

旧膜二次利用方式对旱地胡麻生长特性及产量的影响

王世红¹, 吴 兵²

(1. 甘肃省农业科学院小麦研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃农业大学生命科学技术学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 在大田环境下, 研究了 5 种旧膜处理方式对旱地胡麻生育进程中叶面积、干物质累积、净同化率 (NAR)、相对增长率 (RGR) 及产量和产量构成因子的影响。结果表明: 在花前营养生长期, 播种前收除旧膜并覆盖新膜免耕播种 (T4) 与当年收除旧膜并整地覆盖新膜、翌年播种 (T5) 处理较当年全膜覆盖作物收获后收除旧膜、翌年整地播种 (T6) (无覆膜对照) 对提高胡麻叶面积影响最为显著, 但花期及花后各处理与对照相比无显著差异。胡麻总干物质在花前 T4、T5 处理较 T6 积累量最多, 其中分器官茎、叶干物质呈现相同趋势, 花后 T5 处理跃居首位。NAR 因处理和生育时期不同而有所差异, 表现为生育前期 T4 高于其它处理, 生育后期 T5 处理最优的结果; RGR 在枞形期—现蕾期 T4、T5 处理较对照分别上升 20.45% 和 16.12%, 而花期 T5 处理表现最高, 二者均呈现出与其干物质积累动态相一致的趋势。5 种处理方式均提高了有效分枝数和千粒重, 对蒴果数和每果籽粒数影响不大, 其中 T4、T5 处理下胡麻籽粒产量分别达到了 $1\ 024.95\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $996.15\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 比对照显著增产 120.91%、114.71%, 旧膜留至翌年免耕播种 (T1)、在旧膜上覆土免耕播种 (T2)、当年作物收获后在旧膜上覆盖玉米秸秆、翌年去除秸秆免耕播种 (T3) 与对照 T6 产量差异不显著。可见, 收获后留旧膜、翌年收旧膜覆新膜免耕播种的处理方式有利于提高生长速率和干物质累积, 进而获得高产, 而结合生产效益, 收获后留旧膜翌年直接播种 (T1) 方式为干旱半干旱胡麻种植区旧膜再利用的最优选择。

关键词: 旧地膜; 二次利用方式; 胡麻; 生长特性; 产量

中图分类号: S563.2 文献标志码: A 文章编号: 1000-7601(2013)06-0008-07

Effects of different processing patterns of used plastic film on growth characters and yield of dryland oil flax

WANG Shi-hong¹, WU Bing²

(1. Wheat Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China;

2. College of Life Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: A field experiment was conducted to investigate the effects of 5 processing patterns of used plastic film on leaf area, dry matter accumulation, net assimilation rate (NAR), relative growth rate (RGR), yield and yield components of dryland oil flax. The results indicated that, compared with the treatment of T6 (collecting used film just after harvest with land preparation and no-mulch sowing in the next year), the treatments of T4 (collecting used film with replacement by new plastic film and no-tillage sowing in the next year) and T5 (collecting used film with replacement by new plastic film just after harvest and land preparation and sowing in the next year) increased the leaf area significantly during vegetative growth period before flowering, while there was no significant difference among the 6 treatments in and after flowering stage. Total dry matter of oil flax was accumulated rapidly under the treatments of T4 and T5 before flowering, and T5 expressed the highest accumulation after flowering. Meanwhile, dry matter accumulation in stems and leaves also presented an identical trend. NAR varied as a result of different treatments and different growth stages, i. e., it was the highest under T4 in early growth stage but under T5 in late growth stage. RGR under the treatments of T4 and T5 was also increased by 20.45% and 16.12%, respectively, compared to that under the control (T6) during fir shaped stage

收稿日期: 2013-05-27

基金项目: 甘肃省科技重大专项 (1203NKDF018); 甘肃省农业生物技术研究与与应用开发项目 (GNSW2012-12)

作者简介: 王世红 (1970—), 男, 甘肃宁县人, 硕士, 副研究员, 主要从事作物育种与栽培技术研究。E-mail: wangshh0811@163.com。

to budding stage, but that under T5 was the highest in flowering stage. All of the 5 processing patterns increased the effective branching number and 1000-grain weight of oil flax, but no significant effect was found in capsule number per plant and seed number per capsule. Under the treatments of T4 and T5, the yields of oil flax were increased by 120.91% and 114.71%, respectively, over the control, but there was no significant difference among the yields of T1 (keeping used film in field with no-till sowing on it in the next year), T2 (keeping used film in field with soil covering and no-till sowing on it in the next year), T3 (straw mulching on used film just after harvest and straw removing and no-mulch sowing in the next year) and the control. In conclusion, the processing pattern of T4 was beneficial to improve the growth rate and dry matter accumulation, and to realize high-yield of oil flax; considering the production benefit, T1 was the best choice to reuse plastic film for planting oil flax in arid and semiarid regions.

Keywords: used film; reuse pattern; oil flax, growth character; yield

地膜覆盖作为一项有效的农业增产技术,在我国有着较快的普及速度。目前,我国已经成为世界上地膜覆盖栽培作物面积最大的国家^[1]。随着地膜覆盖栽培作物面积的不断扩大,农田残膜污染问题日益严重,由于地膜多为聚氯乙烯和聚乙烯膜,具有很好的物理、化学和生物稳定性,在自然条件下不易降解,且回收率低,大量残留在土壤中积累,形成持久性污染,对农业可持续发展构成严重威胁,而引起国内外学者的高度重视^[2]。已有研究认为,农田残留地膜对土壤环境有较大影响,使土壤容重增加、土壤水分移动速度减慢,作物生长发育及产量也受到严重影响,应及时彻底清除^[3-5]。但由于每年清除一次农田残膜费工、费力,农民认可度不高、积极性不大,故研究重点多集中于如何制定政策、引导农民清理残膜以及残膜回收机械开发、利用方面^[6-7],有关农田残膜的再次利用研究报道较少。

胡麻是我国北方干旱半干旱地区的重要油料作物和经济作物,主要分布于甘肃、河北、内蒙、宁夏、新疆等省份^[8]。由于其具有较强的耐寒、耐瘠薄、抗旱、适应性广等特性,在农业生产中具有其它作物不可替代的作用。特别是近年来,随着市场的拉动,胡麻种植面积不断扩大,种植效益不断提升,已逐步成为农民调整种植结构的重要作物^[9-10]。国内外有关胡麻育种以及高产、优质栽培措施的研究也取得较多的研究成果^[11]。而我国胡麻主要生产地区地膜覆盖面积较大,有关农田旧膜对胡麻种植影响的研究刚刚起步,仅见“一膜多用穴播胡麻节本增效技术”的报道^[12],而对胡麻生长发育过程中干物质的积累分配更未见报道。因此,立足胡麻这种经济效益较高、发展潜力较大的作物研究农田残膜的利用方式,具有较强的理论意义和实践意义。本研究以全膜双垄沟播玉米收获后残留地膜的农田为试验田,以胡麻为研究作物,探讨了不同旧膜再利用方式对胡麻生育进程中相关生长特性及产量的影响,旨

在探明不同旧膜利用方式下胡麻植株干物质积累分配及生长规律,为寻求胡麻生长发育、获得高产的最佳栽培方式提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验于2010年在甘肃省定西市西巩驿镇进行。试验区地处黄河中游黄土高原沟壑区,海拔高度1 793 m,年平均气温7℃,年日照时数2 500 h,无霜期146 d,年降水量300~400 mm,年蒸发量平均为1 524.8 mm。春玉米为当地的主要作物,一年一熟。

1.2 试验设计

供试土壤为黑垆土,有机质含量为11.04 g·kg⁻¹,全氮0.99 g·kg⁻¹,碱解氮72.13 mg·kg⁻¹,速效磷8.41 mg·kg⁻¹,速效钾248.02 mg·kg⁻¹,pH8.4。供试胡麻品种为“陇亚10号”。供试地膜为聚乙烯吹塑农用地膜,厚度0.008 mm,甘肃省天水天宝塑业有限责任公司生产。

试验采用单因素随机区组设计方法。设置6种残膜处理方式(如表1所示),以目前生产上推行的处理T6为对照,3次重复,共18个小区。小区面积20 m²(4 m×5 m),小区间、重复间分别设置30 cm、50 cm的走道,试验区四周设1 m宽的保护行。2010年4月1日播种,播种密度设置为600万株·hm⁻²(行距15 cm,穴距11 cm),每穴播种子10粒。胡麻生长过程管理方式同一般大田,2010年8月1日收获。6种残膜处理方式所涉及旧膜二次利用,前茬均为全膜双垄沟播玉米茬,用穴播机播种,行距15 cm,不考虑平垄上还是垄沟,直接播种。如果仅在平垄上播种,胡麻群体密度不够;而若全在垄沟中播种,不仅密度不够,垄沟中玉米茬也影响胡麻出苗及生长。其中:

T1,收获后留旧膜,翌年直接播种。

T2,收获后留旧膜,翌年残膜覆土播种。设计处理时主要基于如何保护好残膜和免耕考虑的,覆盖

土主要为农田土,或邻近的荒田土,肥力及土壤性质与试验区农田土相当。覆土厚度为 0.5~1.0 cm,覆土如太薄,无法起到保护残膜及土壤墒情效果,而太厚的话,穴播机播种胡麻后,种子进入残膜下深度不够,影响出苗。

T3,收获后,旧膜覆盖作物秸秆,翌年除秸秆播种。旧膜覆盖作物秸秆时,在前茬玉米收获后将收获的秸秆进行覆盖,一层平铺,每公顷覆盖秸秆约

5 500 kg。

T4,收获后留旧膜,翌年收旧膜覆新膜播种。除旧膜后,直接免耕平覆新膜。

T5,收获后除旧膜,整地覆盖新膜,在玉米收获秸秆运离后,即进行整地,平覆膜。

T6(CK),收获后除旧膜时间仍为玉米收获秸秆运离后,也可适当后移。翌年整地主要在胡麻播种季前,即 3 月上中旬进行,参照露地播种翻耕,播种。

表 1 试验处理设置表

Table 1 Treatment design

处理 Treatment	农田旧膜处理方式 Processing patterns of residual plastic film in the field
T1	收获后留旧膜,翌年直接播种。 Keeping used film in field with no-till sowing on it in the next year.
T2	收获后留旧膜,翌年残膜覆土播种。 Keeping used film in field with soil covering and no-till sowing on it in the next year.
T3	收获后,旧膜覆盖作物秸秆,翌年除秸秆播种。 Straw mulching on used film just after harvest and straw removing and no-mulch sowing in the next year.
T4	收获后留旧膜,翌年收旧膜覆新膜播种。 Collecting used film with replacement by new plastic film and no-tillage sowing in the next year.
T5	收获后除旧膜、整地覆新膜,翌年播种。 Collecting used film with replacement by new plastic film just after harvest and land preparation and sowing in the next year.
T6(CK)	收获后除旧膜,翌年整地播种(不覆膜)。 Collecting used film just after harvest with land preparation and no-mulch sowing in the next year.

1.3 测定项目及方法

1.3.1 叶面积 分别在胡麻苗期(5月3日)、枞形期(5月20日)、现蕾期(6月10日)、花期(6月20日)、成熟期(7月20日),从各小区选取叶龄基本一致的植株进行叶龄标记,采用 WDY-500A 型微电子叶面积测量仪测定。

1.3.2 干物质 在胡麻各个生育时期,选取与叶龄标记基本一致的植株,取其地上部分,分器官置于烘干箱内 105℃ 杀青 30 min,然后在 85℃ 恒温下烘 6~8 h 至恒重,测定其干重。

1.3.3 净同化率(NAR) 以某一时间段内单位叶面积干物质的增长量表示($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$),此结果为一个广泛田间条件下作物群体净同化能力的综合结果,可以较真实反映作物群体的生产性能。

$$\text{NAR} = \frac{1}{L} \cdot \frac{dw}{dt} = \frac{(W_2 - W_1)(\ln L_2 - \ln L_1)}{(t_2 - t_1)(L_2 - L_1)}$$

式中, L 为叶面积, \ln 为自然对数, W_1, W_2 为 t_1, t_2 时的干重。 L_1 和 L_2 各为 t_1 和 t_2 时的叶面积。

1.3.4 相对生长率(RGR) 以作物在某一段时间内单位重量的物质的生长率来表示干物质生产能力($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$):

$$\text{RGR} = \frac{1}{W} \cdot \frac{dw}{dt} = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$$

式中, W_1, W_2 分别为在 t_1, t_2 时间单位面积上的总干重。

1.3.5 产量及产量构成因子 成熟后按小区测定各处理产量。每小区取样 15 株,进行室内考种,测定株高、有效分枝数、蒴果数、蒴果粒数及千粒重等产量构成因子指标。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2003、SPSS 16.0 统计软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 旧膜利用方式对胡麻单茎绿叶面积的影响

由图 1 可知,同一旧膜利用方式下,胡麻植株随生育期进程其单茎绿叶面积均呈现先上升后下降的单峰曲线,且叶面积都在现蕾期达到最高。现蕾期植株即将由营养生长进入生殖生长,高的叶面积所表征的强同化能力是其进行旺盛同化物运输的必要保证。同一生育期不同处理方式对胡麻单茎绿叶面积的影响不同,苗期 T5、T3 处理叶面积最高,分别达到了 $7.63 \text{ cm}^2, 6.42 \text{ cm}^2$,显著高于其它处理($P < 0.05$,下同),T4、T2、T1 处理次之,但都显著高于 T6, T6 处理最低。枞形期各处理叶面积除 T6 处理外,

其余处理较苗期均快速上升,且均显著高于对照 T6 处理,依次为 T4、T5、T2、T3、T1,分别达到了 27.26、25.06、23.86、22.80、22.13 cm²,它们之间差异不显著。现蕾期各处理叶面积表现出了与枞形期相同的趋势,T4、T5 处理显著高于其它处理,达到了 35.80、30.46 cm²,比最低 T6 处理分别增加了 53.91%、30.95%,尽管此时期 T6 处理较其枞形期快速上升,但仍显著低于其它处理。花期各处理间叶面积差异不显著,但 T4、T5 处理仍明显高于其它处理。由各时期胡麻单茎绿叶面积的差异及其变化趋势可以看出,对照 T6 处理较其它处理,尤其是 T4、T5 处理生育期间叶面积增长趋势有明显的滞后现象。

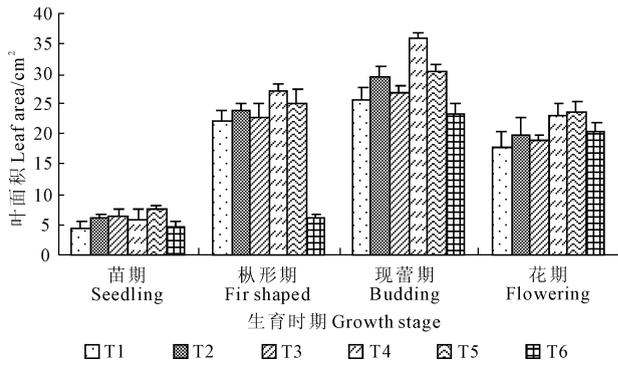


图1 不同旧膜利用方式对胡麻单茎绿叶面积的影响

Fig.1 Leaf area per stem of oil flax under different processing patterns of residual plastic film

2.2 旧膜利用方式对胡麻地上部生物量的影响

由图2可见,旱地胡麻地上部生物量在不同旧膜处理方式下总体均呈现上升趋势,但不同时期生物量的积累及其增长趋势对旧膜处理方式的响应不同。苗期 T4、T5 处理干物质积累量最高,分别达到了 0.48 g、0.46 g,显著高于其它处理,分别是对照 T6 的 2.90、2.74 倍,其次为 T2、T3、T1,仍显著高于最低 T6 处理;苗期到枞形期各处理的增长趋势相同,但均明显高于缓慢上升的对照 T6 处理。枞形期 T4 处理显著高于最低 T6 处理,达到了 3.01 g,而介于其中的各处理间差异不显著;现蕾期各处理下干物质的积累趋势与枞形期相似,尽管此时期 6 个处理间差异不显著,但 T4、T5 仍能积累较多的干物质,分别为 12.98、10.11 g,其次为 T2、T3、T1, T6 积累量最低,仅为 T4、T5 的 48.91%、62.86%;花期各处理间干物质积累量亦无显著差异,但 T5 积累量最高,为 16.58 g,同时表现出高于 T4 及其它处理的增长趋势,T6 仍为最低,增长缓慢,仅达到 9.67 g。现蕾期 T5、T1 干物质积累量分别达到了 22.10 g、21.31 g,显著高于 T3、T6,而 T4、T2 与各处理差异不显著。

由此可见,对照 T6 处理在不同时期干物质积累量均低于其它处理,而在胡麻营养生长期 T4 处理能够保持较高的干物质积累趋势,当转入生殖生长,T5 处理跃居首位,表现出更好地积累同化物的趋势。

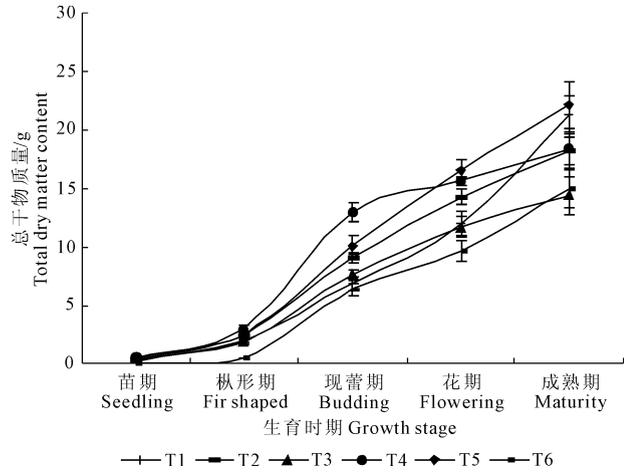


图2 不同旧膜利用方式对胡麻地上部总生物量的影响

Fig.2 Total overground biomass of oil flax under different processing patterns of residual plastic film

2.3 不同旧膜利用方式下胡麻各生育时期不同器官干物质积累的变化

由表2可知,6种处理下胡麻茎秆干物质积累总体均呈上升趋势,且都在成熟期达到最大,基本呈现自“苗期-现蕾期-花期-成熟期”的“上升-下降-上升”趋势。各处理经苗期到枞形期的干物质缓慢增长后,自枞形期开始迅速上升,在现蕾期达到一个低峰,其中 T4、T5 处理积累最多,分别较其枞形期增加了 5.87 g、4.42 g,其次为 T2、T1、T3 处理,最低为 T6 处理,由此营养期“库”的积累为生育后期籽粒的转运提供物质基础。之后,随着生育期进入花期所伴随的光合叶面积的减少,以及可能出现的当地环境高温的影响,光合产物向籽粒转运过程中,茎秆干物质与现蕾期相比有缓慢下降趋势,在此时期,T5 处理茎秆干物质居于第一位,其余依次为 T4、T2、T3、T1、T6,但各处理间无显著差异。成熟期 T5、T1 处理最高,达到了 10.48 g、10.02 g,显著高于 T4、T2、T6、T3。

各处理不同时期胡麻叶的干物质积累基本呈现 S 型曲线,都在花期达到最大。苗期叶的干物质质量 T4 最高,为 0.321 g,除与 T5 差异不显著外,显著高于其余处理,T6 叶的干物质质量最低,仅达到 0.113 g,显著低于其它处理。枞形期、现蕾期、花期各处理间叶干物质质量无显著差异,但表现出的干物质质量的增长趋势与茎秆的变化一致,在现蕾期以前均为 T4 处理增长最快,进入花期后,T5 处理跃居首位,T4 仍保

持一个较高的积累态势,其中对照 T6 处理均处于末位。成熟期果的干物质质量 T5、T1 最高,分别达到了 11.62 g、11.29 g,其次为 T2、T4、T3,最低为 T6 处理,仅分别为 T5、T1 处理的 60.72%、62.48%,差异达到了显著水平,可见 T5、T1 处理下胡麻在生育后期生殖器官的干物质积累优于其它处理。由不同处理下

胡麻总干物质积累(图 2)与分器官干物质积累(表 2)可见,在整个生育期中,收获后留旧膜,翌年收旧膜覆新膜播种(T4)与收获后除旧膜、整地覆新膜,翌年播种(T5)都能维持较高的干物质积累趋势,二者对胡麻生长影响的明显时期分别为营养生长期和生殖生长期。

表 2 旧膜利用方式对胡麻各生育时期器官干物质积累的影响/g

Table 2 Dry matter accumulation in various organs at different stage of oil flax under different processing patterns of residual plastic film

生育期 Stage	器官 Organ	旧膜利用方式 Patterns of residual plastic film					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6(CK)
苗期 Seedling	茎 Stem	0.114 ± 0.003b	0.121 ± 0.012b	0.111 ± 0.007b	0.166 ± 0.013a	0.159 ± 0.037a	0.055 ± 0.007c
	叶 Leaf	0.200 ± 0.016b	0.214 ± 0.009b	0.211 ± 0.003b	0.321 ± 0.051a	0.310 ± 0.061a	0.113 ± 0.018c
枞形期 Fir shaped	茎 Stem	0.780 ± 0.067ab	0.624 ± 0.192bc	0.815 ± 0.179ab	1.156 ± 0.500b	0.933 ± 0.314ab	0.171 ± 0.032c
	叶 Leaf	1.220 ± 0.075a	1.819 ± 1.292a	1.088 ± 1.071a	1.855 ± 1.258a	1.547 ± 0.210a	0.363 ± 0.010a
现蕾期 Budding	茎 Stem	3.690 ± 0.806a	4.752 ± 1.889a	3.675 ± 2.536a	7.034 ± 3.889a	5.353 ± 2.574a	2.940 ± 1.095a
	叶 Leaf	3.162 ± 1.080a	4.300 ± 1.582a	3.932 ± 1.717a	5.953 ± 2.905a	4.756 ± 1.765a	3.414 ± 2.383a
花期 Flowering	茎 Stem	2.992 ± 0.185a	3.975 ± 0.599a	3.398 ± 0.454a	4.437 ± 1.214a	4.648 ± 1.771a	2.814 ± 0.518a
	叶 Leaf	6.035 ± 1.010a	7.163 ± 1.253a	5.776 ± 0.908a	7.848 ± 2.506a	8.097 ± 4.501a	5.500 ± 2.320a
	果 Fruit	2.991 ± 1.306a	3.069 ± 0.984a	2.534 ± 1.643a	3.399 ± 0.780a	3.837 ± 2.324a	1.356 ± 0.692a
成熟期 Maturity	茎 Stem	10.021 ± 1.515a	7.914 ± 0.895bc	6.443 ± 0.341c	8.788 ± 0.353ab	10.484 ± 0.913a	7.844 ± 1.146bc
	果 Fruit	11.294 ± 2.139a	10.252 ± 0.429ab	7.958 ± 1.653bc	9.614 ± 1.292abc	11.622 ± 2.365a	7.057 ± 0.582c

注:表中小写字母 a、b 代表同一行不同旧膜利用方式间干物质质量的差异($P < 0.05$)。下同。

Note: Different lowercase letters in the same line mean significant difference at $P < 0.05$ for dry matter among different processing patterns of residual plastic film. The same as below.

2.4 旧膜利用方式对胡麻干物质积累特性的影响

与红外线 CO₂ 测定仪及光合仪等对充分发育而未衰老单叶测定的结果相比,通过植株干物重增加与总叶面积两个因子间接得出的植株净同化率一直是反映作物群体生产能力的主要指标之一。表 3 呈现的胡麻生育进程中 NAR 因处理不同而有所差异,苗期 - 枞形期 T4 处理的 NAR 最高,达到了 10.66 g·m⁻²·d⁻¹,其次为 T2、T1、T5、T3、T6 最低,仅为 T4 的 38.86%,此 NAR 的差异与相应时期干物质的积累趋势相似(见图 2);枞形期 - 现蕾期中对照 T6 的 NAR 达到了最高的 21.57 g·m⁻²·d⁻¹,可能主要由其枞形期显著低于其它处理的净干物质积累量所致,此进程中其余处理 NAR 依次为 T4、T5、T2、T3、T1;现蕾期 - 花期 T5 处理 NAR 显著高于其它处理,达到了 89.63 g·m⁻²·d⁻¹,而 T4 最低的 NAR 可能与其在经历了营养生长期干物质积累的快速增长后此时缓慢增长的趋势一致(见图 2)。

作物在生长过程中,生育前期积累越多,则生产效率越高,所形成的干物质就能越多地用于后期库的积累。由表 3 可知,苗期 - 枞形期 T6 处理 RGR

最低,仅为 0.070 g·g⁻¹·d⁻¹,其余处理差异不明显;枞形期 - 现蕾期此时期为胡麻快速生长期,T4 处理 RGR 最高,达到了 0.0695 g·g⁻¹·d⁻¹,其次为 T5、T3、T1、T2、T6 仍然最低,仅为 0.057 g·g⁻¹·d⁻¹;现蕾期 - 花期中,T5 处理 RGR 显著高于其它处理,为 0.18 g·g⁻¹·d⁻¹,显著高于其它处理,其次为 T1、T2、T3、T6、T4,分别为 T5 处理 RGR 的 30.50%、24.46%、23.38%、22.83%、10.16%。由此可知,胡麻各生育进程中 RGR 对不同处理的响应直接反映了其干物质的积累。

2.5 旧膜利用方式对旱地胡麻产量及产量构成因素的影响

将室内考种结果及依据小区实际产量计算而得的单位面积实际产量结果列于表 4。由表 4 可见,不同旧膜处理方式引起胡麻单株有效分枝数、千粒重及籽粒产量发生较大变化。各处理有效分枝数依次为:T4 > T5 > T2 > T1 > T3 > T6,其中,T4 有效分枝数达到了 16.66 个,与 T5、T2、T1、T3 无显著差异($P < 0.05$),但都显著大于对照 T6 处理。单株蒴果数与每果籽粒数各处理与对照间差异不显著,未因农

田残膜处理方式不同而出现差异。千粒重各处理与对照间差异显著, T4 处理最高, 为 7.60 g, 显著高于其它处理, 对照 T6 最低, 仅为 6.70 g, 显著低于其它处理, T5 显著高于 T1、T2(二者差异不显著), T3 与

T5、T1、T2 无显著差异。各处理籽粒产量由高到低依次为: T4 > T5 > T1 > T2 > T3 > T6, 其中, T4、T5 显著高于对照 T6, 比 T6 分别高出 120.91%、114.70%, T4 比 T1 高出 16.98%, 比 T2 高出 18.32%。

表3 不同旧膜利用方式对胡麻生育期进程干物质积累特性的影响

Table 3 Characters of dry matter accumulation during growth course of oil flax under different processing patterns of residual plastic film

项目 Item	生育期进程 Growth course	旧膜利用方式 Patterns of residual plastic film					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6(CK)
净同化率(NAR) Net assimilation ratio $/(g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1})$	苗期 - 枞形期 Seedling to fir shaped	8.95	9.45	7.14	10.66	8.06	4.09
	枞形期 - 现蕾期 Fir shaped to budding	9.65	11.88	10.96	15.14	13.14	21.57
	现蕾期 - 花期 Budding to flowering	23.94	21.24	17.98	9.29	89.63	15.23
相对生长率(RGR) Relative growth ratio $/(g \cdot g^{-1} \cdot d^{-1})$	苗期 - 枞形期 Seedling to fir shaped	0.1094	0.1168	0.1038	0.1079	0.0987	0.0703
	枞形期 - 现蕾期 Fir shaped to budding	0.0585	0.0626	0.0662	0.0695	0.0670	0.0577
	现蕾期 - 花期 Budding to flowering	0.0561	0.0450	0.0430	0.0187	0.1839	0.0420

表4 不同旧膜利用方式下胡麻产量构成因素及产量变化表

Table 4 Yield and yield components of oil flax under different processing patterns of residual plastic film

处理 Treatment	有效分枝数 Effective branching number	蒴果数 Capsule number per plant	蒴果粒数 Seed number per capsule	千粒重 1000-grain weight/g	籽粒产量 Grain yield $/(kg \cdot hm^{-2})$
T1	16.06 ± 3.40a	12.93 ± 3.28a	8.10 ± 0.51a	7.03 ± 0.07c	876.15 ± 11.68ab
T2	16.26 ± 3.94a	13.40 ± 3.51a	8.20 ± 0.45a	6.92 ± 0.08c	866.25 ± 24.54ab
T3	14.73 ± 0.75a	11.93 ± 1.62a	8.26 ± 0.58a	7.07 ± 0.07bc	756.15 ± 14.37ab
T4	16.66 ± 0.30a	13.60 ± 0.20a	8.70 ± 0.10a	7.60 ± 0.05a	1024.95 ± 16.02a
T5	16.46 ± 0.30a	13.80 ± 0.52a	8.36 ± 0.32a	7.25 ± 0.22b	996.15 ± 8.06a
T6(CK)	12.73 ± 2.24b	10.26 ± 2.38a	8.50 ± 0.51a	6.70 ± 0.05d	463.95 ± 5.10b

3 讨论与结论

覆盖方式对不同作物干物质积累、生理生态特性、水分利用效率、土壤理化性状及产量等的影响已有诸多报道^[13-17], 而作为新兴的覆盖方式, 不同旧膜利用方式对胡麻生长发育过程中光合性能、干物质积累分配的影响与其产量和产值紧密联系。叶片作为作物有机物质生产的主要器官, 其叶面积大小及功能期的长短对作物的光合作用有重要影响。傅兆麟等^[18]研究表明, 叶面积, 尤其是旗叶面积对穗粒重具有极显著正相关, 且开花后绿叶面积的大小影响籽粒的灌浆速率, 粒重受花后干物质积累量的制约^[19-20], 本研究不同旧膜利用方式对胡麻各生育期叶面积的影响在各时期都表现出 T4、T5 处理叶面积显著高于其它处理, 营养生长期 T4 处理居首

位而营养生长期后期至生殖生长期 T5 处理后来居上的叶面积变化, 由对照 T6 比其它处理明显滞后的叶面积增长趋势可见, 不同旧膜利用方式能够明显提前胡麻叶面积增长期的出现, 大大延长了叶片功能时期, 而 T4 处理花前较高的净同化率也很好地证实了这一点。这可能与前茬作物留旧膜, 翌年春天除旧膜覆新膜免耕播种, 在干旱环境下既有效防止了土壤水分散失又避免了土壤结构的破坏密不可分。此结果亦与 Saratha Kumudini 等对早熟型大豆的研究结论一致^[21]。

干物质积累和分配是产量形成的基础, 也是作物生长过程中“源-库-流”理论的主要组成部分。而干物质的生产与积累是一个复杂的动态过程。如大豆生育前期生长量不足, 干物质积累量过低, 会影响后期灌浆物质来源, 对产量形成不利^[22]。本研究

中露地对照 T6 处理下胡麻所表现出的整个生育期均低于其它处理的干物质积累量亦证实了这一点。闫志利等^[23]通过此旧膜利用方式对胡麻生理特性的影响也发现,其中 T4 处理有利于提高叶片可溶性蛋白,进而可能增强叶片光合能力和胡麻干物质的积累。而对常规不覆盖亚麻的干物质积累的研究发现,亚麻各生育期干物质积累是呈抛物线型,峰值在开花期,茎干物质随生育期进展逐渐增多,而根、叶的干物质逐渐减少^[24]。本研究表明,不同旧膜利用方式下总生物量及分器官生物量积累均高于对照,而非抛物线型呈不断上升趋势,其中,花前 6 个处理中 T4 处理下胡麻表现出了高于其它处理的同化力,不仅体现此过程其最高的干物质积累,亦体现在其苗期-枞形期高的净同化率($10.66 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)和快速生长期高的相对生长率上($0.1168 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)。花后 T5 处理干物质积累的上升和其高于其它处理的相对生长率($0.1839 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)直接反映到其最终的产量优势上。可见,花前各处理能促进胡麻生长的加快和干物质的迅速积累,其中以 T4 影响最明显;而花后干物质的累积直接影响胡麻籽粒、产量形成^[25],本研究中 6 种处理下,花前胡麻的同化积累量为:T4 > T5 > T2 > T3 > T1 > T6,花后积累量为:T5 > T1 > T4 > T2 > T3 > T6,表明胡麻产量的最终形成并非只由花后积累决定,而是花前干物质和花后干物质共同作用的结果,当年作物收获后留旧膜,翌年除旧膜覆新膜免耕播种方式(T4)对促进花前各器官干物质积累及延长光合功能期具有最优效果,也弥补了其花后积累的下降^[26]。

作物产量是其干物质积累与整个生育期生长特性的最终体现^[27]。以往研究表明农田残膜造成作物产量降低的原因是由于耕作措施将残膜混入土壤耕层内,破坏了土壤物理性状,影响了作物生长发育^[28-29]。当年作物收获后残膜留至翌年,播前收除旧膜覆新膜免耕播种与收获后除旧膜、整地覆新膜,翌年播种两处理产量分别达到 $1\ 024.95 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $996.15 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,比对照显著增产 120.91%、114.71%。当年作物收获后残膜继续留在田间,且在残膜上覆盖作物秸秆、翌年除去秸秆免耕直播和翌年直接免耕直播两处理产量分别达到 $756.15 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $876.15 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,分别比对照增产 62.98% 和 88.84%。尽管许多研究表明,秸秆覆盖在改善农田下垫面的性质和能量平衡、调节土壤温度和水分进而改善作物生长状况方面具有显著作用,也有较好的生态效应和增产效应^[30-32],但本研究中,T3 处理除了苗期叶面积较高外,枞行期、现蕾

期和花期叶面积并无优势,且各生育时期中其干物质积累量、NAR、RGR 也都居于后位。且由于 T3 为收获后即在旧膜上覆盖秸秆,经秋冬春降水后,翌年播种前,该处理土壤刚开始融冻,影响胡麻出苗,这都可能是其产量较低的原因所在^[33]。农田残膜覆盖至翌年覆土直播处理产量为 $866.25 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,比对照增产 86.71%,这可能是由于部分残膜进入耕层的缘故。农田残膜留置田间再次利用后,提高了胡麻有效分枝数和千粒重,但对蒴果数、每果籽粒数影响不大。尽管本试验中当年作物收获后留残膜、翌年除残膜覆盖新膜播种处理(T4)产量最高,但结合生产条件及投入产出比,应以收获后留旧膜,翌年直接播种(T1)处理较优,这也更符合当前旱作农业区农业种植效益低、农民对于操作简捷而收益较好栽培方式选择的客观实际。

参考文献:

- [1] 邢胜利,魏延安,李思训.陕西省农作物地膜栽培发展现状与展望[J].干旱地区农业研究,2002,20(1):10-13.
- [2] 杜晓明,徐刚,许端平,等.中国北方典型地区农用地膜污染现状调查及其防治对策[J].农业工程学报,2005,(2):225-227.
- [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(增刊):153-156.
- [4] 赵红萍.残膜对农田污染的调查及治理对策[J].新疆农业科技,2009,(6):57.
- [5] 孙志洁.棉田残膜污染调查及其危害[J].河南农业科学,2006,(4):61-62.
- [6] 张东兴.农用残膜的回收问题[J].中国农业大学学报,1998,3(6):103-106.
- [7] 梁来银.农田残膜污染状况及合理化应用建议[J].农业科技与信息,2011,(12):9-10.
- [8] 李文珍.旱地胡麻配方施肥试验[J].甘肃农业科技,2011,(2):39-40.
- [9] 中国农业年鉴(2006)[M].北京:农业出版社,2007.
- [10] 党占海,张建平.我国亚麻产业现状及发展对策[M].北京:中国农业科学技术出版社,2004.
- [11] 党占海,赵蓉英,王敏.国际视野下胡麻研究的可视化分析[J].中国麻业科学,2010,32(6):305-313.
- [12] 任稳江.一膜多用穴播胡麻节水增效技术[J].现代农业科技,2010,(12):74,85.
- [13] 杨国虎,李建生,罗湘宁,等.干旱条件下玉米叶面积变化及地上干物质积累与分配的研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(5):28-32.
- [14] 纪晓玲,岳鹏鹏,张静,等.不同覆盖方式对绿豆水分利用效率的影响[J].水土保持学报,2011,31(3):168-179.
- [15] 罗兴录,黄秋凤,郑华娟.不同地膜覆盖方式对土壤理化性状和木薯产量的影响[J].中国农学通报,2010,26(22):372-375.

响 LAI 形成的重要因子, 而此期间积温、日照时数对其影响较小。

叶向值是冠层结构的一个重要组成部分, 影响群体的受光状态。叶向值越大即叶片越直立, 群体透光性越好, 反之透光率越差。本试验表明, 年际间其叶向值差异较大, 叶向值与 7 月上旬的日照时数密切相关, 此时光照时间长短及强弱对上部叶片的伸展状态产生影响。

冠层的透性及光的分布与冠层结构密切相关, 透光率是一个重要指标。本试验表明, 年际间透光率存在较大差异。透光率与气象因子并无明显的相关关系, 但进一步分析发现, 透光率与叶向值呈显著正相关关系, 株高的高低对透光率也有一定的影响。

本研究仅反映郑单 958 和丹玉 39 群体结构对年际间气象因子变化的反应。它不同于一般性的单因子试验, 尽管品种、密度、施肥及田间管理等是在人为控制下进行的, 但各气象因子都是自然条件下的、变化的和不可控的, 各因子之间既有其独立性又存在错综复杂的相互关系。其它品种是否有同样的结果还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 黄高宝, 张恩和, 胡恒觉. 不同玉米品种氮素营养效率差异的生态生理机制[J]. 植物营养与肥料学报, 2001, 7(3): 293-297.
- [2] 李少昆, 赵明. 不同基因型玉米光合作用强度的调控研究

[J]. 石河子大学学报, 1998, 2(3): 245-250.

- [3] 陈亮, 史振声, 李凤海, 等. 辽宁省不同熟期玉米品种的产量及其相关性状比较[J]. 种子, 2010, 29(5): 68-71.
- [4] 史振声, 杨扬, 李凤海, 等. 玉米品种丹玉 39 的增产潜力研究[J]. 种子, 2010, 29(3): 72-74.
- [5] 田志刚, 田俊芹, 曹治彦, 等. 播种期对夏玉米产量及主要性状的影响[J]. 河北农业科学, 2006, 10(4): 14-15.
- [6] 李言照, 东先旺, 刘光亮, 等. 光温因子对玉米产量及产量构成因素值的影响[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(2): 86-88.
- [7] 马雅丽, 王志伟, 栾青, 等. 玉米产量与生态气候因子的关系[J]. 中国农业气象, 2009, 30(4): 565-568.
- [8] 东先旺, 刘绍棣, 刘培利, 等. 光温条件对高产夏玉米产量及产量性状的影响[J]. 莱阳农学院学报, 1991, 8(3): 192-197.
- [9] 李潮海, 刘奎, 周苏玫, 等. 不同施肥条件下夏玉米光合对生理生态因子的响应[J]. 作物学报, 2002, 28(3): 265-269.
- [10] 齐华, 梁熠, 赵明, 等. 栽培方式对玉米群体结构的调控效应[J]. 华北农学报, 2010, 25(3): 134-139.
- [11] 张永亮, 史振声, 李凤海, 等. 稀植与密植型玉米品种对密度反应的差异[J]. 中国种业, 2008, (6): 30-32.
- [12] 史振声, 孙萌, 李凤海, 等. 辽宁西部地区玉米密植潜力研究[J]. 玉米科学, 2010, 18(4): 99-102.
- [13] 杨国虎, 李新, 王承莲, 等. 种植密度影响玉米产量及部分产量相关性状的研究[J]. 西北农业学报, 2006, 15(5): 57-60.
- [14] 李明, 李文雄. 肥料和密度对寒地高产玉米源库性状及产量的调节作用[J]. 中国农业科学, 2004, 37(8): 1130-1137.
- [15] 胡昌浩, 董树亭, 岳寿松, 等. 高产夏玉米群体光合速率与产量关系的研究[J]. 作物学报, 1993, 19(1): 63-69.
- [16] 王谦, 陈景玲, 孙治强. 用 LA-2000 冠层分析仪确定作物群体外活动面高度[J]. 农业工程学报, 2005, 21(8): 70-73.

(上接第 14 页)

- [16] 张玉焯, 刘洋, 曾翔, 等. 覆盖方式对旱作水稻后期冠层生理生态特性及产量的影响[J]. 中国水稻科学, 2010, 24(5): 487-492.
- [17] 刘冬青, 辛淑荣, 张世贵. 不同覆盖方式对旱地棉田土壤环境及棉花产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(2): 18-21.
- [18] 傅兆麟, 马宝珍, 王光杰. 小麦旗叶与穗粒重的关系[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(1): 92-94.
- [19] 蔡庆生, 吴兆苏. 小麦籽粒生长各阶段干物质积累与粒重的关系[J]. 南京农业大学学报, 1993, 16(1): 27-32.
- [20] 郭文善, 封超年. 小麦开花后源库关系分析[J]. 作物学报, 1995, 21(3): 334-340.
- [21] Saratha Kumudini, David J Hume, Godfrey Chu. Genetic improvement in short season soybeans: I. Dry matter accumulation, partitioning, and leaf area duration[J]. Crop Science, 2001, 41(3): 391-398.
- [22] 陈艳秋, 宋书宏, 张立军, 等. 夏播菜用大豆生长动态及干物质积累分配的研究[J]. 大豆科学, 2009, 28(3): 468-471.
- [23] 闫志利, 吴兵, 党占海, 等. 农田旧膜再利用方式对胡麻生理特性及产量的影响[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(2): 1-6.
- [24] 潘廷慧, 张振福, 李殿一, 等. 亚麻干物质积累与氮磷钾吸收分

配的研究[J]. 中国麻作, 1996, 18(1): 34-36.

- [25] Gan Y T, Steobbe E H. Seedling vigor and grain yield of roblin wheat affected by seed size[J]. Agron J, 1996, 88: 456-460.
- [26] 孟凡德, 马林, 石书兵, 等. 不同耕作条件下春小麦干物质积累动态及其相关性状的研究[J]. 麦类作物学报, 2007, 27(4): 693-698.
- [27] 闫志利. 豌豆对水分胁迫的响应及复水效应研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009.
- [28] 孙志洁. 棉田残膜污染调查及其危害[J]. 河南农业科学, 2006, (4): 61-62.
- [29] 刘志锋. 残膜对棉花生长的影响及应对措施[J]. 农机科技推广, 2009, (3): 35-36.
- [30] 王甲辰, 刘学军, 张福锁, 等. 不同覆盖物对旱作水稻生长和产量影响[J]. 生态学报, 2002, 22(6): 922-929.
- [31] 陈奇恩. 中国塑料膜覆盖农业[J]. 中国工程科学, 2002, 4(4): 12-17.
- [32] 赵聚宝, 梅旭荣, 薛军红. 秸秆覆盖对旱地作物水分利用效率的影响[J]. 中国农业科学, 1996, 29(2): 59-66.
- [33] 高亚军, 李生秀. 旱地秸秆覆盖条件下作物减产的原因及作用机制分析[J]. 农业工程学报, 2005, 21(7): 15-19.