

## 降解地膜的降解性及其对土壤水分和棉花产量的影响

田玲枝<sup>1,2</sup>, 刘晓伟<sup>2</sup>, 吕军<sup>1,2</sup>, 何文清<sup>1</sup>, 李志强<sup>2</sup>, 张媛<sup>3</sup>, 朱春梅<sup>2</sup>, 李君<sup>2,4\*</sup>

(1. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081; 2. 石河子农业科学研究院农业环境与可持续发展研究所, 新疆石河子 832000; 3. 新疆第八师石河子市农业技术推广总站, 新疆石河子 832000; 4. 绍兴文理学院生命科学学院, 浙江绍兴 312000)

**摘要** [目的] 探明不同类型降解地膜在棉田的降解性能及对土壤水分和棉花产量的影响。[方法] 该试验设置 13 个处理,  $T_1 \sim T_3$  处理为全生物降解地膜,  $T_4 \sim T_6$  处理为光氧降解地膜,  $T_7 \sim T_9$  处理为光氧-生物降解地膜,  $T_{10} \sim T_{12}$  处理为生物降解地膜 4 种类型降解地膜, 以普通地膜 ( $T_{13}$ ) 做对照。[结果] 各类型降解地膜在铺设 90、43、57、57 d 均发生降解, 其韧性均在 90 d 后大幅降低, 其中  $T_1$ 、 $T_4$ 、 $T_{10}$  处理横向纵向均发生裂解,  $T_8$  处理主要为横向裂解; 并且地膜的厚度、降解天数均与地膜的保水性能无关, 当无作物遮蔽时, 地膜破裂后即失去保墒作用, 此时土壤水分蒸发量达到峰值, 其后与破裂程度无关; 地膜降解过早降低了棉花株高、果枝台数和产量, 在 85 d 后降解的地膜对棉花生长发育和产量已无显著影响。[结论] 降解地膜降解时间在 85 d 后即棉花花期以后可有效发挥土壤增温保墒效应, 达到稳产的效果。

**关键词** 降解地膜; 降解性; 棉花; 水分; 产量; 影响

中图分类号 S316; S562 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)30-0062-04

**Degradability of Degraded Mulch Film and Its Effect on Soil Moisture and Cotton Yield**TIAN Ling-zhi<sup>1,2</sup>, LIU Xiao-wei<sup>2</sup>, LÜ Jun<sup>1,2</sup> et al (1. Institute of Agricultural Environment and Sustainable Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; 2. Institute of Agricultural Environment and Sustainable Development, Shihezi Agricultural Research Institute, Shihezi, Xinjiang 832000)

**Abstract** [Objective] The research aimed to determine the degradation properties of different types of degraded mulch film in cotton fields and their effects on soil water and cotton yield. [Method] The research thirteen treatments:  $T_1 \sim T_3$  treatments was the total-biodegradable plastic film mulching,  $T_4 \sim T_6$  treatments was the optical oxygen plastic film mulching,  $T_7 \sim T_9$  treatments was the optical oxygen-biodegradable plastic film mulching,  $T_{10} \sim T_{12}$  treatments was the biodegradable plastic film mulching, polyethylene film ( $T_{13}$ ) was control. [Result] The laying of the 90, 43, 57, 57 days the mulch had degradation and its toughness was sharply lower after 90 days, and  $T_1$ ,  $T_4$ ,  $T_{10}$  treatment were broken from the direction of horizontal and vertical, however  $T_8$  treatment was broken by transverse; and water retention performance of the membrane was not associated with its thickness and degradation rate, while the film was broken will quickly loss the function of hold water when the ground have no plant; at this time, the soil moisture evaporates reached a peak, and it had nothing to do with the rupture; the degradation time was happen early was decreased the plant height, branch number and yield of cotton, and the film was still not degradation after 85 days had no significant effect on the cotton growth development and yield. [Conclusion] The plastic degradation time after 85 days after the cotton flowering could effectively exert the soil warming effect and water hold ability to achieve the effect of stable yield.

**Key words** Degradable mulch; Degradability; Cotton; Moisture; Yield; Effect

地膜覆盖技术在新疆推广多年, 因地膜优良的功效与该地区特殊气候环境需要已成为一项难以替代的技术之一<sup>[1]</sup>。然而, 土壤中长期积聚的地膜数量大、分布广泛, 已成为新疆农田生产亟需解决的问题<sup>[2-4]</sup>。降解地膜的铺设既可以达到覆膜的效果, 最终又可在土壤中分解, 起到了覆膜功效与减少土壤中地膜污染的双重目的<sup>[5-6]</sup>。目前降解地膜在棉花、玉米、烟草、大豆等作物上均有应用并取得了良好的效果<sup>[7-9]</sup>, 其覆膜的功是增温保墒抑制杂草生长, 其中对土壤水分的保持是通过阻止土壤水分蒸发, 使土壤蓄水<sup>[10]</sup>, 但如果降解膜裂解过快, 土壤表面失去物理阻隔, 覆膜保墒作用减弱。因此, 降解地膜的使用限制因素是作物生长期地膜能否达到其功能性要求。国内外研究生产的降解地膜种类较多, 但主要应用的是生物降解地膜、光氧降解地膜、光氧-生物降解地膜。笔者研究铺设这 3 类降解地膜对土壤水分、棉花产量的影响, 探讨降解地膜的选择, 生产出既能满足作物需求, 又能最大限度降低成本的降解地膜, 这对于未来

可生物降解地膜的研究、生产和应用都具有十分重要的意义。

**1 材料与方法**

**1.1 田间小区概况** 试验于 2016 年在石河子市农业科学研究院试验地进行。地处天山北麓中段, 古尔班通古特大沙漠南缘, 地理坐标位于 84°58'~86°24'E, 43°26'~45°20'N, 属于典型的温带大陆性气候, 日照充沛, 全年日照时数 2 074~2 668 h, 年平均气温约 7℃, 无霜期 160 d 左右, 年均降水量 100.0~225.6 mm。供试土壤为灌耕灰漠土, 土壤基本理化性质: 有机质 14.93 g/kg、全氮 0.92 mg/kg、有效氮 64.3 mg/kg、速效磷 15.9 mg/kg、速效钾 138.2 mg/kg、pH 7.76。

**1.2 试验设计与方法** 该试验为田间小区试验和室外模拟试验, 试验处理一致, 共设 13 个处理, 3 次重复。  $T_1 \sim T_3$  为全生物降解地膜处理,  $T_4 \sim T_6$  为光氧降解地膜,  $T_7 \sim T_9$  为光氧-生物降解地膜,  $T_{10} \sim T_{12}$  为生物降解地膜,  $T_{13}$  为对照普通地膜 (PE) 处理。采用地膜覆盖和膜下滴灌技术, 机械平作覆膜, 于 2016 年 4 月 24 日覆膜播种, 播幅为 2.25 m, 1 膜 6 行, 株距 9 cm 的种植方式, 1 膜 3 管。其他管理方式同大田。小区面积为 52 m<sup>2</sup> (8.0 m×6.5 m), 供试作物为棉花 (*Gossypium* spp.), 供试品种为新陆早 61 号。

室外模拟试验为同期于露天室外进行的地膜保墒试验,

**基金项目** 农业部旱作节水农业重点实验室基金项目 (2016KLDA02); 国家公益性行业 (农业) 科研专项 (201503105)。**作者简介** 田玲枝 (1971—), 女, 新疆石河子人, 农艺师, 从事农田污染及节水农业研究。\* 通讯作者, 助理研究员, 硕士, 从事绿洲资源高效利用研究。**收稿日期** 2018-06-20; **修回日期** 2018-07-04

培养时间 120 d。每个培养杯装土 600 g,培养杯中加入同等重量的蒸馏水,然后将完整地膜覆盖于培养杯内土壤表面,进行无遮挡暴晒,定期测定水分蒸发量,随后补充水量至原始重量。

### 1.3 样品采集及测定

**1.3.1 地膜降解情况。**分别在 2016 年覆膜后的 37、43、57、64、72、90、107 d 进行降解地膜定点观察,于每条地膜相同位置放置相框(40 cm×40 cm)进行拍照。该试验中 5 类降解地膜每类选一种地膜降解照片,选择 3 次照片放置,共 5 组。

**1.3.2 保墒性能。**保水率 =  $W_1/W \times 100\%$ <sup>[11]</sup>,其中,  $W_1$  为暴晒 15 d 后水杯内水体积(mL),  $W$  为水杯内原始水体积(mL)。该试验于 6 月将完整地膜覆盖于水杯,无遮挡暴晒 15 d 后测定。

**1.3.3 韧性性能。**使用拉力机[XLW(B)智能电子拉力试验机,中国]测定地膜韧性,分别在地膜覆盖后 50、90 d 取样进行测定。测得地膜拉伸负荷与拉伸位移,计算断裂伸长率,断裂伸长率 =  $\Delta L/L \times 100\%$ ,式中,  $\Delta L$  为地膜拉伸位移(mm),

$L$  为原始长度(mm)。与地膜降解情况照片保持一致,共 5 组数据。

**1.3.4 棉花产量。**采用小区实收法测定。

**1.4 数据处理** 数据采用 EXCEL 2007 和 SPSS 19.0 统计软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA)。

## 2 结果与分析

**2.1 不同类型降解地膜的降解情况** 由图 1 可知,随着铺设地膜的时间变化,  $T_4$ 、 $T_8$ 、 $T_{10}$  处理的降解地膜在定点观测处得出分别在 43、57、57 d 发生降解。其中  $T_4$ 、 $T_8$  处理最初降解表现现象是横向裂纹,而  $T_{10}$  处理膜面出现大面积的破碎,说明  $T_{10}$  处理的地膜降解迅速,在横向纵向均发生裂解;地膜铺设 90 d 后,除 PE 膜外各处理地膜均发生降解,此时除了  $T_8$  处理膜面裂纹变长,其余处理膜面均降解一半以上。综上所述,各处理的降解地膜铺设后不同天数均发生降解,其中  $T_4$  处理光氧降解的地膜降解最早,而  $T_{10}$  处理的生物降解地膜降解最迅速。

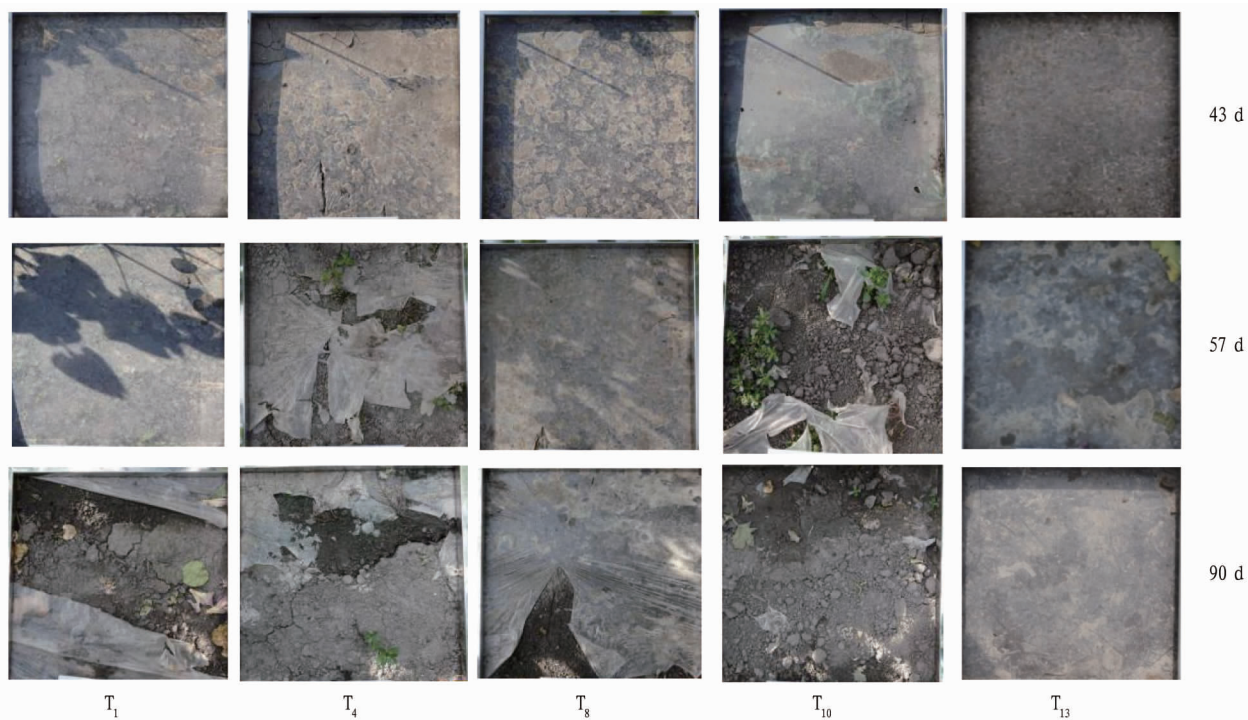


图 1 降解地膜降解情况

Fig.1 Degradation of degraded mulch film

**2.2 不同类型降解地膜的韧性情况** 由表 1 可知,  $T_1$  处理的横向/纵向拉伸负荷在地膜铺设 50 d 后分别显著高于对照处理 55.9%、16.7%,其他处理则低于对照处理;而此时地膜的横向/纵向断裂伸长率与对照处理相比分别显著降低 0~59.0%和 12.3%~65.3%。各处理的地膜在铺设 90 d 后横向/纵向拉伸负荷、断裂伸长率与对照处理相比显著降低,其中  $T_4$ 、 $T_{10}$  处理降幅较大;与铺设 50 d 时的横向/纵向拉伸负荷相比,其降低幅度分别为 3.7%~60.4%和 20.0%~48.6%,其中  $T_1$  处理降幅最大;而各处理的横向断裂伸长率降低幅度分别为 83.7%、80.7%、20.0%、37.3%、0,相应的纵向断裂伸长

率降低幅度分别为 94.3%、86.6%、3.6%、74.0%、30.5%。由此表明,各降解地膜处理在铺设 90 d 后韧性均大幅降低,并且  $T_1$ 、 $T_4$ 、 $T_{10}$  处理横向和纵向均发生裂解,而  $T_8$  处理主要为横向裂解。综上所述,降解地膜铺设后膜面均发生不同程度的降解,铺设 90 d 后韧性均降低。

**2.3 降解地膜的保水性能** 由表 2 可知,  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_{11}$ 、 $T_{12}$  处理的降解地膜厚度高于普通地膜( $T_{13}$ ),其他地膜与普通地膜厚度一致;然而各处理的保水性能表现为  $T_{13} > T_6 > T_8 > \dots > T_3 > T_{11} > T_{10}$ ,由此可知,地膜保持完整时地膜的保水性能与其厚度无关。观测各降解地膜的降解时间表现为  $T_9 > T_3$

$T_1 > \dots > T_4$ ,  $T_4$  处理的地膜降解最早,但是  $T_4$  处理的地膜保水性较好,表明地膜保水性能与降解时间无关。进一步分析表明,地膜的厚度、降解天数均与地膜的保水性能无显著相关关系 ( $P > 0.05$ )。

表 1 不同类型降解地膜韧性情况

Table 1 Toughness of different types of degraded mulch film

处理 Treatment	横向/纵向拉伸负荷 Transverse/longitudinal tensile load//N		横向/纵向断裂伸长率 Transverse/longitudinal elongation at break//%	
	50 d	90 d	50 d	90 d
$T_1$	5.3/3.5	2.1/1.8	520/506	85/29
$T_4$	1.1/1.1	0.9/0.6	572/307	110/41
$T_8$	2.7/1.8	2.6/1.2	643/448	514/432
$T_{10}$	1.6/0.9	1.0/0.7	263/200	165/52
$T_{13}$	3.4/3.0	2.8/2.4	643/577	643/401

表 2 降解地膜保水性能

Table 2 Water retention properties of degradable mulch film

处理 Treatment	保水性 Water- retaining property//%	地膜厚度 Film thickness $\mu\text{m}$	降解天数 Degradation days d
$T_1$	71.7	13	64
$T_2$	72.7	12	72
$T_3$	66.6	12	72
$T_4$	80.6	8	43
$T_5$	81.8	8	67
$T_6$	86.9	8	57
$T_7$	82.4	8	57
$T_8$	86.0	8	90
$T_9$	84.8	8	107
$T_{10}$	46.7	8	50
$T_{11}$	54.9	10	50
$T_{12}$	75.1	12	57
$T_{13}$	88.2	10	130

**2.4 降解地膜的土壤水分保持性能变化** 由图 2 可知,培养期间 PE 处理的土壤水分蒸发量始终保持在较低水平,降解地膜  $T_1 \sim T_3$  和  $T_{10} \sim T_{12}$  处理的土壤水分始终保持较高蒸发量,且在 27 d 内显著高于其他各处理 ( $P < 0.05$ );而其他各处理的土壤水分蒸发量在 17~87 d 在不同时段增长至峰值,并且在培养 87d 后除  $T_5$  处理外各降解地膜处理无显著差异。

表 3 不同处理对棉花产量与产量构成因素的影响

Table 3 Effect of different treatments on cotton yield and yield components

处理 Treatment	株高 Plant height cm	果枝台数 Branch number 台	单株有效铃 Individual effective fluid//个	单铃重 Single boll weight//g	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>
$T_1$	55.7	5.5	3.8	4.8	3 185.7±194.7 b
$T_4$	56.0	5.8	3.8	4.9	3 335.9±379.8 b
$T_8$	57.3	6.6	3.9	5.1	4 024.8±161.5 a
$T_{10}$	60.3	6.8	4.2	5.0	4 097.3±214.4 a
$T_{13}$	60.3	6.8	4.1	5.1	4 273.5±311.9 a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase alphabets in the same column represented significant differences at 0.05 level

### 3 讨论

可降解地膜的降解速度和降解强度因原材料组成、生产厂家、诱导期设计等的差异而表现不同,该试验中地膜的降解时间表现为 43~107 d。该试验中 4 类生物降解地膜,其中

其中  $T_6$ 、 $T_7$  处理的土壤水分蒸发量在 27~47 d 迅速增加,随后缓慢增长且显著高于其他各处理 ( $P < 0.05$ ),并且在第 67 天达到峰值; $T_4$ 、 $T_8$ 、 $T_9$  处理的蒸发量在 27~47 d 增长缓慢,47 d 后呈上升趋势,并且均在 87 d 到达峰值。

进一步分析可知, $T_1 \sim T_{12}$  各处理的土壤水分蒸发量增长率峰值分别为 67、67、67、57、77、37、37、77、87、67、67、67 d,而峰值后增长率变化无显著差异。表明  $T_1 \sim T_3$  和  $T_{10} \sim T_{12}$  处理的降解地膜在 57~67 d 发生降解,而  $T_6 \sim T_7$  处理的地膜在 37~47 d 即发生降解,是降解最早的地膜, $T_9$  处理的地膜降解最晚。综上所述,地膜破裂后即失去保墒作用,土壤水分蒸发量在地膜破裂达到峰值,其后与破裂程度无关。

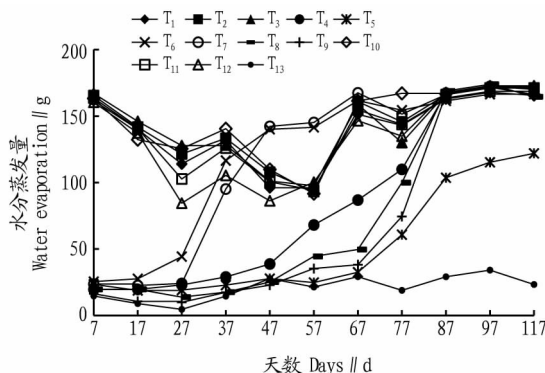


图 2 不同降解地膜覆盖的土壤水分蒸发量变化

Fig.2 Changes of soil water evaporation of different degraded plastic films

**2.5 不同降解地膜对棉花产量的影响** 由表 3 可知,降解时间的延迟与棉花生长发育及产量影响成正比。其中各处理间的单铃重与单株有效铃个数无显著差异, $T_1$ 、 $T_4$  处理的株高、果枝台数和产量均显著低于其他各处理,且  $T_1$  处理最低。进一步分析可知, $T_8$ 、 $T_{10}$ 、 $T_{13}$  处理与  $T_1$  处理的株高相比分别增加 2.8%、8.2%、8.2%, $T_{10}$ 、 $T_{13}$  处理与  $T_8$  处理相比株高均增加 5.3%。 $T_8$ 、 $T_{10}$ 、 $T_{13}$  处理的产量无显著差异,但均显著高于  $T_1$ 、 $T_4$  处理 ( $P < 0.05$ ),增幅为 20.7%~34.1%。由此可知,地膜降解过早影响棉花生长发育、降低产量,在 85 d 后降解的地膜对棉花生长发育和产量已无显著影响。

同一类型的降解地膜,由于材料不同,降解性能差异显著,也印证了这点。刘晓伟等<sup>[12]</sup>研究表明,不同材料地膜降解时间不同,其对土壤含水量、土壤盐分含量和产量都有一定程度的影响。覆膜能明显改善土壤耕作层的水热状况,促进作

物生长发育,可降解地膜在覆膜初期其作用与普通地膜相当。这是由于地膜覆盖在土壤表面设置了一层不透气的物理阻隔,土壤水分垂直蒸发直接受阻。然而随着地膜的降解,在未出现明显孔洞、破碎时,土壤水分蒸发量逐渐增加,直到地膜破裂,露出土壤表面,此时水分蒸发量达到峰值;其后尽管地膜破裂程度加大,但土壤水分蒸发量没有显著变化。在试验期间,普通地膜始终保持较低水分蒸发量,表明降解地膜破裂后即失去其保墒作用。

前期试验得出结论,在棉花封垄后降解的地膜即在棉花生长 85 d 后地膜覆盖对土壤温度无显著增温效应,其后降解对棉花株高、单铃重、产量与普通地膜无显著差异<sup>[13]</sup>。该试验中,降解地膜对田间棉花产量的影响得出相同结果,封垄后降解的地膜不会造成棉花减产。

#### 4 结论

(1) 生物降解地膜降解时间早于光氧-生物降解地膜,该试验中生物降解地膜最短覆盖期为 50 d,最长覆盖期为 72 d,光氧-生物降解地膜覆盖期可达 107 d。

(2) 地膜的厚度、降解天数均与地膜的保水性能无显著性相关关系。覆土条件下,随着地膜的降解,土壤水分蒸发量逐渐增加,在地膜破裂时达到峰值,其后与破裂程度无关,即地膜破裂后失去其保墒作用。

(3) 封垄后即 85 d 后,此时降解的地膜其棉花株高、单

铃重、产量与普通地膜无显著差异。地膜已完成其增温保墒作用。

#### 参考文献

- [1] 王晓方,申茂向.塑料农膜:中国农业发展的希望和曙光[M].北京:中华人民共和国科学技术部农村科技司,1998.
- [2] 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.
- [3] 解红娥,李永山,杨淑巧,等.农田残膜对土壤环境及作物生长发育的影响研究[J].农业环境科学学报,2007,26(S1):153-156.
- [4] 董合干,刘彤,李勇冠,等.新疆棉田地膜残留对棉花产量及土壤理化性质的影响[J].农业工程学报,2013,29(8):91-99.
- [5] 张妮,李琦,侯振安,等.聚乳酸生物降解地膜对土壤温度及棉花产量的影响[J].农业资源与环境学报,2016,33(2):114-119.
- [6] 王淑英,樊廷录,李尚中,等.生物降解膜降解、保墒增温性能及对玉米生长发育进程的影响[J].干旱地区农业研究,2016,34(1):127-133.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 黄瑶珠,杨友军,潘东英,等.光降解地膜覆盖栽培在南雄烟区应用效果研究[J].广东农业科学,2010,37(6):39-41.
- [10] 张永涛,汤天明,李增印,等.地膜覆盖的水分生理生态效应[J].水土保持学报,2001,8(3):45-47.
- [11] 龚双凤,杨涛,陈宝燕,等.地膜降解与土壤温度和含水量的关系及其对棉花产量的影响[J].西北农业学报,2015,24(4):62-68.
- [12] 刘晓伟,何文清,吕军,等.不同材料的可降解地膜对土壤温度、水分、盐分及棉花产量的影响[J].陕西农业科学,2016,62(3):52-56.
- [13] 李君,何文清,刘晓伟,等.北疆滴灌棉花的可降解地膜安全期研究[J].新疆农业科学,2017,54(2):206-212.

(上接第 57 页)

表 4 不同砧木对嫁接苗的单果重和产量的影响

Table 4 Effects of different rootstocks on the single fruit weight and yield of grafted seedlings

砧木名称 Rootstock name	单果重 Single fruit weight//kg	单株产量 Yield per plant//kg	折合产量 Converted yield kg/hm <sup>2</sup>	口感及风味 Taste and flavor	备注 Note
营砧 9 号 Yingzhen 9	0.52	1.82	47 275.05	质脆、爽口、具甜味	产量中等,品质好
圣砧 1 号 Shengzhen 1	0.63	1.95	50 651.85	质脆、爽口、略有甜味,根瓜稍有南瓜味	产量最高,品质稍差
砧优 65 Zhenyou 65	0.59	1.77	45 976.35	甜味稍淡、口感好	产量第三,甜度不够
金刚 Jingang	0.52	1.47	38 183.70	甜味稍淡、口感好	产量略有提高,品质一般
接穗实生苗(CK) Seedling	0.45	1.38	35 845.95	质脆、爽口、甜味浓	市场品种

#### 3 小结

不同品种白籽南瓜砧木嫁接梨瓜育苗试验和栽培效应试验各项数据表明,4 个砧木品种在作为接穗砧木时,表现的嫁接亲和力都较好。通过栽培效应试验可以看出,在共生亲和力方面不同砧木表现不一致,其中以营砧 9 号砧木嫁接苗表现最突出,虽然产量不是最高,但较接穗实生苗增幅可达 31.88%,品质方面表现和接穗较为接近,果实的中心糖度和边缘糖度较接穗实生苗(CK)变化小,果实口感脆、风味好、糖度高;圣砧 1 号虽然嫁接后产量提高幅度最大,但是果实的品质方面有部分表现出砧木的特性,口感和风味与接穗实生苗比较差距较大;砧优 65 嫁接接穗后的果实品质、产量不如营砧 9 号,表现为果实甜味较淡;通过生产大田试验嫁接苗普遍对于枯萎病、蔓枯病等病害抗性较好,耐连茬、耐大水大肥,因此梨瓜嫁接苗使用营砧 9 号砧木时较适宜在南昌地

区或江西省内进行示范与推广。

#### 参考文献

- [1] 胡克华,闵跃中.南昌地区梨瓜无公害栽培技术[J].现代园艺,2011(6):13-14.
- [2] 刘奎成,刘子乾,田英才.几种砧木嫁接金乡白梨瓜的试验[J].农业科技通讯,2015(5):143-144.
- [3] 刘大海,肖伟,罗章勇,等.瓜类嫁接栽培技术探讨[J].西南园艺,2005(1):7-9.
- [4] 刘芬,向长萍.瓜类嫁接亲和性研究[J].黑龙江农业科学,2014(11):85-87.
- [5] 秦东,李刚,陆峰,等.薄皮甜瓜嫁接砧木的筛选与应用[J].长江蔬菜,2017(2):55-58.
- [6] 王慧先.黄瓜营养防病育苗基质的研究及效应[D].重庆:西南大学,2012:16-19.
- [7] 孙淑敏.蔬菜温室消毒技术[N].河北科技报,2017-11-11(004).
- [8] 何伟芳,曾勇灵,刘艳琴.茄果类蔬菜种子浸种技术[J].福建农业科技,2013,44(3):28.
- [9] 潘万常.嫁接西瓜、黄瓜的简便方法——顶插接法[J].蔬菜,1994(2):7.
- [10] 苏双双,邢辉,董建明,等.甜瓜集约化嫁接育苗技术[J].农家参谋,2017(8):47.