

陕西省小麦全蚀病发生分布及 短期轮作防治效果

王保通¹,冯小军²,商鸿生¹,高照良¹,
李强¹,王文彦³,李高宝¹,王芳¹

(1 西北农林科技大学 植保资源与病虫害治理教育部重点开放实验室,陕西 杨凌 712100;

2 陕西省植保植检站,陕西 西安 710000;

3 大荔县植保植检站,陕西 大荔 715100)

[摘要] 通过大量试验调查,分析了陕西省小麦全蚀病发生分布情况,并将其划分为4个不同区域:渭北旱塬老病区、洛河渭河滩灌溉地新病区、秦岭北麓旱塬轻发病区和关中西部灌区零星病区,研究了轮作倒茬年限、轮作作物种类等对小麦全蚀病的控制作用。结果表明,不同种类作物轮作后对小麦全蚀病的控制效果不同,以非禾本科蔬菜类作物轮作效果最佳;轮作1年对小麦全蚀病有很好的控制效果,之后控制效果逐年降低。并提出了“1+1”短期轮作防治小麦全蚀病的技术措施,经推广后对小麦全蚀病白穗率的控制效果达95%以上,轮作后小麦全蚀病白穗率由85%降低至3%~5%。

[关键词] 小麦全蚀病;短期轮作;防治效果

[中图分类号] S435.121

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)03-0098-05

小麦全蚀病(*Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici* Walker)是小麦上的毁灭性病害,在世界范围内均有分布。20世纪80年代初,我国北方麦区逐渐有小麦全蚀病危害的报道,之后该病在北方小麦种植区逐年加重,山东、甘肃、陕西、内蒙、宁夏、河南、河北等省都有小麦全蚀病加重并扩大危害的报道^[1-4]。小麦全蚀病已成为我国北方小麦产区的重要病害之一。由于目前推广的小麦品种中几乎没有抗全蚀病的品种^[5],也没有有效的防治药剂^[6],因此,该病已成为小麦生产上的一大难题。1984年在陕西大荔县灌溉小麦田首次发现小麦全蚀病的发生,1990年陕西关中5个县也相继发现小麦全蚀病田块,到1999年该病已扩大到全省22个县(市、区)。由于该病为陕西省补充检疫对象,对小麦生产和种子调运的威胁很大,引起陕西省政府的高度重视,随立项研究。本研究从1993年起对陕西省小麦全蚀病发病规律、分布情况及防治对策进行了系统研究,现将研究结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 病情调查方法

自1984年首次在陕西省大荔县沙底乡沙苑地区洛河滩灌溉地发现小麦全蚀病后,小麦全蚀病在陕西小麦产区相继发生,并逐年加重。本研究从1993~1999年连续7年在小麦全蚀病表现白穗症状时期(05-20~05-28),从东到西对全省尤其是关中灌区小麦田进行系统调查。调查采用普查和重点田块抽样调查相结合的方法,每点采样,带回实验室进行分离鉴定,确定病原菌种类,然后划分小麦全蚀病发生分布图。

1.2 “1+1”短期轮作技术要点

通过多年调查发现,在大荔县沙苑地区小麦全蚀病发生严重田块,由于小麦全蚀病严重发生,农民第二年改种了其他作物,结果第三年再种小麦时小麦全蚀病几乎不发病。根据这一现象,笔者对轮作作物种类、轮作年限等与小麦全蚀病发病的关系进行了大量调查,并选择重病田块进行试验。最后,提出

[收稿日期] 2005-07-12

[基金项目] 国家“十五”科技攻关项目(2001BA509B03);陕西省科技攻关项目(2003K02-G10-01);西北农林科技大学“创新团队建设计划”

[作者简介] 王保通(1964—),男,陕西合阳人,教授,硕士生导师,主要从事小麦病害综合防治和条锈病抗性机制研究。E-mail: wangbtng@public.xa.sn.cn

了“1+1”短期轮作控制小麦全蚀病技术要点:把种植田块分成A和B两块,第一年,A块地种植小麦,B块地种植非禾本科作物;第二年,A块地种植非禾本科作物,B块地种植小麦;第三年同第一年,第四年同第二年……如此循环。这种栽培技术由于有效的控制了小麦全蚀病的发生,小麦产量较原来单种小麦的高,不但解决了农民的吃粮问题,而且通过与经济作物轮作提高了农民收入。

2 结果与分析

2.1 陕西省小麦全蚀病的发生和分布

对陕西省关中地区小麦全蚀病发生分布调查结果表明,小麦全蚀病在陕西关中地区1993年发现只有8个县,1994年发展到12个县,止1999年已扩大到22个县(市、区),发生面积约10.7万 hm^2 。根据调查结果将陕西省小麦全蚀病发生划分为4个区域,其分布和特点如下:

(1)渭北旱塬老病区。包括咸阳市北部旱塬的长武、彬县、永寿、旬邑、淳化等地和宝鸡市的麟游、凤翔(北部)和岐山(北部)旱塬麦区,发病面积约2万 hm^2 ,占当地小麦种植面积的5.75%。该地区在20世纪70年代初期就有小麦全蚀病发生,主要以长武县较重,但大部分地区都是点片发生,对小麦生产未造成大的损失,仅作为一个对内的疫区进行控制,采取的防治方法是在白穗期拔除病株焚烧或深埋;到80年代,由于雨水充足,加之土地承包到户后农民放松了防治,病害发生稍有加重,但仍为点片发生,在一些重病地区主要采用粉锈宁药剂拌种和深翻土壤进行防治;到了90年代,小麦全蚀病在长武县个别乡镇发病较重,严重田块白穗率可达8%~10%,但由于采取了以药剂拌种和深翻土壤等综合防治措施,到90年代末病害基本得以控制。

(2)洛河渭河滩灌溉地新病区。包括大荔、蒲城洛河滩地和华县、华阴、渭南市临渭区渭河滩地。该地区位于洛河滩地、沙苑地区和渭河滩地,土壤质地为沙地,有机质含量特别低,保水和保肥能力差,在正常年份小麦抽穗灌浆期每隔7d需灌水一次,以满足小麦后期对水分的需要,因此土壤湿度较大,有利于小麦全蚀病的发生。1984年大荔县植保站进行小麦病虫害普查时,在该县沙底乡王谦村11组的麦田中发现有疑似小麦全蚀病白穗症状的点片发生田块,拔出后发现小麦根部变黑,茎基部有黑色膏药状病症,经西北农业大学植保系鉴定后确认为小麦全蚀病。之后小麦全蚀病在该县迅速蔓

延成灾,病情十分严重。1993年在对全省小麦全蚀病考察时发现,同类地区还有临近洛河上游的蒲城县洛河滩地,1985年以后该地由于推广大棚西瓜和蔬菜,小麦全蚀病得以有效控制。但大荔县沙苑地区人多地少,农民为了保证口粮,1995年前后小麦播种面积占到耕地面积的85%左右,到1997年大荔县洛河沙滩地和沙苑沙土地小麦种植区小麦全蚀病发病达6000 hm^2 ,占小麦种植面积的92.5%,重发病面积占发病面积的30%以上,小麦产量仅50~60kg,籽粒秕瘦,只能作为饲料,绝收田块有1330 hm^2 ,而且病害有逐年扩大之趋势。1995年前调查时,与洛河相邻的华县、华阴、渭南等渭河滩地尚未发现小麦全蚀病田块,但到1996年调查时,在大华公路渭河桥两侧麦田首次发现小麦全蚀病发病田块,且个别田块发病严重,白穗率达到35%左右,1997年渭河滩地小麦全蚀病大面积发病,给当地小麦生产造成威胁,致使有的田块停种了小麦。2000年以后由于产业结构调整,该地区小麦全蚀病得到有效控制,2005年小麦全蚀病发病面积不到1300 hm^2 ,仅占小麦面积的20%左右。

(3)秦岭北麓旱塬轻发病区。该地区包括秦岭北麓的蓝田、长安南部塬区、户县、周至、灞桥区等部分麦区。1993年调查时在蓝田、长安的秦岭北麓旱塬地区有发病麦田,之后逐渐扩大,户县、周至、灞桥平原灌区主要发生在靠近渭河、泾河附近的麦田。发病程度明显高于长武、彬县等老病区,发病晚,但发病重且传播较快,蓝田县旱塬麦区白穗率最重的田块达13.3%,户县8号公路旁的一块发病麦田白穗率达26.7%。2000年以后小麦全蚀病发病逐渐减轻。

(4)关中西部灌区零星病区。包括武功、杨凌、扶风渭河滩地和渭惠渠老灌区。该地区小麦全蚀病随降雨量多少发生轻重不同,有的干旱年份几乎不发生,但是在武功靠近渭河滩地的个别田块小麦全蚀病发病较重。1997年调查时,调查的10块麦田中,发病4块,发病严重的田块白穗率达到12.4%;同年,在杨凌示范区的河滩地和西北农林科技大学农作一站小麦育种试验田也发现小麦全蚀病,并有明显的发病中心,大的发病中心面积达13 m^2 ,且在1998~2000年连续3年发生,2001年以后由于进行了药剂拌种,病害发生逐渐减轻。在扶风县的北部几个县调查时偶然可以发现零星病株,经室内分离鉴定属于小麦全蚀病菌。这些地区属于陕西省的零星发病区,这可能是由于该地区土壤质地为黏土,透气

性不良,不利于小麦全蚀病的生存和蔓延。

2.2 “1+1”短期轮作防治小麦全蚀病的效果

大荔县小麦全蚀病主要发生区的洛河南岸沙苑地区,土壤质地为沙质土壤。该地区原来为内陆沙丘,不能耕种,后经平整改造成农田。由于农民观念和生态条件的限制,种植作物比较单一,主要以小麦—花生一年两熟制为主,很少种植其他经济作物,因而很难进行长期轮作倒茬,造成小麦全蚀病在该区大面积发生。近年来,随着农民思想观念的变化以及种植业结构的调整,农民开始种植各种经济作物,使利用轮作倒茬防治小麦全蚀病成为可能。为此,笔者通过多年定点定地块调查和试验,研究了轮作倒茬与小麦全蚀病发生的关系。

表 1 不同作物轮作与小麦全蚀病发生的关系

Table 1 Relationship between crop rotation and take-all disease

轮作作物 Rotating crops	调查田块数 Survey fields	发病田块数 Diseased fields	发病田块率/% Incidence of diseased fields	平均白穗率/% Incidence of white heads	相对防效/% Controlling effect
胡萝卜 Carrot	18	5	27.8	3.6	90.6
马铃薯 Potato	28	4	14.3	3.7	90.3
大葱 Scallion	36	4	11.1	3.8	90.1
洋葱 Onion	21	3	14.3	4.6	88.0
棉花 Cotton	13	2	15.4	5.5	85.6
油菜 Cole	27	7	25.9	6.9	81.9
西瓜 Watermelon	32	6	18.8	8.3	78.3
大豆 Soybean	17	14	82.4	18.6	51.3
花生 Peanut	38	32	84.2	30.0	21.5
玉米 Maize	16	14	87.5	35.7	6.5
大麦 Barley	16	16	100.0	36.8	3.7
小麦 Wheat	35	35	100.0	38.2	—

2.2.2 不同轮作年限对小麦全蚀病的控制效果
在大荔县沙底乡王谦村 11 组的 1 块小麦全蚀病白穗率达 85% 的田块,分别轮作大葱 1,2,3 年再种植小麦,研究轮作年限对后茬小麦全蚀病发病的影响。

表 2 不同轮作年限对小麦全蚀病的控制效果

Table 2 Controlling of rotation period to take-all disease

轮作年限 Rotation periods (years)	平均白穗率 Incidence of white heads	相对防效 Controlling effect	轮作年限 Rotation periods (years)	平均白穗率 Incidence of white heads	相对防效 Controlling effect
1	2.33	97.0	4	1.10	98.6
2	2.13	97.3	CK	77.67	—
3	1.67	97.8			

2.2.3 轮作 1 年对小麦全蚀病发病的持续控制效果
由于沙苑地区人多地少,农民为了保证自己口粮的需要,每年必须保证有一定的小麦种植面积,所以在这些地区不可能采用传统的多年轮作来控制小麦全蚀病。为此,本研究进行了轮作 1 年非禾本科作物对控制小麦全蚀病的持效性试验和调查(表 3),结果表明,轮作后第 1 年对小麦全蚀病白穗率的平

2.2.1 不同作物轮作对下茬作物小麦全蚀病的控制效果
经多年大量系统的调查发现,在大荔县沙苑地区很多农民在原来小麦全蚀病发病严重的田块,改种一年蔬菜或者非禾本科经济作物后,第 3 年再种植小麦时几乎没有全蚀病的发生;轮作的作物种类不同,控制的效果也不同。由表 1 可见,种植非禾本科作物后,第二年再种植小麦时,小麦全蚀病白穗率很低,种植胡萝卜、马铃薯、大葱、洋葱、棉花、油菜后再种植小麦对小麦全蚀病白穗率控制效果都在 80% 以上,种植西瓜、大豆也有一定的控制作用,轮作花生、玉米、大麦等生长季节短的作物或禾本科作物几乎没有控制效果。

结果(表 2)表明,轮作年限在 1,2,3 年后再种植小麦,对小麦全蚀病的控制效果都在 90% 以上,3 个处理间无显著差异。表明在该地区生态环境条件下,采用一年轮作对小麦全蚀病有很好的控制效果。

均防效可达 96.4%,第 2 年继续种植小麦,防治效果为 64.2%,第 3 年防效下降至 10.5%,第 4 年小麦全蚀病发生基本恢复至未轮作之前。说明短期 1 年轮作对小麦全蚀病控制作用以轮作后第 1 年种植小麦效果最佳,第 2 年控制效果明显下降,之后发病逐年加重,到第 4 年基本无控制效果。因此,生产中采用小麦—非禾本科作物—小麦—非禾本科作物的

“1+1”短期轮作模式,对小麦全蚀病有很好的防治效果。

表 3 轮作后年限对小麦全蚀病的持续控制效果
Table 3 Controlling effect of 1 year rotation to take-all disease

轮作后年限 Period after rotation (years)	调查田块数 Survey fields	平均白穗率/% Incidence of white heads	相对防效/% Controlling effect
1	32	3.2	96.4
2	40	31.4	64.2
3	36	78.6	10.5
4	28	84.3	4.0
CK	25	87.8	—

3 结论与讨论

(1)小麦全蚀病是小麦生产上最严重的根部病害,由于缺乏抗病品种和有效的防治药剂,因而成为较难防治的小麦病害之一。多年来,防治小麦全蚀病主要依靠农业栽培措施,最常用的方法就是轮作倒茬。据前人^[2]研究,轮作防治一般至少需要 3 年才有较好的控制效果。但是由于小麦全蚀病发生重的地区,如大荔县沙苑地区常年小麦播种面积占耕地面积的 80%以上,大部分田块无法进行长期轮作。本研究通过大量调查和试验证实,在大荔县沙苑地区小麦全蚀病发病严重地块,种植非禾本科作物进行一年轮作倒茬,可有效控制小麦全蚀病的发生,而且控制效果的持效期以 1 年最好,第 2 年后控制效果明显降低。因此,建议采用“1+1”短期轮作控制小麦全蚀病。该方法经试验推广控制小麦全蚀病效果显著,一般可以将小麦全蚀病白穗率控制在 3%~5%,控病效果可达 95%以上。该技术已经在大荔县小麦全蚀病发病地区广泛应用,并有效的控制了当地小麦全蚀病的危害。

(2)由于小麦全蚀病菌是一种土壤寄居菌,土壤类型、土壤微生物群落变化和栽培措施对小麦全蚀病菌的生存、繁殖和小麦全蚀病的发生均有重要影响。陕西省不同地区小麦全蚀病的发生历史、发病程度均有不同,如咸阳北部旱塬老病区发生历史长,但扩展慢、发病轻,而洛河、渭河滩地和沙苑灌区,小麦全蚀病发生较晚,但扩展迅速、发病重,其原因除灌

区有充足的土壤水分外,与土壤类型和栽培习惯等都有很大关系,这些因素都会影响土壤中微生物群落,进而影响小麦全蚀病的发生和扩展。因此,研究它们之间的相互关系,对小麦全蚀病的防治有重要的指导意义,需要进一步的调查和研究。

(3)小麦全蚀病“自然衰退”现象已在世界众多小麦全蚀病发生区得以证实^[7]。产生自然衰退的原因,目前公认是与土壤中拮抗微生物,尤其是荧光假单胞杆菌(*Pseudomonas fluorescens*)的发展有关。美国植病学家 Cook 等^[8]指出,自然界中假单胞杆菌存在于土壤有机质中或含营养丰富的根系表面,细菌在根系损伤部位生长繁殖,其分泌的抗菌素(吩嗪-1-羧酸)可抑制小麦全蚀病菌,但应避免轮作与土壤消毒,以防抑制作用消失。中国农业大学、中国农业科学院植物保护研究所均开展了利用荧光假单胞杆菌防治小麦全蚀病的试验、示范,并取得一定成效。但本研究中大荔县沙苑地区从 1984 年发现小麦全蚀病,到 1987 年小麦全蚀病大面积发生,至目前已有 20 多年的历史,却尚未发现小麦全蚀病的“自然衰退”现象。根据调查分析认为,这可能与当地独特的土壤类型有关。该地区原为内陆沙丘,后通过平整改造成农田,土地基本为沙质土壤,土壤中有机质含量极低,保水保肥能力差,不利于土壤微生物群落生存,微生物种类单一,因此小麦全蚀病菌一旦定植就很难有其他的拮抗微生物对其造成影响,使小麦全蚀病菌得以迅速繁殖和危害,因而很难形成自然衰退现象,其原因还需要进一步研究。

[参考文献]

[1] 王保通,翟文胜. 大荔县小麦全蚀病发生原因及防治对策[J]. 陕西农业科学,1996(2):36-39.
[2] 贾廷祥,吴桂本,刘传德. 我国小麦根腐性病害研究现状及防治对策[J]. 中国农业科学,1995,28(3):41-48.
[3] 李 强,王保通. 我国小麦全蚀病综合治理研究现状与展望[J]. 陕西农业科学,2000(11):21-23.
[4] 贾廷祥,刘传德. 我国小麦全蚀病的初步研究[J]. 中国农业科学,1982,15(4):65-73.
[5] 刘常宏,商鸿生. 小麦抗全蚀病鉴定概述[J]. 麦类作物,1998,18(3):62-64.
[6] 陈定华. 防治小麦全蚀病的特效药剂[J]. 农药,1999,38(6):41-64.
[7] 梁岩华,秦文萍. 不同营养物质对小麦全蚀病衰退的促进作用[J]. 植物保护技术与推广,1998,18(5):9-10.

- [8] Cook R J, Rovira A D. The role of bacteria in the biological control of *G. graminis* by suppressive soils[J]. Soil Biol and Biochem, 1976(8): 269-273.

Distribution of take-all disease of wheat in Shaanxi province & controlling effect of short rotation

WANG Bao-tong¹, FENG Xiao-jun², SHANG Hong-sheng¹, GAO Zhao-liang¹,
LI Qiang¹, WANG Wen-yan³, LI Gao-bao¹, WANG Fang¹

(1 Key Laboratory of Plant Protection Resources and Pests Management, Chinese Ministry of Education,

Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Station of Plant Protection of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710000, China;

3 Station of Plant Protection of Dali County, Dali, Shaanxi 715100, China)

Abstract: The distribution of take-all disease in Guanzhong region of Shaanxi province had been as-sured through surveies, which had been divided into four different regions: Weibei old diseased area, new diseased irrigated area, north-Qinling mountain diseased area, western Guanzhong diseased irrigated area. Rotation periods and crops for rotation had been detected to control the take-all disease. The results showed that non-gramineous vegetables were the best rotation crops; and the best effect is in the first rota-tion year; the method, "1+1 short rotation" to control take-all disease was suggested to control the take-all disease, by which controlling effect of white head incidence could reach above 95% after extending. The white head incidence of take-all disease of wheat decreased from 85% to 3%—5% after rotation.

Key words: *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici* Walker; short rotation; controlling effect

“小麦吸浆虫成灾规律及控制技术”通过省级鉴定

由西北农林科技大学袁锋教授主持的国家自然科学基金农业倾斜项目“小麦吸浆虫成灾规律及控制策略与防治方法研究”，2005年12月25日通过了陕西省科技厅组织的成果鉴定。该项研究成果总体上达到国际先进水平。该课题组在通过3年资料搜集、基础研究和系统分析的基础上，又自筹资金38万元进行了5年的应用推广研究，取得如下重大突破和成绩：

1. 根据农业灾害学与系统控制论的原理与方法，通过室内和田间试验，明确了灾害发生的时间和空间特点，提出了灾害分级标准，明确了成灾的关键因子、重要因子和其他因子，首次将灾害发生过程分为7个阶段，提出了“以发现和治理灾害团块为主，将灾害控制在孕育期与潜伏期，消除于预兆期，控制不发展到暴发期”的灾害控制策略与措施。

2. 根据室内外实验和化学物质分析，结合前人的研究，首次将吸浆虫滞育划分为越夏滞育、越夏—越冬滞育、二次滞育和延长滞育等4种类型，明确了部分化学物质变化可作为判断滞育深度的指标。

3. 采用分子生物学方法，首次研究揭示了小麦吸浆虫地理种群的遗传分化和基因流特点，明确了不同地理种群的分化处在种下水平，中西部冬麦区为遗传多样性中心，春麦区为扩散区。记载了小麦吸浆虫 mtD-NA ND4 的 22 个单倍型序列 (gene bank 登录号为 AY920339-AY920360)。

4. 改进了吸浆虫淘土调查方法，设计出快速、简便、准确的袋筛筛磁盘法，提高了调查效率。

5. 科研与生产紧密结合，研究成果经在陕西省和河北省邢台市推广应用，7年累计挽回小麦损失 58.52 万 t，取得了明显的社会和经济效益。

6. 完成《小麦吸浆虫成灾规律与控制》专著一部，在国内外重要的学术期刊上发表论文 21 篇，培养博士研究生 3 名，硕士研究生 1 名，本科大学生多名。

(董应才 供稿)