

不同降解地膜的降解特征及其对玉米生长的影响研究

倪 斌

(海南省农业生态与资源保护总站, 海口 570203)

摘要:为探索覆盖栽培、暴晒、填埋处理对不同可降解地膜的降解特征及对玉米生长发育、产量的影响,在海南省琼海市中原镇开展全生物可降解地膜降解评价试验。结果表明:覆盖栽培、暴晒、填埋处理对可降解地膜均有不同程度的影响,其中BD₁可降解地膜在3种试验中的降解速度最快,BD₂、BD₃可降解地膜次之,BD₄的降解速度最差,暴晒对其降解速率相比其他地区可提前50 d,4种可降解地膜在试验条件下均难以满足玉米的整个生长周期需求。覆盖普通地膜(PE)与可降解地膜处理对玉米生长发育的各个生长期和生长周期无显著性影响,但覆盖地膜相比不覆膜可缩短玉米生长周期8 d。覆盖地膜比不覆膜平均产量提高31.02%,4种可降解地膜相比普通PE膜均有不同程度的减产。

关键词:可降解地膜;生长发育;降解特征;海南

中图分类号:S513

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2022)06-0025-04

Effects of Different Degraded Plastic Films on Maize Yield and Its Degradation Characteristics

NI Bin

(Agricultural Ecology and Resource Protection Station of Hainan, Haikou 570203, China)

Abstract: In order to explore the effects of cover cultivation, exposure and landfill treatment on different types of film degradation characteristics and growth and yield of maize, a biodegradable film evaluation experiment was carried out in Zhongyuan Town, Qionghai City, Hainan Province. The results showed that the cover cultivation, exposure and landfill had different effects on the degradable mulch film. BD₁ degradable mulch film had the fastest degradation rate in the three tests. BD₂ and BD₃ degradable mulch film followed, BD₄ the worst, the degradation rate of the sun exposure can be 50 days earlier than other regions. Covering ordinary PE film and degradable film treatment had no significant effect on the growth period and growth cycle of maize growth, but the coverage of the film could shorten the corn growth cycle by 8 days. The average yield of the covered mulch film increased by 31.02% compared with the uncoated film. The four degradable mulch films had different degrees of yield reduction compared with the ordinary PE film.

Key words: Degradable mulch; Growth and development; Degradation characteristics; Hainan

农用地膜是继种子、化肥、农药之后的重要农业生产资料,不仅对土壤保湿、保温、抗虫、防病、抑制杂草生长等均有良好效果,还可提高作物产量,对农民增产增收做出了巨大贡献,是发展现代设施农业必不可少的材料^[1-4]。海南省是我国重要的瓜菜生产基地,年使用地膜农用地面积约200 000 hm²,按75 kg/hm²计,每年投入量约为1.5万t^[5]。然而,海南省对使用过的废旧地膜尚未进行有效的

回收和综合利用,其主要处理方式仍为农民在田间地头自行焚烧,易发生二次污染,只有少部分地膜由企业回收利用。当前的地膜残留量约占投入量的30%~40%,长此以往,农用地膜残留对农田环境的污染将日益凸显,不仅制约海南省农业经济的可持续发展,还会影响海南省的农村生态环境质量和国际旅游岛建设。

新型可降解地膜的应用是降低农用地膜残留的重要途径,当前的新型可降解地膜主要有发光降解地膜、光-生物降解地膜、生物降解地膜、草纤维地膜、纸基地膜、环保麻地膜等^[6-12]。虽然新型可降解地膜已经开始推广,但其降解特性和对

收稿日期:2019-12-24

基金项目:海南省重大科技计划项目(ZDKJ2021008)

作者简介:倪斌(1979-),男,农艺师,主要从事农田生态环境、面源污染研究。

作物生长及产量的影响方面的研究仍较为缺乏。因此,本研究通过在琼海市中原镇开展全生物可降解地膜和普通PE地膜的评价对比研究,分析可降解地膜的降解性能、农田适用性等主要特性以及对作物产量的影响,确定其在消除地膜残留污染、促进地膜覆盖栽培健康发展方面的可行性,为从源头上减少废旧地膜的产生量和减轻农业面源污染提供基础支撑。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验区位于海南省琼海市中原镇,属热带季风气候,全年无霜,年均日照 2 155 h,年均辐射量 118.99 Kcal/m²,年均气温 24.3 ℃,极端低温出现于 1 月,1 月平均气温 18.5 ℃,极端最低温为 5 ℃;最高温出现于 7 月,7 月平均气温 28.4 ℃,极端高温为 39.0 ℃,年均降雨量 2 000 mm,试验地土壤类型为砖红壤,土壤 pH 5.17,土壤有机质含量为 5.3 g/kg。

1.2 试验材料

供试作物:玉米品种微风甜 001 号,是当地主栽品种。供试地膜:4 种全生物降解地膜(BD₁、BD₂、BD₃、BD₄),规格均为宽幅 1.5 m,厚度 0.01 mm,黑色不透明;普通黑地膜(PE),厚度为 0.01 mm。BD₁、BD₃全生物降解地膜产地为上海,材料主要成分为聚酯类高分子材料;BD₂全生物降解地膜产地为新疆,材料主要成分为聚酯类高分子材料;BD₄全生物降解地膜产地为广东,材料主要成分为淀粉。

1.3 试验设计

1.3.1 作物覆膜栽培试验

玉米垄宽为 1 m,间距 1.5 m,株行距为 45 cm×35 cm。试验设 BD₁、BD₂、BD₃、BD₄、PE 5 个处理,每个处理为一个试验小区。随机区组排列,3 次重复,每区 1 垄,小区行长 27 m。

1.3.2 暴晒试验

在田间按正常的作业方式进行铺膜,覆膜时间与作物覆膜栽培试验相同,膜下不种植作物,确保地膜完全暴露在阳光下,观察在田间暴晒条件下地膜的降解情况。试验设 BD₁、BD₂、BD₃、BD₄、PE 5 个处理,每个处理为一个试验小区。随机排列,3 次重复,每区 1 垄,小区行长 10 m,在作物覆膜栽培试验小区基础上延长。

1.3.3 填埋试验

试验设 BD₁、BD₂、BD₃、BD₄、PE 5 个处理,随机区组排列。将 5 种地膜覆土填埋,埋藏深度为 10

cm,分 90 d、180 d 和 365 d 三个观察期观测,每个观察期 3 次重复。每个观察期按设定的深度挖 180 cm×150 cm 3 个长方形平底坑,共 9 个坑。将 5 种地膜分别裁剪成 40 cm×30 cm 的膜片,做好标记,装入 20 目防虫网袋中,按随机排列顺序均匀平展放入每个坑中,回填挖出的全部土壤。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 地膜降解性能

观测不同试验中地膜达到 A 阶段(诱导期)、B 阶段(开裂期)、C 阶段(大裂期)、D 阶段(碎裂期)、E 阶段(无膜期)的时间及其破裂情况。A 阶段是指地膜出现自然微小裂口,破裂尺寸≤2 cm;B 阶段是指地膜破裂尺寸为 2~20 cm;C 阶段是指地膜破损尺寸≥20 cm 较大裂缝,且数量快速增多;D 阶段指地膜均匀碎裂,残留片≤16 cm²,无大块地膜存在。

作物覆膜栽培试验和暴晒试验采用目测法,在每个试验小区设置 3 个固定观测点,利用固定框进行定时定点拍照(50 cm×50 cm),记录各参试膜破损情况并判定降解情况,重点记录诱导期的出现日期。

填埋试验,在地膜覆土后的 90 d 后取出一个区组的所有膜样,洗净,观测埋设膜外观变化情况。

1.4.2 玉米生长情况调查

(1)玉米生育情况:调查记录地膜覆盖玉米的生育期,生育期的日期以小区 50% 以上植株进入该生育期为标志。

(2)玉米产量情况:玉米收获期,以小区实收的玉米产量折算公顷产量,并观测玉米的生长情况。

2 结果与分析

2.1 覆盖栽培对不同地膜降解性状的影响

地膜田间降解过程观察结果如表 1 所示。普通地膜(PE)在覆盖 65 d 内均未进入诱导期,降解速率为 0。BD₄全生物降解膜在覆膜后 3 d 就开始出现收缩现象,覆膜 22 d 后由于收缩严重,已无法判定降解情况,覆膜 35 d 后垄面开始裸露。BD₁、BD₂、BD₃ 3 种全生物降解地膜在覆膜后 22 d 出现不同程度和大小 的孔洞,但膜面整体完整,且表面完好,进入诱导期。在覆膜 35 d 后,BD₂和 BD₃ 试验小区出现大于 2 cm 和小于 20 cm 的裂缝,进入开裂期,但整体还保持完好;BD₁ 的各试验小区,垄面地膜均出现多处大于 20 cm 的裂缝,膜面出现大面积降解,裂成大碎块,进入大裂期。覆膜 49 d 后,BD₂和 BD₃ 的试验小区地膜多处出现大于

表1 覆盖栽培对地膜降解状况对比

地膜品种	22 d	35 d	49 d	65 d
PE	-	-	-	-
BD ₁	诱导期	大裂期	大裂期	大裂期
BD ₂	诱导期	开裂期	大裂期	大裂期
BD ₃	诱导期	开裂期	大裂期	大裂期
BD ₄	收缩严重,无法判定降解情况	收缩严重,无法判定降解情况	收缩严重,无法判定降解情况	收缩严重,无法判定降解情况

20 cm的裂缝,处于大裂期。直至作物收获期,各降解地膜均处于大裂期,已无法完整覆盖垄面。

2.2 暴晒对不同地膜降解的影响

暴晒试验中地膜的降解过程观察结果(表2)表明,普通地膜(PE)在覆盖65 d内均未进入诱导期,降解速率为0。BD₄全生物降解膜在覆膜3 d即进入诱导期,在覆膜22 d后由于收缩严重,已无法判定降解情况。BD₁、BD₂、BD₃ 3种全生物降

解地膜在覆膜22 d后进入诱导期,开裂情况比田间试验多。在覆膜35 d后,BD₂、BD₃试验小区多处出现大裂缝,进入大裂期,甚至有的试验小区的垄面基本裸露,只余尾部有地膜覆盖;BD₁试验小区垄面上基本看不到完整的地膜残片,只有零星的小片地膜残片,基本已完全降解,进入无膜期。覆膜49 d后,4种生物降解地膜的试验小区垄面上都长满了杂草,地膜基本功能丧失,已失去效用。

表2 暴晒对地膜降解状况对比

地膜品种	3 d	22 d	35 d	49 d	65 d
PE	-	-	-	-	-
BD ₁	-	诱导期	无膜期	-	-
BD ₂	-	诱导期	大裂期	完全降解	-
BD ₃	-	诱导期	大裂期	完全降解	-
BD ₄	诱导期	收缩严重,无法判定降解情况	收缩严重,无法判定降解情况	收缩严重,无法判定降解情况	收缩严重,无法判定降解情况

2.3 填埋对不同地膜降解性状的影响

从填埋试验小区中随机抽取3个填埋坑挖出地膜,观测其降解情况(表3)。结果表明,BD₁、BD₂、BD₃ 3种全生物可降解地膜均有不同程度的

表3 不同地膜填埋90 d后降解情况

地膜品种	地膜编号	降解阶段	降解程度
BD ₁	03号	碎裂期	+++
	05号	大裂期	+++
	07号	大裂期	++
BD ₂	03号	大裂期	+
	05号	大裂期	+
	07号	大裂期	++
BD ₃	03号	大裂期	++
	05号	大裂期	++
	07号	大裂期	+
BD ₄	03号	表面完整,有收缩现象	○
	05号	表面完整,有收缩现象	○
	07号	开裂期	+

注:“+”代表降解程度20%~30%，“++”代表降解程度40%~60%，“+++”代表降解程度60%~90%，“○”代表收缩

降解现象,BD₄地膜仅有1块出现降解现象,其余2块膜样表面完整,未呈现降解特征,但出现收缩现象;BD₂、BD₃地膜虽有不同程度的破裂,但还能显现出膜本身的轮廓,平均降解率分别为60%和40%;BD₁地膜降解速度最快,平均降解率达到80%。4种全生物可降解地膜降解顺序为:BD₁>BD₃>BD₂>BD₄。

2.4 不同地膜对玉米生长发育进程及产量的影响

2.4.1 不同地膜对玉米生长发育周期的影响

从玉米播种到成熟,整个生长周期为67~71 d(表4)。4种降解地膜和普通地膜的试验小区几乎在同一时间段进入到玉米的各个生长期,玉米的生长周期长短不受地膜类型的影响;不覆膜处理下玉米的生育周期为71 d,相比覆膜生育周期延迟了3~4 d。覆膜可一定程度缩短玉米各个生长期和生长周期,使用普通地膜与4种可降解地膜对玉米生长发育的各个生长期和生长周期无明显影响。

2.4.2 不同地膜对玉米产量的影响

由表5可知,各覆膜处理产量均显著高于不覆膜处理(CK),其中普通地膜处理(PE)的产量

表4 不同地膜下玉米生长发育情况

d

处理	出苗期	拔节期	大喇叭口期	抽雄期	开花期	灌浆期	成熟期
PE	6	35	44	50	53	55	67
BD ₁	6	35	44	50	52	54	67
BD ₂	6	35	44	50	52	54	67
BD ₃	6	36	45	51	53	55	68
BD ₄	6	35	44	51	53	55	67
CK	7	37	46	54	56	58	71

表5 不同处理玉米生长性状及产量对比

处理	株高 (cm)	穗位高 (cm)	茎粗 (cm)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	千粒重 (g)	单穗重 (g)	出籽率 (%)	小区产量 (kg)	折合产量 (kg/hm ²)	较CK (±%)
PE	174a	94.2a	2.1a	16.3a	4.2a	307b	80.4a	82.4a	70.13a	17 316.90a	39.4
BD ₁	178a	97.3a	2.2a	15.8a	4.1a	312b	75.6b	75.6b	66.78b	16 489.65b	32.8
BD ₂	175a	96.7a	2.2a	16.1a	4.3a	317ab	78.5ab	77.7ab	63.29b	15 628.05b	25.8
BD ₃	177a	93.4a	2.1a	15.9a	4.1a	304b	81.2a	80.3a	67.76ab	16 730.85ab	34.7
BD ₄	178a	97.6a	2.0a	16.0a	4.3a	327a	72.9b	75.4b	61.60b	15 209.85b	22.4
CK	176a	95.2a	2.2a	16.2a	4.1a	306b	74.8b	78.2ab	50.31c	12 421.35c	-

注:同一列中不同小写字母表示存在显著差异($P<0.05$)

最高,其单位产量为17 316.90 kg/hm²,不覆膜处理产量最低,仅为12 421.35 kg/hm²,不同处理玉米产量大小为PE>BD₃>BD₁>BD₂>BD₄>CK。覆盖地膜比不覆膜平均产量提高31.02%,说明覆盖地膜对提升玉米产量具有明显的效果。4种可降解地膜相比普通PE地膜,产量上有不同程度的减少,平均减产率为7.52%。

从产量构成因素来看,覆膜对玉米的株高、穗位高、茎粗、穗长和穗粗无显著影响,各处理的上述指标均无显著性差异。覆膜对玉米的千粒重、单穗重和出籽率影响较为显著,表现为普通地膜处理(PE)的单穗重和出籽率显著高于其他处理,故其产量最高,不覆膜处理(CK)的千粒重、单穗重和出籽率均为最低。

3 讨论与结论

全生物可降解地膜的降解速率和降解强度与外界环境、生产厂家、材料差异均有密切关系^[13]。在海南的气候条件下,本试验的降解地膜进入诱导期的时间较短,降解时间短^[14-15],暴晒试验下,降解地膜快速降解进入无膜期。4种参试的全生物可降解地膜在覆膜后的35 d进入快速开裂阶段,均未达到玉米的生长周期68 d,不能满足玉米的生长需求,其原因是海南省的气温较高,加快了降解地膜的降解速度^[12]。将来有必要针对海南的气候条件调整配方,使得降解地膜的降解周期和作物生长周期一致。

覆盖普通地膜(PE)与全生物可降解地膜处理对玉米生长发育的各个生长期和生长周期无显著性影响,这与杨玉姣^[16]、李海萍等^[17]等研究结果相一致。但覆盖地膜相比不覆膜一定程度上可以缩短生育周期,覆盖地膜可使马铃薯整个生育周期缩短8 d^[18]。在海南琼海地区覆盖地膜可以缩短玉米的生长周期3~4 d。在玉米种植过程中进行覆膜处理,可适度减少土壤水分蒸发,有助于土壤蓄水,对玉米生长前期起到增温、保墒作用,提高水分利用率,缩短玉米生长周期。

覆盖地膜可显著提高作物产量已被前人证实^[19-24],本试验中,5种覆盖地膜处理下玉米产量明显高于不覆膜处理(CK),普通地膜处理(PE)的产量最高,4种全生物可降解地膜产量上有不同程度的降低。覆膜处理对千粒重、单穗重和出籽率影响显著。由于可降解地膜受外界环境影响,降解速率过快,提前进入了破裂期,对作物未能起到充足的保墒作用,从而造成作物减产,而普通地膜不易降解,能保证作物整个生长周期水分的利用率。因此,在生产上进行覆膜处理时,选择降解地膜要考虑其降解周期,确保其降解周期能涵盖作物的完整生育期,以确保覆膜效果。

参考文献:

- [1] 王华荣,任春婷.探索可降解地膜的特性及其对土壤环境的影响[J].农业与技术,2016,36(4):26.

(下转第79页)

害虫不同地理种群、药剂类型等因素均影响毒力大小与田间防治效果^[11,13],本研究结果发现7种药剂中30%噻虫嗪悬浮剂对梨木虱2~3龄若虫的毒力相对较低,但其在田间对梨木虱若虫却有较好的防治效果,毒力较高的20%呋虫胺可溶粒剂田间防效却相对较差。供试药剂的毒力大小与防效高低的相关性不明显,可能与药剂的剂型、防治对象种群的分布与发育情况、抗药性差异、环境因子等多种因素有关^[13-14],这些问题还有待进一步研究和验证。

参考文献:

[1] 张 航,刘奇志,栾小兵,等.中国梨喀木虱在我国的发生规律和综合防治研究进展[J].北方园艺,2015(24):180-183.
 [2] 李士杰,李芳功.新型杀虫剂噻虫胺防治梨木虱田间药效评价[J].基层农技推广,2017,5(2):50-52.
 [3] 仇贵生,张 平,张怀江,等.几种杀虫剂对梨木虱田间防治效果的评价[J].植物保护,2007(2):121-122.
 [4] 屈会选,韩文清,屈 非,等.几种药剂对梨木虱的田间药效试验[J].山西农业科学,2016,44(12):1827-1829,1872.
 [5] 任学祥,叶正和,陈 雨,等.药剂混配对梨木虱的毒力及药效测定[J].中国农学通报,2013,29(19):175-178.
 [6] Aksic, Milica M, Fotiric Dabic, et al. Polyphenolic profile of

pear leaves with different resistance to pear psylla (*Cacopsylla pyri*) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2015, 63: 7476-7486.
 [7] 翟 浩,张 勇,王玉春,等.不同杀虫剂对梨木虱的田间防控效果[J].天津农业科学,2017,23(8):87-90.
 [8] Stefano Civolani, Riccardo Peretto, Luigi Caroli, et al. Preliminary resistance screening on abamectin in Pear psylla(*Hemiptera: Psyllidae*) in Northern Italy [J]. Journal of Economic Entomology, 2007, 100(5): 1637-1641.
 [9] Croft B A, Burts E C, Hevande B, et al. Local and regional resistance to fenvalerate in *Psylla pyricola* Foerster (*Homoptera: Psyllidae*) in western North America [J]. Canadian Entomologist, 1989, 121(2): 121-129.
 [10] 柏 晶,杜以梅,刘晓娜,等.不同药剂对Q型烟粉虱的防治效果评价[J].环境昆虫学报,2017,39(3):705-712.
 [11] 董 松,李丽莉,卢增斌,等.5种新烟碱类杀虫剂对绿盲蝽的室内毒力测定[J].山东农业科学,2018,50(1):115-117.
 [12] 徐 淑,陈炳旭,董易之.几种杀虫剂对荔枝蜡蚧若虫的毒力及田间药效评价[J].环境昆虫学报,2015,37(2):462-466.
 [13] 刘煜财,张 伟,张金花,等.8种药剂对花生蛴螬的田间防效及安全性评价[J].东北农业科学,2016,41(5):76-78.
 [14] 倪珏萍,张雁南.氯虫苯甲酰胺室内毒力与田间防效相关性初步研究[J].现代农药,2011,10(6):44-47,49.

(责任编辑:王 昱)

(上接第28页)

[2] 吴 锐.农用地膜污染的现状与治理对策[J].农技服务,2015(3):23.
 [3] 李 荣,侯贤清.农业环保型材料覆盖技术研究进展[J].核农学报,2016,30(11):2282-2287.
 [4] 张 凯.地膜覆盖的作用[J].现代农业,2016(2):28.
 [5] 陶 凯,曹 明,杨小锋,等.热带地区地膜降解特性研究初报[J].山东农业大学学报(自然科学版),2018,49(1):94-96.
 [6] 陆海旭.生物可降解塑料的发展现状与趋势[J].化学工业,2016,34(3):7-14.
 [7] 霍 鹏.可降解塑料的研究现状及发展趋势[J].工程塑料应用,2016,44(3):150-153.
 [8] 李向阳.生物可降解塑料配套助剂研究进展[J].塑料工业,2016,44(9):8-12.
 [9] 庾莉萍.农业用特种纸[J].纸和造纸,2005(1):53-55.
 [10] 刘建华,杨景瑞,余 勇,等.红麻非织造地膜的制备及性能研究[J].纺织科学与工程学报,2018,35(1):142-148.
 [11] 路翠萍,田映良,马青斌,等.纸地膜的研究进展及发展前景[J].安徽农业科学,2016(5):95-96.
 [12] 王朝云,吕江南,易永健,等.环保型麻地膜的研究进展与展望[J].中国麻业科学,2007(S2):380-384.
 [13] 袁海涛,于谦林,王丽红,等.可降解地膜降解性能及对棉花生长的影响[J].华北农学报,2017,32(S1):347-352.
 [14] 朱友娟,伍维模,温善菊,等.可降解地膜对新疆南疆棉花生长和产量的影响[J].干旱地区农业研究,2016,34(4):

189-196.
 [15] 何增国,戴红燕.可降解地膜的降解性能及对土壤温度、水分和玉米生长发育和产量的影响[J].节水灌溉,2016(4):41-43.
 [16] 杨玉姣,黄占斌,闫玉敏,等.可降解地膜覆盖对土壤水温和玉米成苗的影响[J].农业环境科学学报,2010,29(S1):10-14.
 [17] 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(24):36-40.
 [18] 陈小华.不同降解膜对马铃薯生长特性及产量的影响[J].现代农业科技,2016(18):57-59.
 [19] 周明冬,秦晓辉,王祥金,等.可降解地膜覆盖对耐旱县棉花产量的影响[J].黑龙江农业科学,2016(3):30-31,43.
 [20] 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.
 [21] 张 杰,任小龙,罗诗峰,等.环保地膜覆盖对土壤水分及玉米产量的影响[J].农业工程学报,2010,26(6):14-19.
 [22] 孙云云,侯中华,窦金刚,等.花生可降解地膜筛选研究[J].东北农业科学,2018,43(4):23-26.
 [23] 党 昆,陈 伟,张洪淇,等.秸秆还田和地膜覆盖对稻田土壤理化性质及水稻产量的影响[J].东北农业科学,2021,46(4):11-16.
 [24] 高玉山,孙云云,窦金刚,等.残膜对玉米出苗及根系伸长的研究[J].吉林农业科学,2013,38(6):22-24.

(责任编辑:刘洪霞)