

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2024)03-0209-10

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2024.03.004

栽培生理

不同颜色降解地膜对马铃薯生长和产量的影响

李 圆^{1,2}, 颀建明^{1*}, 李世成^{2*}, 孙多鑫²

(1. 甘肃农业大学园艺学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业技术推广总站, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 为筛选适合甘肃省旱作区马铃薯生产的降解地膜, 以普通黑色PE地膜为对照(CK), 研究9种不同颜色降解地膜(白、黄、紫、绿、橙、银、灰、蓝、黑)对马铃薯生长发育和土壤环境的影响, 并对降解地膜的降解性能进行评价。结果表明, 除D8(蓝)和D3(紫)处理马铃薯生育期较CK延长2~4 d外, 其余7种不同颜色降解地膜处理马铃薯生育期较CK提前1~5 d, 在马铃薯全生育期均呈现降解, D1(白色)和D9(黑色)地膜降解程度最高, 进入完全崩解期, 其他颜色地膜均处于崩解期, 没有完全降解, 降解强度在11.14%~90.94%。D9(黑色)处理的马铃薯株高、茎粗、单株主茎数、产量和品质性状最好, 产量达47 517 kg/hm², 较CK增产10.68%, 可作为甘肃省马铃薯生产中普通PE地膜替代产品。

关键词: 有色地膜; 马铃薯; 生长发育; 产量; 土壤环境

Effects of Different Color Degradable Plastic Films on the Growth and Yield of Potato

LI Yuan^{1,2}, XIE Jianming^{1*}, LI Shicheng^{2*}, SUN Duoxin²

(1. College of Horticulture, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Gansu Agricultural Technology Extension Station, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: The effects of different color (white, yellow, purple, green, orange, silver, gray, blue and black) degradable plastic films on potato growth and soil environments were studied. The degradation performances of degradable plastic films were evaluated using ordinary polyethylene (PE) plastic film as the control (CK) in order to screen the degradable plastic film suitable for potato production in rain-fed area of Gansu Province. The growth period of potato under D8 (blue) and D3 (purple) treatments was two to four days longer than CK. However, the growth period of potato under other seven different color degradation film treatments was one to five days earlier than CK. The degradable plastic films were degraded during the whole growth period of potato, with D1 (white) and D9 (black) mulch films having the highest degradation degree and entering the complete disintegration stage. The other color mulch films were only in the disintegration stage and did not completely degrade, with degradation intensity being 11.14%-90.94%. The characteristics in terms of plant height, stem diameter, number of main stems per plant, yield and quality of the treatment D9

收稿日期: 2024-05-05

基金项目: 国家马铃薯标准化区域服务与推广平台(甘肃)构建与应用项目(NBFW-17-2019); 民生科技专项—乡村振兴专题系列专项《甘肃省全生物降解水地膜试验示范项目》(21CX6NA043)。

作者简介: 李圆(1994-), 女, 硕士, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。

***通信作者(Corresponding author):** 颀建明, 教授, 主要从事蔬菜学和设施农业教学和科学研究, E-mail: xiejianming@gsau.edu.cn; 李世成, 研究员, 主要从事农业技术推广工作, E-mail: 504334834@qq.com。

(black) exhibited the best, and the yield reached 47 517 kg/ha, an increase of 10.68% compared to CK. Therefore, the black degradable plastic film could be used as a substitute for ordinary PE mulching film in potato production in Gansu Province.

Key Words: color plastic film; potato; growth and development; yield; soil environment

马铃薯为一年生草本植物, 作为一种粮食、蔬菜兼用型作物^[1], 深受消费者喜爱。马铃薯产业为甘肃省六大特色产业之一, 年平均种植面积66.7万hm²左右^[2]。甘肃省气候干旱, 马铃薯种植方式主要以覆膜栽培为主^[3], 露地栽培较少^[4]。随着地膜覆盖栽培技术的示范推广, 地膜用量剧增, 加重环境压力和耕地污染, 同时改变了土壤理化性质^[5], “白色污染”问题越来越严重, 不利于甘肃省农业绿色循环发展^[6]。

可降解地膜的开发利用为有效解决残膜污染问题、践行国家农业绿色发展战略提供新途径。目前, 可降解地膜已在玉米、大豆、西瓜、大蒜、辣椒等作物种植中广泛使用, 在马铃薯上也应用较广^[7]。近年来, 对有色地膜的研究较多, 已在马铃薯、韭菜、向日葵、番茄、羊肚菌等作物上得到使用, 但针对马铃薯不同颜色降解地膜覆盖栽培产量和环境生态效应方面研究较少。本研究通过大田试验, 明确不同颜色降解地膜对马铃薯生长发育、产量及土壤水热与理化性状的影响, 以期为甘肃省马铃薯绿色覆盖栽培技术创新提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在定西市安定区鲁家沟镇小岔口村甘肃百泉种业有限公司马铃薯种植示范基地进行, 地理位置N 35°87', E 104°61', 平均海拔1 800 m, 年平均气温7.8℃, 全年无霜期150 d, 年平均降雨量350 mm。前茬作物为马铃薯, 土壤肥力中等, 土壤pH 8.72。

1.2 试验材料

供试马铃薯品种为‘青薯9号’(晚熟), 种薯级别为原种, 由甘肃百泉种业有限公司提供。供

试肥料马铃薯专用复合肥(N:P₂O₅:K₂O=18:12:10)由甘肃定西坤宇肥业有限公司提供。

供试地膜均由甘肃宏鑫农业科技有限公司提供, 不同处理地膜特性见表1。

1.3 试验设计

采用随机区组设计, 按照表1中不同地膜种类设置10个处理, 3次重复, 小区面积60 m²(10 m×6 m), 共30个小区。各处理采用半膜垄作膜上覆土种植方式, 播种密度为60 000株/hm²。于2023年4月28日播种, 10月7日收获。其他田间管理措施同大田生产。

1.4 测定内容及方法

1.4.1 马铃薯生育时期

观察各小区马铃薯出苗期、现蕾期、初花期、盛花期、终花期及成熟期, 并记录进入各生育期时间, 计算生育期天数。当小区50%植株表现某一生育时期的生物特征时, 即表示进入该生育期^[7]。

1.4.2 马铃薯生物性状

于马铃薯盛花期, 各小区随机选择10株植株, 用卷尺和游标卡尺测量马铃薯植株株高和茎粗^[1], 并计算平均株高和平均茎粗。

1.4.3 马铃薯经济性状及产量

马铃薯成熟后, 各小区随机抽取1个点10株, 统计马铃薯的单株结薯数、单株块茎重、大薯重(≥150 g)和大薯率。成熟期各小区选取3个测产点(面积为10 m²)进行实收测产, 记录每个测产点所有块茎重量, 计算小区产量后换算为公顷产量。

1.4.4 土壤温度

于马铃薯出苗期、开花期、淀粉积累期、收获期, 选择晴天, 使用直角地温计, 分别测定各小区间沿种植行任意两株之间深0~10 cm和10~

20 cm处的地温, 每个生育期均在固定时间地点测定^[7]。取2次测量的平均值作为当天土壤温度。

1.4.5 土壤水分含量

选择晴天, 分别测定马铃薯出苗期、开花

期、淀粉积累期、收获期各小区间0~10 cm、10~20 cm两个土层土壤含水量, 土壤取样时采用S形线路, 取样位置均在种植带2行间^[7], 测定时间为上午9~10点, 用烘干法测定土壤含水量^[8]。

表1 不同处理地膜特性

Table 1 Types and characteristics of different treated mulch films

处理 Treatment	地膜种类 Types of plastic film	颜色 Color	地膜厚度(mm) Film thickness	幅宽(cm) Film width
D1	生物降解地膜	白	0.012	120
D2	生物降解地膜	黄	0.012	120
D3	生物降解地膜	紫	0.012	120
D4	生物降解地膜	绿	0.012	120
D5	生物降解地膜	橙	0.012	120
D6	生物降解地膜	银	0.012	120
D7	生物降解地膜	灰	0.012	120
D8	生物降解地膜	蓝	0.012	120
D9	生物降解地膜	黑	0.012	120
CK	普通地膜	黑	0.012	120

土壤含水量=(土样鲜重量-土样干重量)/土样干重量×100%。

1.4.6 土壤有机质和pH测定

分别采集马铃薯播种覆膜前和成熟收获后各小区土壤进行分析, 将采集到的土样置于密封土壤样品袋中, 用重铬酸钾法^[9]测定土壤有机质; 用pH计(PHSJ-3F, 上海雷磁仪器有限公司)测定土壤pH。

1.4.7 马铃薯块茎品质

马铃薯成熟后, 随机选取各小区长势均匀的植株5株, 收获全部块茎, 测定其块茎干物质、蛋白质、粗淀粉、维生素C和还原糖含量。干物质测定采用直接干燥法^[10]、蛋白质测定采用凯氏定氮法^[10]、粗淀粉测定采用旋光法^[11]、维生素C测定采用荧光法^[12], 还原糖测定采用直接滴定法^[13]。

1.4.8 地膜降解情况

观察马铃薯各生育时期不同地膜降解情况, 判定不同地膜的降解时期。地膜表面变化分为诱导期、破裂期、崩解期、完全崩解期和完全降解期5个时期^[7], 记录各时期发生变化时间。马铃薯

收获后分别取各处地膜, 面积为1 m×1 m, 清洗晾晒后称重^[14], 计算地膜损失率(地膜降解率)。

地膜损失率=(地膜初始重量-取样后地膜重量)/地膜初始重量×100%。

1.5 数据处理

采用Excel 2020和SPSS 27.0软件进行数据处理和分析, 用Origin 2021软件绘图, 用最小显著差数法进行处理平均值多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同颜色降解地膜对马铃薯生长发育的影响

2.1.1 不同颜色降解地膜对马铃薯生育期的影响

与CK相比, 覆盖不同颜色降解地膜后对马铃薯生育期有一定影响(表2)。D8处理下马铃薯生育期最长为135 d, 较CK生育期长4 d、出苗期长3 d; D3处理下马铃薯生育期为133 d, 较CK生育期长2 d。覆盖白色、黄色、绿色、橙色、银色、灰色、黑色降解地膜较CK生育期均提前, 其中, D1处理下马铃薯生育期最短, 为126 d, 出苗期较CK提前3 d。

表2 不同颜色降解地膜对马铃薯生育时期的影响

Table 2 Effects of different color degradable films on potato growth stage

处理 Treatment	播种期(D/M) Sowing	出苗期(D/M) Seedling	现蕾期(D/M) Bud flower	初花期(D/M) First flowering	盛花期(D/M) Full-blossom	终花期(D/M) Final flowering	成熟期(D/M) Maturation	生育期(d) Growth stage
D1	28/04	24/05	22/06	10/07	24/07	21/09	27/09	126
D2	28/04	26/05	22/06	10/07	24/07	21/09	02/10	130
D3	28/04	27/05	22/06	10/07	24/07	21/09	06/10	133
D4	28/04	27/05	22/06	10/07	24/07	21/09	03/10	130
D5	28/04	25/05	19/06	09/07	22/07	19/09	30/09	128
D6	28/04	26/05	20/06	08/07	23/07	20/09	01/10	129
D7	28/04	26/05	20/06	08/07	23/07	21/09	01/10	129
D8	28/04	30/05	24/06	12/07	25/07	23/09	10/10	135
D9	28/04	27/05	22/06	10/07	24/07	20/09	03/10	130
CK	28/04	27/05	22/06	10/07	24/07	21/09	04/10	131

2.1.2 不同颜色降解地膜对马铃薯生长的影响

不同颜色地膜覆盖对马铃薯株高、单株主茎数有不同影响(表3)。D9处理下马铃薯株高最高、茎粗最粗,株高与其他处理差异达显著水平($P < 0.05$),与CK相比差异不显著。不同处理下,马铃薯生物性状各项数据表现趋势一致,由高到低依次为D9 > CK > D8 > D7 > D6 > D1 > D2 > D3 > D4 > D5, D9处理下马铃薯的株高、茎粗、单株主茎数最高,较CK相比株高增加3.9%,茎粗增加1.9%,单株主茎数增加13.1%。其他处理较CK相比,株高、茎粗、单株主茎数相对变低,株高减少2.9%~15.4%,茎粗减少1.9%~16.4%,单株主茎数减少8.7%~43.5%。

2.1.3 不同颜色降解地膜对马铃薯经济性状和产量的影响

不同颜色地膜覆盖对马铃薯单株结薯数、单株块茎重、大薯重、大薯率均有一定影响(表4)。不同处理的马铃薯经济性状由高到低表现为D9 > CK > D8 > D7 > D1 > D3 > D2 > D5 > D4 > D6, D9处理下马铃薯单株结薯数、单株块茎重、大薯重、大薯率最高,与其他处理(D8单株块茎重、大薯重、大薯率和D7、D3、D1单株块茎重除外)差异达显著水平($P < 0.05$),与CK相比差异不显著。其他处理与CK相比,单株结薯数减少6.1%~38.8%,单株块茎重减少3.5%~4.0%,大薯重减少6.7%~50.8%,大薯率降低2.18%~17.88%。

表3 不同颜色降解地膜对马铃薯生物性状的影响

Table 3 Effects of different color degradable films on biological characteristics of potato

处理 Treatment	株高(cm) Plant height	茎粗(cm) Stem diameter	单株主茎数(个) Main stem number per plant (No.)
D1	79.9±4.23bc	1.46±0.37ab	1.7±0.19c
D2	78.5±5.23bc	1.42±0.39ab	1.6±0.22c
D3	76.4±4.58c	1.39±0.43b	1.5±0.22c
D4	75.6±5.15c	1.36±0.49b	1.4±0.25cd
D5	73.8±6.14c	1.32±0.52b	1.3±0.33d
D6	82.5±2.56b	1.50±0.32a	1.8±0.16b
D7	82.8±2.87b	1.52±0.25a	1.9±0.18b
D8	84.6±2.23b	1.55±0.22a	2.1±0.15b
D9	90.6±1.32a	1.61±0.16a	2.6±0.12a
CK	87.2±1.44a	1.58±0.18a	2.3±0.15a

注: 结果表示为平均值±标准差。数据后不同小写字母表示在0.05水平差异显著,下同。

Note: Data are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters after treatment means indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

表 4 不同颜色降解地膜对马铃薯经济性状的影响

Table 4 Effects of different color degradable films on economic traits of potato

处理	单株结薯数(个)	单株块茎重(kg/株)	大薯重(kg)	大薯率(%)
Treatment	Tuber number per plant(No.)	Tuber weight per plant (kg/plant)	Large tuber weight	Large tuber percentage
D1	8.1±0.8b	0.79±0.07a	0.50±0.08b	63.29±0.16b
D2	7.5±0.7b	0.69±0.12b	0.42±0.06b	60.86±1.15c
D3	7.8±0.9b	0.80±0.05a	0.49±0.08b	61.25±2.21bc
D4	6.9±1.1c	0.62±0.13b	0.34±0.11c	54.84±3.25d
D5	7.3±0.6bc	0.71±0.11b	0.41±0.12b	57.75±1.13c
D6	6.6±1.2c	0.54±0.15c	0.29±0.23c	53.71±3.46d
D7	8.2±0.6b	0.81±0.08a	0.52±0.04b	64.19±0.18b
D8	8.5±0.5b	0.82±0.06a	0.55±0.06a	67.07±0.07a
D9	10.4±0.2a	0.88±0.05a	0.63±0.04a	71.59±0.04a
CK	9.8±0.3a	0.85±0.03a	0.59±0.05a	69.41±0.12a

与CK相比, D9处理下马铃薯产量最高(表5), 差异达到显著水平($P < 0.05$)。不同处理后马铃薯产量表现依次为D9>D8>D7>D3>D1>CK>D5>D2>D4>D6, 与CK相比, D9、D8、D7、D3和D1处理增产0.85%~10.68%。

2.1.4 不同颜色降解地膜对马铃薯品质影响

不同颜色降解地膜覆盖对马铃薯块茎的干物

质、蛋白质、粗淀粉、维生素C和还原糖含量影响不同(表6)。D9处理下, 干物质、蛋白质、粗淀粉、维生素C和还原糖含量均最高, 与CK差异不显著。CK较其他处理(除D9处理)干物质含量增加0.2~4.5 g/100 g、蛋白质含量增加0.01~0.45 g/100 g、粗淀粉含量增加0.16%~1.85%、维生素C含量增加0.1~2.5 mg/100 g、还原糖含量增加0.04~0.11 g/100 g。

表 5 不同颜色降解地膜对马铃薯产量的影响

Table 5 Effects of different color degradable films on tuber yield

处理	小区产量(kg/60 m ²)	折合产量(kg/hm ²)	较对照增产(kg/hm ²)	增产率(%)	位次
Treatment	Plot yield	Equivalent yield	Yield increase over control	Increase rate	Rank
D1	259.78±4.19	43 299bc	365.23	0.85	5
D2	223.70±23.96	37 284d	-5 649.15	-13.16	8
D3	262.11±15.04	43 687bc	753.15	1.75	4
D4	219.43±6.11	36 589de	-6 343.65	-14.78	9
D5	230.47±9.24	38 414d	-4 519.35	-10.53	7
D6	214.67±8.21	35 796e	-7 137.38	-16.62	10
D7	266.63±3.16	44 440b	1 506.45	3.51	3
D8	275.66±8.88	45 946b	3 012.9	7.02	2
D9	285.09±33.89	47 517a	4 583.7	10.68	1
CK	257.59±11.09	42 934c			6

2.2 不同颜色降解地膜对马铃薯生长的土壤环境影响

2.2.1 对土壤温度的影响

马铃薯不同生育期覆盖有色降解膜的处理土

壤温度变化情况不同(表7)。地表0~10 cm地温较高, 10~20 cm地温较低。在马铃薯出苗期土壤温度表现依次为: D1>D4>D7>D6>D2>D9>D5>D3>CK>D8; 在马铃薯开花期土壤温度表

现依次为: D1 > D4 > D7 > D2 > D5 > D3 > D9 > CK > D6 > D8; 在马铃薯淀粉积累期和收获期土壤温度表现依次为: CK > D2 > D1 > D7 > D4 > D9 > D8 > D3 > D5 > D6。马铃薯出苗期, 各处理地膜均未裂解, D8处理较CK土壤平均温度降低0.2℃, 其他处理较CK土壤平均温度升高0.3~2.2℃, 对土壤的保温作用较好。在马铃薯开花期, 各处理地膜开始逐渐裂解, D1、D2、D3、D4、D5、D7和D9处理较CK土壤平均温度升高0.5~2.8℃, D6和D8处理较CK土壤平均温度下降0.4℃和0.8℃。在马铃薯生长后期, 随降解地膜的裂解, 对土壤的

保温效果减弱, CK保温效果最好, 较其他处理土壤平均温度增加0.1~2.3℃。

2.2.2 对土壤湿度的影响

不同颜色降解地膜覆盖的土壤含水量不同(表8)。在马铃薯出苗期、开花期、淀粉积累期和收获期, 不同处理土壤平均含水量依次为: CK > D9 > D2 > D4 > D1 > D7 > D5 > D3 > D8 > D6。在马铃薯出苗期、开花期、淀粉积累期和收获期, D6处理较CK和其他处理土壤平均含水量分别降低0.17%~1.97%、0.03%~1.77%、0.35%~1.90%和0.16%~1.68%, 说明银色地膜保水性能最差。

表6 不同颜色降解地膜对马铃薯营养品质的影响

Table 6 Effects of different color degradable films on tuber quality

处理 Treatment	干物质(g/100 g) Dry matter	蛋白质(g/100 g) Protein	粗淀粉(%) Crude starch	维生素C(mg/100 g) Vitamin C	还原糖(g/100 g) Reducing sugar
D1	18.1±1.3b	1.22±0.23bc	12.86±0.42de	18.5±1.1b	0.09±0.21b
D2	19.9±0.8b	1.48±0.15b	14.80±0.32c	19.2±0.3a	0.13±0.11a
D3	20.0±1.1b	1.51±0.09b	15.06±0.22bc	19.6±0.2a	0.13±0.52a
D4	18.6±1.2b	1.24±0.24bc	13.38±0.39d	18.7±0.2b	0.11±0.09a
D5	19.5±0.7b	1.44±0.15b	14.70±0.31c	18.9±1.2b	0.12±0.13b
D6	20.3±1.0b	1.60±0.11a	15.66±0.24b	19.1±0.6a	0.15±0.12a
D7	20.3±0.7b	1.52±0.15a	15.53±0.31b	19.4±0.3a	0.14±0.11a
D8	22.4±0.6a	1.66±0.05a	16.49±0.21ab	19.9±0.6a	0.16±0.08a
D9	23.4±0.3a	1.79±0.08a	18.02±0.11a	21.7±0.2a	0.21±0.15a
CK	22.6±0.3a	1.67±0.12a	16.65±0.18ab	21.0±0.5a	0.20±0.04a

表7 不同颜色降解地膜对土壤温度的影响

Table 7 Effects of different color degradable films on soil temperature

处理 Treatment	出苗期(℃) Seedling			开花期(℃) Flowering			淀粉积累期(℃) Starch accumulation			收获期(℃) Harvesting		
	0~10 cm	10~20 cm	平均 Average	0~10 cm	10~20 cm	平均 Average	0~10 cm	10~20 cm	平均 Average	0~10 cm	10~20 cm	平均 Average
D1	14.5	12.8	13.7a	20.8	16.6	18.7a	18.5	14.8	16.7a	14.8	13.6	14.2a
D2	13.1	11.5	12.3ab	19.4	15.2	17.3b	18.9	15.2	17.1a	14.6	13.9	14.3a
D3	12.7	10.8	11.8b	18.8	14.9	16.9b	16.7	12.9	14.8bc	12.8	12.0	12.4c
D4	14.2	12.5	13.4a	20.3	16.8	18.6a	17.8	13.8	15.8b	13.5	13.3	13.4b
D5	12.7	11.2	11.9b	19.2	14.8	17.0b	16.2	12.7	14.5bc	12.5	11.9	12.2c
D6	13.3	11.8	12.6ab	17.4	13.5	15.5c	15.3	12.2	13.8c	12.3	11.9	12.1c
D7	13.8	12.2	13.0a	19.9	15.8	17.9ab	18.0	14.3	16.2ab	13.8	13.3	13.6ab
D8	12.3	10.2	11.3b	16.2	13.9	15.1c	17.1	13.2	15.2b	13.1	12.4	12.8bc
D9	13.1	10.9	12.0ab	18.2	14.5	16.4b	17.6	13.4	15.5b	13.2	12.9	13.1b
CK	12.4	10.5	11.5b	17.5	14.2	15.9bc	19.2	16.2	17.7a	15.2	13.5	14.4a

表 8 不同颜色降解地膜对土壤含水量的影响

Table 8 Effects of different color degradable films on soil water content

处理 Treatment	出苗期(%) Seedling			开花期(%) Flowering			淀粉积累期(%) Starch accumulation			收获期(%) Harvesting		
	0~10 cm	10~20 cm	平均	0~10 cm	10~20 cm	平均	0~10 cm	10~20 cm	平均	0~10 cm	10~20 cm	平均
	Average			Average			Average			Average		
D1	12.31	11.92	12.12b	11.31	10.76	11.04b	11.50	11.36	11.43b	11.22	10.63	10.93c
D2	12.96	12.16	12.56ab	11.64	11.58	11.61ab	12.39	11.82	12.11ab	11.89	11.16	11.53b
D3	11.84	11.16	11.50c	11.33	10.54	10.94c	11.25	11.08	11.17b	11.09	10.42	10.76d
D4	12.75	12.07	12.41b	11.36	10.84	11.10b	11.67	11.25	11.46b	11.25	10.74	11.00c
D5	11.98	11.25	11.62c	11.27	10.65	10.96c	11.45	11.27	11.36b	11.15	10.56	10.86c
D6	11.62	10.85	11.24c	11.22	10.39	10.81c	11.17	10.31	10.74c	10.81	10.23	10.52d
D7	12.08	11.52	11.80bc	11.14	10.85	11.00b	11.54	11.23	11.39b	11.19	10.58	10.89c
D8	11.75	11.07	11.41c	11.25	10.43	10.84c	11.13	11.05	11.09bc	11.04	10.32	10.68d
D9	13.32	12.72	13.02a	12.50	11.93	12.22a	12.31	12.19	12.25a	12.17	11.96	12.07a
CK	13.55	12.86	13.21a	12.99	12.17	12.58a	12.76	12.51	12.64a	12.54	12.17	12.36a

2.2.3 对土壤理化性质的影响

不同地膜覆盖的土壤0~20 cm有机质含量变化情况不同(图1)。

在马铃薯出苗期、开花期、淀粉积累期和收获期，D9处理下土壤有机质含量最高，与CK相比达显著水平($P<0.05$)。马铃薯不同生育时期土壤有机质含量变化情况不同，出苗期变化为D9>D5>D1>D7>D3>D6>D2>D4>D8>CK，D9处理较CK增加24.31%，较其他颜色降解地膜增加

7.33%~23.01%；开花期变化为D9>D5>D1>D7>D8>D3>D4>D2>D6>CK，D9处理较CK增加12.87%，较其他颜色降解地膜增加4.78%~11.22%；淀粉积累期变化为D9>D5>D8>D7>D1>D3>D4>D2>D6>CK，D9处理较CK增加36.31%，较其他颜色降解地膜增加8.28%~25.44%；收获期变化为D9>D5>D1>D7>D8>D3>D4>D2>D6>CK，D9处理较CK增加53.34%，较其他颜色降解地膜增加7.73%~51.22%。

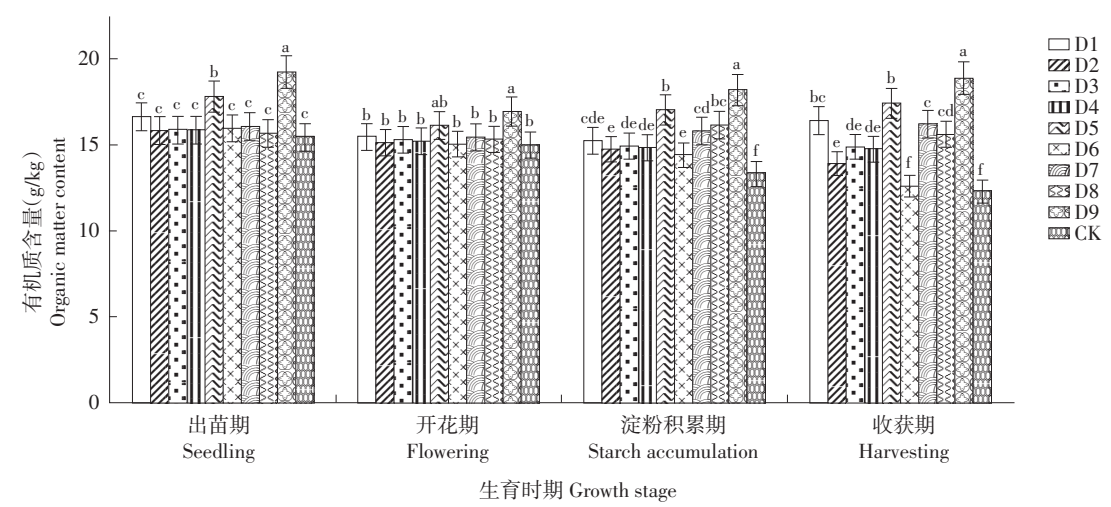


图 1 不同颜色降解地膜对土壤有机质含量的影响

Figure 1 Effects of different color degradable films on soil organic matter content

不同颜色降解地膜对土壤 pH 变化情况不同(图2), 降解率高的地膜覆盖下, 土壤 pH 高于 CK 和降解率低的处理。

马铃薯淀粉积累期和收获期, D3 处理下土壤 pH 最高, 较 CK 增加 0.20~0.36, 与 CK 相比差异显

著($P < 0.05$); D1 处理下土壤 pH 最低, 较 CK 减少 0.03~0.09; D3 处理较 D1 处理土壤 pH 增加 0.29~0.39。在马铃薯出苗期和开花期, CK 的土壤 pH 最高、D1 处理的土壤 pH 最低, 较 CK 减少 0.21~0.32。

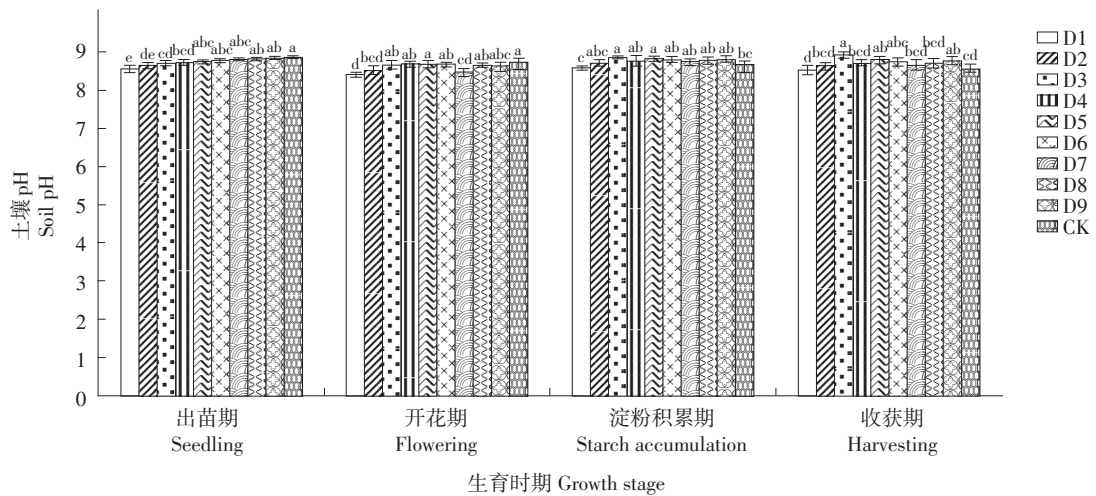


图2 不同颜色降解地膜对土壤 pH 的影响

Figure 2 Effects of different color degradable mulching films on soil pH

2.3 不同颜色降解地膜降解情况评价

不同颜色降解地膜降解情况不同(表9), 覆盖后, 9 种不同颜色地膜均呈现降解, 其中在 D1 和 D9 处理下地膜降解速度最快且进入完全崩解期, 其他颜色地膜均仅处于崩解期, 没有完全降

解。D5 降解发生时间最早, 覆膜后持续时间为 110 d; D9 降解时间最晚, 持续时间为 148 d。D1~D9 降解率分别为 88.16%、11.14%、12.68%、11.75%、31.58%、13.31%、16.17%、22.35%、90.94% (表10)。

表9 不同颜色地膜降解时期情况

Table 9 Degradation stage of different color degradable films

处理 Treatment	诱导期(D/M) Induction	破裂期(D/M) Rupture	崩解期(D/M) Disintegration	完全崩解期(D/M) Complete disintegration	完全降解期(D/M) Complete degradation
D1	03/08	10/09	25/08	15/09	
D2	25/07	25/08	15/09		
D3	10/07	12/08	21/08		
D4	23/07	24/08	13/09		
D5	08/07	31/07	15/08		
D6	16/07	20/08	30/08		
D7	14/07	18/08	05/09		
D8	15/07	16/08	28/08		
D9	12/07	15/08	25/08	22/09	
CK	—	—	—	—	—

注: — 表示没有形成降解。

Note: — indicates that no degradation occurs.

表 10 不同颜色降解地膜的降解强度

Table 10 Degradation intensity of different color degradable films

处理 Treatment	地膜初始重量(g/m ²) Initial film weight	取样后地膜重量(g/m ²) Film weight after sampling	地膜减少重量(g/m ²) Film weight reduction	地膜质量损失率(%) Film weight loss rate
D1	13.26	1.57	11.69	88.16
D2	11.58	10.29	1.29	11.14
D3	14.43	12.60	1.83	12.68
D4	12.26	10.82	1.44	11.75
D5	13.33	9.12	4.21	31.58
D6	13.15	11.40	1.75	13.31
D7	12.18	10.21	1.97	16.17
D8	13.29	10.32	2.97	22.35
D9	14.68	1.33	13.35	90.94
CK	12.79	12.78	0.01	0.08

不同颜色降解地膜的降解强度为 D9 > D1 > D5 > D8 > D7 > D6 > D3 > D4 > D2，在 D9 处理下，地膜降解率最高，降解程度最好，较其他颜色地膜降解率提高 2.78%~79.80%。

3 讨 论

本试验研究了覆盖不同颜色降解地膜对马铃薯生长、土壤及自身降解情况，结果表明，不同颜色地膜覆盖下的马铃薯生育期不同，其中 D8 处理的马铃薯生育期最长，D1 处理的马铃薯生育期最短。其原因是不同颜色地膜具有不同的光谱反射特性和热传导性^[15]，通过调节土壤温度和光照条件影响作物生长周期^[16,17]，研究表明降解地膜对土壤保墒和保温效果低于普通地膜。本研究中，马铃薯生长后期 9 种降解地膜的土壤温度和含水量均低于普通地膜(CK)。D9 处理与 CK 相比马铃薯的株高、单株主茎数、干物质、蛋白质、粗淀粉、维生素 C、还原糖含量、单株结薯数、单株块茎重、大薯重、大薯率差异不显著；而对马铃薯产量有显著影响，D9 处理下马铃薯产量最高、品质最好。

不同颜色降解地膜覆盖处理对土壤有机质和 pH 有一定影响，9 种降解地膜覆盖的土壤有机质和 pH 在马铃薯生长后期高于普通地膜(CK)，原因可能是马铃薯生长后期地膜产生裂解，降低了土壤温度，

减少养分消耗和微生物的形成，减缓对有机质的分解利用^[18]，微生物硝化作用减弱导致酸性物质减少^[19]，也可能是因地膜降解后土壤裸露，养分挥发或雨水的淋溶作用^[20]，使土壤有机质和 pH 增高。

不同颜色降解地膜的降解情况存在差异，D1 和 D9 处理下地膜降解程度最高，进入完全崩解期，而其他颜色地膜均处于崩解期，没有完全降解。综合分析，D9 处理表现最好，降解程度高，避免了后期降解不完全对环境造成的危害。因此从减少地膜对环境污染角度考虑，可在甘肃省干旱区推广使用。因降解地膜材质、降解时间、降解强度不同，且目前对有色降解地膜研究较少，故本试验研究存在一定局限性，可继续开展不同颜色降解地膜试验，以减少地膜对环境的污染，提高马铃薯品质和产量。

[参 考 文 献]

- [1] 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.
- [2] 第红军, 刘悦善, 张宇, 等. 甘肃省马铃薯产量调查及生产建议 [J]. 中国蔬菜, 2021(9): 107-111.
- [3] 李林芳. 马铃薯覆膜种植技术与增产原因探究 [J]. 广东蚕业, 2021, 55(5): 81-82.
- [4] 孙多鑫, 李福. 甘肃省地膜覆盖栽培技术发展探讨 [J]. 中国农

- 技推广, 2011, 27(7): 19–21.
- [5] 张丹, 刘宏斌, 马忠明, 等. 残膜对农田土壤养分含量及微生物特征的影响 [J]. 中国农业科学, 2017, 50(2): 310–319.
- [6] 张金瑞, 任思洋, 戴吉照, 等. 地膜对农业生产的影响及其污染控制 [J]. 中国农业科学, 2022, 55(20): 3983–3996.
- [7] 梁伟琴, 郭黎明, 李继明. 旱作区不同降解地膜对马铃薯产量及降解的影响 [J]. 中国马铃薯, 2019, 33(5): 273–281.
- [8] 郑有才, 杨祁峰. 不同覆盖模式对旱作马铃薯生育期及土壤含水量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2008(20): 8462–8464.
- [9] 丁一雯, 方祥轩. 不同植被下土壤有机质含量的测定 [J]. 山西化工, 2024, 44(1): 96–98.
- [10] 胡婷园. 不同海拔及品种对马铃薯品质的影响 [D]. 成都: 四川农业大学, 2023.
- [11] 王黎明. 马铃薯中粗淀粉含量的测定方法——旋光法 [J]. 宁夏农林科技, 2010(6): 51.
- [12] 国家卫生和计划生育委员会. GB/T 5009.86—2016 蔬菜、水果及其制品中总抗坏血酸的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [13] 国家卫生和计划生育委员会. GB/T 5009.7—2016 食品中还原糖的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [14] 段青青, 张禄祺, 张自坤, 等. 可降解地膜对露地小型西瓜生长及产量的影响 [J]. 北方园艺, 2020(14): 18–24.
- [15] 张生秦, 刘斌. 有色地膜覆盖对农业生产及作物生长发育的影响 [J]. 农业与技术, 2024, 44(1): 23–26.
- [16] 陈玉章. 覆盖模式对旱地马铃薯田水热环境及产量形成的影响 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2019.
- [17] 李开宇, 肖继兵, 杨宁, 等. 不同可降解地膜对土壤水热变化和玉米产量的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2019(5): 194–199.
- [18] 刘远超. 不同覆膜类型对沙地马铃薯土壤理化性质及产量的影响 [D]. 榆林: 榆林学院, 2023.
- [19] 王俊. 可降解地膜覆盖对花生生长及铁营养的影响 [D]. 洛阳: 河南科技大学, 2016.
- [20] 阎晓光, 李洪, 董红芬, 等. 可降解地膜覆盖对土壤水热及春玉米产量的影响 [J]. 中国农学通报, 2018, 34(33): 32–37.