

引用格式:

李信, 靳拓, 成志军, 杨磊, 彭可为, 杨友才, 陈武. 全生物降解地膜覆盖对烟草生长及土壤理化性质的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2024, 50(2): 36–41.

LI X, JIN T, CHENG Z J, YANG L, PENG K W, YANG Y C, CHEN W. Effects of different biodegradable mulching films on tobacco growth and soil physicochemical properties[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2024, 50(2): 36–41.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



全生物降解地膜覆盖对烟草生长及土壤理化性质的影响

李信¹, 靳拓³, 成志军⁴, 杨磊⁴, 彭可为², 杨友才¹, 陈武^{2*}

(1.湖南农业大学农学院, 湖南 长沙 410128; 2.湖南农业大学植物保护学院, 湖南 长沙 410128; 3.农业农村部农业生态与资源保护总站, 北京 100125; 4.湖南中烟工业责任有限公司原料采购中心, 湖南 长沙 410019)

摘要:以烟草品种 CS80 为材料, 选用 4 种全生物降解地膜(T1、T2、T3、T4), 以聚乙烯(PE)地膜作对照(CK), 2022 年 3 月 8 日覆膜, 25 日移栽烟苗, 用相机定点拍照, 记录地膜的降解特性, GPS 温度记录仪连续测定 10 cm 土层温度; 于烟苗移栽后 45 d 测定烟草的株高、茎围、最大叶叶长、最大叶叶宽、节距和叶片数, 分别于移栽后 45 d 和 105 d 测定土壤的 pH, 有机质、总氮、总磷、总钾和有效磷含量, 脲酶、蔗糖酶和 β -葡萄糖苷酶活性, 分析全生物降解地膜的降解特点及地膜覆盖对烟草生长和土壤理化性质的影响。结果表明: T1 于覆膜后第 70 天开始降解, 降解最快, T3 于覆膜后第 85 天才开始降解, 降解最慢; 覆膜结束后, 4 种全生物降解地膜降解等级均达到 5 级以上, 增温、保墒效果均与 PE 地膜相近; 与 CK 相比, 移栽后第 45 天, T2、T3 和 T4 覆盖能够提高烟株的株高、最大叶叶长和最大叶叶面积; T2 的产量较 CK 增加 0.8%, T1、T3 和 T4 处理的产量分别较 CK 减少 41.6%、25.5% 和 5.9%; T1 和 T4 覆盖的产值较 CK 增加 8.7% 和 6.6%, T1 和 T3 覆盖较 CK 减少 37.6% 和 17.6%; 覆盖 T2 和 T3 降低了土壤的有机质、总氮、有效磷含量以及土壤脲酶和 β -葡萄糖苷酶活性, 提高了总钾含量及蔗糖酶活性。综上, T2 覆盖的烟株的农艺性状、产量和产值均优于其他处理, 具有替代 PE 膜的潜力。

关键词:烟草; 全生物降解地膜; 产量; 土壤理化性质

中图分类号: S572.048

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2024)02-0036-06

Effects of different biodegradable mulching films on tobacco growth and soil physicochemical properties

LI Xin¹, JIN Tuo³, CHENG Zhijun⁴, YANG Lei⁴, PENG Kewei², YANG Youcai¹, CHEN Wu^{2*}

(1.College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128,China; 2.College of Plant Protection, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 3.Rural Energy and Environment Agency, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100125, China; 4.Raw Material Purchasing Center of China Tobacco Hunan Industrial Corporation Limited, Changsha, Hunan 410019, China)

Abstract: The tobacco variety CS80 was used as the material, 4 kinds of biodegradable mulching films(T1, T2, T3, T4) were selected, and polyethylene(PE) film was used as the control(CK). The films were mulched on March 8th, and the tobacco seedlings were transplanted on March 25th. The degradation characteristics of the films were recorded by taking photographs with a camera at fixed points, and the temperature in the top 10 cm soil layer was continuously measured by a GPS temperature recorder. The plant height, stem circumference, maximum leaf length, maximum leaf width, maximum leaf area, pitch and number of leaves were measured 45 d after transplanting and the soil pH, organic matter, total nitrogen, total phosphorus, total potassium and effective phosphorus, urease, sucrase and β -glucosidase activities

收稿日期: 2023-11-06

修回日期: 2024-01-18

基金项目: 农业农村部项目(13220057、13230051)

作者简介: 李信(1999—), 男, 贵州威宁人, 硕士研究生, 主要从事烟草栽培学研究, 2628173768@qq.com; *通信作者, 陈武, 博士, 副教授, 主要从事作物土传病害与农田土壤微生态研究, wuchen77@hunau.edu.cn

were measured 45 d and 105 d after transplanting, so as to comparatively analyze the degradation characteristics of the films and the effects of mulching on the growth of tobacco and the physicochemical properties of the soil. The results showed that T1 degraded the fastest and started to degrade at 70 d after mulching, and T3 degraded the slowest and started to degrade at 85 d after mulching; at the end of mulching, the degradation level of the 4 types of biodegradable mulching films reached above grade 5, and the effect of increasing temperature and preserving moisture was similar to that of the PE mulch; compared with the CK treatment, at 45 d after transplanting, mulching with T2, T3, and T4 increased the height of the plant, the maximum leaf length, and the maximum leaf area; T2 mulching increased the yield by 0.8% compared with that of CK, and the yields in T1, T3 and T4 treatments were reduced by 41.6%, 25.5% and 5.9% respectively, compared with that of CK; the production value of T1 and T4 mulching treatment increased by 8.7% and 6.6% respectively, compared with that of CK, and the yields in T1 and T3 mulching treatment decreased by 37.6% and 17.6% respectively, compared with CK; mulching with T2 and T3 decreased soil organic matter, total nitrogen and effective phosphorus contents as well as soil urease and β -glucosidase activities, and increased total potassium content and sucrase activity at 45 d after transplanting. In conclusion, agronomic traits, yield and production value of T2 mulching treatment were better than those in other treatments, indicating T2 has the potential to replace PE.

Keywords: tobacco; biodegradable mulching film; yield; soil physicochemical properties

20 世纪 70 年代中国在农业生产上开始广泛引进和应用地膜覆盖技术^[1-2]。塑料地膜的原材料为聚乙烯, 结构稳定, 在自然条件下较难降解^[3-4], 地膜残留又导致土壤板结、水肥运输受阻、作物减产等一系列问题^[5-6], 而全生物降解地膜(BMF)因其可在微生物的作用下分解成为 CO₂、H₂O、甲烷和矿化无机盐等, 可有效减轻残膜对土壤和环境的污染, 被认为是治理地膜污染、发展绿色农业的重要途径之一。宋娜等^[7]将 BMF 应用于马铃薯生产, 结果覆盖 BMF 的马铃薯淀粉含量较 PE 地膜的提高了 12.7%, 维生素 C 含量提高了 13.1%。曾晓萍等^[8]将聚乳酸 BMF 应用于芋头生产, 芋头的出苗率提高, 芋头营养生长加快, 产量较覆盖 PE 地膜的增产 18.1%~27.3%。郭仕平等^[9]将 BMF 应用于烟草生产, 覆盖 BMF 的烟株的中等烟比例比不覆膜的提高了 5.82%, 产量增加 32.85 kg/hm², 产值增加 813.75 元/hm²。有研究^[10-11]发现, BMF 覆盖处理能够提高膜下 5~15 cm 土层的温度, 增温保墒效果与 PE 地膜的相近。还有研究^[12]表明, 覆盖 BMF 能够提高土壤有机质、速效磷和速效钾含量, 进而增强土壤肥力。但也有研究^[13]发现, 与 PE 地膜相比, 覆盖 BMF 会降低土壤脲酶、蔗糖酶和过氧化氢酶活性, 影响作物根系对土壤养分的吸收, 导致作物减产。这些结果说明不同地区、不同作物以及不同类型的 BMF 对作物产量和土壤理化性质的影响都存在差异。

烟草是湖南覆盖 PE 地膜面积和用量最大的作物, 年均覆膜量达 6 500~7 800 t^[14]。笔者比较 4 种 BMF 的降解特性和增温保墒效果以及对烟草农艺

性状、产量及土壤理化性质的影响, 以期为湖南烟草栽培选择 BMF 和推广应用提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试烟草品种为 CS08, 由湖南省烟草科学研究所提供。供试的 4 种 BMF 地膜分别采购自吉林白山喜丰、上海宏瑞、山东清田和杭州家乐蜜 4 个厂家。

1.2 试验设计

试验于 2022 年 3 月在湖南省长沙市宁乡喻家坳试验基地进行。该地为典型的亚热带季风气候, 年降水量 1 182 mm, 降水主要集中在 3—9 月, 表现为春夏季雨水多, 秋冬季降水偏少。全年日照时数 1 235.3 h, 全年最低气温-4.5 °C, 最高气温 39.5 °C, 年活动积温(>10 °C)5 760.9 °C。试验田地势平坦, 肥力均匀, 土壤为壤土, pH 为 6.5, 容重 1.17 g/kg, 有机质 31.7 g/kg, 全氮 3.44 g/kg, 全磷 0.85 g/kg, 全钾 30.1 g/kg, 速效磷 22.1 mg/kg。

试验设 4 个处理: T1(白山喜丰), T2(上海宏瑞), T3(山东清田), T4(杭州家乐蜜), 以 PE 地膜作为对照(CK), 机械覆膜, 每个处理的覆盖面积均为 220 m²。试验期间, BMF 地膜不揭膜, PE 地膜在烟草成熟期人工揭膜。烟苗移栽前, 选取完整的烤烟包衣种子点播于装有烟草育苗基质的育苗盘中进行漂浮育苗。烟苗培养至 4 片真叶时, 挑选长势一致且无病害的烟苗进行移栽, 各处理移栽烟苗 360 株。3 月 8 日覆膜, 3 月 25 日移栽烟苗。栽培管理按照

当地生产管理标准执行。

1.3 观测项目及方法

采用目测和定点拍照相结合的方法,观察记录地膜颜色、形态,并对地膜的降解程度进行分级。采用精创 GSP 温度记录仪连续测定膜下 10 cm 的土壤温度,每隔 1 h 自动记录 1 次数据。参照李玲等^[15]的方法,进行地膜降解的分级:0 级,未出现裂纹;1 级,开始出现裂纹(诱导期);2 级,田间 2% 地膜出现细小裂纹;3 级,出现 2.0~2.5 cm 裂纹;4 级,出现 10 cm 以上裂纹,开始变薄;5 级,地膜裂解为 4 cm×4 cm 以内碎片并变薄;6 级,25% 地面无肉眼可见地膜;7 级,50% 地面无肉眼可见地膜;8 级,75% 地面无肉眼可见地膜;9 级,100% 地面无肉眼可见地膜。于覆膜后第 275 天,各处理随机选取 3 个样方点(1 m²),收集 0~30 cm 土层的残膜,洗净、烘干至恒重,参照何文清等^[16]的方法计算地膜的失重率。

于烟苗移栽后第 45 天(旺长期),每个小区选取 6 株长势正常的烟株,按照 YC/T 142—1998《烟草农艺性状调查方法》测量株高、茎围、最大叶叶长、最大叶叶宽、节距、叶片数。烟叶成熟后每个处理小区实施单采、单烤,计算中上等烟比例、产量和产值。

分别于烟苗移栽后第 45 天(旺长期)和第 105 天(烤烟收获期)采集各处理 0~20 cm 耕层土壤(三点式

取样,每点取 5 份土壤混合均匀),每处理 3 个重复,剔除石块和作物残体后风干、细磨、过筛,测定土壤 pH 以及有机质、全氮、全磷、全钾和速效磷含量^[17]。土壤脲酶、 β -葡萄糖苷酶和蔗糖酶活性均采用试剂盒^[18]测定。

1.4 数据处理

试验数据采用 SPSS 22.0 软件进行分析,选用 Duncan 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 全生物降解地膜的降解特性

定期观察结果(表 1)表明,T1 地膜最先开始降解,于覆膜后 70 d 达到降解等级 1 级,韧性变差;T2、T4 于覆膜后第 75 天开始降解,降解等级为 1 级;T3 于覆膜后第 85 天才达到降解等级 1 级,最晚开始降解。此后,随着覆膜时间的延长,4 种 BMF 降解均有所加大,试验结束后(覆膜后第 125 天),T1 膜降解程度最大,达到 6 级,其余 3 种的降解程度均达到 5 级,而 PE 膜(CK)始终未出现降解现象(0 级),说明 4 种 BMF 均能降解。收集覆膜后第 275 天的残膜,测定不同 BMF 的地膜失重率,结果各降解膜的地膜失重率差异显著,其中 T2 地膜的失重率最高,为 93.72%,T3 的降解速率缓慢,地膜失重率仅为 62.02%。

表 1 全生物降解地膜的降解等级

Table 1 Degradation level of biodegradable mulching films

处理	地膜的降解等级									
	第 60 天	第 62 天	第 66 天	第 70 天	第 75 天	第 85 天	第 95 天	第 105 天	第 115 天	第 125 天
T1	0	0	0	1	3	4	4	4	5	6
T2	0	0	0	0	1	3	3	4	4	5
T3	0	0	0	0	0	1	3	4	5	5
T4	0	0	0	0	1	3	3	4	4	5
CK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2 全生物降解地膜覆盖对土壤温度的影响

连续测定 BMF 地膜覆盖下的土壤温度,结果发现,4 种 BMF 覆盖的土壤温度与 PE 地膜覆盖的温度变化趋势基本一致,即烟草生育期内,土壤温度呈现波动式缓慢上升态势,说明 BMF 与 PE 膜的增温保墒效果相近。

2.3 全生物降解地膜覆盖对烟草农艺性状的影响

从烟草的农艺性状(表 2)来看,T2、T3 和 T4

的株高均优于 CK 的,但差异不显著,T1 的株高显著低于 CK 的;T2 的最大叶叶长显著高于 CK 的,T3、T4 的最大叶叶长与 CK 的差异不显著,但均优于 CK,T1 处理最大叶叶长低于 CK 的,但无显著差异;T1 的最大叶叶宽显著低于 CK 的,T2、T3、T4 的最大叶叶宽与 CK 的无显著差异;T2、T3 和 T4 的最大叶叶面积均显著高于 CK 的,T1 的最大叶叶面积显著低于 CK 的;T2 的叶片数比 CK 的多了 1.2 片,T1、T3、T4 的叶片数与 CK 的无显著差

异。T2 的农艺性状均优于其他处理的。综上所述，与 CK 相比，T2、T3 和 T4 能够提高移栽后第 45 天烟株的株高、最大叶叶长和最大叶叶面积，其中

T2 增幅最为明显；T1 降低了移栽后第 45 天的烟株株高、最大叶叶长、最大叶叶宽和最大叶叶面积。

表 2 全生物降解地膜覆盖的烟草的农艺性状

Table 2 Agronomic traits of tobacco covered with biodegradable mulching films

处理	株高/cm	茎围/cm	最大叶叶长/cm	最大叶叶宽/cm	最大叶叶面积/cm ²	叶片数	节距/cm
T1	(48.80±2.41)c	7.47±0.72	(55.16±1.11)c	(25.62±2.10)b	(896.37±71.47)c	(11.20±0.84)b	(4.37±0.23)abc
T2	(58.90±2.95)a	8.29±0.40	(62.42±2.20)a	(30.46±1.45)a	(1 206.50±74.62)a	(13.00±0.71)a	(4.54±0.27)abc
T3	(57.80±6.21)a	7.63±0.38	(61.06±2.23)ab	(28.56±1.68)a	(1 107.28±90.23)ab	(11.60±0.89)b	(4.99±0.47)ab
T4	(58.30±2.73)a	8.06±0.66	(60.64±2.71)ab	(28.88±1.88)a	(1 109.46±54.70)ab	(11.60±0.89)b	(5.04±0.38)a
CK	(55.10±3.25)ab	7.79±1.09	(57.52±2.16)bc	(29.24±0.84)a	(1 066.61±32.44)b	(11.60±0.89)b	(4.77±0.40)abc

同列不同字母表示处理间的差异有统计学意义(P<0.05)。

2.4 全生物降解地膜覆盖对烟草产量和经济性状的影响

从产量(表 3)来看，T2 的产量最高，为 2 191.17 kg/hm²，T1 的最低，为 1 268.33 kg/hm²。与 CK 相比，T2 的产量较 CK 的增加 0.8%，T1、T3 和 T4 的分别较 CK 的减产 41.6%、25.5%和 5.9%。T2 和

T4 的产值较 CK 增加 8.7%和 6.6%，T1 和 T3 的产值较 CK 的减少 37.6%和 17.6%。4 种 BMF 处理的上等烟比例均高于 CK 的，其中 T3 的最高，达 72.19%，说明覆盖 BMF 提高了上等烟的比例，进而增加了产值。

表 3 全生物降解地膜覆盖的烟草的产量和产值

Table 3 Tobacco yield and production value with biodegradable mulching films

处理	产量/(kg hm ⁻²)	较 CK 增减率/%	产值/(元 hm ⁻²)	较 CK 增减率/%	上等烟比例/%	中等烟比例/%
T1	1 268.33	-41.6	35 875.21	-37.9	60.21	28.31
T2	2 191.17	0.8	62 778.44	8.7	66.18	25.93
T3	1 618.38	-25.5	49 090.44	-17.6	72.19	18.82
T4	2 045.70	-5.9	61 515.56	6.6	51.56	46.44
CK	2 172.99		57 736.02		45.61	46.44

2.5 全生物降解地膜覆盖对土壤理化性质及酶活性的影响

2.5.1 土壤理化性质

由表 4 可知，移栽后第 45 天，T2、T3 和 T4 的土壤 pH 显著低于 CK 的，T1 与 CK 的差异不显著；T1 的土壤有机质含量显著高于 CK 的，T2 和

T3 显著低于 CK 的，T4 与 CK 的差异不显著；T2 和 T3 的土壤总氮含量低于 CK 的，T1 和 T4 与 CK 的差异不显著；各处理的土壤总磷含量差异不显著；T1、T2 和 T3 的土壤总钾含量显著高于 CK 的，T4 与 CK 的差异不显著；T1 和 T4 的土壤有效磷含量显著高于 CK 的，T2 的显著低于 CK 的。

表 4 全生物降解地膜覆盖的土壤的理化性质

Table 4 Physicochemical properties of soil covered with biodegradable mulching films

移栽后检测时间	处理	pH	有机质/(g kg ⁻¹)	总氮/(g kg ⁻¹)	总磷/(g kg ⁻¹)	总钾/(g kg ⁻¹)	有效磷/(mg kg ⁻¹)
第 45 天	T1	(6.84±0.04)a	(40.96±0.71)a	(1.20±0.03)ab	0.64±0.07	(8.05±0.61)ab	(111.90±4.06)b
	T2	(6.53±0.06)b	(22.15±1.19)c	(1.14±0.04)bc	0.66±0.05	(7.89±0.26)b	(81.73±2.74)d
	T3	(6.33±0.05)c	(19.18±0.60)d	(1.12±0.02)bc	0.64±0.02	(7.79±0.16)b	(94.32±2.23)c
	T4	(6.00±0.03)d	(23.51±0.89)bc	(1.24±0.03)a	0.73±0.01	(7.04±0.15)bc	(117.93±2.21)a
	CK	(6.85±0.03)a	(24.60±0.60)b	(1.20±0.01)ab	0.74±0.01	(6.51±0.10)c	(99.35±0.74)c
第 105 天	T1	(6.51±0.04)d	(23.15±0.94)a	(1.12±0.01)b	(0.73±0.01)a	(6.76±0.47)abc	(101.11±4.45)bc
	T2	(7.04±0.03)a	(21.32±0.92)ab	(1.07±0.02)bcd	(0.65±0.00)bcd	(5.90±0.16)c	(73.52±6.62)e
	T3	(6.73±0.03)b	(21.65±0.95)ab	(1.06±0.01)bcd	(0.62±0.06)cd	(6.64±0.06)bc	(92.46±2.00)cd
	T4	(6.68±0.02)b	(22.38±0.62)ab	(1.06±0.02)bcd	(0.59±0.02)d	(6.19±0.16)c	(92.32±0.94)cd
	CK	(6.58±0.01)c	(21.30±0.34)ab	(1.08±0.02)bc	(0.67±0.02)abc	(7.43±0.06)ab	(120.47±2.52)a

同列不同字母表示同一移栽时间处理间的差异有统计学意义(P<0.05)。

移栽后第 105 天, T2、T3、T4 覆盖的土壤 pH 比移栽后第 45 天的均有升高, T1 和 CK 的反而明显降低; T1 的土壤总氮含量高于 CK 的, 其余处理与 CK 的差异不显著; T1 的总磷含量高于 CK 的, T2 低于 CK, T3 和 T4 与 CK 含量差异不显著; T2 和 T4 总钾含量显著低于 CK; T2 的土壤有效磷含量显著低于其他处理。综上, 烟草移栽后第 45 天, 与 CK 相比, T2 和 T3 能够降低烟草土壤有机质、总氮和有效磷含量, 提高土壤总钾含量。

2.5.2 土壤酶活性

与 CK 相比, 移栽后第 45 天, T2、T3 和 T4 的土壤脲酶活性降低(表 5), 降幅为 14.5%~28.6%, 其中 T2 显著低于 CK 的; BMF 处理提高了蔗糖酶活性, 增幅为 6.7%~31.0%, 其中 T1 显著高于 CK 的; BMF 处理的 β -葡萄糖苷酶活性显著低于 CK 的, T3 和 T4 的显著低于 T1。移栽后第 105 天, 各处理土壤酶活性的差异不显著。

表 5 全生物降解地膜覆盖的土壤的酶活性

Table 5 Activities of enzymes in soil covered with biodegradable mulching films

移栽后检测时间	处理	脲酶活性/($\mu\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$)	蔗糖酶活性/($\text{mg g}^{-1} \text{d}^{-1}$)	β -葡萄糖苷酶活性/($\mu\text{mol g}^{-1} \text{d}^{-1}$)
第 45 天	T1	(312.45 \pm 33.14)a	(12.36 \pm 1.34)a	(12.73 \pm 0.84)b
	T2	(145.21 \pm 16.18)c	(10.39 \pm 0.19)ab	(9.27 \pm 1.29)bc
	T3	(173.75 \pm 27.49)bc	(10.06 \pm 0.79)b	(6.92 \pm 2.12)c
	T4	(151.37 \pm 5.79)bc	(10.49 \pm 1.21)ab	(7.15 \pm 2.53)c
	CK	(203.38 \pm 47.26)b	(9.43 \pm 0.14)b	(35.58 \pm 3.46)a
第 105 天	T1	258.30 \pm 25.11	14.74 \pm 3.00	13.81 \pm 2.51
	T2	275.32 \pm 14.43	12.80 \pm 2.02	10.37 \pm 0.81
	T3	211.32 \pm 40.46	11.95 \pm 2.59	8.47 \pm 1.88
	T4	212.54 \pm 18.71	11.86 \pm 3.24	9.68 \pm 3.33
	CK	221.00 \pm 29.07	11.40 \pm 2.73	11.51 \pm 1.49

同列不同字母表示同一移栽时间处理间的差异有统计学意义($P<0.05$)。

3 结论与讨论

BMF 的裂解程度和降解速率因不同的材质、环境及作物种类而存在差异, 表现出明显的地域适应性与作物匹配性^[19-21]。高智挺等^[22]研究发现, BMF 在相同环境下的降解特性差异取决于其物料的三维结构和配方差异。本研究中 4 种 BMF 均为 PBAT 与 PLA 复配, 但降解特性存在明显差异, T1 降解最快, T2 和 T4 次之, T3 降解最慢, 推测可能是 PBAT 与 PLA 的配比以及辅材的类型或用量等不同所致。

覆盖 BMF 对作物农艺性状和产值的影响不尽相同。王敏等^[23]发现覆盖 BMF 能促进玉米穗长、穗粗、行粒数、地上部干质量增加, 但与 PE 膜的差异并不显著。赵海燕等^[24]的研究结果表明, 覆盖 BMF 的玉米株高、穗位高和穗长略低于 PE 膜的, 但差异也不显著。李仙岳等^[25]发现, 与 PE 膜相比, 覆盖 BMF 对向日葵的株高和叶面积指数等无显著影响。本研究结果表明, T2、T3 和 T4 覆盖能够提高移栽后第 45 天烟草的株高、最大叶叶长和最大叶叶面积, 但与 CK 的差异不显著, 这与上述研究结果一致。

覆盖不同 BMF 影响作物的产量^[26]。MOHAPATRA 等^[27]发现, 与 PE 膜相比, 覆盖 BMF 促进了番茄的生长, 增加了产量。本研究中, T2 的烟叶产量较 CK 的增加 0.8%, 但 T1、T3 和 T4 分别较 CK 减产 41.6%、25.5% 和 5.9%。这可能是 T2 的降解周期更适合烟草的生长周期, 利于烟草的生长发育。

BMF 降解后的物质会引起土壤部分理化性质发生改变^[28]。刘苹等^[29]研究发现, BMF 处理的棉花土壤中速效钾含量高于普通地膜。王斌等^[30]研究发现, 降解膜处理的土壤速效磷含量较普通地膜的有所下降, 而速效氮和速效钾的含量无明显差异。林青等^[31]发现, 与 PE 地膜相比, 覆盖 BMF 对土壤的理化性质、土壤脲酶活性、 β -葡萄糖苷酶活性、淀粉酶活性、芳基硫酸酯酶活性的影响差异不显著。本研究中, 覆盖 T2 和 T3 降低了移栽后第 45 天土壤的有机质、总氮、有效磷含量以及土壤脲酶和 β -葡萄糖苷酶活性, 提高了总钾含量及蔗糖酶活性, 这与前述研究结果不完全一致, 可能是降解膜材质、土壤类型和环境条件等的差异所致。

参考文献:

- [1] 周昌明, 李援农, 谷晓博, 等. 降解膜覆盖种植方式对夏玉米土壤养分和氮素利用的影响[J]. 农业机械学报, 2016, 47(2): 133-142.
- [2] 冯晨, 孙占祥, 郑家明, 等. 辽西半干旱区秋覆膜对土壤水分及玉米水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(2): 9-14.
- [3] ESP É, SALMERÓN A, FONTECHA A, et al. Plastic films for agricultural applications[J]. Journal of Plastic Film and Sheeting, 2006, 22(2): 85-102.
- [4] ALI SHAH A, HASAN F, HAMEED A, et al. Biological degradation of plastics: a comprehensive review[J]. Biotechnology Advances, 2008, 26(3): 246-265.
- [5] 刘敏, 黄占斌, 杨玉姣. 可生物降解地膜的研究进展与发展趋势[J]. 中国农学通报, 2008, 24(9): 439-443.
- [6] 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.
- [7] 宋娜, 王凤新, 杨晨飞, 等. 水氮耦合对膜下滴灌马铃薯产量、品质及水分利用的影响[J]. 农业工程学报, 2013, 29(13): 98-105.
- [8] 曾晓萍, 王立, 马金骏, 等. 不同类型全生物降解地膜对芋头产量和土壤环境的影响[J]. 中国蔬菜, 2022(2): 88-94.
- [9] 郭仕平, 向金友, 曾淑华, 等. 生物降解膜在烤烟地膜覆盖栽培中的应用[J]. 中国农学通报, 2015, 31(28): 50-54.
- [10] 南殿杰, 解红娥, 李燕娥, 等. 覆盖光降解地膜对土壤污染及棉花生育影响的研究[J]. 棉花学报, 1994, 6(2): 103-108.
- [11] 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.
- [12] 张淑敏, 宁堂原, 刘振, 等. 不同类型地膜覆盖的抑草与水热效应及其对马铃薯产量和品质的影响[J]. 作物学报, 2017, 43(4): 571-580.
- [13] CHEN N, LI X Y, SHI H B, et al. Effect of biodegradable film mulching on crop yield, soil microbial and enzymatic activities, and optimal levels of irrigation and nitrogen fertilizer for the *Zea mays* crops in arid region[J]. The Science of the Total Environment, 2021, 776: 145970.
- [14] 陈一凡. 不同类型地膜覆盖对烤烟产质量和土壤温湿度的影响[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2018.
- [15] 李玲, 靳拓, 张杰, 等. 全生物降解地膜的降解特征及其对马铃薯产量的影响[J]. 湖南农业科学, 2022(6): 10-13.
- [16] 何文清, 赵彩霞, 刘爽, 等. 全生物降解膜田间降解特征及其对棉花产量影响[J]. 中国农业大学学报, 2011, 16(3): 21-27.
- [17] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [18] 黄佳, 李信, 王子一, 等. 种植密度和施氮量对烤烟碳氮代谢关键酶及品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(9): 82-88.
- [19] 赵爱琴, 李子忠, 龚元石. 生物降解地膜对玉米生长的影响及其田间降解状况[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(2): 74-78.
- [20] DIAO X Q, ZHANG C L, WENG Y X. Properties and degradability of poly(butylene adipate-co-terephthalate)/calcium carbonate films modified by polyeth-yleneglycol[J]. Polymers, 2022, 14(3): 484.
- [21] LI B T, HUANG S, WANG H M, et al. Effects of plastic particles on germination and growth of soybean(*Glycine max*): a pot experiment under field condition[J]. Environmental Pollution, 2021, 272: 116418.
- [22] 高智挺, 王改玲. 地膜降解特征对不同土壤水分和温度条件的响应[J]. 湖北农业科学, 2023, 62(11): 27-33.
- [23] 王敏, 王海霞, 韩清芳, 等. 不同材料覆盖的土壤水湿效应及对玉米生长的影响[J]. 作物学报, 2011, 37(7): 1249-1258.
- [24] 赵海燕, 王腾飞, 续创业, 等. 生物降解膜和普通地膜覆盖玉米主要农艺性状和产量比较及相关性分析[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(14): 29-32.
- [25] 李仙岳, 彭遵原, 史海滨, 等. 不同类型地膜覆盖对土壤水热与葵花生长的影响[J]. 农业机械学报, 2015, 46(2): 97-103.
- [26] 兰印超. 不同可降解地膜的田间应用效果研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2013.
- [27] MOHAPATRA BK, LENKAD, NAIK D. Effect of plastic mulching on yield and water use efficiency in maize[J]. Annals of Agricultural Research, 1998, 19: 210-223.
- [28] LI C, MOORE-KUCERA J, LEE J, et al. Effects of biodegradable mulch on soil quality[J]. Applied Soil Ecology, 2014, 79: 59-69.
- [29] 刘莘, 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.
- [30] 王斌, 万艳芳, 王金鑫, 等. PBAT 型全生物降解膜对新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.
- [31] 林青, 曾军, 史应武, 等. 聚对苯二甲酸-己二酸丁二酯生物降解膜对土壤酶活性的影响[J]. 新疆农业科学, 2021, 58(1): 125-132.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维