

doi:10.11937/bfyy.20172010

## 不同分蘖洋葱品种伴生对 番茄生长及根结线虫的影响

白晶芝, 于洪杰, 安冬梅, 吴凤芝

(东北农业大学 园艺园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:**以番茄和分蘖洋葱为试材,研究了不同品种分蘖洋葱伴生对番茄植株生长、土壤虫口密度、番茄根结线虫病情指数和发病率的影响,以期番茄根结线虫的生物防治提供参考依据。结果表明:不同品种分蘖洋葱伴生对番茄植株地上部鲜质量、地下部鲜质量和株高等生长指标无显著影响。定植 30 d 时,‘M01’‘M07’‘M34’‘M46’‘M40’‘M45’‘M12’‘M14’‘M20’处理的土壤中虫口数显著高于单作对照;定植 60 d 时,‘M02’‘M04’‘M06’‘M07’‘M08’‘M09’‘M19’‘M20’‘M22’‘M23’‘M25’‘M35’‘M38’‘M39’‘M45’‘M50’‘M51’处理的土壤中虫口数显著高于单作对照,‘M12’‘M21’显著低于单作对照;‘M22’‘M08’‘M23’和‘M38’4 个处理的土壤虫口减退率显著低于对照,其它处理与单作对照相比无显著差异;在定植 60 d 时,不同品种分蘖洋葱伴生显著降低了番茄根结线虫的根结指数和病情指数,防治效果在 30%~100%,其中‘M11’‘M28’‘M29’‘M51’处理的根结指数和病情指数均为零,显著低于对照及其它处理;在定植 120 d 时,不同品种分蘖洋葱伴生显著降低了番茄根结线虫的发病率,‘M29’‘M51’发病率为 3.33%,显著低于对照及其它处理。综上,对番茄根结线虫防效最好的分蘖洋葱品种为‘M11’‘M28’‘M29’和‘M51’。

**关键词:**根结线虫;番茄;分蘖洋葱;伴生

**中图分类号:**S 641.201 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2018)18-0001-08

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)为茄科一年生或多年生草本植物,别名西红柿,果实营养丰富,具特殊风味,是世界范围普遍栽培的重要蔬菜<sup>[1]</sup>。随着人们生活水平的提高,人们对番茄的需求量越来越大。为了满足人们的需求,种植

者往往对番茄进行连作<sup>[2]</sup>。这种连作方式导致土壤理化性质发生改变、微生物群落结构失调、植物土传病害增加,严重影响着番茄植株的生长、果实产量和品质<sup>[3]</sup>。根结线虫(Meloidogyne)是番茄生产中最严重的土传病害之一<sup>[4]</sup>,受根结线虫危害的番茄一般减产 20%~30%,严重时可达 40%以上,甚至绝产,给番茄生产造成巨大损失<sup>[5]</sup>。同时根结线虫为害又加重了枯萎病、根腐病等土传性真菌病害和部分细菌病害的发生,造成了病害的复合侵染<sup>[6]</sup>。因此,根结线虫已成为当前蔬菜生产的一大障碍。

在我国,番茄生产中根结线虫的防治主要是依靠农药,但是过度施用化肥、农药、杀虫剂等,造成土壤环境恶化,也威胁着人们的身体健康<sup>[7]</sup>。间作(伴生)是克服连作障碍的有效途径<sup>[8]</sup>,我国

**第一作者简介:**白晶芝(1990-),女,硕士研究生,研究方向为设施园艺与蔬菜生理生态。E-mail: baijingzhi0921@163.com.

**责任作者:**吴凤芝(1963-),女,博士,教授,现主要从事设施园艺与蔬菜生理生态的教学与科研工作。E-mail: fzwu2006@aliyun.com.

**基金项目:**国家大宗蔬菜产业技术体系专项资助项目(CARS-23-B10);国家自然科学基金资助项目(31672200)。

**收稿日期:**2018-05-07

的间作面积已经超过 2 800 万  $\text{hm}^2$ <sup>[9]</sup>。VAIN-GANKAR 等<sup>[10]</sup>研究表明,合理间作可防治蔬菜作物根结线虫的发生。研究发现,番茄和茼蒿间作,可有效控制番茄的根结线虫病<sup>[11]</sup>;万寿菊、罗勒、生菜和白芥伴生番茄对根结线虫具有不同程度的抑制作用<sup>[12]</sup>;番茄与万寿菊间作可使根结线虫病情指数降低 34.86%,线虫繁殖率降低 82.80%<sup>[13-14]</sup>;史庆华等<sup>[15]</sup>用紫背天葵伴生番茄防治设施番茄根结线虫;咖啡和香蕉间作可以有效预防南方根结线虫感染咖啡<sup>[16]</sup>。

国内外研究表明,葱属植物能够抑制植物病害,如洋葱和大蒜分别与小扁豆(*Lens esculenta* L.)间作,能够显著降低小扁豆根腐病和猝倒病的发病率<sup>[17]</sup>。分蘖洋葱(*Allium cepa* L. var. *multiplicans* Bailey syn. var. *Agrogatum* Don)属百合科葱属草本植物,俗称毛葱或珠葱,具有广谱的抗菌防病作用,多作为间套作作物<sup>[18]</sup>。在农业生产实践中观察到轮作分蘖洋葱可以降低后茬蔬菜作物的发病率;前人研究也发现,分蘖洋葱根系分泌物能够抑制引起黄瓜和番茄枯萎病的尖孢镰刀菌的生长和孢子萌发<sup>[19-20]</sup>;分蘖洋葱伴生可减轻番茄黄萎病发病率及病情指数<sup>[21]</sup>;分蘖洋葱与其它作物伴生栽培可以减轻作物的病害,如菜豆细菌性疫病和番茄灰霉病<sup>[22-23]</sup>。前人对分蘖洋葱伴生的研究多集中在抗细菌、真菌性病害上,而关于伴生分蘖洋葱对根结线虫防治的研究尚鲜见报道,同种植物不同品种伴生对植物根结线虫病害及土壤虫口密度的影响是否存在一定的关系鲜有研究。

该试验在前期工作基础上,以番茄为主栽作物,以 44 个不同品种分蘖洋葱为伴生作物,研究不同品种分蘖洋葱伴生对番茄生长和根结线虫发病率及病情指数的影响,评估其对番茄根结线虫病的防治效果,筛选出防效好的伴生分蘖洋葱品种,以期为伴生栽培防治番茄根结线虫提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试番茄品种为“粉都金冠王”,商品性好但易感根结线虫,由郑州毛庄绿园实业有限公司提

供。供试 44 个分蘖洋葱品种由东北农业大学园艺学院蔬菜生理生态研究室收集、自繁并保存于东北农业大学种子库(表 1)。

表 1 供试分蘖洋葱品种

Table 1 Varieties of potato onion

品种 Varieties	编号 Number	品种 Varieties	编号 Number	品种 Varieties	编号 Number
‘五常 2’	‘M01’	‘拜泉’	‘M18’	‘富锦’	‘M34’
‘3 号’	‘M02’	‘四六瓣’	‘M19’	‘七台河 1’	‘M35’
‘北安’	‘M03’	‘6 号’	‘M20’	‘双城 1’	‘M37’
‘齐齐哈尔’	‘M04’	‘拉林’	‘M21’	‘密山’	‘M38’
‘黑龙江’	‘M05’	‘独头’	‘M22’	‘勃利 1’	‘M39’
‘吉林 1’	‘M06’	‘依安 2’	‘M23’	‘白城 1’	‘M40’
‘辉南’	‘M07’	‘西林’	‘M25’	‘伴子葱’	‘M41’
‘长春’	‘M08’	‘牡丹江沿江村’	‘M26’	‘阿城’	‘M42’
‘兰西’	‘M09’	‘四平’	‘M27’	‘依安 1’	‘M45’
‘2 号’	‘M10’	‘绥化’	‘M28’	‘绥棱’	‘M46’
‘五常拉林’	‘M11’	‘绥化新’	‘M29’	‘宾县 1’	‘M49’
‘宾县 2’	‘M12’	‘五常红七社’	‘M30’	‘宁安市红城区’	‘M50’
‘内蒙’	‘M13’	‘阿城南郊’	‘M31’	‘农安’	‘M51’
‘农安 1’	‘M14’	‘哈市南郊’	‘M32’	‘1 号’	‘M52’
‘4 号’	‘M15’	‘双鸭山宝清县’	‘M33’		

### 1.2 试验方法

试验于 2015 年 2—7 月在郑州毛庄绿园实业有限公司蔬菜基地日光温室进行。试验设 44 个分蘖洋葱品种伴生处理,以单作番茄为对照,进行大垄双行栽培,垄宽 1.4 m,垄长 9 m,每垄面积 12.6  $\text{m}^2$ ,株距 0.33 m,每行定植 30 株。番茄种子进行穴盘育苗,培养至第 5 片真叶出现,定植于日光温室中,定植番茄同时在定植行外侧距植株 5 cm 处定植分蘖洋葱鳞茎 3 株,常规管理。在定植后第 30 天时,测定番茄植株地上部和地下部鲜质量、株高,每处理随机选取 3 株,3 次重复。在定植 30、60 d 时,采用五点取样法取番茄根区土壤,测定土壤根结线虫虫口密度。在定植 60 d 时,测定根结线虫根结指数、病情指数,每处理随机选取 4 株,3 次重复。在定植 120 d 时调查根结线虫发病率,每处理随机选取 10 株,3 次重复。

### 1.3 项目测定

#### 1.3.1 番茄生长指标测定

在定植后第 30 天,每处理随机选取 3 株,测定番茄植株地上部和地下部鲜质量、株高。

### 1.3.2 抗病指标测定

土壤根结线虫虫口密度采用五点取样法取番茄根区土壤,线虫提取采用贝曼漏斗法<sup>[24]</sup>。虫口减退率(%)=(处理前虫口数-处理后虫口数)/处理前虫口数×100。虫口防效(%)=处理后虫口减退率-对照虫口减退率。

参照毛爱军<sup>[25]</sup>的标准(表 2)调查番茄幼苗发病情况,并计算病情指数和根结指数。

表 2 根结线虫分级标准

Table 2 Grading standards of root-knot nematode

根结级数 Root knot series	分级标准 Grading standards
0	植株根部无根瘤
1	植株根部形成 1~2 个根瘤
2	植株根部形成 3~10 个根瘤
3	植株根部形成 11~30 个根瘤
4	植株根部形成 31~100 个根瘤
5	植株根部形成根瘤数超过 100 个

病情指数 =  $\sum$ (各病级植株数 × 该级数) / (调查总株数 × 最重病级数值) × 100, 防治效果(%) = (对照病情指数 - 处理病情指数) / 对照病情指数 × 100, 根结指数 = 单株根结数 / 单株根鲜质量, 发病率(%) = 病株数 / 调查总株数 × 100。

### 1.4 数据分析

各处理间的差异显著性用 SPSS 16.0 (SPSS Inc., USA) 软件进行独立样本的 *t* 检验分析,  $P \leq 0.05$  水平。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种分蘖洋葱伴生对番茄植株生长的影响

不同品种分蘖洋葱伴生对番茄植株地上部鲜质量、地下部鲜质量和株高等生长指标无显著影响。由表 3 可知,在定植 30 d 时,番茄植株地上部鲜质量在 80.43 ~ 212.13 g, 变异系数为 0.14%, 各处理与单作对照无显著差异。番茄植株地下部鲜质量在 6.73 ~ 24.00 g, 变异系数为 0.14%, 单作对照地下部鲜质量最大, 其次为 ‘M18’ ‘M10’ ‘M50’ 处理。不同品种分蘖洋葱伴生的番茄株高在 44.67 ~ 61.00 cm, 变异系数为 0.05%, 各处理与单作对照无显著差异。

表 3 不同品种分蘖洋葱伴生对番茄植株生长的影响

Table 3 Effect of potato onion companion on tomato growth

伴生毛葱品种 Varieties of potato onion	地上部鲜质量 Fresh weight on the ground/g	地下部鲜质量 Fresh weight of underground/g	株高 Plant height /cm
番茄单作	162.67±26.73abcdef	24.00±6.33a	53.00±3.00abcde
‘M01’	147.47±37.29abcdef	19.63±10.48ab	51.33±6.51abcde
‘M02’	149.40±17.65abcdef	15.10±2.22ab	54.33±1.53abcde
‘M03’	184.27±18.89abc	16.90±1.42ab	54.67±5.51abcde
‘M04’	132.20±13.60abcdef	13.17±2.03ab	52.00±8.72abcde
‘M05’	169.37±2.58abcde	16.33±0.99ab	53.33±1.53abcde
‘M06’	153.23±22.31abcdef	14.10±3.37ab	50.67±2.52abcde
‘M07’	161.77±22.62abcdef	15.43±1.84ab	54.67±1.15abcde
‘M08’	122.37±7.85bcdef	14.77±3.04ab	46.67±2.31cde
‘M09’	100.07±19.72cdef	10.47±1.43ab	46.67±1.53cde
‘M10’	212.13±2.82a	22.77±3.42ab	55.00±3.61abcde
‘M11’	149.40±27.09abcdef	16.13±0.87ab	57.67±4.93abc
‘M12’	138.07±30.29cdef	13.83±1.94ab	53.33±1.53abcde
‘M13’	140.33±24.30abcdef	15.77±2.25ab	57.67±1.53abc
‘M14’	110.37±15.62bcdef	11.50±1.79ab	47.00±2.00cde
‘M15’	133.17±19.45abcdef	12.27±0.94ab	55.33±3.06abcde
‘M18’	142.57±10.83abcdef	23.43±1.33ab	49.33±4.04bcde
‘M19’	121.30±12.45bcdef	12.87±0.17ab	48.00±2.65bcde
‘M20’	126.67±2.61abcdef	16.47±1.42ab	47.67±1.53cde
‘M21’	164.00±17.26abcdef	16.47±1.97ab	57.67±3.21abc
‘M22’	151.93±8.44abcdef	18.73±2.01ab	57.00±4.36abc
‘M23’	133.63±30.15abcdef	14.87±3.27ab	50.00±3.00abcde
‘M25’	166.00±38.33abcdef	16.17±2.88ab	53.67±1.53abcde
‘M26’	195.33±17.65ab	19.17±1.14ab	55.67±0.58abcde
‘M27’	145.13±30.52abcdef	15.83±1.40ab	53.00±1.00abcde
‘M28’	153.63±12.70abcdef	16.40±0.93ab	51.67±3.21abcde
‘M29’	106.27±26.48abcdef	10.93±2.58ab	48.67±1.53bcde
‘M30’	138.17±24.54abcdef	13.50±3.18ab	48.00±2.65bcde
‘M31’	127.93±36.88abcdef	13.30±2.95ab	49.33±1.53bcde
‘M32’	157.73±24.56abcdef	14.90±1.24ab	51.33±3.06abcde
‘M33’	156.47±32.43abcdef	15.87±3.34ab	56.33±6.66abcd
‘M34’	138.23±26.14abcdef	12.37±3.16ab	56.67±0.58abcd
‘M35’	88.07±20.03ef	9.73±1.73ab	45.33±3.06de
‘M37’	148.63±14.09abcdef	13.37±2.55ab	59.33±4.51ab
‘M38’	138.27±12.72abcdef	13.80±2.06ab	52.67±4.16abcde
‘M39’	152.37±13.79abcdef	16.23±1.24ab	51.00±1.00abcde
‘M40’	163.83±14.09abcdef	19.80±3.91ab	50.67±2.08abcde
‘M41’	80.43±16.49f	6.73±2.85b	44.67±5.86e
‘M42’	95.40±20.13def	10.93±2.32ab	48.67±1.53bcde
‘M45’	152.70±26.29abcdef	16.10±3.25ab	52.00±5.57abcde
‘M46’	153.07±15.26abcdef	14.83±2.89ab	61.00±3.46a
‘M49’	108.40±21.35bcdef	11.40±1.73ab	47.00±3.61cde
‘M50’	176.73±31.07abcd	20.80±7.28ab	51.00±1.00abcde
‘M51’	117.97±6.03bcdef	11.47±0.90ab	53.33±2.52abcde
‘M52’	124.30±15.44abcdef	12.30±2.26ab	56.33±2.08abcd
平均值	142.03	13.20	52.23
标准偏差	19.72	1.91	2.40
变异系数/%	0.14	0.14	0.05

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

## 2.2 不同品种分蘖洋葱伴生对土壤根结线虫虫口密度的影响

不同品种分蘖洋葱伴生对土壤虫口数密度有显著的影响。如表4所示,定植30 d时,土壤中虫口数显著高于单作对照的处理有‘M01’‘M07’‘M34’‘M46’‘M40’‘M45’‘M12’‘M14’‘M20’,其它处理与单作对照相比无显著差异。定植60 d

时,土壤中虫口数显著高于单作对照的处理有‘M02’‘M04’‘M06’‘M07’‘M08’‘M09’‘M19’‘M20’‘M22’‘M23’‘M25’‘M35’‘M38’‘M39’‘M45’‘M50’‘M51’,‘M12’‘M21’显著低于单作对照。土壤虫口减退率显著低于对照的处理有‘M22’‘M08’‘M23’和‘M38’,其它处理与单作对照相比无显著差异。

表4 不同品种分蘖洋葱伴生对土壤根结线虫密度的影响

Table 4 Effect of potato onion companion on nematodes population densities

伴生毛葱品种 Varieties of potato onion	条数(100 g 土壤) Number(100 g soil)		定植 60 d 虫口减退率 Reduction rate of nematodes population after planted for 60 days/%	定植 60 d 虫口防效 Control effect of nematodes population after planted for 60 days/%
	定植 30 d	定植 60 d		
番茄单作	21.00±3.00fgh	48.46±4.59qrstuv	—130.78±4.96a	—
‘M01’	152.00±38.69bcd	41.60±7.65qrstuvw	72.63±2.87a	203.41±4.62a
‘M02’	49.00±6.93efgh	129.51±6.69defgh	—164.31±0.68a	—33.54±1.33a
‘M03’	34.00±15.39efgh	29.41±8.37tuvw	13.50±5.65a	144.28±8.54a
‘M04’	31.00±4.58efgh	123.44±11.63efghi	—298.20±8.61a	—167.43±8.31a
‘M05’	44.00±24.06efgh	27.62±7.00uvw	—37.23±8.88a	97.45±5.20a
‘M06’	28.00±7.55efgh	157.03±14.16cd	—460.81±11.75ab	—330.03±18.93abc
‘M07’	239.00±57.65ab	89.91±7.07jklmn	62.38±11.01a	193.16±10.54a
‘M08’	5.67±5.51gh	112.17±14.23ghij	—1 879.41±43.74d	—1 748.63±21.96d
‘M09’	12.00±3.00gh	86.96±7.77klmno	—624.64±16.00abc	—493.86±14.43abc
‘M10’	16.00±6.93gh	42.76±4.62qrstuvw	—167.23±0.16a	—36.45±1.02a
‘M11’	38.00±13.53efgh	26.88±4.46uvw	34.97±9.50a	165.75±6.53a
‘M12’	147.00±33.41cd	17.17±4.14w	88.32±1.72a	219.10±1.50a
‘M13’	8.00±4.58gh	39.70±3.21rstuvw	—396.29±9.76abc	—265.51±7.03abc
‘M14’	216.00±22.65abc	57.91±3.12opqrst	73.19±3.36a	203.97±3.33a
‘M15’	18.00±5.20gh	35.88±5.24stuvw	—99.31±0.77a	31.46±1.41a
‘M18’	12.00±3.00gh	20.19±1.91vw	—68.25±0.58a	62.53±0.98a
‘M19’	82.00±1.73defgh	335.79±25.60a	—309.50±9.21a	—178.73±9.97a
‘M20’	113.00±50.59de	138.19±10.58cdefg	—22.29±7.28a	108.48±5.32a
‘M21’	48.00±7.94efgh	14.01±2.19w	70.81±2.20a	201.58±12.44a
‘M22’	3.33±1.53h	82.36±6.44lmno	—2 370.7±82.52d	—2 239.92±10.76d
‘M23’	11.00±2.00gh	148.40±16.35cde	—1 249.06±23.38bc	—1 118.28±3.56bc
‘M25’	46.00±9.17efgh	142.97±10.26cdef	—210.80±6.04a	—80.02±2.06a
‘M26’	15.00±7.94gh	35.60±7.81stuvw	—137.31±0.06a	—6.53±0.03a
‘M27’	27.00±7.94efgh	51.92±5.87pqrstuv	—92.31±0.23a	38.47±0.21a
‘M28’	35.00±12.49efgh	32.23±2.08tuvw	7.91±4.76a	138.69±2.58a
‘M29’	66.00±13.75defgh	32.02±2.49tuvw	51.49±8.84a	182.27±7.61a
‘M30’	16.00±1.73gh	39.87±9.22rstuvw	—149.21±5.48a	—18.43±3.32a
‘M31’	12.00±7.94gh	38.84±6.64rstuvw	—223.67±8.66a	—92.89±6.45a
‘M32’	9.33±2.52gh	74.46±3.18lmnop	—697.79±17.04abc	—567.01±13.24abc
‘M33’	19.00±17.32gh	70.92±6.14mnopq	—273.26±8.61ab	—142.49±8.33ab
‘M34’	212.00±39.61abc	37.25±5.18stuvw	82.43±3.80a	213.21±11.09a
‘M35’	31.00±4.58efgh	94.62±9.84ijklm	—205.24±7.22a	—74.46±3.20a
‘M37’	25.00±7.55efgh	32.22±2.51tuvw	—28.88±4.73a	101.90±2.54a
‘M38’	16.00±7.55gh	201.55±12.80b	—1 159.69±42.45b	—1 028.91±39.47c
‘M39’	76.00±16.52defgh	166.81±15.11c	—119.48±0.92a	11.30±0.47a
‘M40’	298.00±57.42a	50.50±5.86pqrstu	83.05±38.95a	213.83±14.94a
‘M41’	6.33±3.06gh	29.97±2.76tuvw	—373.16±29.88ab	—242.38±10.05abc
‘M42’	35.00±19.97efgh	63.67±5.45nopqrs	—81.92±16.97a	48.85±3.55a
‘M45’	281.00±100.50a	103.26±13.50ijkl	63.25±15.61a	194.03±13.43a
‘M46’	292.00±69.54a	47.51±4.99pqstuvw	83.73±4.26a	214.51±8.61a
‘M49’	54.00±12.00efgh	27.38±8.87uvw	49.30±24.72a	180.07±9.77a
‘M50’	15.00±3.00gh	89.26±5.26jklmn	—495.04±13.98abc	—364.27±12.45abc
‘M51’	109.00±19.29def	117.61±10.93fghij	—7.90±8.94a	122.88±5.53a
‘M52’	94.00±7.55defg	67.81±9.03mnopqr	27.87±12.09a	158.64±10.88a

2.3 不同品种分蘖洋葱伴生对番茄根结线虫病  
情指数和发病率的影响

从表 5 可以看出,在定植 60 d 后,伴生分蘖  
洋葱显著降低了番茄根结线虫的根结指数。其  
中,‘M28’‘M29’‘M51’‘M11’4 个处理根结数为

零,显著低于对照( $P<0.05$ )。不同品种分蘖洋  
葱伴生降低了番茄根结线虫的病情指数,防治效  
果在 30%~100%,其中‘M28’‘M29’‘M51’  
‘M11’4 个处理病情指数为零,低于对照及其它  
处理。

表 5 不同品种分蘖洋葱伴生对根结线虫病情指数的影响  
Table 5 Effect of potato onion companion on disease index of root-knot nematodeby

伴生毛葱品种 Varieties of potato onion	根结数 Root knot number	根结指数 Root knot index	病情指数 Disease index	防治效果 Control effect/%
番茄单作	172.25±40.18a	2.60±1.05a	100±3.50a	—
‘M01’	8.25±14.29b	0.35±0.71a	20±0.50h	80±1.00h
‘M02’	10.00±17.32b	0.26±0.53a	20±1.00h	80±0.50h
‘M03’	0.25±0.43b	0.02±0.04a	5±0.50k	95±0.50c
‘M04’	9.25±8.35b	0.45±0.54a	35±0.50e	65±0.50m
‘M05’	2.00±2.12b	0.08±0.10a	20±1.00h	80±0.50h
‘M06’	8.75±14.58b	0.29±0.55a	25±0.50g	75±1.00k
‘M07’	0.25±0.43b	0.02±0.04a	5±1.00k	95±1.00cd
‘M08’	0.75±0.83b	0.05±0.07a	10±0.50j	90±0.50e
‘M09’	0.25±0.43b	0.01±0.02a	5±0.50k	95±0.50cd
‘M10’	0.25±0.43b	0.01±0.03a	5±1.00k	95±1.00cd
‘M11’	0.00±0.00b	0.00±0.00a	0±0.50l	100±2.00b
‘M12’	1.25±2.17b	0.03±0.07a	10±0.50j	90±0.50e
‘M13’	3.50±6.06b	0.31±0.62a	15±0.50i	85±0.50f
‘M14’	0.25±0.43b	0.01±0.02a	5±0.50k	95±1.50d
‘M15’	14.25±24.68b	0.44±0.89a	20±1.00h	80±0.50h
‘M18’	5.25±5.36b	0.25±0.30a	25±0.50g	75±0.50i
‘M19’	0.75±1.30b	0.03±0.06a	10±0.50j	90±1.00e
‘M20’	12.25±19.52b	0.53±0.99a	30±0.50f	70±1.00l
‘M21’	22.75±38.26b	1.51±2.96a	25±1.00g	75±0.50ij
‘M22’	0.75±1.30b	0.03±0.05a	15±1.00i	85±1.00g
‘M23’	60.50±101.92b	3.44±6.70a	35±5.50f	65±0.50m
‘M25’	1.75±3.03b	0.05±0.11a	10±0.50j	90±1.00e
‘M26’	28.00±11.55b	1.51±0.89a	70±1.00b	30±0.50q
‘M27’	1.00±1.22b	0.04±0.05a	15±0.50i	85±1.00f
‘M28’	0.00±0.00b	0.00±0.00a	0±0.50l	100±0.50a
‘M29’	0.00±0.00b	0.00±0.00a	0±0.50l	100±1.00ab
‘M30’	45.25±78.38b	0.70±1.40a	25±1.00g	75±0.50i
‘M31’	1.75±2.05b	0.10±0.15a	15±0.50i	85±0.50g
‘M32’	2.50±4.33b	0.09±0.19a	10±1.00j	90±1.00e
‘M33’	0.50±0.87b	0.05±0.09a	5±1.00k	95±1.00cd
‘M34’	1.75±2.05b	0.14±0.22a	15±0.50i	85±0.50g
‘M35’	45.75±51.85b	1.42±2.23a	45±1.00c	55±1.00p
‘M37’	51.50±51.20b	2.06±1.84a	70±0.50b	30±0.50q
‘M38’	74.50±111.86ab	5.00±8.69a	45±0.50c	55±0.50o
‘M39’	0.50±0.87b	0.03±0.05a	10±0.50j	90±1.00e
‘M40’	7.50±6.18b	0.35±0.38a	40±0.50d	60±0.50n
‘M41’	17.50±29.17b	0.94±1.80a	25±0.50g	75±0.50ij
‘M42’	0.25±0.43b	0.01±0.03a	5±0.50k	95±1.00cd
‘M45’	14.00±22.53b	0.67±1.26a	30±1.00f	70±0.50l
‘M46’	13.75±19.79b	0.43±0.68a	45±1.00c	55±0.50o
‘M49’	2.75±4.21b	0.20±0.37a	15±0.50i	85±1.00g
‘M50’	3.25±4.55b	0.17±0.30a	20±0.50h	80±0.50h
‘M51’	0.00±0.00b	0.00±0.00a	0±0.50l	100±0.50a
‘M52’	5.75±9.39b	0.23±0.43a	20±0.50h	80±1.00h

从图 1 可知,在定植 120 d 后,不同品种分蘖洋葱伴生显著降低了番茄根结线虫的发病率,在

3.33%~73.33%。其中‘M29’‘M51’2 个处理发病率为 3.33%,显著低于其它处理及对照。

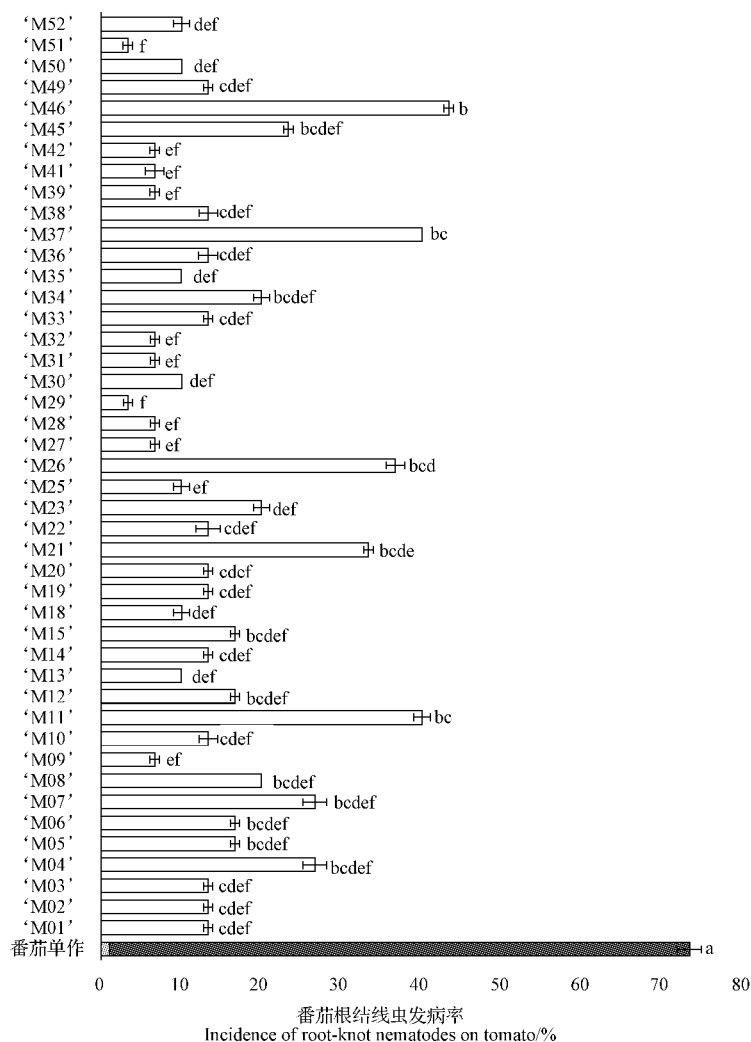


图 1 不同品种分蘖洋葱伴生对根结线虫发病率的影响

Fig. 1 Effect of potato onion companion on rate of incidence of root-knot nematode

### 3 讨论

采用不同品种分蘖洋葱伴生对番茄植株生长无显著影响,从生产的角度考虑,不宜使用影响主栽作物生长发育的伴生作物,因此分蘖洋葱可以考虑作为番茄的伴生作物。根据线虫病情指数和发病率数据分析,对土壤虫口密度有显著抑制作用的伴生分蘖洋葱品种并不能有效防治番茄植株的根结线虫病害,其可能原因是不同品种的伴生分蘖洋葱其伴生的作用不同,该研究以期筛选得到既不影响主栽作物生长发育,又有显著防治根

结线虫效果的伴生分蘖洋葱品种。

土壤中的线虫密度被认为是寄主植物感染线虫病害的一个重要指标,根结线虫的生活史为 28 d,当温度达到线虫生存适宜温度就会繁殖,随着时间的推移,一部分具备了侵染能力的二龄幼虫就会入侵植株根系,从而造成土壤中线虫减少的假象<sup>[26]</sup>。该试验中,在定植 30 d 时,‘M01’‘M07’‘M34’‘M46’‘M40’‘M45’‘M12’‘M14’‘M20’处理的土壤虫口密度高于单作,可能是由于这些伴生分蘖洋葱品种干扰了线虫找到寄主植物,而单作番茄根系周围的线虫则早早入侵根系。

DONG 等<sup>[11]</sup>研究表明,茼蒿与番茄间作,其根系分泌物可对根结线虫产生趋化作用,使得线虫无法找到寄主植物从而无法发育繁殖。在定植 60 d 时,‘M22’‘M08’‘M23’和‘M38’处理的土壤虫口密度显著升高,可能原因是这些品种伴生分蘖洋葱可能起到了趋化作用,但并不能抑制线虫在土壤中的发展,‘M12’‘M21’品种分蘖洋葱伴生时土壤虫口密度显著下降,可能是由于这 2 种分蘖洋葱伴生对土壤中线虫繁殖有一定影响。

根结数和病情指数是判断根结线虫病害轻重的最为直观的指标,该研究中,伴生不同品种分蘖洋葱显著降低了番茄根系的根结数量,并不同程度的影响了番茄根结线虫病情指数及发病率。在定植 60 d 时,‘M28’‘M29’‘M51’‘M11’4 个处理根结数和病情指数均为零,表明该 4 个品种分蘖洋葱伴生能有效地控制根结线虫入侵植株根系;在定植 120 d 时,所有品种分蘖洋葱伴生的番茄发病率均显著低于单作对照,其中‘M29’‘M51’2 个品种发病率最低,表明该 2 个品种分蘖洋葱伴生在植株生长后期对线虫入侵番茄根系仍有较好的防控效果。

综上所述,分蘖洋葱伴生后对番茄根结线虫综合防治效果最为出色的品种为‘M11’‘M28’‘M29’‘M51’,这 4 种分蘖洋葱伴生对番茄植株生长无显著影响,其根系周围土壤中的线虫密度变化不大,并且大幅降低了根结线虫发病率和病情指数。分蘖洋葱伴生对番茄根结线虫有一定的防治作用,不同品种分蘖洋葱伴生对番茄植株生长和根结线虫防治有不同的作用,但其作用机理尚未可知,有待进一步的研究。

## 参考文献

- [1] 马灿,王明友.设施番茄连作对土壤理化性状、微生物数量及病虫害的影响[J].吉林农业科学,2014(4):22-25.
- [2] 刘姣姣,杨丽娟,李振涛,等.连作对设施栽培番茄生长发育及产量的影响[J].沈阳农业大学学报,2013,44(5):581-584.
- [3] 吴凤芝,刘德.大棚番茄不同连作年限对根系活力及其品质的影响[J].东北农业大学学报,1997(1):33-38.
- [4] 彭德良.蔬菜线虫病害的发生和防治[J].中国蔬菜,1998(4):57-58.
- [5] 曹塿程.中国甲基溴土壤消毒替代技术筛选[M].北京:中国农业大学出版社,2003.
- [6] KIM J I,CHOI D R. Influence of plant parasite nematodes in occurrence of *Phytophthora* blight on hot pepper and sesame [J]. Research Reports of the Rural Development Administration, Crop protection, Korea Republic, 1989, 31(1): 27-30.
- [7] 喻景权.“十一五”我国设施蔬菜生产和科技进步及其展望[J].中国蔬菜,2011(2):11-23.
- [8] 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.
- [9] XIONG H, SHEN H, ZHANG L, et al. Comparative proteomic analysis for assessment of the ecological significance of maize and peanut intercropping[J]. Journal of Proteomics, 2013, 78: 447-460.
- [10] VAINGANKAR J D, MARUTHADURAI R, SELLAPE-RUMAL C, et al. Tapping the potential of vegetable Amaranth genotype to trap the root knot nematode pest[J]. Journal of Scientia Horticulturae, 2018, 230: 18-24.
- [11] DONG L, LI X, HUANG L, et al. Lauric acid in crown daisy root exudate potently regulates root-knot nematode chemotaxis and disrupts Mi-flp-18 expression to block infection[J]. Journal of Experimental Botany, 2014, 65(1): 131-141.
- [12] IVANKA T, VINELINA Y, DIMA M, et al. Effect of companion plants on tomato greenhouse production[J]. Scientia Horticulturae, 2015, 186: 31-37.
- [13] PLOEG A T. Effects of amending soil with *Tagetes patula* cv. single gold on *Meloidogyne incognita* infestation of tomato [J]. Nematology, 2000, 2(5): 489-493.
- [14] HACKNEY R W, DICKERSON O J. Marigold, castor bean, and chrysanthemum as controls of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus alleni* [J]. Journal of Nematology, 1975, 7(1): 84.
- [15] 史庆华, 巩彪, 靳志勇, 等. 一种紫背天葵伴生防治设施番茄根结线虫的方法: CN201510003319. 4[P]. 2015-05-06.
- [16] DANIEL L, PETRA S, GLORIA C, et al. Corky-root symptoms for coffee in central Veracruz are linked to the root-knot nematode *Meloidogyne paranaensis*, a new report for Mexico [J]. Eur J Plant Pathol, 2015, 141: 623-629.
- [17] ABDEL-MONAIM M F, ABO-ELYOUSR K A M. Effect of preceding and intercropping crops on suppression of lentil damping-off and root rot disease in New Valley-Egypt [J]. Crop Protection, 2012(32): 41-46.
- [18] 赵靖, 宋述尧, 韩玉珠, 等. 分蘖洋葱和普通洋葱营养品质的比较[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2015(1): 106-110.
- [19] LIU S Q, WU F Z, WEN X Y. Allelopathic effects of root exudates of Chinese onion on tomato growth and the pathogen *Fusarium oxysporum* (Sch1) f. sp. *lycopersici* [J]. Allelopathy Journal, 2013, 31(2): 387-404.
- [20] YANG Y, WU F Z, LIU S W. Allelopathic effects of root exudates of Chinese onion accessions on cucumber yield and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* [J]. Allelopathy Journal, 2011, 27(1): 75-85.
- [21] 付学鹏. 伴生分蘖洋葱调控番茄黄萎病抗性的机理研究 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2016.

[22] 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.

[23] 刘守伟,赵索,吴凤芝,等. 伴生分蘖洋葱对菜豆出苗、病害及产量的影响[J]. 北方园艺, 2015(18): 44-47.

[24] 刘维志. 植物病原线虫学[M]. 北京: 中国农业出版社,

2000: 243.

[25] 毛爱军. 番茄抗根结线虫接种鉴定技术及其应用[J]. 西北农业学报, 2005, 14(4): 140-144.

[26] ZUCKERMAN B M. Nematode chemotaxis and possible mechanisms of host/prey recognition[J]. Annual Review of Phytopathology, 1984(22): 95-113.

## Effects of Potato Onion Companion on Root-knot Nematode and Growth of Tomato

BAI Jingzhi, YU Hongjie, AN Dongmei, WU Fengzhi

(School of Horticulture and Landscape Architecture, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

**Abstract:** Tomato and different varieties of potato onions were used as the experimental materials. The effects of different varieties of potato onions companion on tomato growth, population density, disease index and incidence rate of tomato root-knot nematode were studied, in order to provide reference for biological control of tomato root-knot nematode. The results showed that companion cropping with different varieties of potato onion had no significant effect on the, aboveground fresh weight, root fresh weight and plant height after planted for 30 days. The ‘M01’ ‘M07’ ‘M34’ ‘M46’ ‘M40’ ‘M45’ ‘M12’ ‘M14’ ‘M20’ were so significantly higher than control on soil nematode population after planted for 30 days. During the 60 days of planting, ‘M02’ ‘M04’ ‘M06’ ‘M07’ ‘M08’ ‘M09’ ‘M19’ ‘M20’ ‘M22’ ‘M23’ ‘M25’ ‘M35’ ‘M38’ ‘M39’ ‘M45’ ‘M50’ ‘M51’ were significantly higher than control on soil nematode population, and ‘M12’ ‘M21’ were significantly lower than control. The ‘M22’ ‘M08’ ‘M23’ and ‘M38’ 4 treatment were significantly lower than that of the control on decrease rate of soil nematodes, and the other treatments were not significantly than control. The different varieties of potato onions were significantly reduced the root knot index and disease index of the root-knot nematode where between 30%—100%, specially the root index and disease index of ‘M11’ ‘M28’ ‘M29’ ‘M51’ had no disease, significant than the control and other treatments. Different varieties of potato onion associated significantly reduced the incidence of tomato root-knot nematode, ‘M29’ ‘M51’ incidence rate was 3.33%, significantly lower than control and other treatments after planted for 30 days. In summary, the best potato onion varieties companion cropping with tomato were ‘M11’ ‘M28’ ‘M29’ and ‘M51’ for controlling tomato root-knot nematode.

**Keywords:** root-knot nematode; tomato; potato onion; intercropping