

不同节水措施对马铃薯生长及水分利用的影响

林叶春, 胡跃高, 曾昭海

(中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100193)

摘 要: 结合地膜、保水剂和滴灌系统, 研究其不同土壤基质势下对马铃薯生长及水分利用的影响。结果发现: 土壤 20 cm 处不同土壤基质势下, 露地未施保水剂处理有较好的生长势和较高产量, 地膜覆盖并施用保水剂处理能提高大中薯率、商品薯率和灌溉水利用率; 土壤基质势在 -20 kPa 及 -25 kPa 下, 马铃薯生长势、产量及块茎商品性差异不大, 但较低的土壤基质势会削弱保水剂的保水性能。试验结果表明: 晚播春马铃薯不适宜在整个生育期内覆盖地膜, 采用保水剂与滴灌系统相结合可以达到节水增产的目的。

关键词: 土壤基质势(SMP); 滴灌; 地膜覆盖; 保水剂(SAP); 灌溉水利用效率(IWUE)

中图分类号: S532.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)01-0054-07

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 是世界上继小麦、水稻和玉米之后的第四大作物, 而中国是世界上马铃薯播种面积和总产量最大的国家, 发展和研究马铃薯生产具有重要的现实意义。农业生产是淡水资源消费的大户, 其消费量占淡水消费总量的 70% 左右。日益匮乏的淡水资源正越来越显著地限制着农业生产的发展。如何降低农业用水消耗量和提高水分利用效率, 成为了当前农业用水研究的热点^[1-5]。地膜覆盖通过阻断地表水分向空气蒸发散失的通道, 从而起到土壤保水的功能; 保水剂是一种具有很强吸水能力和保水能力的高分子聚合物, 它能迅速吸收比自身重几百倍的纯水, 此外保水剂还能改良土壤结构、提高土壤对水分和养分的保持能力^[1], 进而起到节水增产的作用。滴灌是一种以高频次、低流量灌水方式使作物根区土壤保持较优水分条件的高效、精准灌溉方式, 滴灌避免了其他灌水方式产生的周期性水分过多和水分亏缺, 并可以使用具有一定浓度的咸水进行灌溉而不至于引起土壤的盐渍化^[6]。土壤基质势是用来衡量土壤基质对水的吸附能力, 在作物生长、径流、农田腾发和灌溉计划的制定等方面, 是一个非常重要的参数^[7]。在华北地区, 土壤基质势控制在 -25 kPa 左右, 有利于马铃薯生长和高产^[8]。

本研究结合塑料地膜、保水剂和滴灌系统, 在不同土壤基质势下, 研究覆膜和施用保水剂对马铃薯生长、产量、灌溉水利用率和降水利用效率的影响, 为该地区马铃薯生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于北京西北角的延庆县康庄镇(115°52'E, 40°24'N)。康庄镇为平川地区, 属妫水河冲积平原地带, 海拔 484 m。大陆性季风气候, 春季干旱多风, 夏季较为凉爽, 昼夜温差大。多年平均气温 8℃, 年均降水量 353.4 mm, 无霜期 160 d 左右。土地多为潮土、淋溶褐土, 属冲积洪积物、河流冲积物。0~20 cm 土层土壤容重 1.59 g/cm³; 0~20 cm 土层有机质含量 11.5 g/kg、碱解氮 34.4 mg/kg、全氮 0.6 g/kg、速效磷 8.7 mg/kg、速效钾 69.0 mg/kg, pH 6.8。试验地土层深厚、肥力中等, 前茬作物为玉米。

1.2 试验设计

马铃薯为加工型专用品种大西洋, 由承德大丰马铃薯种业提供原种级种薯。试验包括土壤基质势(P_1 、 P_2)和栽培土壤处理(J_1 、 J_2 、 J_3)两个因素, 设六个处理(见表 1), 完全随机区组设计, 三次重复。试验小区面积 30 m² (5 m × 6 m), 区组间间距 1.5 m, 小区内小区间间距 1 m, 周边设置保护行。

1.3 农艺措施

采取起垄栽培, 一垄双行的模式。每个小区起 4 垄, 垄面宽 80 cm, 垄高 20 cm, 每垄播两行。行距 40 cm, 株距 25 cm, 播种深度 8~10 cm, 播种密度 64 003 穴/hm²。相邻两垄间沟宽 60 cm, 沟深 20 cm。于四月中旬翻地, 耕作方式为机耕, 耕深 30 cm。耕地时在试验区均匀撒入农家肥和化肥。农家肥和 N(尿素)、P(过磷酸钙)、K(氯化钾)化肥施用量分别

收稿日期: 2008-12-26

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划“农田地表覆盖保护关键技术研究”(2006BAD15B02)

作者简介: 林叶春(1985—), 男, 四川邻水人, 硕士研究生, 主要从事马铃薯栽培研究。E-mail: linyechun@cau.edu.cn。

通讯作者: 胡跃高(1959—), 男, 山西清徐人, 教授。E-mail: huyuegao@cau.edu.cn。

为 12 m³/hm²、150 kg/hm²、200 kg/hm² 和 150 kg/hm², 其中 2/3 的氮肥作为基肥在翻地时施入,其余氮肥作为后期追肥。试验于 2008 年 5 月 13 日播种,9 月 3 日统一收获。播种时先在每垄上起深 8~10 cm 的条沟,在设计有保水剂的小区均均匀撒入等量保水剂,覆土 1 cm 后再进行马铃薯播种。保水剂由北

京汉力森提供,规格为 L 型白色颗粒,使用量 30 kg/hm²。播种后在每条播种行铺设一条滴灌管,滴头间距 30 cm,滴头设计流量 3 L/h。铺设滴灌管后覆上透明聚乙烯地膜,地膜规格宽 1.2 m,厚 0.012 mm。其他田间管理同大田。

表 1 试验设计
Table 1 Design program

处理 Treatments	设计内容 Design programs
P ₁ J ₁	露地滴灌,灌溉土壤 20 cm 处额定基质势 - 20 kPa Unmulched with drip irrigation, and SMP of - 20 kPa
P ₂ J ₁	露地滴灌,灌溉土壤 20 cm 处额定基质势 - 25 kPa Unmulched with drip irrigation, and SMP of - 25 kPa
P ₁ J ₂	膜下滴灌,灌溉土壤 20 cm 处额定基质势 - 20 kPa Under MF with drip irrigation, and SMP of - 20 kPa
P ₂ J ₂	膜下滴灌,灌溉土壤 20 cm 处额定基质势 - 25 kPa Under MF with drip irrigation, and SMP of - 25 kPa
P ₁ J ₃	底施保水剂 + 膜下滴灌,灌溉土壤 20 cm 处额定基质势 - 20 kPa SAP & under MF with drip irrigation, and SMP of - 20 kPa
P ₂ J ₃	底施保水剂 + 膜下滴灌,灌溉土壤 20 cm 处额定基质势 - 25 kPa SAP & under MF with drip irrigation, and SMP of - 25 kPa

1.4 取样与分析方法

在播种后各处理出苗基本稳定时(6月下旬)调查出苗情况,每小区随机调查三行,加权求和计算平均值的百分率即为该小区出苗率;出苗稳定后(6月下旬),每隔 7 日用卷尺测量马铃薯株高,每小区定点调查 15 株,共调查了 6 次;每隔 10 日用游标卡尺测量马铃薯主茎粗度,每小区定点调查 15 株,共调查了 5 次;在出苗稳定后,用卷尺每隔 7 日分东西和南北两个方向测量马铃薯冠层宽幅,每小区定点调查 15 株。由于植株生长较快,只测定了两次冠层宽幅;在开花中期和开花末期,利用手持叶绿素计(SPAD502 型叶绿素仪,日本)分两次测定了马铃薯顶层叶片叶绿素相对含量,每小区定点调查 15 株,每株测定 5 个值,每个值为 5 次测量值的平均值。在收获时(9 月 3 日),每小区挖取连续 5 株的薯块,单株计算块茎数及干鲜重;同时,每小区挖取连续 10 株的薯块考种测产。

试验在主供水管道上安装有水表,水表进水方向管道上分别安装有过滤器、施肥罐、水阀,水表出水口方向接入副管,各小区滴灌管再接入副管,每个小区有独立的水阀。每次灌水后记录水表读数,该次灌水量除以该次灌溉面积,即为该次单位面积的滴灌量,该次单位面积灌水量乘以小区面积即为该次该小区的灌水量。一天之中,某小区多次灌水量之和即为该日该小区的灌水量。

马铃薯出苗后,在每一处理的某两个小区中各安装一只负压计。于 6 月 18 日起,每日早上八点记录负压计读数并计算该日 20 cm 处土壤基质势,并根据天气状况决定该日各处理灌水量。

土壤基质势的计算公式:

$$\Psi = - [12.6(h + \triangle h) - H]/10.2$$

其中,Ψ 为土壤基质势(kPa);h 为水银上升高度(mm);△h 为水银上升后,水银瓶中水银面变化的高度(mm),当水银面积较大,△h 很小时 △h = 0;H 为塑料瓶与地面高度差(cm) + 20 cm(陶土头埋设深度)。

块茎产量(kg/hm²) = 每公顷播种穴数 × 出苗率(%) × 单穴块茎重(kg)/100

灌溉水利用效率[kg/(mm·hm²)] = 马铃薯块茎产量(kg/hm²)/灌溉水量(mm)

降水利用效率[kg/(mm·hm²)] = 马铃薯块茎产量(kg/hm²)/[降水量(mm) × 0.8]^[9]

商品薯率(%) = 商品薯数(> 50g)/总薯数 × 100

每日气象数据由安装在田间的小型自动气象站记录。

原始数据采用 Excel 2003 处理,运用 SAS V8.2 进行方差分析及显著性检验(P < 0.05)。

2 结果与分析

2.1 气温与降雨量

自动气象站从 5 月 13 日开始工作,根据自动气象站记录数据分析得出生育期内逐日气温及日降水量分布(见图 1、图 2)。生育期内气温的变化在 4.30℃~34.50℃之间,日平均气温在 22℃左右,日平均气温 > 25℃的高温天气达 23 d,且主要集中在马铃薯结薯的中前期。5 月 13 日~9 月 3 日,降雨天数 43 d,总降水量 270.9 mm,降雨变幅 0.2~47.8

mm。马铃薯从播种到收获,气温与降水量较前两年 同期相比差异不大。

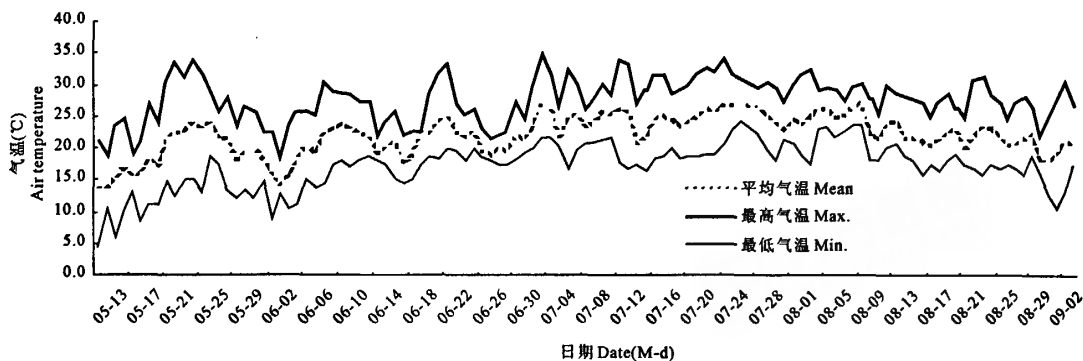


图 1 马铃薯生育期内逐日气温变化

Fig.1 Daily air temperature difference during the growing of potato

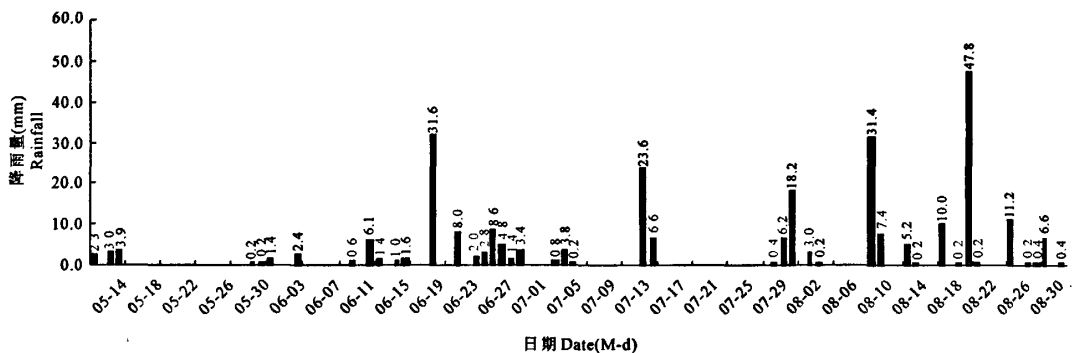


图 2 马铃薯生育期内日降雨量分布

Fig.2 Distribution of daily precipitation during the growing of potato

2.2 不同处理马铃薯的出苗率

5月23日马铃薯开始出苗,到6月15日时未盖膜处理出苗基本完成,而盖膜处理仍有很大部分没有出苗。各处理间马铃薯出苗率存在差异。其中 P_1J_1 处理出苗率最高,达94.91%; P_2J_1 处理出苗率次之,为79.17%;其他各处理出苗率较低,不到50%。经方差分析(SAS V8.2, $\alpha = 0.05$)显示(见表2): P_1J_1 和 P_2J_1 处理出苗率差异显著, P_1J_2 、 P_1J_3 、 P_2J_2 和 P_2J_3 处理间差异不显著,并且未盖膜处理(P_1J_1 和 P_2J_1)与盖膜处理(P_1J_2 、 P_1J_3 、 P_2J_2 和 P_2J_3)间差异显著。结果表明:未盖膜处理比盖膜处理出苗率高。试验播种时期延后,晚播造成马铃薯晚出苗,而春末夏初时期气温上升较快,盖膜处理膜下温度较未盖膜处理更高,高温引起烧苗。因此,晚播春马铃薯盖膜不利于马铃薯的正常出苗,而未盖膜处理有较好的出苗。Wang等研究发现,中午膜下高温对

薯块健康造成危害,甚至使其腐烂,从而导致较低出苗率^[10]。

2.3 不同处理冠层叶片叶绿素相对含量

在马铃薯生育期内,对不同处理测定了两次冠层叶片的叶绿素相对含量(表3)。经方差分析表明($\alpha = 0.05$),两次测量不同处理间存在差异。2008年7月10日测定结果显示: P_1J_1 和 P_2J_1 处理间差异不显著, P_1J_2 、 P_1J_3 、 P_2J_2 和 P_2J_3 处理间差异不显著,未盖膜处理(P_1J_1 和 P_2J_1)与盖膜处理(P_1J_2 、 P_1J_3 、 P_2J_2 和 P_2J_3)间差异显著;2008年8月3日测定结果分析可见: P_1J_1 和 P_2J_1 处理间差异不显著,未盖膜处理与盖膜处理间差异显著, P_1J_3 、 P_2J_2 与 P_2J_3 、 P_1J_2 处理间差异显著。

两次不同时期对冠层叶片叶绿素相对含量的结果表明:未盖膜处理马铃薯冠层叶片的相对叶绿素含量要高于盖膜处理。

表 2 不同处理马铃薯出苗率
Table 2 Rate of emergence under different treatments

项目 Items	P ₁ J ₁	P ₁ J ₂	P ₁ J ₃	P ₂ J ₁	P ₂ J ₂	P ₂ J ₃
出苗率 Rate of emergence(%)	94.91a	35.65c	46.76c	79.17b	48.61c	41.67c

注:不同字母表示数据间差异显著($P < 0.05$)。下同。
Note: The different letter are significantly different ($P < 0.05$). The same as below.

表 3 不同处理马铃薯冠层叶片叶绿素相对含量
Table 3 Relative chlorophyll content of potato - leaf at canopy under different treatments

日期 Date(Y - M - d)	P ₁ J ₁	P ₁ J ₂	P ₁ J ₃	P ₂ J ₁	P ₂ J ₂	P ₂ J ₃
2008 - 07 - 10	45.82a	37.71b	39.19b	46.01a	38.66b	37.49b
2008 - 08 - 03	40.15a	32.95c	37.81ab	39.87a	37.24ab	35.95bc

2.4 不同处理马铃薯冠层宽度

在田间马铃薯未封垄前,分不同时期两次测量马铃薯冠层宽度(见表 4)。经方差分析表明($\alpha = 0.05$),马铃薯冠层宽度各处理不同时期存在差异。2008 年 6 月 24 日测定结果显示:冠层宽度东西向,未盖膜处理 P₁J₁ 和 P₂J₁ 间差异不显著,盖膜处理 P₁J₂、P₁J₃、P₂J₂ 和 P₂J₃ 差异也不显著,但未盖膜处理与盖膜处理差异显著;冠层宽度南北向,未盖膜处理 P₁J₁ 和 P₂J₁ 间差异显著,盖膜处理 P₁J₂、P₁J₃、P₂J₂ 和 P₂J₃ 差异不显著。2008 年 7 月 1 日测定结果表明:冠层宽度东西向,未盖膜处理 P₁J₁ 和 P₂J₁ 间差异不显著,盖膜处理 P₁J₂、P₁J₃、P₂J₂ 和 P₂J₃ 差异不显

著,但未盖膜处理与盖膜处理差异显著;冠层宽度南北向,六个处理间差异均不显著。分析可见:未盖膜和盖膜处理马铃薯冠层宽幅在不同时期存在差异,且前期差异较大,但随着生育进程的推进,各处理间冠层宽幅有缩小差异的趋势。这可能是因为未盖膜处理出苗早,较盖膜处理生长时期更长。因此,前期表现为未盖膜处理冠幅大于盖膜处理,但这种差异随着生育进程的推进而缩短。本试验中,马铃薯冠层东西宽幅始终大于南北宽幅,且冠层东西宽幅不同处理间随生育进程的推进,不同处理间的差异变化不大,南北宽幅不同处理间差异变小。

表 4 不同处理马铃薯冠层宽度
Table 4 The width of canopy under different treatments

日期(Y - M - d) Date	冠层方位 Orientation	P ₁ J ₁	P ₁ J ₂	P ₁ J ₃	P ₂ J ₁	P ₂ J ₂	P ₂ J ₃
2008 - 06 - 24	东西(E - W)	39.1a	26.6b	26.2b	37.5a	27.6b	28.5b
	南北(S - N)	34.5a	25.3c	25.4c	32.9ab	26.1c	27.3bc
2008 - 07 - 01	东西(E - W)	53.3a	38.2b	43.9ab	51.6a	42.4ab	44.3ab
	南北(S - N)	42.7a	36.4a	40.0a	42.1a	38.8a	40.1a

2.5 不同处理马铃薯株高以及主茎粗

于 7 月 23 日起,对不同处理定时定株测量地上部株高(见图 3 左)。图 3 分析表明:未盖膜处理 P₁J₁ 和 P₂J₁ 马铃薯株高始终高于盖膜处理 P₁J₂、P₁J₃、P₂J₂ 和 P₂J₃。7 月 26 日后,各处理马铃薯株高基本稳定。8 月 3 日各处理株高测定结果经方差分析显示:未盖膜处理与盖膜处理间株高差异显著,其中未盖膜处理 P₁J₁ 和 P₂J₁ 株高最高,两者之间株高差异不显著。盖膜处理 P₁J₃、P₂J₂ 和 P₂J₃ 三者间株高差异不显著,三者株高高于 P₁J₂ 处理,且差异显

著。盖膜而未施保水剂的 P₁J₂ 处理在所有处理中株高始终最低。

于 7 月 27 日起,对不同处理定时定株测量主茎粗(见图 3 右)。结果分析显示:未盖膜处理 P₁J₁ 和 P₂J₁ 马铃薯主茎粗大于盖膜处理 P₁J₂、P₁J₃、P₂J₂ 和 P₂J₃。8 月 3 日主茎粗度测定结果经方差分析得出,未盖膜处理与盖膜处理间主茎粗度差异显著,盖膜处理 P₁J₁ 和 P₂J₁ 主茎最粗,而两者之间茎粗差异不显著;盖膜处理中 P₁J₃、P₂J₂ 和 P₁J₂ 较 P₂J₃ 处理主茎粗,但三者间茎粗差异不显著。

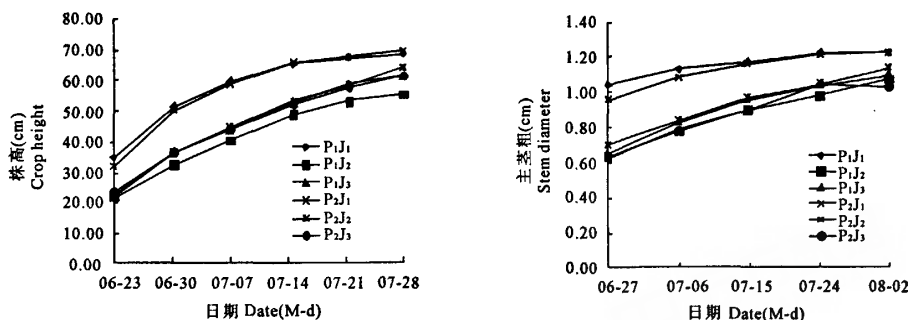


图 3 各处理不同时期植株高度及主茎茎粗

Fig.3 The plant height and stem diameter under different treatments at different periods

根据不同时期对马铃薯株高及主茎粗的调查,发现株高及茎粗的变化较一致,未盖膜处理生育前期株高及茎粗都优于盖膜处理,但生育后期各处理间株高与主茎茎粗差异逐渐缩小。引起这种变化的原因可能是未盖膜处理较盖膜处理出苗早,因此在株高及主茎茎粗等生长势上好于未盖膜处理,但随着生育进程的推进,未盖膜与盖膜处理间差异逐渐缩小。

2.6 收获期各处理薯块干鲜重及干物质含量

9月3日收获时,每小区取样5株,单株收获块茎,带回实验室测定块茎干鲜重并计算块茎干物质含量。洗净薯块表土并去除表皮,待块茎表面水分干后单株称取鲜重。称取鲜重后,将单株块茎样切成薄片,于105℃下杀青1h,再在80℃烘至恒重,得到干物质重。单株块茎干重与鲜重的比值即为薯块干物质含量,结果见表5。所得结果经方差分析表明,不同处理间块茎干鲜重及干物质含量差异显著。施用保水剂及露地滴灌等处理具有较高的块茎干鲜重。 P_2J_1 干物质含量最高, P_1J_1 次之, P_1J_2 、 P_1J_3 和 P_2J_3 相当,干物质含量最低的处理为 P_2J_2 。结果说明:灌水下限及保水剂对马铃薯块茎干鲜重有显著的影响,施用保水剂及设定较小的灌水下限能提高块茎产量;地膜覆盖降低了块茎干物质含量;保水剂对提高块茎干物质含量有一定影响。

2.7 土壤基质势与灌水量

各处理土层20cm处逐日土壤基质势变化见图4。根据图4显示的结果分析发现, P_1J_2 与 P_2J_2 盖膜处理分别较 P_1J_1 与 P_2J_1 未盖膜处理在相同灌水下限的基质势大,而底施保水剂的 P_1J_3 和 P_2J_3 处理变化基本一直。表6列出了生育期内各处理的灌溉情况。由表6可见,未盖膜处理 P_1J_1 与 P_2J_1 灌溉次数及灌溉总量都高于覆膜处理,其中 P_1J_1 处理总灌水

量达74.94mm,为所有处理中最多的;底施保水剂的 P_1J_3 处理灌水量最少,仅37.76mm。由此可见,覆膜及施用保水剂能减少马铃薯生产中的灌水需求和灌水量。

表 5 收获期不同处理薯块干鲜重及干物质含量(5株)

Table 5 Tuber dry & fresh weight and amount of dry matter per 5 plants under different treatments at harvest time

处理 Treatments	单株块 茎鲜重(g) Fresh weight per plant	单株块 茎干重(g) Dry weight per plant	干物质 含量(%) Amount of dry matter
P_1J_1	441.1c	88.1c	20.0b
P_1J_2	275.5d	52.9d	19.2bc
P_1J_3	591.6b	112.7b	19.1bc
P_2J_1	631.0ab	133.9a	21.2a
P_2J_2	339.7d	63.2d	18.6c
P_2J_3	682.6a	131.9a	19.3bc

2.8 马铃薯产量、商品薯率及灌溉水利用率

收获时,每小区挖取连续10株块茎用于产量的测定和考种,分析结果见表6。各处理取样块茎重量差异不显著,但盖膜处理与未盖膜处理块茎产量差异显著。 P_1J_1 块茎产量最高,达28961.37kg/hm²,较最低块茎产量 P_1J_2 处理高出60%,比第二位的 P_2J_1 处理产量高出28%,各盖膜处理产量差异不显著。灌溉水利用效率最高为 P_1J_3 处理,利用效率达449.86kg/(mm·hm²),最低为 P_1J_2 处理,仅192.54kg/(mm·hm²)。未盖膜处理中 P_1J_1 较 P_2J_1 有更高的灌溉水利用效率;盖膜处理中 P_1J_3 和 P_2J_2 有较高的灌溉水利用效率。未盖膜处理 P_1J_1 降水利用效率最高,为106.91kg/(hm²·mm), P_2J_1 处理次之,其他盖膜处理降水利用效率显著低于未盖膜处理。

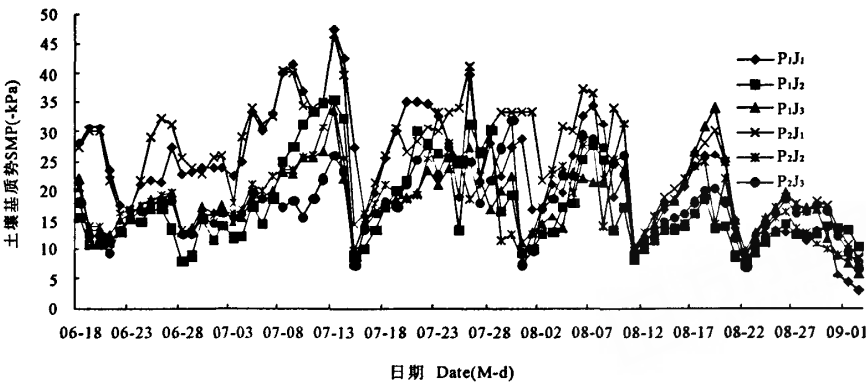


图 4 各处理土壤基质势日变化

Fig.4 Daily soil matric potential(SMP) difference at 20 cm soil depth under different treatments

表 6 各处理产量及水分利用效率

Table 6 Potato tuber yield and irrigation water & precipitation use efficiency under different treatments

处理 Treatments	灌溉次数 Irrigation frequency	灌溉量 Irrigation volume (mm)	降水量 Precipitation (mm)	块茎产量 Tuber yield (kg/hm ²)	灌溉水利用效率 IWUE [kg/(mm·hm ²)]	降水利用效率 PUE [kg/(mm·hm ²)]
P ₁ J ₁	13	74.94	270.9	28 961.37a	386.46ab	106.91a
P ₁ J ₂	12	59.18	270.9	11 394.77c	192.54b	42.06c
P ₁ J ₃	10	37.76	270.9	16 986.64bc	449.86a	62.70bc
P ₂ J ₁	14	68.26	270.9	20 986.21ab	307.45ab	77.47ab
P ₂ J ₂	9	40.17	270.9	17 753.62bc	441.96a	65.54bc
P ₂ J ₃	9	45.81	270.9	15 116.87bc	329.99ab	55.80bc

对各小区取样 10 株,按块茎不同重量分为四个块茎等级。块茎重量≥50 g 的薯块为商品薯,计入商品薯率的计算。各处理不同等级的块茎数及商品薯率见表 7。P₂J₂ 处理商品薯及总块茎数最多,P₂J₁ 处理最少,其他处理商品薯和总薯数差异不显著。各处理 W>150 g 的块茎数差异不显著;P₁J₃ 处理 100 g≤W<150 g 的薯块最多,总体上按 P₂ 灌溉的处理此等级薯块数更多;50 g≤W<100 g 等级的薯

块 P₂J₂ 处理最多,P₂J₁ 最少,其他处理介于这两处理之间;重量 W<50 g 的薯块在覆盖地膜而未施保水剂的 P₁J₂ 和 P₂J₂ 处理中最多,其他处理小薯数差异不显著。不同土壤基质势对马铃薯大薯率(W>150 g)影响不大,而低土壤基质势(−25 kPa)较高土壤基质势(−20 kPa)有更高的中薯率(100 g≤W<150 g)。

表 7 各处理不同等级块茎数及商品薯率(10 株)

Table 7 Tuber number and the rate of commercial potato at different grade per 10 plants under different treatments

处理 Treatments	总重量 Total weight (kg)	商品薯数 Commercial tuber number	总薯数 Total tuber number	商品薯率 Rate of commercial tuber (%)	不同等级马铃薯薯块数 Tuber number of different grade			
					W>150g	100g≤W<150g	50g≤W<100g	W<50g
P ₁ J ₁	4.77a	36ab	50ab	72.33a	10a	8b	18ab	14b
P ₁ J ₂	4.97a	35ab	67ab	53.34b	8a	8b	19ab	32a
P ₁ J ₃	5.51a	44ab	59ab	73.88a	8a	15a	20ab	15b
P ₂ J ₁	4.13a	33b	45b	71.86a	7a	11ab	15b	13b
P ₂ J ₂	5.88a	48a	73a	66.37ab	9a	12ab	26a	25ab
P ₂ J ₃	5.41a	42ab	58ab	73.53a	9a	11ab	22ab	16b

3 结论与讨论

地膜覆盖、保水剂施用和不同土壤基质势对马铃薯的生长、产量和灌溉水利用率等有明显的影响。

1) 在同一土壤基质势下,露地滴灌较覆膜滴灌和底施保水剂覆膜滴灌有更好的出苗率、生长势和产量。这可能是由于地膜在中午高温期对马铃薯生长带来的负面效应过大造成的^[10,11]。

2) 在同一土壤基质势下,覆膜并底施保水剂的处理较仅覆膜的处理,有更高的大中薯率、商品薯率和灌溉水利用效率。但保水剂在土壤基质势 - 25 kPa 下的保水效果没有 - 20 kPa 下突出,说明保水剂的保水性能在一定程度上受土壤含水量的制约。

3) 马铃薯的生长、产量和水分利用效率显著受到土壤基质势、覆膜和保水剂的影响。在不同土壤基质势下,高土壤基质势马铃薯表现出更好的生长态势;覆膜显著制约着马铃薯出苗、生长和高效利用降水;保水剂能提高马铃薯商品属性和灌溉水利用效率。

北京延庆地区春季风沙较大,风沙天气不利于人工田间操作,但推迟春马铃薯播种使得马铃薯生长关键时期特别是结薯期和薯块膨大期频遇高温,影响马铃薯结薯和淀粉积累。该区春马铃薯生产应选择适宜天气及时播种,播后要注意土壤墒情的变化,适时补水以保证高的出苗率,结合底施保水剂滴灌,可以有效减少水资源浪费,提高灌溉水利用率。本研究遭遇高温危害的时间较长,下一步有必要提早及时播种,进一步遴选这几种节水措施在该地区的最优模式。

参考文献:

- [1] 刘殿红,黄占斌,董莉.保水剂施用方式对马铃薯产量和水分利用效率的影响[J].干旱地区农业研究,2007,25(4):105—108.
- [2] Ngouajio M, Wang G, Goldy R. Withholding of drip irrigation between transplanting and flowering increases the yield of field-grown tomato under plastic mulch[J]. Agricultural Water Management, 2007,87(3):285—291.
- [3] 焦艳平,康跃虎,万书勤,等.干旱区盐碱地覆膜滴灌条件下土壤基质势对糯玉米生长和灌溉水利用效率的影响[J].干旱地区农业研究,2007,25(6):144—151.
- [4] Najafi P. Effect of Using Subsurface Drip Irrigation and Treated Municipal Waste Water in Irrigation of Tomato[J]. Pakistan Journal of Biological Sciences, 2006,9(14):2672—2676.
- [5] Gencoglan C, Altunbey H, Gencoglan S. Response of green bean (*P. vulgaris* L.) to subsurface drip irrigation and partial rootzone-drying irrigation[J]. Agricultural Water Management, 2006,84(3):274—280.
- [6] Phene C J, Allee C P, Pierro J D. Soil matric potential sensor measurements in real time irrigation scheduling[J]. Agricultural water management, 1989,16:173—185.
- [7] Dan Goldberg, Baruch Gornat, Daniel Rimon. Drip irrigation principles, design and agricultural practices[M]. Israel: Drip irrigation Scientific Publications, 1976.
- [8] 康跃虎,王凤新,刘士平,等.滴灌调控土壤水分对马铃薯生长的影响[J].农业工程学报,2004,20:66—72.
- [9] Raddad E Y, Luukkanen O. The influence of different *Acacia senegal* agroforestry systems on soil water and crop yields in clay soils of the Blue Nile region, Sudan[J]. Agricultural water management, 2007, 87:61—72.
- [10] Wang F, Feng S, Hou X, et al. Potato growth with and without plastic mulch in two typical regions of Northern China[J]. Field Crops Research, 2009, 110:123—129.
- [11] 王凤新,康跃虎,刘士平.滴灌和沟灌马铃薯覆膜效应研究[J].中国生态农业学报,2003,11(4):99—102.

Effect of different water-saving practices on growth and water use of potato

LIN Ye-chun, HU Yue-gao, ZENG Zhao-hai

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: Potato (*Solanum tuberosum* L.) is an important food crop in the north of China, and it is very sensitive to water stress. Combination of plastic film, superabsorbent polymer (SAP) and drip irrigation system was made to study growth and water use of potato under different soil matric potential (SMP). The results presented that the treatments without mulching and SAP under different SMP at 20 cm soil depth had much higher rate of big-middle size tuber, commercial tuber and IWUE; there were little significance on growth, yield and commercial attribute between the treatments with mulching film under different SMP, but lower SMP may weaken the capability of water-saving of SAP. This research presents planting potato with plastic film mulching should move up a date, and planting potato with SAP and drip irrigation is a good way to saving water and increasing yield.

Keywords: soil matrix potential; drip irrigation; mulching film; superabsorbent polymer; WUE