



黑色地膜对马铃薯产量及土壤质量的影响

摘要

在半湿润的南京地区,以微型马铃薯荷兰七号为指示作物,采用平地起垄覆膜的种植方式,分别选用黑色地膜(BM)与普通白色地膜(WM)做比较,并以不覆膜的平地作为对照(CK),分析不同处理对微型马铃薯生理指标、产量以及种植区土壤质量的影响。发现BM处理下微型马铃薯的淀粉质量分数和产量最高,较WM处理增产31.1%,较CK增产43.7%;覆膜处理显著降低了耕层土壤的速效钾质量分数,BM处理下耕层土壤的速效磷质量分数最低,但土壤铵态氮与硝态氮质量分数显著高于其他处理;覆膜处理有效提高了微型马铃薯出苗期的耕层土壤含水量,BM处理下微型马铃薯生育期内的表层土壤温度明显低于WM,且高于对照,对微型马铃薯的生长更有利。

关键词

地膜覆盖;黑膜;马铃薯;土壤质量

中图分类号 S181

文献标志码 A

收稿日期 2015-12-21

资助项目 江苏省高校自然科学基金项目(13KJB180014)

作者简介

周丽敏,女,博士,讲师,研究方向为农业生态学.zlm_lzdx1121@sina.com

1 南京信息工程大学 应用气象学院,南京,210044

0 引言

目前,地膜覆盖栽培技术已在我国不同省份的多种作物上广泛应用,其增温保水增产效果明显^[1-4]。近年来,很多学者开始对不同颜色地膜的覆盖效果进行研究,相关研究发现旱地马铃薯覆盖黑色地膜后,可有效增加主茎数和结薯数,降低杂草率,显著提高产量^[5-7]。买自珍等^[8]的相关研究表明,半干旱地区黑膜覆盖可提高马铃薯耕层土壤的温度和含水量,减少水分蒸发,提高马铃薯的水分利用效率,进而达到增产的效果;王翠娟等^[9]对甘薯覆膜的研究发现,覆盖黑膜后甘薯的幼根数量更多、生长更快,单株根尖数与根条数显著高于覆白膜的处理,且根系表面积、根鲜质量、根系活力与根系总活力的提高更为明显,产量最高;Grose^[10]的研究同样发现,普通透明地膜覆盖容易导致作物旺长、早衰、倒伏且病害较重,当膜下杂草过多或覆膜质量不好时,杂草会与作物争夺生长发育所需养料,使其效果减弱,若使用除草剂除草,又会对生态环境造成不利的影 响,但对作物进行黑膜覆盖后,能表现出明显的抗病、防衰效应,具有更好的防草效果,且增产效果更为显著^[11];另外,在北方地区黑膜覆盖还能减少马铃薯绿皮薯的发生,提高马铃薯的抗病性,具有增产进而增加经济效益的优点^[12-13]。但在我国东部地区,黑膜覆盖对马铃薯生长及土壤质量的影响研究还较少。

马铃薯已是仅次于小麦和玉米的全球第三大重要的粮食作物,除北方主产区外在我国已有部分湿润地区开始大面积种植马铃薯,南方稻区已成为马铃薯种植面积增加最快和发展潜力最大的地区之一。在南京市选用微型马铃薯品种,其播种技术更为简单,同时可大大降低病毒侵染,经济价值高,生长期短,一般于每年5月底收获,有效避开了湿润和半湿润地区的夏季高温时段。

本试验从早熟增产、节水节肥、提高经济效益的目的出发,选用普通地膜和黑色地膜覆盖栽培微型马铃薯,分析马铃薯品质及土壤质量的变化,以期能找到南京市马铃薯高产环保的覆膜栽培措施。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验于2014年3—6月在南京信息工程大学农业气象试验站(118°51'E,32°03'N)进行,试验地海拔约22 m,属于亚热带季风性气

候,多年平均降水量约为 1 100 mm,多年平均温度为 15.6 ℃,供试土壤质地为壤质粘土,土壤 pH 值为 6.8.

1.2 试验设计

设 3 个处理,BM:平地起垄覆黑膜;WM:平地起垄覆白膜;CK:平地起垄不覆膜.所有处理在播种前施用硫酸钾肥 375 kg/hm²,马铃薯膨大期之前追施硫酸钾肥 112.5 kg/hm².供试品种为微型马铃薯荷兰七号,于 2014 年 3 月 16 日播种,6 月 18 日收获,生长期约 60 d.供试地膜分别为黑色地膜和普通白色地膜两种,膜厚均为 0.02 mm.于 3 月 18 日进行覆膜,4 月 4 日微型马铃薯出苗期进行人工放苗.大田试验的播种密度为 90 000 株/hm²,种前按当地习惯施有机肥 22 500 kg/hm².每个小区长宽分别为 4 m 和 3 m,设 3 个小区作为重复.

1.3 试验方法

1.3.1 马铃薯生理指标测定

微型马铃薯成株期时在大田中每个小区用 5 点法随机采 5 株进行产量和生理指标测定,其中,马铃薯块茎淀粉质量分数采用旋光仪测定,蛋白质质量分数采用分光光度计测定,产量采用称重法测定.

1.3.2 土壤养分指标测定

微型马铃薯从播种到收获期间每月定期用地温计测定表层 10 cm 的土壤温度,并在马铃薯各关键生育期用烘干法测定耕层土壤含水量.播种前和收获后,用土钻钻取表层 20 cm 土层的土,风干后用于土壤养分测定,其中土壤硝态氮及氨态氮质量分数采用流动注射仪测定,土壤速效钾质量分数采用原子吸收光度计测定,速效磷质量分数用分光光度计测定.

1.4 数据处理

利用 Excel、SPSS 对实验数据进行分析整理.

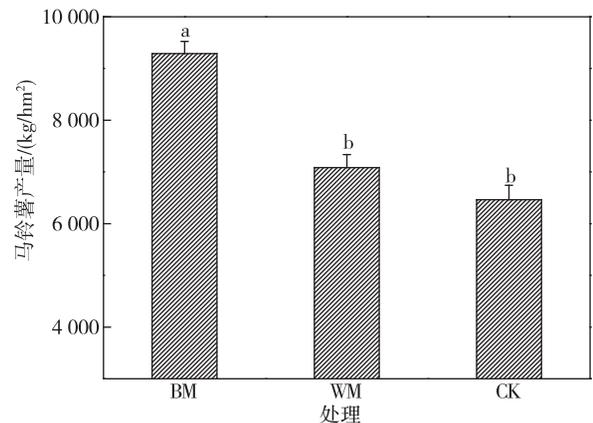
2 结果与分析

2.1 不同地膜覆盖对马铃薯产量的影响

不同处理下马铃薯产量的结果如图 1 所示,BM 处理下马铃薯产量显著高于其他 2 个处理,覆膜处理都有利于马铃薯产量的增加,且增产效应显著,BM 处理较 WM 处理增产 31.1%,较 CK 处理增产达 43.7%.

2.2 不同地膜覆盖对马铃薯生理指标的影响

不同处理下的马铃薯淀粉和蛋白质质量分数如



注:相同字母代表在 5% 水平上差异不显著,不同字母代表差异显著,下同.

图 1 不同处理下马铃薯产量

Fig. 1 Potato yields under various treatments

图 2 所示,覆膜处理均利于马铃薯淀粉质量分数的增加,不同处理下淀粉质量分数的排序为:BM>WM>CK,且 BM 处理下马铃薯淀粉质量分数显著高于其他处理,WM、CK 处理下的马铃薯淀粉质量分数无显著性差异.蛋白质质量分数的排序为:CK>BM>WM,3 个处理下马铃薯蛋白质质量分数无显著性差异.

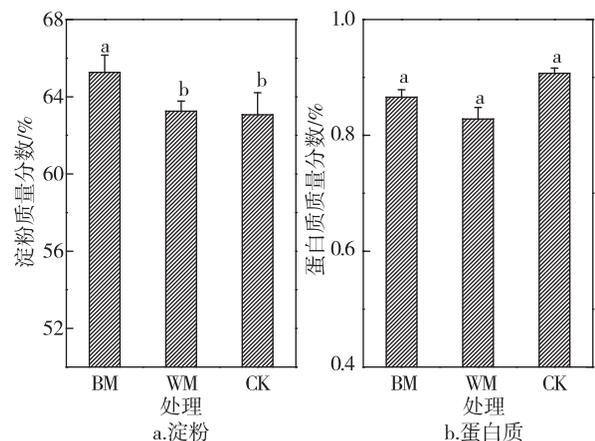


图 2 不同处理下马铃薯淀粉和蛋白质质量分数

Fig. 2 Potato starch (left) and protein (right) content under different treatments

2.3 不同地膜覆盖对土壤理化性质的影响

2.3.1 土壤氨态氮和硝态氮的质量分数

各处理下的土壤氨态氮质量分数大小为:BM>CK>WM(图 3),其中 BM 处理下土壤氨态氮的质量分数较其他 2 个处理差异达显著性水平,WM 与 CK 处理下的土壤氨态氮质量分数无显著性差异.土壤硝态氮的质量分数排序为:BM>WM>CK,且 BM 与 WM 处理下的土壤硝态氮质量分数无显著性差异,

其土壤硝态氮质量分数均显著高于CK处理.

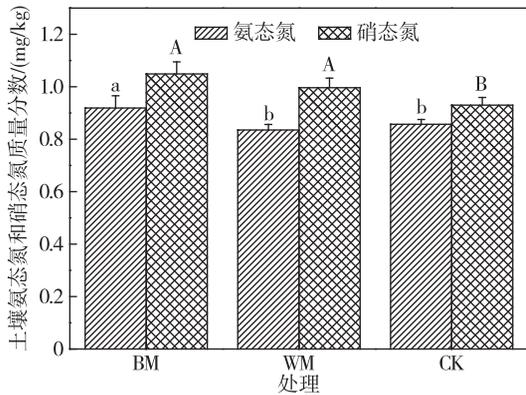


图3 不同处理下土壤氨态氮和硝态氮质量分数
Fig. 3 Soil ammonium nitrogen and nitrate nitrogen contents under different treatments

2.3.2 土壤速效磷和土壤速效钾质量分数

如图4a所示,不同处理下土壤速效磷质量分数的排序为:CK>WM>BM. BM和WM处理下的土壤速效磷质量分数显著小于CK, BM与WM之间无显著性差异.不同覆膜处理对土壤速效钾质量分数的影响如图4b所示,CK处理下的土壤速效钾质量分数显著高于BM和WM处理,2个覆膜处理的土壤速效钾质量分数无显著性差异.

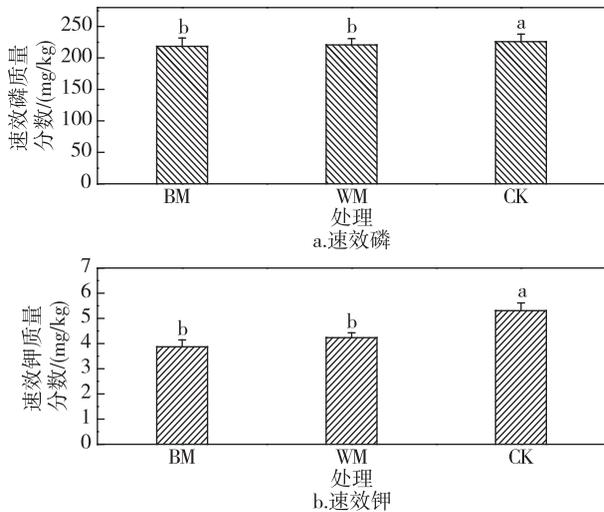


图4 不同处理下土壤速效磷和速效钾质量分数
Fig. 4 Soil available phosphorus and available potassium contents under different treatments

2.4 不同地膜覆盖对土壤水分的影响

由图5可知,播种前(3月7日),3个处理下的土壤水分含量无显著性差异.播种时(3月16日),BM、WM处理下的土壤水分高于CK,但差异不显著.

出苗期(4月4日),BM和WM处理之间无显著性差异,2个覆膜处理均显著高于CK.现蕾期(4月25日),CK处理下的表层土壤水分最高,显著高于BM;WM处理下的表层土壤水分高于BM,两者之间无显著性差异.块茎膨大期(5月18日),CK处理下的表层土壤水分显著高于BM和WM处理,2个覆膜处理之间无显著性差异.块茎成熟期(6月15日),CK处理显著高于BM和WM, BM和WM处理间无显著性差异.

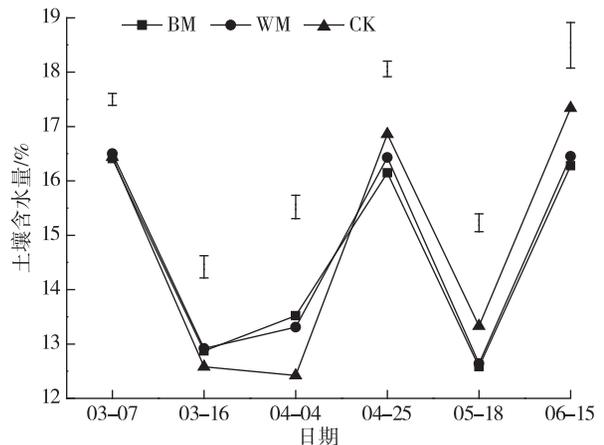


图5 马铃薯生育期不同处理下土壤表层含水量动态变化 (误差线表示在5%水平上的LSD值,下同)
Fig. 5 Profile of the soil water content (%) from the 0-20 cm layer under various treatments during potato growth period, Error bars are the L.S.D.at P=0.05.The same in following figure.

2.5 不同地膜覆盖对土壤温度的影响

如图6所示,3月7日、3月16日、3月24日、4月1日、6月6日,3个处理之间的表层土壤温度无显著性差异;3月20日、4月14日、4月23日、5月9日, BM和WM处理下的土壤表层温度显著高于CK,2个覆膜处理之间无显著性差异;5月18日、6月15日,WM处理下土壤表层温度显著高于BM和CK处理, BM和CK之间无显著性差异;5月27日, WM处理下土壤表层温度显著高于BM和CK处理, CK处理显著高于BM;6月25日,土壤表层温度为WM>CK>BM,三者之间无显著性差异.

3月, BM与WM之间无显著性差异;在4月, BM与WM的表层土壤温度都显著高于CK;5月, WM处理下的表层土壤温度始终显著高于其他2个处理, BM处理的土壤表层温度增长幅度在逐渐下降;6月, WM处理下的表层土壤温度最高,其次为CK, BM最低.整个生长期各处理下的表层土壤温度差异幅度为0.1~1.2℃, WM处理下的土壤积温

最高.

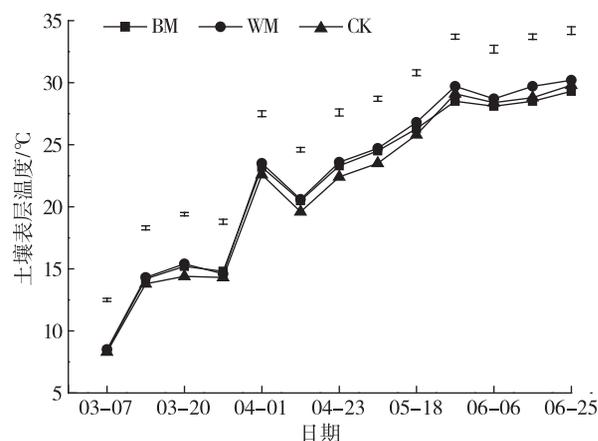


图6 马铃薯生育期不同处理下土壤表层温度动态变化

Fig. 6 Soil surface temperature (°C) at the 10cm depth in middle of the planting zones under different treatments during potato growth period

3 讨论

马铃薯虽是喜凉作物,但在薯块的发芽、茎叶生长和结薯等阶段都要求一定的温度.微型薯在南京地区早春播种时的气温较低,通过地膜覆盖能改善土壤的水热条件,水分的改善和地温的提高有助于马铃薯根部吸收水分,促进根系发育,保证正常出苗,早生长、早结薯,从而达到高产目标.本试验黑膜处理的马铃薯增产效果最好,这与许树宁等^[14]的研究结果相一致.因为覆膜土壤表面设置了一层不透气的物理阻隔,土壤水分垂直蒸发直接受阻,迫使水分横向运移(向无覆盖处移动)或放射性蒸发(向开孔处移动),使土壤水分蒸发速度相对减缓,总蒸发量大幅度下降,并加大了降水向土壤中的渗透,有助于土壤蓄水^[15].在马铃薯出苗期,黑膜处理的土壤水分高于白膜和对照,有效减少了土壤水分的散失,在马铃薯生长后期,由于地上部的遮荫作用,减少了降雨进入耕层土壤,避免了过多的土壤水分对马铃薯块茎的影响,更符合马铃薯生长期对水分的需求.黑色地膜与白膜有效提高了马铃薯苗期的土壤温度,因为白膜的透光性能更好,随气温的升高对土壤增温效果更明显^[16].在马铃薯块茎成熟期,黑膜处理的膜下土壤温度趋于稳定,其增温效果低于白膜.可见在出苗期和现蕾期土壤温度的提高有利于马铃薯的生长,但块茎膨大期土壤温度过高不利于马铃薯的生长,因此黑膜为作物的健康生长创造了良好的生态环境,使作物高产^[17].

黑膜处理的马铃薯块茎淀粉质量分数最高,其次为白膜处理,试验结果与张维国^[16]和辛国胜等^[18]的研究结果一致,覆膜处理可有效提高马铃薯块茎的淀粉质量分数.苏文瑾等^[19]的研究表明黑色地膜处理下甘薯的可溶性蛋白质质量分数高于覆盖白色地膜处理和对照,但本试验中马铃薯块茎蛋白质质量分数在各处理中无显著性差异,这可能由于品种和施肥条件是影响马铃薯块茎蛋白质质量分数的主要因素^[20].

覆膜处理后土壤氨态氮与硝态氮的质量分数较对照增加,因为覆盖地膜处理下土壤较湿热,进而使得土壤中部分微生物的活动加剧,将土壤中那些不能够被植物直接吸收利用的有机质分解成为可被植物直接利用的矿物质氮,使土壤氨态氮与硝态氮质量分数增加,土壤矿化氮质量分数与土壤水分的相关性低于与土壤温度的相关性,温度越高,土壤矿化氮质量分数越低^[21].在马铃薯成熟阶段白膜处理下的地温高于黑膜,较高的地温使土壤矿化氮的挥发损失增加,因此白膜处理的土壤氨态氮质量分数最低.施用硫酸钾肥可显著提高土壤中的速效钾质量分数,其中不覆膜处理下的土壤速效钾质量分数显著高于覆膜处理,与白丽婷^[22]的地膜覆盖对土壤环境影响的研究结果一致.覆膜处理在作物生长初期提高了耕层土壤温度,加之植物吸收、磷的固定、侵蚀和淋溶共同原因造成土壤速效磷质量分数降低,这与宋秋华等^[21]有关土壤温度与土壤速效磷质量分数呈负相关性的研究结果相同.

4 结论

黑膜处理下微型马铃薯的产量和块茎淀粉质量分数最高,较普通白色地膜增产 31.1%,较对照处理增产 43.7%.两种颜色地膜覆盖后均显著降低了种植区耕层土壤的速效钾质量分数.黑膜处理下耕层土壤的速效磷质量分数最低,但土壤氨态氮和硝态氮质量分数显著高于其他处理.覆膜之后可有效提高马铃薯出苗期的耕层土壤含水量和土壤温度,在马铃薯成熟阶段黑色地膜的表层土壤温度明显低于白膜处理和对照,更有利于马铃薯的生长.

参考文献

References

- [1] 张德奇,廖允成,贾志宽.旱区地膜覆盖技术的发展及发展前景[J].干旱地区农业研究,2005,23(1): 208-213

- ZHANG Deqi, LIAO Yuncheng, JIA Zhikuan. Research advances and prospects of film mulching in arid and semi-arid areas [J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2005, 23(1): 208-213
- [2] 倪丽佳, 李非里, 刘秋亚, 等. 地膜覆盖对土壤微生态环境的影响 [J]. *浙江工业大学学报*, 2011, 39(4): 407-410
- NI Lijia, LI Feili, LIU Qiuya, et al. Influence of plastic film mulching on soil micro-ecological environment [J]. *Journal of Zhejiang University of Technology*, 2011, 39(4): 407-410
- [3] Qin S H, Zhang J L, Dai H L, et al. Effect of ridge; Furrow and plastic-mulching planting patterns on yield formation and water movement of potato in a semi-arid area [J]. *Agricultural Water Management*, 2014, 131(1): 87-94
- [4] 金胜利, 周丽敏, 李凤民, 等. 黄土高原地区玉米双垄全膜覆盖沟播栽培技术土壤水温条件及其产量效应 [J]. *干旱地区农业研究*, 2010, 28(2): 28-33
- JIN Shengli, ZHOU Limin, LI Fengmin, et al. Effect of double ridges mulched with wide plastic film on soil water, soil temperature and yield of corn in semiarid Loess Plateau of China [J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2010, 28(2): 28-33
- [5] 杨薇靖, 王兴政. 半干旱区马铃薯黑色地膜覆盖效果 [J]. *甘肃农业科技*, 2011(11): 13-15
- YANG Weijing, WANG Xingzheng. Black plastic film mulching for potato planted in semi-arid region [J]. *Gansu Agricultural Science and Technology*, 2011(11): 13-15
- [6] 毛玉乾, 孙成军, 兰小龙, 等. 马铃薯黑色地膜覆盖高产栽培技术及示范基地效益评价 [J]. *宁夏农林科技*, 2013, 54(6): 61-62
- MAO Yuqian, SUN Chengjun, LAN Xiaolong, et al. High yield cultivation techniques of potato black plastic film mulching and benefit evaluation in demonstration base [J]. *Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology*, 2013, 54(6): 61-62
- [7] 樊彦兵. 马铃薯黑色地膜全覆盖除草效果初报 [J]. *甘肃农业科技*, 2013(9): 35-37
- FAN Yanbing. Weeding effect of whole black plastic-film mulching on potato [J]. *Gansu Agricultural Science and Technology*, 2013(9): 35-37
- [8] 买自珍, 余萍, 买娟, 等. 半干旱区不同覆膜时期、方式与膜色对土壤水分及马铃薯水分利用效率的影响 [J]. *干旱地区农业研究*, 2014, 32(1): 1-10
- MAI Zizhen, SHE Ping, MAI Juan, et al. Effects of mulching timing, pattern and color of plastic film on soil moisture and water use efficiency of potato [J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2014, 32(1): 1-10
- [9] 王翠娟, 史春余, 王振振, 等. 覆膜栽培对甘薯幼根生长发育、块根形成及产量的影响 [J]. *作物学报*, 2014, 40(9): 1677-1685
- WANG Cuijuan, SHI Chunyu, WANG Zhenzhen, et al. Effects of plastic film mulching cultivation on young roots growth development, tuber formation and tuber yield of sweet potato [J]. *Acta Agronomica Sinica*, 2014, 40(9): 1677-1685
- [10] Grose P J. Restoring a seasonal wetland using woven black plastic weed mat to overcome a weed threshold [J]. *Ecological Management and Restoration*, 2012, 13(2): 191-195
- [11] 石玉章, 卢玉霞. 马铃薯黑色地膜覆盖效果试验初报 [J]. *甘肃农业科技*, 2013(3): 26-27
- SHI Yuzhang, LU Yuxia. Effect of black plastic-film mulching on potato [J]. *Gansu Agricultural Science and Technology*, 2013(3): 26-27
- [12] 周丽娜, 于亚薇, 孟振雄, 等. 不同颜色地膜覆盖对马铃薯生长发育的影响 [J]. *河北农业科学*, 2012, 16(9): 18-21
- ZHOU Lina, YU Yawei, MENG Zhenxiong, et al. The influence of different colors of plastic films on growth and development of potato [J]. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2012, 16(9): 18-21
- [13] 唐罍, 蒋泽艳, 徐天龙, 等. 马铃薯黑膜覆盖栽培试验 [J]. *现代农业科技*, 2014(11): 80-83
- TANG Pi, JIANG Zeyan, XU Tianlong, et al. Experiment of black plastic film mulching on potato [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2014(11): 80-83
- [14] 许树宁, 吴建明, 黄杏, 等. 不同地膜覆盖对土壤温度、水分及甘蔗生长和产量的影响 [J]. *南方农业学报*, 2014, 45(12): 2137-2142
- XU Shuning, WU Jianming, HUANG Xing, et al. Effects of different plastic films mulching on soil temperature and moisture, the growth and yield of sugarcane [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2014, 45(12): 2137-2142
- [15] Zhao H, Xiong Y C, Li F M, et al. Plastic film mulch for half growing-season maximized WUE and yield of potato via moisture-temperature improvement in a semi-arid agroecosystem [J]. *Agricultural Water Management*, 2012, 104(2): 68-78
- [16] 张维国. 不同类型地膜覆盖对马铃薯产量及品质的影响 [J]. *作物杂志*, 2013(1): 87-90
- ZHANG Weiguo. Effects of film mulching of different types on potato yield and quality [J]. *Crops*, 2013(1): 87-90
- [17] 江燕, 史春余, 王振振, 等. 地膜覆盖对耕层土壤温度水分和甘薯产量的影响 [J]. *中国生态农业学报*, 2014, 22(6): 627-634
- JIANG Yan, SHI Chunyu, WANG Zhenzhen, et al. Effects of plastic film mulching on arable layer soil temperature, moisture and yield of sweet potato [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2014, 22(6): 627-634
- [18] 辛国胜, 林祖军, 韩俊杰, 等. 黑色地膜对甘薯生理特性及产量的影响 [J]. *中国农学通报*, 2010, 26(15): 233-237
- XIN Guosheng, LIN Zujun, HAN Junjie, et al. The effect of black plastic film on the physiological characteristics and root yield of sweet potato [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(15): 233-237
- [19] 苏文瑾, 雷剑, 王连军, 等. 不同地膜覆盖对淀粉型和紫色甘薯生长发育的影响 [J]. *湖北农业科学*, 2013, 52(22): 5417-5420
- SU Wenjin, LEI Jian, WANG Lianjun, et al. Effects of different film mulching on growth and development of starch and purple dioscorea esculenta (lour) burkill [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2013, 52(22): 5417-5420

- [20] 张胜.遗传因素和环境条件对马铃薯产量、品质、养分吸收影响的研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学农学院,2011
ZHANG Sheng. Effects of genetic factors and environmental conditions on potato tuber yield, quality and nutrients uptake[D]. Hohhot: Agricultural College of Inner Mongolia Agricultural University, 2011
- [21] 宋秋华,李凤民,王俊,等.覆膜对春小麦农田微生物数量和土壤养分的影响[J].生态学报,2002,22(12):2125-2132
SONG Qiuhua, LI Fengmin, WANG Jun, et al. Effect of various mulching durations with plastic film on soil microbial quantity and plant nutrients of spring wheat field in semi-arid loess plateau of China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(12): 2125-2132
- [22] 白丽婷.渭北旱塬不同类型地膜覆盖对土壤环境和冬小麦生长的影响[D].西安:西北农林科技大学农学院,2010
BAI Liting. Effects of different film mulch on soil environment and winter wheat growth in Weibei highland[D]. Xi'an: College of Agronomy, North West Agriculture and Forestry University, 2010

Effect of black film mulching on potato yield and soil quality

ZHOU Limin¹ ZHANG Hao¹ LI Qi¹ HAN Yuan¹ XIE Jia¹

¹ School of Applied Meteorology, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

Abstract The effect of black film mulching on potato nutrient, yield as well as soil quality is studied in Nanjing, with potato variety of Helan No.7 as test material. Three treatments were designed during potato growth, including ridges mulched with black plastic film (BM), ridges mulched with commonly used white film (WM), and non-mulched (CK) flatland as control. The results show that the black film mulching significantly increases the tuber starch content and potato yield, and changes soil quality as well. The potato yield of BM treatment is 31.1% and 43.7% higher than that of WM and CK, respectively. The content of available potassium in topsoil is lower in the two film mulching treatments; the content of available phosphorus is lowest, while the ammonium nitrogen and nitrate nitrogen are highest in deep soil in BM treatment. The mulching treatment, especially with black film, improves soil environment such as topsoil water content and temperature, which favors the growth of miniature potato.

Key words plastic mulching; black film; potato; soil quality