

“超密”模式下的番茄生长状况及生产效益

关法春^{1,2}, 沙志鹏¹, 王军峰², 王超², 康立功³

(1. 西藏大学 农牧学院, 西藏 林芝 860000; 2. 中国科学院 青藏高原研究所, 北京 100101; 3. 东北农业大学 园艺学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要:以上海产“合作 903”番茄为试材,通过对比试验,研究了“超密”栽培模式对西藏保护地番茄生长发育和经济效益的影响,以期建立一套适应西藏保护地发展的高效栽培模式。结果表明:与常规栽培模式(CK)相比,“超密”处理番茄的单位面积植株叶面积指数均较高,果实横径和纵径略低于对照,但处理间差异不显著($P>0.05$, $n=5$)。“超密”处理番茄的产量和生产效益分别为 $5\,925.9\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 和 $20\,148\text{ 元}/667\text{ m}^2$,均分别高于对照的 $4\,848.5\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 和 $11\,152\text{ 元}/667\text{ m}^2$,处理间差异显著($P<0.05$, $n=5$)。因此,番茄“超密”栽培在西藏是一种适应当地自然条件的高产高效生产新技术。

关键词:番茄;“超密”栽培;叶面积指数;产量;经济效益

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)08-0015-04

西藏地区地域辽阔,光能资源非常丰富,是西藏最具优势的自然资源之一。充足的光能是作物生长发育和营养物质积累的必要条件^[1],充分利用光能、提高光能利用效率是农作物获得高产优质的重要策略和途径。目前,国内外在作物高光效利用方面主要有 2 种途径:一是从栽培角度改造植株形态和群体结构,以提高作物品种对光能的利用率;二是从育种角度出发选育具有高光效利用率的品种^[2-6]。作物高光效利用作为一种新的增产途径,已经越来越引起人们的重视。

从栽培角度来说,在番茄栽培管理上,我国高寒地区通常采用传统的双行垄作定植方式,并结合单秆整枝和双秆整枝的方法,改善通风透光条件,减少养分的无效损耗,以提高产量和改善果实品质,但以上管理方法投入劳动成本过高,且由于无法解决番茄单株占地面积大,群体密度小,生长前半段叶面积指数较低的问题,导致番茄生产中前期漏光严重,光能利用率低下,单产水平较低。因此,开发和建立适应我国区域性环境条件的番茄高产优质栽培模式是当务之急,尤其针对西藏光能资源丰富的特点,在西藏建立一种适应当地自然条件,适合番茄高产、优质、高效、低耗的生产需求,进一步提高番茄产量和品质技术水平的番茄栽培模式势在必行。

该研究主要通过增加群体密度、改变整枝方式等技术措施,创立了番茄“超密”栽培模式,并主要从番茄叶

片、果实生长发育过程和叶面积指数变化角度出发,研究番茄经济产量构成和高光效利用的关系,以期实现早春番茄早熟、高产、高效的目的,从而为番茄高产优质栽培技术的应用推广奠定理论和技术基础,同时为其它作物充分利用光能资源,实现增产增收提供有益的方法借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄品种为上海产“合作 903”,有限生长类型。

1.2 试验方法

试验在西藏农牧学院实习农场大棚内进行,试验地地势平坦,土壤类型均匀一致。番茄种子于 3 月 28 日播种,幼苗于 4 月 30 日定植,5 月 28 日进行整枝处理。“超密”处理(‘Super density’),番茄植株定植时株行距 $16.5\text{ cm}\times 60.0\text{ cm}$,针对番茄植株枝干“自封顶”的分布特点,采用在主干和侧枝上各留一穗果的“一干半”整枝方式,主干果穗留 4~6 果,侧枝严格控制果穗留 4 个果;以常规栽培方式作为对照(CK),对照株行距 $33\text{ cm}\times 60\text{ cm}$,单株留 3 穗果后摘心,每果穗留果 4~6 个,其它管理方式均相同。小区面积 24 m^2 ,5 次重复,小区随机排列,小区周围设 1.2 m 宽度保护行,每小区中央位置连续选择 5 株进行相关测定。

1.3 项目测定

叶片长、宽度和果实横径(Transverse diameter, TD)、纵径(Longitudinal diameter, LD)使用游标卡尺(精确到 0.01 cm)测量;叶面积采用叶片长宽系数法^[7],叶面积(LA)= $L\times W\times 0.35$,其中, L :叶片长, W :叶片宽;叶面积指数(LAI)=叶片总面积/单位土地面积;果实体积采用横径纵径系数法^[8],果实体积(V)= $\pi(HD)^2\times$

第一作者简介:关法春(1976-),男,博士,副教授,现主要从事园艺植物栽培等研究工作。E-mail:guanfachun@163.com.

基金项目:中科院科技服务网络计划资助项目(KFJ-EW-ST5-073);西藏科技厅“林芝地区庭院农业资源利用与藏麻产品开发”资助项目;西藏科技厅“园艺新品种选育”资助项目。

收稿日期:2015-01-26

$LD \times 0.85$, 其中, HD : 果实横径; 单位面积产量 $(Y) = P \times A \times F \times W$, 其中, P : 单位面积株数, A : 每株穗数, F : 每穗果数; 根据小区收获时成熟果实的产量和单价统计每次采摘后的产品收入, 来计算经济效益^[9]。

1.4 数据分析

采用 DPS 软件进行差异显著性分析(LSD 法)。

2 结果与分析

2.1 不同处理下番茄植株叶面积比较

由图 1 可以看出, 不同处理下番茄植株不同叶位的叶片叶面积差异较大。6 月 22 日的测定结果表明, “超密”处理下除第 1 叶位、第 7 叶位的叶面积高于对照外, 其它各个叶位的叶片面积均小于对照(“超密”处理 10 叶位、11 叶位由于摘心而无叶片), 但不同处理间 1~8 叶位叶面积差异不显著($P > 0.05, n=5$), 而第 9 叶位叶面积处理间差异显著($P < 0.05, n=5$); 7 月 10 日测定结果

显示, 除了第一叶位对照的叶片衰老失去功能外, “超密”处理下的 1~9 叶位叶面积均低于对照, 其中 1~8 叶位叶面积处理间差异不显著($P > 0.05, n=5$), 而第 9 叶位叶面积处理间差异显著($P < 0.05, n=5$)。

不同处理下的叶片定型时期存在明显的差异。在整枝处理 25 d 后的 6 月 22 日, “超密”处理的第 7 叶位叶片作为最主要功能叶已经得到确定, 而对照的最主要功能叶还不明显; 到了 7 月 10 日, 对照第 10 叶位叶片作为最主要功能叶的地位才得到确定。

此外, “超密”处理 6 月 22 日、7 月 10 日测定的不同叶位叶面积大小之间差异不大, 而对照除了第 1 叶位外, 7 月 10 日的各叶位叶面积均明显大于 6 月 22 日的各叶位叶面积, 但二者之间差异不显著($P > 0.05, n=5$)。

因此, 与对照相比, “超密”处理番茄叶片定型提前完成, 从而有利于光合功能的发挥。

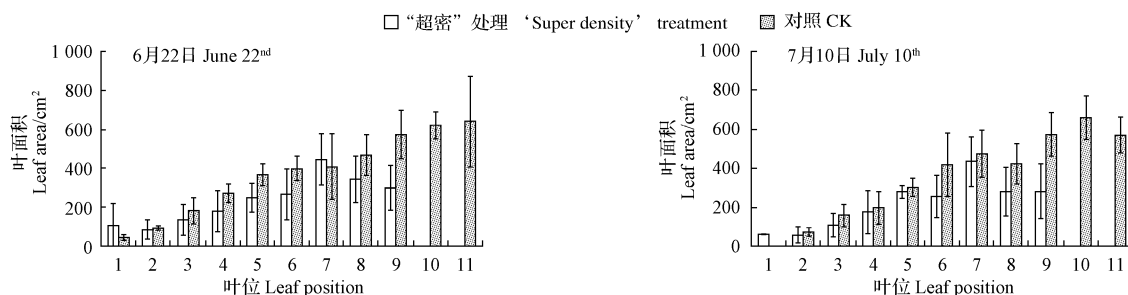


图 1 不同处理下植株叶面积变化

Fig. 1 The change of the leaf area in different treatments

2.2 不同处理下单位土地面积叶面积指数

由图 2 不同处理下叶面积指数测定结果表明, 不同测定时期“超密”处理番茄叶面积指数均大于对照。6 月 26 日“超密”处理番茄叶面积指数(2.356)大于对照(2.349), 7 月 10 日“超密”处理下的番茄植株单位土地面积叶面积指数(2.174)大于对照(2.094), 但不同时期处理间番茄叶面积指数差异均不显著($P > 0.05, n=5$)。

2.3 不同处理下番茄果实纵横径大小

由图 3 可以看出, “超密”处理和对照番茄果实的横径、纵径随着时间变化呈增长趋势, 且前期增长迅速, 后期增长缓慢。

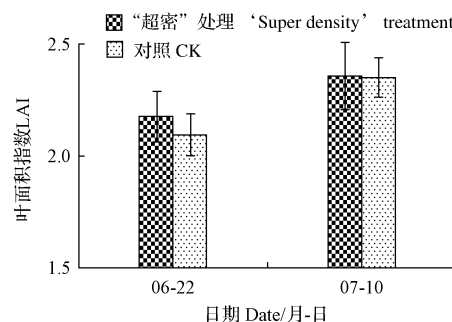


图 2 不同处理下叶面积指数变化

Fig. 2 The change of the LAI in different treatments

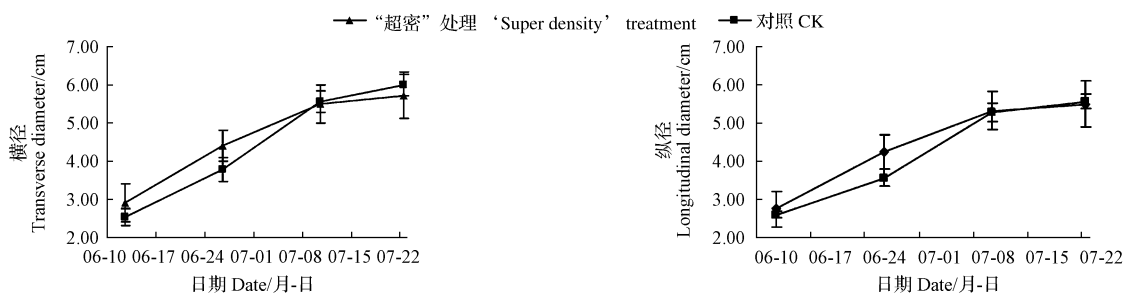


图 3 不同处理下果实横径、纵径变化

Fig. 3 The change of transverse diameter and longitudinal diameter in different treatments

6月12日“超密”处理番茄的果实横径、纵径均大于对照,表明“超密”处理果实比对照果实增重快,果实提前进入膨大期;至7月10日,“超密”处理的番茄果实横径、纵径均大于对照,表明“超密”处理果实会提前结束膨大期,从而进入熟果期;至7月22日,“超密”处理的果实横径、纵径增长速度已极为缓慢,而对照果实则继续生长,其横径、纵径均略大于“超密”处理,但处理间差异不显著($P>0.05, n=5$)。

因此,“超密”处理的番茄果实相比对照提前结束生长,及早进入了熟果期,从而果实成熟期提前。

2.4 不同处理下番茄果实体积

由图4可以看出,“超密”处理和对照番茄果实的体积随着时间变化呈增长趋势,且前期增长迅速,后期增长缓慢。

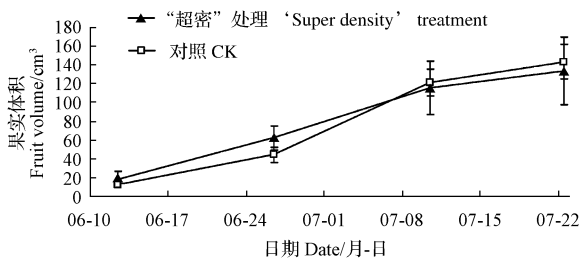


图4 不同处理下果实体积变化

Fig. 4 The change of the fruit volume in different treatments

表1 不同处理下番茄生产经济效益对比

Table 1 Comparison of forming process of yield in different treatments

处理 Treatment	667 m ² 株数 Number of plants per 667 m ² / 株	单株坐果数 Number of fruits / 株	平均单果重 Single fruit weight / kg	667 m ² 实际产量 Actual yield per 667 m ² / kg	平均价格 Average price /(元·kg ⁻¹)	667 m ² 经济效益 Economic benefits per 667 m ² / 元
“超密”处理 “Super density” treatment	6 734±72	8.07±0.37	0.11±0.029a	5 925.9±395a	3.40	20 148±330a
对照 CK	3 367±33	12.14±0.43	0.12±0.011b	4 848.5±171b	2.30	11 152±257b

注:不同字母表示0.05水平上差异显著。

Note: Different letters show the significant difference at 0.05 level.

3 讨论与结论

光合面积、光合速率、光合时间、光合产物的消耗以及光合产物由非产量器官向产量器官的运转与分配是光合生产力的5个组成因素,其中后2项主要决定作物的经济产量^[10-13]。

番茄具有与玉米等作物相似的枝叶收敛品种,可适宜适度密植^[14]。利用株型紧凑的番茄品种,可通过特殊整枝方式创造出密植的栽培模式。在“超密”模式下,植株生长前期,由于栽培密度的增加,大大减少前期地面漏光现象的发生,有利于提高叶面积指数,增加叶片光合面积;在植株生长后期,通过合理的整枝,防止上层叶片对中层叶片的采光造成影响,保证了叶面积指数。此外,“超密”栽培方式下的提早摘心,有利于减少叶片的无效容积,消耗于枝叶营养生产的光合产物减少,向

在生长初期(6月10—22日),“超密”番茄果实体积迅速增长,增长速度明显高于对照,表明“超密”处理下的番茄果实提前进入开花坐果期和果实膨大期;在生长期(6月22日至7月10日),“超密”处理的番茄果实体积增长速度减慢,而对照番茄果实仍以较快速度增长,表明“超密”处理下的番茄果实膨大期已结束,较对照提前进入熟果期。至7月22日,“超密”处理番茄果实体积与对照番茄果实体积相当,增长速度减慢,均维持在熟果期。

因此,“超密”处理下的番茄果实在生长前期增长速度较对照快,会提前进入熟果期,但最终果实体积略低于对照,但处理间差异不显著($P>0.05, n=5$)。

2.5 不同处理下的番茄生产经济效益

由表1不同处理下番茄产量构成及生产经济效益试验结果表明,“超密”处理番茄种植密度、结果数、平均单果重和产量分别为6 734株/667m²、8.07个/株、0.11g、5 925.9kg/667m²,而对照番茄种植密度、结果数、平均单果重和产量分别为3 367株/667m²、12.14个/株、0.12g和4 848.5kg/667m²,产量指标处理间差异显著。

由于“超密”处理番茄采收早而提早上市,因而其销售平均价格达到3.40元/kg,远远高于对照的2.30元/kg,由此“超密”处理的番茄生产经济效益达20 148元/667m²,而对照为11 152元/667m²,处理间差异显著($P<0.05, n=5$)。

果实等输送的光合产物增加,改变了光合产物的分配规律,从而促进果实发育,番茄果实会提早进入膨大期、熟果期,为早果丰产奠定物质基础,这与前人在调控水肥管理水平促进番茄结实,以及通过调控玉米株型使之接收更多光合产物等方面研究机理较为相似^[15-18]。

众所周知,早春番茄上市越早价格越高,早春番茄提前1个月左右采收完毕,与常规栽培方式相比,获得的经济效益极为明显。不同的栽培方式需要的适宜品种不同,如以抢早为主的番茄生产需要的是有限生长型的品种。在生产效益决定栽培模式的情况下,番茄栽培方式的变化意味着对番茄品种育种性状的改变,在目前生产上主流番茄品种主要使用生育期较长、价格高昂的无限生长型番茄种子的情况下,番茄栽培模式的变化将推动国产有限生长型番茄品种的发展,并会对番茄育种

目标产生一定影响。

通过对比方法,研究西藏保护地番茄“超密”栽培模式对其生长发育和生产经济效益的影响,以期建立一种高效的番茄栽培模式。结果表明,与对照相比,“超密”处理提前完成番茄叶片的定型,其在不同时期的番茄面积指数也较大;“超密”处理的番茄果实由于提前进入熟果期,其番茄果实横径、纵径和体积在生长前期均大于对照,但当对照番茄进入熟果期后,番茄果实横径、纵径和体积在生长后期均略大于“超密”处理,但处理间差异不显著($P>0.05$, $n=5$);“超密”处理的产量和生产效益分别为 5 925.9 kg/667m² 和 20 148 元/667m²,分别高于对照的 4 848.5 kg/667m² 和 11 152 元/667m²,处理间差异显著。因此,番茄“超密”栽培是西藏一种适应当地自然条件的高产高效生产新模式。

参考文献

- [1] 尼玛扎西. 西藏食物保障的自然资源相对优势分析[J]. 自然资源学报, 2000, 15(4): 315-322.
- [2] 曹卫星. 作物栽培学[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [3] 苏中滨, 战守义. 作物高光效株型数字化设计方法研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 203-207.
- [4] 屠曾平. 水稻光合特性研究与高光效育种[J]. 中国农业科学, 1997, 30(3): 28-35.
- [5] 沈允刚, 程建锋. 光合作用与农业生产[J]. 植物生理学通讯, 2010, 46(6): 513-516.
- [6] Chen W F, Xu Z J. Creation of new plant type and breeding rice for super high yield[J]. Acta Agron Sinica, 2001, 27(5): 665-672.
- [7] 刘浩. 基于 AutoCAD 软件确定番茄与青椒叶面积的简易方法[J]. 中国农学通讯, 2009, 25(5): 287-293.
- [8] 高安辉. 柑桔果实体积测算新方法[J]. 山地农业生物学报, 1998(1): 34-36.
- [9] 余文贵, 赵统敏. 番茄栽培新技术[M]. 福州: 福建科技出版社, 2010.
- [10] 姜成后, 王学臣. 作物产量形成的生理学基础[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 77-81.
- [11] Smith D L, Hame C. 作物产量生理学及形成过程[M]. 王璞, 译. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [12] Hao N B, Du W G. Progress in the breeding of soybean for high photosynthetic efficiency[J]. Acta Botanica Sinica, 2002, 44(3): 253-258.
- [13] 焦念元, 宁堂原, 杨萌珂, 等. 玉米花生间作对玉米光合特性及产量形成的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(14): 4324-4330.
- [14] 李景富. 中国番茄育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [15] 刘浩, 段爱旺. 温室滴灌条件下土壤水分亏缺对番茄产量及其形成过程的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(11): 2699-2704.
- [16] 陈碧华, 郝庆炉, 孙丽. 番茄日光温室膜下滴灌水肥耦合效应研究[J]. 核农学报, 2009, 23(6): 1082-1086.
- [17] 徐庆章, 王庆成, 牛玉贞, 等. 玉米株型与群体光合作用的关系研究[J]. 作物学报, 1995, 21(4): 492.
- [18] Wang Q C, Niu Y Z, Wang Z X. Relationship between plant type and canopy apparent photosynthesis in maize (*Zea mays* L.) [J]. Biology Plant, 1996, 37: 85.

Growth and Economic Benefits of Tomato in the ‘Super Density’ Cultivation Patterns

GUAN Fa-chun^{1,2}, SHA Zhi-peng¹, WANG Jun-feng², WANG Chao², KANG Li-gong³

(1. Agriculture and Animal Husbandry College, Tibet University, Linzhi, Tibet 860000; 2. Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101; 3. College of Horticulture, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Taking tomato ‘Hezuo 903’ produced from Shanghai as material, the effect of ‘Super density’ cultivation on the growth and development of tomatoes were researched in order to establish a suitable efficient planting pattern by the comparative experiments. The results showed that leaf area index was higher and transverse diameter and longitudinal diameter were lower compared with the conventional cultivation (CK), but the difference was not significant ($P>0.05$, $n=5$). The yield and economic benefits in ‘Super density’ cultivation patterns were higher than those in CK, 5 925.9 kg/667m² and 20 148 RMB/667m² versus 4 848.5 kg/667m² and 11 152 RMB/667m², indicating a significant difference ($P<0.05$, $n=5$). Therefore ‘Super density’ cultivation of tomatoes was a new planting pattern of high yield and high efficiency in Tibet.

Keywords: tomato; ‘super density’ cultivation; LAI; yield; economic benefits