

# 地面覆盖处理对日光温室土壤养分、 秋冬茬番茄生长和产量的影响

赵 丽 丽, 刘 爱 群

(辽宁省农业科学院 蔬菜所, 辽宁 沈阳 110161)

**摘 要:**以番茄为试材,以地膜覆盖、秸秆+地膜覆盖、秸秆覆盖 3 个处理,以不覆盖为对照,研究了不同地面覆盖方式对秋冬茬日光温室番茄土壤养分、植株生长和产量的影响。结果表明:地膜覆盖处理减少土壤水分消耗效果最为显著,较对照减少 46.72 mm。地膜+秸秆覆盖处理、秸秆覆盖处理土壤酶活性较高,而地膜覆盖处理酶活性为最低值。番茄收获后,地膜+秸秆覆盖处理的土壤全氮含量最高,而铵态氮和硝态氮含量最低。地膜+秸秆覆盖对株高与对照接近,但能明显增加茎粗。番茄单株产量比较:地膜+秸秆覆盖>地膜覆盖>秸秆覆盖>对照,分别比对照产量提高 13.99%、7.77%和 1.96%。地膜+秸秆覆盖处理对我国北方日光温室秋冬茬番茄栽培生产具有重要的应用价值。

**关键词:**覆盖;日光温室;土壤养分;番茄;生长;产量

**中图分类号:**S 641.226.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)10-0041-04

日光温室番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)的种植面积在蔬菜种植总面积中占有很大比例,现已经成为我国日光温室蔬菜栽培生产的主要品种之一,在人们日常生活中具有举足轻重的地位。目前,覆盖方面的研究多集中于大田作物,单一覆膜<sup>[1-3]</sup>或单一覆草<sup>[4-6]</sup>对栽培作物的生长及周围环境的影响,而在蔬菜实践生产中仍然采用地膜覆盖,并且在日光温室条件下进行地膜覆盖、秸秆覆盖和地膜加秸秆覆盖对蔬菜作物生长发育的研究报道较少。在我国传统农业生产中广泛应用的覆盖材料为秸秆和地膜,比较二者的应用范围和面积,前者远远大于后者,因为秸秆有机质含量高,作为覆盖材料

能够发挥其养分,对作物生长非常有利<sup>[7-10]</sup>。该试验旨在研究地膜覆盖、秸秆+地膜覆盖、秸秆覆盖 3 个处理,对日光温室土壤养分和番茄生长的影响,筛选适宜北方秋冬茬番茄设施栽培的覆盖模式,为促进设施农业稳健发展提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在辽宁省农科院蔬菜所实验基地温室中,土壤耕层为壤质草甸土。连续 2 年种植南瓜。土壤理化性质见表 1。

表 1

试验田土壤理化性质

Table 1

Soil chemical and physical properties of the experimental field

全氮	全磷	碱解氮	速效磷	速效钾	pH	有机质	容重	田间持水量
Total N	Total P	Alkali-hydrolyzable N	Available P	Available K		Organic	Bulk density	Field capacity
/(g·kg <sup>-1</sup> )	/(g·kg <sup>-1</sup> )	/(g·kg <sup>-1</sup> )	/(g·kg <sup>-1</sup> )	/(g·kg <sup>-1</sup> )		/%	/(g·cm <sup>-3</sup> )	/%
1.19	13.54	0.12	0.107	0.221	6.93	2.83	1.28	29.1

**第一作者简介:**赵丽丽(1982-),女,硕士,助理研究员,研究方向为蔬菜栽培生理。E-mail:lili82sheng@163.com.

**责任作者:**刘爱群(1971-),男,硕士,研究员,现主要从事蔬菜高产栽培模式研究与蔬菜新品种选育工作。E-mail:laq2004@sohu.com.

**基金项目:**国家现代农业产业技术体系设施蔬菜产业辽宁创新团队建设资助项目(2015311104)。

**收稿日期:**2016-02-14

### 1.2 试验材料

供试番茄品种“金冠一号”,由辽宁省农科院蔬菜所番茄课题组提供。

### 1.3 试验方法

2013 年 7 月 20 日播种,8 月 15 日定植于日光温室内(日光温室面积为 38 m×5 m),试验设 3 个处理,分别为覆盖秸秆(秸秆为玉米秸秆,剪成长约 5 cm,1 kg·m<sup>-2</sup>)、覆盖地膜(黑色地膜,0.001 cm 厚)、覆盖秸秆+地膜(先覆

盖秸秆,然后上面覆盖地膜),以不覆盖为对照(CK),每处理重复3次。随机排列,小区面积480 cm×180 cm。

水肥管理:定植前每667 m<sup>2</sup>施入充分腐熟的有机肥2 000 kg、磷酸二铵和硫酸钾各20 kg、尿素8 kg,覆盖处理后3 d进行定植,番茄栽植的株距为40 cm、行距60 cm,定植后浇水采用滴灌,定植后10 d结合浇水追施1次催果肥,每667 m<sup>2</sup>追施尿素6 kg,结果初期每667 m<sup>2</sup>追施尿素4 kg,盛果期每667 m<sup>2</sup>追施尿素3 kg。其它管理同常规番茄。

#### 1.4 项目测定

1.4.1 土壤水分测定 分别在定植后苗期、开花期、盛果期和收获期用土钻法测定0~50 cm土壤含水量,测定层次为10 cm。生长期土壤水分控制在相对含水量的60%~80%,当土壤含水量低于相对含水量60%时补充灌水,根据控水上限(80%)控制灌水量。同时对灌水量进行动态记录。

1.4.2 土壤养分测定 在番茄定植前和收获后,土壤采用多点取样法,用土钻取土,取土深度为0~20 cm。用于测定耕层土壤养分变化情况。土壤硝态氮、铵态氮含量<sup>[3]</sup>采用0.01 mol·L<sup>-1</sup> CaCl<sub>2</sub>浸提,德国BRAN+LUEBBE公司制造的Auto Analyzer 3(AA3)自动分析仪测定,同时用烘干法测定土壤含水量。

1.4.3 土壤酶活性测定 土壤酶活性测定参照关松荫<sup>[8]</sup>的方法,略有改动。转化酶活性用3,5-二硝基水杨酸比色法测定,结果以24 h后1 g土壤中葡萄糖的质量(mg)表示。脲酶活性采用苯酚-次氯酸钠比色法测定,结果以24 h后1 g土壤中-N的质量(mg)表示。中性磷酸酶活性采用磷酸苯二钠比色法测定,结果以24 h后1 g土壤中释放出的酚的质量(mg)表示。过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法进行测定,用高锰酸钾滴定酶促反应前后的过氧化氢,用二者之间的差求出分解H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的含量,以20 min后1 g土壤的0.1 mol·L<sup>-1</sup>高锰酸钾的毫升数表示。

1.4.4 株高 植株基部到植株最高处的长度。采用卷尺测量。

1.4.5 茎粗 第4片真叶以上1 cm处茎的粗度。采用游标卡尺测量。

表2

不同处理对土壤酶活性的影响

Table 2

Effect of different treatments on soil enzyme activity

处理 Treatment	中性磷酸酶 Neutral phosphatase/(mg·g <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	脲酶 Urease/(mg·g <sup>-1</sup> ·(24h) <sup>-1</sup> )	转化酶 Invertase/(mg·g <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	过氧化氢酶 Catalase/(KMnO <sub>4</sub> 0.01 mol·L <sup>-1</sup> ·g <sup>-1</sup> ·(20min) <sup>-1</sup> )
地膜+秸秆覆盖	3.61±0.13aA	0.17±0.02aA	6.32±0.14aA	1.20±0.06aA
秸秆覆盖	3.55±0.13aA	0.16±0.01aA	6.26±0.18aA	1.13±0.05abA
不覆盖(CK)	3.26±0.14bB	0.14±0.01bBC	5.80±0.14abA	1.10±0.04abA
地膜覆盖	3.12±0.17bB	0.12±0.01cC	5.45±0.16bA	0.89±0.07cA

从图2可以看出,番茄收获后,地膜+秸秆覆盖的土壤全氮含量最高,其次为秸秆覆盖,地膜覆盖和不覆

1.4.6 产量 对已测定表观生长量的5株番茄进行产量统计,每株统计第2、3穗果实,计算平均单果质量、平均单株产量、小区产量。

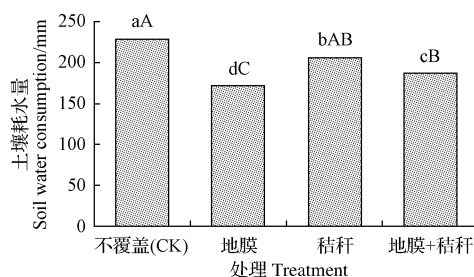
#### 1.5 数据分析

采用Excel 2003软件进行数据整理,SPSS 19.0软件对数据进行统计分析,新复极差法检验处理间的差异显著性水平。

### 2 结果与分析

#### 2.1 不同覆盖处理对土壤耗水量的影响

由图1可知,3种覆盖种植方法均能减少土壤水分消耗,以地膜效果最为明显,为183.4 mm,较对照减少46.72 mm;其次为地膜+秸秆覆盖处理,为198.32 mm,较对照减少31.8 mm;再次为秸秆覆盖处理,为207.06 mm,较对照减少23.06 mm。对照的耗水量最大,达230.12 mm。



注:同列不同大、小写字母分别表示差异显著( $P<0.05$ )和极显著( $P<0.01$ )。下同。

Note: The capital and lowercase letters in the same column indicate significant difference and fearfully significant difference, respectively. The same below.

图1 不同覆盖处理番茄开花期土壤耗水量

Fig. 1 Effect of different covering treatments on soil water loss of tomato at the flowering stage

#### 2.2 不同覆盖处理对土壤养分的影响

由表2可知,地膜+秸秆覆盖和秸秆覆盖处理土壤中性磷酸酶、脲酶、转化酶、过氧化氢酶活性较高,而不覆盖和覆盖地膜4种酶活性相对较低,尤其地膜覆盖处理,4种酶活性均为最低值。由此表明,地膜+秸秆覆盖和秸秆覆盖有提高土壤肥力的作用,而地膜覆盖则降低土壤肥力。

盖的全氮和铵态氮含量最低。从图3可以看出,地膜+秸秆覆盖和秸秆处理硝态氮和铵态氮含量最低,其次

为对照,地膜覆盖处理的含量最高,由此说明,地膜+秸秆覆盖和秸秆能够降低土壤的有效氮残留。其中地膜覆盖后土壤全氮含量下降,速效氮含量增高的主要原因是地膜覆盖后土壤有机氮肥的矿化速率、矿化量和  $\text{NO}_3^-$ -N 积累量增加<sup>[9,11]</sup>。

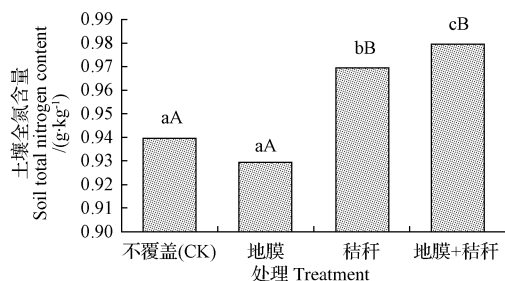


图2 不同覆盖处理对番茄土壤全氮含量的影响

Fig. 2 Effect of different covering treatments on soil total nitrogen content

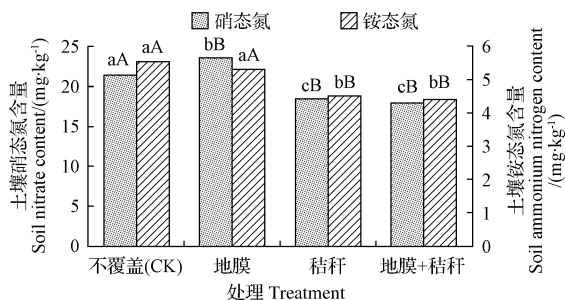


图3 不同覆盖处理对番茄土壤硝态氮和铵态氮含量的影响

Fig. 3 Effect of different covering treatments on soil nitrate and ammonium nitrogen content

### 2.3 不同覆盖处理对番茄植株生长的影响

由图4可知,地膜覆盖处理由于具有较好的温度条件,能够明显增加番茄的株高,对照和地膜+秸秆覆盖处理番茄株高次之,且二者株高较为接近,秸秆覆盖处理由于相对土壤温度较低,番茄株高最低。

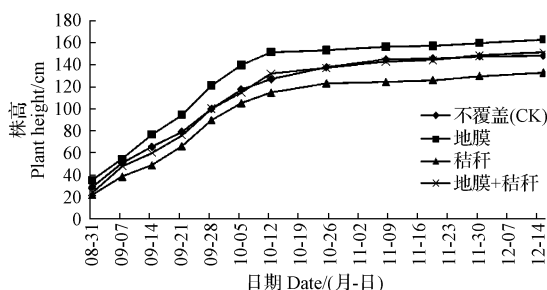


图4 番茄植株高度的变化

Fig. 4 Change of height of tomato plants

由图5可知,茎粗以地膜+秸秆覆盖最粗,对照和秸秆覆盖次之,地膜覆盖茎粗最细。地膜覆盖株高最高而茎粗最细,并非理想的株型结构,地膜+秸秆覆盖番茄株高中等,但茎粗最粗,植株较为健壮,是相对理想的株型结构。

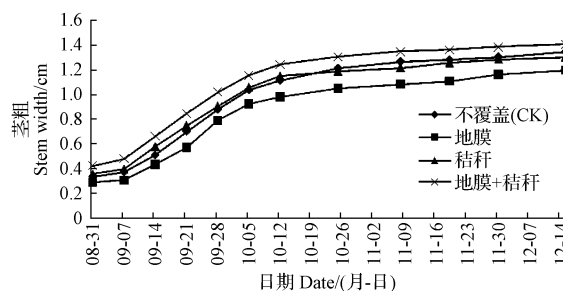


图5 番茄植株茎粗的变化

Fig. 5 Change of stem width of tomato plants

### 2.4 不同覆盖处理对番茄产量的影响

由图6可知,地膜+秸秆覆盖处理产量最高,为  $2.31 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$ ,其次为地膜覆盖处理  $2.20 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$ ,再次为秸秆覆盖处理  $2.08 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$ ,分别比对照产量提高 13.99%、7.77% 和 1.96%。其主要原因是地膜+秸秆覆盖处理番茄生育前期和中后期土壤温度均较好,番茄植株生产相对均衡,地膜覆盖处理生育前期温度较高,番茄出现徒长,生育中后期有所改善,而秸秆覆盖则是生育前期温度较低,植株生长缓慢,生育中后期随着秸秆覆盖作用的减弱,土壤温度及植株生长状况有所改善。

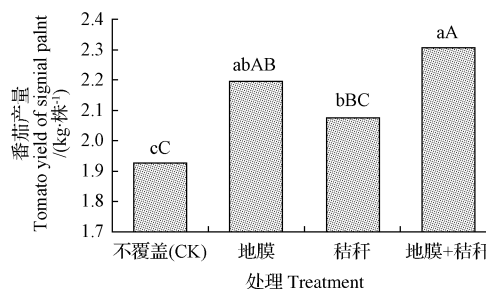


图6 不同覆盖处理对番茄产量的影响

Fig. 6 Effect of different covering treatments on the production of tomato

## 3 讨论与结论

设施蔬菜由于其特殊的内部环境条件,以及长时间连续种植导致土壤理化状况恶化,连作障碍严重,土壤环境质量急剧恶化,尤其北方秋冬和早春季节温室内部低温高湿,病害严重多发,影响蔬菜的产量和品质。这些问题可以通过采取一定的栽培管理措施来改善。地表覆盖作为一种栽培模式,可以有效改善土壤养分状况,平衡土壤肥力供应,促进作物生长,提高产量<sup>[8-10]</sup>。试验结果表明,地膜覆盖处理减少土壤水分消耗最明显,其次为地膜+秸秆覆盖处理(图1)。土壤酶活性与土壤类型、栽培方式等密切相关,表征了土壤的综合肥力特征及土壤养分转化进程,可用于评价各种农业措施和肥料施用的效果<sup>[11]</sup>。中性磷酸酶主要来自细菌,能促进土壤有机磷的转化,释放固定的磷,加速有机磷的分解,提高土壤有效磷的含量。脲酶是唯一对尿素在土壤

中转化有重大影响的酶,其催化作用能使施入土壤的尿素迅速分解为  $\text{CO}_2$  和  $\text{NH}_3$ , 因此与土壤中氮的代谢密切相关。过氧化氢对生物和土壤均有毒害作用,而存在于土壤中的过氧化氢酶则能酶促过氧化氢分解为  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{O}_2$ , 从而解除了过氧化氢的毒害作用<sup>[12-13]</sup>。该试验中,地膜+秸秆覆盖和秸秆覆盖处理土壤中性磷酸酶、脲酶、转化酶、过氧化氢酶活性较高,而不覆盖和覆盖地膜 4 种酶活性相对较低,尤其地膜覆盖处理,4 种酶活性均为最低值。由此表明,地膜+秸秆覆盖和秸秆覆盖有提高土壤肥力的作用,而地膜覆盖则降低土壤肥力。土壤全氮作为标志土壤氮素总量和供应植物有效氮素的源和库,从总体上反映了土壤的氮素状况<sup>[14]</sup>。

番茄收获后,地膜+秸秆覆盖的土壤全氮含量最高,其次为秸秆覆盖,地膜覆盖和不覆盖的全氮含量最低。地膜+秸秆覆盖和秸秆处理的土壤铵态氮和硝态氮含量最低,地膜覆盖处理的含量最高,由此说明,地膜+秸秆覆盖和秸秆能够降低土壤的有效氮残留,地膜覆盖会增加土壤有机氮肥的矿化速率、矿化量和  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  积累量。

不同地面覆盖方式对作物生长产生的效应存在差异。该试验的单独地膜覆盖处理显著增加株高降低茎粗,地膜+秸秆覆盖对株高与对照接近,但明显增加茎粗,单独秸秆覆盖处理降低株高。由此说明,对番茄株高和茎粗生长具有良好促进作用的处理是地膜+秸秆覆盖处理,这与前人研究结果<sup>[9,11]</sup>一致。综合以上研究结果,认为单一的地膜覆盖和秸秆覆盖均具有其缺点和应用的局限性,地膜+秸秆覆盖能够综合二者的优点,并弥补其二者的缺点,具有更强的适应性。关于地膜与秸秆的覆盖时期、覆盖量、具体覆盖方式以及覆盖如何

改善土壤养分和促进作物生长等方面的机理研究,有待进一步深入研究。

### 参考文献

- [1] FONSECA I C B, KLAR A E, GOTO R, et al. Colored polyethylene soil covers and grafting effects on cucumber flowering and yield[J]. Scientia Agricola, 2003, 60(4): 643-649.
- [2] LI Y S, WU L H, LU X H, et al. Soil microbial biomass as affected by non-flooded plastic mulching cultivation in rice[J]. Biol Fertile Soils, 2006, 43(1): 107-111.
- [3] 姜成, 申晓慧. 有机肥和地膜覆盖对辣椒生长发育及产量影响[J]. 核农学报, 2009, 23(5): 879-883.
- [4] FANG S Z, XIE B D, ZHANG H C. Nitrogen dynamics and mineralization in degraded agricultural soil mulched with fresh grass[J]. Plant Soil, 2007, 300(1/2): 269-280.
- [5] 赵凤霞, 温晓霞, 杜世平, 等. 渭北地区残茬(秸秆)覆盖农田生态效应及应用技术实例[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(3): 90-95.
- [6] 苏衍涛, 王凯荣, 刘迎新, 等. 稻草覆盖对红壤旱地土壤温度和水分调控效应[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(2): 670-676.
- [7] 薛少平, 朱琳, 姚万生, 等. 麦草覆盖与地膜覆盖对旱地可持续利用的影响[J]. 农业工程学报, 2002, 18(6): 71-73.
- [8] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 376.
- [9] 卜玉山, 苗果园, 周乃健, 等. 地膜和秸秆覆盖土壤肥力效应分析与比较[J]. 中国农业科学, 2006, 39(5): 1069-1075.
- [10] 路文涛, 贾志宽, 张鹏, 等. 秸秆还田对宁南旱作农田土壤活性有机碳及酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011(3): 522-528.
- [11] 张义, 谢永生, 郝明德, 等. 不同地表覆盖方式对苹果园土壤性状及果树生长和产量的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(2): 279-286.
- [12] 中国农业科学院土肥所. 施肥与环境学术讨论会文集[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 1994.
- [13] 张振武, 李天来. 番茄[M]. 沈阳: 辽宁科技出版社, 1991: 98-101.
- [14] 赵斌. 多元二次肥料效应函数极值的判别及函数优化[J]. 杂粮作物, 2001, 21(2): 42-45.
- [15] 周建民. 农田养分平衡与管理[M]. 南京: 河海大学出版社, 2000.

## Effect of the Cover Means on Soil Nutrients, the Growth and Yield of Tomato in Autumn-winter in Solar Greenhouse

ZHAO Lili, LIU Aiqun

(Vegetable Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110161)

**Abstract:** Taking tomato as material, there treatments were film, film with straw mulching and straw. In this study, effects of the cover means on soil nutrients, the growth and yield of tomato in late autumn and early winter in solar greenhouse were investigated compared with the uncovered. The results showed that plastic mulching treatment had an obvious effect of reducing water depletion and it's lower than that of control 46.72 mm. Both the film with straw mulching and straw mulching had higher soil enzyme activities, while film mulching had the minimum. After tomatoes were harvested, the film with straw mulching had the highest content of soil nitrogen, the lowest contents of ammonium nitrogen and nitrate nitrogen from the soil. Film and straw mulching could increase the stem diameter significantly and the height of plant was closely to control. Evaluated the yield per plant, film and straw mulching treatment > film treatment > straw mulching > CK, the three treatments were increased by 13.99%, 7.77% and 1.96% respectively. The utility of film with straw mulching treatment provides a greatly practical value on protected vegetables production in north China in autumn and winter.

**Keywords:** cover; greenhouse; soil nutrients; tomato; yield