

不同移栽方式对烤烟生长和烟叶产质量的影响

谢可¹, 王涛^{1*}, 章友爱², 李伟¹, 徐学生¹

(1. 南平市烟草公司浦城分公司, 福建浦城 353400; 2. 浙江中烟工业有限公司, 浙江杭州 310000)

摘要 [目的]为浦城烟区提供更加适宜的烤烟生长模式。[方法]探讨了不同移栽方式下烟叶植株的生态学特性及烤后烟叶的主要经济性状,测定不同移栽方式对烤烟生长和烟叶产质量的影响。[结果]不同移栽方式与营养土配比对烟叶品质的影响极大,其中膜下移栽+营养土 30 kg/hm²(T₁)处理在大田生育期、烟草植株生长前期的生态学性状和干物质积累量、抗病性、主要经济性状方面最优。[结论]膜下移栽+营养土 30 kg/hm²最适宜浦城烟区烟叶种植及培育。

关键词 烟草;移栽方式;植物生理;烤烟品质

中图分类号 S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)05-0033-07

The Influence of Different Transplanting Methods on the Growth of Flue-cured Tobacco and the Yield and Quality of Tobacco Leaves

XIE Ke¹, WANG Tao¹, ZHANG You-ai² et al (1. Pucheng Branch of Nanping Tobacco Company, Pucheng, Fujian 353400; 2. China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310000)

Abstract [Objective] To provide more suitable growth mode for the flue-cured tobacco in Pucheng Tobacco Area. [Method] The ecological characteristics of tobacco plants and the major economic characters of flue-cured tobacco were discussed under different transplanting modes. The effects of different transplanting modes on the growth of flue-cured tobacco and the quality and yield of tobacco leaves were detected. [Result] Transplanting modes and nutritional soil ratio had extremely great impacts on the quality of tobacco leaves. Among them, treatment of down-film transplanting + nutritional soil 30 kg/hm²(T₁) was the optimal in ecological characters, dry matter accumulation, disease resistance and major economic characters during field growing stage and early growth of tobacco plants. [Conclusion] Treatment of down-film transplanting + nutritional soil 30 kg/hm² was the most suitable for planting and breeding in Pucheng Tobacco Area.

Key words Tobacco; Transplanting mode; Plant physiology; Quality of flue-cured tobacco

烟草(*Nicotiana tabacum* L.)作为我国最主要的经济作物之一,也是福建省优势经济作物。福建省烟草种植面积达 52.2 万 hm²,年产量达到 11820 万 kg。浦城县位于福建省的最北端,因土质较好、可耕作面积大成为福建省主要烟叶种植区^[1]。但由于纬度及海拔较其他烟区高、秋冬季温度和年均温度明显小于其他烟区^[2],导致浦城县的烟草移栽期温度比其他烟区低,容易影响烟株生长,间接影响烟叶的产量和质量^[3]。因此,浦城县烟草植株生长前期极易出现的霜冻、严寒气候已经成为烟株生长的一个重大难题,同时也影响我国低温地区种植烟草的产质量。目前,关于福建省地区新型移栽方式对烟草植株生长前期影响的研究鲜见报道。鉴于此,该研究对不同移栽方式下烟草植株的生态学性状、抗病性、主要经济性状及烤后烟叶质量等方面进行探讨,以期为浦城烟区提供更加适宜的烤烟生长模式。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况 试验在浦城县仙阳镇(118°22'20" E, 27°57'30" N)管九村进行,年平均气温 17.2 °C,年平均降水量 1 900 mm,海拔 278 m,土壤肥力中等,耕层为壤土,田块平坦,光照充足,排灌方便,烟—稻轮作。土壤养分含量如下: pH 5.38,有机质 23.47 g/kg,碱解氮 109.73 mg/kg,速效磷 76.62 mg/kg,速效钾 188.32 mg/kg,水溶性氯 5.79 mg/kg,交换性钙 415.63 mg/kg,交换性镁 57.63 mg/kg。

1.2 供试材料 供试品种为云烟 87。

基金项目 南平市烟草公司浦城分公司《提高浙江中烟浦城基地单元烟叶可用性》项目(NYK2015-06-03)。

作者简介 谢可(1992—),男,江西广丰人,助理农艺师,在读硕士,从事烤烟生产研究。*通讯作者,农艺师,硕士,从事烤烟生产研究。

收稿日期 2017-11-08

1.3 试验设计 试验设置 5 个处理,3 次重复:

T₁(膜下移栽配套中等含量营养土)处理:膜下移栽+营养土 30 kg/hm²。要求穴宽 8~10 cm,移栽时打穴深 15 cm,放入烟苗时在其四周加入营养土,然后盖上地膜。移栽 14 d 时掏出烟苗。

T₂(膜下移栽配套较高含量营养土)处理:膜下移栽+营养土 60 kg/hm²。烟苗移栽方式与 T₁ 处理相同,营养土用 60 kg/hm² 专用肥。移栽 14 d 时掏出烟苗。

T₃(膜上深栽配套中等含量营养土)处理:膜上深栽+营养土 30 kg/hm²。先盖膜后移栽,穴宽和移栽深度与 T₁ 和 T₂ 处理相同。营养土用 30 kg/hm² 专用肥。

T₄(膜上深栽配套较高含量营养土)处理:膜上深栽+营养土 60 kg/hm²。先盖膜后移栽,穴宽和移栽深度与 T₁ 和 T₂ 处理相同。营养土用 60 kg/hm² 专用肥。

T₅(常规清水深栽)处理:膜上深栽(窄穴),不施营养土。穴宽为 4~5 cm;移栽深度与 T₁ 和 T₂ 处理相同。

各处理移栽后需浇足定根水,施纯氮 126 kg/hm²,统一采用现蕾打顶。其中,各处理氮、磷、钾配比均为 1.00:0.70:2.77。

1.4 记录及测定项目

1.4.1 生育期记录。观察记载各处理生育期(移栽、团棵、现蕾、打顶、脚叶成熟、腰叶成熟、顶叶成熟时期)。

1.4.2 土壤基本情况记录。做好试验田块土壤调查,包括田块积水情况、前茬作物、肥力情况等。

1.4.3 植株生长量测定。分别在移栽后 25 d 和团棵时进行烟株取样。每个小区取 1 株(要求该取样株能够代表该小区的整体长势,避免取最大或最小株)。分别测定株高、

茎围、叶片数、根系干鲜重、地上部(含茎和叶)干鲜重。打顶后7 d,每个小区分别取1株烟株,分别测定每片叶的鲜重,105℃杀青30 min后,70℃烘干至恒重,测定每片叶干重。

1.4.4 烟株农艺性状记录。打顶后5~7 d测定各处理烟株农艺性状(每个小区测定1株),包括株高、茎围、节距、有效叶数和最大叶面积。

1.4.5 病害情况检测。在团棵期进行病毒病和气候斑调查,在上二棚采收时进行青枯病和赤星病的调查。

1.4.6 烟叶质量检测。每个小区取X2F、C3F、B2F共3个等级烟样各1~2 kg,进行外观质量及内在品质分析,包括烟碱、全氮、全钾、总糖、还原糖含量及感官评吸。并记载各处理单叶重、产量、产值、上等烟比例、中等烟比例、均价以及X2F、C3F、B2F共3个等级平均单叶重等。

1.5 数据处理 采用Excel 2010(Microsoft)和SPSS 17.0(IBM)等统计软件进行数据分析处理。

2 结果与分析

2.1 不同处理大田生育期比较 从表1可以看出,各处理的移栽期均为2月19日。膜下移栽配套中等含量营养土(T₁处理)条件下的团棵期是4月16日;膜下移栽配套较高含量营养土(T₂处理)条件下的团棵期是4月17日;膜上深

栽配套中等含量营养土(T₃处理)条件下的团棵期是4月18日;膜上深栽配套较高含量营养土(T₄处理)条件下的团棵期是4月18日;常规清水深栽(T₅处理)条件下的团棵期是4月19日。T₁、T₂处理的现蕾期是5月3日,T₃、T₄、T₅处理的现蕾期是5月4日。T₁、T₂处理的打顶期是5月14日,T₃、T₄、T₅处理的打顶期是5月15日。T₁、T₂、T₃、T₄、T₅处理的脚叶成熟期分别是5月30日、6月1日、6月2日、6月1日、6月2日。T₁、T₂、T₃、T₄、T₅处理的顶叶成熟期分别是7月14日、7月16日、7月15日、7月16日、7月16日。T₁、T₂、T₃、T₄、T₅处理的大田生育期分别为145、147、146、147、147 d。整个大田生育期烟株的生育期基本一致,为146 d左右。在团棵期方面,T₂处理比T₃、T₄、T₅处理早1 d,T₁处理比T₂处理早1 d,T₁处理在5个处理中最早。在现蕾期方面,T₁、T₂处理比T₃、T₄、T₅处理早1 d。在打顶时期方面,T₁、T₂处理比T₃、T₄、T₅处理早1 d。在脚叶成熟期方面,T₂、T₄处理比T₃、T₅处理早1 d。T₁处理最早,比T₂、T₄处理早1 d。在顶叶成熟期方面,T₃处理比T₂、T₄、T₅处理早1 d,T₁处理最早,比T₃处理早1 d,在大田生育期方面,T₃处理比T₂、T₄、T₅处理早1 d,T₁处理最早,比T₃处理早1 d。综上所述,各处理从团棵期开始至顶叶成熟期均出现了差异,其中T₁处理的团棵期最早、大田生育期最短、表现最优。

表1 不同处理的大田生育期比较

Table 1 Comparison of field growth stage in different treatments

处理编号 Treatment code	移栽期 Transplanting date 月-日	团棵期 Rosette date 月-日	现蕾期 Squaring date 月-日	打顶期 Topping date 月-日	脚叶成熟期 Sand leaf mature date//月-日	顶叶成熟期 Top leaf mature date//月-日	大田生育期 Field growth stage//d
T ₁	02-19	04-16	05-03	05-14	05-30	07-14	145
T ₂	02-19	04-17	05-03	05-14	06-01	07-16	147
T ₃	02-19	04-18	05-04	05-15	06-02	07-15	146
T ₄	02-19	04-18	05-04	05-15	06-01	07-16	147
T ₅	02-19	04-19	05-04	05-15	06-02	07-16	147

2.2 不同处理主要农艺性状及生物量比较

2.2.1 移栽后25 d。由表2可知,T₁处理移栽后25 d的株高平均值为6.33 cm,最高值为7.00 cm,最低值为5.00 cm;T₂处理移栽后25 d的株高平均值为4.00 cm,最高值为5.00 cm,最低值为3.00 cm;T₃处理移栽后25 d的株高平均值为4.67 cm,最高值为6.00 cm,最低值为4.00 cm;T₄处理

移栽后25 d的株高平均值为4.00 cm,最高值为5.00 cm,最低值为3.00 cm;T₅处理移栽后25 d的株高平均值为7.00 cm,最高值为9.00 cm,最低值为5.00 cm。移栽后25 d,T₂、T₄与T₅处理的株高在0.05水平下存在明显差异,T₂、T₄处理的株高比T₅处理明显低,各处理在0.01水平下均无显著差异。

表2 不同处理移栽后25 d的农艺性状及生物量比较

Table 2 Comparison of agronomic characters and biomass between treatments on 25 d after transplanting

处理编号 Treatment code	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	叶片数 Leaf number 片	根系鲜重 Root fresh weight//g	根系干重 Root dry weight//g	地上部鲜重 Fresh weight of overground part//g	地上部干重 Dry weight of overground part//g
T ₁	6.33 ± 1.15 abA	7.33 ± 0.29 aA	6.67 ± 0.58 aA	7.20 ± 1.51 aA	1.73 ± 0.64 aA	81.83 ± 15.79 aA	7.53 ± 1.27 aA
T ₂	4.00 ± 1.00 bA	7.33 ± 0.29 aA	5.33 ± 0.58 abA	7.10 ± 2.62 aA	1.60 ± 0.70 aA	67.23 ± 15.14 abA	5.70 ± 0.92 abA
T ₃	4.67 ± 1.15 abA	7.17 ± 0.58 aA	4.33 ± 1.53 bA	4.53 ± 0.31 aA	0.97 ± 0.12 aA	47.07 ± 5.66 bA	4.37 ± 0.42 bA
T ₄	4.00 ± 1.00 bA	7.00 ± 0.50 aA	4.67 ± 0.58 bA	4.40 ± 0.70 aA	0.93 ± 0.23 aA	44.63 ± 14.28 bA	4.17 ± 1.11 bA
T ₅	7.00 ± 2.00 aA	7.17 ± 0.58 aA	6.67 ± 1.15 aA	6.30 ± 1.15 aA	1.80 ± 0.92 aA	69.83 ± 19.32 abA	6.07 ± 1.90 abA

注:同列数据后不同大写字母表示处理间差异极显著($P < 0.01$);同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different capital letters in the same column indicated extremely significant differences ($P < 0.01$); different lowercases in the same column indicated significant differences ($P < 0.05$)

T₁ 处理移栽后 25 d 的茎围平均值为 7.33 cm, 最高值为 7.50 cm, 最低值为 7.00 cm; T₂ 处理移栽后 25 d 的茎围平均值为 7.33 cm, 最高值为 7.50 cm, 最低值为 7.00 cm; T₃ 处理移栽后 25 d 的茎围平均值为 7.17 cm, 最高值为 7.50 cm, 最低值为 6.50 cm; T₄ 处理移栽后 25 d 的茎围平均值为 7.00 cm, 最高值为 7.50 cm, 最低值为 6.50 cm; T₅ 处理移栽后 25 d 的茎围平均值为 7.17 cm, 最高值为 7.50 cm, 最低值为 6.50 cm。移栽后 25 d, 各处理间茎围均无明显差异。

T₁ 处理移栽后 25 d 的叶片数平均值为 6.67 片, 最高值为 7.00 片, 最低值为 6.00 片; T₂ 处理移栽后 25 d 的叶片数平均值为 5.33 片, 最高值为 6.00 片, 最低值为 5.00 片; T₃ 处理移栽后 25 d 的叶片数平均值为 4.33 片, 最高值为 6.00 片, 最低值为 3.00 片; T₄ 处理移栽后 25 d 的叶片数平均值为 4.67 片, 最高值为 5.00 片, 最低值为 4.00 片; T₅ 处理移栽后 25 d 的叶片数平均值为 6.67 片, 最高值为 8.00 片, 最低值为 6.00 片。移栽后 25 d, T₁、T₅ 处理的叶片数与 T₃、T₄ 处理在 0.05 水平下存在明显差异, T₃、T₄ 处理的叶片数比 T₁、T₅ 处理明显偏低, 各处理在 0.01 水平下均无显著差异。

T₁ 处理移栽后 25 d 的根系鲜重平均值为 7.20 g, 最高值为 8.60 g, 最低值为 5.60 g; T₂ 处理移栽后 25 d 的根系鲜重平均值为 7.10 g, 最高值为 9.90 g, 最低值为 4.70 g; T₃ 处理移栽后 25 d 的根系鲜重平均值为 4.53 g, 最高值为 4.80 g, 最低值为 4.20 g; T₄ 处理移栽后 25 d 的根系鲜重平均值为 4.40 g, 最高值为 5.20 g, 最低值为 3.90 g; T₅ 处理移栽后 25 d 的根系鲜重平均值为 6.30 g, 最高值为 7.40 g, 最低值为 5.10 g。移栽后 25 d, 各处理间根系鲜重均无明显差异。

T₁ 处理移栽后 25 d 的根系干重平均值为 1.73 g, 最高值为 2.20 g, 最低值为 1.00 g; T₂ 处理移栽后 25 d 的根系干重平均值为 1.60 g, 最高值为 2.30 g, 最低值为 0.90 g; T₃ 处理移栽后 25 d 的根系干重平均值为 0.97 g, 最高值为 1.10 g, 最低值为 0.90 g; T₄ 处理移栽后 25 d 的根系干重平均值为 0.93 g, 最高值为 1.20 g, 最低值为 0.80 g; T₅ 处理移栽后 25 d 的根系干重平均值为 1.80 g, 最高值为 2.60 g, 最低值为 0.80 g。移栽后 25 d, 各处理间根系干重均无明显差异。

T₁ 处理移栽后 25 d 的地上部鲜重平均值为 81.83 g, 最

高值为 98.20 g, 最低值为 66.70 g; T₂ 处理移栽后 25 d 的地上部鲜重平均值为 67.23 g, 最高值为 84.80 g, 最低值为 54.10 g; T₃ 处理移栽后 25 d 的地上部鲜重平均值为 47.07 g, 最高值为 52.2 g, 最低值为 41.00 g; T₄ 处理移栽后 25 d 的地上部鲜重平均值为 44.63 g, 最高值为 59.40 g, 最低值为 30.90 g; T₅ 处理移栽后 25 d 的地上部鲜重平均值为 69.83 g, 最高值为 88.60 g, 最低值为 50.00 g。移栽后 25 d, T₁ 处理与 T₃、T₄ 处理存在明显差异, T₃、T₄ 处理比 T₁ 处理明显偏低, 各处理在 0.01 水平下均无显著差异。

T₁ 处理移栽后 25 d 的地上部干重平均值为 7.53 g, 最高值为 9.00 g, 最低值为 6.70 g; T₂ 处理移栽后 25 d 的地上部干重平均值为 5.70 g, 最高值为 6.70 g, 最低值为 4.90 g; T₃ 处理移栽后 25 d 的地上部干重平均值为 4.37 g, 最高值为 4.70 g, 最低值为 3.90 g; T₄ 处理移栽后 25 d 的地上部干重平均值为 4.17 g, 最高值为 5.20 g, 最低值为 3.00 g; T₅ 处理移栽后 25 d 的地上部干重平均值为 6.07 g, 最高值为 7.90 g, 最低值为 4.10 g。移栽后 25 d, T₁ 处理地上部干重与 T₃、T₄ 处理存在明显差异, T₃、T₄ 处理比 T₁ 处理明显偏低, 各处理在 0.01 水平下均无显著差异。

综上所述, 不同移栽方式对烟草植株在移栽后 25 d 的植物学性状以及生物量具有显著性的影响。就移栽后 25 d 的植物学性状而言, 膜下移栽配套中等含量营养土 (T₃) 处理以及常规清水深栽 (T₅) 处理的烟草植株表现最好; 就移栽后 25 d 的烟草植株生物量而言, 膜下移栽配套中等含量营养土 (T₃) 处理的烟草植株表现最优。

2.2.2 团棵期。由表 3 可知, T₁ 处理团棵期的株高平均值为 13.33 cm, 最高值为 14.00 cm, 最低值为 12.00 cm; T₂ 处理团棵期的株高平均值为 11.00 cm, 最高值为 12.00 cm, 最低值为 10.00 cm; T₃ 处理团棵期的株高平均值为 11.67 cm, 最高值为 13.00 cm, 最低值为 11.00 cm; T₄ 处理团棵期的株高平均值为 11.00 cm, 最高值为 12.00 cm, 最低值为 10.00 cm; T₅ 处理团棵期的株高平均值为 14.00 cm, 最高值为 16.00 cm, 最低值为 12.00 cm。在团棵期的株高方面, T₂、T₄ 处理与 T₅ 处理在 0.05 水平下存在明显差异, T₂、T₄ 处理比 T₅ 处理明显低, 各处理在 0.01 水平下均无显著差异。

表 3 不同处理团棵期农艺性状及生物量比较

Table 3 Comparison of agronomic characters and biomass between treatments at rosette stage

处理编号 Treatment code	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	叶片数 Leaf number 片	根系鲜重 Root fresh weight//g	根系干重 Root dry weight//g	地上部鲜重 Fresh weight of overground part//g	地上部干重 Dry weight of overground part//g
T ₁	13.33 ± 1.15 abA	8.83 ± 0.29 aA	12.67 ± 0.58 aA	14.37 ± 3.07 aA	3.39 ± 1.33 aA	163.53 ± 31.52 aA	15.05 ± 2.41 aA
T ₂	11.00 ± 1.00 bA	8.83 ± 0.29 aA	11.33 ± 0.58 abA	14.17 ± 5.25 aA	3.10 ± 1.41 aA	134.40 ± 30.28 abA	11.29 ± 1.86 abAB
T ₃	11.67 ± 1.15 abA	8.67 ± 0.58 aA	10.33 ± 1.53 bA	9.07 ± 0.61 aA	1.91 ± 0.24 aA	94.13 ± 11.35 bA	8.68 ± 0.88 bAB
T ₄	11.00 ± 1.00 bA	8.50 ± 0.50 aA	10.33 ± 1.15 bA	8.77 ± 1.44 aA	1.84 ± 0.40 aA	89.10 ± 28.61 bA	8.24 ± 2.23 bB
T ₅	14.00 ± 2.00 aA	8.67 ± 0.58 aA	12.67 ± 1.15 aA	12.57 ± 2.36 aA	3.55 ± 1.82 aA	139.70 ± 38.75 abA	12.18 ± 3.76 abAB

注: 同列数据后不同大写字母表示处理间差异极显著 ($P < 0.01$); 同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different capital letters in the same column indicated extremely significant differences ($P < 0.01$); different lowercases in the same column indicated significant differences ($P < 0.05$)

T_1 处理团棵期的茎围平均值为 8.83 cm, 最高值为 9.00 cm, 最低值为 8.50 cm; T_2 处理团棵期的茎围平均值为 8.83 cm, 最高值为 9.00 cm, 最低值为 8.50 cm; T_3 处理团棵期的茎围平均值为 8.67 cm, 最高值为 9.00 cm, 最低值为 8.00 cm; T_4 处理团棵期的茎围平均值为 8.50 cm, 最高值为 9.00 cm, 最低值为 8.00 cm; T_5 处理团棵期的茎围平均值为 8.67 cm, 最高值为 9.00 cm, 最低值为 8.00 cm。在团棵期的茎围方面, 各处理间均无明显差异。

T_1 处理团棵期的叶片数平均值为 12.67 片, 最高值为 13.00 片, 最低值为 12.00 片; T_2 处理团棵期的叶片数平均值为 11.33 片, 最高值为 12.00 片, 最低值为 11.00 片; T_3 处理团棵期的叶片数平均值为 10.33 片, 最高值为 9.00 片, 最低值为 8.00 片; T_4 处理团棵期的叶片数平均值为 10.33 片, 最高值为 11.00 片, 最低值为 9.00 片; T_5 处理团棵期的叶片数平均值为 12.67 片, 最高值为 14.00 片, 最低值为 12.00 片。在团棵期的叶片数方面, T_1 、 T_5 处理与 T_3 、 T_4 处理在 0.05 水平下存在明显差异, T_3 、 T_4 处理比 T_1 、 T_5 处理明显偏低, 各处理在 0.01 水平下均无明显差异。

T_1 处理团棵期的根系鲜重平均值为 14.37 g, 最高值为 17.20 g, 最低值为 11.10 g; T_2 处理团棵期的根系鲜重平均值为 14.17 g, 最高值为 19.80 g, 最低值为 9.40 g; T_3 处理团棵期的根系鲜重平均值为 9.07 g, 最高值为 9.60 g, 最低值为 8.40 g; T_4 处理团棵期的根系鲜重平均值为 8.77 g, 最高值为 10.40 g, 最低值为 7.70 g; T_5 处理团棵期的根系鲜重平均值为 12.57 g, 最高值为 14.80 g, 最低值为 10.10 g。在团棵期的根系鲜重方面, 各处理间均无明显差异。

T_1 处理团棵期的根系干重平均值为 3.39 g, 最高值为 4.38 g, 最低值为 1.88 g; T_2 处理团棵期的根系干重平均值为 3.10 g, 最高值为 4.47 g, 最低值为 1.66 g; T_3 处理团棵期的根系干重平均值为 1.91 g, 最高值为 2.18 g, 最低值为 1.73 g; T_4 处理团棵期的根系干重平均值为 1.84 g, 最高值为 2.3 g, 最低值为 1.61 g; T_5 处理团棵期的根系干重平均值为 3.55 g, 最高值为 5.14 g, 最低值为 1.57 g。在团棵期的根系干重方面, 各处理间均无明显差异。

T_1 处理团棵期的地上部鲜重平均值为 163.53 g, 最高值为 196.20 g, 最低值为 133.30 g; T_2 处理团棵期的地上部鲜重平均值为 134.40 g, 最高值为 167.50 g, 最低值为 108.10 g; T_3 处理团棵期的地上部鲜重平均值为 94.13 g, 最高值为 104.50 g, 最低值为 82.00 g; T_4 处理团棵期的地上部鲜重平均值为 89.10 g, 最高值为 118.70 g, 最低值为 61.60 g; T_5 处理团棵期的地上部鲜重平均值为 139.70 g, 最高值为 117.30 g, 最低值为 99.90 g。在团棵期的地上部鲜重方面, T_1 处理与 T_3 、 T_4 处理存在明显差异, T_3 、 T_4 处理比 T_1 处理明显偏低, 各处理在 0.01 水平下均无明显差异。

T_1 处理团棵期的地上部干重平均值为 15.05 g, 最高值为 17.83 g, 最低值为 13.65 g; T_2 处理团棵期的地上部干重平均值为 11.29 g, 最高值为 13.29 g, 最低值为 9.62 g; T_3 处理团棵期的地上部干重平均值为 8.68 g, 最高值为 9.34 g, 最

低值为 7.68 g; T_4 处理团棵期的地上部干重平均值为 8.24 g, 最高值为 10.39 g, 最低值为 5.93 g; T_5 处理团棵期的地上部干重平均值为 6.07 g, 最高值为 15.81 g, 最低值为 8.31 g。在团棵期的地上部干重方面, T_1 处理与 T_3 、 T_4 处理存在明显差异, T_3 、 T_4 处理比 T_1 处理明显偏低, 各处理在 0.01 水平下均无明显差异。

综上所述, 不同移栽方式对烟草植株团棵期的植物学性状以及生物量具有显著性的影响, 就团棵期的植物学性状而言, 膜下移栽配套中等含量营养土(T_3)处理以及常规清水深栽(T_5)处理的烟草植株表现最好; 就团棵期的烟草植株生物量而言, 膜下移栽配套中等含量营养土(T_3)处理的烟草植株表现最优。

2.2.3 打顶后 7 d。由表 4 可知, T_1 处理打顶后 7 d 的株高平均值为 94.33 cm, 最高值为 96.00 cm, 最低值为 92.00 cm; T_2 处理打顶后 7 d 的株高平均值为 103.67 cm, 最高值为 107.00 cm, 最低值为 99.00 cm; T_3 处理打顶后 7 d 的株高平均值为 99.50 cm, 最高值为 110.00 cm, 最低值为 89.00 cm; T_4 处理打顶后 7 d 的株高平均值为 95.67 cm, 最高值为 103.00 cm, 最低值为 90.00 cm; T_5 处理打顶后 7 d 的株高平均值为 91.67 cm, 最高值为 100.00 cm, 最低值为 85.00 cm。 T_1 处理打顶后 7 d 的茎围平均值为 10.50 cm, 最高值为 11.00 cm, 最低值为 10.00 cm; T_2 处理打顶后 7 d 的茎围平均值为 11.50 cm, 最高值为 12.00 cm, 最低值为 10.50 cm; T_3 处理打顶后 7 d 的茎围平均值为 10.00 cm, 最高值为 11.00 cm, 最低值为 10.00 cm; T_4 处理打顶后 7 d 的茎围平均值为 11.00 cm, 最高值为 12.00 cm, 最低值为 10.00 cm; T_5 处理打顶后 7 d 的茎围平均值为 10.67 cm, 最高值为 12.00 cm, 最低值为 10.00 cm。 T_1 处理打顶后 7 d 的叶片数平均值为 18.00 片, 最高值为 18.00 片, 最低值为 18.00 片; T_2 处理打顶后 7 d 的叶片数平均值为 17.67 片, 最高值为 18.00 片, 最低值为 17.00 片; T_3 处理打顶后 7 d 的叶片数平均值为 18.00 片, 最高值为 19.00 片, 最低值为 18.00 片; T_4 处理打顶后 7 d 的叶片数平均值为 18.33 片, 最高值为 19.00 片, 最低值为 17.00 片; T_5 处理打顶后 7 d 的节距平均值为 18.67 片, 最高值为 19.00 片, 最低值为 18.00 片。 T_1 处理打顶后 7 d 的节距平均值为 5.24 cm, 最高值为 5.33 cm, 最低值为 5.11 cm; T_2 处理打顶后 7 d 的节距平均值为 5.87 cm, 最高值为 6.18 cm, 最低值为 5.50 cm; T_3 处理打顶后 7 d 的节距平均值为 5.53 cm, 最高值为 6.11 cm, 最低值为 4.94 cm; T_4 处理打顶后 7 d 的节距平均值为 5.23 cm, 最高值为 5.53 cm, 最低值为 4.47 cm; T_5 处理打顶后 7 d 的节距平均值为 4.91 cm, 最高值为 5.26 cm, 最低值为 4.72 cm。 T_1 处理打顶后 7 d 的最大叶面积平均值为 1 595.00 cm², 最高值为 1 679.00 cm², 最低值为 1 469.00 cm²; T_2 处理打顶后 7 d 的最大叶面积平均值为 1 509.33 cm², 最高值为 1 656.00 cm², 最低值为 1 216.00 cm²; T_3 处理打顶后 7 d 的最大叶面积平均值为 1 687.50 cm², 最高值为 1 725.00 cm², 最低值为 1 650.00 cm²; T_4 处理打顶后 7 d 的

最大叶面积平均值为 1 650.00 cm²,最高值为 2 030.00 cm²,最低值为 1 380.00 cm²;T₅ 处理打顶后 7 d 的最大叶面积平均值为 1 407.33 cm²,最高值为 1 562.00 cm²,最低值为 1 300.00 cm²。

表 4 不同处理打顶后 7 d 的农艺性状比较

Table 4 Comparison of agronomic characters between treatments on 7 d after topping

处理编号 Treatment code	株高 Plant height//cm	茎围 Stem girth//cm	叶片数 Leaf number//片	节距 Pitch//cm	最大叶面积 The maximum leaf area//cm ²
T ₁	94.33 ± 2.08 aA	10.50 ± 0.50 aA	18.00 ± 0.00 aA	5.24 ± 0.12 abA	1 595.00 ± 92.42 aA
T ₂	103.67 ± 4.16 aA	11.50 ± 0.87 aA	17.67 ± 0.58 aA	5.87 ± 0.34 aA	1 509.33 ± 254.03 aA
T ₃	99.50 ± 14.85 aA	10.00 ± 0.00 aA	18.00 ± 0.00 aA	5.53 ± 0.82 abA	1 687.50 ± 53.03 aA
T ₄	95.67 ± 6.66 aA	11.00 ± 1.00 aA	18.33 ± 1.15 aA	5.23 ± 0.43 abA	1 650.00 ± 338.67 aA
T ₅	91.67 ± 7.64 aA	10.67 ± 1.15 aA	18.67 ± 0.58 aA	4.91 ± 0.31 bA	1 407.33 ± 137.26 aA

注:同列数据后不同大写字母表示处理间差异极显著($P < 0.01$);同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)

Note:Different capital letters in the same column indicated extremely significant differences($P < 0.01$);different lowercases in the same column indicated significant differences($P < 0.05$)

在打顶后 7 d 的株高、茎围、叶片数、最大叶面积方面,各处理间均无明显差异。在打顶后 7 d 的节距方面,T₂ 与 T₅ 处理在 0.05 水平下存在明显差异,T₃ 处理比 T₂ 处理明显小,但在 0.01 水平下无显著差异。就打顶后 7 d 的农艺性状而言,各处理均未出现显著性差异,说明不同移栽方式对于烟草植株的后期生长不存在明显的影响,对烟草植株的最终生态学性状无明显的促进作用。

2.3 不同处理伸根期及旺长期干物质积累量比较 由表 5 可知,T₁ 处理伸根期的干物质积累量平均值为 7.52 g,最高值为 8.83 g,最低值为 6.77 g;T₂ 处理伸根期的干物质积累量平均值为 5.59 g,最高值为 6.59 g,最低值为 4.72 g;T₃ 处理伸根期的干物质积累量平均值为 4.31 g,最高值为 4.64 g,最低值为 3.78 g;T₄ 处理伸根期的干物质积累量平均值为 4.07 g,最高值为 5.19g,最低值为 2.93g;T₅ 处理伸根期的干物质积累量平均值为 6.11 g,最高值为 7.91 g,最低值为 4.21 g。在伸根期的干物质积累量方面,T₄ 处理与 T₁ 处理在 0.01 水平下差异显著,T₄ 处理比 T₁ 处理明显偏低,T₄、T₃ 处理与 T₁ 处理在 0.05 水平下差异显著,T₄、T₃ 处理比 T₁ 处理明显偏低。就伸根期的干物质积累量而言,不同移栽方式对伸根期的干物质积累量影响较大,膜下移栽配套中等含量营养土的移栽方式对烟草植株在伸根期的干物质积累量有显著的促进作用。

表 5 不同处理伸根期及旺长期干物质积累量比较

Table 5 Comparison of dry matter accumulation between treatments at root extending stage and vigorous growing stage g

处理编号 Treatment code	伸根期 Root extending stage	旺长期 Vigorous growing stage
T ₁	7.52 ± 1.14 aA	78.24 ± 4.40 aA
T ₂	5.59 ± 0.94 abAB	99.84 ± 22.61 aA
T ₃	4.31 ± 0.46 bAB	113.90 ± 12.55 aA
T ₄	4.07 ± 1.13 bB	90.21 ± 21.29 aA
T ₅	6.11 ± 1.85 abAB	87.64 ± 34.57 aA

注:同列数据后不同大写字母表示处理间差异极显著($P < 0.01$);同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)

Note:Different capital letters in the same column indicated extremely significant differences($P < 0.01$);different lowercases in the same column indicated significant differences($P < 0.05$)

T₁ 处理旺长期的干物质积累量平均值为 78.24 g,最高值为 81.89 g,最低值为 73.35 g;T₂ 处理旺长期的干物质积累量平均值为 99.84 g,最高值为 124.88 g,最低值为 80.91 g;T₃ 处理旺长期的干物质积累量平均值为 113.90 g,最高值为 125.30 g,最低值为 100.45 g;T₄ 处理旺长期的干物质积累量平均值为 90.21 g,最高值为 114.50 g,最低值为 74.74 g;T₅ 处理旺长期的干物质积累量平均值为 87.64 g,最高值为 124.07 g,最低值为 55.29 g。在旺长期的干物质积累量方面,各处理均无明显差异,说明不同移栽方式对旺长期烟草植株的干物质积累量无显著的促进作用。

2.4 不同处理病虫害发生比较 由表 6 可知,T₁ 处理团棵期气候性斑点病的发病率为 0.83%,病情指数为 0.46;T₂ 处理团棵期气候性斑点病的发病率为 0.79%,病情指数为 0.44;T₃ 处理团棵期气候性斑点病的发病率为 0.84%,病情指数为 0.46;T₄ 处理团棵期气候性斑点病的发病率为 1.10%,病情指数为 0.61;T₅ 处理团棵期气候性斑点病的发病率为 2.24%,病情指数为 1.25。团棵期不同移栽方式下的烟草植株均有零星患气候性斑点病,常规清水深栽(T₃)处理发病率及病情指数最高,而其他移栽方式处理下的烟草植株患气候性斑点病发病情况差异较小,以膜下移栽配套较高含量营养土(T₂)处理的抗病性表面最好。

T₁、T₂、T₃、T₄ 处理团棵期花叶病的发病率均为 0,病情指数均为 0;T₅ 处理团棵期花叶病的发病率为 0.01,病情指数为 0.93。在团棵期的花叶病方面,仅 T₅ 处理的烟草植株出现零星发病,但发病情况不明显。

T₁ 处理上二棚采收期的青枯病发病率为 5.70%,病情指数为 3.17;T₂ 处理上二棚采收期的青枯病的发病率为 6.18%,病情指数为 3.44;T₃ 处理上二棚采收期的青枯病的发病率为 5.83%,病情指数为 3.24;T₄ 处理上二棚采收期的青枯病的发病率为 7.77%,病情指数为 4.32;T₅ 处理上二棚采收期的青枯病的发病率为 12.64%,病情指数为 7.03。上二棚采收期不同移栽方式下,T₅ 处理的烟草植株青枯病患病最严重,而 T₃ 处理的烟草植株抗青枯病表现最好。

5 个处理上二棚采收期赤星病的发病率均为 0,病情指数均为 0。各处理均未出现赤星病发病情况。

综上所述, T₁ 处理的烟草植株在抗病性方面表现最优, 其次为 T₃ 处理的烟草植株, T₅ 处理的烟草植株抗病性表现最差。

表6 不同处理的病害发生比较

Table 6 Comparison of disease occurrence between treatments

处理编号 Treatment code	气候性斑点病 Climate scab (团棵期)		花叶病 Mosaic disease (团棵期)		青枯病 Bacterial wilt (上二棚采收期)		赤星病 Brown spot (上二棚采收期)	
	发病率 Morbidity//%	病指 Disease index	发病率 Morbidity//%	病指 Disease index	发病率 Morbidity//%	病指 Disease index	发病率 Morbidity//%	病指 Disease index
T ₁	0.83	0.46	0	0	5.70	3.17	0	0
T ₂	0.79	0.44	0	0	6.18	3.44	0	0
T ₃	0.84	0.46	0	0	5.83	3.24	0	0
T ₄	1.10	0.61	0	0	7.77	4.32	0	0
T ₅	2.24	1.25	0.01	0.93	12.64	7.03	0	0

2.5 不同处理主要经济性状比较 由表7可知,在产量方面, T₅ 处理的产量最高,为 138.15 kg/hm², 其次为 T₄ 处理。在均价方面, T₁ 处理的均价最高为 27.06 元/kg, 其次为 T₃ 处理。在产值方面, T₅ 处理的产值最高,为 3 708.41 元/hm², 其次为 T₄ 处理。在上等烟比例方面, T₃ 处理的上等烟比例最高为 78.98%, 其次为 T₄ 处理。在 C2F 等级比例方面, T₁ 处

理的 C2F 等级比例最高,为 4.81%, 其次为 T₄ 处理。在 C3F 等级比例方面, T₃ 处理的 C3F 等级比例最高,为 42.04%, 其次为 T₂ 处理。

综上所述,根据目前我国烟叶市场需求,以均价、上等烟比例、C2F 等级比例、C3F 等级比例表现最为重要,因此 T₁ 处理与 T₃ 处理的表现较为良好。

表7 不同处理的主要经济性状比较

Table 7 Comparison of the major economic characters between treatments

处理编号 Treatment code	产量 Yield//kg/hm ²	均价 Average price 元/kg	产值 Output value 元/hm ²	上等烟比例 Proportion of first- class tobacco//%	C2F 等级 Grade C2F//%	C3F 等级 Grade C3F//%
T ₁	1 979.10	27.06	53 546.55	78.12	4.81	40.48
T ₂	1 966.95	27.00	53 102.25	77.92	3.97	41.94
T ₃	1 952.40	27.01	52 737.00	78.98	3.76	42.04
T ₄	2 030.10	26.93	54 666.00	78.72	4.26	41.49
T ₅	2 072.25	26.84	55 626.15	77.96	3.12	41.58

2.6 不同处理烟叶主要化学成分比较 由表8及南平市烟叶主要化学成分评价标准分析可知, T₁ 处理的下部叶、中部叶的烟碱含量偏高,上部叶的烟碱在标准范围之内; T₂ 处理的中部叶烟碱含量偏高,下部叶、上部叶的烟碱含量在标准范围之内; T₃ 处理的中部叶、上部叶烟碱含量偏高,下部叶烟碱含量在标准范围之内; T₄ 处理的下部叶、中部叶烟碱含量偏高,上部叶烟碱含量在标准范围之内; T₅ 处理的下部叶、上部叶烟碱含量在标准范围之内,中部叶烟碱含量偏高。在还

原糖方面, T₁ 处理的下部叶还原糖含量在标准范围之内,中部叶、上部叶还原糖含量偏低; T₂ 处理的下部叶、中部叶还原糖含量在标准范围之内,上部叶还原糖含量偏低; T₃ 处理的各部位还原糖含量均偏低; T₄ 处理的下部叶还原糖含量在标准范围之内,中部叶、上部叶还原糖含量偏低; T₅ 处理的下部叶、中部叶还原糖含量偏低,上部叶还原糖含量在标准范围之内。在总氮方面,各处理各个部位的总氮量均在标准范围之内。在氯化钾方面,各处理各个部位的氯化钾含量均在标

表8 不同处理烟叶主要化学成分比较

Table 8 Comparison of major chemical components in tobacco leaves between treatments

处理编号 Treatment code	部位 Position	烟碱 Nicotine %	总糖 Total sugar %	还原糖 Reducing sugar %	总氮 Total nitrogen %	钾 Potassium %	氧化钾 Potassium oxide %	pH	糖碱比 Sugar- nicotine ratio	两糖比 Two sugar ratio	氮碱比 Nitrogen- nicotine ratio	两糖差 Difference between two sugars
T ₁	下部叶	1.90	30.03	23.23	2.08	2.89	3.48	5.44	12.22	0.77	1.09	6.80
	中部叶	3.23	27.30	19.52	2.07	2.27	2.73	5.44	6.05	0.72	0.64	7.78
	上部叶	3.02	26.54	18.94	2.30	2.45	2.95	5.39	6.26	0.71	0.76	7.60
T ₂	下部叶	1.70	30.84	23.27	1.98	2.93	3.53	5.50	13.66	0.75	1.16	7.57
	中部叶	2.92	28.83	20.18	1.88	2.43	2.93	5.51	6.90	0.70	0.64	8.65
	上部叶	2.94	25.49	17.51	2.10	2.32	2.79	5.45	5.95	0.69	0.71	7.98
T ₃	下部叶	1.49	24.91	19.39	2.46	3.52	4.24	5.41	12.99	0.78	1.65	5.52
	中部叶	2.78	27.93	19.24	2.13	2.37	2.86	5.44	6.93	0.69	0.77	8.69
	上部叶	3.65	23.02	16.54	2.48	2.68	3.23	5.46	4.53	0.72	0.68	6.48
T ₄	下部叶	1.83	27.17	20.86	2.23	3.38	4.07	5.51	11.41	0.77	1.22	6.31
	中部叶	2.91	27.97	18.44	2.24	2.70	3.25	5.45	6.35	0.66	0.77	9.53
	上部叶	2.96	27.94	18.67	2.02	2.31	2.78	5.44	6.30	0.67	0.68	9.27
T ₅	下部叶	1.70	26.41	18.97	2.26	3.61	4.35	5.45	11.14	0.72	1.33	7.44
	中部叶	2.87	26.12	18.50	2.43	2.76	3.32	5.44	6.46	0.71	0.85	7.62
	上部叶	2.61	29.70	20.49	1.95	2.24	2.70	5.42	7.86	0.69	0.75	9.21

准范围之内。在糖碱比方面, T_1 处理的下部叶、上部叶糖碱比均在标准范围之内, 中部叶糖碱比偏低; T_2 处理的中部叶、上部叶糖碱比偏低, 下部叶糖碱比在标准范围之内; T_3 处理的下部叶糖碱比在标准范围之内, 中部叶、上部叶糖碱比偏低; T_4 处理的下部叶、上部叶糖碱比在标准范围之内, 中部叶糖碱比偏低; T_5 处理的下部叶、上部叶糖碱比在标准范围之内, 中部叶糖碱比偏低。在氮碱比方面, T_1 处理的中部叶氮碱比偏低, 下部叶、上部叶氮碱比在标准范围之内; T_2 处理的中部叶氮碱比偏低, 下部叶、上部叶氮碱比在标准范围之内; T_3 、 T_4 、 T_5 处理的各部位氮碱比均在标准范围之内。

综合对比, T_2 处理的烟叶内在化学成分最协调, 而 T_1 和 T_5 处理的烟叶内在化学成分表现次之, T_3 处理的烟叶内在化学成分协调性表现最差。

3 结论与讨论

该试验分析了 5 种不同移栽方式与营养土配比处理下烟叶植株生育期、烟叶质量以及烤烟品质的差异。在团棵期方面, T_1 处理最早进入该时期; 在现蕾期方面, T_1 、 T_2 处理较早进入该时期; 而在打顶时期方面, T_1 、 T_2 处理同样较早进入该时期; 团棵期、现蕾期以及打顶期作为烟草植株最重要的时期, 移栽方式的不同对其影响很大。该试验结果显示, 膜下移栽的方式能让植株较早进入该时期, 分析原因可能是因为膜下移栽情况下温度较高, 对烟苗的返苗和伸根具有促进作用, 能让团棵期、现蕾期以及打顶期时间提前。 T_1 处理在脚叶成熟期、顶叶成熟期以及大田生育期方面均最早, 说明用膜下移栽的方式配合 $30 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 营养土对植株的生长起到了最佳的促进作用, 因为比膜上移栽的方式比较, 膜下移栽能使植株储备更多的能量、减少消耗, 这与刘广玉等^[4]的研究结果类似。营养土的配施在 $30 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 为宜, 低于

$30 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 植株无法获得足够的营养支持生长, 而过多的营养土施肥则会导致植株贪青晚熟, 使成熟期延长, 甚至不能正常成熟。梁许清等^[5]的研究也得出了同样的结论。膜下移栽的方式配合 $30 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 营养土在移栽后 25 d 和团棵期的地上部分重量以及伸根期的干物质积累量明显高于 T_3 、 T_4 处理, 说明膜下移栽的方式配合 $30 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 营养土的移栽方式对于烟草植株的前期生长具有明显的促进作用。膜下移栽配套中等含量营养土(T_1 处理) 条件下的烟草植株在抗病性方面表现最优, 说明该移栽方式能够在一定程度上提高烟草植株的抗病性。 T_1 处理的烟叶在主要经济性状方面明显更优, 说明膜下移栽方式能够显著提高烤烟的经济效益, 这与惠安堂等^[6]的研究结论相同。

研究结果显示, 不同移栽方式与营养土配比对烟叶品质的影响极大, 其中膜下移栽 + 营养土 $30 \text{ kg}/\text{hm}^2$ (T_1 处理) 在大田生育期、烟草植株生长前期的生态学性状和干物质积累量、抗病性、主要经济性状方面最优, 说明该移栽方法及营养土配比方式为所有处理中最优, 最适宜浦城烟区烟叶种植及培育, 可进行推广和施用。该研究对烤烟种植栽培及提升经济价值有重要意义。

参考文献

- [1] 林祖斌. 福建省现代烟草农业发展的探讨[D]. 福州: 福建农林大学, 2008.
- [2] 江抒琳. 浦城县气候和土壤时空变化对耕地粮食作物生产潜力的影响[D]. 福州: 福建农林大学, 2010.
- [3] 肖立增. 苗期低温对烟草 BR 信号通路关键基因表达及发育进程的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2016.
- [4] 刘广玉, 杨举田, 田雷, 等. 小苗膜下移栽对烤烟生长及土壤水温效应的影响[J]. 中国烟草科学, 2012(6): 27-32.
- [5] 梁许清, 汤名扬, 龚耀平, 等. 不同移栽方法对烟草早发和生育期的影响[J]. 安徽农业科学, 2003, 31(5): 878-879.
- [6] 惠安堂, 严自斌. 烤烟膜下移栽技术的研究与应用[J]. 陕西农业科学, 1993(4): 12-13.

(上接第 32 页)

表 4 不同处理产量比较

Table 4 Comparison of yield in different treatments

处理编号 Treatment code	小区产量 Plot yield//kg	折合产量 Converted yield//kg/hm ²	位次 Rank
M_1	10.15 cC	8 458.80	6
M_2	11.38 cB	9 483.75	5
M_3	12.74 bB	10 617.15	3
M_4	14.01 aAB	11 675.55	2
M_5	15.02 aA	12 517.35	1
M_6	12.04 bcB	10 033.80	4

3 结果与讨论

玉米种植密度对产量影响的研究报道很多, 郑单 958 和先玉 335 是全国种植面积最大的 2 个品种, 也都是在合理的种植密度下获得高产。研究与生产实践表明, 玉米产量在一定密度范围内随着种植密度的增加而上升; 达到一定种植密度时, 产量不再随着密度的增加而上升, 反而下降^[3]。合理的种植密度可使玉米群体与个体协调发展, 解决穗数、穗粒数和粒重三者间的矛盾, 并充分利用地力和光能, 在单位面积上获得最大产量^[4]。

该试验结果表明, 种植密度对郑单 20 的生育期、农艺性状影响不大; 对其抗逆性、产量性状及产量影响较大。郑单 20 在低密度下抗倒性好、空秆率低、果穗性状优, 但因群体数量少而产量低^[5-6]。随着密度的增加, 郑单 20 的果穗性状变化较大, 即密度增加, 果穗变短、行粒减少、千粒重下降。种植密度为 $60 000 \text{ 株}/\text{hm}^2$ 时, 产量虽然达最高, 但倒伏率急剧上升, 空秆率增加, 千粒重下降, 生产上种植倒伏风险较大。因此, 在施足底肥、合理追肥的情况下, 郑单 20 适宜的种植密度为 $52 500 \text{ 株}/\text{hm}^2$ 。

参考文献

- [1] 刘开昌, 王庆成, 张秀清, 等. 玉米光合性能与耐密性关系的研究[J]. 山东农业科学, 2001(6): 25-29.
- [2] 周刚, 李永学, 吴承国, 等. 高产·多抗·优质玉米杂交种郑单 20 的选育及栽培技术[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(26): 34-36.
- [3] 郝兰春, 谭秀山, 毕建杰. 玉米产量与种植密度的相关性研究[J]. 河北农业科学, 2009, 13(5): 9-10.
- [4] 王毓华, 彭应锦, 何增国. 玉米品种先玉 335 在古浪县适宜种植密度试验[J]. 甘肃农业科技, 2016(5): 23-24.
- [5] 周刚, 吴平华, 吴承国, 等. 玉米新品种郑单 19 种植密度试验研究初报[J]. 农业科技通讯, 2013(12): 58-62.
- [6] 梁晔, 周开强, 刘小卫, 等. 黔单 19 号在桐梓县种植密度试验初报[J]. 农技服务, 2008, 25(6): 12.