

# 适宜与大棚基质栽培番茄套作的大蒜品种及其套播期研究

刘同金<sup>1</sup>, 程智慧<sup>1,\*</sup>, 赵慧玲<sup>1</sup>, 常立<sup>2</sup>, 余婷<sup>2</sup>, Imran Ahmad<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>西北农林科技大学园艺学院, 农业部西北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 陕西杨凌 712100; <sup>2</sup>西北农林科技大学林学院, 陕西杨凌 712100)

**摘要:** 筛选适宜与大棚基质栽培番茄套作的大蒜品种和套播期, 旨在为番茄/大蒜基质栽培高效模式的建立提供技术支撑。‘迪芬尼’番茄于2011年7月31日定植, 其生长期选用极早熟、早熟、中晚熟大蒜品种‘正月早’、‘蔡家坡红皮’和‘改良蒜’, 设3个套播期, 即9月1日、9月21日、10月11日, 测定大蒜和春茬番茄(2012年3月30日定植)生长量及产量。结果表明: 9月1日套播的大蒜比9月21日和10月11日套播的出苗日期早, 但出苗时间长; 套播过早, 大蒜受秋茬番茄遮阴造成的弱光胁迫时间长, 导致收获株率低; 中晚熟大蒜品种‘改良蒜’的横径最大值、横径最小值、纵径、周长、单头质量大于其它两个品种。套作大蒜对春茬番茄影响较大, 与‘改良蒜’套作显著降低了番茄产量。9月21日套播极早熟大蒜品种‘正月早’, 净收益显著高于单作番茄。因此确定在陕西关中地区, 适宜与大棚基质培番茄套作的大蒜品种是‘正月早’, 其适宜套播期为9月21日。

**关键词:** 番茄; 大蒜; 套作; 基质; 套播期; 净收益

**中图分类号:** S 633.4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2013) 03-0555-07

## Studies on the Optimum Cultivar and Intercropping Date of Garlic Intercropped with Substrate Culture Tomato Under Plastic Tunnel

LIU Tong-jin<sup>1</sup>, CHENG Zhi-hui<sup>1,\*</sup>, ZHAO Hui-ling<sup>1</sup>, CHANG Li<sup>2</sup>, YU Ting<sup>2</sup>, and Imran Ahmad<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>College of Horticulture, Northwest A & F University, Key Laboratory of Horticultural Plant Germplasm Resource Utilization in Northwest China, Ministry of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100, China; <sup>2</sup>College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** In order to select the best garlic cultivar and intercropping date for garlic intercropped with substrate culture tomato under plastic tunnel, an experiment was conducted with split plot design during the year 2011–2012 at the experimental research station of Northwest A & F University. The tomato (called Difenni) was planted on 31<sup>st</sup> July 2011. During the growth of the tomato, two factors studied in this experiment were three intercropping dates (09–01, 09–21 and 10–11) as main plots and three garlic cultivars (namely ‘Zhengyue Zao’, ‘Caijiapo Hongpi’ and ‘Gailiang Suan’) which have different maturity dates as sub-plots. The data were recorded on sprouting of garlic, survival rate of plant, bolting rate, characteristics of bulb and yield of tomato, which was planted on 30th March 2012. The experimental

收稿日期: 2012–11–21; 修回日期: 2013–02–26

基金项目: 国家自然科学基金项目(31171949); 国家公益性行业(农业)科研专项(200903018-7)

\* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: chengzh@nwsuaf.edu.cn)

results showed that the sprouting for 09 - 01 was much longer than that for 09 - 21 and 10 - 11, but the sprouting date for 09 - 01 was much earlier than that for 09 - 21 and 10 - 11. The bulb characteristics of 'Gailiang Suan' were significantly higher than that of 'Caijiapo Hongpi' and 'Zhengyue Zao'. The survival rate of plant on 10 - 11 was higher than that on 09 - 21 and 09 - 01. The bolting rate was different with different garlic cultivar and intercropping date. Intercropping showed significant effect on spring tomato and intercropping with 'Gailiang Suan' significantly decreased the yield of tomato. Intercropping with 'Zhengyue Zao' at 09 - 21 produced a highest net income. Therefore, 'Zhengyue Zao' and 09 - 21 are recommended as a suitable cultivar and intercropping date for tomato/garlic intercropping in substrate cultivation under plastic tunnel.

**Key words:** tomato; garlic; intercropping; substrate; intercropping date; net income

中国约有盐碱地  $3.47 \times 10^7 \text{ hm}^2$  (不包括滨海滩涂), 绝大部分长期处于荒置状态(牛东玲和王启基, 2002)。设施土培存在土传病害和土壤次生盐渍化等连作障碍问题, 严重制约了设施蔬菜产业的健康发展(邢宇俊 等, 2004)。近年来兴起的以工农业废弃有机物为主要原料的有机基质型无土栽培技术是解决这些问题的有效途径之一。2009 年中国秸秆总产量约为 6.98 亿吨(朱建春 等, 2012), 很大一部分被农民废弃或在田间焚烧, 合理处置这些农业废弃物是许多国家特别是发展中国家面临的主要挑战之一(Suman et al., 2010), 发展以其为主要原料的有机基质栽培不但解决了有机废弃物的问题, 而且可以充分利用盐碱荒地以及发生了次生盐渍化和连作障碍的设施地(Jayasinghe et al., 2010)。但是, 有机基质栽培中为了降低成本也需要对基质重复利用, 常常是重复栽培 3 ~ 5 年。基质在使用过程中会出现根系分泌物和盐分积累、土传病害增加等问题, 与土壤栽培相比, 基质栽培中所用基质体积有限, 连作栽培更易出现连作障碍问题。基质重复利用需要进行消毒处理(田吉林和汪寅虎, 2000), 然而目前尚未建立大批量基质简易、高效消毒的经济实用方法(李威 等, 2012a)。

番茄是设施基质栽培中最常见的果菜, 目前尚未见有关套作栽培模式的报道。实施套作栽培有望克服连作障碍, 并且更充分利用设施时空, 提高生产效益。大蒜具有广谱的抑菌防病作用(佟飞, 2007)。冬闲季节轮作蒜苗能够预防基质连作障碍, 实现其高效可持续利用(李威 等, 2012b)。但蒜苗是冬春季节普遍的蔬菜, 而早春新鲜的蒜薹和大蒜是市场紧俏的高档蔬菜, 套作促成大蒜可能有更高的经济效益。大蒜生长发育严格受生态条件的限制, 不同大蒜品种具有不同的生态型(陆帼一 等, 2001), 筛选适宜品种和播期是建立大棚基质栽培番茄/大蒜套作模式的关键。

本试验中通过比较不同熟性大蒜品种和套播期对大棚基质栽培番茄/大蒜套作系统综合净收益的影响, 筛选适宜与大棚基质栽培番茄套作的大蒜品种和播期, 为基质栽培番茄/大蒜套作高效可持续利用模式的建立提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试番茄品种为先正达种业公司(中国)的‘迪芬尼’, 购于杨凌裕丰种业。该品种具有抗叶霉病、枯萎病、番茄花叶病毒和番茄烟草花叶病毒的优点, 陕西关中地区种植面积较大。

供试大蒜品种为西北农林科技大学园艺学院大蒜种质资源圃保存的‘蔡家坡红皮’(早熟品种)、“改良蒜”(中晚熟品种)和‘正月早’(极早熟品种)。

基质配方中的玉米芯、麦糠、菇渣均为杨凌当地农业生产的副产物，使用前经过充分发酵腐熟。

1.2 试验设计

试验于 2011—2012 年在西北农林科技大学园艺试验站（34°17'N，108°4'E）塑料大棚内进行。采用全封闭地下槽式栽培，槽长 3.3 m，宽 60 cm，深 30 cm，槽间距 60 cm，槽建好后铺一层塑料薄膜将基质与周围土壤隔开。滴灌浇水。选用前期试验筛选的适宜大棚番茄生长的基质配方，麦糠：菇渣：玉米秸秆为 5：4：1（体积比）。采用裂区设计排列，以大蒜 3 个播期（9 月 1 日、9 月 21 日、10 月 11 日）为主区处理，3 个品种（‘蔡家坡红皮’、‘改良蒜’、‘正月早’）为副区处理，重复 3 次。

秋茬番茄于 2011 年 7 月 31 日定植于大棚基质栽培槽，用塑料薄膜将槽隔为 3 段，每段长度为 1.1 m，每段种植 2 行番茄，每行 3 株，株距 41cm，行距 40 cm。采用单干整枝，6 穗果后打顶。2011 年 11 月 29 日拉秧，2012 年 3 月 30 日定植春茬番茄。

2011 年秋季在番茄基质栽培槽内套播大蒜，每槽 5 行。两行番茄中间套播 3 行大蒜，番茄与大蒜之间的行距为 10 cm，大蒜行距 10 cm，株距 8 cm，番茄行的株间再套播 2 株大蒜（图 1）。番茄与大蒜共生期肥水和管理按番茄要求进行，番茄拉秧后按大蒜需求浇水而不再施肥。为了提早蒜薹和鳞茎的上市期，番茄拉秧后于 12 月 3 日搭建小拱棚以提高温度，促进大蒜生长。蒜薹采后 20 d 左右收获大蒜，具体时间，2012 年 3 月 19 日收获‘正月早’品种，4 月 20 日收获‘蔡家坡红皮’品种，5 月 6 日收获‘改良蒜’品种。

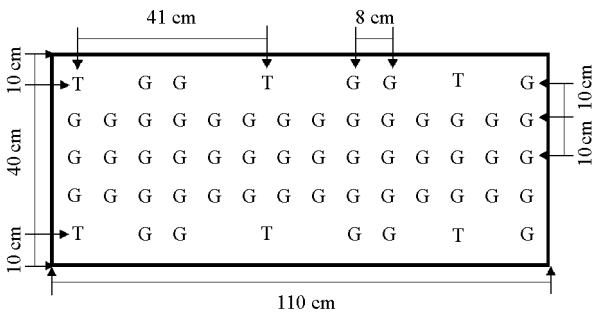


图 1 大蒜（G）与番茄（T）套作栽培模式  
Fig. 1 The model of tomato (T) /garlic (G) intercropping

1.3 研究方法

大蒜出苗数超过 50% 定为出苗期。收获株率为最后收获鳞茎数占播种蒜瓣数的百分率，抽薹率、二次生长率和独头率分别为收获蒜薹数量。数据处理及作图由 Excel 及 SPSS17.0 软件系统辅助完成。

2 结果与分析

2.1 套播期对不同品种大蒜萌发的影响

由表 1 可见，套播期越早，大蒜萌发需要的时间越长，9 月 1 日套播的大蒜萌发时间最长，10 月 11 日套播的萌发时间最短。但从萌发日期来看，套播越早，大蒜萌发出土越早，‘蔡家坡红皮’9 月 1 日套播的出苗期分别比 9 月 21 日和 10 月 11 日套播的出苗早 13 d 和 27 d。‘改良蒜’分别早 16 d 和 30 d，‘正月早’分别提早 15 d 和 29 d。‘改良蒜’萌发最早。

表 1 套播期对不同品种大蒜出苗的影响  
Table1 Influence of intercropping date on sprouting of different garlic cultivars

品种 Cultivar	套播期/（M-D）Intercropping date					
	09 - 01		09 - 21		10 - 11	
	出苗期/(M-D) Sprouting date	出苗天数/d Sprouting duration	出苗期/(M-D) Sprouting date	出苗天数/d Sprouting duration	出苗期/(M-D) Sprouting date	出苗天数/d Sprouting duration
蔡家坡红皮 Caijiapo Hongpi	09 - 21	20	10 - 04	8	10 - 18	7
改良蒜 Gailiang Suan	09 - 16	15	10 - 02	6	10 - 16	5
正月早 Zhengyue Zao	09 - 18	17	10 - 03	7	10 - 17	6

2.2 套播期对不同品种大蒜蒜薹和鳞茎生长的影响

2.2.1 对收获株率的影响

由图 2 可知,‘蔡家坡红皮’套播期越晚大蒜的收获株率越高,可能是由于套播越晚大蒜所受弱光胁迫时间越短。‘改良蒜’由于种瓣大,长势强而耐弱光,3 个套播期差异不显著。‘正月早’9 月 21 日和 10 月 11 日套播的差异不显著,但显著高于 9 月 1 日套播期。

2.2.2 对抽薹率的影响

由图 3 可知,‘蔡家坡红皮’适当晚播可以提高抽薹率,主要是早播大蒜受到弱光胁迫时间长,影响了生长发育。‘改良蒜’品种抽薹率随套播期的延迟而降低,主要是因为‘改良蒜’品种抽薹期正值春茬番茄定植期,此时大蒜需水量大,而按照番茄要求控水促进坐果的管理导致大蒜水分胁迫而降低了抽薹率,播期越晚大蒜受到的影响越大。‘正月早’品种抽薹率最低。

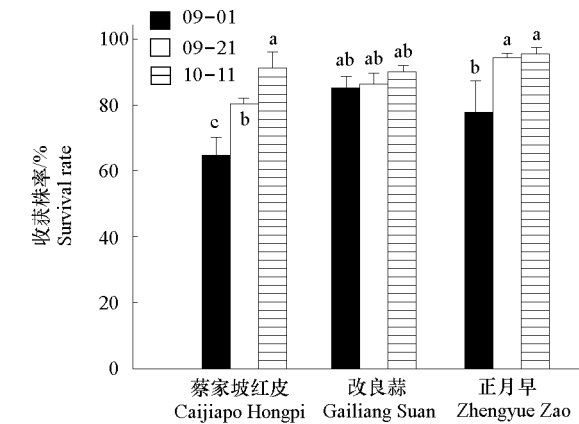


图 2 套播期对不同品种大蒜收获株率的影响  
Fig. 2 Effects of different garlic cultivars and intercropping dates on survival rate of plant

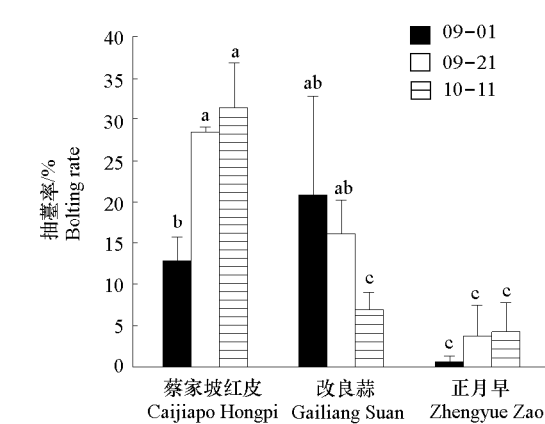


图 3 套播期对不同品种大蒜抽薹率的影响  
Fig. 3 Effects of different garlic cultivars and intercropping dates on bolting rate

2.2.3 对鳞茎生长的影响

由表 2 可知,不同品种大蒜的鳞茎性状差异显著,‘改良蒜’品种的鳞茎大于‘蔡家坡红皮’,‘蔡家坡红皮’大于‘正月早’。不同套播期的‘改良蒜’和‘蔡家坡红皮’两品种鳞茎性状差异均不显著。‘正月早’不同套播期中 9 月 1 日播种产生的鳞茎小于 9 月 21 日和 10 月 11 日播种产生的鳞茎。

表 2 不同品种和套播期大蒜的鳞茎性状						
Table2 Characteristics of bulb formation of the different garlic cultivars and intercropping dates						
品种	套播期/(M-D)	最大横径/mm	最小横径/mm	纵径/mm	周长/cm	单头质量/g
Cultivar	Intercropping date	Maximum width	Minimum width	Height	Perimeter	Bulb weight
蔡家坡红皮 Caijiapo Hongpi	09-01	33.77 ± 0.82 b	30.24 ± 0.59 b	24.23 ± 0.47 b	10.62 ± 0.20 b	12.50 ± 0.64 b
	09-21	34.74 ± 0.80 b	31.73 ± 0.76 b	24.85 ± 0.39 b	11.04 ± 0.26 b	14.25 ± 0.79 b
	10-11	34.34 ± 0.70 b	30.98 ± 0.38 b	24.14 ± 0.48 b	10.80 ± 0.20 b	13.74 ± 0.70 b
改良蒜 Gailiang Suan	09-01	46.63 ± 0.82 a	44.45 ± 0.75 a	33.02 ± 0.43 a	14.27 ± 0.56 a	35.73 ± 1.38 a
	09-21	46.29 ± 0.66 a	43.63 ± 0.65 a	32.34 ± 0.49 a	14.18 ± 0.20 a	34.44 ± 1.52 a
	10-11	46.90 ± 0.68 a	43.66 ± 0.67 a	33.02 ± 0.43 a	14.39 ± 0.21 a	36.24 ± 1.39 a
正月早 Zhengyue Zao	09-01	25.07 ± 0.46 d	24.66 ± 0.45 e	21.17 ± 0.33 c	8.36 ± 0.15 d	7.98 ± 0.39 d
	09-21	27.78 ± 0.57 cd	27.23 ± 0.47 de	22.12 ± 0.40 c	9.23 ± 0.15 cd	10.27 ± 0.47 c
	10-11	29.03 ± 0.75 c	27.76 ± 0.67 cd	21.99 ± 0.41 c	9.49 ± 0.22 c	10.98 ± 0.66 c

注: 同列数据后不同的小写字母表示 5% 水平差异显著。  
Note: Different letters in the same column mean significant difference at 5% level.

### 2.3 大蒜套播期和品种与套作产值的关系

由表 3 可知, 套播期适当延迟可以提高大蒜产量, ‘蔡家坡红皮’ 和 ‘正月早’ 品种 9 月 1 日套播期的大蒜产量显著低于后 2 个套播期。不同品种鳞茎产量差异很大, ‘改良蒜’ 品种产量最高, 其 10 月 11 日套播期产量达  $12\,285.4\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ; ‘蔡家坡红皮’ 次之; ‘正月早’ 品种产量最低, 在 10 月 11 日套播期产量最高, 也仅  $3\,459.6\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

套作栽培降低了大蒜抽薹率, 蒜薹产量很低, 最高产量为 ‘改良蒜’ 品种的 9 月 1 日套播期, 仅  $773.6\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

2012 年春茬番茄定植时, 不同播期的极早熟的大蒜品种 ‘正月早’ 已经收获, 此茬番茄产量最高达  $139\,191.9\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ; 番茄因与早熟品种 ‘蔡家坡红皮’ 共生期短, 番茄产量也未显著降低; 但中晚熟品种 ‘改良蒜’ 收获最晚, 与番茄共生期长, 显著降低了春茬番茄产量, 9 月 21 日套播期的产量仅  $73\,017.7\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 且上市时间晚, 果实较小, 显著降低了经济效益。

陕西关中地区露地种植的大蒜于 5 月底至 6 月初陆续上市, 在此之前市场缺乏新鲜大蒜。本试验 2012 年 3 月 20 日收获 ‘正月早’, 4 月 20 日收获 ‘蔡家坡红皮’, 5 月 6 日收获 ‘改良蒜’, 经过 2~3 d 晾晒干表皮后上市, 价格普遍高于露地栽培大蒜。‘正月早’ 虽然产量低, 但由于多为独头蒜, 价格通常是普通蒜的 3 倍以上, 具有较高的经济效益。

‘改良蒜’ 的 3 个套播期净收益均低于单作番茄, 因此在此套作模式中应避免选用晚熟大蒜品种。主要原因是其收获较晚, 与春茬番茄竞争光、水、肥。极早熟品种 ‘正月早’ 的 9 月 21 日套播期净收益比单作番茄高  $60\,133\text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 是最适宜与大棚基质栽培番茄套作的大蒜品种和播期。

表 3 不同品种和套播期大蒜的产值

Table 3 Net income of the different garlic cultivars and intercropping dates

套播期/ (M - D) Intercropping date	大蒜品种 Garlic cultivar	鳞茎 Garlic bulb		蒜薹 Garlic bolt		番茄 Tomato		总投入/ (元 · $\text{hm}^{-2}$ ) Total input	净收益/ (元 · $\text{hm}^{-2}$ ) Net income
		产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) Yield	单价/ (元 · $\text{kg}^{-1}$ ) Price	产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) Yield	单价/ (元 · $\text{kg}^{-1}$ ) Price	产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) Yield	单价/ (元 · $\text{kg}^{-1}$ ) Price		
09 - 01	改良蒜 Gailiang Suan	10 909.1 a	4.8	773.6 a	4.8	78 042.9 b	1.8	75 320	121 234 cd
	蔡家坡红皮 Caijiapo Hongpi	4 141.4 c	6.4	330.4 ab	6.5	113 270.2 a	2.0	73 520	181 673 bc
	正月早 Zhengyue Zao	2 123.6 d	16.2	12.1 b	11.2	125 287.9 a	2.0	73 520	211 594 b
09 - 21	改良蒜 Gailiang Suan	11 994.9 a	4.8	478.5 ab	4.8	73 017.7 b	1.8	75 320	115 984 d
	蔡家坡红皮 Caijiapo Hongpi	5 277.8 b	6.4	758.5 a	6.5	121 489.9 a	2.0	73 520	208 168 b
	正月早 Zhengyue Zao	3 417.0 bc	16.0	90.2 b	11.2	134 583.3 a	2.0	73 520	251 329 a
10 - 11	改良蒜 Gailiang Suan	12 285.4 a	4.8	196.6 ab	4.8	79 406.6 b	1.8	75 320	127 525 cd
	蔡家坡红皮 Caijiapo Hongpi	5 075.8 b	6.4	643.3 ab	6.5	120 939.4 a	2.0	73 520	205 025 b
	正月早 Zhengyue Zao	3 459.6 bc	11.2	107.0 ab	11.2	139 191.9 a	2.0	73 520	244 810 ab
番茄单作 Tomato monoculture		-	-	-	-	126 658.2 a	2.0	62 120	191 196 b

注: 同列数据后不同的小写字母表示 5% 水平差异显著。

Note: Different letters in the same column mean significant difference at 5% level.

## 3 讨论

孟焕文等 (2006) 研究表明, 不同品种的大蒜生长性状有很大差异, 并指出 ‘改良蒜’ 和 G087 品种适宜蒜头生产。本研究也表明, 3 个大蒜品种与大棚基质栽培番茄套作时出苗期、鳞茎性状及收获期差异较大。从出苗期看, ‘改良蒜’ 品种早于 ‘蔡家坡红皮’ 和 ‘正月早’ 品种。从大蒜鳞茎看, ‘改良蒜’ 品种显著大于其他两个品种; ‘正月早’ 品种虽然鳞茎小, 但收获最早且前两个套播期独头率达 90% 以上, 价格为普通大蒜的 3 倍。9 月 21 日套播期大蒜鳞茎单头质量显著大于 9 月 1 日套播期。因此, 陕西关中地区大棚基质栽培番茄于 9 月 21 日套播大蒜 ‘正月早’ 可能成为生

产独头蒜的一条有效途径。

大量研究已经证实间套作具有很大优势,但要获得间套作优势,间套作物及套播期的优选十分必要(刘广才等,2005)。王竹等(2009)研究“麦/玉/豆”套作模式表明,不同熟性的大豆品种适宜的套播期不同。本试验中也发现不同品种的大蒜耐阴性不同,套播期提前,大蒜的出苗时间延长,但出苗期提早,出苗后受番茄遮阴弱光胁迫时间越长,进而影响其正常的生长发育,收获株率及抽薹率越低。‘正月早’在9月1日套播期的收获株率和单头质量均显著低于后2个套播期。出苗晚虽然能提高大蒜的收获株率,但套播过晚将缩短大蒜的生长时间,同样不利于产量形成。

不同品种和套播期大蒜对春茬番茄产量影响很大,套作中晚熟品种‘改良蒜’严重影响了番茄生长发育,导致其产量降低,该套作模式下净收益均低于番茄单作。极早熟品种‘正月早’在9月21日套播期时获得最大净收益,比番茄单作高60 133元·hm<sup>-2</sup>,显著提高了经济效益。因此,极早熟品种‘正月早’的9月21日套播期是适宜陕西关中地区与大棚基质栽培番茄套作的大蒜品种和套播期。

大蒜具有抑菌防病作用(曹克强和Ariena,2001;宋莉等,2007;佟飞,2007;程智慧等,2008;张汉千等,2009;尉婷婷等,2010)。有机基质重复使用之前必须经过消毒处理(李威,2011),而目前基质消毒方法存在诸多问题(刘伟等,2006)。本研究中通过大棚基质栽培番茄与大蒜套作,可充分利用大蒜的抑菌防病作用并吸收基质中积累的盐分,预防或减轻基质连作障碍的发生,这有待进一步研究。

## References

- Cao Ke-qiang, Ariena H C. 2011. Inhibitory efficacy of several plant extracts and plant products on *Phytophthora infestans*. Journal of Agricultural University of Hebei, 24 (2): 90 - 96. (in Chinese)
- 曹克强, Ariena H C vanbruggen. 2001. 几种植物提取物和天然产物对马铃薯晚疫病菌的抑制作用. 河北农业大学学报, 24 (2): 90 - 96.
- Cheng Zhi-hui, Song Li, Meng Huan-wen. 2008. Study on the effects of garlic bulb crude extracts on inhibition of *Fusarium axysporum* (Schl.) f. sp. *cucumerinum* Owen. and disease control. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition, 36 (5): 113 - 118. (in Chinese)
- 程智慧, 宋莉, 孟焕文. 2008. 大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病的抑菌作用和防病效果. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 36 (5): 113 - 118.
- Jayasinghe G Y, Yoshihiro T, Liyana I D, Mika A. 2010. Sewage sludge sugarcane trash based compost and synthetic aggregates as peat substitutes in containerized media for crop production. Journal of Hazardous Materials, 174 (1-3): 700 - 706.
- Li Wei. 2011. Effect of rotating different leaf vegetables with tomato during winter fallow season under plastic tunnel on reuse of continuous cropping organic substrate[M. D. Dissertation]. Xi'an: Northwest A & F University. (in Chinese)
- 李威. 2011. 冬闲季节轮作叶菜对大棚番茄栽培有机基质重复利用效果研究[硕士论文]. 西安: 西北农林科技大学.
- Li Wei, Cheng Zhi-hui, Meng Huan-wen, Zhou Jing, Liang Jing, Liu Xue-jiao. 2012b. Effect of rotating different vegetables on micro-biomass and enzyme in tomato continuous cropped substrate and afterculture tomato under plastic tunnel cultivation. Acta Horticulturae Sinica, 39 (1): 73 - 80. (in Chinese)
- 李威, 程智慧, 孟焕文, 周静, 梁静, 刘雪娇. 2012b. 轮作不同蔬菜对大棚番茄连作基质中微生物与酶及后茬番茄的影响. 园艺学报, 39 (1): 73 - 80.
- Li Wei, Meng Huan-wen, Cheng Zhi-hui, Zhou Jing, Chai Xi-rong, Liang Jing. 2012a. Effect of rotating different leaf vegetables with tomato in plastic tunnel on reuse of continuous cropping substrates. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition, 40 (1): 164 - 170. (in Chinese)
- 李威, 孟焕文, 程智慧, 周静, 柴喜荣, 梁静. 2012a. 轮作叶菜对大棚番茄连作基质重复利用效果的影响. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 40 (1): 164 - 170.
- Liu Guang-cai, Li Long, Huang Gao-bao, Sun Jian-hao, Guo Tian-wen, Zhang Fu-suo. 2005. Intercropping advantage and contribution of

- above-ground and below-ground interactions in the barley-maize intercropping. *Scientia Agricultura Sinica*, 38 (9): 1787 - 1795. (in Chinese)
- 刘广才, 李 隆, 黄高宝, 孙建好, 郭天文, 张福锁. 2005. 大麦/玉米间作优势及地上部和地下部因素的相对贡献研究. *中国农业科学*, 38 (9): 1787 - 1795.
- Liu Wei, Yu Hong-jun, Jiang Wei-jie. 2006. Review on research progress and application of growing media for vegetable production in China. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 14 (3): 4 - 7. (in Chinese)
- 刘 伟, 余宏军, 蒋卫杰. 2006. 我国蔬菜无土栽培基质研究与应用进展. *中国生态农业学报*, 14 (3): 4 - 7.
- Lu Guo-yi, Fan Zhi-cheng, Du Hui-fang. 2001. Relationship between ecotypes of garlic (*Allium sativum* L.) cultivars and introduction. *Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition*, 29 (4): 55 - 58. (in Chinese)
- 陆帼一, 樊治成, 杜慧芳. 2001. 大蒜品种生态型与引种的关系. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 29 (4): 55 - 58.
- Meng Huan-wen, Cheng Zhi-hui, Su Li, Zhou Xiang-jun, Xue Yan. 2006. Studies on growth of product organs of different garlic cultivars during winter-spring season. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 15 (4): 35 - 38. (in Chinese)
- 孟焕文, 程智慧, 苏 莉, 周香君, 薛 艳. 2006. 秋播大蒜不同品种冬春季产品器官生长特性研究. *西北农业学报*, 15 (4): 35 - 38.
- Niu Dong-ling, Wang Qi-ji. 2002. Research progress on saline-alkali field control. *Chinese Journal of Soil Science*, 33 (6): 449 - 455. (in Chinese)
- 牛东玲, 王启基. 2002. 盐碱地治理研究进展. *土壤通报*, 33 (6): 449 - 455.
- Song Li, Cheng Zhi-hui, Meng Huan-wen. 2007. Study on inhibitive effects of garlic bulb crude extracts on *Fusarium oxysporium* f. *niveum* Snyder et Heansen. *Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition*, 35 (3): 135 - 138. (in Chinese)
- 宋 莉, 程智慧, 孟焕文. 2007. 大蒜鳞茎粗提物对西瓜枯萎病菌的抑杀效应. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 35 (3): 135 - 138.
- Suman P, Thys E, Mfoukou-Ntsakala A, Ali L, Ouedraogo M, Van den Bossche P, Van Huylbroeck G, Berkvens D, Speybroeck N. 2010. Methodology for assessing determinants of manure use in urban areas of Africa. *Waste Management and Research*, 28 (12): 1076 - 1086.
- Tian Ji-lin, Wang Yin-hu. 2000. Current situation and prospects of research on soilless-culture substrates. *Acta Agriculturae Shanghai*, 16 (4): 87 - 92. (in Chinese)
- 田吉林, 汪寅虎. 2000. 设施无土栽培基质的研究现状、存在问题与展望 (综述). *上海农业学报*, 16 (4): 87 - 92.
- Tong Fei. 2007. The allelopathy and inhibitory effect of garlic plant aqueous extracts [M. D. Dissertation]. Xi'an: Northwest A & F University. (in Chinese)
- 佟 飞. 2007. 大蒜植株水浸液的化感作用和抑菌作用 [硕士论文]. 西安: 西北农林科技大学.
- Wang Zhu, He Yang-dong, Yang Ji-zhi, Yang Wen-yu. 2009. Effects of different sowing date and maturing cultivars on stem and leaf morphological characters and yield of soybean under relay-cropping system. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, (8): 40 - 45. (in Chinese)
- 王 竹, 贺阳冬, 杨继芝, 杨文钰. 2009. 套作模式下播期对不同熟性大豆茎叶形态及产量的影响. *河南农业科学*, (8): 40 - 45.
- Wei Ting-ting, Cheng Zhi-hui, Feng Wu-huan. 2010. Inhibition and control effects of garlic bulb crude extracts on *Botrytis cinerea* in tomato. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 19 (6): 176 - 180. (in Chinese)
- 尉婷婷, 程智慧, 冯武煊. 2010. 大蒜鳞茎粗提物对番茄灰霉病的抑菌和防治效果. *西北农业学报*, 19 (6): 176 - 180.
- Xing Jun-yu, Cheng Zhi-hui, Zhou Yan-li, Xu Zhong-yi, Xu Qiang, Zhang Yong. 2004. Cause and modulation of protected vegetable continuous cropping obstacles. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 13 (1): 120 - 123. (in Chinese)
- 邢宇俊, 程智慧, 周艳丽, 徐重益, 徐 强, 张 勇. 2004. 保护地蔬菜连作障碍原因及其调控. *西北农业学报*, 13 (1): 120 - 123.
- Zhang Han-qian, Lai Rong-quan, Chen Zhi-min, Zeng Wen-long, Zhong Xiu-jin. 2009. Inhibitory effects of garlic extracts on *Ralstonia solanacearum* in Laboratory. *Tobacco Science & Technology*, (3): 62 - 64. (in Chinese)
- 张汉千, 赖荣泉, 陈志敏, 曾文龙, 钟秀金. 2009. 大蒜粗提物对烟草青枯病菌的室内抑制作用测定. *烟草科技*, (3): 62 - 64.
- Zhu Jian-chun, Li Rong-hua, Yang Xiang-yun, Zhang Zeng-qiang, Fan Zhi-min. 2012. Spatial and temporal distribution of crop straw resources in 30 years in China. *Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition*, 40 (4): 139 - 145. (in Chinese)
- 朱建春, 李荣华, 杨香云, 张增强, 樊志民. 2012. 近 30 年来中国农作物秸秆资源量的时空分布. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 40 (4): 139 - 145.