

## 不同耕作模式对山东省郯城县夏玉米土壤特性及农艺性状的影响

孟凡胜 (山东省郯城县农业局农业技术推广中心, 山东临沂 276100)

**摘要** [目的]探索山东省郯城县夏玉米最佳耕作模式,改善郯城县夏玉米农田土壤结构,提高土壤蓄水保墒能力,提升农田生产能力,增加夏玉米产量。[方法]以夏玉米为试验材料,开展农田深松效果研究,对比分析铁茬播种、旋耕、深翻和深松4种技术模式对土壤容重、土壤质量含水量、玉米地上部干物质积累量及作物生长特性和产量的影响。[结果]深松耕作模式能够增加土壤疏松度,与铁茬播种模式相比,其土壤容重降低了 $0.07 \sim 0.21 \text{ g/cm}^3$ ;与铁茬、旋耕播种模式相比,其质量含水量增加了 $0.08 \sim 0.14 \text{ mg/mg}$ ;其地上部分干物质积累量与其他耕作模式最大相差 $34.9 \sim 82.0 \text{ g}$ ;此外,该模式还可增加夏玉米穗位叶面积,促进籽粒灌浆,较其他处理耕作模式可增产 $5.3\% \sim 5.9\%$ ,增产效果显著。[结论]深松耕作模式并秸秆还田对夏玉米农艺性状以及土壤蓄水、土壤容重等均有积极作用,具有较好的推广应用前景。

**关键词** 夏玉米;深松耕作模式;土壤容重;质量含水量

**中图分类号** S344 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)12-052-04

### Effects of Different Tillage Patterns on Soil Properties and Agronomic Characters of Summer Maize in Tancheng County, Shandong Province

MENG Fan-sheng (Agricultural Technology Extension Center of Tancheng County Agriculture Bureau, Linyi, Shandong 276100)

**Abstract** [Objective] The aim was to explore optimal tillage modes for summer maize in Tancheng County, Shandong Province, improve farmland soil structure, soil moisture conservation capacity, farmland productivity and increase summer maize yield. [Method] With summer maize as test material, farmland deep loosening effect was studied. The influences of non tillage seeding, rotary tillage, deep plowing and subsoiling on soil bulk density, quality moisture content, maize aboveground sry matter accumulation, crop growth characteristics and yield were compared and analyzed. [Result] Results showed that subsoiling tillage and straw mulching could increase soil porosity and soil bulk density reduced  $0.07 - 0.21 \text{ g/cm}^3$ ; compared with non tillage seeding and rotary tillage modes, quality moisture content increased  $0.08 - 0.14 \text{ mg/mg}$ ; the maximum difference of aboveground dry matter accumulation amount was  $34.9 - 82.0 \text{ g}$ , summer maize ear leaf area was increased, grain filling was promoted, compared with the other processing farming mode, yield increased  $5.3\% - 5.9\%$ . [Conclusion] Deep tillage and straw mulching had positive effects on agronomic characters and soil water storage, soil bulk density of summer maize. It has good prospects for promotion.

**Key words** Summer maize; Deep tillage mode; Soil bulk density; Quality moisture content

玉米是我国主要农作物之一,由于其生长期短、产量高、经济效益好,已越来越受到人们的重视。玉米种植形式多样,东北、华北北部种植春玉米,黄淮海种植夏玉米,长江流域种植秋玉米,海南及广西种植冬玉米<sup>[1]</sup>。郯城县位于山东省最南部、黄淮海平原腹地,属沂、沭河冲积平原,土壤肥沃,为暖温带半湿润季风性气候,光照充足,雨量充沛,是粮食生产黄金地带。玉米是郯城县三大粮食作物之一,常年种植面积约2万 $\text{hm}^2$ ,且采用的是1年2熟种植制度。适宜的耕作方式可促进作物生长发育,提高产量,因此研究玉米不同耕作模式对玉米产量形成的影响有重要意义。关于不同耕作方式对玉米生长发育及产量形成的影响研究较多,有研究表明由于土壤机械阻力等作用,免耕的作物生长比常规耕作有延迟现象<sup>[2]</sup>,免耕玉米苗期弱于翻耕处理,但随玉米的进一步生长发育这种差异逐渐缩小<sup>[3]</sup>;同时有研究表明,与免耕相比,翻耕能改良土壤物理性状、提高土壤有机质和氮素含量,进而提高玉米产量<sup>[4]</sup>。史忠强等<sup>[5]</sup>研究结果表明,耙耕秸秆还田与常规翻耕相比,可使玉米增产14.15%,与旋耕秸秆还田无明显差异,而免耕秸秆覆盖减产11.00%。梁金凤等<sup>[6]</sup>研究认为,不同耕作方式和耕作深度对玉米产量无显著影响。前人研究由于试验区域有差异,结果不尽相同。当

前,诸多学者在不同耕作模式对玉米产量的影响方面、深松对土壤水分保持及特性的影响方面以及耕作方式对土壤微生物和土壤肥力的影响方面进行了大量研究,但有关深松对土壤蓄水保墒、土壤物化属性及作物生长特性等影响的综合研究还未见报道。鉴于此,笔者就不同耕作模式进行统筹综合研究,旨在找出适合郯城县夏玉米的最佳耕作模式,进一步促进夏玉米单产的提高,为该区域以及类似生态区域的耕作模式推广提供理论依据。

#### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试夏玉米品种为郯城县种子子公司选育的“金阳光7号”。试验在山东省郯城县郯城街道办事处王集村进行。试验地平整土层肥沃,地力水平偏高。播前土壤养分含量:有机质 $18.1 \text{ g/kg}$ ,碱解氮 $98 \text{ mg/kg}$ ,速效磷 $30 \text{ mg/kg}$ ,速效钾 $82 \text{ mg/kg}$ 。

**1.2 试验设计** 试验共设4个处理:CK为铁茬播种,即当地农民传统的播种方式,对地块不作任何处理,直接播种(播深 $5 \text{ cm}$ ); $T_1$ 先用旋耕耙(耙深 $15 \text{ cm}$ )对地块进行旋耕,再播种; $T_2$ 先用中型悬挂五铧犁 $1L-530$ 对地块进行深翻(翻深 $30 \text{ cm}$ ),再旋耕播种; $T_3$ 先用ISZL-230震动深松整地联合作业机对地块进行深松(耕深 $30 \text{ cm}$ ),再旋耕播种。试验小区面积 $100 \text{ m}^2$ ,密度 $70 \text{ 500 株/hm}^2$ ,3次重复,随机区组排列。

**1.3 田间管理** 播种前先用秸秆还田机对小麦秸秆进一步粉碎还田,6月10日整地(铁茬播种不进行处理),施入长效控

**基金项目** 鲁东丘陵区小麦玉米水肥自然资源高效利用综合技术集成与示范研究项目(2013BAD07B06-03)。

**作者简介** 孟凡胜(1977-),男,山东郯城人,农艺师,从事粮食高产栽培技术推广工作。

**收稿日期** 2016-04-05

释肥(24-11-11)750 kg/hm<sup>2</sup> 作为基肥,6月13日采用玉米精量播种机进行播种,播后进行化学除草。6月18日追施拔节肥尿素 450 kg/hm<sup>2</sup>,分别在苗期和拔节期防治病虫害 2次。

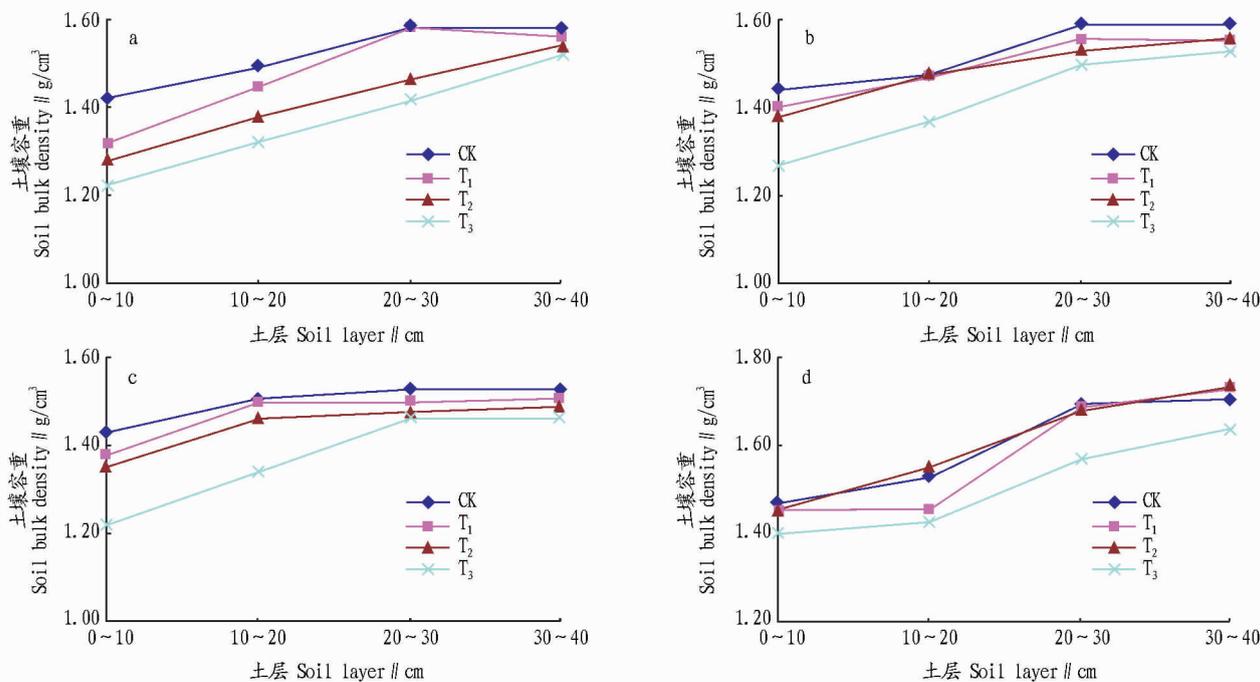
**1.4 测定项目与方法** 于播种前(6月12日)、苗期(7月1日)、大喇叭口期(8月10日)、收获期(10月5日)4个时期在每个处理小区分别均匀分散选择3个点位进行4个土层(0~10、10~20、20~30、30~40 cm)取样,测定土壤容重,同时于0~20 cm和20~40 cm取样测定土壤质量含水量;从苗期开始每10 d左右进行1次干物质测量;于收获期(10月10日)调查玉米株高、穗位、茎粗、穗位叶面积、小区产量、倒伏率、发病率等。土壤容重采用环刀法测定;质量含水量采用烘干法测定;每次重复取5株均匀个体,烘干,测定地上部分干物质质量。

## 2 结果与分析

**2.1 不同耕作模式对夏玉米各生育期各层次土壤容重的影响** 土壤容重是田间自然状态下单位体积的干土重,是表示土壤松紧度的一个重要指标,其好坏与耕作措施等密切相关,过大或过小均不太适合作物生长,一般来说表层土壤容

重小,而下层土壤容重大。土壤疏松透气利于根系下扎,玉米在紧实土壤上减产主要是由于根系生长不良造成的。由图1a可知,播种前,与其他处理比,T<sub>3</sub>处理各层次土壤容重有不同幅度的降低,即土壤变得相对疏松,土壤容重比CK降低0.06~0.20 g/cm<sup>3</sup>,T<sub>2</sub>处理表现次之,土壤容重比CK降低0.04~0.14 g/cm<sup>3</sup>。由图1b可知,在苗期,T<sub>3</sub>处理各层次土壤容重均明显低于其他处理,土壤容重比CK降低0.06~0.17 g/cm<sup>3</sup>,其余3个处理相差不明显。由图1c可知,在大喇叭口期,T<sub>3</sub>处理各层次土壤容重均低于其他处理,其余3个处理间相差不明显;数据监测结果与苗期各处理趋势类似,T<sub>3</sub>处理土壤容重比CK降低0.07~0.21 g/cm<sup>3</sup>。由图1d可知,在收获期,各处理间各层次土壤容重差异不大,究其原因主要是玉米生育期即将结束,这可能与降雨、季节变化及人为管理等因素的影响有关。

总之,在0~40 cm土层中T<sub>3</sub>处理的各生育期土壤容重较好地保持着“上松下实”的效果,土壤的上下松紧度合理利于作物根系下扎、土壤深层作物根系分布量增加、作物不易倒伏及玉米产量的增加等。



注:a为播种前;b为苗期;c为大喇叭口期;d为收获期。

Note: a. Before sowing; b. Seedling period; c. Bell period; d. Harvest period.

图1 玉米各生育期不同耕作模式下不同深度的土壤容重

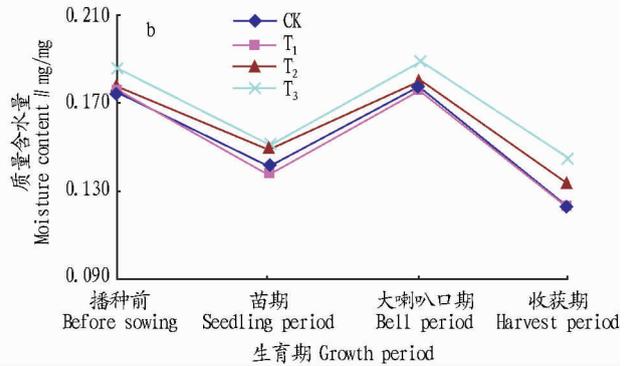
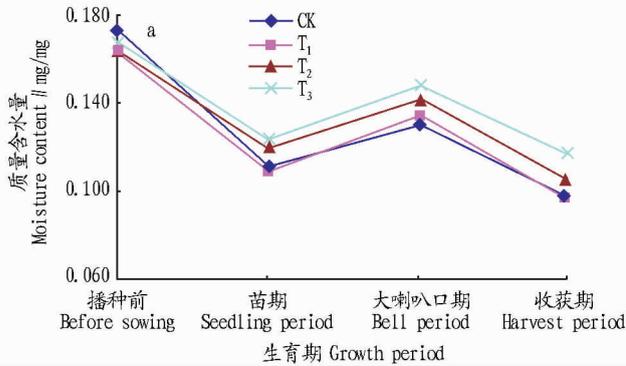
Fig. 1 Soil bulk density in different depth and tillage patterns in each growth period of maize

**2.2 不同耕作模式对蓄水保墒能力的影响** 图2是2个土层层次夏玉米关键生长期的土壤质量含水量曲线对比。从整个夏玉米生长期的土壤质量含水量可以看出,采用深松耕作模式(T<sub>3</sub>)处理的地块,在0~40 cm耕作土层内的土壤质量含水量均高于其他处理,能较好地体现出蓄水保墒能力。由图2可知,播种前CK在0~20 cm的土层质量含水量略高于其他处理,这是因为小麦秸秆覆盖于地表层,起到阻止土壤水分蒸发的作用。其他各处理由于采用旋耕将粉碎还田

的秸秆与上层土壤进行了充分混匀,导致了部分水分的蒸发。但在20~40 cm的土层中就不存在此现象,反而是采用深松耕作模式的质量含水量高于其他耕作模式,主要是因为深松模式是在不改变土壤层次的前提下,通过振动打碎土块;深翻是整部分的大土块翻动,表层土壤进入下层,进行旋耕后仍存在大的土块没被打碎,也就影响不到毛细管,进而造成水分蒸发快;铁茬播种模式和旋耕模式无法直接影响深层土壤,所以水分蒸发也很快。苗期,在0~20 cm和20~40

cm 土层,  $T_3$  的质量含水量和  $T_2$  处理相差不大, 但与 CK 和  $T_1$  处理相差较大, 相差 0.08 ~ 0.14 mg/mg。主要是因为翻耕和深松耕作模式打乱了原有土层中的毛细管, 降低了水分

的蒸发速率。大喇叭口期和收获期, 各土层不同耕作模式土壤质量含水量变化规律基本一致,  $T_3$  处理土壤质量含水量略高,  $T_2$  处理次之,  $T_1$  处理与 CK 之间差别不大。



注: a, b 分别为 0 ~ 20, 20 ~ 40 cm 土层质量含水量。

Note: a, b is 0 ~ 20, 20 ~ 40 cm soil layer moisture content.

图 2 玉米各生育期不同耕作模式下不同土层土壤质量含水量

Fig. 2 Soil moisture content in different soil layer and tillage patterns in each growth period of maize

**2.3 不同耕作模式对夏玉米地上部分干物质积累的影响** 夏玉米植株的生长过程实际上就是干物质不断积累的过程, 干物质的量表示了玉米光合产物的积累, 干物质积累是形成籽粒产量的物质基础, 在一定程度上反映了籽粒产量的多少, 提高干物质生产能力是增加玉米籽粒产量的根本途径之一<sup>[7]</sup>。从图 3 可以看出, 25 ~ 55 d, 各处理夏玉米地上部分干物质积累量变化不大, 主要是因为玉米处于苗期, 根系下扎不深, 93% 的根量分布在 0 ~ 20 cm 的土层中,  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  处理均能对地块耕作深至 20 cm 左右, 所以各处理相差不大。随着生育期的推迟, 玉米从拔节后期 (55 ~ 105 d) 开始深层根量增加, 各处理出现差别, 并且  $T_3$  处理在每个时期均高于其他处理, 且差异随着生育期的推进而加大, 最大相差 34.9 ~ 82.0 g。主要是因为  $T_3$  处理是在不改变土壤耕层顺序的情况下打破犁底层, 土壤结构和地表微生物均未遭到破坏;  $T_2$  处理虽然深翻至 30 cm, 但其不仅打破了犁底层同时也打破了原有的土壤耕层结构和微生物分布, 影响了根的吸活性;  $T_1$  处理和 CK 主要是耕作深度不够, 未打破犁底层, 导致玉米根系伸展不到更深的土层中, 影响了植株和叶片的生长, 所以干物质积累量就偏低。但各耕作模式在玉米整个生育期中植株干物质积累符合“S”型增长曲线, 到后期达到最高。

**2.4 不同耕作模式对夏玉米植株性状的影响** 夏玉米株高过高或过矮、穗位偏高、茎秆偏细等均可以增加植株倒伏的风险, 植株倒伏后由于叶片重叠, 光合作用受到影响, 植株体

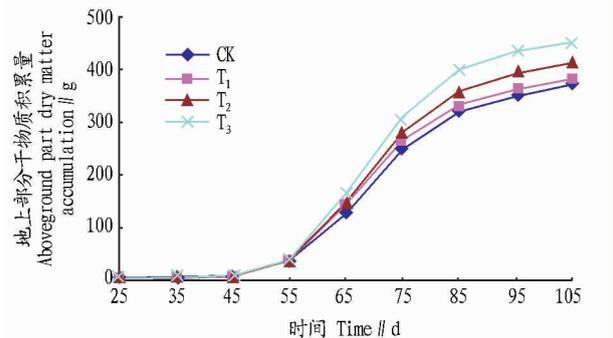


图 3 不同耕作模式对夏玉米地上部分干物质积累的影响

Fig. 3 Effects of different tillage patterns on aboveground dry matter accumulation of summer maize

内输导组织不畅通, 养分和水的运输受到阻碍, 对产量影响很大, 是高产的最大障碍。田间湿度大, 温度高, 通风、透光不良, 极易造成玉米病害的大发生。由表 1 可以看出,  $T_3$  处理的株高略高于其他耕作模式处理, 在土壤、气候和栽培条件适宜时, 在一定范围内, 茎秆生长越长, 单株产量也就越高。  $T_3$  处理的穗位略低, 有利于降低秸秆的重心不易倒伏。  $T_3$  处理的穗位叶面积明显高于其他处理, 分别较其他处理增加 3.5% ~ 9.3%。叶面积越大, 植株的光能利用率就越高, 光合产物也相应增加, 对应的产量也就越高, 利于植株和果穗的干物质积累, 产量增加显著。同时玉米茎秆越粗, 植株的抗倒伏能力就越强, 不易发生秸秆倒伏。

表 1 不同耕作模式对夏玉米植株性状的影响

Table 1 Effects of different tillage patterns on traits of summer maize plants

处理 Treatment	株高 Plant height // cm	穗位 Ear // cm	穗位叶面积 Ear leaf area // cm <sup>2</sup>	茎粗 Stem diameter // cm	倒伏率 Lodging rate // %	发病率 Morbidity // %
CK	205.7	103.5	737.4	2.15	6.7	17.5
$T_1$	210.4	104.1	776.9	2.17	6.3	16.3
$T_2$	212.8	100.7	784.3	2.42	6.0	15.4
$T_3$	221.3	96.3	812.8	2.57	3.2	5.7

**2.5 不同耕作模式对夏玉米产量性状的影响** 从表 2 可以看出,  $T_3$  处理产量最高, 其次是  $T_2$  处理。  $T_3$  处理较  $T_2$ 、  $T_1$ 、 CK 耕作模式处理分别增产 5.3%、 5.7% 和 5.9%。 说明  $T_3$  耕作模式对夏玉米有明显的增产效果。

表 2 不同耕作模式对夏玉米产量性状的影响

Table 2 Effects of different tillage patterns on summer maize yield traits

处理 Treatment	小区产量 Plot yield // kg/区				折合产量 Equivalent yield kg/hm <sup>2</sup>
	I	II	III	平均 Mean	
CK	73.5	76.2	79.2	76.3	7 630.4
$T_1$	76.3	72.7	80.4	76.5	7 647.0
$T_2$	75.6	81.1	73.5	76.7	7 673.7
$T_3$	86.7	77.8	78.7	81.1	8 107.1

### 3 结论与讨论

深松耕作模式并秸秆还田对夏玉米农艺性状有积极影响, 同时对提高土壤蓄水、 降低土壤容重、 促进作物根系下扎生长、 提高作物对深层土壤养分与水分的利用、 增加作物产量具有明显作用<sup>[8-12]</sup>。 该试验结果表明, 深松耕作模式能够增加土壤疏松度, 与铁茬播种模式相比, 其土壤容重降低了 0.07~0.21 g/cm<sup>3</sup>; 与铁茬、 旋耕播种模式相比, 其质量含水量增加了 0.08~0.14 mg/mg; 其地上部分干物质积累量与其他耕作模式最大相差 34.9~82.0 g; 此外, 该模式还可增加夏

玉米穗位叶面积; 促进籽粒灌浆, 较其他处理耕作模式可增产 5.3%~5.9%, 增产效果显著。 深耕加秸秆还田的增产机制以及实现深耕加秸秆还田较大幅度增产的配套措施有待于进一步研究。

### 参考文献

- [1] 申江峰, 何玉静, 樊康宁, 等. 玉米间作大豆模式测产分析研究[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(3): 95.
- [2] HUGHES K A, HORNE D J, ROSS C W, et al. A 10 year maize/oats rotation under three tillage systems: Plant population, root distribution and forage yields[J]. Soil and tillage research, 1992, 22: 145-157.
- [3] KARUNATILAKE U, VAN ES H M, SCHINDELBECK R R. Soil and maize response to plow and no-tillage after alfalfa-to-maize conversion on a clay loam soil in New York[J]. Soil and tillage research, 2000, 55: 31-42.
- [4] 李明德, 刘琼峰, 吴海勇, 等. 不同耕作方式对红壤旱地土壤理化性状及玉米产量的影响[J]. 生态环境学报, 2009, 18(4): 1522-1526.
- [5] 史忠强, 江晓东, 王芸, 等. 少免耕对夏玉米灌浆过程和产量的影响[J]. 山东农业科学, 2007(1): 51-52, 56.
- [6] 梁金凤, 齐庆振, 贾小红, 等. 不同耕作方式对土壤性质与玉米生长的影响研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(4): 945-950.
- [7] 余松烈. 作物栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1992: 99.
- [8] 李潮海, 赵霞, 王群, 等. 下层土壤容重对玉米生育后期叶片衰老的生理效应[J]. 玉米科学, 2007, 15(2): 61-63.
- [9] 戴志刚, 鲁剑巍, 余宗波, 等. 不同耕作模式下秸秆还田对作物产量及田间养分平衡的影响[J]. 中国农技推广, 2011, 27(12): 39-41.
- [10] 陈鲜妮, 岳西杰, 葛玺祖, 等. 长期秸秆还田对壤土耕层土壤有机碳库的影响[J]. 自然资源学报, 2012, 27(1): 25-32.
- [11] 陈振武, 李真, 王岩, 等. 大垄深耕整秆深还田对耐密玉米氮磷钾积累分配的影响[J]. 玉米科学, 2012, 20(2): 115-118.
- [12] 张国合, 常建智, 李彦昌, 等. 不同耕作方式对夏玉米生长发育及产量的影响[J]. 河南农业科学, 2013, 42(11): 14-16.

(上接第 48 页)

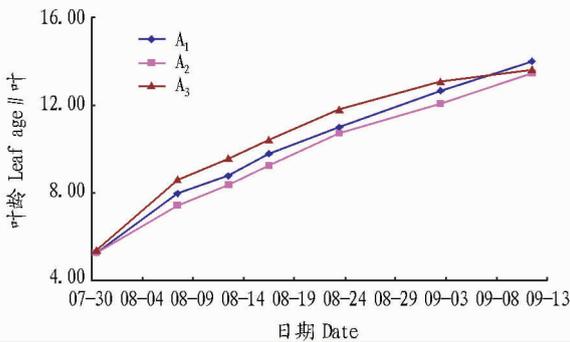


图 1 不同处理的叶龄动态变化

Fig. 1 Dynamic changes of leaf age in different treatments

处理采取多效唑化控可以显著控制该处理的植株高度, 达到该地区毯状机插较为理想的栽插植株高度 (17.66 cm), 同时还可增加植株根系长度, 提高植株栽插质量。 全营养土处理在控制秧苗茎基宽和根系盘结力上效果最佳。

综合来看, 毯状机插双季晚稻育秧时, 采取一半基质一半营养土制成混合育秧基质效果最优, 不仅能提高产量, 而且还能有效减少育秧成本, 可作为当地双季晚稻毯状机插秧推广的模式。

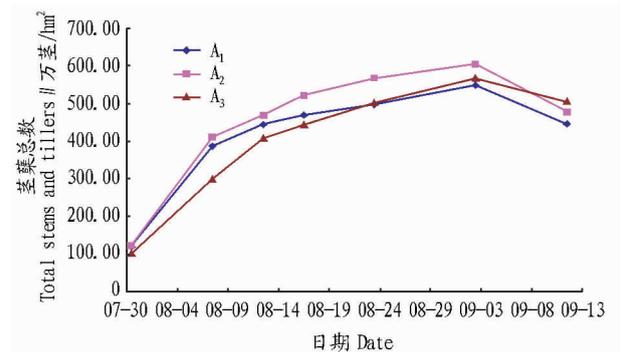


图 2 不同处理的茎蘖总数动态变化

Fig. 2 Dynamic changes of total stems and tillers in different treatments

### 参考文献

- [1] 陈川, 张山泉, 庄春, 等. 水稻机插早育秧与水育秧幼苗素质的比较研究[J]. 江苏农业科学, 2003(6): 27-29.
- [2] 徐红, 马卉, 殷育峰, 等. 机插稻育秧基质对秧苗素质及产量影响研究[J]. 安徽农学通报, 2014(7): 130-131.
- [3] 张祖建, 于林惠, 王君, 等. 机插稻育秧床土的培肥效应研究[J]. 作物学报, 2006, 32(9): 1384-1390.
- [4] 张国良, 张森林, 丁秀文, 等. 基质厚度和含水量对水稻育秧的影响[J]. 江苏农业科学, 2013(5): 62-63.
- [5] 方有德, 孙贤方. 皖中丘陵区双季稻布局问题的调查研究[J]. 安徽农业科学, 1980(2): 20-25.