

地膜覆盖类型对胡麻生理生长的影响

杨丽, 王宗胜, 刘杰* (甘肃省平凉市农业科学院, 甘肃平凉 744400)

摘要 比较同一气候条件下不同类型地膜覆盖对胡麻生长的影响, 为选择高效、环保的覆盖地膜材料提供理论依据。该研究选用普通地膜、生物降解膜、转光膜、黑色地膜 4 种材料, 对胡麻全生育期进行平膜全覆盖, 以不覆膜露地条播为对照, 比较不同材料覆盖对土壤含水率、胡麻经济性状、根系、生物量、产量、水分利用效率的影响。结果表明, 覆膜处理在土壤水分、根系指标、生物量和产量、水分利用效率增加方面较露地处理表现出优势, 苗期 0~20 cm 土层, 转光膜、普通地膜、黑色地膜、生物降解膜处理的水分含量分别较 CK 高 16.67%、15.29%、14.85%、7.75%。普通地膜处理的产量最高, 为 1 548.52 kg/hm², 显著高于 CK, 各覆膜处理间没有差异, 且转光膜、生物降解膜、黑色地膜处理与 CK 间无显著差异。普通地膜处理的水分利用效率最高, 为 7.25 kg/(hm²·mm), 其次是转光膜处理, 为 6.60 kg/(hm²·mm), 转光膜处理作为一种新型的地膜材料, 为覆膜栽培提供了参考。

关键词 胡麻; 普通地膜; 降解膜; 转光膜; 黑色地膜; 产量

中图分类号 S565.9 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)04-0037-06

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.04.010



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Mulching Cultivation with Different Films on the Growth and Physiological Characteristics of Flax

YANG Li, WANG Zong-sheng, LIU Jie (Pingliang Academy of Agricultural Sciences, Pingliang, Gansu 744000)

Abstract In order to provide a theoretical basis for the choice of efficient and environmental friendly mulching materials, we compared the effects of different types of plastic film mulching on the growth of flax under the same climatic conditions. Four kinds of film materials, namely ordinary film (T1), biodegradable film (T2), light-transfer film (T3) and black mulch film (T4), were used to cover the whole film of the flax in the whole growth period, with the uncovered drilling as CK. We compared the effects of different material coverage on soil water content, economic traits of flax, roots, biomass, yield, and water use efficiency. The results showed that the treatment of covering plastic film showed an advantage over the soil moisture, root index, biomass, yield, and water use efficiency. At the seedling stage, 0-20 cm soil layer, the moisture content of T3, T1, T4 and T2 was 16.67%, 15.29%, 14.85% and 7.75% higher than CK, respectively. The highest yield treatment was T1 (1 548.52 kg/hm²), which was significantly higher than that of CK. There was no difference between the plastic cover treatments, and also no significant difference between T3, T2, T4 and CK. The water use efficiency of T1 was up to 7.25 kg/(hm²·mm), followed by T3, 6.6 kg/(hm²·mm). T3 is a new type of mulching material, which provided a possibility for mulching cultivation.

Key words Flax; Common plastic film; Biodegradable film; Light-transfer film; Black mulch film; Yield

地膜覆盖栽培是我国干旱、半干旱种植区的重要栽培方式, 不仅能增加土壤温度, 改善土壤墒情, 还能够提高水肥利用效率, 降低作物病虫害发生率。用于覆盖栽培的地膜类型主要有普通膜、生物降解膜、转光膜和黑色地膜, 其中普通膜是最常用的地膜, 材质为聚乙烯, 具有化学稳定、无毒无味、透光性好、升温快的优点^[1]; 生物降解膜是由可降解高分子材料制成的薄膜, 例如以淀粉为主要原料, 通过共混、增塑、交联、流延成膜等工艺过程制备的淀粉基生物降解膜^[2]; 转光膜含有转光剂, 能够调控日光的透射光谱, 将对光合作用无效或低效的光谱转变为红橙光和蓝紫光^[3]。红橙光和蓝紫光是植物光合作用最有效的光谱, 紫外光会对植物造成伤害并且加速农膜的老化, 红外光透过农膜则会降低农膜的保温性^[4]。转光膜凭借改善透射光谱的优良特性, 常被用作温室棚膜, 用于调节作物生长发育和提高产量^[5]。此外, 有研究发现转光膜用作地膜的增温效果优于普通地膜, 能够显著增加作物根、茎、叶干重, 提高作物产量^[6], 在转光膜覆盖栽培烟草上的研究发现, 转光膜能够改良光谱, 显著提高土壤温度, 促进烟苗生长^[6]。因此, 转光膜在非温室作物的地膜覆盖栽培中也有广阔的应用前景。黑色地膜是在聚乙烯材

质的基础上添加抗氧剂、紫外线吸收剂、黑色母粒等成分, 具有化学稳定性好、透光率低、抑制杂草能力强等优点, 但升温速度低于白色地膜^[7]。不同类型地膜的性能差异较大, 对农作物生物学特性和产量的影响多种多样。郭强等^[8]比较了普通地膜、黑色地膜对玉米产量的影响, 发现黑色地膜提高玉米水分利用效率和产量的效果优于普通地膜。白雪等^[9]试验探究了普通膜和生物降解膜对玉米田土壤酶活和玉米产量的影响, 发现生物降解膜覆盖的玉米田土壤碱性磷酸酶和硝酸还原酶活性、土壤墒情和玉米产量均高于普通地膜处理。

胡麻(*Linum usitatissimum*)即油用亚麻, 是我国重要的油料作物。胡麻油脂脂肪酸包括亚麻酸、油酸、亚油酸、棕榈酸和硬脂酸, 不饱和脂肪酸含量高达 90%^[10], 是一种营养价值很高的食用油。胡麻在我国的种植面积超过 70 万 hm², 主要分布于西北和华北的干旱、半干旱地区, 土壤水分和温度是限制胡麻产量的重要因素。张雷等^[11]的试验表明, 覆膜栽培能够减少胡麻田土壤水分无效蒸发, 增加土壤水分含量, 胡麻生长前期土壤温度显著高于露地栽培。杨丽等^[12]研究也表明, 覆膜处理可以缩短胡麻生育期, 提高胡麻水分利用效率和产量, 而且全膜穴播的经济效益优于垄膜侧播。目前, 对胡麻覆膜栽培的试验大多探讨普通地膜对胡麻生物学特性和产量的影响, 而不同类型地膜对胡麻水分利用效率和产量影响的报道较少。鉴于此, 笔者比较了 4 种地膜(普通膜、生物降解膜、转光膜、黑色地膜)覆盖栽培和露地栽培处理对胡麻经济性状、产量和水分利用效率的影响, 以期对胡麻覆

基金项目 国家特色油料产业技术体系建设专项(CARS-14-2-26)。
作者简介 杨丽(1990—), 女, 甘肃平凉人, 助理研究员, 硕士, 从事作物栽培与生理生态研究。* 通信作者, 助理研究员, 从事作物栽培与生理生态研究。
收稿日期 2020-07-14

膜栽培地膜类型的选择提供科学数据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在甘肃省平凉市农科院高平试验站进行。该地海拔 1 359 m,年平均气温 8.5 ℃,年降雨量 570 mm,年蒸发量 1 130.9 mm,无霜期 175 d,属黄土高原沟壑区旱作农业区,黑垆土,土壤肥力中等。

1.2 试验材料 供试胡麻品种为陇亚 10 号。

1.3 试验设计 2017 年 3—8 月进行田间试验。前茬作物为高粱。覆膜处理全膜覆土穴播种植,按照地膜类型不同分别设 5 个处理:CK 为露地条播;T1 处理为白色普通膜;T2 处理为生物降解膜;T3 处理为转光膜;T4 处理为黑色地膜。

试验采用随机区组排列,3 次重复,小区长 10.00 m,宽 3.75 m,小区面积 37.5 m²,每小区按播量 52.5 kg/hm² 称 197 g 种子播种。露地条播行距 16 cm,人工撒播。覆膜处理,人工打孔,播深 2~3 cm,穴距 10~11 cm,每穴 8~10 粒。试验于 3 月 28 日播种,7 月 26 日收获。试验期间除草 3 次,氮、磷、钾肥按照 150、90、75 kg/hm² 施入。旱作无灌溉。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 胡麻生长指标。

1.4.1.1 胡麻生育期观察及指标测定。统计基本苗、出苗率,记载各个关键生育时期(播种期、出苗期、枞形期、现蕾期、开花期、灌浆期、成熟期)的日期,以小区内 70%以上的植株表现某生育时期特征作为进入该生育时期的标准。

1.4.1.2 生物量测定。出苗后,在枞形期、现蕾期、开花期、灌浆期、成熟期时在每个小区随机取样植株,测定植株的鲜质量和干物质积累量。

1.4.1.3 根系测定。在现蕾期、开花期、灌浆期、成熟期选取代表性好的区域,以 1 穴为中心,挖掘长宽深都是 30 cm 的土层,将植株整体取出,用水洗法分离土层中的根系。从子叶节处开始测量主根 0 cm (TOP-0)、5 cm (TOP-5)、10 cm (TOP-10)处直径,测定主根长度、株干重。侧根按照土层深度,分层取出,水洗,烘干后称 0~10、10~20、20~30 cm 土层的侧根重。

1.4.1.4 主要农艺性状调查。成熟期调查主要农艺性状,包括株高、工艺长度、有效分茎数、有效分枝数、单株蒴果数、千粒重和单株产量。

1.4.2 胡麻产量指标。在进行根系、生物量、生物性状测定时对胡麻都有一定的采集,为避免产量测定的误差,每小区 50%面积用于生长性状测定,另外 50%面积的胡麻用于测

产,每个小区单收单打,晒干后称量小区产量。

1.4.3 水分利用效率。土壤含水量:采用土钻取样烘干法,于胡麻苗期(4 月 14 日)、枞形期(5 月 11 日)、现蕾期(6 月 1 日)、开花期(6 月 13 日)、灌浆期(6 月 26 日)、成熟期(7 月 18 日)测定不同类型地膜覆盖处理土壤含水量,测定深度为 0~100 cm,每隔 10 cm 取 1 个土样,每处理田间 3 次重复取样。测定播前(3 月 27 日)、收获后(7 月 26 日)0~200 cm 土层水分,每隔 20 cm 取 1 个土样,测定水分。

土壤含水量按下式计算:

$$\theta_m(\%) = [(M_m - M_d) / (M_d - M)] \times 100$$

式中, θ_m 为土壤含水量(%); M_m 为湿土和铝盒总重(g); M_d 为干土和铝盒总重(g); M 为铝盒重(g)。

土壤贮水量计算:

$$W = h \times p \times b \times 10$$

式中, W 为土壤贮水量(mm); h 为土层深度(cm); p 为土壤体积质量(g/cm³); b 为土壤水分重量百分数(%)。

全生育期作物耗水量计算:

$$ET_a = W_1 - W_2 + P$$

式中, ET_a 为全生育期耗水量(mm); W_1 、 W_2 为播种前与收获后 0~200 cm 土壤贮水量(mm); P 为生育期有效降水量(mm)(有效降雨量按照 ≥ 5 mm 计算)。

籽粒产量水分利用效率计算:

$$WUE_y = Y / ET_a$$

式中, WUE_y 为水分利用效率[kg/(hm²·mm)]; Y 为单位面积作物籽粒产量(kg/hm²); ET_a 为全生育期耗水量(mm)。

1.5 数据处理与分析 采用 Microsoft Excel 2007 对数据进行处理并制图;采用 DPS 7.05 和 SPSS 20 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对胡麻农艺性状的影响 从表 1 可以看出,T3 处理各农艺性状总体上较优。各处理植株高度在 77.12~97.22 cm,其中 T3 处理最高,分别较 T4、T1、T2 处理和 CK 高 1.05、7.51、9.37、20.1 cm。工艺长度在 55.37~68.11 cm,相对工艺长度 T4 处理>T3 处理>T2 处理=T1 处理>CK,工艺长度是决定纤用亚麻经济价值的关键,T4、T3 处理经济产量相对较好。各处理有效分茎数为 0.35~2.10 个,T3、T2、T1 处理分别较 CK 高 5.00、2.91、2.51 倍。各处理有效分枝数为 5.98~9.68 个;单株蒴果数在 13.60~38.83 个,其中 T3 处理单株蒴果数最多,然后依次为 T2 处理、T4 处理、T1 处理、CK,其中 T1 处理有效蒴果数所占比例最高,其次是 T4、T3 处理。

表 1 不同处理对胡麻主要农艺性状的影响

Table 1 Effects of different treatments on the agronomic characters of flax

处理编号 Treatment code	株高 Plant height//cm	工艺长度 Technical length//cm	有效分茎 Effective stems	有效分枝数 Effective branches	单株蒴果数 Fruiting number
CK	77.12±0.37 cB	55.73±0.73 bA	0.35±0.13 bA	5.98±0.51 bA	13.60±0.56 cD
T1	89.71±8.84 abA	65.97±8.56 abA	1.23±0.26 abA	7.57±0.24 abA	23.55±1.15 dC
T2	87.85±3.23 bAB	64.11±4.65 abA	1.37±0.47 abA	6.02±1.67 bA	30.70±1.90 bB
T3	97.22±4.99 aA	68.11±2.88 aA	2.10±1.57 aA	9.08±1.43 abA	38.83±0.93 aA
T4	96.17±3.67 aA	62.14±9.71 abA	0.85±0.65 abA	9.68±2.72 aA	28.75±0.98 cB

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.2 不同处理对胡麻土壤水分的影响 图 1 为 2017 年试验区胡麻全生育期(3—8 月)降雨量的动态趋势,胡麻播种季节温度过低、冻害严重且低温持续时间长,因此播期较晚,雨量充足,墒情好。胡麻生长前中期(播种到现蕾开花)光照充足,降雨适宜,因此胡麻长势良好;生长后期降雨持续天数较长,因此胡麻倒伏严重,灌浆受到影响,产生瘪粒;成熟期虽然光照充足,但生长后期的气候条件对籽粒外观和产量影响依然非常严重。

由图 2 可知,胡麻各生育阶段因降水条件和水分需求的不同,各处理在不同时期 0~100 cm 土壤水分含量的垂直分布情况不同。在同一时期各处理的变化趋势类似。随着土层深度的加深,苗期土壤含水量逐渐减小,现蕾期、灌浆期、成熟期含水量逐渐增大,枞形期、开花期无明显规律性变化。在整个生育期,随着生育进程的进行,各土层土壤水分变化呈先降低后升高,最后再降低的趋势,现蕾期和开花期为 2 个水分变化拐点。0~50 cm 土层较 50~100 cm 各土层水分变化幅度大,变化规律明显。

因播前低温持续且墒情较好,各处理 0~100 cm 土层苗期土壤含水量高达 24.52%,且覆膜处理高于露地处理。随着土层的加深,土壤含水量减少,且减少幅度较大,达到 10.22%。其中,0~20 cm 土层中 T3、T1、T4、T2 处理的水分含量分别较 CK 高 16.67%、15.29%、14.85%、7.75%。枞形期 0~100 cm 土层各处理土壤水分的变化趋势先增后减,在 60 cm 处有个拐点,作物进行生长和水分利用,各土层深度处理间

土壤水分差异较苗期增大。现蕾期各处理水分含量较前期明显减少,0~20 cm 土层减低了 5.51%~10.98%,水分随土层的变化趋势同前一阶段,0~100 cm 土层水分跨度较枞形期加大,从 8.75%增加到 11.68%,不同土层各处理间水分差异减小。开花期水分较前一阶段增加且随着土层深度的加深逐渐增大。由于胡麻生长迅速,需水量加大,灌浆期和成熟期 0~100 cm 土层土壤含水量较开花期大幅减少,纵向随土层深度缓慢增加,各处理间水分差异减少。0~100 cm 水分变化幅度缩小,分别在 5.65%~5.81%。土壤含水量变化与植株生长的水分需求相呼应。

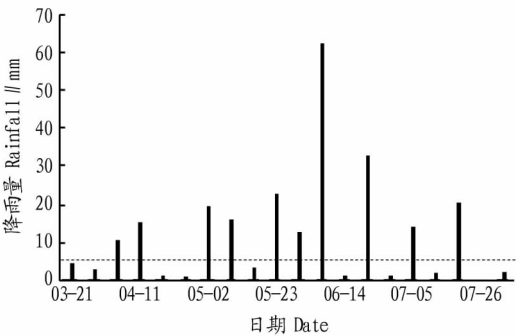


图 1 2017 年高平试验站胡麻全生育期(3—8 月)降雨量动态变化
Fig.1 Dynamic changes of precipitation in the whole growth period(March to August 2017) of flax at Gaoping experimental station

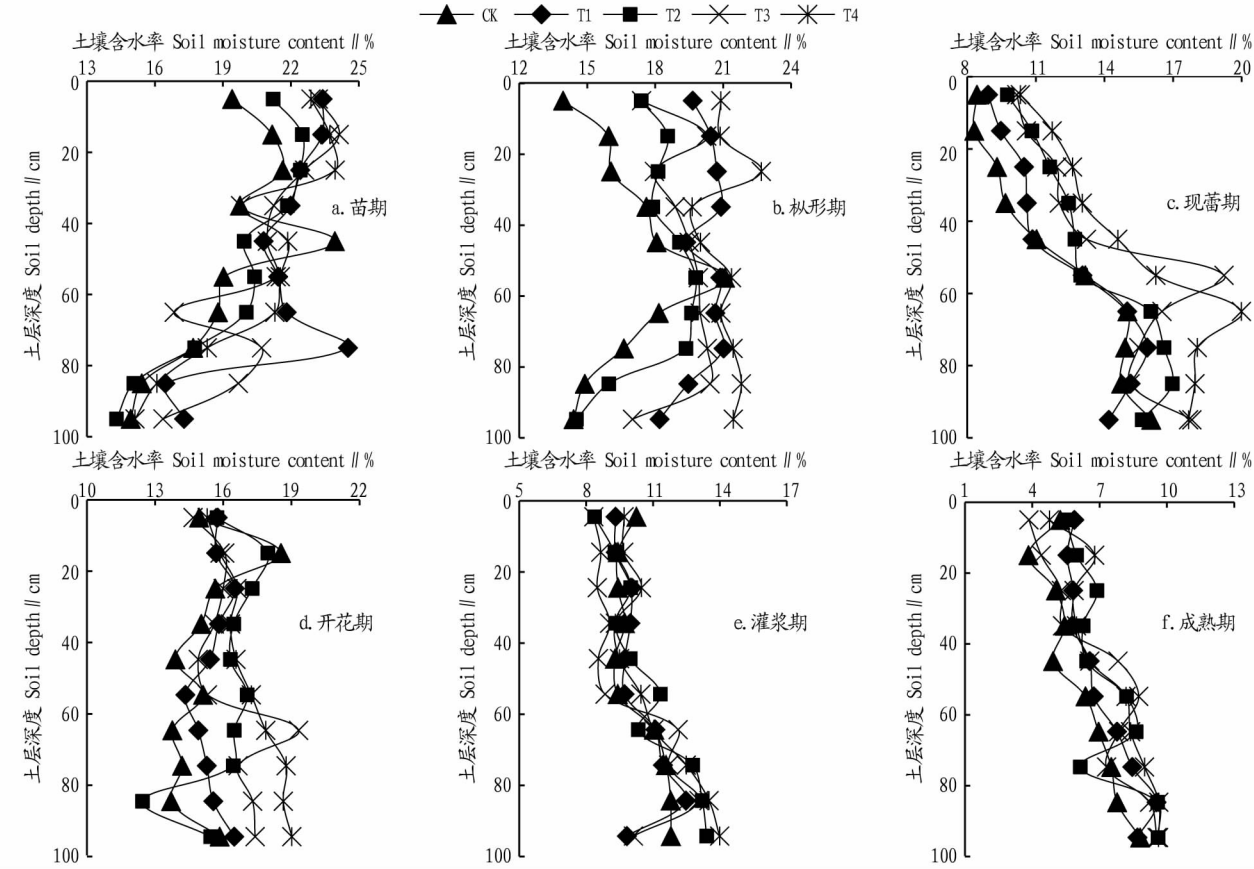


图 2 胡麻生长各生育时期不同处理 0~100 cm 土层土壤水分含量变化
Fig.2 Changes of soil moisture content in 0~100 cm soil layer of different treatments during flax growth stage

2.3 不同处理对胡麻根系分布的影响 不同生育时期各处理根系分布表现为覆膜处理根长、主根直径、根干重及侧根密度均大于露地处理。侧根密度随着土层深度的加深而减少。随着生育进程的进行,根长、主根TOP-5、TOP-10 直径、根干重数值呈直线增长趋势,TOP-0 直径及侧根各层密度先缓慢增长到灌浆期,而后从灌浆期到成熟期急速增加。

现蕾期各处理主根长平均在 5.98~6.73 cm。主根 TOP-0 cm 处平均直径在 1.83~2.85 mm。单株根重在 0.161~0.222 g。0~10 cm 侧根密度 T1 处理为74 g/m³,比同层对照处理高 67.5%,较同处理 10~20、20~30 cm 土层侧根密度分别高 2.19、2.59 倍。开花期,各处理主根长平均在 7.41~8.67 cm。主根 TOP-0 cm 处平均直径在 2.90~3.16 mm。单株根重在 0.23~0.32 g。根长较 12 d 前增长 1.38~2.02 cm。主根变粗,T1、T2、T3 处理不明显,T4 处理和 CK 处理 TOP-0 直径分别增粗 1.00、1.07 mm。单株根干重增加 0.003~0.145 g。0~10 cm 侧根密度 T2 处理、CK、T4 处理分别较 12 d 前增加 20.43%、71.67%、1.49 倍,T1 处理增加不明显,比同层对照处

理高 3.88%,较同处理 10~20、20~30 cm 土层侧根密度高 1.38、1.71 倍。灌浆期,各处理主根长平均在 8.70~9.31 cm。主根 TOP-0 cm 处平均直径在 3.20~3.53 mm。单株根重在 0.33~0.38 g,各处理间差异不大。与前一阶段相比,主根长、单株根干重增加不明显,分别在 0.28~1.41 cm、0.029~0.157 g。主根 TOP-0 直径增加 0.17~0.45 mm。侧根密度增加明显,0~10 cm 侧根密度较 12 d 前增加 14.8%~71.22%,T2 处理比同土层对照处理高 9.9%,较同处理 10~20、20~30 cm 土层侧根密度高 1.16、2.16 倍。侧根密度较上个阶段的增长幅度比之前的增加。成熟期,各处理主根长平均在 9.67~10.27 cm。主根 TOP-0cm 处平均直径在 3.54~6.46 mm。单株根重在 0.462~0.623 g。根长较 23 d 前增加 0.89~1.35 cm,主根 TOP-0 直径增加 0.34~2.93 mm,单株根干重增加 0.135~0.278 g。0~10 cm 侧根密度较 23 d 前增加 4.83%~84.88%,T2 处理比同层对照处理高 83.47%,较同处理 10~20、20~30 cm 土层侧根密度高 1.31、1.45 倍。根干重、10~20 和 20~30 cm 土层侧根密度大幅增加。

表 2 各生育时期不同处理对胡麻根系分布的影响
Table 2 Effects of different treatments on root distribution of flax at different growth periods

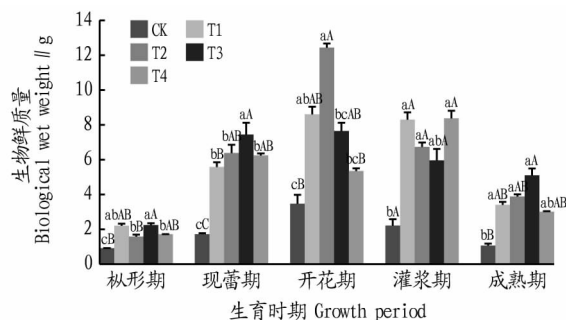
生育期 Growth period	处理编号 Treatment code	主根长度 Main root length//cm	主根直径 Main root diameter//mm			根干重 Root dry weight//g/株	侧根密度 Lateral root density//g/m ³		
			TOP-0	TOP-5	TOP-10		0~10 cm	10~20 cm	20~30 cm
现蕾期 Budding period	CK	5.98 bA	1.83 bA	0.82 bB	0.42 bA	0.161 cA	44 bB	20 bA	14 cB
	T1	6.69 aA	2.57 abA	1.06 aAB	0.54 aA	0.222 aA	74 aA	30 bA	21 abAB
	T2	6.59 aA	2.41 abA	1.03 aAB	0.53 aA	0.200 abcA	69 aAB	24 abA	16 bcB
	T3	6.27 abA	2.85 aA	1.10 aAB	0.53 aA	0.207 abA	69 aAB	27 abA	26 aA
	T4	6.73 aA	2.16 abA	1.22 aA	0.53 aA	0.171 bcA	46 bB	29 aA	26 aA
开花期 Flowering period	CK	7.41 cB	2.90 bA	1.25 bA	0.61 bA	0.269 bAB	77 bB	31 bA	27 cA
	T1	8.67 aA	2.96 abA	1.26 bA	0.66 abA	0.225 bB	79 bB	33 abA	29 abA
	T2	8.61 aA	3.00 abA	1.52 aA	0.73 aA	0.251 bAB	83 bB	34 abA	31 aA
	T3	7.65 bcB	3.08 abA	1.54 aA	0.71 aA	0.239 bB	79 bB	38 abA	27 bcA
	T4	7.90 bB	3.16 aA	1.31 abA	0.68 abA	0.316 aA	112 aA	40 aA	30 aA
灌浆期 Filling period	CK	8.70 bB	3.20 bA	1.57 bA	0.89 aA	0.327 bA	123 bA	58 bA	31 bA
	T1	8.95 bAB	3.39 abA	1.63 abA	0.90 aA	0.382 aA	133 abA	62 abA	43 aA
	T2	8.92 bAB	3.38 abA	1.62 abA	0.97 aA	0.354 abA	136 aA	62 abA	43 abA
	T3	8.84 bAB	3.53 aA	1.82 aA	0.91 aA	0.346 abA	134 abA	66 aA	32 abA
	T4	9.31 aA	3.33 abA	1.61 abA	0.91 aA	0.345 abA	129 abA	67 aA	39 abA
成熟期 Mature period	CK	9.67 cC	3.54 cB	1.84 bA	1.04 bA	0.462 cB	137 bB	84 bB	72 cB
	T1	10.24 aA	3.88 bcB	1.93 bA	1.06 bA	0.542 bAB	139 bB	97 bAB	88 bcAB
	T2	10.27 aA	4.56 bcAB	2.01 abA	1.12 bA	0.556 bAB	251 aA	109 bAB	102 bcAB
	T3	10.00 bB	6.46 aA	2.26 aA	1.32 aA	0.503 bcB	237 aA	120 abAB	100 abAB
	T4	10.20 aA	5.17 abAB	2.12 abA	1.12 bA	0.623 aA	157 bB	149 aA	140 aA

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note:Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level;different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.4 不同处理对胡麻生物量的影响 在胡麻整个生育期,随着生育进程的推进,生物鲜质量逐渐增加,开花期达到最大,灌浆成熟期降低,干质量到灌浆期达到最大,成熟期降低;干鲜质量比逐渐增加;水分占植株的比重逐渐降低;植株逐渐从营养生长过渡到生殖生长。各生育时期不同处理间干鲜质量比相差不大。①枞形期,T3 处理生物鲜质量最高,为 2.24 g/株,较 T4 处理、T2 处理、CK 分别增加 30.38% ($P<$

0.05)、41.68% ($P<0.01$)、1.44 倍 ($P<0.01$)。T1 处理生物干质量最高,为 0.338 g/株,较 CK 高 1.52 倍。各处理生物量干鲜比重在 13.41%~15.31%,在该阶段水分占植株的比重达到 86.59%。②现蕾期,生物鲜、干质量较枞形期成倍增长,鲜质量增长 1.87~4.03 倍,干质量增长 3.19~6.94 倍,T2 处理增长最多,CK 最少。T3 处理生物鲜质量最高,为 7.436 g/株,较 T1 处理、CK 分别极显著增加 33.38%、3.33 倍 ($P<0.01$),干质

量较 T4 处理、CK 极显著增加 60.88%、3.32 倍 ($P < 0.01$)。干鲜质量比在 18.39%~24.82%。③开花期,较现蕾期生物量增长放缓。鲜、干质量增长幅度分别为 1.02~2.01、1.05~2.92 倍,因此各处理间差距明显、长势差异大。T2 处理的生物鲜质量最高,为 12.437 g/株,较 T4 处理、CK 极显著增加 1.33、2.59 倍,干质量为 4.287 g/株,较 CK 极显著高 4.01 倍。对照处理在开花期较其他处理生物积累量多。各处理生物量干鲜质量比为 24.70%~34.47%,开花期 CK 处理较其他处理水分占植株的比重最高,为 75.3%。④灌浆期,各处理生物鲜质量开始降低,干质量大幅提升,增加了 1.53~2.81 倍。T4 处理生物鲜质量最高,为 8.366 g/株,较 CK 极显著增加 2.78 倍,T1、T2、T3、T4 处理干质量较 CK 显著增加 2.25、1.55、1.92、1.99 倍。干鲜质量比增加,说明这一阶段是经济产量积累、增产、各处理产量差异性来源的重要阶段。灌浆期水分占植株的比重最高为 48.62%。较开花期水分占植株比重降低,灌浆期是植株茎秆纤维生长的关键阶段。⑤成熟期,T3 处理的生物质量最高,鲜质量为 5.102 g/株,较 CK 显著高 4.83 倍,干质量为 4.150 g/株,较 CK 极显著增加 3.59 倍。各处理鲜干质量分别较前一生育时期降低 14.38%~64.04%、0.72%~36.77%。成熟期,植株叶子脱落,植株营养、水分转换为经济产量,各处理生物干鲜质量比在 81.34%~85.71%,较前一生育时期增长 26.80%~75.84%。成熟期水分占植株的比重最高为 18.66%。植株成熟时水分比重大幅降低。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

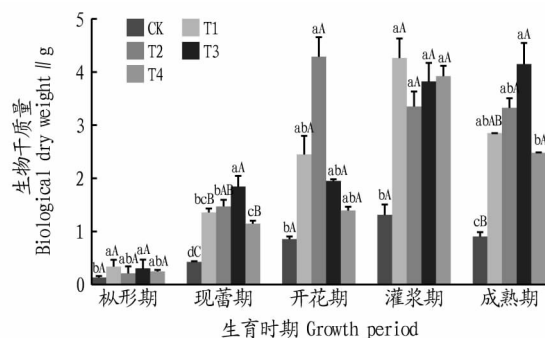
Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level

图 3 胡麻各生育时期不同处理生物鲜质量的比较

Fig.3 Comparison of biological wet weight of different treatments during flax growth period

2.5 不同处理对胡麻产量及其构成因素的影响 由表 3 可知,从产量来看,各处理中白色地膜覆盖处理(T1 处理)产量最高,为 1 548.52 kg/hm²,并较最低产量露地条播处理(CK)显著增产 49.91%,其次是转光膜(T3 处理)、降解膜(T2 处理)、黑膜(T4 处理)覆盖处理,3 个处理之间产量无显著性差异,较 T1 处理减产、对照增产均不显著。这说明覆膜处理较露地栽培能起到很好的增产作用,而不同类型地膜覆盖对产量的影响并不显著。

单株有效果数在 10.00~31.27 个,T3 处理最高且极显著



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level

图 4 胡麻各生育时期不同处理生物干质量的比较

Fig.4 Comparison of biological dry weight of different treatments during flax growth period

高于对照,其余各处理间无显著性差异。果粒数在 6.18~7.30 个,且各覆膜处理果粒数均显著高于 CK,T1 处理最多,极显著高于 CK,各覆膜处理间无显著差异。千粒质量在 5.15~6.38 g,各覆膜处理显著高于 CK,各覆膜处理间无显著差异。单株产量为 0.373~0.923 g,最高 T3 处理极显著高于 CK,显著高于 T2 处理,其余各处理间无显著性差异。单株生物干重在 1.87~3.95 g,T3 处理干重最大,较 CK 显著增加 1.11 倍,各处理产量收获指数接近,相差 0.05。各处理间产量构成因子变化与产量高低相呼应。

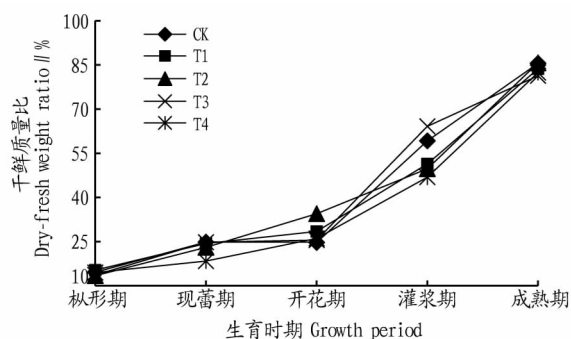


图 5 胡麻各生育时期不同处理干鲜质量比的比较

Fig.5 Comparison of the dry-fresh weight ratio of different treatments during flax growth period

2.6 不同处理对胡麻籽粒产量和水分利用效率的影响 由表 4 可知,不同类型地膜覆盖方式下作物耗水量在 204.20~306.39 mm,由高到低依次为 CK、T2、T4、T1 和 T3 处理。4 种覆膜处理的籽粒产量均高于对照,T1 处理最高,为 1 548.52 kg/hm²,CK 最低,为 1 032.94 kg/hm²。水分利用效率方面,T1 处理最高,每公顷农田上每毫米耗水量可生产胡麻 7.25 kg,其次是 T3 处理(6.60 kg)。4 种覆膜处理水分利用效率均大于 CK,在 5.25~7.25 kg/(hm²·mm),CK 水分利用效率最低,为 3.37 kg/(hm²·mm)。与 CK 相比,4 种处理作物耗水量分别降低 30.28%、18.62%、33.35%、24.56%,水分利用效率分别较 CK 高 1.15 倍、55.93%、95.83%、63.19%。由此可

见,各处理间水分利用效率差异性大。白色地膜和转光膜较效率高。
黑色膜和降解膜节水增产效果好,覆膜处理较露地种植生产

表 3 不同处理对胡麻产量及其构成因素的影响

Table 3 Effects of different treatments on the yield and its component factors of flax

处理编号 Treatment code	单株有效果数 Pod number per plant	果粒数 Seed number per pod	千粒质量 1 000-grain mass//g	单株产量 Output per plant//g	单株生物干重 Dry weight per plant//g	产量收获 指数 YHI	单位面积实际产量 Actual output kg/hm ²
CK	10.00±1.48 bB	6.18±0.95 aB	5.15±0.68 bA	0.37±0.05 bB	1.87±0.21 aB	0.20	1 032.94±21.56 bA
T1	21.65±7.46 abAB	7.30±1.77 aA	6.34±0.20 aA	0.67±0.40 abAB	2.83±0.27 abA	0.24	1 548.52±59.77 aA
T2	23.35±3.58 abAB	6.45±1.05 bAB	6.38±0.33 aA	0.65±0.08 bAB	3.13±0.17 abA	0.21	1 310.29±45.05 abA
T3	31.27±3.89 aA	7.23±0.51 aAB	6.18±0.45 aA	0.92±0.26 aA	3.95±0.45 aA	0.23	1 347.62±23.64 abA
T4	24.38±4.95 abAB	6.97±0.48 aAB	6.09±0.04 aA	0.70±0.22 abAB	2.76±0.92 abA	0.25	1 271.17±53.42 abA

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note:Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level;different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

表 4 不同处理对胡麻籽粒产量和水分利用效率的影响

Table 4 Effects of different treatments on the flax yield and water use efficiency

处理编号 Treatment code	土壤贮水量 Soil water storage//mm		作物耗水量 Water consumption mm	籽粒产量 Grain yield kg/hm ²	水分利用效率 Water use efficiency kg/(hm ² ·mm)
	播种前 Pre-planting	收获后 Post-harvesting			
CK	412.32	342.73	306.39	1 032.94	3.37
T1	431.43	454.63	213.60	1 548.52	7.25
T2	430.35	417.80	249.35	1 310.29	5.25
T3	428.51	461.11	204.20	1 347.62	6.60
T4	436.55	442.21	231.14	1 271.17	5.50

3 结论与讨论

地膜覆盖较露地栽培可以提高土壤的温度,加速土壤微生物的活动,降低土壤水分的无效蒸发,且覆膜处理下作物的分茎、分枝、干物质积累会更好,长势会更好。该试验中采用的降解膜、转光膜、黑色地膜是近几年发展的新型地膜,在试验研发、新型农业、蔬菜栽培等方面应用较多,但是在大田生产中,主要运用的是普通无色薄膜,由于普通地膜降解慢,易造成土壤中的残留,进而引起土壤退化,影响土壤的通透性、渗水性,以及对养分的吸收,因此研究其他功能性新型地膜很有意义,在地膜对作物生长的正向作用下,更加提高作物经济产出、降低生产成本。地膜覆盖在保温增产作物栽培上研究的很多,但是不同类型地膜的作物生长研究仅在玉米上做过^[13]。

总体而言,农艺性状上 T3 处理表现出优势,在株高、工艺长度、分茎分枝、蒴果数表现上更优。覆膜处理 0~100 cm 土层含水量高于露地,不同生育阶段,各处理随土层的变化趋势一致。苗期 0~20 cm 土层,T3、T1、T4、T2 处理的水分含量分别较 CK 高 16.67%、15.29%、14.85%、7.75%。现蕾期各处理水分含量较枞形期明显减少,0~20 cm 土层减低了 5.51%~10.98%。随着生育进程的进行,主根根长、TOP-0 主根直径、根干重、0~10 cm 侧根密度分别从现蕾期的 6.42 cm、2.36 mm、1.92 g、60 g/m³ 增加到成熟期的 10.08 cm、4.72 mm、5.37 g、184 g/m³。各处理生物鲜质量随生育进程的进行逐渐增加,直到灌浆成熟期降低,干质量到灌浆期降低,干鲜质量比逐渐增加。各阶段处理间的差异规律不明显。总体上 T1、T2、T3 处理表现优于 T4 处理、CK。T1 处理产量最高,为 1 548.52 kg/hm²,显著高于 CK,各覆膜处理间没有差异,且

T3、T2、T4 处理与 CK 间亦无显著差异。产量收获指数在 0.20~0.25,处理间差异不大。水分利用效率 T1 处理最高,为 7.25 kg/(hm²·mm),其次是 T3 处理,但总体上偏低,主要是气候的影响导致产量偏低。

仅从籽粒产量看,各类型地膜间无差别,但都比 CK 表现好。在地膜覆盖提高农作物产量的同时,白色污染问题也越来越严重^[1],残留在土壤中的地膜长期不腐烂将影响土壤通透性和渗水性,引起土壤退化^[14]。降解地膜覆盖易降解、回收方便、用工成本低、土壤污染少,且能明显提高玉米苗期和拔节期节根层数、节根条数、根干重,及显著增加玉米不同生育时期株高、叶面积及地上部干物质积累量^[15]。刘杨等^[16]在草莓上用的转光膜较普通膜可以使棚内日平均温度,生育期积温增加,果实品质和果实 V_c 含量都较普通膜高。研究人员通过覆盖添加转光剂(VTR)的棚膜有利于甜椒生长发育,改善甜椒叶片结构,诱导气孔开放,提高植株光合效率,促进果实花青苷与糖代谢,进而提高果实品质^[17]。转光棚膜种植的设施蔬菜较使用普通农用膜可增加温度 3~5℃,增产 20%左右,提前 7~10 d 上市^[18]。转光膜主要应用在大棚蔬菜上,没有用于大田作物种植,所以在在大田上开发转光膜有很大的应用前景。考虑到环保、土壤地力、籽粒产量和地膜差价,T3 处理可视为一种新的作物栽培覆膜选择。

参考文献

[1] 张淑敏,宁堂原,刘振,等.不同类型地膜覆盖的抑草与水土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.
[2] 张启忠,赵吉莲.淀粉基生物降解膜的制备研究[J].吉林化工学院学报,2013,30(9):53-55,67.
[3] 李岩,米庆华,史庆华,等.不同工艺转光膜对日光温室环境及番茄生长发育的影响[J].中国蔬菜,2016(9):34-39.

显著高于 500 mg/L 和 300 mg/L;扦插基质中,花泥和珍珠岩最佳,根长达 25.71 cm。对根长的影响也显著高于海绵,花泥作为水培扦插基质表现

表 4 不同因素对扦插成活率及生根情况多重比较
Table 4 Multiple comparative ananlysis of different factors on survival rate and rooting rate of cutting propagation

变量 Variable	水平 Level	成活率 Survival rate// %	生根条数 Number of roots// 根	根长 Root length// cm
A 生根剂种类 Kind of rooting agent	1	71.34±18.646 a	5.96±0.75 a	5.71±2.55 a
	2	80.13±19.352 a	7.83±1.23 a	5.93±2.37 b
	3	76.57±2.646 ab	5.37±1.75 a	5.47±1.38 a
B 生根剂浓度 Concentration of rooting agent	1	76.00±15.732 ab	6.81±0.91 ab	5.42±1.94 b
	2	72.24±9.033 b	6.53±0.63 b	5.86±2.08 b
	3	82.44±3.055a	7.53±1.33a	7.02±2.71 a
C 扦插基质 Cutting substrate	1	92.77±0.577a	15.11±1.02 a	25.71±0.12 a
	2	58.63±3.528 b	13.23±1.91 b	23.08±1.56 b
	3	80.03±1.033 c	14.64±1.33 ab	25.37±3.32 a

注:同列指标数值后的不同小写字母表示同一因素在不同水平间的差异显著($P<0.05$)
Note: Different lowercase letters in the same colum indicate significant difference at 0.05 level between different levels of the same factor

3 结论与讨论

植物生根剂是植物激素,能够影响穗条细胞分裂,不同种类及浓度的植物生根剂对细胞分裂的作用不同,合适的生根剂和适当的浓度可促进细胞分裂,形成愈伤组织,使穗条尽快生根^[9-11]。该研究表明,金边瑞香扦插成活率、生根条数及根长数据均表现为 NAA<IAA<IBA。在已生根的插穗中,随着生根剂浓度的升高,生根成活率、根数及根长呈递增变化,是否与生根剂浓度呈正相关,还需更多梯度的浓度试验进行验证。

基质是植物扦插生根的场所,目前生产和科研上主要以泥炭、蛭石、珍珠岩、椰糠、河沙等作为常用的扦插基质材料,不同植物根系对基质的通气状况和保水状况需求不同^[12-13],应依据树种插穗选用适宜的基质。该研究中,主要采用花泥、海绵、珍珠岩作为金边瑞香水培扦插基质,结果表明,花泥作为金边瑞香扦插基质在生根条数、长度及成活率等指标上均表现出优于珍珠岩及海绵,并结合生根剂 IBA 1 000 mg/L处理 10 min,其生根条数和成活率最高。该研究结果可能与花泥兼有保水透气性功能有关。但在生产中,金边瑞香扦插除了扦插固定基质、生根剂种类和生根剂浓度等

因素外,还包括日常管理,适当的遮阴、消毒及叶面肥的喷施等是否有利于插穗生根成活,仍需进一步的试验研究。

参考文献

[1] 张鲁归.室内水栽花卉[M].上海:同济大学出版社,1998:3-20.
[2] 何健峰.草本与木本水培植物根系诱导技术研究[D].长沙:中南林业科技大学,2016.
[3] 王佩.湖南常见室内水培花卉的筛选与根系诱导研究[D].长沙:中南林业科技大学,2014.
[4] 杨绍卿.室内花卉栽培与装饰[M].郑州:河南科学技术出版社,2001.
[5] 周华,李彦强,刘腾云,等.金边瑞香无土栽培基质配方的研究[J].江西科学,2012,30(4):450-453,479.
[6] HOUSE C H, BERGMANN B A, STOMP A M, et al. Combining constructed wetlands and aquatic and soil filters for reclamation and reuse of water[J]. Ecological engineering, 1999, 12(1/2): 27-38.
[7] 陈永华,吴晓芙,胡日利,等.花卉水培的机理与应用[J].安徽农业科学,2007,35(32):10291-10293.
[8] 朱玲.水培花卉的培育与管理[J].南昌高专学报,2005,20(6):103-104.
[9] 罗文扬,桃金娘及其盆栽技术[J].现代农业科技,2018(3):153-154.
[10] 宋祥兰,王兰英,邝先松,等.“赣州油”系列油茶容器育苗基质配方试验初探[J].中南林业科技大学学报,2014,34(1):23-26.
[11] 刘昊,朱晓波,周乃富,等.吡啶丁酸对核桃嫩枝扦插生根及内源激素变化的影响[J].浙江农林大学学报,2017,34(6):1038-1043.
[12] 赵翔,李清莹,姜清彬,等.不同基质和促根剂对灰木莲嫩枝扦插生根的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2019,43(2):23-30.
[13] 李先民,蒋月喜,李春牛,等.杜鹃红山茶无土栽培基质的筛选[J].江苏农业科学,2017,45(20):147-151.

(上接第 42 页)

[4] 寇尔丰,邓沛生,宋世威,等.转光膜在设施园艺生产中应用的研究进展[J].北方园艺,2018(1):155-159.
[5] 蒲文宣,易建华,孙在军,等.双转光膜对棚温及烟苗生长与生理特性的影响[J].中国农学通报,2008,24(9):407-411.
[6] 孙在军,易建华,刘建福,等.双转光地膜对烟草生长与生理特性及地温的影响[J].中国生态农业学报,2008,16(1):155-159.
[7] 谢东,杨友军,潘东英,等.聚乙烯除草地膜的制备及其结构与性能研究[J].塑料科技,2015,43(2):65-68.
[8] 郭强,于玲玲.不同类型薄膜覆盖对冀东地区玉米产量和水分利用效率的影响[J].灌溉排水学报,2016,35(8):73-77.
[9] 白雪,周怀平,解文艳,等.不同类型地膜覆盖对玉米农田土壤酶活性的影响[J].农业资源与环境学报,2018,35(4):381-388.
[10] 牛艳,吴燕,陈翔,等.气相色谱法分析胡麻油中脂肪酸组成[J].宁夏农林科技,2018,59(3):45-47.
[11] 张雷,李小燕,牛菊菊,等.旱地胡麻全膜大小垄侧穴播栽培技术研究

[J].干旱地区农业研究,2017,35(2):62-67.
[12] 杨丽,祁双桂,李青梅,等.不同覆膜栽培方式对胡麻水分利用效率和产量的影响[J].西北农业学报,2017,26(5):728-737.
[13] 张杰,贾志宽,李国领,等.不同材料地膜覆盖对玉米生物学性状的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(12):133-140,147.
[14] 符明联,和爱花,付丽春,等.地膜玉米田免耕直播油菜种植方式和效益分析[J].中国农学通报,2012,28(3):202-205.
[15] 唐文雪,马忠明.可降解地膜对玉米生长发育及水分利用效率的影响[J].中国农村水利水电,2019(9):54-58,63.
[16] 刘杨,刘琪,卫慧波,等.转光膜对草莓生长及品质的影响[J].中国蔬菜,2019(9):62-68.
[17] 张聃丘.新型转光棚膜对温室光环境及甜椒生长和果实产量品质的影响[D].泰安:山东农业大学,2019.
[18] 厉广辉,于继庆,魏永阳.农用薄膜研发及应用研究进展[J].农业科技通讯,2016(10):24-27.