

# 轮作与连作对高原夏季甜脆豆病虫害发生及产量的影响

李亚莉, 杨永岗, 张化生

(甘肃省农业科学院 蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘 要:**针对甘肃省皋兰县夏季甜脆豆生产上常用的 8 种轮作与连作方式, 研究其对高原夏季甜脆豆病虫害及产量的影响。结果表明:甜脆豆从苗期到采收期, 根腐病、斑潜蝇、蓟马均有发生, 且逐渐增加, 霜霉病在开花结荚期发生, 到采收期发病加重。甜脆豆与胡麻和小麦轮作, 根腐病发病较轻, 重迎茬甜脆豆根腐病较重, 但轮作对改善霜霉病的发生效果不明显。甜脆豆与胡麻或小麦轮作, 斑潜蝇和蓟马发生量最少, 与菠菜、娃娃菜、青花菜轮作发生量居中, 连续 3 a 种植甜脆豆, 斑潜蝇和蓟马发生量最多。甜脆豆与胡麻或小麦轮作产量最高, 与菠菜、娃娃菜轮作产量次之, 重迎茬甜脆豆产量最低。相关性分析表明, 根腐病和斑潜蝇呈极显著正相关, 根腐病和蓟马呈显著正相关, 根腐病和产量呈极显著负相关, 斑潜蝇、蓟马和产量呈显著负相关, 霜霉病和产量呈负相关不显著。

**关键词:**轮作与连作; 高原夏季甜脆豆; 病虫害; 产量

**中图分类号:**S 344; S 529; S 43 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)02-0017-04

甜脆豆属豆科豌豆属, 是一种皱粒、软荚豌豆品种, 以食用嫩荚为主, 原产地中海沿岸, 是兰州高原夏菜出口创汇的主栽品种<sup>[1-2]</sup>。连作可致使土壤理化性质恶化、病虫害增加、产量品质逐年下降, 已成为制约甜脆豆产业发展的障碍, 严重影响甜脆豆生产的可持续发展<sup>[3]</sup>。采用轮作措施, 是农田用地和养地相结合、充分利用环境资源、改善农田生态环境、协调农牧业生产的一项有效措施。轮作还可改善土壤理化性状、具有保持水土、培肥地力、促进作物生长发育、提高产量、有效改善产品品质、减少病、虫、杂草危害、降低成本、增加收入等综合效果<sup>[4-6]</sup>。豆科作物中大豆连作问题研究较多, 但轮作体系中哪种轮作方式可减轻甜脆豆病虫害的发生及提高产量, 尚未见报道。为了探究这个问题, 试验针对皋兰县生产中常用的 8 种轮作与连作方式, 研究其对甜脆豆病虫害发生及产量的影响, 为建立合理的轮作体系提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试甜脆豆品种为“合欢”(台湾)。

**第一作者简介:**李亚莉(1978-), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向为蔬菜栽培与病虫害防治。E-mail: yaligsau@163.com。

**责任作者:**杨永岗(1967-), 男, 博士, 研究员, 研究方向为蔬菜育种。E-mail: YYG\_868@163.com。

**基金项目:**兰州市科技计划资助项目(2010-1-37)。

**收稿日期:**2011-10-08

### 1.2 试验区概况

试验于 2010 年 3~7 月在兰州高原夏季甜脆豆主产区皋兰县进行。该区平均海拔 1 669 m, 属温带半干旱气候, 年均降水量 266 mm, 年均蒸发量 1 660 mm, 年均日照时数 2 768 h, 无霜期 144 d。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 试验设计** 2008~2010 年形成甜脆豆轮作与连作方式共 8 种, 分别为小麦-胡麻-甜脆豆(WFP)、小麦-小麦-甜脆豆(WWP)、甜脆豆-小麦-甜脆豆(PWP)、娃娃菜-菠菜-甜脆豆(CSP)、娃娃菜-娃娃菜-甜脆豆(CCP)、甜脆豆-青花菜-甜脆豆(PBP)、胡萝卜-甜脆豆-甜脆豆(CPP)、甜脆豆-甜脆豆-甜脆豆(PPP)。于 2010 年 3 月 21 日播种, 播种前 0~20 cm 基础土壤养分状况见表 1。开花结荚初期和结荚中期随水追肥, 追肥量均为氮肥(N) 60 kg/hm<sup>2</sup> (尿素 9 kg/667m<sup>2</sup>)、钾肥(K<sub>2</sub>O) 45 kg/hm<sup>2</sup> (硫酸钾 6 kg/667m<sup>2</sup>), 7 月中旬采收结束。每种轮作与连作方式 3 次重复, 随机区组排列, 小区面积为 133 m<sup>2</sup>。分别在甜脆豆苗期(4 月 25 日)、甩蔓期(5 月 15 日)、开花结荚期(6 月 7 日)、采收期(7 月 1 日)调查甜脆豆根腐病、霜霉病、斑潜蝇、蓟马的发生流行情况, 采收期测定产量。

**1.3.2 病虫害及产量调查方法** 根腐病调查方法: 采用平行跳跃式取样, 每小区取样 50 穴, 挖土露根, 分级调查记载发病情况。根腐病分级方法: 0 级: 植株茎基部和主须根均无病斑; 1 级: 茎基部和主根上有少量病斑; 3 级:

表1 各处理甜脆豆播种前 0~20 cm  
土壤养分状况

处理	碱解氮 /mg·kg <sup>-1</sup>	有效磷 /mg·kg <sup>-1</sup>	速效钾 /mg·kg <sup>-1</sup>	有机质 /g·kg <sup>-1</sup>	pH 值	全盐量 /%
WFP	91	20.34	444	19.4	8.35	0.110
WWP	104	21.78	199	17.8	8.38	0.069
PWP	58	38.16	270	17.4	8.33	0.061
CSP	72	14.91	153	15.7	8.42	0.058
CCP	60	21.91	178	16.0	8.38	0.083
PBP	67	13.43	260	18.3	8.48	0.064
CPP	78	18.27	413	18.6	8.44	0.120
PPP	103	5.54	178	19.1	8.42	0.082

茎基部或主根上病斑较多,病斑面积占茎和根总面积的 1/4~1/2 左右;5 级:茎基部及主根上病斑多且较大,病斑面积占茎和根总面积的 1/2~3/4 左右;7 级:茎基部或主根上病斑连片,形成绕茎现象,但根系并未死亡;9 级:根系坏死,植株地上部萎蔫或死亡<sup>[7-8]</sup>。霜霉病调查方法:每小区取 5 点,每点 20 片叶,共 100 片叶,分级调查记载发病情况。霜霉病分级标准:0 级:无病斑;1 级:病斑面积占整个叶面积的 5% 以下;3 级:病斑面积占整个叶面积的 6%~10%;5 级:病斑面积占整个叶面积的 11%~25%;7 级:病斑面积占整个叶面积的 26%~50%;9 级:病斑面积占整个叶面积的 50% 以上<sup>[9]</sup>。发病率(%)=(病株(叶)数/调查总株(叶)数)×100;病情指数=[ $\sum$ (各级病株(叶)数×各级代表级数)/调查总株(叶)数×最高级数]×100。斑潜蝇调查方法:采用对角线 5 点取样法,每点 20 株,每株随机挑选中部叶片 1 片,调查每片叶上的幼虫数,计算百叶虫量。蓟马调查方法:采用对角线 5 点取样法,每点 20 株,调查每株甜脆豆上的幼虫数,计算百株虫量<sup>[10]</sup>。产量调查方法:在甜脆豆第 1 次采收开始到最后 1 次采收结束,各小区单采单收嫩豆荚,并折算成公顷产量。

#### 1.4 数据分析

数据采用 Excel 处理作图和 Spss 16.0 软件分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 轮作与连作对甜脆豆病虫害发生流行的影响

2.1.1 根腐病 由图 1 可知,甜脆豆从苗期到采收期,根腐病发病率逐渐增加。其中 PPP 发病率最高,苗期到采收期的发病率分别为 26.19%、35.99%、50.40%、75.78%;CPP 发病率次之,苗期到采收期的发病率分别为 24.78%、33.34%、48.06%、74.89%;WFP 发病率最低,苗期到采收期的发病率分别为 15.21%、22.17%、36.21%、60.20%。苗期到采收期,根腐病病指也逐渐增加,其中 WFP 根腐病病指最低,苗期到采收期病指分别为 3.11、4.80、6.44、20.99;苗期和甩蔓期 PPP 病指最高,

分别为 12.09、15.93,开花结荚期 PPP、PBP、CPP 病指显著高于其它处理( $P<0.05$ ),分别为 18.84、18.84、18.31,采收期 CPP、PPP、CCP 病指显著高于 WFP、WWP、PWP ( $P<0.05$ ),分别为 41.11、40.34、36.05。

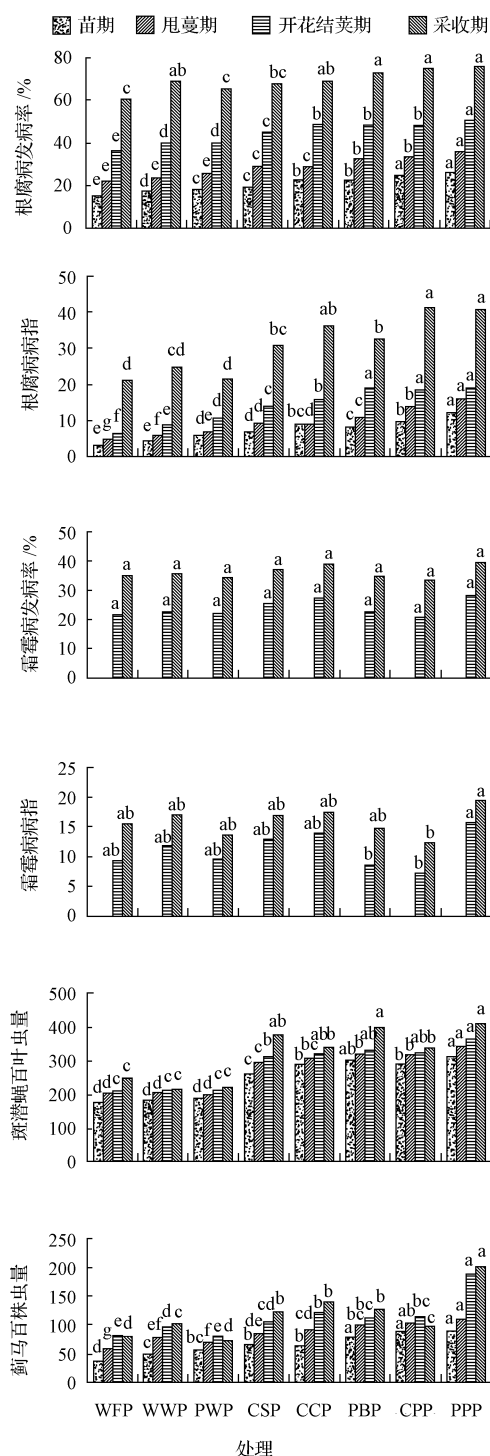


图1 轮作与连作对甜脆豆病虫害发生流行的影响

2.1.2 霜霉病 由图 1 可知,开花结荚期霜霉病开始发生,但各处理发病率差异不显著( $P<0.05$ )。采收期各处理发病率均增加,处理间差异也不显著( $P<0.05$ )。

开花结荚期 PPP 病指最高,为 15.70, CPP、PBP 病指最小,分别为 7.22、8.47,但与其它处理差异均不显著( $P < 0.05$ )。采收期,霜霉病病指增加,其中 PPP 病指最高,为 19.42, CPP 病指最小,为 12.30,与其它处理差异也不显著( $P < 0.05$ )。

2.1.3 斑潜蝇 由图 1 可知,苗期到采收期,甜脆豆斑潜蝇百叶虫量逐渐增加。其中 PPP 百叶虫量最多,苗期到采收期百叶虫量分别为 312.33、342.67、364.67、410.67 头。苗期和开花结荚期, WFP 百叶虫量最少,百叶虫量分别为 176.33、210.67 头。甩蔓期, PWP 百叶虫量最少,百叶虫量为 199.67 头。采收期, WWP 百叶虫量最少,百叶虫量为 216.00 头。

2.1.4 蓟马 由图 1 可知,苗期到采收期,甜脆豆蓟马百株虫量逐渐增加。苗期和甩蔓期, PPP 百株虫量最高,百株虫量分别为 90.00、110.33 头。开花结荚期和采收期, PPP 百株虫量显著高于其它处理( $P < 0.05$ ),百株虫量分别为 188.00、201.33 头。苗期和甩蔓期, WFP 百株虫量显著低于其它处理( $P < 0.05$ ),百株虫量分别为 37.33、59.00 头。开花结荚期和采收期, PWP 百株虫量最低,百株虫量分别为 80.67、72.67 头。

## 2.2 轮作与连作对甜脆豆产量的影响

由表 2 可知,各轮作与连作方式下甜脆豆产量大小顺序为: WFP > WWP > PWP > CSP > CCP > PBP > CPP > PPP,其中 WFP 产量显著高于其它处理( $P < 0.05$ ),产量达 23 550 kg/hm<sup>2</sup>, PPP 产量显著低于其它处理( $P < 0.05$ ),产量仅为 19 030 kg/hm<sup>2</sup>。

表 2 轮作与连作对甜脆豆产量的影响

处理	WFP	WWP	PWP	CSP	CCP	PBP	CPP	PPP
产量/ kg · hm <sup>-2</sup>	23 550 a	23 145 b	22 940 b	22 300 c	21 230 d	21 005 d	19 430 e	19 030 f

## 2.3 甜脆豆病虫害与产量的相关性分析

对甜脆豆根腐病病指、霜霉病病指、斑潜蝇百叶虫量、蓟马百株虫量、产量进行相关性分析。由表 3 可知,根腐病和斑潜蝇成极显著正相关,根腐病和蓟马呈显著正相关,其它病虫害之间相关性不显著。根腐病和产量呈极显著负相关,斑潜蝇、蓟马和产量呈显著负相关,霜霉病和产量呈负相关不显著。

表 3 甜脆豆病虫害与产量的相关性分析

	根腐病	霜霉病	斑潜蝇	蓟马	产量
根腐病		0.00250	0.08421	0.06537	0.06842
霜霉病	0.62531		0.61258	0.54872	0.00576
斑潜蝇	0.89527 * *	0.01852		0.06253	0.05274
蓟马	0.77923 *	0.00864	0.64283		0.04210
产量	-0.89120	-0.54615	-0.76521 *	-0.75426 *	

## 3 讨论与结论

甜脆豆苗期到采收期,根腐病、斑潜蝇、蓟马均有发

生,且逐渐增加,霜霉病在开花结荚期发生,到采收期发病加重。轮作在一定程度上可以减轻病害<sup>[11-13]</sup>,在农业生产中早已被认识。该试验结果表明,甜脆豆与胡麻和小麦轮作,根腐病发病较轻,重迎茬甜脆豆根腐病发病较重,这是因为不同科类作物,不能够被相同的病害所侵染,这样会使病害失去寄主或改变生存环境,达到减轻病害的目的<sup>[14-15]</sup>,另外,轮作可以利用前茬作物的根系分泌物缓解或消除自毒作用,改善土壤微生物结构,以减轻病害的发生<sup>[16]</sup>。但该试验结果表明,轮作对改善霜霉病的发生效果不明显,这可能与霜霉病是通过气流传播有关。Unkovich M J<sup>[17]</sup>等研究表明,豆科作物轮作也可减少虫害的发生,该试验结果表明,甜脆豆与胡麻或小麦轮作后,斑潜蝇和蓟马发生量最少,与菠菜、娃娃菜、青花菜轮作发生量居中,连续 3 a 种植甜脆豆斑潜蝇和蓟马发生量最多,这主要是由于轮作造成食物条件恶化和寄主的减少而使那些寄生性强、寄主植物种类单一及迁飞能力小的害虫大量死亡。

有文献表明<sup>[18-20]</sup>,轮作可以提高豆科作物的产量。许艳丽等<sup>[21]</sup>研究表明,重迎茬大豆种植引起产量和品质下降,一般可使大豆减产幅度在 5%~35%之间。梁银丽等<sup>[22]</sup>和吴凤芝等<sup>[23]</sup>研究表明,连作可使作物生长受阻,产量下降。该试验结果表明,重迎茬甜脆豆产量最低,而甜脆豆与胡麻或小麦轮作产量最高,与菠菜、娃娃菜轮作产量也较高,这是因为不同作物由于其根系的深浅不同,所需的土壤养分也不同,轮作后使土壤养分可以得到平衡,土壤酸碱度和肥力恢复,使产量增加<sup>[24]</sup>。

前人研究认为,土传病害的加剧是连作豆科作物减产的主要原因<sup>[25-26]</sup>,其中土传病害,如根腐病是引起连作障碍的主要原因之一<sup>[27]</sup>。该试验结果表明,根腐病和产量呈极显著负相关。甜脆豆斑潜蝇、蓟马和霜霉病对产量也有一定的影响,相关性分析表明,斑潜蝇、蓟马和产量呈显著负相关,霜霉病和产量呈负相关不显著。此外,甜脆豆根腐病、斑潜蝇、蓟马之间也有一定的相关性,根腐病和斑潜蝇呈极显著正相关,根腐病和蓟马呈显著正相关。

## 参考文献

- [1] 魏周阳. 甜脆豆病毒病的发病原因及无公害防治[J]. 农业科技与信息, 2008(11): 43-44.
- [2] 马进福. 青海东部农业区甜脆豆栽培技术[J]. 现代农业科技, 2008(11): 51-52.
- [3] 吴凤芝, 王学征, 潘凯. 小麦和大豆茬口对黄瓜土壤微生物生态特征的影响[J]. 应用生态学报, 2008, 19(4): 794-798.
- [4] Li F R, Gao C Y, Zhao H L. Soil conservation effectiveness and energy efficiency of alternative rotations and continuous wheat cropping in the Loess Plateau of northwest China[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2002, 91: 101-111.
- [5] 黄国豪. 论作物轮作的效益[J]. 耕作与栽培, 2008(4): 1-3.
- [6] 沈学年, 刘巽浩. 多熟种植[M]. 北京: 中国农业出版社, 1983: 113.

- [7] 蒋日盛.反季节荷兰豆根腐病药剂防治试验[J].福建农业科技,2001(3):12-13.
- [8] 王全德,陈连玉,曹杰.40%多·五可湿性粉剂防治菜豆根腐病田间药效试验[J].农药科学与管理,2004,25(12):14-15.
- [9] 农业部农药检定所生测室.农药田间药效试验准则(一)[M].北京:中国标准出版社,1994:7-11.
- [10] 李惠明.蔬菜病虫害预测预报调查规范[M].上海:上海科学技术出版社,2006:278-280,296-299.
- [11] 金扬秀,谢关林,孙祥良,等.大蒜轮作与瓜类枯萎病发病的关系[J].上海交通大学学报,2003(3):10-12.
- [12] 孙祥良,谢关林,金扬秀.轮作与甜瓜类枯萎病发病的关系[J].浙江大学学报,2003,29:65-66.
- [13] 李玉霞,马宝罗,尼尔·麦克劳克林,等.轮作在保护性耕作中的作用[J].农村牧区机械化,2006(2):45-46.
- [14] 鞠会艳,韩丽梅,从登立,等.连作大豆根分泌物对根腐病原菌的化感作用[J].应用生态学报,2002,13(6):723-727.
- [15] 严有花.保护地蔬菜如何进行轮作倒茬[J].北方园艺,2007(8):96.
- [16] 于慧颖,吴凤芝.不同蔬菜轮作对黄瓜病害及产量的影响[J].北方园艺,2008(5):97-100.
- [17] Unkovich M J, Pate J S, Sanford P. Nitrogen fixation by annual legumes in Australian Mediterranean agriculture[J]. Aust. J. Agric. Res., 1997, 48: 267-293.
- [18] Crookston R K, Kurle J E, Copeland P J, et al. Rotational cropping sequence affects yield of corn and soybean[J]. Agronomy Journal, 1991, 83: 108-113.
- [19] West T D, Griffith D R, Steinhardt G C, et al. Effect of tillage and rotation on agronomic performance of corn and soybean; Twenty year study on dark silt clay loam soil [J]. Journal of Production Agriculture, 1996 (9): 241-248.
- [20] Kelley K W, Long J H Jr, Todd T C. Long-term crop rotations affect soybean yield, seed weight, and soil chemical properties [J]. Field Crops Research, 2003, 83: 41-50.
- [21] 许艳丽,李兆林,韩晓增,等.大豆重迎茬障碍研究进展I重迎茬对大豆的危害[J].大豆通报,2000(4):11-12.
- [22] 梁银丽,陈志杰,徐福利,等.日光温室不同连作年限对黄瓜生理特性的影响[J].西北植物学报,2003,23:1398-1401.
- [23] 吴凤芝,刘德,栾非时.大棚土壤连作年限对黄瓜产量及品质的影响[J].东北农业大学学报,1999,30:245-248.
- [24] 吴艳飞,高丽红,李红岭,等.连作温室夏季不同利用模式对黄瓜产量及土壤环境影响[J].中国农业科学,2006,39(12):2551-2556.
- [25] 许艳丽,刘爱群,韩晓增,等.黑龙江省黑土区不同茬口对不同生长发育及产量和品质影响的研究[J].大豆科学,1996,15(1):48-55.
- [26] 何志鸿,刘忠堂,许艳丽,等.大豆重迎茬减产的原因及农艺对策研究I.重迎茬对大豆产量与品质的影响[J].黑龙江农业科学,2003(3):1-4.
- [27] 苗淑杰,乔云发,韩晓增.大豆连作障碍研究进展[J].中国生态农业学报,2007,15(3):203-206.

## Effect of Rotation and Continuous Cropping on Disease and Insect Pest Epidemics and Yield of Plateau Summer Sweet Broad Pea

LI Ya-li, YANG Yong-gang, ZHANG Hua-sheng

(Vegetable Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** Eight kinds of rotation and continuous cropping methods on plateau summer sweet broad pea production were studied for influence on disease, pest and yield. The results showed that root rot leafminer and thrips all occurred from seedling stage to till harvesting with an increasing trend and downy mildew showed up during flowering and pod bearing period and got worse on harvesting stage. Root rot was less severe when rotating sweet broad peas with benne and wheat, while quite worse during continuous cropping. Yet downy mildew was not effectively controlled with rotation. Leafminer and thrips were least occurred when rotating with benne or wheat, medium occurred when rotating with spinach, baby cabbages and broccoli, while the pests occurred most when growing sweet broad peas continuously for 3 years. The yield was the highest when rotating with benne or wheat, followed by spinach and baby cabbage and lowest yield was during continuously cropping. Relevance analysis showed that root rot and leafminer were significant positive correlated, root rot and thrips were positive correlated; root rot and the yield were significant negative related, leafminer, thrips and yield were negative related, downy mildew and yield were not significant negative related.

**Key words:** rotation and continuous cropping; plateau summer sweet broad pea; disease and insect pest; yield