and the right application methods, we carried out the experiment on effects of application methods of different super absorbent polymers on soil microbial biomass mass fraction, soil volumetric water mass fraction and potato production. With polyacrylamide type super absorbent polymer (PAM) and polyacrylic acid potassium type super absorbent polymer (PAA-K) as materials, we adopted hole and furrow applications of different layers' soil to determine soil microbial biomass carbon and nitrogen mass fraction and soil volumetric water mass fraction at different growth periods. The results showed that hole application of super absorbent polymers improved soil volumetric water mass fraction obviously and furrow application also expressed well, but the effect of PAM application was better than PAA-K. Soil microbial biomass carbon and nitrogen mass fraction decreased with the increase of soil layer, and hole application super absorbent polymers increased the values obviously, and it showed hole application PAM > hole application PAA-K > furrow application PAM > furrow application PAA-K > CK. Application of super absorbent polymers reduced the rate of small potato rate and improved potato yield and potato commodity rate significantly. Hole application of PAM, PAA-K, furrow application PAM, and furrow applying PAA-K increased potato yield by 12.07%, 10.44%, 7.38% and 5.22% more than control, respectively. At potato mature period, soil microbial biomass carbon and soil microbial biomass nitrogen mass fraction, potato yield and potato commodity rate presented very significantly positive correlation, soil volumetric water mass fraction and soil microbial biomass nitrogen, soil microbial biomass carbon and yield expressed significantly positive correlation. In conclusion, hole application of super absorbent polymers improved soil volumetric water mass fraction, soil microbial biomass carbon and nitrogen mass fraction effectively, and improved potato yield and commodity potato rate significantly, and they showed better effect than that of furrow application of super absorbent polymers and control, while hole application of PAM was best.

Key words Super absorbent polymers; Potato; Soil microbial biomass; Yield

Received 2016-10-09

Returned 2016-11-12

Foundation item National Natural Science Foundation of China (No. 31360321); National Natural Science Foundation of Inner Mongolia (No. 2014BS0317); Postdoctoral Fund.

First author LI Qian, female, Ph. D. Research areas: physiology of potato drought resistance. E-mail: liqiancf@163.com

Corresponding author LIU Jinghui, male, Ph. D, professor, doctoral supervisor. Research areas: farming system and agricultural ecosystem. E-mail: cauljh@163.com