

# 深翻和秸秆基质调控对设施黄瓜根系生长相关因子的影响

胡 云, 李 明, 尹 春

(内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 包头 014109)

**摘 要:**以黄瓜为试材,研究了不同深翻深度并添加秸秆基质对黄瓜根系生长相关因子及产量的影响。结果表明:不同深翻深度并添加秸秆可以提高黄瓜根系数、根体积、光合速率、20~40 cm 土层根比例和产量,降低 20~40 cm 土壤容重;土壤深翻 80 cm 并添加 1.20 kg/m<sup>2</sup> 秸秆效果最为显著,与对照相比,根系数提高 69.46%,光合速率提高 65.79%,单株产量提高 26.70%。

**关键词:**深翻;黄瓜;根系生长;秸秆基质

**中图分类号:**S 642.226 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)08-0045-04

近年来,北方设施蔬菜生产发展迅速,在蔬菜周年供应中地位日益重要<sup>[1]</sup>,生产过程中绝大多数设施地多年来采用旋耕犁翻地,土壤耕作层仅在 20 cm 左右<sup>[2]</sup>,长期生产造成土壤耕层病虫害累积、养分失衡、容重大、犁底层坚硬,作物根系吸收土壤养分和水分范围变小,土壤生产能力下降<sup>[3]</sup>。土壤深翻可以打破犁底层并改变土壤理化性质,最终影响作物根系的生长、分布和功能,从而影响作物光合产物的积累<sup>[4-5]</sup>。截至目前,国内外学者在北方旱寒区设施深翻对黄瓜根系生长相关因子方面的研究不多,该试验通过研究不同深翻深度并添加秸秆基质对设施黄瓜根系生长、土壤容重、光合和产量等方面的影响,探索提高设施黄瓜生产的有效方法,以期为该地区设施黄瓜绿色生产提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试黄瓜品种为“津春改良 2 号”。

### 1.2 试验方法

试验于 2015 年 3—7 月在内蒙古农业大学职业技术学院设施园艺基地进行,试验日光温室东西长 50 m、南北宽 7 m。黄瓜 3 月 8 日育苗,4 月 12 日定植,定植方

式为单垄双行,种植密度 42 000 株/hm<sup>2</sup>,以不深翻为对照,进行深翻 30、50、80 cm 等 3 种处理方式,依次简记为 SJ1、SJ2 和 SJ3,对照和每种处理均添加 1.20 kg/m<sup>2</sup> 的秸秆量。用滴灌灌溉,在结果初期、中期和后期分别测定植株根系数、根体积和根冠比,在结果盛期测定植株叶片净光合速率、气孔导度、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、蒸腾速率以及根分层,在结果后期测定单株结瓜数、单果重、单株产量和总产量。

### 1.3 项目测定

根系数通过统计超过 0.5 cm 长的一级侧根和二级侧根总和,根冠比通过植株地下部和地上部干重比值计算,根体积通过将根系平铺于 Epson Perfv700 扫描仪进行扫描并用 WinRHIZO Pro 2009a 软件分析测得,叶片净光合速率、气孔导度、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、蒸腾速率用美国产 LI-6400 便携式光合测定仪测定,根分层为土壤 0~20 cm 和 20~40 cm 处根系干重比例,土壤容重用环刀法测定,单果重和产量用千分之一天平测定。

### 1.4 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2003 整理,SPSS 13.0 软件进行方差分析、差异显著性检验和相关性分析,所得结果均为 6 次平均值±标准差。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对根系数、根体积及根冠比的影响

从表 1 可知,在结果前期,SJ1 处理的根系数最高,与对照差异显著,SJ1 提高了 12.16%,SJ2 和 SJ3 分别降低了 1.52%和 0.55%,但差异不显著;在结果中期,SJ2 与 SJ3 处理的根系数显著高于 SJ1 处理和对照,SJ2 和 SJ3 与对照相比差异极显著,分别提高了 48.01%和

**第一作者简介:**胡云(1980-),女,内蒙古巴彦淖尔人,硕士,讲师,现主要从事设施蔬菜栽培等研究工作。E-mail:shengtai0418@sina.com。

**责任作者:**李明(1975-),男,内蒙古集宁人,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事设施蔬菜生理和环境调控等研究工作。E-mail:liming19750811@163.com。

**基金项目:**内蒙古自然科学基金资助项目(2015MS0366)。

**收稿日期:**2015-12-16

48.55%,SJ1 低于对照但差异不显著;在结果后期,各处理都高于对照,与对照相比,SJ2 和 SJ3 差异极显著,SJ2 和 SJ3 分别较对照提高了 35.30%和 69.46%。在结果前期,SJ1 处理的根体积最大,SJ1 与对照相比差异极显著,提高了 29.28%,SJ2 和 SJ3 低于对照,但差异不显著;在结果中期,各处理都高于对照,且与对照相比差异

极显著,SJ1、SJ2 和 SJ3 分别提高了 38.72%、25.85%和 56.53%;在结果后期,SJ3 处理的根体积最大,与对照相比,SJ3 差异极显著,提高了 61.35%,SJ1 和 SJ2 间差异不显著,根体积与对照接近。在结果前期深翻深度对根系系数的影响不大,随着植物生育期的加长,深翻深度对根系系数的影响逐渐加大。

表 1 不同处理对根系数和根体积的影响

Table 1 Effect of different treatments on root system number and root volume

处理	结果前期		结果中期		结果后期	
	根系数/条	根体积/cm <sup>3</sup>	根系数/条	根体积/cm <sup>3</sup>	根系数/条	根体积/cm <sup>3</sup>
CK	516.67±55.17bAB	5.67±0.52bB	624.50±83.91bB	10.33±1.03cC	896.17±81.34cC	14.67±2.16bB
SJ1	579.50±62.88aA	7.33±0.52aA	619.00±70.17bB	14.33±0.52bAB	996.00±99.75cBC	14.33±1.97bB
SJ2	508.83±41.13bB	5.50±0.55bB	924.33±104.47aA	13.00±0.63bA	1 212.50±155.45bB	14.67±2.07bB
SJ3	513.83±24.74bAB	5.33±0.52bB	927.67±135.30aA	16.17±2.14aA	1 518.67±226.16aA	23.67±2.50aA

注:表中同列中不同小写字母表示达到差异性显著( $\alpha<0.05$ ),同列中大写字母表示达到了极显著差异( $\alpha<0.01$ ),下表同。

从表 2 可知,在结果前期,各处理根冠比都高于对照,与对照相比,SJ1、SJ2 差异极显著,SJ3 差异不显著,SJ1 和 SJ2 分别提高了 75.00%和 50.00%;在结果中期,各处理都低于对照,但与对照相比差异不显著;在结果后期各处理与对照根冠比相等,无显著差异。说明在结果前期深翻对根冠比的影响较大,随着生育期的延

长,深翻对根冠比影响很小,到了结果后期深翻对根冠比没有影响。

表 2 不同处理对根冠比的影响

Table 2 Effect of different treatments on root shoot ratio

处理	结果前期	结果中期	结果后期
CK	0.04±0.00cC	0.04±0.01aA	0.04±0.01aA
SJ1	0.07±0.01aA	0.03±0.00aA	0.04±0.01aA
SJ2	0.06±0.01bB	0.03±0.00aA	0.04±0.01aA
SJ3	0.05±0.01cBC	0.03±0.00aA	0.04±0.01aA

2.2 不同处理对叶片光合特性的影响

从表 3 可知,对于叶片净光合速率,各处理都高于对照,与对照相比,SJ1、SJ2 和 SJ3 差异极显著,SJ1、SJ2 和 SJ3 分别提高 20.48%、50.33%和 65.79%;对于叶片气孔导度,各处理都高于对照,与对照相比,SJ3 差异极显著,而 SJ1 和 SJ2 间无显著性差异,SJ3 提高了 50.00%;对于胞间 CO<sub>2</sub> 浓度,各处理都高于对照,与对照相比,SJ2 和 SJ3 差异极显著,SJ1 差异显著,SJ2 和 SJ3 分别提高 30.47%和 53.87%;对于叶片蒸腾速率,各处理都高于对照,与对照相比,SJ2 和 SJ3 差异极显著,SJ1 差异显著,SJ2 和 SJ3 分别提高了 25.97%和 47.40%。

表 3 不同处理对叶片光合特性的影响

Table 3 Effect of different treatments on photosynthetic characteristics

处理	净光合速率/( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	气孔导度/( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	胞间 CO <sub>2</sub> 浓度/( $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	蒸腾速率/( $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
CK	16.75±1.34dC	0.66±0.07bB	223.67±14.53cC	9.05±0.86cC
SJ1	20.18±1.70cB	0.79±0.09bB	226.00±16.98cC	10.44±0.64bBC
SJ2	25.18±1.99bA	0.80±0.08bB	291.83±23.37bB	11.40±0.96bB
SJ3	27.77±2.09aA	0.99±0.11aA	344.17±28.60aA	13.34±0.90aA

注:表中数据为结果中期 10:00 测定数据。

2.3 不同处理对根分层、土壤容重及黄瓜产量的影响

从表 4 可知,对于根的分层,0~20 cm 土层中,各处理根重的比例都低于对照,与对照相比 SJ2 和 SJ3 差异显著,SJ1 差异不显著,20~40 cm 土层中,各处理根重的比例都高于对照,与对照相比,SJ1、SJ2 和 SJ3 分别提高

了 29.41%、35.29%和 47.06%,其中 SJ2 和 SJ3 差异显著,SJ1 差异不显著;对于土壤容重,在土层 0~20 cm,各处理都高于对照,与对照相比,SJ1、SJ2 和 SJ3 分别提高了 10.16%、10.16%和 11.72%,其中 SJ3 差异显著,SJ1 和 SJ2 差异不显著,在土层 20~40 cm,各处理都低于对

表 4 不同处理对根分层、土壤容重及产量的影响

Table 4 Effect of different treatments on root stratification,soil bulk density and harvest

处理	根的分层/%		土壤容重		产量		
	0~20 cm	20~40 cm	10~20 cm	20~40 cm	单果重/g	单株产量/g	总产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
CK	0.83±0.03aA	0.17±0.03bA	1.28±0.07bA	1.49±0.11aA	163.68±13.31bA	1 599.40±173.58bB	65 174.80±3 230.94bB
SJ1	0.78±0.04abA	0.22±0.04abA	1.41±0.15abA	1.36±0.10bA	173.14±15.05abA	1 845.40±210.61aBA	72 506.80±3 292.95abA
SJ2	0.77±0.04bA	0.23±0.04aA	1.41±0.11abA	1.38±0.15abA	174.63±15.91abA	1 968.00±260.99aA	76 656.00±7 327.93aA
SJ3	0.75±0.04bA	0.25±0.04aA	1.43±0.10aA	1.39±0.08abA	181.95±15.72aA	2 026.50±237.32aA	77 113.00±4 726.39aA

照,与对照相比,SJ1、SJ2 和 SJ3 分别降低了 8.72%、7.38% 和 6.71%,其中 SJ1 差异显著,而 SJ2 和 SJ3 差异不显著;对于产量,各处理的单果重均高于对照,其中 SJ1 和 SJ2 与对照差异不显著,SJ3 与对照差异显著;各处理的单株产量均高于对照,与对照相比,SJ1、SJ2 和 SJ3 分别提高 15.38%、23.05% 和 26.70%,且均具有显著差异;各处理的总产量都高于对照,与对照相比,SJ1、SJ2 和 SJ3 分别提高 11.25%、17.62% 和 18.32%,且均具有极显著差异。

表 5 根系生长、光合特性、土壤容重与产量之间相关性分析

Table 5 Correlation between roots growth, photosynthetic characteristics, soil bulk density and harvest

	根系数	根体积	根冠比	光合速率	气孔导度	胞间 CO <sub>2</sub> 浓度	蒸腾速率	根系表层	根系深层	表层容重	深层容重	单果重	单株产量	总产量
根系数	1													
根体积	0.900**	1												
根冠比	-0.389	-0.565	1											
光合速率	-0.364	-0.442	0.201	1										
气孔导度	-0.150	-0.270	0.177	0.917	1									
胞间 CO <sub>2</sub> 浓度	-0.556	-0.645	-0.101	0.952*	0.901	1								
蒸腾速率	-0.273	-0.379	0.151	0.969*	0.986*	0.951*	1							
根系表层	0.010	0.096	-0.493	-0.935	-0.923	-0.808	-0.933	1						
根系深层	-0.010	-0.096	0.493	0.935	0.923	0.808	0.933	-1.000**	1					
表层容重	0.200	0.130	0.692	0.830	0.818	0.640	0.817	-0.969*	0.969*	1				
深层容重	-0.446	-0.406	-0.890	-0.616	-0.596	-0.359	-0.585	0.836	-0.836	-0.945	1			
单果重	-0.063	-0.167	0.362	0.941	0.977*	0.861	0.974*	-0.984*	0.984	0.920	-0.745	1		
单株产量	-0.118	-0.188	0.463	0.961*	0.889	0.834	0.925	-0.988*	0.988*	0.949	-0.810	0.960*	1	
总产量	-0.116	-0.175	0.503	0.946	0.843	0.802	0.889	-0.974*	0.974*	0.948	-0.827	0.930	0.996**	1

注:表中\*\*表示在 0.01 水平上显著相关;\*表示在 0.05 水平上显著相关。

### 3 讨论与结论

乜兰春等<sup>[6]</sup>认为深翻可使土壤疏松透气,目前菜田土壤 15~20 cm 的耕作深度易形成紧实犁底层,造成土壤通气性和透水性不良,根系下扎困难,深翻 30~35 cm 可打破犁底层利于改善通透性。于晓芳等<sup>[4]</sup>发现,通过深翻措施能降低土壤容重和紧实度,改善土壤物理性质,并能优化根系的垂直分布,增加 30~60 cm 土层根系干重、长度、表面积和体积。李晓龙等<sup>[7]</sup>研究深耕对土壤“三相”影响表明,深耕可使得耕层土壤结构指数升高,深耕玉米根总长和总表面积均高于浅旋耕处理,增加玉米根系干重、长度和表面积及细根比例。邓妍等<sup>[8]</sup>研究认为,小麦播种前深翻可显著提高土壤蓄水量及产量。崔建平<sup>[9]</sup>研究表明与常规翻耕相比,棉田播前深翻 60 cm 可降低土壤 0~20 cm 容重,提高耕层土壤含水率 1.6%,降低含盐量 0.07%,单株成铃多 2.4 个,利于产量的提高。该研究中,深翻可增加黄瓜的根系数、根体积及产量,而且降低 30 cm 土壤容重,与前人研究结果一致。该试验中单株产量与光合速率、根系深层呈显著正相关,单果重与气孔导度、蒸腾速率呈显著正相关,根系深层与表层容重、总产量呈显著正相关,这说明通过深翻提高根系深层分布和光合速率,从而影响单株产量和总产量。

### 2.4 根系生长、光合特性、土壤容重与产量之间相关性分析

从表 5 可知,根系数与根体积呈极显著正相关;单株产量与光合速率、根系深层呈显著正相关;单果重与气孔导度、蒸腾速率呈显著正相关;根系深层与表层容重、总产量呈显著正相关;总产量与单株产量呈极显著正相关;单株产量与单果重呈显著正相关;根系表层与根系深层呈极显著负相关;根系表层与表层容重、单果重、单株产量、总产量呈显著负相关。

温室黄瓜不同深度深翻并添加秸秆基质优于传统种植,随着深翻深度的加深,根系相关因子、光合特性及产量都明显提高。在试验过程中发现,在结果前期,深翻效果为 30 cm>50 cm>80 cm,而在结果中期和后期,50 cm 和 80 cm 的深翻效果逐渐加强,在结果后期,80 cm 深翻效果最为显著。

与对照相比,土壤深翻 80 cm 并添加 1.20 kg/m<sup>2</sup> 秸秆可显著提高根系数 69.46%、根体积 61.35%、净光合速率 65.79%、气孔导度 50.00%、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度 53.87%、蒸腾速率 47.40%、20~40 cm 根比重 47.06%、单株产量 26.70%、总产量 18.32%,降低 20~40 cm 土壤容重 6.71%,此方法在生产实践中具有一定的应用推广价值。在今后的试验研究中,应有待于进一步探索各深翻处理对后茬作物生长及土壤特性的影响。

### 参考文献

- [1] 王怀栋,李明,黄修梅. 内蒙古自治区设施蔬菜产业发展的思考[J]. 北方园艺,2012(3):171-173.
- [2] 马俊艳,左强,王世梅,等. 深耕及增施有机肥对设施菜地土壤肥力的影响[J]. 北方园艺,2011(24):186-190.
- [3] 李铁冰,逢焕成,李华. 粉垄耕作对黄淮海北部春玉米籽粒灌浆及产量的影响[J]. 中国农业科学,2013,46(14):3055-3064.
- [4] 于晓芳,高聚林,张峰,等. 深翻对耕层土壤物理特性及超高产春玉米根系垂直分布的影响[J]. 内蒙古农业科技,2015,43(2):19-21.

DOI:10.11937/bfyy.201608012

# 杏李保护地栽培关键技术

卢明艳, 张东亚, 陈同森, 安 鹭, 刘 珩, 郭 靖

(新疆林业科学院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘 要:**从定植方式、授粉树的选择与配置、整形拉枝、水肥管理、花期管理、疏花疏果、休眠期管理、病虫害防治等方面阐述了杏李保护地栽培关键技术,从而为果农在保护地内生产杏李提供技术参考。

**关键词:**保护地;杏李;栽培技术

**中图分类号:**S 662.328 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)08-0048-02

杏李是中国林科院经济林研究所开发中心在国家“948”项目资助下,于2001年3月首次从美国引进的杏李种间杂交新品种。其果实耐贮运,经济价值高,是果树产业结构调整最有前景的优良品种。新疆设施农业面积有6.7万 $\text{hm}^2$ ,投入了大量的资金、资产进行建设,由于近年来劳动力成本大幅飙升,种植蔬菜等传统作物效益越来越小,致使大部分设施闲置浪费。其中,新疆

设施果树生产起步晚,规模很小,栽培面积近133.3 $\text{hm}^2$ ,多数是近2年新建造的温室,生产比较分散,主要集中在葡萄、桃、草莓等树种,杏李、樱桃、枣等少有发展。

杏李作为一种新型高档水果,在国际市场上具有很强的竞争力。但杏李设施栽培技术,多是沿用、借鉴露地栽培技术,致使长势强弱不均、树冠难以控制,结果晚、坐果率低等问题,从而严重影响杏李设施栽培的发展。因此,项目组在沙湾县乌兰乌苏镇、吉木萨尔县泉子街镇设施林果栽培区进行杏李保护地栽培,对杏李保护地栽培的适宜良种、整形修剪技术、花果调控管理技术进行了系统研究,提出了杏李合理整形修剪及花果管理技术,以提高其产量和品质,增加栽培的经济效益和农民收入,为设施杏李的优质高效栽培提供科学依据。

**第一作者简介:**卢明艳(1983-),女,硕士,园艺师,现主要从事鸢尾属植物及林果抗逆生态及经济树种的引种示范与推广等工作。E-mail:305736040@qq.com.

**基金项目:**新疆维吾尔自治区公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目。

**收稿日期:**2015-12-14

[5] 朱衍杰,张秀省,穆红梅,等.植物根系生长与研究方法的进展[J].北方园艺,2012(20):176-179.

[6] 乜兰春,胡淑明,历春萌,等.设施蔬菜安全优质高效生产关键技术与应用[J].北方园艺,2013(15):52-53.

[7] 李晓龙,高聚林,胡树平,等.不同深耕方式对土壤三相比及玉米根

系构型的影响[J].干旱地区农业研究,2015,33(4):1-7.

[8] 邓妍,高志强,孙敏,等.夏闲期深翻覆盖对旱地麦田土壤水分及产量的影响[J].应用生态学报,2013(11):132-138.

[9] 崔建平,田立文,郭仁松,等.深翻耕作对新疆连作滴灌棉田的增产效果[J].中国棉花,2013,40(11):25-27.

## Effect of Deep Plowing and Straw Substrate Regulation on Related Factors of Cucumber Roots Growth in Greenhouse

HU Yun, LI Ming, YIN Chun

(Vocational Technical College, Inner Mongolia Agricultural University, Baotou, Inner Mongolia 014109)

**Abstract:** The cucumber was selected as material, the effect of different deep plowing depths and straw substrate regulation on related factors of cucumber roots growth in greenhouse was studied. The results showed that deep tillage and straw substrate improved the root factor, root volume, photosynthetic rate, 20—40 cm soil root proportion and yield, and reduced 20—40 cm soil bulk density. Deep plowing 80 cm and straw substrate regulation 1.20 $\text{kg}/\text{m}^2$  had the most significant effect, compared with the control, increased root coefficient 69.46%, photosynthetic rate 65.79%, per plant yield 26.70%.

**Keywords:** deep plowing; cucumber; roots growth; straw substrate