

李文泽,叶勇飞,龚宇强,等. 棚室番茄套作栽培模式筛选[J]. 江苏农业科学,2020,48(9):141-147.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.09.028

# 棚室番茄套作栽培模式筛选

李文泽,叶勇飞,龚宇强,姜淑芳,吴 瑕

(黑龙江八一农垦大学农学院,黑龙江大庆 163319)

**摘要:**为探索棚室内多种套作模式对番茄品质的影响,筛选出较好的套种模式。于 2018 年 3—10 月在黑龙江八一农垦大学大棚内进行试验,试验设番茄单作、番茄与大蒜套作、番茄与分蘖洋葱套作、番茄与大葱套作、番茄与豌豆套作、番茄与豆角套作共 6 个处理,分别调查番茄的茎粗、株高、果实的单果质量、纵横径及产量,并对番茄果实的硬度、可溶性固形物含量、维生素 C 含量、可滴定酸含量、可溶性蛋白含量、可溶性糖含量及番茄红素含量等指标进行测定。试验结果表明,除套作大蒜以外,不同的套作模式番茄产量均有所提高。与分蘖洋葱套作和与大蒜套作后果实硬度显著高于番茄单作;与分蘖洋葱套作后果实可溶性固形物含量显著高于番茄单作;与分蘖洋葱套作、与豌豆套作后果实维生素 C 含量显著高于番茄单作;与分蘖洋葱套作后可滴定酸含量显著低于番茄单作;与分蘖洋葱套作的番茄果实可溶性蛋白含量显著高于单作;番茄与大蒜套作后果实的可溶性糖含量显著高于其他处理;与分蘖洋葱套作、与豌豆套作、与豆角套作后的果实番茄红素含量显著高于番茄单作;番茄与大蒜套作、与分蘖洋葱套作后的果实的糖酸比显著高于其他处理。综上,合理地间套作有利于提高番茄的品质和产量,其中与分蘖洋葱套作番茄栽培效果较好,可以在黑龙江省大庆地区棚室栽培中试用推广。

**关键词:**棚室栽培;番茄;套作;品质;产量

**中图分类号:** S641.204 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)09-0141-07

国内外研究结果显示,间套作较单作增产幅度为 30% ~ 50%。据统计,世界间套作面积在 1 亿  $\text{hm}^2$  以上,国内间套作种植面积约有 0.2 亿  $\text{hm}^2$ ,在我国粮食生产中具有重要的地位<sup>[1]</sup>。间套作相对

于单作具有充分利用光、热、水、土等资源的特点。近年来,间套作养分资源利用及间套作优势研究已成为热点问题。合理地间套作具有明显的产量优势,这种优势生态基础主要包括地上、地下等 2 个部分,间套作在地上能充分利用光和热资源,在地下能合理利用水分、养分资源<sup>[2]</sup>。黑龙江省大庆地区为北温带半湿润大陆季风性气候,夏季降水集中,春季多旱少水并常年伴随大风。春季蒸降比远大于其他季节,土壤及地下水中的可溶性盐类随上升水流蒸发、浓缩,不断累积于地表。区内地势低平,排水不畅,也使盐分积累过程加速<sup>[3]</sup>。因此,在土壤盐碱条件下,大力开展棚式栽培,利用植物间合

收稿日期:2019-04-22

基金项目:黑龙江省大学生创新创业训练计划(编号:201810223037);黑龙江八一农垦大学校内培育课题资助计划(编号:XZR2017-01)。

作者简介:李文泽(1997—),女,贵州晴隆人,研究方向为设施园艺生理生态。E-mail:1055292367@qq.com。

通信作者:吴 瑕,博士,讲师,研究方向为设施园艺生理生态与蔬菜安全生产。E-mail:wuxiaxia\_2005@163.com。

[4]赵尊练,杨广君,巩振辉,等. 克服蔬菜作物连作障碍问题之研究进展[J]. 中国农学通报,2007,23(12):278-282.

[5]王庆锁,张玉发,苏加楷,等. 苜蓿-作物轮作研究[J]. 生态农业研究,1999,7(3):35-38.

[6]Peoples M B, Craswell E T. Biological nitrogen fixation: investments, expectations and actual contributions to agriculture [J]. Plant & Soil, 1992, 141(1/2): 13-39.

[7]Tang C, Mclay C D A, Barton L. A comparison of proton excretion of twelve pasture legumes grown in nutrient solution [J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 1997, 37: 563-570.

[8]Barber S A. Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach.

[J]. New York: John Wiley, 1984: 380

[9]Herridge D F, Marcellos H, Felton W L, et al. Chickpea increases soil N fertility in cereal systems through nitrate sparing and nitrogen fixation [J]. Soil Biology & Biochemistry, 1995, 27(4/5): 545-551.

[10]孙光闻,陈日远,刘厚诚. 设施蔬菜连作障碍原因及防治措施 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(增刊 1): 184-188.

[11]宋福宣,丛 超,蒋欣梅,等. 前茬蔬菜对后茬秋白菜生产影响初探 [J]. 湖北农业科学, 2010, 49(12): 3088-3090.

[12]陈少灿,吴凤芝. 轮作分蘖洋葱对大白菜生长、品质及产量的影响 [J]. 北方园艺, 2015(12): 31-34.

理的间套作可以促进大庆地区盐碱地环境下植物种植的发展<sup>[4]</sup>。

间套作是多熟种植的主要栽培模式,始于亚洲、非洲和拉丁美洲,现已逐步发展到欧洲和北美洲。与单作相比,间套作在提高资源利用率、增加产量和经济效益、减少病虫害、防止水土流失等方面具有明显的优势<sup>[5]</sup>。据统计,在种植面积一定的前提下,间套作可显著提高粮食产量,一般比单作增产 20% 左右<sup>[6]</sup>。合理的间套作,可以增加土壤覆盖度,有利于保持水土。研究表明,与番茄套作的大蒜形态指标显著低于单作大蒜;套作显著降低了大蒜鳞茎质量和总产量,同时显著提高了独头率和独头蒜产量<sup>[7]</sup>。分蘖洋葱是东北地区种植的具有医疗保健作用的葱蒜类蔬菜之一<sup>[8]</sup>。研究表明,黄瓜与洋葱或大蒜间作能够提高黄瓜的产量,并改善黄瓜根际土壤环境<sup>[9]</sup>。与葱蒜类间作是常见的园艺作物间作方式,葱蒜类根系分泌物中含特殊辛辣物质,具有抑制有害菌生长的作用,有促进作物生长提高作物品质的特点<sup>[10-11]</sup>。为更好地利用光、温、水、土等自然条件,许多地区采用豌豆和其他作物混作、间作和套种的方式,既可以抑制杂草孳生,减少病虫害,又可以增加单位面积的年产量<sup>[12]</sup>。

间套作在提高单位面积的产出和土地利用率的的同时,又能减少连作障碍的发生<sup>[13]</sup>。在蔬菜生产中,葱蒜类与其他蔬菜作物间作,葱蒜类根系分泌物可以有效地杀灭某些有害病菌,减少相关病害的发生<sup>[14]</sup>。而豆类能够改善套作植株的氮营养<sup>[15]</sup>。因此,本研究采用分蘖洋葱、大葱、大蒜、豌豆及豆角等与番茄套作栽培,测定几种套作栽培模式下番茄的株高、茎粗、叶绿素含量、可溶性糖含量、维生素 C 含量、可滴定酸含量、可溶性蛋白含量、番茄红素含量等多个生理指标,同时对套作植物的产量和经济效益进行评价,旨在筛选大庆棚室番茄适宜的套作栽培模式提供理论依据,并为番茄高产优质栽培推广奠定坚实基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2018 年 3—10 月在黑龙江八一农垦大学园艺试验基地大棚内进行。供试番茄品种为光辉 101,由黑龙江省农业科学院提供。蒜的鳞茎、分蘖洋葱的鳞茎、大葱苗、豌豆种子及豆角种子均采购于黑龙江省大庆市农贸市场。

1.2 试验设计

本试验于 2018 年 3 月初开始,选取饱满的番茄种子浸种催芽。整地后于 2018 年 5 月 9 日(番茄 6 叶 1 心期)定植,番茄株行距为 35 cm×40 cm,定植 1 周后,大蒜、分蘖洋葱和大葱在番茄外侧距番茄植株 5 cm 处均以 4:1 的比例单瓣栽种。番茄定植 30 d 后,豌豆、豆角在番茄株间采用种子直播。豌豆、豆角株距均为 35 cm。本试验设为番茄单作、番茄与大蒜套作、番茄与分蘖洋葱套作、番茄与大葱套作、番茄与豌豆套作、番茄与豆角套作,共 6 个处理(表 1),每个处理设 3 个小区,每个小区(面积为 0.60 m×3.25 m)定植番茄 16 株,采用单因素随机区组设计,番茄留 4 穗果摘心(定植后 70 d),之后常规管理。分别于番茄定植后 30、50、70 d 进行植物学性状的调查和测量,每个小区选取 10 株计数取平均值。

表 1 试验设计

处理编码	处理方式
CK	番茄单作
T1	番茄套作大蒜
T2	番茄套作分蘖洋葱
T3	番茄套作大葱
T4	番茄套作豌豆
T5	番茄套作豆角

1.3 形态和生理指标测定

分别于番茄定植后 30、50、70 d 进行株高和茎粗测量,采用米尺测定番茄植株株高;用游标卡尺测量茎粗(距根茎 1 cm 处)。番茄留 4 穗果摘心,每个小区随机取 10 株测产取平均值。每个小区随机选择成熟期一致的 10 个果实进行品质测定。待果实成熟后测量其单果质量、横径、纵径、硬度、可溶性固形物含量等,果实单果质量用分析天平测量,横纵径用尺子测量,果实硬度使用手持硬度计(GY-2)测定,可溶性固形物含量采用阿贝折射仪测定。维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚钠法进行测定<sup>[16]</sup>;可滴定酸含量采用酸碱滴定法进行测定<sup>[17]</sup>;可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝法进行测定<sup>[18]</sup>;可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定<sup>[19]</sup>;番茄红素含量采用有机溶剂浸提法测定<sup>[20]</sup>;糖酸比=可溶性糖的含量×10/可滴定酸的含量,每个小区求出 1 个糖酸比,3 次重复。

1.4 数据处理及分析

试验所得数据采用 WPS 软件整理和分析,采用 SAS 9.1.3 软件对数据进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同植物套作对番茄产量及生长的影响

2.1.1 不同植物套作对番茄果实横纵径、单果质量及产量的影响 试验结果(表 2)表明,6 组处理所得的果实横径表现为番茄套作豆角 > 番茄套作分蘖洋葱 > 番茄套作豌豆 > 番茄单作 > 番茄套作大蒜 > 番茄套作大葱,番茄套作豆角的果实横径显著高于其他 5 组处理,番茄套作分蘖洋葱与番茄套作豌豆间无显著性差异,番茄套作大蒜与番茄单作间无显著性差异,番茄套作大葱与除番茄单作、番茄套作大蒜外的其他处理差异显著。

试验结果(表 2)表明,6 组处理下番茄的纵径表现为番茄套作豆角 > 番茄单作 > 番茄套作豌豆 > 番茄套作分蘖洋葱 > 番茄套作大葱 > 番茄套作大蒜,番茄套作豆角的果实纵径显著高于其他 5

组处理,番茄单作、番茄套作豌豆、番茄套作分蘖洋葱间无显著性差异,番茄套作大葱与套作大蒜果实纵径显著低于番茄套作豆角处理,而这 2 个处理间没有显著性差异。

试验结果(表 2)表明,不同处理下番茄单果质量表现为番茄套作豆角 > 番茄套作分蘖洋葱 > 番茄套作豌豆 > 番茄单作 > 番茄套作大葱 > 番茄套作大蒜,番茄套作豆角的单果质量显著高于其他 5 组处理,番茄套作分蘖洋葱与番茄套作豌豆、番茄单作间无显著性差异,番茄套作大蒜与番茄套作大葱间无显著性差异。

不同套作模式番茄测产结果(表 2)显示,除番茄套作大蒜的单株产量略低于番茄单作单株产量外,番茄套作分蘖洋葱增产 12.50%,番茄套作大葱增产 1.92%,番茄套作豌豆增产 7.69%,番茄套作豆角增产 17.30%。

表 2 不同植物套作对番茄果实横纵径、单果质量及产量的影响

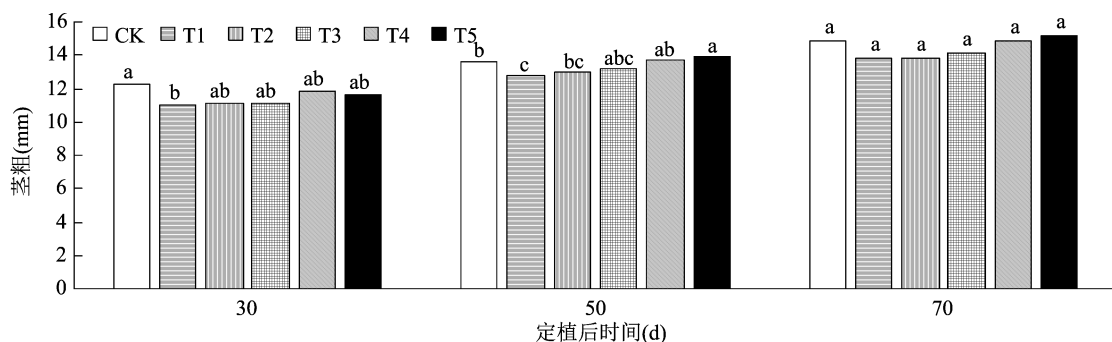
处理	果实横径 (cm)	果实纵径 (cm)	单果质量 (g)	产量 (kg/株)
番茄单作	5.65 ± 0.09bc	4.77 ± 0.19bc	79.63 ± 5.82bc	1.04 ± 0.14ab
番茄套作大蒜	5.61 ± 0.06bc	4.58 ± 0.17c	74.00 ± 6.47c	0.96 ± 0.15b
番茄套作分蘖洋葱	5.83 ± 0.13b	4.75 ± 0.15bc	86.87 ± 2.01b	1.17 ± 0.15a
番茄套作大葱	5.51 ± 0.14c	4.60 ± 0.02c	75.75 ± 5.07c	1.06 ± 0.10ab
番茄套作豌豆	5.79 ± 0.07b	4.77 ± 0.04bc	85.42 ± 1.02b	1.12 ± 0.11ab
番茄套作豆角	6.07 ± 0.06a	5.07 ± 0.16a	96.97 ± 2.95a	1.22 ± 0.14a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

2.1.2 不同植物套作对番茄茎粗的影响 由图 1 可知,随着定植时间的延长番茄的茎粗逐渐变粗。在定植后 30 d 时,不同套作模式番茄茎粗表现为番茄单作 > 番茄套作豌豆 > 番茄套作豆角 > 番茄套作大葱 > 番茄套作分蘖洋葱 > 番茄套作大蒜,番茄单作的茎粗比其他 5 组处理要粗,但与番茄套作分蘖洋葱、番茄套作大葱、番茄套作豌豆、番茄套作豆角之间差异均不显著,与番茄套作大蒜差异显著;定植后 50 d 时,不同套作模式番茄茎粗表现为番茄套作豆角 > 番茄套作豌豆 > 番茄单作 > 番茄套作大葱 > 番茄套作分蘖洋葱 > 番茄套作大蒜,番茄套作豆角的茎粗与番茄套作豌豆、套作大葱间差异不显著,与番茄单作、番茄套作分蘖洋葱、番茄套作大蒜之间差异显著;定植后 70 d 时,不同套作模式番茄茎粗表现为番茄套作豆角 > 番茄单作 > 番茄套作豌豆 > 番茄套作大葱 > 番茄套作大蒜 > 番茄套作分蘖洋葱,但各处理间的差异不显著。

2.1.3 不同植物套作对番茄株高的影响 由图 2

可知,随着定植时间的延长番茄的株高逐渐变高。定植后 30 d 不同套作模式番茄的株高表现为番茄套作豌豆 > 番茄套作豆角 > 番茄套作大葱 > 番茄套作分蘖洋葱 > 番茄单作 > 番茄套作大蒜,番茄套作大葱、番茄套作豌豆、番茄套作豆角与番茄套作分蘖洋葱有差异但差异不显著,三者与番茄单作、番茄套作大蒜差异显著,而番茄单作与番茄套作大蒜之间有差异但不显著;定植后 50 d 不同套作模式番茄株高表现为番茄套作豌豆 > 番茄套作豆角 > 番茄套作大葱 > 番茄套作分蘖洋葱 > 番茄单作 > 番茄套作大蒜,番茄套作大葱、番茄套作豌豆、番茄套作豆角 3 组间无显著性差异,番茄单作、番茄套作大蒜、番茄套作分蘖洋葱 3 组间无显著性差异,但前三者和后三者差异显著;定植后 70 d 不同套作模式番茄株高表现为番茄套作豌豆 > 番茄套作豆角 > 番茄套作大葱 > 番茄套作分蘖洋葱 > 番茄单作 > 番茄套作大蒜,番茄套作豌豆和番茄套作豆角间无显著性差异,两者与番茄套作大葱有差异但差异不



不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。下图同

图1 不同植物套作对番茄茎粗的影响

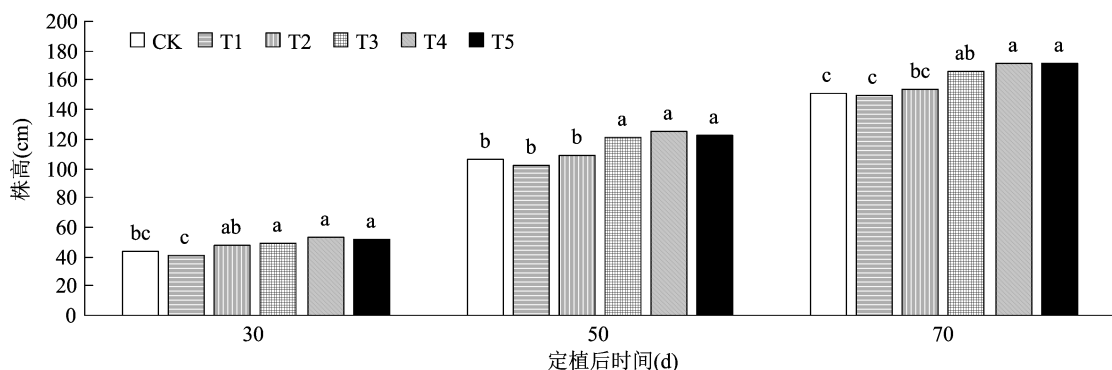


图2 不同植物套作对番茄株高的影响

显著,与番茄套作分蘖洋葱、番茄套作大蒜、番茄单作有显著性差异,番茄套作分蘖洋葱与番茄套作大蒜、番茄单作间有差异,但不显著。

## 2.2 不同植物套作对番茄生物学性状的影响

2.2.1 不同植物套作对番茄果实硬度的影响 试验数据(图3)表明,6组处理下番茄果实硬度表现为番茄套作分蘖洋葱>番茄套作大蒜>番茄套作豆角>番茄套作大葱>番茄套作豌豆>番茄单作,番茄套作大蒜、番茄套作分蘖洋葱间没有显著性差异,两者与番茄套作豆角间有差异但不显著,番茄单作、番茄套作大葱、番茄套作豌豆间差异不显著。

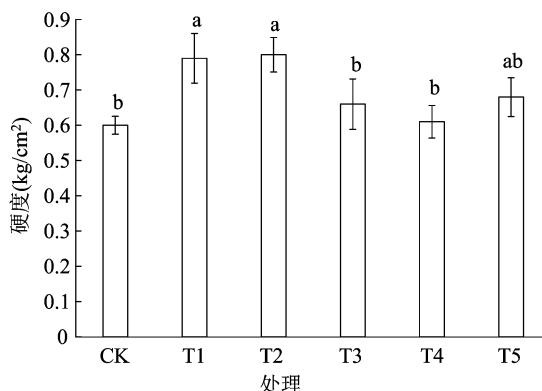


图3 不同植物套作对番茄果实硬度的影响

2.2.2 不同植物套作对番茄可溶性固形物含量的影响 由图4可知,6组处理下番茄的可溶性固形物含量表现为番茄套作分蘖洋葱>番茄套作豆角>番茄套作豌豆>番茄套作大蒜>番茄套作大葱>番茄单作,番茄套作分蘖洋葱与番茄套作大蒜、番茄套作大葱、番茄套作豌豆、番茄套作豆角间有差异但都不显著,与番茄单作差异显著。

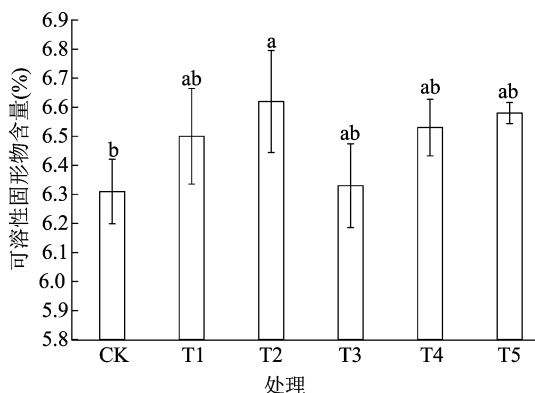


图4 不同植物套作对番茄果实可溶性固形物含量的影响

## 2.3 不同植物套作对番茄果实品质性状的影响

### 2.3.1 不同植物套作对番茄维生素C含量的影响

由图5可知,在6组处理下维生素C含量表现为番茄套作豌豆>番茄套作分蘖洋葱>番茄套作大

葱 > 番茄套作大蒜 > 番茄套作豆角 > 番茄单作, 与豌豆套作番茄果实中维生素 C 含量显著高于与分蘖洋葱套作, 这 2 种套种模式均显著高于其他处理和番茄单作, 且其他处理的番茄单作之间差异不显著。

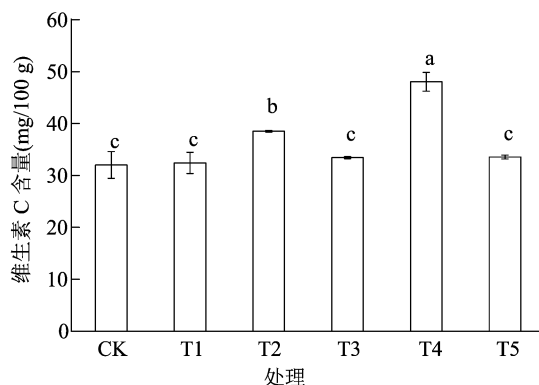


图5 不同植物套作对番茄维生素 C 含量的影响

### 2.3.2 不同植物套作对番茄可滴定酸含量的影响

由图 6 可知, 在 6 组处理下可滴定酸含量表现为番茄套作大葱 > 番茄套作豌豆 > 番茄套作豆角 > 番茄套作大蒜 > 番茄单作 > 番茄套作分蘖洋葱, 番茄套作大葱、番茄套作豌豆间可滴定酸含量差异不显著, 番茄套作大葱、番茄套作豌豆和番茄套作豆角之间有差异, 但差异不显著, 番茄套作大葱、番茄套作豌豆和番茄套作豆角的可滴定酸含量显著高于番茄单作、番茄套作大蒜、番茄套作分蘖洋葱, 而番茄套作大蒜的可滴定酸含量显著高于番茄单作、番茄套作分蘖洋葱, 番茄单作的可滴定酸含量显著高于番茄套作分蘖洋葱。

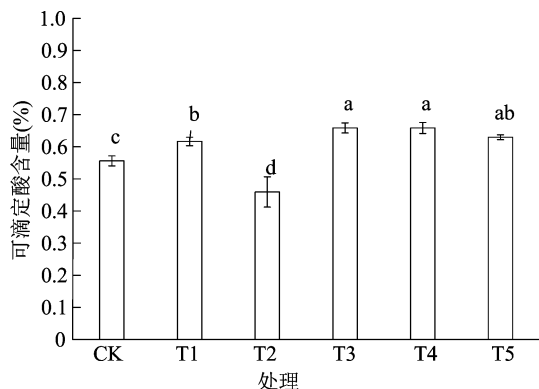


图6 不同植物套作对番茄可滴定酸含量的影响

### 2.3.3 不同植物套作对番茄可溶性蛋白含量的影响

由图 7 可知, 在 6 组处理下可溶性蛋白含量表现为番茄套作分蘖洋葱 > 番茄套作豌豆 > 番茄套作豆角 > 番茄单作 > 番茄套作大蒜 > 番茄套作大

葱, 番茄套作分蘖洋葱的可溶性蛋白含量高于番茄套作豌豆、番茄套作豆角, 但差异不显著, 番茄套作分蘖洋葱可溶性蛋白含量显著高于番茄单作、番茄套作大蒜、番茄套作大葱, 番茄单作、番茄套作大蒜的可溶性蛋白含量略高于番茄套作大葱。

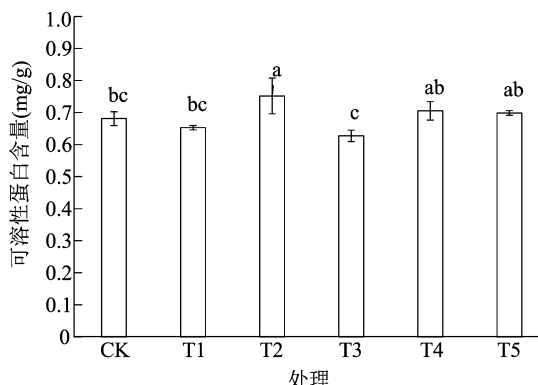


图7 不同植物套作对番茄可溶性蛋白含量的影响

### 2.3.4 不同植物套作对番茄可溶性糖含量的影响

由图 8 可知, 在 6 组处理下可溶性糖含量表现为番茄套作大蒜 > 番茄套作豆角 > 番茄套作分蘖洋葱 > 番茄套作豌豆 > 番茄单作 > 番茄套作大葱, 可溶性糖含量中番茄套作大蒜显著高于其他 5 组, 番茄套作豆角、番茄套作分蘖洋葱、番茄套作豌豆间有差异但不显著, 但三者显著高于番茄套作大葱。

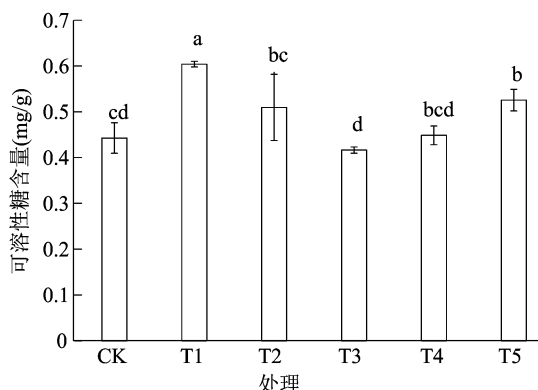


图8 不同植物套作对番茄可溶性糖含量的影响

### 2.3.5 不同植物套作对番茄果实番茄红素含量的影响

由图 9 可知, 6 组处理下番茄红素含量表现为番茄套作豌豆 > 番茄套作分蘖洋葱 > 番茄套作豆角 > 番茄套作大葱 > 番茄单作 > 番茄套作大蒜, 番茄套作豌豆的番茄红素含量显著高于其他 5 组处理, 番茄套作分蘖洋葱和番茄套作豆角间没有显著性差异, 两者显著高于番茄单作、番茄套作大蒜、番茄套作大葱, 而番茄单作、番茄套作大蒜、番茄套作大葱之间没有显著性差异。

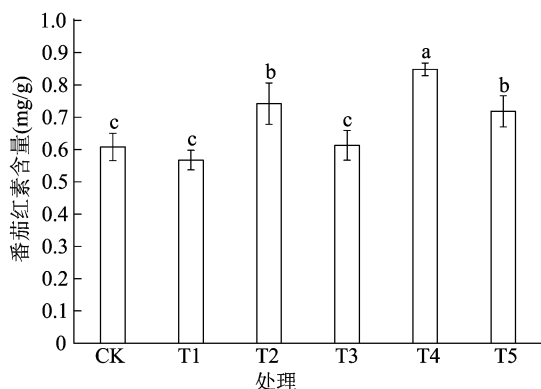


图9 不同植物套作对番茄果实番茄红素含量的影响

2.3.6 不同植物套作对番茄糖酸比的影响 由图 10 可知, 在 6 组处理下糖酸比表现为番茄套作分蘖洋葱 > 番茄套作大蒜 > 番茄套作豆角 > 番茄单作 > 番茄套作豌豆 > 番茄套作大葱, 番茄套作分蘖洋葱的糖酸比显著高于其他 5 组处理, 番茄套作大蒜的糖酸比显著高于番茄单作、番茄套作大葱、番茄套作豌豆、番茄套作豆角, 番茄单作和番茄套作豆角间没有显著性差异, 但显著高于番茄套作大葱、番茄套作豌豆, 番茄套作大葱和番茄套作豌豆之间没有显著性差异。

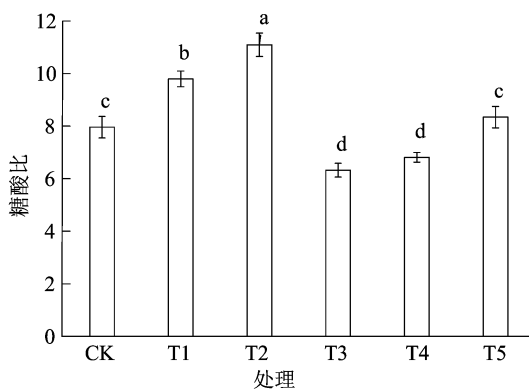


图10 不同植物套作对番茄糖酸比的影响

### 3 讨论与结论

研究表明, 与单作相比, 间套作在提高资源利用率、增加产量和经济效益、减少病虫害、防止水土流失等方面具有明显优势<sup>[21]</sup>。代会会等研究了土豆套作番茄, 结果表明套作条件下番茄产量明显提高且改善了土壤条件<sup>[22]</sup>。肖雪梅研究认为, 套作可以提高蔬菜产量, 改善品质并改良土壤性质<sup>[23]</sup>。本研究结果表明, 随着定植时间的延长, 番茄的茎粗和株高均有所增加, 生长后期各处理间的茎粗之间

无显著性差异, 生长后期与大葱、豌豆和豆角套作后番茄的株高显著高于番茄单作、与大蒜和分蘖洋葱套作。番茄与豆角套作的单果质量显著高于单作; 与豆角套作的果实横径和纵径大于番茄单作; 与分蘖洋葱和大蒜套作后的果实硬度显著高于单作; 与分蘖洋葱套作后的果实可溶性固形物含量显著高于单作。套作在一定程度上可以改善番茄的生长指标、产量和果实品质。分蘖洋葱与番茄套作可以促进番茄对磷和锰等养分的吸收, 促进番茄的生长<sup>[24]</sup>, 分蘖洋葱套作番茄可以促进土壤矿质养分的吸收, 为番茄增产提供了物质基础。套作改善了连作番茄生长土壤中根系微生物数量及比例和土壤酶活性, 从而提高番茄产量<sup>[25]</sup>。每种套作模式对番茄品质的改善不同, 改善机制应进一步深入研究。

葱蒜类蔬菜是一种热门化感型作物, 如大蒜<sup>[26-27]</sup>、分蘖洋葱<sup>[28]</sup>等, 由于许多葱蒜类蔬菜对多种细菌和真菌具有较强的抑制作用, 而常被用于间作或套作<sup>[14]</sup>。徐强等研究线辣椒与玉米的套作体系, 发现套作玉米的品质指标明显高于单作玉米, 然而套作线辣椒则呈现明显的品质劣势。大蒜具有广谱的抑菌活性, 大蒜与其他作物套作减轻连作障碍的研究已有相关报道<sup>[29]</sup>。王梦怡认为, 套作大蒜能够提高茄子果实干物质含量、可溶性蛋白含量及可溶性糖含量等<sup>[30]</sup>。本研究证实, 番茄与分蘖洋葱套作、番茄与豌豆套作得到的果实维生素 C 含量显著高于番茄单作; 与分蘖洋葱套作后番茄果实中可滴定酸含量显著低于单作; 与分蘖洋葱套作的番茄果实可溶性蛋白含量显著高于单作; 与大蒜套作后番茄果实的可溶性糖含量显著高于其他处理; 与分蘖洋葱、豌豆及豆角套作后果实的番茄红素含量显著高于单作; 与大蒜及分蘖洋葱套作后果实的糖酸比显著升高。套作均不同程度改善了番茄果实的品质和口感。

试验证明, 除套作大蒜外, 不同的套作模式番茄的产量均有所提高。在番茄与大蒜套作、番茄与分蘖洋葱套作、番茄与大葱套作、番茄与豌豆套作、番茄与豆角套作这几种套作模式下番茄果实的品质得以改善。其中番茄与大蒜套作、番茄与分蘖洋葱套作后的果实糖酸比显著升高, 番茄的口感显著改善, 同时分蘖洋葱套作后显著提高了番茄果实可溶性蛋白的含量、维生素 C 含量和番茄红色素含量, 改善了番茄的营养品质; 与豆角、分蘖洋葱和豌

豆套作在一定程度上提高了番茄的产量, 综上, 番茄与分蘖洋葱套作栽培模式较好, 可以提高番茄产量并改善果实品质, 可以在大庆地区棚室番茄生产中试用推广。

#### 参考文献:

- [1] 蔡崇法, 王峰, 丁树文, 等. 间作及农林复合系统中植物组间养分竞争机理分析[J]. 水土保持研究, 2000, 7(3): 220 - 222, 253.
- [2] 孙建好, 李隆, 张福锁, 等. 不同施氮水平对小麦/玉米间作产量和水分效应的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(7): 345 - 348.
- [3] 赵朋成, 李佩东, 王辉, 等. 大庆地区盐碱地改良及研究进展综述[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2016, 29(5): 4 - 6.
- [4] 李献宇, 朱博. 大庆市盐碱化土地治理对策初探[J]. 牡丹江师范学院学报(自然科学版), 2006(3): 33 - 35.
- [5] 严炜, 刘光华, 姜予强, 等. 木薯间套作栽培研究概况及产业发展对策[J]. 南方农业学报, 2011, 42(4): 391 - 394.
- [6] 宁堂原, 焦念元, 安艳艳, 等. 间套作资源集约利用及对产量品质影响研究进展[J]. 中国农学通报, 2007, 23(4): 159 - 163.
- [7] 刘同金. 大棚基质栽培番茄/大蒜套作效应研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013: 33 - 35.
- [8] 巴红梅, 赵研. 洋葱的营养保健功能和产品开发[J]. 农产品资源, 2008(23): 39 - 41.
- [9] Zhou X G, Yu G B, Wu F Z. Effects of intercropping cucumber with onion or garlic on soil enzyme activities, microbial communities and cucumber yield[J]. European Journal of Soil Biology, 2011, 47(5): 279 - 87.
- [10] 刘守伟, 杨阳, 潘凯, 等. 分蘖洋葱根系分泌物对黄瓜幼苗土壤养分及土壤酶活性的影响[J]. 中国蔬菜, 2012(14): 51 - 58.
- [11] 何超. 葱蒜类植物对辣椒疫病发生的影响[D]. 扬州: 扬州大学, 2012: 46 - 47.
- [12] 钟书文. 豌豆轮作倒茬间作方式[J]. 农村新技术, 2018(5): 11 - 12.
- [13] 李隆, 李晓林, 张福锁, 等. 小麦大豆间作条件下作物养分吸收利用对间作优势的贡献[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(2): 140 - 146.
- [14] 赵尊练, 杨广军, 巩振辉, 等. 克服蔬菜作物连作障碍问题之研究进展[J]. 中国农学通报, 2007, 23(12): 278 - 282.
- [15] 雍太文. “麦/玉/豆”套作体系的氮素吸收利用特性及根际微生态效应研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2009: 112.
- [16] 萧浪涛, 王三根. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 65 - 67.
- [17] 蔡庆生. 植物生理学实验[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2013: 33 - 35.
- [18] 李忠光, 龚明. 植物生理学综合性和设计性实验教程[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2014: 57 - 59.
- [19] 丁雪梅, 张晓君, 赵云, 等. 蒽酮比色法测定可溶性糖含量的试验方法改进[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2014(23): 230 - 233.
- [20] 王昆, 马玲云, 吴先富, 等. 番茄红素的研究概况[J]. 中国药事, 2015, 29(3): 266 - 272.
- [21] 李小飞. 长期间套作下作物生产力、稳定性和土壤肥力研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2017: 120 - 121.
- [22] 代会会, 胡雪峰, 曹明阳, 等. 豆科间作对番茄产量、土壤养分及酶活性的影响[J]. 土壤学报, 2015, 52(4): 911 - 918.
- [23] 肖雪梅. 套作大蒜或青蒜消减大棚黄瓜连作障碍的效果及机理研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013: 89.
- [24] 吴瑕, 吴凤芝, 周新刚. 分蘖洋葱伴生对番茄矿质养分吸收及灰霉病发生的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(3): 734 - 742.
- [25] 张浩, 李福云, 徐志然, 等. 不同套作模式对温室连作番茄生长产量及土壤微生物与酶活性的影响[J]. 北方园艺, 2014(13): 46 - 49.
- [26] 周艳丽. 大蒜根系分泌物的化感作用研究及化感物质鉴定[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007: 72 - 73.
- [27] 韩旭. 大蒜秸秆腐解物化感作用研究及化干物质鉴定[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013: 101 - 102.
- [28] 杨阳. 分蘖洋葱根系分泌物对黄瓜的化感作用及其影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2010: 147.
- [29] 徐强, 程智慧, 卢涛, 等. 线辣椒/玉米套作对产量和品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(5): 20 - 25.
- [30] 王梦怡. 连续套作大蒜对大棚连作茄子的生物效应和生态效应研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016: 116.