

玉米和马铃薯间作种植对玉米病害的控制

姜开梅¹,朱有勇²,范静华²,刘 琴²

(1. 云南农业职业技术学院,云南 昆明 650031;2. 云南农业大学 植物病理重点实验室/农业生物多样性与病害控制教育部重点实验室,云南 昆明 650201)

摘要:为探索玉米和马铃薯多样性种植对玉米主要病害的控病效果,对玉米和马铃薯不同间作模式的控病作用进行研究。结果表明:玉米和马铃薯间不同的种植模式下,玉米大斑病、小斑病的病情指数均有所下降。对玉米大斑病的防治效果在 12.15%~20.12%;对玉米小斑病的防效达 10.93%~21.12%;试验还证明,不同种植模式的玉米马铃薯多样性种植产量均高于单作玉米或马铃薯,其土地当量比在 1.19~1.28。

关键词:玉米;马铃薯;间作;病害控制

中图分类号:S344.2

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)12-0056-05

近年来,大面积种植单一作物及化肥农药的大量使用,导致农田生态环境日益脆弱,抵御自然灾害的能力降低,严重地威胁着农业的可持续发展和粮食安全,这是目前国内外农业生产面临的挑战之一^[1-3]。玉米大、小斑病发生流行尤为如此,20 世纪 70 年代美国大面积推广玉米 T 型胞质雄性不育系的杂交种,到 1970 年种植面积达 75% 以上,又遇有利发病的气候条件,玉米小斑病 T 小种大流行,减产 165 亿 kg,产值约 10 亿美元,从而引起国际广泛重视^[4]。生物多样性的应用无疑是解决这些问题的有效途径之一。目前利用生物多样性控制作物病害已成为国内外研究的热点,在水稻、小麦、大麦和蚕豆等作物的遗传多样性和物种多样性控制病害方面有很多报道^[5-12],朱有勇等利用水稻遗传多样性控制稻瘟病的研究表明,对稻瘟病的控制效果高达 94%^[6]。利用小麦和蚕豆物种多样性控制小麦锈病和蚕豆叶斑病的效果可分别达到 39.6% 和 39.7%^[12]。该文选用玉米和马铃薯为研究对象,进行田间多样性优化种植对病害的控制效果试验,旨在为玉米与马铃薯优化种植提供科学依据和探索物种多样性控制病害的新方法。

1 材料与方法

1.1 材料

采用玉米品种宣黄单 2 号和马铃薯品种米拉

作为供试品种。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2002~2003 年在云南省宣威市进行,设置 3 个试验点,即虹桥乡、板桥镇和格宜,每个试验点要求选在不同海拔、不同区域的环境。每个试验点均设 7 个处理,A(2:2):2 行玉米插 2 行马铃薯;B(2:3):2 行玉米插 3 行马铃薯;C(3:2):3 行玉米插 2 行马铃薯;D(4:2):4 行玉米插 2 行马铃薯;E(4:4):4 行玉米插 4 行马铃薯;CK1:单作玉米,CK2:单作马铃薯。

每点每个处理 3 次重复,共 21 个小区,各小区采用随机区组排列,由于行比不同,处理 A、D、CK1、CK2 小区面积为 60 m²,处理 B、C 为 75 m²,处理 E 为 80 m²。A、B、C 每小区 3 个播幅,D、E 每小区 2 个播幅。

1.2.2 种植规格及田间管理 单作和多样性种植玉米均采用双株直播,株距 43 cm,行距 50 cm。施用农家肥 22 500 kg·hm⁻²,复合肥 40 kg·hm⁻² 作为底肥,孕穗期追施尿素 150 kg·hm⁻²。在整个生育期进行 2 次田间除草。马铃薯采用单株直播,株距 33 cm,行距 50 cm。施用农家肥 30 000 kg·hm⁻²,专用复合肥 40 kg·hm⁻² 作为底肥,中期培土 1 次。试验小区不进行病害防治。

1.2.3 调查项目与方法 于 7 月开始调查,采用 5 点取样法,每点取玉米 10 株,调查苞叶及其上下 2 片叶。玉米大、小斑病每隔 15 d 调查 1 次,直到收获。病害分级标准按植病研究方法^[13]中的玉米大斑病、小斑病调查和测报法规的标准进行。试验小区产量为实测产量。

该文中土地当量比的计算采用蔡承智等^[14]

收稿日期:2012-09-10

基金项目:云南省科技攻关资助项目(2001NG10)

第一作者简介:姜开梅(1976-),女,云南省昭通市人,硕士,讲师,从事植物保护教学及科研工作。E-mail:jkm7623@126.com。

人提出的产值当量比进行计算。所谓产值当量比,是指间混作中各作物产值之和除以同样地块上各作物单作产值总和的一半。计算公式为:

$$LER = \frac{\sum_{i=1}^m Y_i}{0.5 \sum_{i=1}^m Y'_i}$$

式中 m 代表作物数, Y'_i 代表同等面积内单作时第 i 个作物的产值, Y_i 代表单位面积内间、混作中第 i 个作物的产值。文中 $LER = \text{多样性种植中玉米产值} + \text{马铃薯的产值} / 0.5 \times (\text{单作玉米产值} + \text{单作马铃薯产值})$ 。当 $LER > 1$, 表明间作玉米和马铃薯彼此互惠有利, 有间作优势, 单位面积的间作产量比单作产量高; 当 $LER < 1$ 表明作物间存在明显的竞争, 间作无优势。 $(LER - 1) \times 100$ 则是间混作的增产率(%)。

2 结果与分析

2.1 玉米病害的控制效果

2.1.1 玉米大斑病的控制效果 玉米、马铃薯间作对玉米大斑病具有明显的控制效果, 而且, 玉

米、马铃薯间不同的种植行比、不同生育时期, 控病效果不一样。从表 1 可看出, 2002 年在玉米孕穗期单作玉米的大斑病平均病情指数为 24.98, 玉米、马铃薯间作的不同行比病情指数不一样, 其中最低的是 3:2 的为 16.32, 平均防效达到 34.7%, 抽雄期、成熟期单作病情指数分别为 31.96 和 44.44, 间作中各种模式的病情指数都比单作低, 最低的同样是 3:2 的分别为 23.15 和 39.14, 平均防效 27.6% 和 11.9%; 2003 年在玉米孕穗期单作玉米的大斑病平均病情指数为 4.13, 平均防效最高的是 4:2, 达到 22.3%。在玉米抽雄期, 单作病情指数为 7.61, 间作中以 2:2 的最低, 平均防效为 12.4%, 成熟期平均防效最高的是 4:4 为 12.6%。但是在 2003 年出现 3:2 和 4:4 的病情指数高于单作玉米, 这是多方面的因素的结果。从图 1 进一步看出, 7 月 28 日以前, 单作和间作的病情指数差异不大, 甚至单作玉米的病情指数低于间作, 7 月 28 日以后, 单作玉米病情指数急剧上升, 间作的病情指数上升缓慢。

表 1 2002~2003 年玉米和马铃薯间作对玉米大斑病的控制效果

Table 1 Effect of maize/potato intercropping on northern blight of maize control in 2002 and 2003

生育时期 Growth stage	种植模式 Planting pattern	2002 年		2003 年	
		病情指数 Disease index	防效/% Efficiency	病情指数 Disease index	防效/% Efficiency
孕穗期 Booting stage	单作玉米 Monoculture maize	24.98		4.13	
	4:2	19.74	21.2	3.21	22.3
	2:2	16.78	32.8	4.08	1.2
	2:3	16.84	32.6	3.52	14.8
	4:4	17.18	31.2	4.31	-4.4
	3:2	16.32	34.7	5.33	-29.1
抽雄期 Tassel stage	单作玉米 Monoculture maize	31.96		7.61	
	4:2	27.92	12.6	6.93	8.9
	2:2	24.44	23.5	6.67	12.4
	2:3	24.96	21.9	6.84	10.1
	4:4	25.27	20.9	7.39	2.9
	3:2	23.15	27.6	8.35	-9.7
成熟期 Maturing stage	单作玉米 Monoculture maize	44.44		13.68	
	4:2	41.51	6.6	12.17	11.0
	2:2	41.50	6.6	12.81	6.4
	2:3	39.87	10.3	12.68	7.3
	4:4	39.62	10.9	11.96	12.6
	3:2	39.14	11.9	13.31	2.7

注:表中数字均是 3 次重复的平均值。下同。

Note: The data in the table were the average of three repeats. The same below.

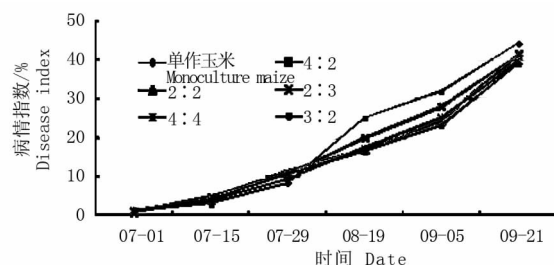


图1 2002年玉米大斑病病情指数随时间变化曲线

Fig. 1 The change of disease index of northern blight of maize in different planting patterns in 2002

2.1.2 对玉米小斑病的控制效果 从表2可以看出,玉米、马铃薯间作对玉米小斑病也有明显的控病效果,2002年的田间调查结果表明:在玉米孕穗期间作对玉米小斑病的平均防效最高的可达31.4%(2:2),最低的也达9.1%(2:3和4:4),抽雄期、成熟期平均防效最高的分别为11.4%(4:2)和10.7%(4:2),最低的也达到3.7%(2:2)和5.1%(3:2)。2003年,单作玉米在孕穗期的病情指数为2.99,低于4:2、4:4和3:2的病情指数,到了抽雄期和成熟期单

作玉米的病情指数分别为7.61、6.77,高于间作中的任何模式。混合间作对小斑病的防治效果也比较明显,孕穗期4:2、4:4、3:2的病情指数均高于单作,到了抽雄期低于单作,平均防效分别从-4.7%、-5.1%、-13.4%上升到39.7%、40.5%、39.4%。另外,玉米、马铃薯间作对小斑病的发展也起到了重要的作用,从图2可以看出,玉米小斑病病情指数虽然均随时间的推移而上升,但在不同种植模式下的上升速度明显不同,上升速度最快的是单作玉米,最慢的是2:3的这种模式。

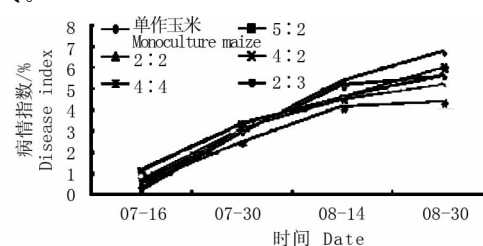


图2 2003玉米小斑病不同种植模式病情指数随时间变化曲线

Fig. 2 The change of disease index of southern blight of maize in different planting pattern in 2003

表2 2002~2003年玉米和马铃薯间作对玉米小斑病的控制效果

Table 2 Effect of maize/potato intercropping on southern blight of maize control in 2002 and 2003

生育时期 Growth stage	种植模式 Planting pattern	2002 年		2003 年	
		病情指数 Disease index	防效/% Efficiency	病情指数 Disease index	防效/% Efficiency
孕穗期 Booting stage	单作玉米 Monoculture maize	3.85		2.99	
	4:2	3.06	20.5	3.13	-4.7
	2:2	2.64	31.4	2.95	1.3
	2:3	3.50	9.1	2.49	16.7
	4:4	3.50	9.1	3.15	-5.1
	3:2	3.49	9.4	3.39	-13.4
抽雄期 Tassel stage	单作玉米 Monoculture maize	9.51		7.61	
	4:2	8.43	11.4	4.59	39.7
	2:2	9.16	3.7	5.13	32.6
	2:3	9.11	4.2	4.11	46.0
	4:4	8.59	9.7	4.53	40.5
	3:2	8.58	9.8	4.61	39.4
成熟期 Maturating stage	单作玉米 monoculture maize	12.84		6.77	
	4:2	11.46	10.7	5.65	16.5
	2:2	11.95	6.9	5.60	17.3
	2:3	11.75	8.5	4.39	35.2
	4:4	11.48	10.6	5.21	23.0
	3:2	12.19	5.1	6.03	10.9

2.2 不同种植模式下的经济效益

从表 3 可看出,2002 年,各种种植模式的经济效益均高于单作玉米和单作马铃薯。与单作玉米相比,增加产值 483.67~602.22 美元·hm⁻²,与单作马铃薯相比,增加产值 191.91~310.46 美

元·hm⁻²。2003 年的试验结果与 2002 年相似。与单作玉米相比,增加产值 413.66~569.85 美元·hm⁻²,与单作马铃薯相比,增加产值 399.44~555.63 美元·hm⁻²(见表 4)。

表 3 2002 年不同种植模式下产量和经济效益及土地当量比分析
Table 3 Analysis on crop yield and economic benefit and LER of different planting patterns in 2002

处理 Treatment	产量/t·hm ⁻² Yield		经济效益/美元·hm ⁻² Economic benefit				土地当量比	
	玉米 Maize	马铃薯 Potato	玉米 Maize	马铃薯 Potato	综合效益 Comprehensive benefit	增值 Increment	玉米 Maize	马铃薯 Potato
2:2	6.23	11.52	1575.82	760.67	2336.49	560.85	269.09	1.22
2:3	5.16	14.45	1305.17	954.14	2259.31	483.67	191.91	1.18
3:2	6.84	9.18	1730.11	647.75	2377.86	602.22	310.46	1.24
4:2	7.15	7.89	1808.52	520.98	2329.50	553.86	262.10	1.21
4:4	5.79	13.10	1464.52	865.00	2329.52	553.88	262.12	1.21
单作 Monoculture	7.02	31.31	1775.64	2067.40				—

注:2002 年玉米市场价格为 252.94 美元·t⁻¹,马铃薯为 66.03 美元·t⁻¹。
Note:Crop values were based on market prices of 252.94 dollar·t⁻¹ for maize,66.03 dollar·t⁻¹ for potato in 2002.

表 4 2003 年不同种植模式下产量和经济效益及土地当量比分析
Table 4 Analysis on crop yield and economic benefit and LER of different planting patterns in 2003

处理 Treatment	产量/t·hm ⁻² Yield		经济效益/美元·hm ⁻² Economic benefit				土地当量比	
	玉米 Maize	马铃薯 Potato	玉米 Maize	马铃薯 Potato	综合效益 Comprehersive benefit	增值 Increment	玉米 Maize	马铃薯 Potato
2:2	6.06	12.15	1630.87	827.29	2458.16	450.52	436.30	1.22
2:3	4.94	16.26	1328.11	1107.14	2435.25	427.61	413.39	1.21
3:2	6.81	10.95	1831.90	745.59	2577.49	569.85	555.63	1.28
4:2	6.93	8.168	1865.00	556.30	2421.30	413.66	399.44	1.2
4:4	5.32	15.50	1431.72	1055.40	2487.12	479.48	465.26	1.23
单作 Monoculture	7.46	29.69	2007.64	2021.86				—

注:2003 年玉米市场价格为 269.12 美元·t⁻¹,马铃薯为 68.09 美元·t⁻¹。
Note:Crop values were based on market prices of 269.12 dollar·t⁻¹ for maize,68.09 dollar·t⁻¹ for potato in 2003.

3 讨论

迄今对大、小斑病的防治主要采用加强栽培措施和选育抗病品种,其中以选育抗病品种、合理利用抗病性为主要措施^[15-17]。抗病性是寄主与病原相互作用的结果,利用寄主与病原之间的这种关系,进行合理的作物布局能有效地降低病害的危害,许多研究表明,生物多样性的合理布局在遗传上增加了种植在同一块田中农作物的异质性,特别是抗病性异质性,对于流行病害的发生起

到了很好的控制作用^[18]。玉米和马铃薯是两个不同种类的作物,它们之间没有共同的病原,而且玉米属于高秆作物,马铃薯属于矮秆作物、耐荫,它们之间的间套种改变了单一品种种植的空间格局,延缓了病害的发生和传播速度,有利于提高它们对光照、温度的利用效率,提高玉米和马铃薯的单位面积产量。然而,有关玉米和马铃薯间作是如何控制病害、增加产量以及防病增产,目前在国内外尚无报道。该试验借鉴混合间作的经验^[18],在云南宣威进行玉米和马铃薯间作田间试验,为

大田多样性间作控制病害提供了科学依据。

从试验的结果可知,玉米和马铃薯间作具有防病增产的作用,其可能原因有:

3.1 间隔效应

玉米间作马铃薯,在田间形成立体结构,一方面玉米对马铃薯病害的病原起到屏障作用,能有效地降低病原传播速度;另一方面,在田间带状种植的马铃薯为玉米大小斑病孢子的传播增加距离,降低传播速度。

3.2 稀释亲和小种的浓度

玉米和马铃薯是两种截然不同的作物,遗传背景相差甚远,没有相同的病原,它们间的间作,有利于降低单位面积上的菌源量。

3.3 充分利用光能和空间,提高产量

单作玉米生长前期绿叶面积小,空行大,阳光被漏射或反射,中后期绿色叶片密集于中上部,阳光的利用局限在上部的平面采光,下部处于弱光条件,影响光合作用。采用玉米间作马铃薯后,不但增加单位面积上不同层次的绿色叶面积,而且提高土地当量比,该研究也证明了这一点。

参考文献:

- [1] Shigehisa K. Genetics and epidemiological modeling of breakdown of plant disease resistance[J]. Annual Review of Phytopathology, 1982, 20: 93-117.
- [2] Bonman J M, Khush G S, Nelson R J. Breeding rice for resistance to pests [J]. Annual Review of Phytopathology, 1992, 30: 507-528.
- [3] 戴小枫, 郭予元, 倪汉祥, 等. 我国农作物病虫害鼠害成灾特点与对策分析[J]. 科技导报, 1997(1): 42-45.
- [4] 曾士迈, 张树榛. 植物抗病育种的流行学研究[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 8.
- [5] Zhu Youyong, Chen Hairu, Wang Yunyue, et al. Genetic diversity and disease control in rice[J]. Nature, 2000, 406: 718-722.
- [6] Brromeo E, Wang Zhonghua, Zhu Yijun, et al. Prospects of a marker aided varietal diversification for disease control[M]. Manila: International Rice Research Institute Press, 2001: 193-207.
- [7] Zhu Youyong, Chen Hairu, Fan Jinghua, et al. Diversifying variety for control of rice blast in China[J]. Biodiversity, 2001, 2 (1): 10-15.
- [8] Zhu Youyong, Chen Hairu, Fan Jinghua, et al. Current status and prospects of mixture planting for control rice blast in Yunnan[M]. Manila: International Rice Research Institute Press, 2001: 159-168.
- [9] 刘二明, 朱有勇, 肖放华, 等. 水稻品种多样性混栽持续控制稻瘟病研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36: 159-164.
- [10] 朱有勇, 陈海如, 范静华, 等. 水稻品种多样性持续控制稻瘟病田间试验[C]//云南植物病理重点实验室论文集(第三卷). 昆明: 云南科技出版社, 1999: 66-74.
- [11] 范桂萍. 油菜/蚕豆间作控制病虫害研究[J]. 云南农业科技, 2005(6): 9-12.
- [12] 杨进成, 杨庆华, 王树明, 等. 小春作物多样性控制病虫害试验研究初探[J]. 云南农业大学学报, 2003, 18(2): 120-124.
- [13] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 374.
- [14] 蔡承智, 高军, 陈阜. 土地当量比(LER)的计算校正探讨[J]. 耕作与栽培, 2003(5): 18-20.
- [15] 周建传, 何建国. 玉米大、小斑病的综合防治措施[J]. 当代农业, 1997(4): 10.
- [16] 赵桂东, 刘荆, 朱海波, 等. 夏玉米大、小斑病发生规律及防治技术[J]. 玉米科学, 1996, 4(1): 74-74.
- [17] 臧少先, 苑风瑞. 杀菌剂防治玉米大斑病试验简报[J]. 河北农业大学学报, 1998, 21(1): 96.
- [18] Zhu Youyong, Chen Hairu, Wang Yunyue, et al. Current status and prospects of mixture planting for the control of rice blast in Yunnan[M]//Impact symposium on Exploiting Biodiversity for Sustainable Pest Management. Yunnan: Yunnan Science and Technology Press, 2000: 21-23.

Effect of Maize and Potato Intercropping on Maize Disease Control

JIANG Kai-mei¹, ZHU You-yong², FAN Jing-hua², LIU Qin²

(1. Yunnan Agricultural Vocational College, Kunming, Yunnan 650031; 2. Key Laboratory of Agriculture Biodiversity for Plant Disease Management, Ministry of Education/Key Laboratory of Plant Pathology, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

Abstract: To grope the effects of intercropping of maize with potato on maize disease control, the effect of different intercropping patterns of maize and potato on controlling disease was studied. The results showed that maize/potato intercropping systems were helpful for maize disease control. The control efficacy of northern leaf blight reached 12.15%~20.12% and that of southern leaf blight reached 10.93%~21.12%. Moreover, it proved that the intercropping patterns could improve the yield compared to that of maize or potato monoculture. The land equivalent ratio (LER) was 1.19~1.28.

Key words: maize; potato; intercropping; disease control