

# 农业生物多样性防控作物病虫害的研究进展

杨晓贺

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院/农业部佳木斯作物有害生物科学观测实验站,黑龙江 佳木斯 154007)

**摘要:**农业生物多样性对维系农业系统的生态平衡和保障农业可持续发展起到重要的作用,为防治农作物的病虫害以提高作物产量,该文综述了农业种质资源多样性、农业物质多样性和农业景观多样性对农作物病虫害防控的研究进展,提出在现代农业生产中应尽量减少高毒农药的使用,利用农业生态中的生物多样性来持续控制农业病虫害发生的思路,以充分利用农业生物多样性在作物病虫害防控方面的作用。

**关键词:**生物多样性;作物;病虫害

**中图分类号:**S435

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)02-0133-04

农业系统以满足人类的生产和生活需要为主要目的。因此,在农产品的产量和品质不断提高的同时,人类对农业资源掠夺式的开发和利用以及化学农药的肆意喷施使得农业生态环境日益恶化,农业生物多样性急剧下降。近年来,人类已认识到农业生物多样性在维系农业系统生态平衡和保障农业可持续发展中的重要作用。从生物多样性的层次看,农业生物多样性主要包括农业种质资源的遗传多样性、农业物种的多样性和农业景观的多样性<sup>[1]</sup>。该文对农业种质资源的遗传多样性、农业物种的多样性和农业景观多样性在作物病虫害防控中应用的进展进行了综述,并对现代农业系统中农业生物多样性在作物病虫害防控方面的应用进行了展望,以期使农业生物多样性在防控作物病虫害方面发挥重要作用。

## 1 农业种质资源的遗传多样性在作物病虫害防控中的应用

遗传多样性是地球上所有的生物个体的基因库和遗传组成形式,主要是指种内个体之间或一个群体内不同个体的遗传差异总和<sup>[2]</sup>。农业系统中可以通过种植多个品种或混合种植不同品种来实现农业种质遗传多样性。有研究表明,某个抗性基因失去抗性时,其它的抗性基因仍然能够起作用,即可达到整体抗性的效果,这也是增加农业种

质遗传多样性可以有效控制作物病虫害的原因<sup>[3]</sup>。

已有研究证明,在禾谷类作物病害的防控中,作物遗传多样性可以有效减缓病害的发生和流行<sup>[4]</sup>。朱有勇<sup>[5]</sup>研究结果表明,水稻混栽田中稻瘟病菌的生理小种比净栽田丰富,没有优势生理小种,即水稻遗传多样性使得稻瘟病菌在生理小种组成上呈现多样性,这也使得稻瘟病的流行得以控制。Zhu 等<sup>[6]</sup>研究表明,糯米与杂交稻行间间作可有效降低稻瘟病发病程度,提高单位土地面积的水稻总产量。在水稻品种混播方面,甘代耀等<sup>[7]</sup>将水稻抗感杂优组合地优 64 和威优 64 等比例混播,对叶瘟和穗瘟的控制效果分别达到 33.3% 和 37.7%,增产 14%。潘鹏亮等<sup>[8]</sup>将天津 4 个抗虫能力有差异的品种进行单播和混播试验结果可知,混播处理中褐飞虱的发生密度显著低于其它单播处理,同时混播可以有效提高天敌的种群数量。沈丽等<sup>[9]</sup>对 6 个不同抗性的小麦品种进行不同组合的混播,系统调查了 4 个品种单作和多品种混播田小麦条锈病的病情发展动态,研究结果表明,4 或 6 个品种混播能推迟条锈病发病期,延缓发病速度并降低发病程度。郭世保等<sup>[10]</sup>研究可知,品种混播对小麦条锈病有较好的控制效果,并且可作为生态防病的措施。ЧЕМБОР 等的研究表明,不同大麦品种混播可增强大麦对病害的免疫程度,降低白粉病的感染率,同时可提高大麦产量<sup>[11]</sup>。另外,Garrett 等<sup>[12]</sup>的研究结果表明,马铃薯品种多样性可有效控制马铃薯晚疫病的发生及流行,马铃薯抗病品种和感病品种间作能够明显降低晚疫病的发病率。

收稿日期:2013-08-21

基金项目:公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(2011 03022-5)

作者简介:杨晓贺(1981-),女,黑龙江省五常市人,硕士,助理研究员,从事大豆病虫害研究。E-mail: yangxiaohu\_2000@163.com。

## 2 农业物种多样性在作物病虫害防控中的应用

### 2.1 稻鸭共作与稻鱼共生

Letourneau等<sup>[13]</sup>通过对最近10a的研究结果进行了整合分析,指出作物多样性种植体系中,尽管作物产量效应较小,但害虫的抑制效应、天敌的保护效应及作物受害降低效应均比单作系统显著。在稻田养鸭和养鱼系统中,病虫害得到有效的控制。曹志强等<sup>[14]</sup>进行的北方稻鱼共生试验结果表明,稻鱼共生使得稻谷产量增加,同时可降低水稻纹枯病的发病率。刘小燕等<sup>[15]</sup>报道,在稻田内放养体重150g左右的鸭子225~300只·hm<sup>-2</sup>,可使纹枯病病斑率和病株率减少50%以上,同时比用井冈霉素防治小区的病斑率和病株率下降9.0%和15.25%,防治效果显著。

稻鸭共作起源于我国传统的稻田养鸭的综合生产技术,其对草害和主要虫害有较好的控制效果,可在全生育期取代相应化学药剂的使用<sup>[16]</sup>。杨治平<sup>[17]</sup>和王成豹等<sup>[18]</sup>研究结果表明,稻鸭共作系统在病虫草害防治方面具有明显效果。杨勇等<sup>[19]</sup>对养蟹稻田的病害研究表明,与常规稻田相比,稻渔(蟹)共作稻田纹枯病、稻飞虱及稻纵卷叶螟等发生危害均较轻。刘小燕等<sup>[20]</sup>对稻鸭共栖田二化螟的发生规律进行了研究,结果表明,放养体重200~400g鸭子300~450只·hm<sup>-2</sup>,能使二代二化螟幼虫的发生量减少53.2%~76.8%,三代二化螟幼虫的发生量减少61.8%,中稻放鸭区二化螟为害株率降低13.4%~47.1%;晚稻二化螟为害株率降低62.2%。杨治平等<sup>[21]</sup>研究结果表明,在中稻田放鸭区第四、第五代稻飞虱百莧虫量较非放鸭区分别下降70.2%和72.4%;晚稻田养鸭区第四、第五代稻飞虱虫量较非放鸭区下降56.2%和64.7%。稻鸭共栖对稻飞虱起到了稳定、持久的控制作用。禹盛苗等<sup>[22]</sup>研究结果表明,稻鸭共育田的害虫天敌蜘蛛数量明显增加,这也改善了稻田的生态环境,抑制了水稻害虫的危害。因此,稻田养鸭养鱼对稻飞虱具有明显的防控作用<sup>[23-25]</sup>。

### 2.2 不同作物的不同栽培模式

有研究报道,不同作物的不同栽培模式对作物病虫害具有一定的防控效果。黄光荣<sup>[26]</sup>对蒜-烟轮作研究表明,对于防治和减轻烤烟病害效果显著,同时蒜-烟轮作在一定程度上能控制烤烟虫害的发生,有利于烟株的正常生长发育和烟叶品质的提

高。侯茂林等<sup>[27]</sup>研究表明,烟田覆膜有利于降低烟蚜种群数量,增大烟蚜茧蜂种群数量;同时间作也能在一定程度上抑制烟蚜种群增长。张海芝等<sup>[28]</sup>研究表明,棉花毛豆套作百株蚜量仅660.3头,卷叶率仅为1.9%。夏桂平等<sup>[29]</sup>对麦豆连作田套种油菜的栽培方式进行了研究,结果表明,套种油菜对大豆蚜有显著的控制效果,个别年份的控制效果优于喷药2次的田地。据郭振升等<sup>[30]</sup>的研究可知,在小麦-辣椒、玉米-辣椒和小麦-玉米-辣椒3种间作模式下,辣椒疫病和害虫蛀果发生率均显著降低,单位面积朝天椒产量有所增加。祖艳群等<sup>[31]</sup>将辣椒单作与辣椒-花生和辣椒-大豆相比较可知,辣椒-玉米间作有效控制了辣椒病毒病、疫病和烟青虫的发生,控制效果分别达24.01%、6.87%~23.80%和4.31%~36.40%。字淑慧<sup>[32]</sup>等将辣椒间作玉米、花生、大豆及向日葵,结果表明辣椒主要病害发病率分别比单作(CK)减少了14.6%、5.2%、10.1%和12.3%,主要虫害危害率比单作(CK)减少了6.8%、1.4%、4.4%及3.3%。安听等<sup>[33]</sup>将甜玉米与蔬菜以2:4带型间作种植,发现其对作物主要病虫害的控制作用较其它间作及单作类型更明显。杨进成等<sup>[34]</sup>研究结果表明,麦类或油菜与蚕豆混种可以有效地控制和减少病虫害为害。诸多研究结果均表明,不同作物间作可以有效控制病虫害的发生。

## 3 农业景观多样性在作物病虫害防控中的应用

农业区域内农地利用方式镶嵌格局分布、田块之间保留小生境和多样性的农田边界是维持农业景观多样性的主要途径<sup>[35-37]</sup>。

### 3.1 农田镶嵌格局

农田镶嵌格局分布主要是在农业区域内,按照条带状或斑块状适当安排不同的作物类型或耕作制度,田块镶嵌可增加农业景观的复杂性和农业系统生物多样性,并发挥这些生物多样性的功能<sup>[38]</sup>。

### 3.2 田块间保留小生境

农田之间保留一些小生境也是农业景观多样性的模式之一,即在地块连片的作物地上,保留植被镶嵌。例如,在瑞典农业区,农业与非农田之间交错带的设立增加了农区昆虫的多样性<sup>[39]</sup>;在澳大利亚,马铃薯地种植带状荞麦可为马铃薯害虫的天敌提供栖息地;英国的粮食作物地留出一条带状自然植被,也可让粮食作物害虫的天敌甲虫

获得栖息地。

### 3.3 多样性的农田边界

有研究者报道,由于谷类作物农田边界中双子叶植物数量和种类的缺乏,大黄蜂的数量较少,因此,为了给大黄蜂提供更好的觅食环境,清除农田是最好的方法<sup>[40]</sup>。也有报道指出,农田边界能为爬行动物、小型哺乳动物及鸟类等提供食物和栖息地<sup>[41]</sup>;农田边界具有防风固沙、防止水土流失、控制和降低病、虫、草害、防止农田水体遭受化学农药污染及水体富营养化等作用<sup>[42]</sup>。

胡雅辉等<sup>[43]</sup>研究结果表明,杂草地的节肢动物物种多于苜蓿田,个体数则少于苜蓿田,苜蓿田和杂草地天敌的物种和个体均长期大于害虫,并且节肢动物群落均表现出物种多、个体数量大以及群落多样性指数高且稳定的特点<sup>[44]</sup>。有研究报道,在非作物生境中存在大量的蚜虫天敌,可以构建非作物生境来防控蚜虫<sup>[45]</sup>。钟平生等<sup>[46]</sup>应用群落多样性指数与田间调查法评价了有机耕作稻田主要天敌类群的结构、变化及对稻飞虱自然种群的控制,结果表明,实施有机耕作 1.5 a 后,稻田蜘蛛类、捕食性天敌及寄生性天敌的物种多样性指数、丰富度指数和均匀度指数均有不同程度的提高;捕食因子及寄生因子对稻飞虱自然种群的作用显著强于常规耕作稻田。徐红星等<sup>[47]</sup>研究表明,水稻田和茭白田二化螟均喜在茭白植株上产卵,因此,在水稻田附近种植茭白,可以减轻水稻上第一代二化螟的发生。

## 4 展望

在现代农业系统中,为了满足人类自身需要,农药化肥的大量施用及单一品种的大面积种植,人为地减少某些植物及昆虫间的竞争,以达到提高作物产量的目的。同时,也降低了农业生态系统中的种质资源多样性、物种多样性和农业景观多样性,导致农业病虫害问题愈加严重。因此,在尽量降低高毒农药的施用或不施用化学农药的前提下,调整耕作栽培措施,合理布局作物种类及品种,构建合理的农业生境,以增加农田内生物多样性的,依靠农业系统自身的协调功能达到病虫害的防治是最科学、合理的农业发展之路。

### 参考文献:

[1] 向青松,彭军,舒洁,等.利用农业生物多样性控制烟草病虫害[J].作物研究,2009,23(SI):188-191.  
[2] Medlin L K, Lange M, Nothig E M. Genetic diversity in the marine phytoplankton: a review and a consideration of Ant-

arctic phytoplankton[J]. Antarctic Science, 2000, 12(3): 363-373.

- [3] Reem Hajar, Devra I, Jarvis, et al. The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2008, 123(4): 261-270.  
[4] Wolfe M S. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance[J]. Annual Rev Phytopathol, 1985, 23(1): 251-273.  
[5] 朱有勇. 遗传多样性与作物病害持续控制[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 1-445.  
[6] Zhu Y Y, Chen H R, Fan J H, et al. Genetic diversity and disease control in rice [J]. Nature, 2000, 406 (6797): 718-722.  
[7] 甘代耀, 罗榕城. 水稻抗感杂优组合混播栽培控瘟研究 I [J]. 福建省农科院学报, 1994, 9(1): 28-30.  
[8] 潘鹏亮, 秦玉川, 赵晴, 等. 水稻品种混播对害虫和天敌发生及水稻产量的影响[J]. 中国生物防治学报, 2012, 28(2): 212-219.  
[9] 沈丽, 叶香萍, 廖华明, 等. 小麦多品种混播对条锈病的控制及稳产作用研究[J]. 西南农业学报, 2007, 20(4): 615-619.  
[10] 郭世保, 黄丽丽, 康振生, 等. 小麦品种混播条件下条锈病发生、扩展研究[J]. 中国生态农业学报, 2010(1): 106-110.  
[11] Чембор X E, Гацек Э. 王福绥. 品种混播能增强作物免疫程度提高产量[J]. 麦类作物学报, 1990(6): 26-27.  
[12] Garrett K A, Mundt C C. Host diversity can reduce potato late blight severity for focal and general patterns of primary inoculum [J]. Phytopathology, 2000, 90 (12): 1307-1312.  
[13] Letourneau D K, Armbrrecht I, Rivera B S, et al. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review[J]. Ecol Appl, 2011, 21(1): 9-21.  
[14] 曹志强, 梁如洁, 赵艺欣, 等. 北方稻田养鱼的共生效应研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(3): 405-408.  
[15] 刘小燕, 杨治平, 黄璜, 等. 湿地稻-鸭复合系统中水稻纹枯病的变化规律[J]. 生态学报, 2004, 24(11): 2579-2583.  
[16] 全国明, 章家恩, 许荣宝, 等. 稻鸭共作技术的生物防治效应[J]. 生态科学, 2005, 24(4): 336-338.  
[17] 杨治平, 刘小燕, 黄璜, 等. 稻田养鸭对稻鸭复合系统中病、虫、草害及蜘蛛的影响[J]. 生态学报, 2004, 24(12): 2756-2760.  
[18] 王成豹, 马成武, 陈海星. 稻鸭共作生产有机稻的效果[J]. 浙江农业科学, 2003(4): 194-196.  
[19] 杨勇, 胡小军, 张洪程, 等. 稻渔(蟹)共作系统中水稻安全优质高效栽培的研究 V: 病虫害发生特点与无公害防治[J]. 江苏农业科学, 2004(6): 21-26.  
[20] 刘小燕, 杨治平, 黄璜, 等. 稻鸭复合生态系统中二化螟发生规律的研究[J]. 湖南师范大学学报: 自然科学版, 2005, 28(1): 70-74.  
[21] 杨治平, 刘小燕, 黄璜, 等. 稻田养鸭对稻飞虱的控制作用[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 30(2): 103-106.  
[22] 禹盛苗, 金千瑜, 欧阳由男, 等. 稻鸭共育对稻田杂草和病

- 虫害的生物防治效应[J]. 中国生物防治, 2004, 20(2): 99-102.
- [23] 肖筱成, 堪学珑, 刘永华, 等. 稻田主养彭泽鲫防治水稻病虫害的效果观测[J]. 江西农业科技, 2001(4): 45-46.
- [24] 廖庆民. 稻田养鱼的经济与生态价值[J]. 黑龙江水产, 2001(2): 17.
- [25] Vromant N, Nhan D K, Chuan T H, et al. Can fish control planthopper and leafhopper populations in intensive rice culture? [J]. Biocontrol Science and Technology, 2002, 12(6): 695-703.
- [26] 黄光荣. 不同轮作方式对烤烟病虫害及产量品质的影响[J]. 河南农业科学, 2009(5): 40-42.
- [27] 侯茂林, 王福莲, 万方浩. 栽培措施对烟田前期烟蚜和烟蚜茧蜂种群数量的影响[J]. 昆虫知识, 2004, 41(6): 563-565.
- [28] 张海芝, 马威, 王桂英, 等. 棉花毛豆套作效益及栽培技术研究[J]. 作物杂志, 2003(3): 33-34.
- [29] 夏桂平, 沈左锐. 麦豆连作田套种油菜对大豆害虫及其天敌的生态效应[J]. 安徽农业科学, 1997, 25(1): 17-21.
- [30] 锅振升, 崔保伟. 3 种间作套种模式对朝天椒田间生态及产量的影响[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(23): 4825-4827.
- [31] 祖艳群, 胡文友, 吴伯志, 等. 不同间作模式对辣椒养分利用、主要病虫害及产量的影响[J]. 武汉植物学研究, 2008, 26(4): 412-416.
- [32] 字淑慧, 王丽, 钟禄, 等. 不同间作模式对丘比辣椒病虫害的影响[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2010, 32(6): 733-739.
- [33] 安昕, 代平, 吴伯志, 等. 甜玉米间作蔬菜对主要病虫害的控制作用研究[J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2011, 26(4): 449-453.
- [34] 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: 自然科学版, 2003, 18(2): 120-124.
- [35] Benton T G, Vickery J A, Wilson J D L. Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key? [J]. Trend Ecol Evol, 2003, 18(4): 182-188.
- [36] Devictor V, Jiguet F. Community richness and stability in agricultural landscapes: The importance of surrounding habitats[J]. Agric Ecosyst Environ, 2007, 120(2/3): 179-184.
- [37] 谢坚, 屠乃美, 唐建军, 等. 农田边界与生物多样性研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(2): 506-510.
- [38] Tschirntke T, Klein A M, Kruess A, et al. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management[J]. Ecol Lett, 2005, 8(8): 857-874.
- [39] Duelli P, Obrist M K. Regional biodiversity in an agricultural landscape: The contribution of seminatural habitat islands[J]. Basic Appl Ecol, 2003, 4(2): 129-138.
- [40] Pywell R F, Warman E A, Carvell C, et al. Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes[J]. Biol Conserv, 2005, 121(4): 479-494.
- [41] Bence S L, Stander K, Griffiths M. Habitat characteristics of harvest mouse nests on arable farmland[J]. Agric Ecosyst Environ, 2003, 99(1/3): 179-186.
- [42] Cardinale B J, Palmer M A, Collins S L. Species diversity enhances ecosystem functioning through interspecific facilitation[J]. Nature, 2002, 415(6870): 426-429.
- [43] 胡雅辉, 郭建英, 万方浩. 杂草地和苜蓿田节肢动物群落时序动态[J]. 作物研究, 2005, 19(3): 174-179.
- [44] Kristen M M, Knight, Geoff M, Gurr. Review of *Nezara viridula* (L.) management strategies and potential for IPM in field crops with emphasis on Australia[J]. Crop Protection, 2007, 126(1): 1-10.
- [45] Collins K L, Boatman N D, Wilcox A, et al. A 5-year comparison of overwintering polyphagous predator densities within a beetle bank and two conventional hedgebanks[J]. Annals of Applied Biology, 2003, 143(1): 63-71.
- [46] 钟平生, 梁广文, 曾玲. 有机稻田主要天敌类群及其群落多样性演替[J]. 中国生物防治, 2005, 21(3): 155-158.
- [47] 徐红星, 俞晓平, 吕仲贤, 等. 水稻田和茭白田越冬二代二化螟成虫习性研究[J]. 浙江农业学报, 2011, 13(3): 157-160.

## Research Progress of Agricultural Biodiversity on the Control of Crop Diseases and Pests

YANG Xiao-he

(Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests of Jiamusi, Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

**Abstract:** Agricultural biodiversity play an important role for keeping balance in agricultural system and guaranteeing agricultural sustainable development. In order to prevent and control diseases and insects to improve crop yield, the progress of controlling on crop disease and pests was summarized by genetic diversity of germplasm, species diversity and landscape diversity. Decreasing the usage amount of high-toxic pesticide in modern agriculture, and using the agro-biodiversity to control the diseases and pests in agroecological system were proposed to make full use of biodiversity on prevention and control agricultural plant diseases and pests.

**Key words:** biodiversity; crop; diseases and pests