

引用格式:

陈鑫昊, 董文, 陈铭, 刘蕾, 叶亦心, 秦玉芝, 周华兰, 熊兴耀, 胡新喜. 覆盖方式对春马铃薯生长与块茎品质的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2022, 48(3): 289–293.

CHEN X H, DONG W, CHEN M, LIU L, YE Y X, QIN Y Z, ZHOU H L, XIONG X Y, HU X X. Effects of covering methods on the growth and tuber quality of spring potato crop[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2022, 48(3): 289–293.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



覆盖方式对春马铃薯生长和块茎品质的影响

陈鑫昊¹, 董文¹, 陈铭¹, 刘蕾¹, 叶亦心¹, 秦玉芝^{1,2}, 周华兰¹, 熊兴耀⁴, 胡新喜^{1,2,3*}

(1.湖南农业大学园艺学院, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省马铃薯工程技术研究中心, 湖南 长沙 410128; 3.蔬菜生物学湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410128; 4.中国农业科学院深圳农业基因组研究所, 广东 深圳 440307)

摘 要: 在冬闲稻田用白膜覆盖、白膜膜上覆土(简称白膜覆土)、黑膜覆盖、黑膜膜上覆土(简称黑膜覆土)、稻草覆盖等 5 种覆盖方式栽培马铃薯‘兴佳 2 号’, 分析覆盖方式对马铃薯出苗、生长势、产量和马铃薯块茎品质的影响。结果表明: 各覆盖栽培方式出苗均比裸地(对照)早, 其中白膜覆盖出苗最早, 比对照早 17 d; 与对照相比, 各覆盖栽培方式的植株株高、SPAD 值和主茎数增加; 块茎产量显著高于对照, 其中白膜覆盖产量最高, 为 34.87 t/hm², 显著高于白膜覆土的, 但黑膜覆盖与黑膜覆土间产量差异不显著; 不同覆盖方式的马铃薯块茎干物质含量为 15.46%~16.74%; 黑膜覆土的绿薯率最低, 为 2.56%; 各覆盖方式的马铃薯龙葵素含量 4.65~9.76 mg/100 g, 其中黑膜覆盖的最低; 块茎镉含量在 0.029~0.042 mg/kg, 白膜覆盖的最高。综合来看, 黑膜覆盖及黑膜覆土的产量较高, 且绿薯率、龙葵素含量低、块茎镉含量不超标, 较适合冬闲田早春马铃薯栽培。

关 键 词: 春马铃薯; 覆盖; 生长势; 产量; 品质; 湖南

中图分类号: S632.04⁺7

文献标志码: A

文章编号: 1007–1032(2022)03–0289–05

Effects of covering methods on the growth and tuber quality of spring potato crop

CHEN Xinhao¹, DONG Wen¹, CHEN Ming¹, LIU Lei¹, YE Yixin¹, QIN Yuzhi^{1,2},

ZHOU Hualan¹, XIONG Xingyao⁴, HU Xinxi^{1,2,3*}

(1.College of Horticulture, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2.Hunan Provincial Engineering Research Center for Potatoes, Changsha, Hunan 410128, China; 3.Key Laboratory of Vegetable Biology of Hunan Province, Changsha, Hunan 410128, China; 4.Agricultural Genomics Institute at Shenzhen, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Shenzhen, Guangdong 440307, China)

Abstract: Potato cv. Xingjia No. 2 was cultivated in the winter fallow rice field with 5 mulching methods(white film mulching, white film mulching with covering soil, black film mulching, black film mulching with covering soil and straw mulching) to analyze the effects of different mulching methods on the growth, yield and tuber quality of potato. The results showed that potato cultivated with different mulching methods emerged earlier compared to the control(no mulching), and the emergence of seedlings of potato cultivated with white film mulching was the earliest, 17 days earlier than that in the control. Compared with the control, the plant height, SPAD and the number of main stems of plant with mulching cultivation were increased. The tuber yields with different mulching cultivation

收稿日期: 2021–06–02

修回日期: 2022–02–08

基金项目: 科学技术部项目(2018YFD0200800); 农业部和财政部现代农业技术产业体系(CARS–09–ES16)

作者简介: 陈鑫昊(1995—), 男, 湖南长沙人, 硕士研究生, 主要从事马铃薯栽培生理研究, 825780314@qq.com; *通信作者, 胡新喜, 博士, 教授, 主要从事马铃薯遗传育种研究, huxinxi163@163.com

methods were significantly higher than that of the control, and the yield of white film mulching treatment was the highest(34.87 t/hm²). The yield of straw mulching treatment were significantly lower than those of other mulching treatments, the yield of white film mulching treatment was significantly higher than that of white film mulching with covering soil treatment, but there were no significant difference between black film mulching treatment and black film mulching with covering soil treatment. The dry matter content of tubers with different mulching methods ranged from 15.46% to 16.74%. The lowest green potato rates were 2.56% with black film mulching. The solanine contents of different treatments were 4.65 to 9.76 mg/100 g, and the solanine contents with the black film coverage was the lowest. The cadmium contents of tubers were 0.029 to 0.042 mg/kg, and cadmium content with white film mulching was the highest. The black film mulching cultivation and black film mulching with covering soil cultivation exhibited advantages with higher yields, lower rates of green tuber, lower solanine contents and lower cadmium contents, which were suitable for early spring potato cultivation in winter fallow rice field.

Keywords: spring potato; covering; growth; yield; quality; Hunan

在不与三大主粮抢水、争地的前提下,利用南方冬闲稻田种植马铃薯,既可以提高复种指数和粮食总产量,又可以改良稻田的土壤结构和微生物群落,提高土壤肥力,减少后茬水稻的施肥量,有显著的经济效益和生态效益^[1-3]。冬闲田种植马铃薯,生长季节易受到低温寒害及霜冻的影响,造成生育期延迟、产量和品质降低,并影响早稻的播种。为减轻低温对马铃薯生长的影响,在选用早熟品种的基础上,采用塑料中小拱棚、地膜、稻草等覆盖栽培方式,可以起到保温和提早出苗、成苗和收获的效果^[4-9]。塑料中小拱棚及多层覆盖费工、不适合机械操作,生产成本低,较适合光照条件好、产量高和经济效益高的产区^[4-5,10];地膜覆盖则应用面积广,更适合于机械化操作。长江中下游地区冬春季低温阴雨,早春栽培马铃薯多用白色地膜覆盖,增温效果好,产量高^[4,11],但出苗时需要破膜引苗,费时费工,且结薯较浅品种(如湘马铃薯1号)的块茎易见光变绿,龙葵素含量升高,影响块茎品质和商品性。为降低绿薯率,提高块茎品质,广东、广西的冬作马铃薯多用黑膜覆盖^[12-15]。与常规种植模式相比,黑膜覆盖栽培在改善土壤理化性状及提高马铃薯产量和品质方面效果明显^[12]。有关湖南冬闲田黑膜覆盖栽培对马铃薯品质,特别是重金属镉、龙葵素等安全品质的影响的研究较少,笔者在冬闲稻田栽培马铃薯‘兴佳2号’,探讨白膜覆盖、黑膜覆盖、白膜覆土、黑膜覆土和稻草覆盖5种覆盖方式对马铃薯生长和块茎品质的影响,以期筛选合适的覆盖栽培方式,为冬闲田马铃薯早熟、高产、优质、安全生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

马铃薯品种‘兴佳2号’,由湖南省马铃薯工程技术研究中心提供。

1.2 方法

试验于2017年12月26日—2018年5月4日在湖南农业大学试验基地(28°07'58"N、113°17'32"E、海拔高度57 m)进行。试验土壤为黏壤土。试验前耕层土壤有机质、全氮、全磷、全钾含量分别为18.5、1.25、1.12、18.7 g/kg, pH 5.8, 镉含量为0.38 mg/kg, 为镉轻度污染土壤。

设白膜覆盖、白膜膜上覆土(简称白膜覆土)、黑膜覆盖、黑膜膜上覆土(简称黑膜覆土)和稻草覆盖5种覆盖方式,以裸地栽培为对照。白膜覆土、黑膜覆土分别指白膜覆盖、黑膜覆盖后膜上覆盖3~4 cm的土层。每处理重复3次。采用完全随机区组排列,共18个小区,小区面积24 m²。

每公顷施复合肥1500 kg,作基肥一次性施入,采用单垄双行种植,宽窄行距分别为80 cm和40 cm,株距为20 cm,种植密度为82 500株/hm²。种薯出苗后,白膜覆盖和黑膜覆盖处理均采取人工破膜,使幼苗长出地面。

1.3 测定项目

参照胡新喜等^[4]的方法,观察记录马铃薯出苗期、出苗率;现蕾期每小区选取10株植株测定主茎数、株高、主茎粗、叶片SPAD值;收获期测定小区产量,每小区选取10株植株测定单株块茎质量、单薯质量、单株结薯数、商品薯率等。

比重法测定马铃薯块茎干物质和淀粉含量；采用高效液相色谱-蒸发光散射检测法(HPLC-ELSD)法测定 α -茄碱、 α -卡茄碱含量和总糖苷生物碱(龙葵素)含量^[16]；采用黄冬芬等^[17]的方法测定马铃薯块茎镉含量。

1.4 数据处理

运用 Excel 2010 进行数据整理；采用SPSS 16.0 进行显著性分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 覆盖方式对马铃薯生长的影响

不同覆盖方式的马铃薯出苗期相差较大(表 1)。白膜覆盖出苗最早，比裸地栽培的早 17 d，生育期最长，为 81 d；白膜覆土比白膜覆盖晚 15 d，黑膜覆土比黑膜覆盖晚 10 d。不同覆盖处理的出苗率在 98.6%~ 100%。不同覆盖方式栽培的马铃薯出苗期均比对照早，膜上覆土与覆膜相比出苗推迟，覆盖栽培对出苗率的影响小。

表 1 不同覆盖方式的马铃薯的出苗期和生育期

Table 1 The seedling emergence and growth period of potato cultivated with different mulching methods

覆盖方式	播种期 (月-日)	出苗期 (月-日)	出苗率/%	生育期/d
白膜覆盖	12-26	02-12	99.5	81
白膜覆土	12-26	02-27	98.6	66
黑膜覆盖	12-26	02-19	100.0	74
黑膜覆土	12-26	03-01	99.5	64
稻草覆盖	12-26	02-25	99.1	68
CK	12-26	03-02	99.1	63

表 3 不同覆盖方式的马铃薯的块茎产量

Table 3 The tuber yields of potato cultivated with different mulching methods

覆盖方式	产量/(t·hm ⁻²)	商品薯率/%	单株块茎质量/g	单株块茎数/个	单薯质量/g
白膜覆盖	34.87a	93.90a	544.44a	5.06	112.79a
白膜覆土	29.45bc	82.65c	434.44abc	6.06	71.45c
黑膜覆盖	32.52ab	89.53ab	540.00a	6.17	87.33bc
黑膜覆土	32.58ab	88.09abc	494.44ab	5.11	97.19ab
稻草覆盖	26.78c	86.67bc	374.44bc	4.94	76.34c
CK	18.20d	81.77c	295.56c	4.17	70.52c

同列不同字母表示处理间差异显著(P<0.05)。

由于出苗期不同，不同覆盖处理马铃薯植株的生长势存在着较大的差异(表 2)。各处理间株高差异显著，白膜覆土的株高最高，裸地栽培的株高仅为 43.93 cm, 低于其他处理。各处理茎粗为 10.48~11.32 mm, 差异不显著。白膜覆土主茎数最多，为 1.6 个，显著高于裸地栽培(1.06 个)。覆盖栽培处理促进了马铃薯的生长，其中白膜覆盖的效果最好。

表 2 不同覆盖方式的马铃薯植株的生长性状

Table 2 The plant growth of potato cultivated with different mulching methods

覆盖方式	SPAD 值	株高/cm	茎粗/mm	主茎数/个
白膜覆盖	43.77ab	58.11abc	11.05	1.27ab
白膜覆土	43.57ab	67.76a	10.99	1.60a
黑膜覆盖	44.60ab	56.63bc	10.48	1.33ab
黑膜覆土	44.12ab	64.53ab	11.32	1.20ab
稻草覆盖	47.70a	51.78cd	10.80	1.13ab
CK	42.40b	43.93d	10.62	1.07b

同列不同字母表示处理间差异显著(P<0.05)。

2.2 覆盖方式对马铃薯块茎产量的影响

从表 3 中可以看出，各处理产量存在着较大的差异，白膜覆盖产量最高，为 34.87 t/hm²，覆盖处理产量显著高于裸地栽培的，比裸地栽培增产 47.1%~91.6%，白膜覆盖产量显著高于白膜覆土，但黑膜覆盖与黑膜覆土间产量差异不显著。各处理的商品薯率为 81.77%~93.9%，差异显著。各处理单株块茎质量、单薯质量与产量呈相同的变化趋势，白膜覆盖单株块茎质量最大，单薯质量最大。各处理间单株块茎数的差异不显著。覆盖栽培能显著提高马铃薯块茎产量和商品薯率，其中白膜覆盖、黑膜覆土和黑膜覆盖栽培的产量和商品薯率较高。

2.3 覆盖方式对马铃薯块茎品质的影响

从表 4 中可以看出,不同覆盖方式块茎干物质含量为 15.46%~16.74%,淀粉含量为 9.82%~11.03%,黑膜覆土的最高,白膜覆盖的最低,但各处理间差异不显著;黑膜覆土的绿薯率最低,为 2.56%,显著低于其他处理。黑膜覆盖和黑膜覆土的 α -茄碱、 α -卡茄碱和龙葵素的含量较低,稻草覆

盖和裸地的较高,但各处理块茎总茄碱含量均低于 20 mg/kg 的安全限量标准^[18];裸地的块茎镉含量最低,白膜覆盖的最高,但均低于 0.1 mg/kg 的安全限量标准。相关性分析表明,茄碱含量与绿薯率呈正相关($r=0.615$)。黑膜覆盖显著降低了块茎龙葵素含量,但是覆盖栽培增加了块茎镉含量。

表 4 不同覆盖方式的马铃薯块茎品质

Table 4 The tuber quality of potato cultivated with different mulching methods

覆盖方式	干物质含量/%	淀粉含量/%	绿薯率/%	α -茄碱含量/ (mg·(100 g) ⁻¹)	α -卡茄碱含量/ (mg·(100 g) ⁻¹)	龙葵素含量/ (mg·(100 g) ⁻¹)	镉含量 /(μ g·kg ⁻¹)
白膜覆盖	15.57	9.82	16.46ab	2.89ab	5.86a	8.75a	0.042a
白膜覆土	15.71	9.99	2.56c	2.65ab	5.90a	8.55a	0.038ab
黑膜覆盖	15.46	9.75	7.85bc	1.38c	3.27b	4.65b	0.036ab
黑膜覆土	16.74	11.03	3.08c	1.74bc	5.18ab	6.91ab	0.036ab
稻草覆盖	16.58	10.70	19.77a	2.95a	6.70a	9.66a	0.029bc
CK	15.72	9.99	19.79a	2.66ab	7.10a	9.76a	0.023c

同列不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

3 讨论

地膜覆盖已广泛应用于南方马铃薯产区。覆盖的地膜主要有白色地膜和黑色地膜,以白膜覆盖为主。白膜透光,增温效果好,但出苗时需要人工引苗,费时费工,且地膜破口较大时雨水进入多,容易造成土壤板结,杂草多,对于结薯较浅的品种(如‘费乌瑞它’)块茎易见光变绿,块茎品质和商品性差;在冬季气温较高的广东,以黑膜覆盖膜上覆土为主,防草效果好,且不用引苗,地膜破口小,土壤干爽,块茎不易见光变绿。比较了白膜覆盖、白膜覆土、黑膜覆盖、黑膜覆土和稻草覆盖 5 种覆盖方式对马铃薯生长、产量和品质的影响,结果表明,白膜覆盖增温效果最好,出苗最早,比黑膜覆盖早 7 d;由于增加了覆土厚度,白膜覆土和黑膜覆土生育期分别比白膜覆盖和黑膜覆盖缩短了 15 d 和 10 d。裸地栽培株高较其他处理的矮,与胡新喜等^[4]的研究结果相似,且叶片 SPAD 值低于其他处理,可能是由于雨水冲刷造成土壤板结、氮素流失所致。由于出苗最早,全生长期最长,白膜覆盖处理的产量最高,为 34.87 t/hm²,且土壤不板结、养分流失少。这与许国春等^[19]研究结果一致。黑膜覆盖、黑膜覆土的出苗比白膜覆盖的推迟,但其产量分别为 32.52 和 32.58 t/hm²,与白膜覆盖差异不显著。与许国春等的研究结果不同的是,不同覆盖方式马

铃薯块茎干物质含量、淀粉含量差异不显著。

影响马铃薯块茎龙葵素含量的因素主要有遗传与环境因素、栽培措施、贮藏和加工方法等^[20],但是有关覆盖方式对糖苷生物碱含量的影响少见报道。本研究结果表明,黑膜覆盖绿薯率显著低于白膜覆盖的。由于增加了覆土厚度,白膜覆土的绿薯率最低,而裸地和稻草覆盖受降雨影响较大,土壤易沉降和板结,见光的块茎较多,绿薯率均较高。各处理茄碱的含量 4.65~9.76 mg/100 g,但均未超过 20 mg/100 g,黑膜覆盖和黑膜覆土的较低,稻草覆盖和裸地的较高,茄碱含量与绿薯率呈正相关($r=0.615$)。

植物对镉的吸收受到多种因素和栽培措施的影响,陈哲明等^[21]研究表明,不同轮作栽培模式显著影响了马铃薯块茎的镉含量;淹水可以降低水稻和水芹对镉的吸收和产品镉含量^[22-24]。本研究不同覆盖方式对马铃薯块茎镉含量的影响结果表明,不同覆盖方式处理的马铃薯块茎镉含量为 0.029~0.042 mg/kg,各处理间差异显著,覆膜栽培的马铃薯块茎镉含量高可能是湖南冬闲田马铃薯生长于雨季,覆膜栽培处理的雨水渗入少,透气性差,使得镉的积累相对较多,马铃薯植株对镉的吸收也相应增多。

综上,白膜覆盖出苗最早,产量最高,但需要

破膜引苗,且绿薯率高;黑膜覆盖及黑膜覆土的产量略低于白膜覆盖,但绿薯率、龙葵素含量低,块茎镉含量不超标,适合湖南冬闲田早春马铃薯栽培。为不影响早稻生产,且获得更高的产量和效益,播种期可提前至 12 月上中旬或对种薯进行催芽,使其出苗提前,延长生育期,以增加马铃薯产量,但播期还需进一步研究确定。

参考文献:

- [1] 唐海明,汤文光,肖小平,等. 冬季覆盖作物对南方稻田水稻生理生化及生长特性的影响[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(6): 1176-1182.
- [2] 唐海明,汤文光,肖小平,等. 双季稻区冬季覆盖作物残茬还田对水稻生物学特性和产量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2012, 34(2): 213-219.
- [3] 余泓,高菊生,刘明月. 冬闲田种植马铃薯对水稻生长的影响[J]. 湖南农业科学, 2010(5): 39-41.
- [4] 胡新喜,刘明月,何长征,等. 覆膜方式对湖南冬种马铃薯生长与产量的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2013, 39(5): 500-504.
- [5] 张振洲,贾景丽,刘志新. 辽宁省马铃薯双膜覆盖高效栽培技术[J]. 中国马铃薯, 2011, 25(5): 289-290.
- [6] 张忠福,鲁天文. 黑色马铃薯双膜覆盖早熟高效栽培技术[J]. 中国蔬菜, 2014(8): 82-83.
- [7] 夏芳琴,姜小凤,董博,等. 不同覆盖时期和方式对旱地马铃薯土壤水热条件和产量的影响[J]. 核农学报, 2014, 28(7): 1327-1333.
- [8] 马众文,刘宗发,胡金和. 春马铃薯全程地膜覆盖栽培技术初探[J]. 中国马铃薯, 2011, 15(3): 147-149.
- [9] 杨桂兰,黄胜先,黄姚英. 贵州省冬作马铃薯防寒高产高效栽培技术研究[J]. 广东农业科学, 2012, 39(20): 6-8.
- [10] 刘云勇,徐士高,石义宽. 早春马铃薯三膜覆盖高效配套栽培技术研究[J]. 山东蔬菜, 2009(4): 13-15.
- [11] 王清伟,姜洪新,刘训龙,等. 不同颜色地膜对春播马铃薯生长发育的影响[J]. 中国马铃薯, 2021, 35(6): 538-543.
- [12] 李丽淑,樊吴静,杨鑫,等. 不同栽培模式对土壤理化性状及广西冬种马铃薯产量的影响[J]. 南方农业学报, 2018, 49(1): 36-41.
- [13] 李丽淑,樊吴静,杨鑫,等. 不同栽培模式、播种深度对冬种马铃薯土壤水热及产量的影响[J]. 南方农业学报, 2018, 31(4): 673-679.
- [14] 陆昆典,李春光,韦小贞. 冬种马铃薯黑膜夹层覆盖栽培氮肥和钾肥不同用量和组配对植株及产量的影响[J]. 江西农业学报, 2013, 25(2): 10-13.
- [15] 官利兰,陈锐浩,刘小锋,等. 黑膜覆盖下两种复合肥对冬作马铃薯产量和品质的影响[J]. 广东农业科学, 2020, 47(10): 67-72.
- [16] 商婷婷,邝梦婷,胡新喜,等. HPLC-ELSD 法同时测定马铃薯中 α -茄碱和 α -卡茄碱含量[J]. 食品与机械, 2015, 31(4): 55-58.
- [17] 黄冬芬,王志琴,刘立军,等. 镉对水稻产量和品质的影响[J]. 热带作物学报, 2010, 31(1): 19-24.
- [18] SMITH D B, RODDICK J G, JONES J L, et al. Potato glycoalkaloids: some unanswered questions[J]. Trends in Food Science & Technology, 1996, 7(4): 126-131.
- [19] 许国春,罗文彬,李华伟,等. 地膜与稻秸覆盖对冬作马铃薯产量和品质的影响及其抑草效应[J]. 中国农学通报, 2021, 37(4): 13-18.
- [20] 陈铭,彭亚丽,熊兴耀,等. 马铃薯糖苷生物碱研究进展[J]. 中国蔬菜, 2020(2): 13-19.
- [21] 陈哲明,罗宇,刘明月,等. 栽培模式对马铃薯植株镉积累和产量及品质的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2016, 42(3): 238-241.
- [22] 纪雄辉,梁永超,鲁艳红,等. 污染稻田水分管理对水稻吸收积累镉的影响及其作用机理[J]. 生态学报, 2007, 27(9): 3930-3939.
- [23] 刘昭兵,纪雄辉,彭华,等. 水分管理模式对水稻吸收积累镉的影响及其作用机理[J]. 应用生态学报, 2010, 21(4): 908-914.
- [24] 狄广娟. 水分管理对四个水芹品种吸收积累镉的影响[D]. 南京:南京林业大学, 2013.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维