

沟垄覆膜对旱作马铃薯土壤养分 运移及产量的影响

秦舒浩^{1,2}, 代海林^{1,2}, 张俊莲^{1,2}, 王 蒂¹

(1. 甘肃省作物遗传改良与种质创新重点实验室, 甘肃 兰州 730070;

2. 甘肃省干旱生境作物学重点实验室, 甘肃农业大学园艺学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 为了明确沟垄覆膜种植方式对旱作马铃薯田养分运移规律及产量的影响, 试验设置平畦不覆膜(T1)、平畦覆膜(T2)、全膜双垄沟播(T3)、全膜双垄垄播(T4)、半膜膜侧种植(T5)及半膜沟垄垄播(T6)6 个处理, 研究了不同沟垄覆膜条件下 0~40 cm 土壤养分运转分配规律及马铃薯产量表现。结果表明, 通过沟垄覆膜处理能促进土壤有机质分解, 显著提高马铃薯根区土壤速效氮、速效磷和速效钾含量。在全生育期, 各处理 0~20 cm 土壤速效氮、速效磷和速效钾含量变化规律基本一致, 均呈先上升后下降趋势, 7 月份含量最高, 且各沟垄覆膜处理均高于 T1; 20~40 cm 土壤速效氮磷钾含量变化规律为先下降后上升再下降, 以 8 月份养分含量最高, 各处理间差异显著; 而各沟垄覆膜处理 0~40 cm 土壤有机质含量均低于 T1。与 T1 相比, T2、T3、T4、T5 和 T6 分别增产 36.3%、59.7%、60.5%、47.6% 和 46.0%, 其中 T4 产量最高。沟垄覆膜种植提高了大薯率和中薯率总和。各处理综合表现以 T4 最好。

关键词: 沟垄覆膜; 旱作马铃薯; 土壤养分运移; 产量

中图分类号: S532.048 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)01-0038-04

Effects of plastic film and ridge-furrow cropping patterns on soil nutrients movement and yield of potato in semiarid areas

QIN Shu-hao^{1,2}, DAI Hai-lin^{1,2}, ZHANG Jun-lian^{1,2}, WANG Di¹

(1. Gansu Key Laboratory of Crop Genetic & Germplasm Enhancement, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Gansu Key Laboratory of Arid land Crop Science, College of Horticulture, Gansu Agricultural University Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: In order to investigate the effect of plastic film mulching on the movement of soil nutrients and yield of rainfed potato in semiarid areas of Gansu Ding-xi, Six treatments were conducted, including harrowed bedding system without plastic mulching (T1), harrowed bedding system with plastic mulching (T2), completely mulched alternating narrow and wide ridges with furrow planting (T3), completely mulched alternating narrow and wide ridges with ridge planting (T4), plastic mulched raised bedding system with furrow planting (T5) and plastic mulched raised bedding system with bedding planting (T6). The results indicated that plastic film and ridge-furrow practices can increase the content of soil available nitrogen, phosphorus, potassium and soil organic matter. In 0~20 cm soil layer, soil available nitrogen, phosphorus, and potassium showed similar trend, increasing in the first stage, and then decreasing. The nutrient contents were highest in July, the content of soil organic matter of film and ridge-furrow treatments in 0~40 cm soil layer were higher than that in T1. Moreover there were higher nutrient contents in film and ridge-furrow treatments than T1. In 20~40 cm soil layer, the content of soil available nitrogen, phosphorus and potassium was also changed the same, decreased in the first stage, then increased, and decreased finally, and the nutrient contents were highest in August. Compared with T1, the yield of T2, T3, T4, T5, and T6 was increased by 36.3%, 59.7%, 60.5%, 47.6%, and 46.0%, respectively. Plastic film and ridge-furrow cropping patterns increased the yield of potato, especially the ratio of

收稿日期: 2013-03-27

基金项目: 国家自然科学基金(31260311); 国家科技支撑计划(2012BAD06B03); 马铃薯产业技术体系专项(CARS-10-P18); 教育部重点基金项目(212185); 干旱生境作物学重点实验室开放基金课题(GSCS-2010-09)

作者简介: 秦舒浩(1972—), 男, 甘肃正宁人, 博士, 副教授, 主要从事蔬菜高产栽培技术研究。E-mail: qinsh@gsau.edu.cn。

通信作者: 张俊莲(1961—), 女, 教授, 主要从事马铃薯育种与栽培研究。E-mail: zhangjunlian99@yahoo.com.cn。

王 蒂(1955—), 男, 教授, 主要从事马铃薯育种与栽培研究。E-mail: wangdi@gsau.edu.cn。

large and medium tubers, with the treatment of completely mulched alternating narrow and wide ridges with ridge planting (T4) showing the highest values.

Keywords: plastic film mulching and ridge-furrow cropping patterns; rainfed potatoes; soil nutrients movement; yield

植物生长所需的养分主要来自土壤,包括氮、磷、钾和其他必须的微量元素,土壤中氮磷钾含量的高低成为影响作物生长发育及产量高低的关键因素之一。在一定的施肥条件下,土壤水分状况、栽培技术和耕作措施能够影响土壤养分的有效性。已有研究表明,通过灌溉和地膜覆盖可以改善和提高农田生态系统水肥含量和利用效率,使作物获得高产^[1-2]。王顺霞、闫根海、王绍美^[3-5]等通过研究地膜覆盖对玉米生长的影响表明,地膜覆盖能改善土壤环境,提高土壤水分利用效率,提高土壤温度,增强作物的光合能力,玉米增产显著。秦舒浩等^[6]通过研究沟垄覆膜对旱作马铃薯土壤水分运移及产量的影响表明,沟垄覆膜可以显著提高土壤水分含量及水分利用效率,提高大、中薯率,降低绿薯率和烂薯率,马铃薯增产幅度达 36.29%~60.48%。目前地膜覆盖对马铃薯水分利用效率及产量的影响研究较多^[7-11],而对马铃薯田养分运移及产量的影响报道较少。为此,本试验设置不同的沟垄覆膜处理,研究沟垄覆膜种植方式对旱作马铃薯田养分运转规律及产量的影响,以期为进一步完善旱作马铃薯高产栽培技术及进一步提高马铃薯生产效能提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

本试验于 2011 年 4—10 月在甘肃农业大学定西旱农中心综合试验站实施。该试验站地处甘肃中部定西市安定区,海拔 1 950 m,年平均气温 6.4℃,年均降水量 391 mm,年蒸发量 1 531 mm,干燥度 2.53,为典型的半干旱雨养农业区。土壤为黄绵土,试区土壤基础养分见表 1。

表 1 播种前土壤基础养分状况
Table 1 Soil fertility status before sowing

土壤指标 Soil properties	土壤深度 Soil depth/cm	
	0~20	20~40
pH	8.13	8.04
有机质 Organic matter/(g·kg ⁻¹)	20.93	22.94
速效氮 Available nitrogen/(mg·kg ⁻¹)	19.00	13.00
速效磷 Available phosphorus/(mg·kg ⁻¹)	15.95	10.40
速效钾 Available potassium/(mg·kg ⁻¹)	114.33	101.75

1.2 试验设计

以当地主栽品种“新大坪”为供试品种,试验共

设 6 个处理,分别为:平畦不覆膜(T1),宽行 70 cm,窄行 40 cm,作为对照;平畦覆膜(T2),宽行 70 cm,窄行 40 cm,膜上播种 2 行,膜宽 60 cm;全膜双垄沟播(T3),大小垄种植,垄、沟均覆膜,播种在沟中,大垄高 15 cm,垄宽 70 cm,小垄高 8 cm,垄宽 40 cm;全膜双垄垄播(T4),大小垄种植,垄、沟均覆膜,播种在垄上,并在沟中膜上打孔以利于水分渗入,大垄高 15 cm,垄宽 70 cm,小垄高 8 cm,垄宽 40 cm;半膜膜侧种植(T5),垄上覆膜,垄高 15 cm,垄宽 70 cm,沟宽 40 cm,播种在沟内膜的两侧位置,每沟种 2 行;半膜沟垄垄播(T6),垄上覆膜,垄高 15 cm,垄宽 70 cm,沟宽 40 cm,播种在垄上,种 2 行。

试验于 2011 年 4 月 10 日覆膜,4 月 25 号播种,各处理株距均为 40 cm,密度为 45 465 株·hm⁻²,小区面积为 8.0 m×5.5 m,区组间距 100 cm,小区间距 70 cm,周边留有 150 cm 的保护行,3 次重复,随机排列。播前施马铃薯专用肥 750 kg·hm⁻²(N:P₂O₅:K₂O=8:7:10),同时每公顷施有机肥 30 m³。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 土壤养分含量 分别于 5 月 25 日、7 月 25 日、8 月 25 日、9 月 25 日用土钻取马铃薯根区 0~20 cm 和 20~40 cm 土层的土样带回实验室,待土样自然风干后,分别测定土壤速效氮(碱解氮)、速效磷(Olsen 磷)、土壤速效钾及有机质含量。其中土壤速效氮、速效磷和速效钾采用土壤农化常规分析方法,土壤有机质含量采用重铬酸钾外加热法^[12]测定。

1.3.2 产量及产量性状 产量按小区单收计产,计算经济产量(块茎产量);每小区取 10 株考种,分析产量构成性状;大、中、小薯的评价标准为:大薯 250 g 以上,中薯 50~250 g,小薯 50 g 以下。

2 结果与分析

2.1 不同沟垄覆膜对土壤速效氮含量的影响

图 1、图 2 表明,在马铃薯全生育期,各处理 0~20 cm 土壤速效氮含量变化趋势基本一致,呈先上升后下降的趋势,而 20~40 cm 土壤速效氮含量呈先降后升再降的趋势。处理间存在明显差异。从图 1 可以看出,沟垄覆膜种植显著提高了 0~20 cm 土层土壤速效氮含量,各处理土壤速效氮 4 次测定的平均含量高低顺序为 T5>T4>T3>T6>T2>T1,且 T2、T3、T4、T5 和 T6 速效氮平均含量分别比 T1 增加

8.07%、49.47%、50.52%、55.08%和 43.86%。而 20~40 cm 土层,各处理土壤速效氮 4 次测定的平均含量高低顺序为 T4>T3>T6>T1>T5>T2,除 T2 和 T5 外,T3、T4 和 T6 分别比 T1 增加 3.89%、6.98%和 3.49%(图 2)。

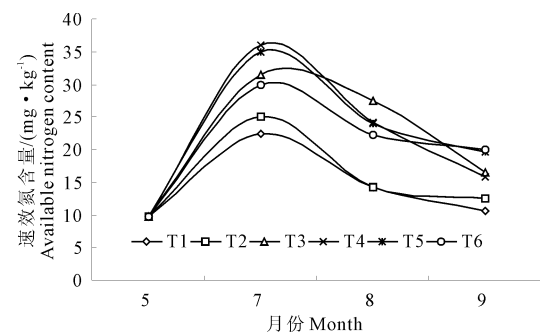


图 1 不同种植模式下 0~20 cm 土层土壤速效氮含量

Fig.1 Available nitrogen content in the 0~20 cm soil layer under different cropping patterns

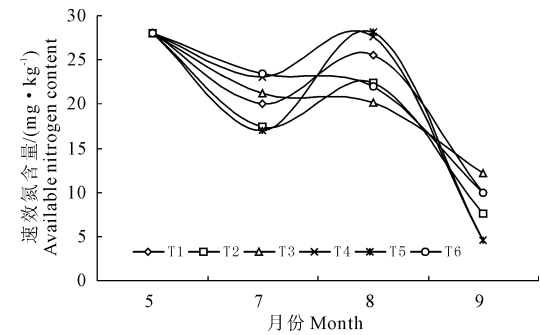


图 2 不同种植模式下 20~40 cm 土层土壤速效氮含量

Fig.2 Available nitrogen content in the 20~40 cm soil layer under different cropping patterns

2.2 不同沟垄覆膜对土壤速效磷含量的影响

如图 3 所示,各处理 0~20 cm 土壤速效磷含量平均值表现为 T4>T5>T6>T3>T2>T1,T2、T3、T4、T5 和 T6 分别比 T1 增加 2.87%、7.41%、14.44%、12.96%和 12.96%。而在 20~40 cm 土层,4 次测定的速效磷平均含量表现为 T4>T6>T1>T3>T2>T5,除 T2、T3 和 T5 比对照 T1 低以外,T4、T6 分别较 T1 增加 2.60%和 1.40%(图 4)。

2.3 不同沟垄覆膜对土壤速效钾含量的影响

图 5 表明,沟垄覆膜种植显著提高了 0~20 cm 土壤速效钾含量,4 次测定的平均值表现为 T4>T5>T3>T2>T6>T1,与 T1 相比较,T2、T3、T4、T5 和 T6 分别比 T1 高 6.67%、10.15%、12.05%、10.26%和 5.90%。而 20~40 cm 速效钾平均含量高低顺序为 T4>T3>T5>T6>T2>T1,与 T1 相比较,沟垄与覆膜处理速效钾含量增幅为 0.30%~52.39%(图 6)。

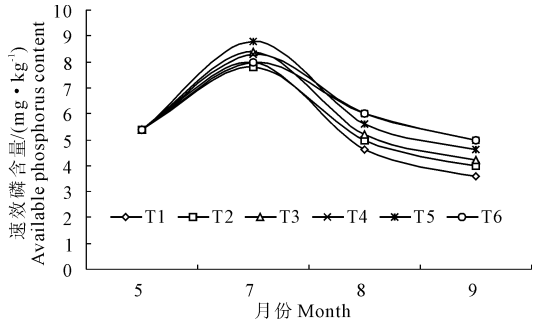


图 3 不同种植模式下 0~20 cm 土层土壤速效磷含量

Fig.3 Available phosphorus content in the 0~20 cm soil layer under different cropping patterns

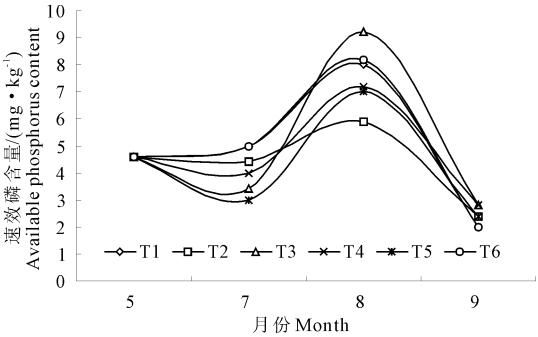


图 4 不同种植模式下 20~40 cm 土层土壤速效磷含量

Fig.4 Available phosphorus content in the 20~40 cm soil layer under different cropping patterns

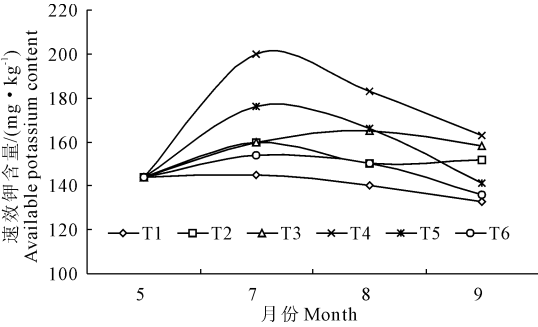


图 5 不同种植模式下 0~20 cm 土层土壤速效钾含量

Fig.5 Available potassium content in the 0~20 cm soil layer under different cropping patterns

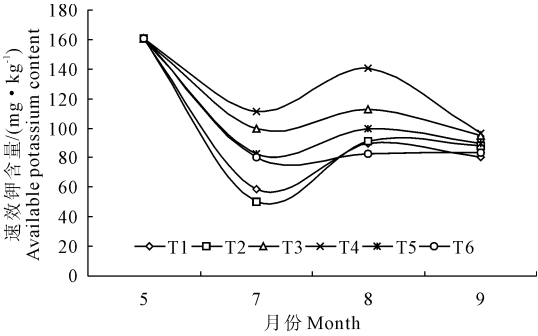


图 6 不同种植模式下 20~40 cm 土层土壤速效钾含量

Fig.6 Available potassium content in the 20~40 cm soil layer under different cropping patterns

2.4 不同沟垄覆膜对土壤有机质含量的影响

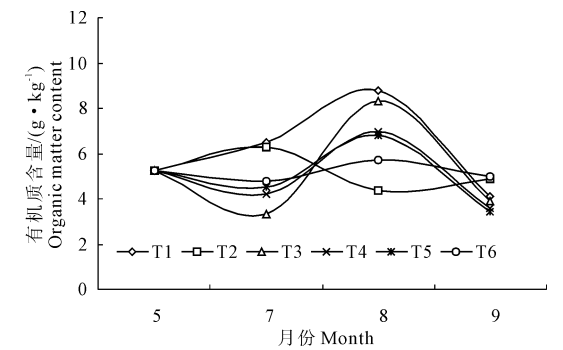


图 7 不同种植模式下 0~20 cm 土层土壤有机质含量
Fig.7 Organic matter content in the 0~20 cm soil layer under different cropping patterns

从图 7 可以看出,各处理 0~20 cm 土层有机质含量 4 次测定的平均值高低顺序为 T1>T3>T2>T6>T5>T4,与 T1 相比较,T2、T3、T4、T5 和 T6 分别降低 6%、5%、13%、13% 和 8%。而各处理 20~40 cm 土层有机质含量 4 次测定的平均值表现为 T1>T5>T4>T2>T3>T6,T5 处理土壤有机质含量变化幅度最大,其他处理分别比对照 T1 降低 7.92%~36.46%(图 8),通过沟垄覆膜在不同程度上促进了马铃薯根际土壤有机质的分解,促进了土壤中速效

氮磷钾含量的提高。

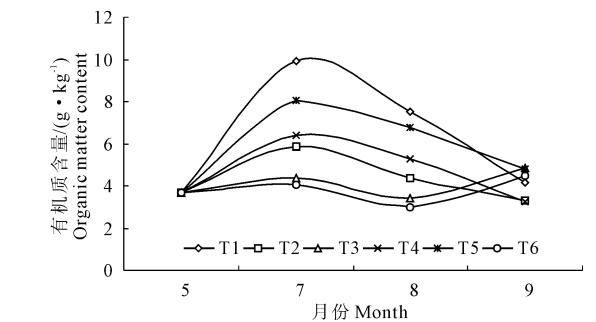


图 8 不同种植模式下 20~40 cm 土层土壤有机质含量
Fig.8 Organic matter content in the 20~40 cm soil layer under different cropping patterns

2.5 不同沟垄覆膜对马铃薯产量构成要素的影响

沟垄覆膜种植对旱作马铃薯产量性状有显著影响(表 2)。沟垄覆膜种植模式下马铃薯大薯百分率均不同程度提高,提高幅度为 0.8%~43.8%,各种种植模式的中薯百分率也明显高于 T1,增幅为 41.8%~68.7%,T1 的小薯百分率显著高于其他处理。T4 的大薯百分率与中薯百分率之和最高。其他 5 种植植模式的单株结薯数和单株薯产量均不同程度高于 T1,T4 的单株结薯数和单株结薯产量均为最高。

表 2 不同种植模式下马铃薯产量构成要素

Table 2 Yield components of potato under different cropping patterns

处理 Treatments	大薯个数 百分率/% Ratio of large tuber	中薯个数 百分率/% Ratio of medium tuber	小薯个数 百分率/% Ratio of small tuber	单株结薯数 Number of potato per plant	产量 Yield /(kg·hm ⁻²)	增产率 Increased by /%
T1	14.2c	39.7d	46.2a	5.1b	28181.0c	—
T2	14.3c	60.2b	25.5b	6.5ab	38409.0b	36.3
T3	17.2b	61.6ab	21.2c	6.6a	45000.0a	59.7
T4	18.5b	63.8a	18.6c	7.9a	45227.0a	60.5
T5	18.8b	53.5c	27.7b	6.4ab	41590.0ab	47.6
T6	20.4a	53.4c	26.2b	6.9a	41136.0ab	46.0

3 结论与讨论

在黄土高原西部半干旱区,如何提高土壤水肥含量及利用效率成为影响作物产量高低的关键因素。有研究表明,沟垄覆膜可以改善农田小气候和土壤生态环境,主要表现为:沟垄覆膜改善了土壤水热状况,促进土壤微生物活动,活化与提高土壤速效养分,提高作物对水分和养分的利用效率,提高作物产量^[12-13]。刘世明^[14]通过分析沟垄覆膜对马铃薯增产的原因表明,覆盖地膜比不覆膜的地表温度提

高 3.5℃。李世清等^[15]通过地膜覆盖对土壤氮素有效性的研究表明,全程对春小麦覆膜可以显著提高土壤中 NO₃⁻ 的含量。刘世明和孙立涛等^[16-17]研究认为,地表覆盖可以显著提高碱解氮、硝态氮、铵态氮的含量,并提高了土壤肥力。

本试验结果表明,在马铃薯全生育期,通过沟垄覆膜种植促进了土壤有机质的分解,在不同程度上提高了土壤速效氮、速效磷、速效钾含量并显著高于对照平畦不覆膜(T1),部分结果与谢驾阳等^[18]的研究结果相同。

831.

[2] 王学全,高前兆.内蒙古河套灌区水盐平衡与干排水脱盐分析[J].地理科学,2006,26(4):455-460.

[3] 包 森,孟庆喜,庞润玲.浅谈发展河套灌溉及提高利用率的措施[J].内蒙古水利,2008,144(2):42-44.

[4] 李 洪,黄国强,李鑫钢.自然条件下土壤不饱和区中水含量分布模拟[J].农业环境科学学报,2004,23(6):1232-1234.

[5] 陈丽湘,刘 伟.土壤次生盐渍化之水盐运动规律研究[J].工程热物理学报,2006,27(3):466-468.

[6] 乔冬梅,史海滨,霍再林.浅地下水埋深条件下土壤水盐动态 BP 网络模型研究[J].农业工程学报,2005,21(9):42-44.

[7] Hansson Klas, Lundin Lars-Christer. Equifinality and sensitivity in freezing and thawing simulations of laboratory and in situ data[J]. Cold Regions Science and Technology, 2006,44:20-37.

[8] Dahiya Rita, Ingwersen Joachim, Streck Thilo. The effect of mulching and tillage on the water and temperature regimes of a loess soil: experimental findings and modeling[J]. Soil and Tillage Research, 2007, 96:52-63.

[9] Ajdary K, Singh D K, Singh A K, et al. Modelling of nitrogen leaching from experimental onion field under drip fertigation[J]. Agricultural Water Manage, 2007,89:15-28.

[10] Grunberger Olivier, Macaigne Peggy. Salt crust development in paddy fields owing to soil evaporation and drainage: contribution of chloride and deuterium profile analysis[J]. Journal of Hydrology, 2008,348: 110-123.

[11] 白 忠,徐 旭.河套灌区解放闸灌域地下水数值模拟[J].节水灌溉,2008,2:28-31.

[12] 史文娟,沈 冰,汪志荣,等.蒸发条件下浅层地下水埋深夹砂层土壤水盐运移特性研究[J].农业工程学报,2005,21(9):23-26.

[13] 夏卫生,刘贤赵.土壤蒸发的动力学分析[J].灌溉排水,2001, 20(3):17-20.

[14] 胡克林,肖新华,李保国.不同类型下边界条件对模拟灌溉农田水分渗漏的影响[J].水科学进展,2006,17(5):665-670.

[15] 夏卫生,雷廷武,杨文治,等.蒸发条件下土壤水分再分布的动力学研究[J].水利学报,2002,7:37-41.

[16] 王学全,高前兆,卢 琦.内蒙古河套灌区水资源高效利用与盐渍化调控[J].干旱区资源与环境,2005,19(6):118-122.

[17] Joerl Cahoon. Kostikov infiltration parameters from kinematic wave model[J]. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 1998, (3):356-362.

[18] Shalhevet J. Using water of marginal quality for crop production: Major issues[J]. Agricultural Water Management, 1994,25(3):233-269.

(上接第 41 页)

由于沟垄覆膜增加了土壤温度,蓄水保墒,促进了土壤微生物活动,有利于土壤有机质分解,提高土壤速效养分的含量进而改善了马铃薯根际的微环境,促进了马铃薯植株的生长发育及产量的提高。本试验中,以 T4 处理最有利于马铃薯根际土壤速效氮、磷、钾含量和产量的提高,是适宜于半干旱区马铃薯增产及提高资源利用率的种植模式。

参 考 文 献:

[1] Ahmadi S H, Plauborg F, Andersen M N, et al. Effects of irrigation strategies and soils on field grown potatoes: Root distribution[J]. Agricultural Water Management, 2011,98(8):1280-1290.

[2] 高世铭,张绪成,王亚宏.旱地不同覆盖沟垄种植方式对马铃薯土壤水分和产量的影响[J].水土保持学报,2010,24(7):249-256.

[3] 王顺霞,王占军,左 忠,等.不同覆盖方式对旱地玉米田土壤环境及玉米产量的影响[J].干旱区资源与环境,2004,18(9):134-137.

[4] 闫根海,杨晓军.地膜覆盖对玉米产量及其土壤状况的影响[J].安徽农业科学,2010,38(12):6405-6406.

[5] 王绍美,金胜利,王 刚.半干旱区全覆膜双垄沟播技术对玉米产量和水分利用效率的影响[J].甘肃农业大学学报,2010,4(45):100-106.

[6] 秦舒浩,张俊莲,王 蒂.沟垄种植模式对旱作马铃薯产量形成及水分运移的影响[J].应用生态学报,2011,22(2):389-394.

[7] 李丽君,高聚林,武向良,等.不同覆膜方式对大豆田水分动态及利用效率的影响[J].大豆科学,2008,27(2):262-266.

[8] 苏建国,王春燕.旱地马铃薯不同覆膜方式对土壤水分及产量的影响研究[J].宁夏农林科技,2011,52(02):19-20.

[9] 张 蕾,牛建彪.旱地全膜双垄覆盖一膜用两年免耕栽培模式研究[J].干旱地区农业研究,2007,25(5):8-11.

[10] 王海泉,王 英,周宝库.行间覆膜栽培对大豆根际土壤微生物区系和土壤肥力的影响[J].大豆科学,2009,28(5):875-878.

[11] 李西开主编.土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学环境出版社,1983.

[12] Zhou L M, Jin S L, Liu C A, et al. Ridge-furrow and plastic-mulching tillage enhances maize soil interactions: Opportunities and challenges in a semiarid agroecosystem[J]. Field Crops Research, 2012,126:181-188.

[13] 代海林,秦舒浩,张俊莲,等.沟垄覆膜栽培对旱作马铃薯生长及产量的影响[J].干旱地区农业研究,2012,9(5):56-60.

[14] 温晓霞,殷瑞敬,高茂盛,等.不同覆盖模式下旱作苹果园土壤酶活性和微生物数量时空动态研究[J].西北农业学报,2011, 20(11):82-88.

[15] 李世清,李凤民,宋秋华.半干旱地区不同地膜覆盖时期对土壤氮素有效性的影响[J].生态学报,2002,21(9):1520-1527.

[16] 刘世明.马铃薯覆膜栽培技术及增产原因分析[J].内蒙古农业科技,2011,(1):87-88.

[17] 孙立涛,王 玉,丁兆堂.地表覆盖对茶园土壤水分、养分变化及茶树生长的影响[J].应用生态学报,2011,22(9):2291-2296.

[18] 谢驾阳,王朝辉,李生秀.地表覆草和覆膜对西北旱地土壤有机碳氮和生物活性的影响[J].生态学报,2010,30(24):6781-6786.