

# 秸秆和地膜双元覆盖对设施黄瓜根系生长和根际土壤养分的影响

李明<sup>1</sup>, 崔世茂<sup>2</sup>, 王怀栋<sup>2</sup>, 葛茂悦<sup>1</sup>

(1. 内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 包头 014109; 2. 内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

**摘要:** [目的] 研究秸秆和地膜双元覆盖条件对设施黄瓜结果期根系生长和根际土壤养分含量的影响, 为北方寒旱区设施农业可持续生产提供理论依据和技术支持。[方法] 以设施黄瓜为试材, 采用日光温室试验和室内测定的分析方法。[结果] 玉米秸秆加地膜的双元覆盖处理可明显增加根际土壤有机质、氮、磷、钾等养分含量, 促进植株根系生长, 其中 0.72 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜处理效果和推广性最佳, 与对照相比, 在结果后期提高根际土壤有机质、全磷、全钾、碱解氮含量及根系数、根冠比、总根长、根表面积、根系活力分别达 20.83%, 22.83%, 5.16%, 5.53%, 73.24%, 32.76%, 65.42%, 45.94% 和 10.41%。[结论] 秸秆和地膜复合的双元覆盖效果优于秸秆或地膜单一覆盖处理。

**关键词:** 覆盖; 设施黄瓜; 根系生长; 土壤养分; 秸秆

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)06-0026-04

中图分类号: S626

## Coupling Effect of Surface Coverage with Straw and Plastic Film on Root Growth and Rhizosphere Nutrients of Greenhouse Cucumber

LI Ming<sup>1</sup>, CUI Shima<sup>2</sup>, WANG Huaidong, GE Maoyue<sup>1</sup>

(1. Vocational Technical College, Inner Mongolia Agricultural University, Baotou, Inner Mongolia 014109, China; 2. Agricultural College, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010010, China)

**Abstract:** [Objective] We selected the cucumber to study the coupling effect of surface coverage with plastic film and maize straw on root growth and rhizosphere nutrients during fruiting period in greenhouse in order to provide the theoretical and technical support for the sustainable production of facility agriculture in cold and arid regions of North China. [Methods] Greenhouse experiment and laboratory test were used in this study. [Results] Treatments of combined coverage with plastic film and maize straw improved the content of organic matter, N, P and K in soil, and promoted root growth of cucumber. Compared with the control treatment in later fruiting period in the experiment, the treatment with 0.72 kg/m<sup>2</sup> of straw and covered with film produced the best effect, and the content of organic matter, total P, total K, nitrogen and root factor, root-shoot ratio, total root length, total root surface area, root activity were increased respectively by 20.83%, 22.83%, 5.16%, 5.53%, 73.24%, 32.76%, 65.42%, 45.94% and 10.41%. [Conclusion] The double coverage of straw and plastic film produced coupling effect and was better than coverage with single straw or plastic film.

**Keywords:** coverage; greenhouse cucumber; root growth; soil nutrient; straw

秸秆覆盖是土壤生产管理中的一项重要技术,对土壤中微生物活动环境起到一定的改善作用<sup>[1-2]</sup>,可减少土壤的水分蒸散,提高土壤中养分和有机质含量,并可缓解温室土壤的盐渍化过程,改善土壤的一些理化性状,对作物生长产生明显地促进作用<sup>[3-5]</sup>。

目前,国内外多集中研究设施蔬菜的仅仅秸秆覆盖或覆膜,针对北方寒旱区设施条件下玉米加膜的双元覆盖影响黄瓜根系生长和土壤养分等方面的研究并不多见。本试验通过研究双元覆盖对温室黄瓜根系生长和养分变化的影响,旨在探索促进设施黄瓜生长的

收稿日期:2014-12-05

修回日期:2014-12-29

资助项目:国家自然科学基金项目“二氧化碳加富条件下温室黄瓜光合作用对高温的应答”(31060269); 内蒙古科技厅应用技术研究项目(20120804; 20130209)

第一作者:李明(1975—),男(汉族),内蒙古自治区乌兰察布市人,博士,副教授,主要从事设施蔬菜生理和环境调控方面的研究。E-mail:li-ming19750811@163.com。

最佳地表覆盖处理,并为北方寒旱区设施可持续生产提供理论依据和技术支持。

## 1 试验材料和方法

### 1.1 试验材料

试验于 2012 和 2013 年的 3—7 月在内蒙古农牧业科技园区基地进行,试验用日光温室东西长度 50 m、南北跨度 7 m,以黄瓜“津春改良 2 号”品种为试验对象,玉米秸秆粉碎长度为 3 cm 左右。

### 1.2 试验方法和方法

黄瓜于 3 月 5 日育苗,4 月 10 日定植于日光温室,定植方式为单垄双行,种植密度为 42 000 株/hm<sup>2</sup>,以地表不覆盖处理为对照(CK),进行地膜(D),0.72 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量(J),0.24 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜(DJ<sub>1</sub>),0.72 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜(DJ<sub>2</sub>)和 1.20 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜(DJ<sub>3</sub>)的 5 种地表覆盖处理方式。用滴灌统一灌溉,在结果前期和后期,分别取根际土壤表层 0—20 cm 处混合土壤,测定有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷和速效钾的含量;同时,测定黄瓜植株根系数、根冠比、根系活力、总根长和总表面积,均重复 3 次测定。

### 1.3 测定方法

有机质含量测定采用重铬酸钾外加热法,全氮含量采用半微量凯氏定氮法,全磷含量采用氢氧化钠熔融钼锑比色法,全钾采用氢氧化钠熔融火焰光度计法,速效氮含量采用碱解—扩散法,速效磷含量采用碳酸氢钠钼锑比色法,速效钾采用乙酸铵浸提火焰光度计法;根系数为统计超过 0.5 cm 长 1 级侧根和 2

级侧根总和,根冠比通过称量植株地下部和地上部干重后计算比值测定,根系活力用 TTC 法测定,根系长度、根体积和根表面积数据采用将根系均匀平铺于 Epson Perfv 700 扫描仪扫描并保存为 JPG 文件,用 WinRHIZO Pro 2009 年软件分析测得。

### 1.4 数据处理及分析

数据用 SPSS 13.0 软件进行统计,在符合正态分布的情况下进行单因素方差分析和多重比较方法对数据进行差异显著性检验和相关性分析,所得结果均为平均值±标准差。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同覆盖处理对结果期黄瓜植株各指标的影响

从表 1 可见,在结果前期,所有处理根系数均高于对照,与对照相比,DJ<sub>3</sub> 处理差异极显著而其他处理差异均不显著;根冠比 J 处理极显著高于对照,DJ<sub>3</sub> 处理显著高于对照,其他处理均与对照差异不显著;总根长所有处理均高于对照,其中 DJ<sub>3</sub>,DJ<sub>2</sub> 和 DJ<sub>1</sub> 处理与对照差异极显著,J 和 D 处理与对照差异显著,DJ<sub>3</sub>,DJ<sub>2</sub>,DJ<sub>1</sub>,J 和 D 处理分别较对照高出 70.94%,62.81%,27.80%,21.17%和 18.19%;总表面积所有处理均极显著高于对照,DJ<sub>3</sub>,DJ<sub>2</sub>,DJ<sub>1</sub>,J 和 D 处理分别较对照高出 83.73%,72.62%,52.21%,39.73%和 35.60%;根系活力所有处理均高于对照,其中 DJ<sub>3</sub> 和 DJ<sub>2</sub> 处理与对照差异极显著,DJ<sub>1</sub> 与对照差异显著,J 和 D 处理与对照差异不显著,DJ<sub>3</sub>,DJ<sub>2</sub> 和 DJ<sub>1</sub> 处理分别较对照高出 31.37%,35.51%和 10.86%。

表 1 不同处理对结果前期根系数、根冠比、总根长、根总面积和根系活力的影响

处理	根系数/条	根冠比	总根长/m	总表面积/cm <sup>2</sup>	根系活力/(μg·g <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )
DJ <sub>3</sub>	56.75±6.90 <sup>aA</sup>	0.18±0.015 <sup>bAB</sup>	14.94±1.06 <sup>aA</sup>	194.70±4.03 <sup>aA</sup>	50.80±2.59 <sup>aA</sup>
DJ <sub>2</sub>	42.50±3.42 <sup>bB</sup>	0.18±0.012 <sup>bcAB</sup>	14.23±0.70 <sup>aA</sup>	182.93±5.86 <sup>bA</sup>	52.40±2.51 <sup>aA</sup>
DJ <sub>1</sub>	38.25±5.44 <sup>bB</sup>	0.17±0.023 <sup>bcB</sup>	11.17±0.57 <sup>bB</sup>	161.30±4.55 <sup>cB</sup>	42.87±2.80 <sup>bB</sup>
J	41.75±3.30 <sup>bB</sup>	0.21±0.006 <sup>aA</sup>	10.59±0.37 <sup>bBC</sup>	148.07±8.82 <sup>dB</sup>	42.47±1.36 <sup>bcB</sup>
D	38.75±3.50 <sup>bB</sup>	0.16±0.006 <sup>bcB</sup>	10.33±0.65 <sup>bBC</sup>	143.70±6.80 <sup>dC</sup>	40.20±2.21 <sup>bcB</sup>
CK	36.00±1.41 <sup>bB</sup>	0.16±0.006 <sup>cB</sup>	8.74±0.46 <sup>cC</sup>	105.97±5.86 <sup>dD</sup>	38.67±0.96 <sup>cB</sup>

注:不同小写字母表示达到差异性显著( $p < 0.05$ ),不同大写字母表示达到差异性极显著( $p < 0.01$ )。各处理分别为:DJ<sub>3</sub>:1.20 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜,DJ<sub>2</sub>:0.72 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜,DJ<sub>1</sub>:0.24 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜,J:0.72 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量,D:地膜,CK:对照。下同。

从表 2 可见,在结果后期,根系数所有处理均高于对照,其中 DJ<sub>3</sub> 和 DJ<sub>2</sub> 处理与对照差异极显著,DJ<sub>1</sub> 和 J 处理与对照差异显著,D 处理与对照差异不显著,DJ<sub>3</sub>,DJ<sub>2</sub>,DJ<sub>1</sub> 和 J 处理分别较对照高出 75.49%,73.24%,14.37%和 13.80%;根冠比所有处理均高于对照,其中 DJ<sub>3</sub>,DJ<sub>2</sub> 和 J 处理对对照差异极显著,DJ<sub>1</sub>

和 D 处理与对照差异不显著,DJ<sub>3</sub>,DJ<sub>2</sub> 和 J 处理分别较对照高出 55.17%,32.76%和 39.66%;;总根长所有处理均极显著高于对照,DJ<sub>3</sub>,DJ<sub>2</sub>,DJ<sub>1</sub>,J 和 D 处理分别较对照高出 92.80%,65.42%,38.32%,7.48%和 15.23%;总表面积所有处理均极显著高于对照,DJ<sub>3</sub>,DJ<sub>2</sub>,DJ<sub>1</sub>,J 和 D 处理分别较对照高出 65.26%,

45.94%, 23.90%, 5.94% 和 10.80%; 根系活力所有处理均高于对照, 除 DJ<sub>1</sub> 外其他处理均极显著高于对照, DJ<sub>3</sub>, DJ<sub>2</sub>, J 和 D 处理分别较对照高出 12.49%, 10.41%, 16.13% 和 10.25%。

表 2 不同处理对结果后期根系数、根冠比、总根长、根总面积和根系活力的影响

处理	根系数/条	根冠比	总根长/m	总表面积/cm <sup>2</sup>	根系活力/( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ )
DJ <sub>3</sub>	155.75 ± 5.73 <sup>aA</sup>	0.090 ± 0.004 <sup>aA</sup>	20.63 ± 1.30 <sup>aA</sup>	269.70 ± 10.91 <sup>aA</sup>	43.23 ± 1.45 <sup>aA</sup>
DJ <sub>2</sub>	153.75 ± 5.74 <sup>aA</sup>	0.077 ± 0.003 <sup>bB</sup>	17.70 ± 1.47 <sup>bB</sup>	238.17 ± 10.95 <sup>bB</sup>	42.43 ± 1.52 <sup>aAB</sup>
DJ <sub>1</sub>	101.50 ± 4.51 <sup>bB</sup>	0.063 ± 0.001 <sup>cC</sup>	14.80 ± 0.90 <sup>cC</sup>	202.20 ± 7.41 <sup>cC</sup>	39.03 ± 1.60 <sup>bBC</sup>
J	101.00 ± 6.68 <sup>bB</sup>	0.081 ± 0.007 <sup>bAB</sup>	11.50 ± 0.98 <sup>eE</sup>	172.90 ± 7.25 <sup>eE</sup>	44.63 ± 0.93 <sup>aA</sup>
D	96.00 ± 6.38 <sup>bCB</sup>	0.060 ± 0.002 <sup>cC</sup>	12.33 ± 1.45 <sup>dD</sup>	180.83 ± 7.00 <sup>dD</sup>	42.37 ± 1.25 <sup>aAB</sup>
CK	88.75 ± 7.46 <sup>cB</sup>	0.058 ± 0.003 <sup>cC</sup>	10.70 ± 1.25 <sup>fF</sup>	163.20 ± 10.01 <sup>fF</sup>	38.43 ± 0.50 <sup>bC</sup>

## 2.2 不同处理对结果期黄瓜根际土壤养分含量的影响

从表 3 可见, 在黄瓜结果前期, 土壤有机质含量的各处理都高于对照, 除 D 处理差异显著外其他处理均差异极显著, DJ<sub>3</sub>, DJ<sub>2</sub>, DJ<sub>1</sub>, J 和 D 处理有机质含量与对照相比分别高出 43.26%, 29.02%, 22.84%, 17.04% 和 13.20%; 土壤的全氮含量各处理都高于对照, 其中 DJ<sub>3</sub>, DJ<sub>2</sub> 和 J 处理与对照差异极显著而 DJ<sub>1</sub> 处理与对照差异显著, D 处理与对照差异不显著, DJ<sub>3</sub>, DJ<sub>2</sub>, J 和 DJ<sub>1</sub> 处理分别高出对照 14.29%, 12.38%, 6.67% 和 4.76%; 全磷含量除 D 处理显著

低于对照外而其他处理都高于对照但差异均不显著; 全钾含量各处理都高于对照且均差异不显著; 碱解氮含量的各处理都高于对照, 其中 DJ<sub>1</sub>, J, D 和 DJ<sub>2</sub> 处理分别高出对照 54.93%, 42.84%, 37.69% 和 27.87%, 且均与对照差异显著, 而 DJ<sub>3</sub> 处理与对照差异不显著; 速效磷含量的 DJ<sub>3</sub> 和 DJ<sub>2</sub> 处理低于对照而其他处理高于对照, 与对照相比, J 和 D 处理差异极显著, DJ<sub>3</sub> 处理差异显著, DJ<sub>1</sub> 处理差异不显著; 速效钾含量 J 处理显著高于对照, 而 DJ<sub>3</sub> 和 D 处理显著低于对照, DJ<sub>2</sub> 和 DJ<sub>1</sub> 低于对照但与对照差异不显著。

表 3 不同处理对结果前期根际土壤养分含量变化的影响

处理	有机质/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全氮/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全磷/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全钾/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	碱解氮/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	速效磷/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	速效钾/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
DJ <sub>3</sub>	41.03 ± 2.25 <sup>aA</sup>	1.20 ± 0.01 <sup>aA</sup>	1.71 ± 0.09 <sup>bB</sup>	15.01 ± 0.39 <sup>aA</sup>	60.94 ± 0.81 <sup>cdCD</sup>	86.61 ± 3.39 <sup>cdCD</sup>	54.18 ± 2.38 <sup>cdBC</sup>
DJ <sub>2</sub>	36.95 ± 1.09 <sup>bB</sup>	1.18 ± 0.01 <sup>aAB</sup>	1.92 ± 0.01 <sup>aA</sup>	15.05 ± 1.19 <sup>aA</sup>	67.04 ± 4.05 <sup>bcBC</sup>	83.23 ± 4.20 <sup>cd</sup>	58.01 ± 0.61 <sup>bcBC</sup>
DJ <sub>1</sub>	35.18 ± 0.27 <sup>bcBC</sup>	1.10 ± 0.05 <sup>bCD</sup>	1.73 ± 0.15 <sup>bB</sup>	14.68 ± 0.91 <sup>aA</sup>	81.23 ± 8.28 <sup>aA</sup>	105.50 ± 1.82 <sup>bB</sup>	61.18 ± 3.52 <sup>bcBC</sup>
J	33.52 ± 1.48 <sup>cBc</sup>	1.12 ± 0.04 <sup>bBC</sup>	1.70 ± 0.07 <sup>bB</sup>	14.69 ± 0.54 <sup>aA</sup>	74.89 ± 5.26 <sup>abAB</sup>	127.17 ± 11.21 <sup>aA</sup>	73.99 ± 4.89 <sup>aA</sup>
D	32.42 ± 1.49 <sup>cd</sup>	1.06 ± 0.02 <sup>cd</sup>	1.45 ± 0.09 <sup>cC</sup>	15.39 ± 1.30 <sup>aA</sup>	72.19 ± 7.34 <sup>abABC</sup>	124.37 ± 0.81 <sup>aA</sup>	50.04 ± 5.20 <sup>dC</sup>
CK	28.64 ± 1.90 <sup>dD</sup>	1.05 ± 0.01 <sup>cd</sup>	1.60 ± 0.04 <sup>bBC</sup>	14.64 ± 1.01 <sup>aA</sup>	52.43 ± 1.33 <sup>dD</sup>	100.56 ± 6.57 <sup>bBC</sup>	65.64 ± 5.51 <sup>bAB</sup>

从表 4 可见, 在结果后期, 各处理有机质含量均高于对照, 与对照相比, DJ<sub>2</sub> 处理差异极显著, DJ<sub>1</sub> 和 J 处理差异显著, DJ<sub>3</sub> 和 D 处理差异不显著, DJ<sub>2</sub>, J, DJ<sub>1</sub> 处理分别较对照提高 20.83%, 14.00%, 13.97%; 全氮含量 J 处理高于对照, D 处理与对照持平, 其他均低于对照, 各处理与对照差异均不显著; 全磷含量除 DJ<sub>3</sub> 处理低于对照外, 其他均高于对照, 各处理与对照差异均不显著; 全钾各处理均高于对照, 与对照相比, DJ<sub>2</sub> 和 DJ<sub>1</sub> 处理差异极显著, 分别提高 5.16% 和 5.08%, 其他处理差异均不显著; 碱解氮各处理均高于对照, 与对照相比, J 和 D 处理差异极显著, 分别提高 35.47% 和 27.45%, 而 DJ<sub>3</sub>, DJ<sub>2</sub> 和 DJ<sub>1</sub> 差异均不显著; 速效磷 DJ<sub>2</sub>, J, 和 DJ<sub>1</sub> 处理高于对照, DJ<sub>3</sub> 和 D 处理低于对照, 其中 DJ<sub>2</sub> 和 J 处理与对照差异极显著而其他差异不显著, DJ<sub>2</sub> 较对照提高了 30.49%; 对于

速效钾含量, DJ<sub>1</sub> 和 J 处理极显著高于对照, 而 DJ<sub>3</sub> 处理极显著低于对照, DJ<sub>2</sub> 处理显著低于对照, D 处理与对照差异不显著。

## 2.3 根际土壤养分和根系生长之间相关性分析

从表 5 分析可见, 根冠比与全钾含量呈极显著正相关关系, 与根际土壤全磷含量呈显著正相关关系; 根系活力与与根际土壤全氮含量呈极显著正相关关系, 与有机质含量呈显著正相关关系; 根系总面积与根系数呈极显著正相关关系, 与有机质含量呈显著正相关关系。

相关性分析结果说明, 根际土壤中全氮、全磷、全钾和有机质含量在很大程度上影响着根系的生长指标; 分析表明, 根系数与全钾含量呈显著负相关, 根冠比与碱解氮含量呈极显著负相关关系, 说明碱解氮含量增多对植株地上部生长的促进作用强于地下部。

表 4 不同处理对结果后期根际土壤养分含量变化的影响

处理	有机质/ (g · kg <sup>-1</sup> )	全氮/ (g · kg <sup>-1</sup> )	全磷/ (g · kg <sup>-1</sup> )	全钾/ (g · kg <sup>-1</sup> )	碱解氮/ (mg · kg <sup>-1</sup> )	速效磷/ (mg · kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg · kg <sup>-1</sup> )
DJ <sub>3</sub>	34.46 ± 0.75 <sup>bcAB</sup>	1.09 ± 0.07 <sup>abA</sup>	1.16 ± 0.12 <sup>aA</sup>	13.82 ± 0.13 <sup>bAB</sup>	82.62 ± 3.40 <sup>cBC</sup>	118.75 ± 10.55 <sup>bB</sup>	54.14 ± 2.19 <sup>cC</sup>
DJ <sub>2</sub>	38.92 ± 2.28 <sup>aA</sup>	1.04 ± 0.01 <sup>bA</sup>	1.56 ± 0.02 <sup>aA</sup>	14.48 ± 0.46 <sup>aA</sup>	83.62 ± 11.23 <sup>cBC</sup>	155.67 ± 16.02 <sup>aA</sup>	56.15 ± 1.38 <sup>cBC</sup>
DJ <sub>1</sub>	36.71 ± 3.17 <sup>abAB</sup>	1.04 ± 0.04 <sup>bA</sup>	1.60 ± 0.26 <sup>aA</sup>	14.47 ± 0.15 <sup>aA</sup>	90.85 ± 7.64 <sup>bcABC</sup>	119.32 ± 6.72 <sup>bB</sup>	65.14 ± 3.03 <sup>aA</sup>
J	36.72 ± 3.38 <sup>abAB</sup>	1.21 ± 0.08 <sup>aA</sup>	1.67 ± 0.23 <sup>aA</sup>	13.89 ± 0.09 <sup>bAB</sup>	107.35 ± 3.83 <sup>aA</sup>	170.29 ± 3.79 <sup>aA</sup>	66.92 ± 2.81 <sup>aA</sup>
D	35.67 ± 0.59 <sup>abcAB</sup>	1.13 ± 0.05 <sup>abA</sup>	1.31 ± 0.28 <sup>aA</sup>	13.96 ± 0.48 <sup>bAB</sup>	100.99 ± 4.47 <sup>abAB</sup>	99.91 ± 5.43 <sup>bB</sup>	56.59 ± 0.98 <sup>bcBC</sup>
CK	32.21 ± 0.92 <sup>cB</sup>	1.13 ± 0.08 <sup>abA</sup>	1.27 ± 0.54 <sup>aA</sup>	13.77 ± 0.20 <sup>bB</sup>	79.24 ± 4.01 <sup>cC</sup>	119.30 ± 10.63 <sup>bB</sup>	59.60 ± 1.40 <sup>bB</sup>

表 5 根系生长和土壤养分含量之间相关性分析

测定指标	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷	速效钾
根系数	0.355	-0.190	-0.567	-0.670*	0.555	0.515	-0.227
根冠比	-0.013	0.248	0.668*	0.781**	-0.721**	-0.522	0.114
根系活力	0.665*	0.721**	0.559	0.332	-0.177	-0.361	-0.222
总表面积	0.610*	-0.028	-0.328	-0.354	0.357	0.189	-0.403
总根长	0.575	-0.077	-0.251	-0.221	0.167	0.073	-0.422

注: \*\*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

杨崑等<sup>[6]</sup>研究表明,不同秸秆用量可不同程度提高土壤有机质含量,增加土壤全效 N,P,K 和速效养分含量。翟胜等<sup>[7]</sup>试验表明,在覆盖秸秆与覆盖秸秆+地膜处理小区,耕层土壤有机质、全氮、全磷、速效氮、磷、钾含量显著高于对照和覆盖地膜处理。通过利用玉米秸秆覆盖处理,不仅可向土壤的种植表层提供一些营养物质,有效增加土壤中氮、磷、钾的含量,而且可以极大改善根际表层土壤微生物生长繁殖环境,从而有效促进土壤养分的释放和循环,提高土壤中有机质和速效氮、磷、钾等营养成分的含量<sup>[8-9]</sup>。本试验通过不同地表覆盖处理后,均不同程度提高土壤中有机质、全钾和碱解氮含量等,其中 DJ<sub>3</sub>(1.20 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜)和 DJ<sub>2</sub>(0.72 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜)处理处理最为显著。但在结果前期不同地表覆盖处理提高土壤中全氮含量,而在结果后期却减少了土壤全氮含量。

在温室条件下,随设施种植年限的增加,土壤中全氮和全磷含量不断累计,而全钾含量会出现一定程度的亏缺<sup>[10]</sup>,本试验中通过地表秸秆覆盖增加了土壤表层全钾含量,这对于土壤微观环境来说及其重要,非常利于土壤中氮、磷、钾等营养元素的动态平衡。在试验过程中不同处理土壤养分含量存在一定的差异,这可能与不同处理间秸秆厚度、覆膜、土壤温度、土壤水分、微生物组成和数量等具体情况关联,导致土壤中产生的有机酸含量不同,从而使土壤中螯合、酸溶、竞争吸附等机制产生差异,最终使土壤中难

溶态的氮、磷、钾变成速效态的氮、磷、钾含量不同所致<sup>[11-12]</sup>。

在温室黄瓜生长发育过程中,植株地下部和地上部存在着密切的相关关系,地上部的叶片和果实生长发育依赖于植株地下根系部分吸收水肥以及制造一些氨基酸和植物内源激素<sup>[13]</sup>,而植株根系的生长离不开与根际密切相关的土壤养分等环境因子,本试验中秸秆加地膜的双元覆盖可以有效增加根际土壤有机质含量及其他土壤养分,提高温室土壤可持续生产能力,促进植株根系生长,影响并改善植株地上部分的生长状况,最终这些因素将提高温室黄瓜产量和品质<sup>[14-15]</sup>。

### 4 结论

(1) 经过不同地表覆盖处理后,在植株结果初期均明显提高根际土壤中有机质、全氮、全钾、碱解氮含量和总根长、根表面积、根系活力指标,在结果后期明显提高根际土壤中有机质、全钾、碱解氮含量和根系数、总根长、根表面积、根系活力指标,秸秆和地膜复合的双元覆盖效果要优于秸秆或地膜单一覆盖处理。

(2) 二元覆盖处理中 DJ<sub>3</sub>(1.20 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜)和 DJ<sub>2</sub>(0.72 kg/m<sup>2</sup> 秸秆量并覆膜)处理的效果远优于其他处理,在实际生产中,DJ<sub>2</sub> 处理可操作性强,易于推广。经过 DJ<sub>2</sub> 处理后,与对照相比,在结果后期可分别提高根际土壤有机质、全磷、全钾、碱解氮含量及根系数、根冠比、总根长、根表面积、根系活力分别达到 20.83%, 22.83%, 5.16%, 5.53%, 73.24%, 32.76%, 65.42%, 45.94% 和 10.41%。

(下转第 35 页)

土壤含磷水平,而在30—50 cm深度的水稻土壤中低、中、高量菌渣还田均能达到。

(3) 水稻季土壤施用菌渣后,各处理下土壤全钾含量均随着剖面深度的增加呈先增后降的单峰变化趋势,除开在水稻季土壤0—15 cm土层深度中, $T_4$ 处理显著高于 $T_1$  ( $p < 0.05$ ),其他不同施肥处理在各剖面深度的土壤全钾含量差异均不显著 ( $p < 0.05$ )。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 苏安祥. 中国食用菌产业现状与发展趋势[J]. 农产品加工:创新版(中),2013(11):56-57.
- [2] 郑林用,罗霞,贾定洪,等. 四川食用菌产业现状及发展方向探析[J]. 中国食用菌,2008,27(1):55-59.
- [3] 申进文,沈阿林,张玉亭,等. 平菇栽培废料等有机肥对土壤活性有机质和土壤酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(4):631-636.
- [4] 张秀珍,刘秉儒,章家恩,等. 施用双孢蘑菇菌渣条件下不同开垦年限土壤理化性质与养分特征变化[J]. 中国农学通报,2012,28(15):78-82.
- [5] 陈庆榆,黄守程,姚政. 蚯蚓和食用菌废渣对土壤的综合改良作用[J]. 中国林副特产,2008(4):24-25.
- [6] 冯德庆,黄勤楼,黄秀声,等. 菌渣对水稻生长性状、产量及土壤肥力的影响[J]. 中国土壤与肥料,2012(1):74-77.
- [7] 牛永绮,陈兰生. 土壤有机质测定方法的进展[J]. 干旱环境监测,1998(2):97-100.
- [8] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [9] 熊汉锋. 梁子湖湿地土壤—水—植物系统碳氮磷转化研究[D]. 湖北 武汉:华中农业大学,2005.
- [10] 王世强,杨敏,叶长林. 食用菌废料快速发酵转化有机肥条件的探讨[J]. 中国食用菌,2008(6):21-23.
- [11] 连纲,王德建,林静慧,等. 太湖地区稻田土壤养分淋洗特征[J]. 应用生态学报,2003,14(11):1879-1883.
- [12] 赵斌,吴献花,吴斌,等. 不同土地利用类型下土壤养分在土壤剖面中的分布特征[J]. 安徽农业科学,2012,39(36):22405-22407.
- [13] 李娟,彭金灵,康娟,等. 减施氮肥对稻田土壤剖面养分分布特征的影响[J]. 热带作物学报,2012,33(8):1378-1383.
- [14] 温广蝉,叶正钱,王旭东,等. 菌渣还田对稻田土壤养分动态变化的影响[J]. 水土保持学报,2012,26(3):82-86.
- [15] 谭德水,金继运,黄绍文,等. 不同种植制度下长期施钾与秸秆还田对作物产量和土壤钾素的影响[J]. 中国农业科学,2007,40(1):133-139.
- [16] 胡杨勇,马嘉伟,叶正钱,等. 稻麦轮作制度下连续菌渣还田对土壤肥力性状的影响[J]. 水土保持学报,2013,27(6):172-176.

(上接第29页)

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] Abbona E A, Sarandon S J, Marasas M E, et al. Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2007, 119(3):335-345.
- [2] Monteiro A, Lopes C M. Influence of cover crop on water use and performance of vineyard in Mediterranean Portugal [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2007, 121(4):336-342.
- [3] 杨青森,郑粉莉,温磊磊,等. 秸秆覆盖对东北黑土区土壤侵蚀及养分流失的影响[J]. 水土保持通报,2011,31(2):1-6.
- [4] 孙博,解建仓,汪妮,等. 秸秆覆盖对盐渍化土壤水盐影响的试验研究[J]. 水土保持通报,2011,31(3):48-51.
- [5] 李明,崔世茂,王怀栋. 不同地表覆盖对温室黄瓜根际土壤微生物和养分变化的影响[J]. 水土保持学报,2014,28(1):173-177.
- [6] 杨崑,杨丽娟,常青,等. 不同秸秆用量对保护地黄瓜产量及土壤养分的影响[J]. 北方园艺,2011(6):46-48.
- [7] 翟胜,梁银丽,张秀省,等. 地表覆盖对温室黄瓜品质、水分利用效率及土壤环境的影响[J]. 农业工程学报,2008,24(3):65-71.
- [8] 李会科,张广军,赵政阳,等. 黄土高原旱地苹果园生草对土壤养分的影响[J]. 园艺学报,2007,34(2):477-480.
- [9] 李明,崔世茂,王怀栋,等. 滴灌条件下地表覆盖厚度对黄瓜根系生长因子的影响[J]. 灌溉排水学报,2014,33(2):40-43.
- [10] 吴忠红,周建斌. 山西设施栽培条件下土壤理化性质的变化规律[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(5):136-140.
- [11] 张桂玲. 秸秆腐熟物覆盖对板栗园土壤微生物、养分含量和产量的影响[J]. 果树学报,2012,29(6):1057-1062.
- [12] 彭娜,王凯荣,王开峰,等. 不同水分条件下施用稻草对土壤有机酸和有效磷的影响[J]. 土壤学报,2006,43(2):347-351.
- [13] 周云龙. 植物生物学[M]. 2版. 北京:高等教育出版社,2006:77-90.
- [14] 周茂娟. 地面覆盖和水分对温室辣椒生理特性及土壤环境的影响[D]. 陕西 杨凌:西北农林科技大学,2009.
- [15] 翟胜,梁银丽,王巨媛,等. 地表覆盖对日光温室黄瓜生长发育及生理特性的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(2):73-77.