

王 斌, 万艳芳, 王金鑫, 等. PBAT型全生物降解膜对南疆番茄产量及土壤理化性质的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2019, 36(5): 640-648.

WANG Bin, WAN Yan-fang, WANG Jin-xin, et al. Effects of PBAT biodegradable mulch film on the physical and chemical properties of soil and tomato yield in southern Xinjiang, China[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2019, 36(5): 640-648.

PBAT型全生物降解膜对南疆番茄产量及土壤理化性质的影响

王 斌¹, 万艳芳¹, 王金鑫¹, 孙九胜¹, 槐国龙¹, 崔 磊¹, 张彦红², 魏彦宏², 刘国宏²

(1.新疆农业科学院土壤肥料与农业节水研究所, 乌鲁木齐 830091; 2.新疆农业科学院拜城农业试验站, 新疆 拜城 842300)

摘 要:为探讨聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯(PBAT)材料的全生物降解地膜的降解过程及其对番茄产量和土壤环境的影响,采用田间试验的方法,在南疆对比分析了PBAT型全生物降解地膜(降解膜)和普通聚乙烯地膜(CK)的降解性能及其对土壤温湿度、土壤养分及番茄产量的影响。结果表明,降解膜的降解过程为先出现裂纹,然后裂纹变长,覆膜100 d左右50%膜面无肉眼可见地膜。6—7月降解膜降解率较小,介于4.92%~17.99%,8月较大,为63.03%;而CK在整个生育期未出现降解。降解膜处理的番茄产量较CK减少941.67 kg·hm⁻²,减产率2.60%,但处理间产量差异不显著。整个生育期,降解膜膜下5、15 cm和25 cm土层平均土温分别较CK低0.73、0.60 ℃和0.54 ℃,处理间无显著差异($P>0.05$);膜下5 cm和25 cm土层降解膜处理平均土壤含水率分别较CK高2.84个百分点和3.54个百分点,而膜下15 cm土层较CK低13.15个百分点,处理间无显著差异($P>0.05$)。0~20 cm和20~40 cm土层,番茄生育期两处理的土壤养分差异均不显著。研究表明,降解膜降解性能良好,对番茄产量和土壤养分等指标的影响与CK相当,以降解膜代替普通地膜应用于番茄生产具有一定可行性。

关键词:番茄;全生物降解膜;产量;土壤温湿度;土壤养分;新疆

中图分类号:S36;X53

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2019)05-0640-09

doi: 10.13254/j.jare.2018.0287

Effects of PBAT biodegradable mulch film on the physical and chemical properties of soil and tomato yield in southern Xinjiang, China

WANG Bin¹, WAN Yan-fang¹, WANG Jin-xin¹, SUN Jiu-sheng¹, HUAI Guo-long¹, CUI Lei¹, ZHANG Yan-hong², WEI Yan-hong², LIU Guo-hong²

(1. Institute of Soil Fertilizer and Agricultural Water Saving, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China; 2. Baicheng Agricultural Experiment Station, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Baicheng 842300, China)

Abstract: In order to further explore the polyadipic acid/butylene terephthalate (PBAT) materials of the degradation process and the influence on tomato yields and the soil environment, a field experiment in southern Xinjiang, China was conducted to analyze the influence of PBAT (biodegradable mulch film) and the ordinary polyethylene film (CK) on tomato production, soil temperature, humidity and nutrients. Results showed that the degradation process of biodegradable mulch film started with cracks, and then the cracks became longer. About 50% of the soil surface was without visible mulch film when covered with film for 100 days. From June to July, the degradation rate of biode-

收稿日期:2018-10-21 录用日期:2019-01-16

作者简介:王 斌(1981—),男,新疆吐鲁番人,博士,副研究员,研究方向为残膜污染综合治理。E-mail:wbx_wm@126.com

基金项目:新疆重点研发项目(2016B02017-4, 2018B01006-1);国家自然科学基金项目(41661075);天山青年计划项目(2017Q006);公益性行业(农业)专项(201503105)

Project supported: The Key Research Program of Xinjiang of China (2016B02017-4, 2018B01006-1); The National Natural Science Foundation of China (41661075); Tianshan Youth Plan Project (2017Q006); The Special Scientific Research Fund of Agricultural Public Welfare Profession of China (201503105)

gradable mulch film was low, between 4.92%~17.99%, and then higher in August at 63.03%. The CK did not degrade during the entire tomato growth period. Compared with CK, the yield of biodegradable mulch film treatment decreased by 941.67 kg·hm⁻² and the yield decreased by 2.60%, but there was no significant difference in yield between the two treatments. For the entire tomato growth period, the average soil temperature in biodegradable mulch film treatment under soil layers of 5, 15 cm and 25 cm was lower than those of CK at 0.73, 0.60 °C and 0.60 °C, respectively ($P>0.05$). The average soil moisture under 5 cm and 25 cm was 2.84% and 3.54% higher than CK ($P>0.05$), while at 15 cm it was 13.15% lower than CK ($P>0.05$). In the soil layers of 0~20 cm and 20~40 cm, there was no significant difference in soil nutrients between the two treatments during the tomato growth period. It was found that the degradation performance of biodegradable mulch film was good, and the effect on tomato yield, soil nutrients and other indicators was similar to that of CK. Therefore, it is feasible to use biodegradable mulch film instead of plastic film in tomato production.

Keywords: tomato; biodegradable mulch film; yield; soil temperature and moisture; soil nutrients; southern Xinjiang

地膜覆盖具有增温、保墒、提高作物产量和抑制杂草生长等作用^[1-2],因此,农业生产上使用地膜越来越广泛和普遍。但随着农膜使用年限的增加,其对环境逐渐产生了负面影响,造成了“白色污染”^[3-4]。目前农业上应用的地膜成分主要为聚乙烯^[5-6],其分子结构比较稳定,很难降解,作物收获后地膜不易回收,残膜不断积累,致使残膜在土壤中形成阻隔层,使耕层土壤透气性降低,土壤结构破坏和地力下降^[7-9],进而影响到作物根系生长、发育和吸收功能,造成作物减产^[10]。

降解地膜的使用是解决“白色污染”的有效途径^[10]。目前,降解地膜在棉花^[11-13]、玉米^[2,13-14]和马铃薯^[11,15]等作物上开展了大量的研究。研究表明,可降解地膜在农田中覆盖一定天数后出现降解,地膜的外观、机械和物理性能、化学结构等会发生变化^[16];可降解地膜具有保温、保墒、促进作物生长和增产等作用,对土壤水分、温度以及作物生长和产量的影响与普通地膜相当,差异不显著^[2,8,11,14]。但针对新疆地区可降解地膜在番茄种植中的研究报道较少^[17]。

番茄(*Lycopersicon esculentum* L.)别名番柿、六月柿、西红柿、洋柿子,是栽培面积最大的茄果类蔬菜之一^[18]。在番茄栽培过程采用地膜覆盖,对番茄的整个生育期来说具有早熟、丰产的效果^[19]。目前研究主要集中于不同颜色、不同类型地膜覆盖对番茄产量、品质和土壤温度的影响等方面^[20-24],但针对降解地膜对南疆番茄产量和土壤理化性质等环境影响的系统研究鲜见报道。因此,本研究在南疆拜城县农业试验站

开展田间试验,通过两年连续定位监测,分析降解地膜对番茄产量和土壤理化性质的影响,为降解地膜在番茄生产中的推广应用和覆膜栽培提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地位于阿克苏地区拜城县拜城农业试验站内,属温带大陆性干旱气候。年均气温7.6 °C,最高气温38.3 °C,最低气温-28 °C,无霜期133~163 d,年均日照时数为2 789.7 h,年均降水量171.13 mm;番茄生育期月均降雨量为14 mm,月均温度为22.9 °C。

试验区为砂壤土,0~20 cm土层土壤pH 8.36,含有机质23.83 g·kg⁻¹、速效氮110.8 mg·kg⁻¹、速效磷84.4 mg·kg⁻¹、速效钾216 mg·kg⁻¹、总盐1.4 g·kg⁻¹;20~40 cm土层土壤pH 8.60,含有机质18.65 g·kg⁻¹、速效氮73.7 mg·kg⁻¹、速效磷49.9 mg·kg⁻¹、速效钾182 mg·kg⁻¹、总盐1.2 g·kg⁻¹。

1.2 试验设计

试验作物为加工番茄,品种为天红8号。试验设置PBAT型全生物降解地膜(产自新疆康润洁环保科技有限公司,以下简称“降解膜”)和普通聚乙烯PE地膜(CK)共2个处理,每个处理3次重复。试验区面积0.133 hm²,处理膜宽80 cm,膜厚0.010 mm;垄宽70 cm,垄高20 cm,沟宽50 cm;一垄一膜一管两行、膜下滴灌、机械覆膜。试验播种方式、肥料用量、种植与管理等与当地大田一致。2017年5月10日播种、9月10日收获。试验灌水方案见表1。

表1 番茄生育期田间灌水量(m³·hm⁻²)

Table 1 Irrigation amount of tomato field during growth period(m³·hm⁻²)

2017-05-10	2017-05-25	2017-06-05	2017-06-15	2017-06-25	2017-07-05	2017-07-15	2017-07-25	2017-08-10	2017-08-25	合计 Total
450	600	600	600	600	675	675	600	600	600	6000

1.3 测定项目与方法

1.3.1 地膜降解程度

番茄生育期内每半个月定点采集地膜照片,用地膜孔洞面积提取软件 V2.0 对采集的照片进行图像处理,得到地膜自然降解破损率(降解率)。

1.3.2 测产

每个处理随机选取 5 个点,每点按照 1 垄宽、5 m 长测定番茄产量。

1.3.3 土壤温湿度

采用 L99-TWS-3 型土壤温度水分记录仪(上海发泰精密仪器仪表有限公司),对膜下 5、15 cm 和 25 cm 土层的土壤温度和水分进行连续不间断测定、监测时间间隔为 2 h,测定时间段为 6 月 2 日至 9 月 10 日。

1.3.4 土壤理化性质

番茄播种前、地膜破损时和收获期,以“S”形取样法在每个试验地取 0~20 cm 和 20~40 cm 土层土样,每个处理 3 次重复,测定土壤 pH、有机质、速效氮、速效磷、速效钾、总盐。

土壤 pH 用土壤 pH 计测定,土壤有机质用重铬酸钾外加热法,土壤速效氮采用碱解扩散法,土壤速效磷采用钼锑抗比色法,土壤速效钾采用火焰光度法,土壤总盐用烘干质量法测定^[25]。

1.4 数据处理

数据利用 Microsoft Excel 2016 和 Origin 8.0 软件进行初步分析和作图,采用 SPSS 21.0 软件进行方差分析,数据间比较采用独立样本 *T* 检验。

2 结果与分析

2.1 不同时期地膜降解特征

番茄生育期内降解膜随着生育进程出现了较为明显的降解(图 1)。降解过程表现为覆膜 30 d 左右开始出现裂纹,覆膜 40 d 左右裂纹变长,覆膜 80 d 左右降解成小碎片,地膜表面变薄、变脆;覆膜 100 d 左右 50% 垄面上无肉眼可见地膜,垄边埋土部分破孔较小,但地膜已经变薄、变脆,降解速度滞后于垄面。而 CK 在整个生育期未出现降解,仅收获前,因为农事操作等影响出现了个别破损。

由图 2 可知,番茄生育期内降解膜的破损率(降解率)随着生育进程表现为 6—7 月较小(4.92%~17.99%)、8 月较大(63.03%)。地膜破损率从 6 月 6 日的 4.92% 增加到 8 月 2 日的 63.03%。其中,7 月 17 日

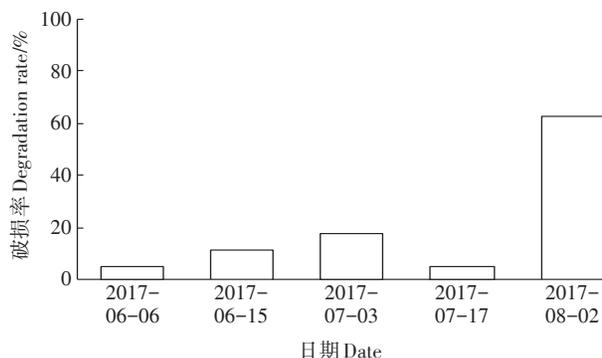


图 2 不同时期降解膜的破损率

Figure 2 Degradation rate of biodegradable mulch film at different periods



图 1 不同时期降解膜的降解状态

Figure 1 Degradation state of biodegradable mulch film at different periods

至8月2日降解率增幅最大,增长了57.89个百分点。

2.2 降解膜对番茄产量的影响

从表2中可看出,降解膜和CK覆盖下的番茄产量分别为35 266.84 kg·hm⁻²和36 208.51 kg·hm⁻²,降解膜覆盖下的番茄产量较CK降低2.60%,但两处理间差异不显著($P>0.05$)。

2.3 降解膜对土壤温度的影响

2.3.1 日变化

番茄生育期,不同处理膜下0~30 cm的土壤平均温度(即5、15 cm和25 cm三个层次土壤温度的平均值,下同)日变化均呈先减小后增大再减小的变化趋势(图3),表现为0:00—10:00期间,土壤温度逐渐减小,从10:00开始,土温逐渐升高,14:00—18:00期间达到峰值,之后又开始逐渐回落。

从不同处理来看,0:00—24:00期间,开花坐果期和结果期降解膜覆盖下的土温低于CK,而成熟期高于CK(图3)。从日均值来看,开花坐果期和结果期降解膜的平均土温均较CK低0.8℃,而成熟期较CK高0.4℃。

从不同生育期来看,两处理在开花坐果期和结果期膜下土壤平均温度差异较大,开花坐果期降解膜和CK处理的土温分别为19.8℃和19.0℃,结果期分别为20.0℃和19.2℃;而成熟期分别为17.2℃和17.6℃,差异较小(图3)。

2.3.2 生育期变化

降解膜和CK处理下5、15 cm和25 cm平均土壤温度生育期变化趋势基本一致,表现为6月2—13日期间,土温逐渐增大,6月14—22日土温较高,且相对稳定,6月23—30日,土温逐渐减小,7月1日又开始升温,7月11日至8月12日土温较高,变化幅度较小,8月13日至9月9日土温较低,变化明显较小,基本维持在同一水平(图4)。

从不同处理来看,降解膜膜下5、15 cm和25 cm的平均土温略低于CK,分别低0.73、0.60℃和0.54℃($P>0.05$)(图5)。统计表明,降解膜膜下0~30 cm平均土壤温度较CK低0.62℃。

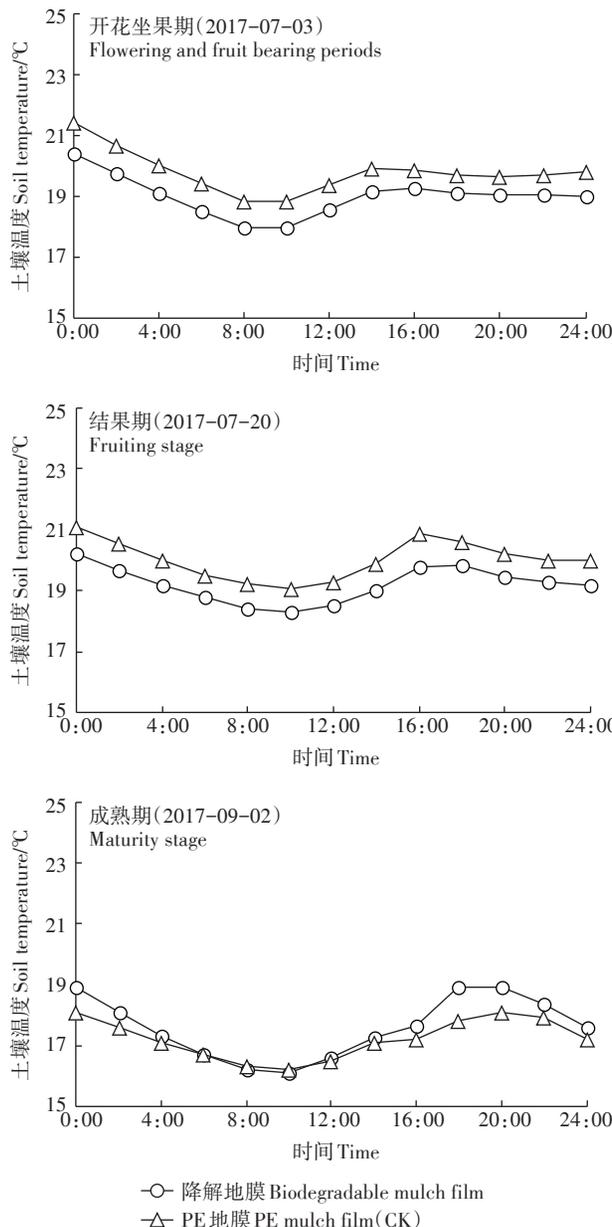


图3 番茄不同生育期膜下0~30 cm地温日变化

Figure 3 Diurnal variation of the soil temperature of 0~30 cm under the mulch film in different growth periods of tomato

2.4 降解膜对土壤水分的影响

2.4.1 日变化

番茄生育期,降解膜和CK膜下0~30 cm平均土

表2 各处理番茄产量

Table 2 Tomato yield of different treatments

处理 Treatments	产量 Yield/kg·hm ⁻²	较CK增产 Increased yield/kg·hm ⁻²	较CK增产率 Increased production rate/%
降解膜 Biodegradable mulch film	35 266.84±8 100.68a	-941.67	-2.60
PE地膜 PE mulch film(CK)	36 208.51±5 175.42a	—	—

注:相同字母表示处理间差异不显著($P>0.05$);不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: The same lowercase letters indicate no significant between treatments ($P>0.05$); Different lowercase letters indicate significant difference between treatments ($P<0.05$). The same below.

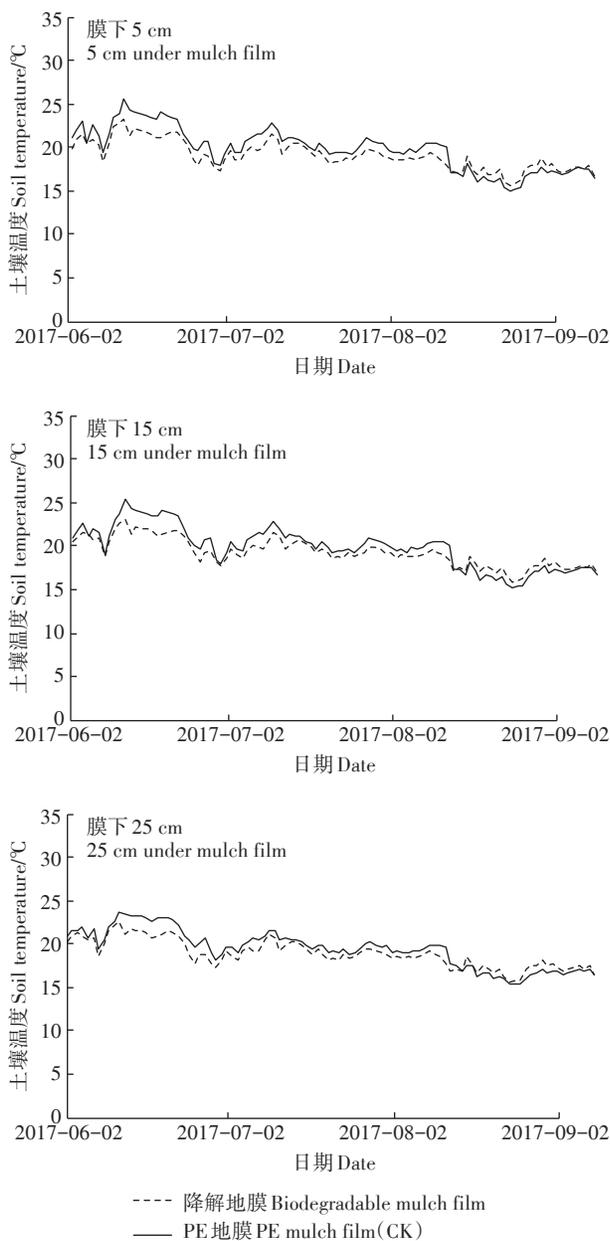


图4 番茄生育期不同土层温度变化

Figure 4 The soil temperature changes in different soil layers at growth periods of tomato

壤含水率日变化幅度均较小,基本稳定在一个数值(图6)。其中,开花坐果期、结果期和成熟期降解膜平均土壤含水率分别为37.8%~38.8%、31.2%~31.8%和33.0%~33.9%,CK的分别为36.7%~37.9%、33.5%~34.2%和36.5%~37.6%。

从不同处理看,降解膜处理在开花坐果期的平均土壤含水率高于CK,而结果期和成熟期低于CK。从日均值来看,降解膜处理在开花坐果期的土壤含水率较CK高(差值0.99%),而结果期和成熟期分别较CK低2.32、3.65个百分点。

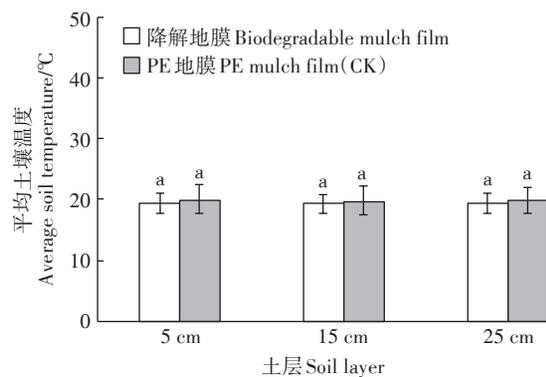


图5 番茄全生育期不同土层平均温度

Figure 5 The average temperature of different soil layers in the whole growth period of tomato

从不同生育期来看,降解膜和CK处理的平均土壤含水率随着生育进程呈先减小后增大的趋势(图6)。其中,结果期降解膜和CK处理的平均土壤含水率均最小,分别为31.45%和33.77%。

2.4.2 生育期变化

降解膜和CK膜下5、15 cm和25 cm平均土壤含水率生育期变化趋势基本一致,表现为6月2日至7月12日期间,土壤含水率较高且波动性大;7月13日至9月9日期间,土壤含水率较低且趋于稳定(图7)。

从不同处理来看,降解膜处理在膜下5 cm和25 cm的平均土壤含水率高于CK,其差值分别为2.84%和3.54%;而膜下15 cm处的平均含水率低于CK,其差值为13.15%(图8)。方差分析得到,两处理膜下5、15 cm和25 cm处的平均土壤含水率差异均不显著。统计表明,降解膜处理膜下0~30 cm的平均土壤含水率较CK低,差值为2.26%。

2.5 降解膜对土壤养分的影响

0~20 cm土层,同一时期降解膜与CK两处理间的土壤养分差异不显著(表3)。6月8日降解膜的土壤有机质、速效磷、速效钾和总盐分别较CK高0.309 g·kg⁻¹、10.9 mg·kg⁻¹、67 mg·kg⁻¹和1.3 g·kg⁻¹,而土壤pH与CK持平,土壤速效氮较CK低6.0 mg·kg⁻¹。9月10日降解膜的土壤pH和速效钾分别较CK高0.09和23 mg·kg⁻¹,而土壤有机质、速效氮、速效磷和总盐的含量分别较CK低1.836 g·kg⁻¹、16.9 mg·kg⁻¹、11.8 mg·kg⁻¹和0.1 g·kg⁻¹。

20~40 cm土层,同一时期两处理的土壤养分除个别指标差异显著外,绝大部分均差异不显著(表3)。6月8日降解膜的土壤有机质、速效氮、速效磷和总盐分别较CK高1.637 g·kg⁻¹、13.2 mg·kg⁻¹、14.0 mg·

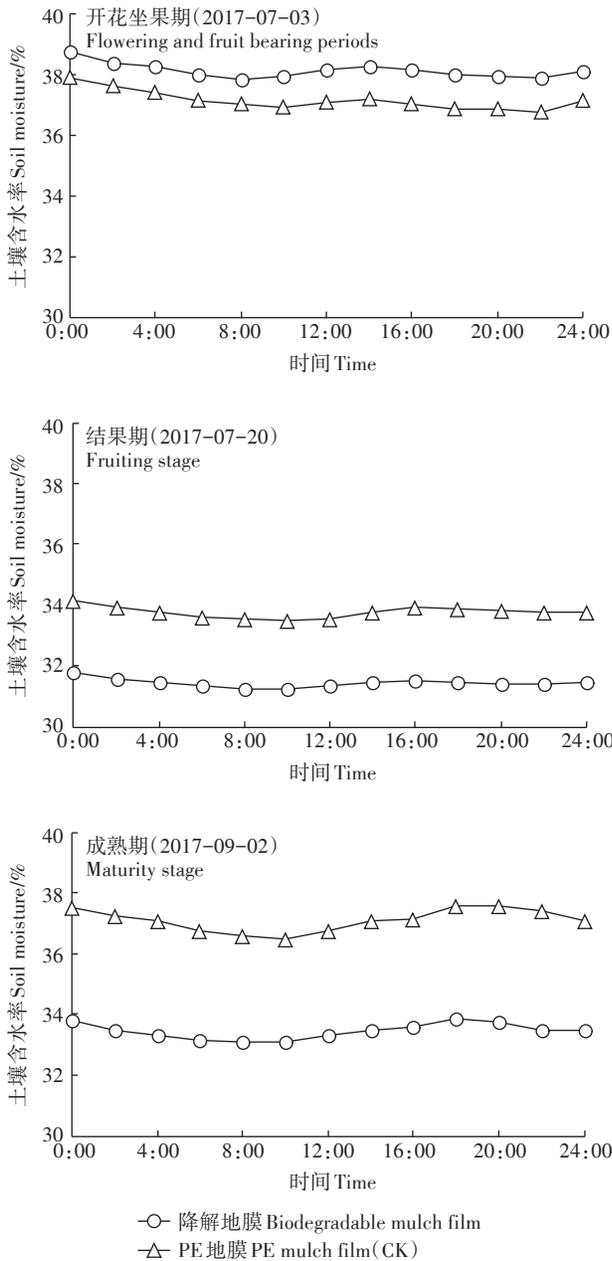


图6 番茄不同生育期膜下0~30 cm土壤含水率日变化
Figure 6 Diurnal variation of the soil moisture rate of 0~30 cm under the mulch film in different growth periods of tomato

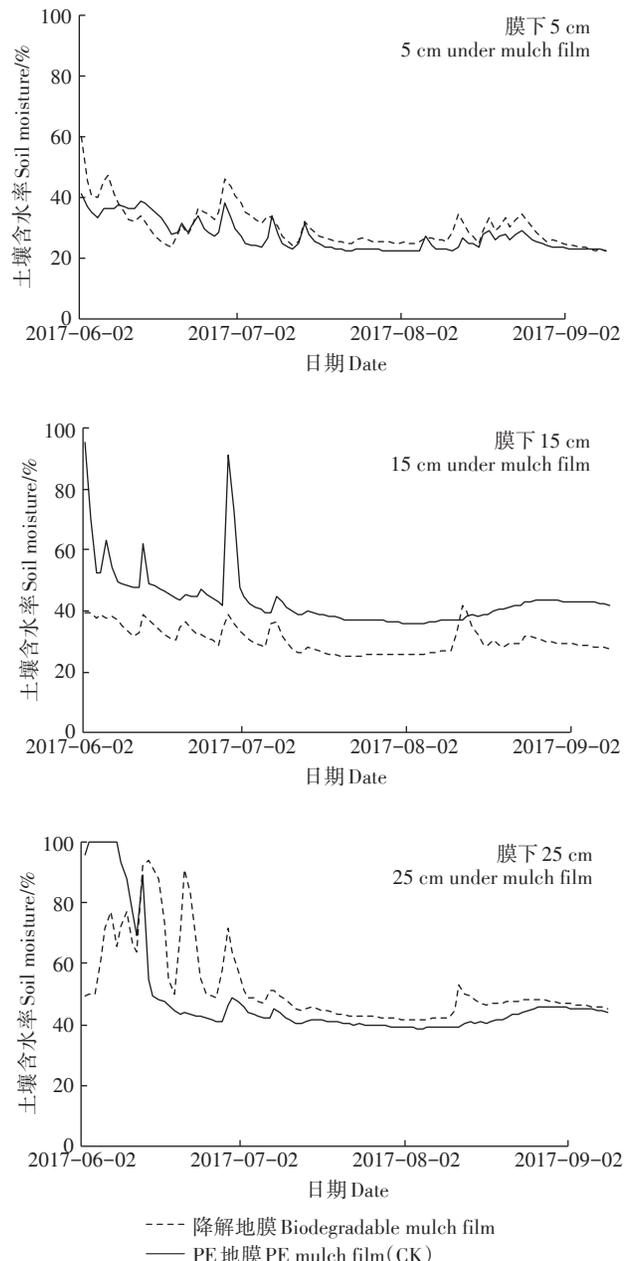


图7 番茄生育期不同土层平均土壤含水率变化
Figure 7 The average soil moisture rate change in different soil layer and growth periods of tomato

kg⁻¹和1.6 g·kg⁻¹,而土壤pH和速效钾分别较CK低0.25和29 mg·kg⁻¹。9月10日降解膜的土壤pH较CK高0.08,而土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾和总盐分别较CK低2.611 g·kg⁻¹、23.1 mg·kg⁻¹、12.0 mg·kg⁻¹、118 mg·kg⁻¹和0.7 g·kg⁻¹。

3 讨论

随着聚乙烯塑料地膜使用量的不断增加,残膜累积对土壤和生态环境的负面影响也不断显现。降解

膜在提高土壤温度和土壤水分以及产量水平方面的作用与普通地膜相当,且可自然降解^[2,11,13-14],所以降解膜的研究和推广对塑料农膜工业和农业发展具有重要的意义。本研究以PBAT型全生物降解地膜和普通聚乙烯塑料地膜为处理,在南疆阿克苏地区拜城县农业试验站进行田间试验,深入分析了降解膜降解性能及其对番茄产量和土壤环境的影响。

本研究发现番茄种植中降解膜在覆膜30 d左右开始出现裂纹,至100 d左右50%垄面上无肉眼可见

表3 膜下土层土壤养分变化

Table 3 The soil nutrient changes in different soil layer under the mulch film

土层 Soil layer/ cm	日期 Date	处理 Treatments	pH	有机质 Organic matter/ g·kg ⁻¹	速效氮 Available nitrogen/mg·kg ⁻¹	速效磷 Available phosphorus/ mg·kg ⁻¹	速效钾 Available potassium/mg·kg ⁻¹	总盐 Total salt/ g·kg ⁻¹
0~20	2017-03-24	—	8.37	23.830	110.8	84.4	216	1.4
	2017-06-08	降解膜	8.43±0.12a	22.744±0.337a	88.9±9.84a	42.5±3.37a	252±30.83a	2.3±0.49a
		CK	8.43±0.06a	22.435±2.189a	94.9±11.26a	31.6±6.26a	185±93.19a	1.0±0.25a
	2017-09-10	降解膜	8.30±0.02a	22.282±0.733a	92.1±6.70a	18.3±3.98a	209±41.55a	1.5±0.06a
		CK	8.21±0.08a	24.118±1.037a	109.0±6.58a	30.1±3.93a	186±16.04a	1.6±0.15a
	20~40	2017-03-24	—	8.6	18.650	73.7	49.9	182
2017-06-08		降解膜	8.26±0.05b	20.324±3.479a	84.7±16.47a	31.1±1.34a	190±28.99a	2.4±0.46a
		CK	8.51±0.34a	18.687±1.186a	71.5±3.00a	17.1±6.65a	219±30.99a	0.8±0.26a
2017-09-10		降解膜	8.40±0.07a	18.037±4.041a	78.0±22.88a	10.8±4.24a	163±26.01a	1.1±0.10a
		CK	8.32±0.14a	20.648±3.534a	101.1±23.82a	22.8±3.41a	281±27.30a	1.8±0.06a

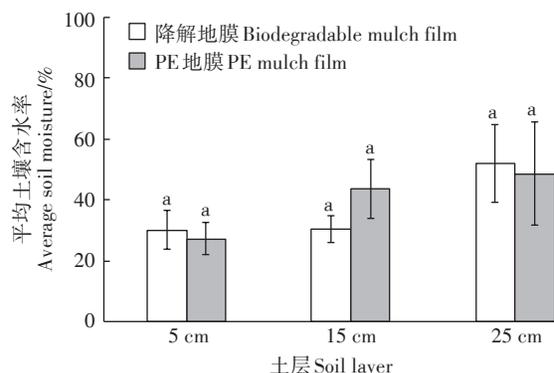


图8 番茄全生育期不同土层平均土壤含水率

Figure 8 The average soil moisture rate of different soil layers in the whole growth period of tomato

地膜。类似地,赵彩霞等^[11]发现棉花种植中降解膜覆膜30 d左右就开始出现裂缝和裂口,2个月内全部降解为大的碎片。而邬强等^[12]发现棉花种植中PBAT全生物可降解膜覆膜60~80 d后出现裂纹,至180 d后地面仍有大片地膜存在。申丽霞等^[2]发现玉米种植中可降解膜覆膜后40 d开始出现裂纹,90 d地膜出现均匀网状裂纹,无大块地膜存在。李海萍等^[1]发现马铃薯种植中降解膜覆膜30 d后出现一定程度的降解,85 d后出现10 cm以上裂纹。这种差异的原因一方面可能是可降解膜组成材料不同,造成地膜的稳定性和降解速度有所不同^[12];另一方面,降解膜降解速度还受作物、灌水方式、光照、气候等因素影响^[13],不同使用环境条件下会发生不同程度的降解。

本研究发现与普通地膜CK相比,降解膜覆盖下的番茄产量减少941.67 kg·hm⁻²,减产率为2.60%,但

差异不显著。许多学者也发现,降解膜覆盖下的番茄产量较普通地膜的产量有所增加、减少或持平。Moreno等^[22]发现不同类型的降解膜与CK番茄产量较接近,差异不显著;Anzalone等^[23]发现2005年和2006年降解膜的番茄产量分别较普通地膜低21.7 t·hm⁻²和20.4 t·hm⁻²,而2007年较普通地膜高6.2 t·hm⁻²;Cowan等^[24]发现与普通地膜的番茄产量(10.1 kg·plot⁻¹)相比,三种可降解膜的番茄产量(10.0~12.5 kg·plot⁻¹)略高,但差异均不显著。在同一区域,降水量与灌溉量一般为恒定值,即同一区域降水量和灌溉量对降解膜和普通膜影响不大。造成降解地膜与普通地膜番茄产量差异的主要原因,可能是降解膜材料本身性质和降解膜对区域环境条件响应的不同,从而引起降解膜对番茄产量的影响也有所差异。

Díaz-Perez等^[20]研究发现对于番茄产量和果实而言,最适宜的土壤温度约为26℃,而根系分布区的土壤平均温度高于27℃,会导致番茄产量较低^[21]。本研究发现降解膜和普通地膜CK的土壤温度均低于25℃,且降解膜膜下0~30 cm平均土壤温度较CK低0.62℃,平均土壤含水率也较CK低(差值为2.26%),且降解膜在番茄结果期后出现大面积降解,所以降解膜覆盖下的土壤温度较低和降解膜降解较快可能是番茄减产的主要原因。本研究还发现0~20 cm和20~40 cm土层,同一时期降解膜与CK覆盖下的土壤养分略有不同,但差异均不显著。这一结论与刘苹等^[7]的研究结果有所不同。刘苹等^[7]发现0~20 cm土层,棉花蕾期覆膜处理对土壤有机质含量和pH值无显著影响,而3种降解膜处理的土壤有效磷和速效

钾含量显著高于普通地膜。这种差异可能是由降解膜类型、环境条件和降解膜原位使用年限等不同引起的。

降解膜使用成本虽然高于普通地膜,但随着降解膜加工技术水平的提高与工艺的完善,以及降解材料成本的降低,近两年来,降解膜使用成本已大幅压缩。作物收获后,普通地膜农田需要机械或人工捡拾残膜,这部分费用因农业人口逐年短缺而逐年增大,而降解地膜则省去这部分费用开支。残留在农田中的聚乙烯地膜,随着时间延长,其对土壤结构、作物根系生长以及作物增产、增效等都构成了隐形的威胁,尤其是对土壤这一不可再生资源的可持续利用已造成了实质性的危害。因此,从农业绿色可持续发展和农作物生产综合经济效益角度看,采用全生物可降解地膜替代普通聚乙烯地膜将是未来农业发展的一大趋势。

4 结论

(1)降解膜的降解过程为先出现裂纹,然后裂纹越发明显,覆膜100 d左右50%膜面已无肉眼可见地膜。降解膜降解率在6—7月较小、8月较大;普通地膜在整个生育期未出现降解。

(2)降解膜处理番茄产量与普通地膜处理差异不显著。

(3)降解膜处理的平均土壤温度,在开花坐果期和结果期较普通地膜低0.8℃,而在成熟期较普通地膜高0.4℃;整个生育期,降解膜膜下5、15 cm和25 cm的土层平均土壤温度分别较普通地膜略低0.73、0.60℃和0.54℃,且同一土层降解膜的平均土壤温度与普通地膜无显著差异。

(4)降解膜处理的平均土壤含水率,在开花坐果期较普通地膜高0.99个百分点,而在结果期和成熟期较普通地膜分别低2.32、3.65个百分点;整个生育期,各土层两处理土壤含水率差异均不显著。

(5)0~20 cm和20~40 cm土层,番茄生长各时期降解膜处理土壤养分与普通地膜差异均不显著。

参考文献:

[1] 李海萍,周杨全,靳 拓,等. 不同类型地膜降解特征及其对马铃薯产量的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(24):36-40.
LI Hai-ping, ZHOU Yang-quan, JIN Tuo, et al. Degradation characteristics of different mulch and effect on potato yield[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2017, 33(24):36-40.

[2] 申丽霞,王 璞,张丽丽. 可降解地膜的降解性能及对土壤温度、水分和玉米生长的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(4):111-116.
SHEN Li-xia, WANG Pu, ZHANG Li-li. Effects of degradable film on soil temperature, moisture and growth of maize[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2012, 28(4):111-116.

[3] 朱立邦. PBAT/PLA生物降解树脂增容改性研究[D]. 泰安:山东农业大学, 2018.
ZHU Li-bang. Study on compatibility of biodegradable resin PBAT/PLA[D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2018.

[4] 赵凌云. 我国生物降解塑料PBAT产业化现状与建议[J]. 聚酯工业, 2018, 31(5):9-11.
ZHAO Ling-yun. Present situation and suggestion of biodegradation plastic (PBAT) industrialization in China[J]. *Polyester Industry*, 2018, 31(5):9-11.

[5] Briassoulis D. Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions[J]. *Polymer Degradation and Stability*, 2006, 91(6):1256-1272.

[6] Kyrikou I, Briassoulis D. Biodegradation of agricultural plastic films: A critical review[J]. *Journal of Polymers and the Environment*, 2007, 15(3):227-227.

[7] 刘 苹,仲子文,王丽红,等. 可降解地膜覆盖对土壤养分和棉花产量的影响[J]. 山东农业科学, 2014, 46(8):81-83.
LIU Ping, ZHONG Zi-wen, WANG Li-hong, et al. Effect of degradable plastic film mulching on soil nutrient and cotton yield[J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2014, 46(8):81-83.

[8] 康 虎,敖李龙,秦丽珍,等. 生物质可降解地膜的田间降解过程及其对玉米生长的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(6):54-58.
KANG Hu, AO Li-long, QIN Li-zhen, et al. Effects of biodegradable mulch film by reusing biomass residue on degradation in field and corn growth[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2013, 29(6):54-58.

[9] 李治国,周静博,张 丛,等. 农田地膜污染与防治对策[J]. 河北工业科技, 2015, 32(2):177-182.
LI Zhi-guo, ZHOU Jing-bo, ZHANG Cong, et al. Pollution and control countermeasures of farmland mulching film[J]. *Hebei Journal of Industrial Science and Technology*, 2015, 32(2):177-182.

[10] 严昌荣,梅旭荣,何文清,等. 农用地膜残留污染的现状与防治[J]. 农业工程学报, 2006, 22(11):269-272.
YAN Chang-rong, MEI Xu-rong, HE Wen-qing, et al. Present situation of residue pollution of mulching plastic film and controlling measures[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2006, 22(11):269-272.

[11] 赵彩霞,何文清,刘 爽,等. 新疆地区全生物降解膜降解特征及其对棉花产量的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(8):1616-1621.
ZHAO Cai-xia, HE Wen-qing, LIU Shuang, et al. Degradation of biodegradation plastic mulch film and its effect on the yield of cotton in Xinjiang Region, China[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2011, 30(8):1616-1621.

[12] 邬 强,王振华,郑旭荣,等. PBAT生物降解膜覆盖对绿洲滴灌棉花土壤水热及产量的影响[J]. 农业工程学报, 2017, 33(16):135-

- 143.
- WU Qiang, WANG Zhen-hua, ZHENG Xu-rong, et al. Effects of bio-degradation film mulching on soil temperature, moisture and yield of cotton under drip irrigation in typical oasis area[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2017, 33(16):135-143.
- [13] 胡 伟, 孙九胜, 单娜娜, 等. 降解地膜对地温和作物产量的影响及其降解性分析[J]. *新疆农业科学*, 2015, 52(2):317-320.
- HU Wei, SUN Jiu-sheng, SHAN Na-na, et al. Effect of COPO degradable membrane on soil temperature and crop yield and analysis of its degradable characteristics[J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2015, 52(2):317-320.
- [14] 杨迎春, 高玉山, 孙云云, 等. 降解地膜在玉米膜下滴灌栽培中的应用研究[J]. *玉米科学*, 2013, 21(2):112-115.
- YANG Ying-chun, GAO Yu-shan, SUN Yun-yun, et al. Application research on degradation plastic film in drip irrigation cultivation of maize[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2013, 21(2):112-115.
- [15] 段义忠, 张 雄. 生物可降解地膜对土壤肥力及马铃薯产量的影响[J]. *作物研究*, 2018, 32(1):23-27.
- DUAN Yi-zhong, ZHANG Xiong. Influence of biodegradable membrane on soil fertility and potato yield[J]. *Crop Research*, 2018, 32(1):23-27.
- [16] Kyrikou I, Briassoulis D. Biodegradation of agricultural plastic films: A critical review[J]. *Journal of Polymers and the Environment*, 2007, 15(2):125-150.
- [17] 胡 伟, 邵华伟, 孙九胜, 等. Mater-Bi 和 PBS 可生物降解膜降解特征及对加工番茄的影响[J]. *北方园艺*, 2014(22):36-38.
- HU Wei, SHAO Hua-wei, SUN Jiu-sheng, et al. Mater-Bi and PBS biodegradable characteristics and influence on processing tomato[J]. *Northern Horticulture*, 2014(22):36-38.
- [18] 高青海, 陆晓民. 残留地膜对番茄幼苗形态和生理特性的影响[J]. *热带亚热带植物学报*, 2011, 19(5):425-429.
- GAO Qing-hai, LU Xiao-min. Effects of plastic film residue on morphology and physiological characteristics of tomato seedlings[J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2011, 19(5):425-429.
- [19] 张卫国. 不同地膜覆盖与整枝方式对露地夏秋番茄早衰影响的研究[D]. 晋中:山西农业大学, 2013.
- ZHANG Wei-guo. Study on the effects of premature aging with different mulching and pruning methods of the summer and fall tomatoes in open field[D]. Jinzhong: Shanxi Agricultural University, 2013.
- [20] Díaz-Pérez J C, Batal K D. Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature[J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 2002, 127(1):127-135.
- [21] Díaz-Pérez J C, Gitaitis R, Mandal B. Effects of plastic mulches on root zone temperature and on the manifestation of tomato spotted wilt symptoms and yield of tomato[J]. *Scientia Horticulturae*, 2007, 114(2):90-95.
- [22] Moreno M M, Moreno A. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop[J]. *Scientia Horticulturae*, 2008, 116(3):256-263.
- [23] Anzalone A, Cirujeda A, Aibar J, et al. Effect of biodegradable mulch materials on weed control in processing tomatoes[J]. *Weed Technology*, 2010, 24(3):369-377.
- [24] Cowan J S, Miles C A, Andrews P K, et al. Biodegradable mulch performed comparably to polyethylene in high tunnel tomato (*Solanum lycopersicum* L.) production[J]. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 2014, 94(9):1854-1864.
- [25] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2007.
- BAO Shi-dan. Soil agricultural chemistry analysis[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2007.