

耕作方式对马铃薯水分利用的影响

冯应建

(甘肃农业大学, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 在半干旱区研究了传统耕作(T)和垄上覆膜沟内覆草摆种(PDSS)、垄上覆膜沟内覆草浅播(PDSSH)、垄上覆草摆种(RSS)、平作覆草摆种(FSS)、垄上不覆膜沟内覆草摆种(DSS)和草膜双覆盖摆种(DFSS)6种保护性耕作措施对马铃薯水分利用的影响。结果表明, 保护性耕作措施可以有效地提高0~80 cm土壤的贮水量, 尤其是0~30 cm土壤的贮水量, 提高幅度均在10%以上; DFSS处理可以显著地提高马铃薯大薯率, 较传统耕作提高32%; FSS处理的综合效果均优于其他处理。黄土高原西部旱农区马铃薯保护性耕作采用平作覆草摆种效果较为理想。

关键词: 马铃薯; 保护性耕作; 水分利用效率

中图分类号: S532 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2016)12-0022-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2016.12.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2016.12.008)

The Impacts of Different Tillage Practices on Water Use of Potato

FENG Yingjian

(Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu730070, China)

Abstract: The study aims at water use efficiency of potato to the effect of traditional tillage and six conservation tillage measures: PDSS, PDSSH, RSS, FSS, DSS and DESS. The studies shows that the conservation tillage measures can effectively improve soil water storage of 0~80 cm, especially soil water storage of 0~30 cm, the rate is more than 10%; DFSS's measure can obviously improve the big potato rate of potato, the rate is improved 32% on the basic of traditional tillage; the synthetical effect of FSS's measure is even better than others. Therefore, conservation tillage measure of the potato of loess plateau's western arid regions uses FSS, the effect is rather ideal.

Key words: Potato; Conservation tillage; Water use efficiency

黄土高原种植区是全国马铃薯主产区之一。近年来, 随着种植结构的调整, 定西市半干旱区的马铃薯种植面积不断扩大, 马铃薯种植已经成为当地农民增收的重要途径。定西已成为我国名副其实的“马铃薯之乡”^[1-2]。该地区处于半干旱偏旱区, 年降水量低, 且蒸发量大, 降水一方面集中在少数几次降雨过程, 另一方面小于5 mm的无效降水多, 导致径流损失与蒸发损失^[3]。在马铃薯传统耕作方式下地表裸露无覆盖物, 中后期的田间管理中还要进行松土, 使得土壤水分大

量蒸发, 保水性较差。而且降雨时土壤表层受到雨点的直接冲击, 土壤团粒结构被破坏, 表层大空隙塌陷使其连续性降低, 形成一层不易透水透气、结构细密坚实的结壳, 影响水分的入渗, 从而容易形成地表径流, 造成水土流失^[4]。因此, 改善水分供应和提高水分利用效率乃是该地区旱地农业生产发展的最佳途径^[5]。与传统耕作相比, 保护性耕作因为耕作次数的减少能明显降低农业生产投入而备受发达国家农民的青睐, 已在全世界范围内得到了广泛应用。保护性耕作在干旱半

收稿日期: 2016-08-22

作者简介: 冯应建(1989—), 男, 甘肃酒泉人, 硕士研究生, 主要从事旱作农业理论与技术研究。联系电话: (0)13014101320。E-mail: 312353848@qq.com。

- [3] 刘随存, 刘润存. 花椒蚜虫防治技术的研究[J]. 山西林业科技, 2003(9): 20-22.
- [4] 匡海源. 农螨学[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 58.

- [5] 海茂棠, 海燕, 秦霏. 花椒蚜虫防治试验[J]. 中国森林病虫, 2005(10): 36-38.

(本文责编: 杨杰)

干旱地区的实施具有良好的生态和经济效果。与传统耕作相比,免耕秸秆覆盖增大了土壤的容重,提高了表土的饱和导水率,使土壤的稳定性提高,明显地减少了土壤侵蚀量和径流量。但是保护性耕作用于块根块茎类作物的研究还不够全面。自20世纪90年代以来,国内学者针对这一问题先后从不同播期、不同品种、不同覆盖物、不同水肥条件等多个因素对马铃薯生产技术进行了研究,但在黄土高原西部雨养农业区,缺乏马铃薯保护性耕作成熟技术^[6-10]。为此,我们比较了传统耕作措施和6种不同保护性耕作方式对水分利用及产量的影响,以期从产量和水分利用效率角度为黄土高原地区马铃薯保护性耕作技术体系的选择提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

指示马铃薯品种陇薯3号(一级脱毒种)。覆盖物为小麦秸秆。地膜为宽1.1 m、厚0.008 mm的黑色地膜。

1.2 试验区概况

试验于2015年在甘肃农业大学定西旱农综合试验站进行。该区属中温带偏旱区,平均海拔2 000 m,年降水量410.4 mm,年蒸发量1 531 mm;年均太阳辐射591.9 kJ/cm²,年日照时数2 476.6 h;年均温6.4℃,≥10℃积温2 239.1℃,干燥度2.53;80%保证率的降水量为365 mm,变异系数为24.3%,为黄土高原西部典型的半干旱雨养农业区。试验区2015年3—10月降水量见图1。试验田土壤为典型的黄绵土,土质松软,土层深厚,质地均匀,贮水性能较好;0~200 cm土壤容重平均为1.17 g/cm³,前茬为小麦。

1.3 试验方法

试验共设7个处理(表1),3次重复,小区面积为22.4 m²。播前选择无病虫害、无冻害、表皮光滑新鲜、30 g以上的块茎做种薯,对于薯块大的将其切成30~40 g大小。小的种薯则采用整薯块播种。播种前7 d将试验田东西向划线开沟起垄,垄上覆盖黑色地膜,除传统耕作(T)以外,其他处理均在垄上或沟内按试验设计用小麦秸秆进行覆盖,覆盖厚度为5 cm。2012年4月28日以60 000株/hm²的密度播种,摆种处理将秸秆掀起沟内按“品”字形摆种,株间距37 cm,行间距45

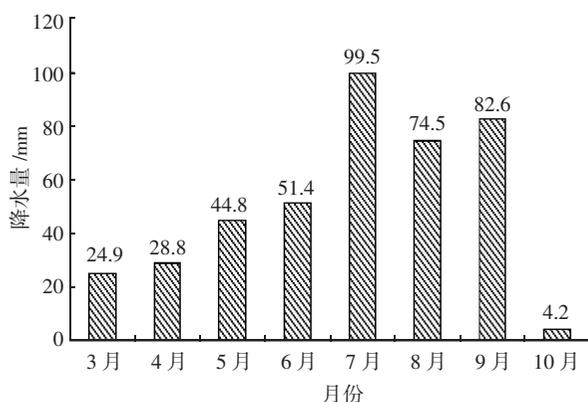


图1 2012年3—10月降水量

表1 试验设计

处理	试验方法
传统耕作(T)	作物收获后至冻结前三耕两耧,将马铃薯播种于10~15 cm的土壤中。
垄上覆膜沟内覆草摆种(PDSS)	前作收获后免耕,2012年3月28日开沟起垄,垄底宽33 cm,沟宽90 cm,垄高20 cm,垄上覆盖地膜,沟内覆盖秸秆,摆种马铃薯。
垄上覆膜沟内覆草浅播(PDSSH)	前作收获后免耕,2012年3月28日开沟起垄,垄底宽33 cm,沟宽90 cm,垄高20 cm,垄上覆盖地膜,沟内覆盖秸秆,5 cm浅播种马铃薯。
垄上覆草摆种(RSS)	前作收获后免耕,2012年3月28日开沟起垄,垄面宽90 cm,沟宽33 cm,垄高20 cm,垄上覆盖秸秆,摆种马铃薯。
平作覆草摆种(FSS)	前作收获后免耕,直接覆盖秸秆,摆种马铃薯。
垄上不覆膜沟内覆草摆种(DSS)	前作收获后免耕,2012年3月28日开沟起垄,垄底宽33 cm,沟宽90 cm,垄高20 cm,垄上不覆盖地膜,沟内覆盖秸秆,摆种马铃薯。
草膜双覆盖摆种(DFSS)	前作收获后免耕,2012年3月28日开沟起垄,垄底宽30 cm,沟宽90 cm,垄高15 cm,垄上覆盖秸秆和地膜,摆种马铃薯。

cm。在距离种薯播种深度2 cm以下穴施普通过磷酸钙893 kg/hm²、尿素223 kg/hm²,盖好秸秆并在上面撒上湿土,以防大风将秸秆吹走。免耕各处理生育期间均不进行中耕除草、追肥。传统耕作(T)播种深度为10~15 cm,不追肥,但需进行中耕除草;PDSSH处理播种深度为5 cm;RSS处理是将PDSS处理的沟垄倒置,在垄上进行PDSS处理的种植方式。DFSS处理则是将马铃薯块茎摆放于垄上,然后在上面覆草覆膜,播种时芽眼朝向地面。收获时,各小区分别收获计产,并分大、

中、小薯分别进行称重统计。

1.4 测定与计算方法

1.4.1 土壤水分的测定 分别在马铃薯出苗期、齐苗期、现蕾期、盛花期、块茎膨大期、成熟期测定 0~5、5~10、10~30、30~50、50~80、80~110、110~170、170~200 cm 土层的土壤水分。0~10 cm 土层的采用烘干法测量，取土部位分别为 RSS、DFSS 垄上取土、PDSS、PDSSH、DSS 沟内取土。由下式计算土壤体积含水量：

$V\% = w\% \times BD$ ，式中 $w\%$ 为土壤重量含水量， BD 为土壤容重。

10~200 cm 土层的采用中子仪水分法测量，中子管理置于各小区距地头 2 m 处，RSS、DFSS 埋置于垄上，PDSS、PDSSH、DSS 埋置于沟内。由下式计算土壤体积含水量：

$Y = 0.00004X + 0.0388$ ，式中 X 为中子数。

土壤贮水量(W)= $V\% \times$ 土壤厚度(mm)，式中 $V\%$ 为土壤体积含水量。

水分利用效率(WUE)= Y/TET ，式中 Y 为作物产量， TET 为作物整个生长季的总耗水量。 WUE 单位为 $[kg/(hm^2 \cdot mm)]^{[2]}$ 。

1.4.2 马铃薯产量的测定 当 50% 的茎叶转黄时，马铃薯进入成熟期。收获时，分别将各个小区内收获的薯块称重，得到小区总产。统计大、中、小薯率。

1.5 数据分析

烘干法水分数据、中子仪水分数据、出苗率应用 Microsoft、Excel 2003 软件进行统计分析，产量、水分利用效率数据应用 DPS11.50 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同耕作方式下出苗期的水分动态

由图 2 可以看出，马铃薯出苗期由于降水充足，0~5 cm 土层土壤含水量 T 处理为 16.77%，摆种处理 PDSS、RSS、FSS 和 DSS 分别为 27.09%、23.22%、25.80%、24.51%，PDSSH 处理和 DFSS 处理分别为 28.38%、23.65%，保护性耕作普遍高于传统耕作方式，差异达显著水平。5~10 cm 土层的土壤含水量水分趋势同 0~5 cm 土层的。而 10~80 cm 土层的土壤含水量传统耕作处理与 6 种保护性耕作的差异迅速减小，80 cm 土层以下，这种差异几乎完全消失。说明保护性耕作方式在 0~

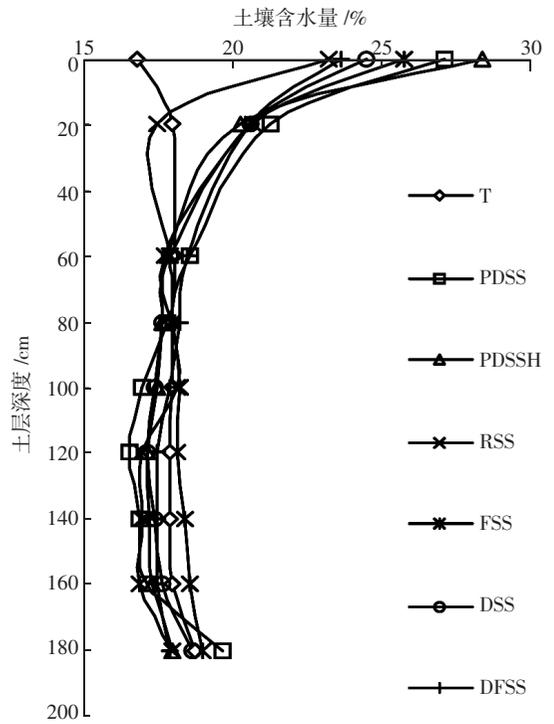


图 2 出苗期土壤水分垂直分布

80 cm 土层有效的提高了土壤含水量，较传统耕作优势明显。

2.2 不同耕作方式下的出苗率

由图 3 可以看出，各处理的出苗率从大到小依次为 FSS、PDSS、T、DSS、RSS、DFSS、PDSSH，排名第 1 的 FSS 处理比排名第 2 的 PDSS 处理高 3.94%；PDSSH 处理最低。各处理间差异均达到显著水平。

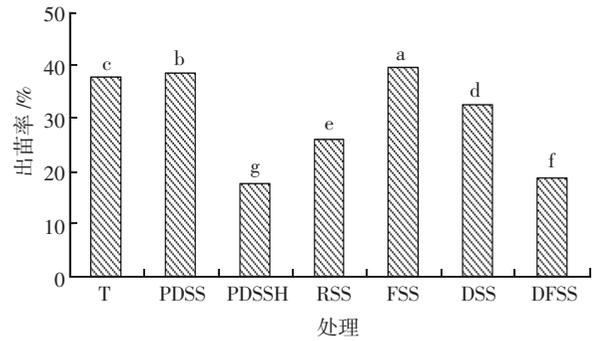


图 3 不同耕作方式下马铃薯出苗率

2.3 不同耕作方式下的水分利用效率

由图 4 可以看出，FSS 处理的水分利用效率高与其他各处理，并与 PDSS 处理、T 处理的差异达到显著水平 ($P < 0.05$)，T 处理略高于 RSS 处理，处理间未达到显著水平。DFSS 处理、PDSSH 处理、DSS 处理相差不大，其中 DSS 处理最低，与

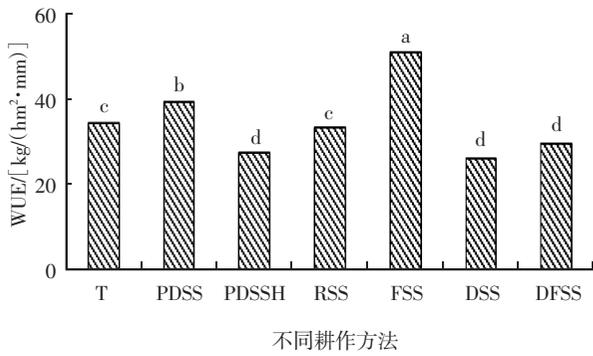


图4 各处理水分利用效率

FSS处理相比差异达到极显著水平。保护性耕作方式中,只有FSS和PDSS处理高于传统耕作T,其他4种处理的水分利用效率未显现出优势。

2.4 不同耕作方式下土壤贮水量

由图5可以看出,各处理在全生育期0~30 cm土层的土壤贮水量变化趋势基本一致。但在各测定时期免耕处理的土壤贮水量较传统耕作普遍有所提高,PDSS处理的贮水量在整个生育期内最高。由图6可以看出,30~80 cm土层中,

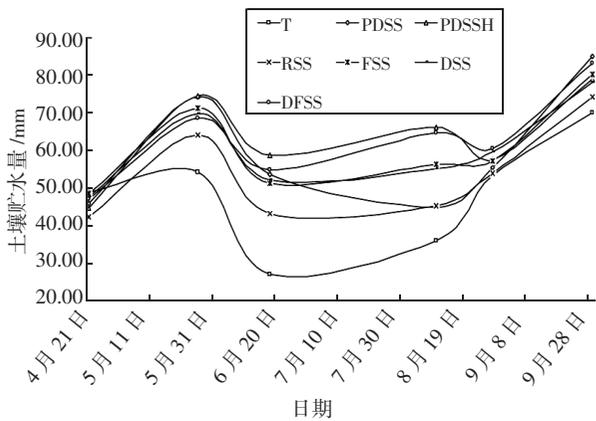


图5 0~30 cm 土壤贮水量

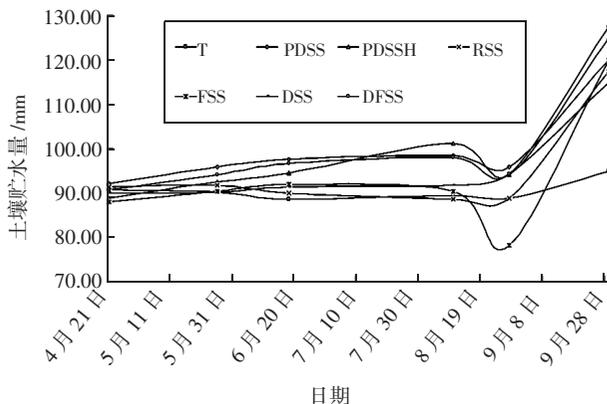


图6 30~80 cm 土壤贮水量

免耕各处理的土壤贮水量较传统耕作也有所提高,提高幅度平均在10%左右。由图7可以看出,80~200 cm土层中,其他各处理的贮水量均略高于传统耕作,但差别不是很明显,说明免耕处理可以改善0~80 cm土层的土壤贮水量,尤其是对0~30 cm土层的土壤贮水量改善较为明显。

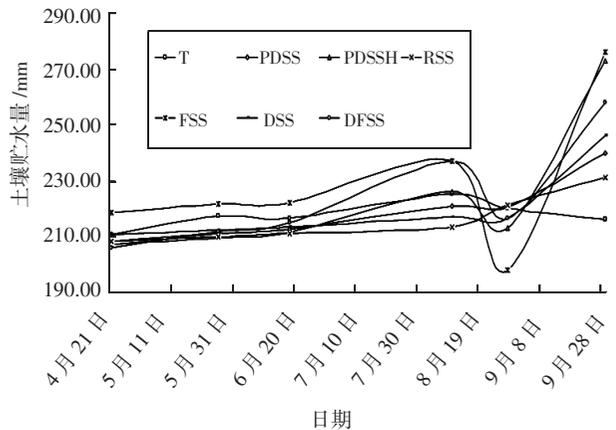


图7 80~200 cm 土壤贮水量

2.5 不同耕作方式下马铃薯的产量

由表2可以看出,不同耕作方式下马铃薯的产量从大到小依次为FSS、T、PDSS、RSS、DFSS、DSS、PDSSH, FSS处理产量最高,为14 940.5 kg/hm²; T处理次之,为13 035.7 kg/hm²; PDSSH处理最低,为7 574.4 kg/hm²。各处理间差异均达显著性水平。各处理间大、中、小薯率差异除DSS处理外,其他处理差异不明显。

表2 不同耕作措施下马铃薯的产量^①

处理	大薯率 (%)	中薯率 (%)	小薯率 (%)	收获产量 (kg/hm ²)
T	0.34	0.41	0.25	13 035.7 b
PDSS	0.36	0.28	0.36	12 276.8 c
PDSSH	0.37	0.14	0.49	7 574.4 g
RSS	0.36	0.35	0.29	11 101.2 d
FSS	0.34	0.31	0.35	14 940.5 a
DSS	0.16	0.51	0.33	8 482.1 f
DFSS	0.50	0.22	0.28	8 586.5 e

①单薯重250 g以上为大薯,单薯重50~250 g为中薯,单薯重50 g以下为小薯。

3 小结与讨论

根据出苗期土壤水分垂直分布图可知,6种保护性耕作方式下0~80 cm土层中土壤水分含量较传统耕作都有显著的提高,但在80~200 cm土层

中这种差异十分微弱。由此可知,保护性耕作措施可以有效地提高0~80 cm土壤水分含量,较传统耕作方式优势明显。

不同耕作措施处理中出苗率以平作覆草摆种处理最高,垄上覆膜沟内覆草浅播处理最低。传统耕作处理略低于平作覆草摆种处理和垄上覆膜沟内覆草摆种处理,而其他处理均低于传统耕作。分析可知,平作覆草摆种处理由于在地表覆盖了秸秆,增加了地温和土壤水分含量,对于马铃薯出苗起到了良好的促进作用^[11-13]。而垄上覆膜沟内覆草浅播处理的低出苗率可能是因为播种过浅所导致。草膜双覆盖摆种处理尚需要在今后的试验中继续研究和验证,建议在今后的试验处理中增加草膜双覆盖浅播处理和草膜双覆盖摆种处理进行深入对比。

各处理在全生育时期0~30 cm土层的土壤贮水量变化趋势基本一致。马铃薯块茎膨大期耗水量大增,导致土壤贮水量显著下降,而在成熟期又有所回升。这体现了马铃薯在各个生育时期内的不同需水规律。在50~80 cm土层中,各测定时期6种保护性耕作方式较传统耕作方式土壤贮水量均有10%左右的提高。上述结果与赵天武、郑元红、王颖慧等^[6,14-15]“免耕处理能明显改善0~80 cm土层的土壤贮水量,尤其是对0~30 cm土层的土壤贮水量的影响明显”的结论一致。

不同耕作措施处理下马铃薯的产量以平作覆草摆种处理最高,传统耕作处理次之,垄上覆膜沟内覆草浅播处理最低。各处理间产量差异均达到了显著水平。结合出苗率分析,垄上覆膜沟内覆草浅播处理的低产量是由于其低出苗率所致,而草膜双覆盖摆种处理的出苗率低于垄上覆膜沟内覆草摆种处理,但产量却高于垄上不覆膜沟内覆草摆种处理。这是因为草膜双覆盖摆种处理有着较高的大薯率,且在各处理中其大薯率最高。由此可知,草膜双覆盖摆种可以有效地提高马铃薯的大薯率。

不同耕作措施处理中,平作覆草摆种处理的水分利用效率高于其他各处理,并与垄上覆膜沟内覆草摆种处理,传统耕作处理的差异达到显著水平,传统耕作处理略高于垄上覆草摆种处理,处理间未达到显著水平。6种保护性耕作方式中,只有平作覆草摆种处理和垄上覆膜沟

内覆草摆种处理高于传统耕作处理,其他4种处理的水分利用效率未显现出优势。但是综合出苗率、产量、水分利用效率及土壤贮水量等指标发现,平作覆草摆种处理的综合效果均优于其他处理,且平作覆草摆种种植方式的种植、管理及收获所需的劳动强度小,节约了成本,提高了经济效益,值得在黄土高原马铃薯主产区生产中加以推广。

参考文献:

- [1] 魏亚雯. 安定区马铃薯种植及适宜性评价[J]. 旱作农业, 2011(1): 26-27.
- [2] 范士杰. 不同栽培方式对马铃薯土壤水分状况和产量的影响[J]. 草业学报, 2012, 21(2): 271-279.
- [3] 王晓凌. 垄沟覆膜集雨对马铃薯产量及水分和氮肥利用的影响[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2007.
- [4] 李卿沛. 旱地马铃薯免耕覆盖摆种的产量表现及其对土壤水分和养分的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2010, 45(1): 77-81.
- [5] 王立为. 不同施肥水平对旱地马铃薯水分利用效率的影响[J]. 中国农业大学学报, 2012, 17(2): 54-58.
- [6] 赵天武, 黄高宝, 轩春香, 等. 黄土高原旱地不同保护性耕作措施对马铃薯田土壤水湿效应及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(1): 101-106.
- [7] 张仁陟. 几种保护性耕作措施在黄土高原旱作农田的实践[J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(1): 61-69.
- [8] 李柱栋. 马铃薯稻草覆盖免耕栽培技术[J]. 广西农业科学, 2006, 37(1): 32.
- [9] 水清明. 定西市种植马铃薯八项技术[J]. 中国马铃薯, 2007, 27(3): 183-185.
- [10] 何晟国, 何增国, 张多云, 等. 起垄覆膜方式对旱地马铃薯产量和水分利用效率的影响[J]. 甘肃农业科技, 2012(1): 16-18.
- [11] 李登航, 王立, 黄高宝, 等. 保护性耕作对黄土高原坡耕地水土流失的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(13): 6087-6088.
- [12] 张绪成, 何宝林. 陇中旱地马铃薯膜侧种植技术研究[J]. 甘肃农业科技, 2001(3): 29-30.
- [13] 韦冬萍. 马铃薯水分需求特性研究进展[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(4): 66-70.
- [14] 郑元红. 不同栽培技术对马铃薯水分利用率的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(7): 249.
- [15] 王颖慧. 覆膜方式对旱作马铃薯产量和土壤水分的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(3): 147-152.

(本文责编: 杨杰)