

# 北京地区连栋温室番茄岩棉栽培适宜密度的研究

许路<sup>1</sup>, 李新旭<sup>2</sup>, 高丽红<sup>1</sup>, 陈青云<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院, 北京 100193; 2. 北京市农业技术推广站 蔬菜室, 北京 100029)

**摘要:**以北京地区连栋温室长季节岩棉栽培番茄为试材,研究了不同密度对番茄冠层光照分布、番茄生长发育、营养液吸收利用的影响。结果表明:番茄冠层内光合有效辐射值随栽培密度增加而显著降低,其中晴天条件下 4.2 株/m<sup>2</sup> 植株中部光合有效辐射值约为 360  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 比对照 2.8 株/m<sup>2</sup> 降低 22.4%。随着栽培密度增加,番茄营养生长减弱,植株发病率增加,且坐果数减少,单果重降低,增加栽培密度的增产效果不显著。经综合比较,推荐 2.8 株/m<sup>2</sup> 为北京地区连栋温室番茄岩棉栽培的适宜栽培密度。

**关键词:**连栋温室;岩棉栽培;番茄;栽培密度;产量

**中图分类号:**S 641.226.5(22) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)04-0053-06

岩棉栽培是荷兰番茄栽培的主要形式,已形成一套完善的技术体系,平均单位面积产量达到 60~80 kg/m<sup>2</sup>[1]。而我国无土栽培起步较晚,目前有机生态型无土栽培面积较大,针对岩棉作为栽培基质的配套技术研究相对薄弱[2-3]。合理的栽培密度是蔬菜优质高产的基础,目前我国番茄岩棉栽培密度多直接采用荷兰经验,为 2.5~2.8 株/m<sup>2</sup>[1]。而荷兰地处北纬 51°~54°,纬度比北京高约 10°,两地气候环境差异显著。与荷兰相比,北京具有较明显的光照资源优势,因此针对北京地区优质的光照条件,适当调整岩棉栽培番茄的密度,比较不同密度对番茄生长发育及产量形成的影响,探索出北京地区现代化温室岩棉栽培番茄适宜密度,对于进一步提高岩棉栽培番茄的产量和品质,实现岩棉栽培技术的本土化推广具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验温室概况

试验于 2012 年 1 月至 2013 年 1 月在北京小汤山特菜生产基地连栋玻璃温室内进行。温室东西长 70 m,南北宽 50 m,温室加温保温设备有暖气、内保温幕,其中温室内墙壁四周设有暖气,暖气高度为 1 m,南北方向共有 6 组加温暖气,将温室平均分为 7 个区域,每个区域面积

为 500 m<sup>2</sup>;降温设备主要有湿帘、风机、内外遮阳,其中湿帘设置于温室北面,长 68 m,宽 1.5 m,遮阳网透光率为 50%。

### 1.2 试验材料

供试番茄(*Lycopersicon esculentum* Miller)品种为“Vinchy”,由瑞克斯旺公司提供,该品种为无限生长型,中早熟,果实红色,属于硬果肉大果型品种。

岩棉材料:试验所用岩棉基质垫(100 cm×20 cm×7.5 cm)和双孔岩棉块(10 cm×10 cm×6.5 cm)均为丹麦 Grodan 公司生产的 Grotop expert 产品。定植前岩棉容重 0.0473 g/mL,总孔隙度 93.12%。

### 1.3 试验方法

试验于 2011 年 12 月 3 日进行播种育苗,2012 年 1 月 18 日定植,2012 年 4 月 6 日开始采收,2013 年 1 月初拉秧。试验设 4 个栽培密度,分别为 2.1、2.8、3.5、4.2 株/m<sup>2</sup>,以荷兰种植经验 2.8 株/m<sup>2</sup> 为对照(CK)。每个处理 3 次重复,共 12 个小区(表 1),每个小区长 11 m,宽 1.4 m,面积为 15.4 m<sup>2</sup>。

表 1 试验设计

Table 1		Experimental design	
处理 Treatment	密度 Density /(株·m <sup>-2</sup> )	各处理株数 Number of seedling/株	单块基质垫栽培株数 Number of cultivation per single block matrix/株
CK	2.8	132	4
T1	2.1	99	3
T2	3.5	165	5
T3	4.2	198	6

采用岩棉块育苗,定植时将番茄幼苗以不同密度定植于岩棉种植垫中,岩棉种植垫由黑白双层膜包裹,采用槽式支架 V 型栽培。每个栽培槽长 1 m,内槽宽 22 cm,

**第一作者简介:**许路(1989-),男,硕士研究生,研究方向为设施园艺。E-mail:vejitt569@sina.com.

**责任作者:**陈青云(1958-),男,教授,博士生导师,研究方向为设施园艺工程。E-mail:caucqy@163.com.

**基金项目:**现代农业产业技术体系北京果类蔬菜创新团队资助项目(GCTDZJ2014033007)。

**收稿日期:**2014-11-25

底拖高度为 25 cm。采用单杆整枝方式,植株高度保持在 2~3 m。温室灌溉由荷兰 PRIVA 公司的 Priva maximizer 智能灌溉系统控制,依据日光照累积量确定每日灌溉量。营养液采用开放式灌溉,每个种植垫上的滴箭数与定植的株数相同。不同处理其它日常管理和农艺措施均保持一致。

#### 1.4 项目测定

**1.4.1 番茄冠层光分布测定** 冠层有效光分布:分别于 2012 年 4 月 20 日、4 月 26 日、5 月 17 日和 6 月 20 日,采用美国 LI-COR 公司手持式线性光合有效辐射传感器(LI-191SA),分层测定番茄植株冠层光分布,测量梯度自番茄基部垂直向上依次为:0、50、100、150、250 cm,测量时间为 13:00—14:00。各处理选取测量点 3 处,按各处理的栽培位置,来回测量 2 次以消除因测量时间不同而产生的误差。

**1.4.2 番茄生长指标测定** 番茄定植后,每小区选取代表性植株 4 株进行标记。自 2012 年 2 月 12 日起对其株高、茎粗、节间长、叶片数等生长发育状况进行测量,每 10 d 测量 1 次。叶面积指数:待植株落蔓高度稳定后,测量标记植株所有叶片的长和宽,代入叶面积计算公式计算植株所有叶片的叶面积,进而计算叶面积指数;叶面积公式为:叶面积 =  $4.5171 \times \text{长} + 23.59157 \times \text{宽} - 0.04567 \times \text{长} \times \text{宽} - 477.358$  ( $R^2 = 0.882481$ )<sup>[4]</sup>。

**1.4.3 番茄产量及品质分析** 番茄产量分别按小区进行测定,记录每次采收时商品果重量并换算成每平方米

的单位产量。同时记录各标记植株的采果穗数、单果重和坐果数。选取各处理番茄第 4~5 穗果进行果实品质分析。

**1.4.4 灌溉数据测定** 灌溉量记录:运用温室自动灌溉控制系统(PRIVA Maximizer, Holland)记录每天营养液灌溉量。回液量测定:将 500 mL 烧杯放置在各标记植株栽培槽回水管口下,测量每次灌溉后营养液回液量,直至最后一次灌溉结束,并计算全天回液率。测量时间为 2012 年 3 月 12 日,此时为番茄第 4 穗果坐果期。

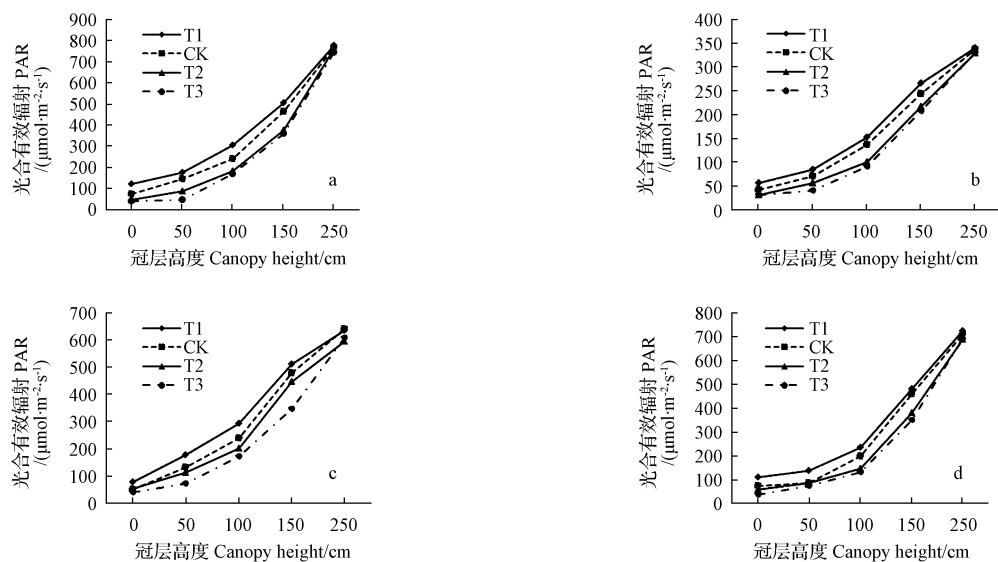
#### 1.5 数据分析

试验数据采用 Excel 2010 软件进行处理;采用 Origin 8.1 软件进行回归拟合分析;采用 SPSS 20.0 统计软件进行显著差异性 Duncan ( $P < 0.05$ ) 分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同密度对番茄群体内光分布的影响

在 4 月选取晴天及阴天、5 月、6 月的晴天对不同栽培密度番茄冠层光照垂直分布进行定点测量,测量时各处理植株高度为 2.5~3.0 m,叶片数为 15~18 片,测量时间为 13:00—14:00。由图 1 可知,各处理番茄群体内光合有效辐射量随距离植株基部的距离减小而显著减小。其中距离植株基部 100~250 cm 高度段叶片截获的有效光辐射量占整株植株光照辐射的 60%~70%,为番茄的主要受光部位。



注:a 图为 4 月晴天,b 图为 4 月阴天,c 图为 5 月晴天,d 图为 6 月晴天。

Note: Fig. a is a sunny day in April, Fig. b is a cloudy day in April, Fig. c is a sunny day in May, Fig. d is a sunny day in June.

图 1 不同密度对番茄群体内光合有效辐射垂直分布的影响

Fig. 1 The effect of each density on overical distribution of tomato

从时间分布来看,4 月晴天的光合有效辐射值最强,冠层辐射量可达  $800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,进入 5 月

后,由于温室内采取放遮阳降温措施,室内光照强度有所减弱,5 月份、6 月份晴天冠层光合有效辐射分别为

662  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  和 730  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,距一般番茄的光饱和点 1 985  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  [5] 较远。从垂直高度看,在晴天条件下,距植株基部 50 cm 高度处,T3 的光合有效辐射值仅为 46  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,已低于一般的番茄光补偿点(53.1  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )。阴天条件下,植株冠层光合有效辐射仅为 350~360  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ;距植株基部 50 cm 处,处理 T2 和 T3 的光合有效辐射分别为 56  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  和 40.8  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,均在光补偿点附近,因此基部叶片养分消耗量大。

表 2 不同密度对番茄营养生长的影响

Table 2 The effect of each density on tomato vegetative growth

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	茎粗 Stem diameter /mm	节间长 Internode length /cm	叶片数 Leaf number	单叶叶面积 Single leaf area /cm <sup>2</sup>	叶面积指数 LAI	叶绿素含量 Chlorophyll content
T1	634. 2a	11. 3a	7. 07b	70. 5a	745. 1a	2. 7d	45. 1a
CK	628. 0a	10. 7a	7. 63ab	69. 1b	769. 2a	3. 7c	44. 9a
T2	644. 5a	10. 6a	7. 84a	67. 4bc	738. 4ab	4. 3b	44. 1a
T3	628. 9a	10. 1b	7. 78a	65. 9c	711. 6b	4. 9a	44. 1a

注:株高、叶片数为 2012 年 7 月 12 日所测。

Note: Plant height and leaf number were measured by July 12, 2012.

由表 3 可知,各处理番茄平均果实横径随栽培密度增加而减小,单果重随密度增加而减轻,番茄各穗坐果数随密度增加而减少。从产量上看,截至到番茄 12 月底拉秧时,处理 T3 番茄单位面积产量最高,达到 29.6 kg/m<sup>2</sup>,比对照 CK 产量提高 4.6%;处理 T2 产量与对照相比无

表 3 不同密度对番茄产量构成影响

Table 3 The effect of each density on tomato yield forming

处理 Treatment	果实横径 Fruit diameter/mm	单果重 The fruit weight/g	单穗坐果数 Ear fruit-bearing number/个	采果穗数 Fruit brunch number	单位面积总产量 Yield per unit/(kg · m <sup>-2</sup> )
T1	66. 9a	150a	3. 5a	34. 3a	26. 4b
CK	64. 9b	135ab	3. 1a	30. 3b	28. 3ab
T2	64. 3b	127b	2. 6b	30. 3b	28. 1ab
T3	59. 4c	115c	2. 8b	31. 3b	29. 6a

由表 4 可知,除维生素 C 含量外,各处理间其它果实品质指标均无显著性差异。各项指标中果实硬度对照最低;可溶性固形物含量 CK 最高,T3 最低;可溶性糖含量 CK 最高,处理 T2 含量最低,且与对照相比减少 15%;有机酸含量中各处理数值相近。对糖酸比值进

表 4 不同密度对番茄果实品质的影响

Table 4 The effect of each density on tomato fruit quality

处理 Treatment	硬度 Hardness /×10 <sup>5</sup> Pa	可溶性固形物含量 SCC content /%	维生素 C 含量 Vitamin C content /(mg · (100g) <sup>-1</sup> )	可溶性糖含量 Soluble sugar content /%	有机酸含量 Organic acid content /%	糖酸比 Sugar-acid ratio
T1	5. 39a	4. 60a	8. 58a	41. 23a	0. 59a	7. 04a
CK	4. 65a	4. 69a	8. 22ab	43. 81a	0. 56a	7. 87a
T2	5. 39a	4. 56a	7. 89b	37. 24a	0. 58a	6. 37a
T3	5. 24a	4. 43a	8. 22ab	41. 99a	0. 57a	7. 40a

从图 2 可以看出,4—7 月为番茄果实的高产期。进入 8 月后由于室内温度渐高,番茄长期处于高温环境中,植株开花坐果率和果实单果重均有所降低,此时植株病虫害现象又较重,植株病死率较高,严重降低了后

2.2 不同密度对番茄营养生长及产量形成的影响

由表 2 可知,各处理番茄株高无显著性差异,茎粗随栽培密度增加而变细,节间长随密度增加而增长。从叶片发育来看,T1 叶片数较多,高密度栽培下的 T3 叶片数最少。从叶面积的比较来看,对照 CK 的单叶叶面积最大,T3 单叶面积最小,但各处理叶片中叶绿素含量基本相同,无显著性差异。各处理叶面积指数差异显著,与对照 CK 相比处理 T3 叶面积指数提高 32.4%。

显著性差异;低密度处理 T1 产量较低,比对照降低 6.7%。从采果穗数看,低密度处理番茄生长发育较快,果实成熟较早,其采果穗数比对照组增加 4 穗,有显著性差异。从产量结果上看,与对照相比各密度处理均未达到显著增产的效果。

行比较后发现对照 CK 数值最高,处理 T2 数值最低。对果实维生素 C 含量分析后发现,低密度处理 T1 果实维生素 C 含量明显高于其它处理,说明其营养含量较高,而处理 T2 的果实维生素 C 含量最低,与其它处理相比其果实综合品质较差。

期产量。对比不同处理的产量走势,4 月份时处理 T1 果实产量较高,主要因为其果实成熟较早,前期收果穗数较多;进入 5 月后高密度处理 T2、T3 产量显著增加;6 月各处理产量基本达到最高值。

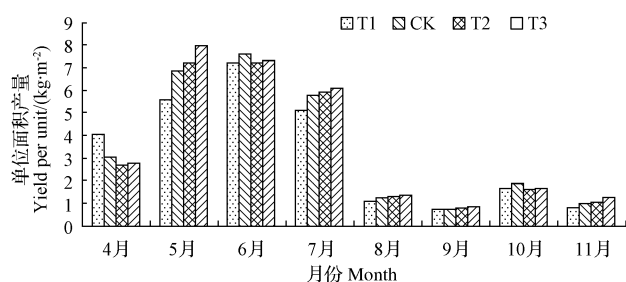


图2 不同密度在不同时期对番茄产量的影响

Fig.2 The effect of each density on tomato yield in different periods

表5

不同处理生产效益分析

Table 5

Analysis of different treatment production benefit

元/m<sup>2</sup>

处理 Treatment	生产成本 Cost of production						总计 Total	收益 Earnings	投入产出比 Input-output ratio
	种子 Seeds	肥料 Fertilizer	水电 Water and electricity	岩棉、滴灌器材 Rock wool, irrigation equipment	人工 Salary	其它 Other			
T1	1.1	14.3	16.9	57.1	45.7	138.1	273.1	237.6	1.15
CK	1.4	14.3	16.9	57.1	45.7	138.1	273.5	254.7	1.07
T2	1.8	21.4	17.7	58.6	45.7	138.1	283.3	252.9	1.12
T3	2.1	21.4	17.7	58.6	45.7	138.1	283.6	266.4	1.06

注:生产成本中“其它”项包括栽培槽、落蔓支架、加温成本、温室折旧、温室维修费用;番茄平均销售价格为9元/kg。

Note: “Other” items in a cost of production including trough, holder, heating costs, greenhouse depreciation costs, greenhouse maintenance costs. Tomato prices for 9 yuan/kg on average.

### 2.3 不同密度对番茄水肥吸收的影响

从图3可以看出,营养液统一于7:30开始浇灌,处理T2和T3于8:30最早出现回液,处理T1于9:00出现少量回液,对照于9:30出现回液。经测量,各处理经多次灌溉后,基质含水量均达到饱和,保持在60%~70%,无显著性差异。从单次回液量看,处理T1和处理T2回液量相近,稳定时均为80 mL/次;处理T3回液量较少为68 mL/次;对照CK单次回液量最少为58 mL/次,回液量为T1的72.5%。经计算,各处理单株植株当天回液率分别为49.4%(T1)、43%(CK)、

55.5%(T2)和56.5%(T3),处理T3比对照CK回液率高出约31.3%,营养液流失较多。

作物的灌溉水利用效率是指作物的总产量与作物所需的灌溉总量的比值,反映了作物灌溉耗水与其经济产量之间的关系。作物的肥料产出投入比是指作物的单位产量与其单位施肥量的比值<sup>[6-7]</sup>。该试验单株灌溉总量和施肥总量均由温室自动灌溉控制系统(PRIVA Maximizer, Hollannd)每日记录。由表6可知,各处理番茄单株产量随密度增加而显著降低,对照CK单株产量为7.56 kg, T1与对照相比产量提高25.5%, T2和T3则分别减少20.9%和30.7%。由于处理之间单株产量差异显著,不同处理水肥利用效率也有显著不同。对照灌溉水利用效率最高,达到35.57 kg/m<sup>3</sup>,与其灌溉量相同的高密度处理T3灌溉水利用效率只有24.65 kg/m<sup>3</sup>,相比对照减少30.7%。低密度处理T1灌溉水利用效率与对照相似无显著差别,高密度处理T2灌溉水利用效率最低,比对照减少34.1%。由于采用营养液浇灌,各处理肥料产出投入比表现出与灌溉水利用效率的变化情况相似,其中对照肥料产出投入比最大为11.88,而处理T2肥料产出投入比最低为7.83。

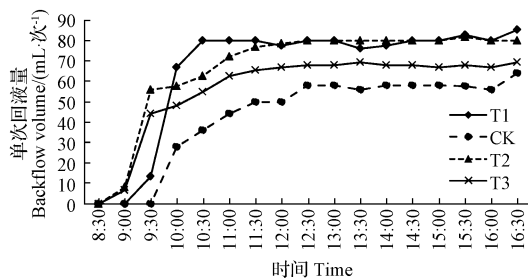


图3 不同处理番茄单株回液变化

Fig.3 The effect of each treatment on per plant backflow volume

表6

不同密度对番茄水肥利用效率的影响

Table 6

The effect of different treatment on water and fertilizer efficiency

处理 Treatment	单株产量 Yield per plant	单株灌溉总量 Irrigation volume per plant	单株施肥总量 Fertilizing amount per plant	灌溉水利用效率 The water use efficiency of irrigation/(kg·m <sup>-3</sup> )	肥料产出投入比 The ratio of production and investment
	/kg	/m <sup>3</sup>	/kg		
T1	9.49	0.28	0.85	33.48	11.18
CK	7.56	0.21	0.64	35.57	11.88
T2	5.98	0.26	0.76	23.44	7.83
T3	5.24	0.21	0.64	24.65	8.23



### 3 结论与讨论

#### 3.1 番茄冠层光分布

番茄在蔬菜中属于对光照要求较强的植物,在光照强度不足时,番茄光合能力下降很快。在我国北方地区冬春保护地栽培对番茄生长所需的光照多不能满足;而夏季过强的光照和高温度多雨的环境,又对番茄生产极为不利。该试验对不同处理植株冠层光照强度进行测量后发现,4—6月份各处理番茄冠层光合有效辐射值均为  $660\sim 800\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,各处理冠层处有效光照强度差异较小,随着距离冠层距离的增加,光合有效辐射量出现显著差异,高密度处理光合有效辐射量显著低于低密度处理;在距离植株基部  $0\sim 100\text{ cm}$  高度段,各处理叶片所受光合有效辐射量均低于或接近光补偿点,此高度段留叶对植株消耗较大。从整体来看,试验区域光照条件较好,可满足各处理番茄对生长发育要求,但优质光照资源的挖掘利用还需配合肥水、温湿、环控的支持,该试验条件下的光照资源对最终产量形成的影响需结合各处理的水肥吸收情况,进行综合分析。

#### 3.2 番茄生长及产量

大量研究证明栽培密度与植物形态指标显著相关。该试验结果表明不同密度对番茄营养生长有显著影响,以处理 T3 为例,与对照相比 T3 植株茎粗平均值减少  $0.6\text{ mm}$ ,节间长增加  $0.22\text{ mm}$ ,叶片数也有所减少,植株整体长势较弱。综合长势分析,当栽培密度不断增加,过分的竞争导致养分、光照等资源不足,植株出现衰弱现象,进而对产量造成影响<sup>[8-9]</sup>。

产量统计显示,随着栽培密度的增加,番茄产量有一定提高,但增产水平并不显著。究其原因,首先构成番茄产量形成的单株坐果数、单果尺寸和单果质量均随密度增加而显著减少;其次低密度处理植株生长发育速度较快,采果穗数较多,显著提高了单株产量。从各处理的生产效益来看,随着栽培密度增加,番茄生产成本有所提高,且成本差异主要体现在肥料投入上。从投入产出比看,由于温室加温成本、岩棉器材和温室折旧费用较高,整体生产效益并不好,对比不同处理来看,对照和处理 T3 效益相对较好。对于人工成本一项,由于试验条件所限,各处理农事操作均由同一组工人完成,无法对处理间的差异进行有效区分核算,因此在以后试验中可改进农事管理模式,从而对人工成本进行有效统计。

#### 3.3 番茄水肥吸收

合理的灌溉和基质环境管理是决定无土栽培成功与否的关键。该试验发现各处理单块基质垫每日的回液量有显著不同,其中高密度处理 T3 和 T2 单块岩棉垫单天回液量最多,处理 T1 次之,对照最少;对灌溉水利用效率的分析可知,对照的灌溉水利用效率最高,高密度处理 T2 和 T3 最低。产生这一现象的主要原因是该试验受灌溉条件和岩棉基质垫尺寸型号的限制,采用单一的营养液调控方式,各处理的供液量和供液间隔均以对照为标准进行调控,造成了营养液供给的不均衡,影响了灌溉液的利用效率。例如,高密度处理单块基质垫上植株较多,单块灌溉量因此相应增加,但受限于已有基质的尺寸和体积大小,增加的灌溉导致基质含水量迅速达到饱和,大量灌溉液由于无法被及时被储存而流失,不仅提高了回液率,也造成了养分的丢失。高密度栽培植株在养分相对缺失的环境下生长,其长势和产量均因此减弱和降低,整体上抑制了优质光照条件下高密度栽培番茄产量优势的体现,造成其水肥利用效率不高。因此针对以后的栽培密度试验,需根据不同的密度安排选用对应的岩棉尺寸型号,在增加栽培密度的同时保证营养液在基质内合理的储存;其次需改善灌溉管理,将不同处理的灌溉系统进行区分,做到有针对性的灌溉。

综合比较,由于对照 CK 植株长势良好、果实产量和品质较高、生产成本合理,因此推荐  $2.8\text{ 株}/\text{m}^2$  为北京地区连栋温室番茄岩棉栽培的适宜栽培密度。

#### 参考文献

- [1] 周斌,周长吉,张书谦,等. 岩棉在我国温室栽培中的应用现状和发展前景分析[J]. 农村实用工程技术(温室园艺),2004(2):57-60.
- [2] 江胜德. 现代园艺栽培介质[M]. 北京:中国林业出版社,2006:65-70.
- [3] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2009:149.
- [4] 曲佳,须晖,王蕊,等. 基于叶长和叶宽的番茄叶面积简易测算方法的研究[C]//沈阳:中国园艺学会 2010 年学术年会论文摘要集,2010.
- [5] 张福媛. 设施园艺学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2010:2.
- [6] 安顺伟. 灌溉量对日光温室番茄水分利用效率及产量品质的影响[D]. 北京:中国农业大学,2010.
- [7] Cabello M J, Castellanos M T, Romojaro F, et al. Yield and quality of melon grown under different irrigation and nitrogen rates[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96(5):866-874.
- [8] 徐进,齐艳花,李红岭,等. 不同栽培密度与留果数对秋大棚番茄生长发育及产量的影响[J]. 北京农业,2009(12):41-44.
- [9] 李文甲. 日光温室番茄高密度低段栽培试验研究[D]. 银川:宁夏大学,2010.

## Study on the Optimum Planting Density of Rockwool-Tomato in Multi-span Greenhouse in Beijing

XU Lu<sup>1</sup>, LI Xin-xu<sup>2</sup>, GAO Li-hong<sup>1</sup>, CHEN Qing-yun<sup>1</sup>

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193; 2. Vegetables Department, The Agricultural Technology Extending Stations of Beijing, Beijing 100029)

# 北方旱寒区白菜型冬油菜品种抗寒性与适应性分析

王世发, 黄淑兰

(吉林省农业科学院 经济植物研究所, 吉林 公主岭 136105)

**摘 要:**白菜型冬油菜是常见的主栽类型,是在特定的自然环境中生长的品种。现结合北方旱寒区的自然环境特征,冬油菜的生长习性,以已有对冬油菜的研究,对这一地区冬油菜品种的抗寒性与适应性进行了简要分析,为冬油菜在北方旱寒地区生长提供相关的参考依据。旨在提高冬油菜的抗寒性,使冬油菜有望在更为恶劣的环境中生长。

**关键词:**冬油菜;自然环境;抗寒性

**中图分类号:**S 634.303.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)04-0058-03

我国气候类型多种多样,北方冬季寒冷这一重要的自然环境特征,给植物的生长带来了不利影响。我国的冬油菜主要分布在长江流域,从2008年起,通过冬油菜北移示范种植,试验示范,表明在东北可正常越冬,长势良好,带来了可观的经济效益。尤以吉林省分布最为典型。油菜作为我国主要的油料作物之一,国家对冬油菜生长环境的研究投入也是相当大,近年来,随着全球气候变暖的影响,冬油菜在我国的生产区域不断扩大,而冬油菜对环境的要求很高,并不是每个地域都适合其生长,冬油菜生长的好坏以及冬油菜产量多少与自然环境密切相关,但是,随着科学技术的进步,人类对冬油菜的研究也取得了一定的进展,使冬油菜有望在更为恶劣的条件下获得丰收。

## 1 白菜型冬油菜的特征及生长环境

### 1.1 冬油菜的特性

油菜是我国种植面积最大的油料作物,产量居世界

第一位,号称我国第一大油料作物,油菜分为冬油菜和春油菜,冬油菜大多分布于我国的北方,尤其是西北、东北地区;春油菜主要分布在南方,尤以长江中下游平原最为典型。近年来,我国的油菜生产格局和种植面积的结构正在发生着变化,随着全球气候变暖和种植技术不断进步,冬油菜的种植地域也不断向北推进,白菜型冬油菜又称越冬油菜,主要是在秋季播种,生长期在田间越冬,到翌年的初夏收获,冬油菜在感温阶段对温度的要求很高,主要分布在冬季相对温暖的地区,像东北平原南部,以及一些河谷地区经常能看到生长着的冬油菜。正逐步改变着冬油菜以往的生长环境,在东北的吉林省也种植着相当面积的冬油菜<sup>[1]</sup>。

### 1.2 冬油菜的生长环境

我国的冬油菜种植面积相当广泛,在我国的东北、西北以及华北地区都有分布。每年进入冬季,我国北方有大面积不利于农作物生长的区域,加之北方地区普遍缺水,通常把这些地区称之为旱寒区,很多植物都不能适应寒冷干旱的自然环境而无法种植,因而每年冬季都有很多土地闲置,近年来随着对冬油菜的研究,有望改善这一难题,使土地得到有效利用,资源更加优化。冬油菜的种植接近北纬48°,吉林省有些相对气温较高的

**第一作者简介:**王世发(1962-),男,研究员,现主要从事冬油菜越冬品种筛选与示范推广等研究工作。E-mail: wangshifa. flax@126.com.

**收稿日期:**2014-12-02

**Abstract:** Using rockwool-tomato as test materials under multi-span greenhouse in Beijing, the effects of different densities of rockwool-tomato on canopy light distribution, tomato growth and nutrition absorption were studied. The results showed that the PAR within the canopy decreased significantly with the increase of planting density, the tomato PAR on the middle position of 4.2 plant/m<sup>2</sup> treatment was 360 μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup> on sunny day, 22.4% lower than the control 2.8 plant/m<sup>2</sup>. Secondly with the increasing of planting density, tomato showed a reduction in vegetative growth. The growth of plant decreased, disease rate increased, setting fruit rate, single fruit weight decreased, increase yield was not significant with the increasing of planting density. Through comprehensive analysis, recommended 2.8 plant/m<sup>2</sup> was the suitable planting density for rockwool-toamto in a multi-span greenhouse in Beijing.

**Keywords:** multi-span greenhouse; rockwool culture; tomato; planting density; yield