

黄淮南片麦区主栽小麦品种对赤霉病抗性分析

张彬¹, 李金秀¹, 王震¹, 袁清川², 李金榜^{1*}

(1. 河南省南阳市农业科学院, 南阳 473000; 2. 河南省南阳市方城县农业局, 方城 473200)

摘要 为明确黄淮南片麦区主栽小麦品种对赤霉病的抗性水平。采用人工接种鉴定的方法对黄淮南片的河南、安徽、陕西和江苏四省的 65 份主栽小麦品种进行赤霉病抗性鉴定, 经土表接种抗侵染型鉴定, 中抗品种有‘徐农 0029’、‘西农 511’和‘保麦 6 号’, 中感品种有‘徐麦 31’、‘瑞华 520’和‘西农 3517’等 18 份, 高感品种 44 份; 经单花滴注接种抗扩展型鉴定, 中抗品种为‘西农 511’, 中感品种有‘烟 5158’、‘西农 889’、‘西农 2000’等 14 份, 高感品种 50 份。由此可见, 黄淮南片麦区主栽小麦品种对赤霉病抗性普遍较差, 建议根据各地赤霉病发生程度, 选择适宜抗性指标, 结合现代育种技术, 逐步提高主栽小麦品种的抗性水平。

关键词 小麦品种; 赤霉病; 抗性; 黄淮南片

中图分类号: S 435.121.45 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2017271

Resistance of major wheat cultivars to wheat scab in the south of Huang-Huai wheat zone

ZHANG Bin¹, LI Jinxiu¹, WANG Zhen¹, YUAN Qingchuan², LI Jinbang¹

(1. Nanyang Academy of Agricultural Sciences in Henan, Nanyang 473000, China;

2. Fangcheng Bureau of Agriculture in Henan, Fangcheng 473200, China)

Abstract To determine the resistance of major wheat cultivars to wheat scab in the south of Huang-Huai wheat zone, 65 varieties were identified by artificial inoculation from Henan, Anhui, Shaanxi and Jiangsu Provinces. The results of field inoculation for resistance to initial infection showed that ‘Xunong0029’, ‘Xinong511’ and ‘Baomai6’ were medium resistant, 18 varieties like ‘Xumai31’, ‘Ruihua520’, ‘Xinong3517’ etc. were medium susceptible, and 44 varieties were highly susceptible. The results of single spike inoculation for resistance to the spread of wheat scab within the spike showed that ‘Xinong511’ was medium resistant, 14 varieties like ‘Yan5158’, ‘Xinong889’, ‘Xinong2000’ etc. were medium susceptible, and 50 varieties were highly susceptible. Therefore, most of major wheat cultivars were susceptible to wheat scab. Wheat varieties resistant to scab should be identified and selected according to occurrence level of wheat scab. Also, modern biological technology should be used in wheat scab resistant breeding.

Key words wheat cultivar; scab; resistance; south of Huang-Huai

小麦赤霉病是由禾谷镰刀菌 *Fusarium graminearum* Schwabe 侵染引起的一种病害, 在世界温暖潮湿和半潮湿地区广泛发生^[1]。在大流行年份, 病穗率达 50%~100%, 产量损失 20%~40%, 甚至绝收; 中度流行年份, 病穗率 30%~50%, 产量损失 5%~15%^[2]。赤霉病不仅造成产量大幅下降, 而且由于病粒中含有 DON(脱氧雪腐镰刀菌烯醇)为主的真菌毒素, 会造成人畜中毒, 从而丧失应用价值^[3]。近年来, 随着全球气候变暖以及耕作制度的变化, 小麦赤霉病的发病区域呈扩大趋势。在我国,

赤霉病已经由温暖湿润的长江中下游麦区向小麦主产区黄淮南片扩展^[4]。特别是 2016 年, 河南赤霉病大发生, 减产严重, 严重威胁着国家粮食安全^[5]。目前黄淮南片麦区主栽小麦品种赤霉病抗性水平尚未明确, Schroeder 等^[6]将小麦对赤霉病菌的抗性分为两种: 阻止病菌(初期 3~5 d)侵入麦穗称为抗侵染; 抑制病菌侵入后在小穗间的扩展称为抗扩展。为此, 笔者通过土表接种和单花滴注接种两种方法对河南、陕西、安徽与江苏四省的大面积主栽品种进行赤霉病抗侵染和抗扩展能力鉴定, 以期找到抗病性

收稿日期: 2017-07-25

修订日期: 2017-09-04

基金项目: 国家小麦产业技术体系南阳综合试验站专项资金(nycytx-03-27)

* 通信作者 E-mail: nyjlb12@163.com

较好的小麦品种,为生产上大面积推广提供依据,并为小麦育种单位提供赤霉病抗原材料,为选育抗赤霉病小麦新品种打下基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试小麦品种:各试验材料均由河南省农业科学院小麦研究所分子育种课题组提供,其中,河南省主栽品种 24 份,安徽省主栽品种 18 份,陕西省主栽品种 10 份,江苏省主栽品种 13 份。选用赤霉病不同抗性水平的‘苏麦 3 号’、‘郑麦 9023’、‘郑麦 0943’、‘周麦 18’分别作为高抗、中抗、中感、高感对照指示品种^[4,7-9]。

供试菌株:供试小麦赤霉病菌由河南省农业科学院植物保护研究所小麦病害课题组提供,含有 3 个黄淮麦区赤霉病强致病力菌株和 1 个长江中下游麦区赤霉病强致病力菌株的混合菌种。

1.2 鉴定方法

供试材料种植于南阳市农业科学院具有保湿功能的赤霉病抗性鉴定圃,于 2016 年 10 月 19 日进行播种,每份材料播种 2 行,行长 1.5 m,行距 20 cm;每隔 25 个试验材料,种植对照品种‘苏麦 3 号’、‘郑麦 9023’、‘郑麦 0943’、‘周麦 18’。试验地肥力均一。

土表接种:将活化的小麦赤霉菌接入灭菌后的玉米粒培养基中,25℃培养至玉米粒表面长满菌丝。小麦抽穗前分两次(3 月 23 日和 4 月 1 日)将带病玉米粒均匀撒于鉴定圃,每次接种量为 2 kg/667 m²,接种

后喷雾保湿,每天 2~4 次,每次喷雾 3~5 min,增大空气湿度,使麦穗和叶片有水,地表无积水,在小麦灌浆期,每份材料随机抽取 10 个麦穗,记录发病情况。

单花滴注接种:绿豆放入沸水中煮 10 min 左右,然后双层纱布过滤,最后将滤液分装、灭菌,然后振荡培养分生孢子,3 d 后进行镜检计数,最后将孢子悬浮液浓度稀释为 10⁵ 个/mL。在小麦扬花初期,将 20 μL 孢子悬浮液注入麦穗中部的一个小花内,并对接种穗进行标记,每份材料接种 20 穗,穗部接种后,喷雾保湿,每天 2~4 次,每次喷雾 3~5 min,增大空气湿度,使麦穗和叶片有水,地表无积水,在小麦灌浆期,对接种的麦穗进行病情调查。

1.3 数据分析

在小麦灌浆期,参考《小麦抗病虫害性评价技术规范:小麦抗赤霉病评价技术规范》(NY/T 1443. 4—2007)对各试验材料进行抗赤霉病调查;土表接种,依据病穗等级,计算病情指数进行划分;单花滴注接种,依据病穗的发病等级,计算平均严重度进行划分(表 1)。抗性评价以对照指示品种为基准,划分为免疫(I)、高抗(HR)、中抗(MR)、中感(MS)、高感(HS)品种(表 2)。

- (1) 病穗率=感病穗数/总调查穗数×100%;
- (2) 病情指数(DI)=Σ(各病级穗数×相应病级数)/(总调查穗数×最高病级数)×100;
- (3) 平均严重度(S)=Σ(各病级穗数×相应病级数)/总调查穗数。

表 1 赤霉病严重度划分标准

等级 Level	病症描述	Disease description
	土表接种 Field inoculation	单花滴注接种 Single spike inoculation
0	感病小穗无或极少,不扩展到穗轴	接种小穗无可见病症
1	感病小穗占全穗 1/4 以下	仅接种小花发病
2	感病小穗占全穗 1/4~1/2 以下	仅接种小穗发病,但不扩散到穗轴
3	感病小穗占全穗 1/2~3/4 以下	接种小穗发病,并扩展到穗轴
4	感病小穗占全穗 3/4 及以上	发病小穗占全穗 1/4 以下
5	—	发病小穗占全穗 1/4~1/2
6	—	发病小穗占全穗 1/2 以上

表 2 小麦赤霉病抗性划分标准

接种类型 Inoculation type	免疫 Immunity	高抗 High resistance	中抗 Medium resistance	中感 Medium susceptibility	高感 High susceptibility
土表接种 Field inoculation	DI=0	0<DI≤苏麦 3 号	苏麦 3 号<DI≤郑麦 9023	郑麦 9023<DI≤郑麦 0943	DI>郑麦 0943
单花滴注接种 Single spike inoculation	S=0	0<S≤苏麦 3 号	苏麦 3 号<S≤郑麦 9023	郑麦 9023<S≤郑麦 0943	S>郑麦 0943

2 结果与分析

2.1 黄淮南片主栽培品种对赤霉病的抗性

由试验调查结果(表 3)可知,采用土表接种,65 份试验材料中没有对赤霉菌侵染免疫或高抗的品种。其中,中抗品种 3 个,分别为‘徐农 0029’、‘西农 511’

和‘保麦 6 号’;中感品种 18 个,分别为‘徐麦 31’、‘瑞华 520’、‘西农 3517’、‘皖麦 52’、‘扬麦 15’、‘西农 979’、‘淮麦 36’、‘平安 8 号’、‘良星 66’、‘烟农 19’、‘西农 889’、‘西农 2000’、‘江麦 919’、‘淮麦 33’、‘山农 20’、‘郑麦 101’、‘西农 509’和‘连麦 8 号’;高感品种为‘丰德存麦 1 号’、‘烟 5158’和‘淮麦 28’等 44 个品种。

表 3 黄淮南片主栽小麦品种赤霉病抗性评价(土表接种)

Table 3 Resistant level of major wheat cultivars to wheat scab in the south of Huang-Huai wheat zone (field inoculation)									
名称 Variety	病穗率/% Diseased panicle rate	病情指数 Disease index	抗性评价 Resistance evaluation	种植区域 Plantation site	名称 Variety	病穗率/% Diseased panicle rate	病情指数 Disease index	抗性评价 Resistance evaluation	种植区域 Plantation site
苏麦 3 号	20	3	HR	高抗对照	周麦 16	70	58	HS	河南
徐农 0029	70	20	MR	安徽	江麦 816	80	59	HS	江苏
西农 511	50	22	MR	陕西	徐麦 9158	80	62	HS	江苏
保麦 6 号	60	25	MR	江苏	豫农 416	80	63	HS	河南
郑麦 9023	60	27	MR	中抗对照	许农 7 号	90	64	HS	河南
徐麦 31	60	30	MS	安徽	皖麦 50	80	64	HS	安徽
瑞华 520	90	31	MS	江苏	周麦 27	80	66	HS	河南
西农 3517	60	33	MS	陕西	西农 585	80	66	HS	陕西
皖麦 52	70	36	MS	安徽	保麦 5 号	90	70	HS	江苏
扬麦 15	60	38	MS	河南	泛麦 5 号	90	71	HS	安徽
西农 979	60	38	MS	陕西	徐麦 35	80	72	HS	江苏
淮麦 36	80	39	MS	江苏	明麦 2 号	90	72	HS	江苏
平安 8 号	60	40	MS	河南	兰考 198	90	73	HS	河南
良星 66	80	40	MS	安徽	连麦 2 号	90	75	HS	安徽
烟农 19	80	42	MS	安徽	周麦 22	90	76	HS	河南
西农 889	70	43	MS	陕西	淮麦 29	80	76	HS	安徽
西农 2000	70	44	MS	陕西	郑麦 366	90	77	HS	河南
江麦 919	80	44	MS	江苏	周麦 18	90	77	HS	高感对照
淮麦 33	90	45	MS	江苏	郑麦 583	85	79	HS	河南
山农 20	70	46	MS	河南	众麦 1 号	80	79	HS	河南
郑麦 101	70	46	MS	河南	豫麦 49-198	80	80	HS	河南
西农 509	80	47	MS	陕西	郑麦 7698	100	83	HS	河南
连麦 8 号	80	47	MS	江苏	良星 99	90	83	HS	安徽
郑麦 0943	80	48	MS	中感对照	安科 157	100	85	HS	安徽
丰德存麦 1 号	70	49	HS	河南	宁麦 13	90	86	HS	安徽
烟 5158	80	49	HS	安徽	安农 0711	90	86	HS	安徽
淮麦 28	60	50	HS	安徽	矮抗 58	100	87	HS	河南
徐麦 33	100	50	HS	江苏	先麦 10 号	90	87	HS	河南
中麦 895	90	51	HS	河南	衡观 35	100	93	HS	河南
西农 538	70	51	HS	陕西	西农 529	100	94	HS	陕西
百农 207	80	53	HS	河南	洛麦 23	100	96	HS	河南
中麦 175	90	54	HS	河南	鲁原 502	100	96	HS	河南
明麦 16	80	54	HS	安徽	小偃 22	100	98	HS	陕西
徐麦 30	90	55	HS	安徽	农麦 1 号	100	100	HS	江苏
济麦 22	70	56	HS	安徽					

由试验调查结果(表 4)可知,采用单花滴注接种,65 份试验材料中没有能够抑制赤霉病菌侵染后扩展的品种。其中,中抗品种 1 个,为‘西农 511’;中感品种 14 个,为‘烟 5158’、‘西农 889’、‘西农

2000’、‘淮麦 28’、‘徐农 0029’、‘西农 3517’、‘江麦 816’、‘西农 538’、‘郑麦 101’、‘百农 207’、‘皖麦 50’、‘西农 509’、‘江麦 919’和‘徐麦 31’;高感品种为‘皖麦 52’、‘西农 979’和‘瑞华 520’等 50 个品种。

表 4 黄淮南片主栽小麦品种赤霉病抗性评价(单花滴注接种)

Table 4 Resistant level of major wheat cultivars to wheat scab in the south of Huang-Huai wheat zone (single spike inoculation)

名称 Variety	平均严重度 Mean severity	抗性评价 Resistance evaluation	种植区域 Plantation site	名称 Variety	平均严重度 Mean severity	抗性评价 Resistance evaluation	种植区域 Plantation site
苏麦 3 号	1.6	HR	高抗对照	丰德存麦 1 号	4.5	HS	河南
西农 511	2.3	MR	陕西	周麦 16	4.5	HS	河南
郑麦 9023	2.6	MR	中抗对照	良星 66	4.5	HS	安徽
烟 5158	2.7	MS	安徽	郑麦 7698	4.6	HS	河南
西农 889	2.8	MS	陕西	泛麦 5 号	4.6	HS	安徽
西农 2000	2.9	MS	陕西	周麦 27	4.7	HS	河南
淮麦 28	3	MS	安徽	平安 8 号	4.7	HS	河南
徐农 0029	3	MS	安徽	明麦 16	4.7	HS	安徽
西农 3517	3	MS	陕西	郑麦 366	4.8	HS	河南
江麦 816	3	MS	江苏	洛麦 23	4.8	HS	河南
西农 538	3.1	MS	陕西	周麦 22	5	HS	河南
郑麦 101	3.3	MS	河南	安农 0711	5	HS	安徽
百农 207	3.4	MS	河南	良星 99	5	HS	安徽
皖麦 50	3.5	MS	安徽	烟农 19	5	HS	安徽
西农 509	3.5	MS	陕西	郑麦 583	5.1	HS	河南
江麦 919	3.5	MS	江苏	衡观 35	5.1	HS	河南
徐麦 31	3.6	MS	安徽	中麦 175	5.1	HS	河南
郑麦 0943	3.6	MS	中感对照	安科 157	5.1	HS	安徽
皖麦 52	3.7	HS	安徽	连麦 2 号	5.1	HS	安徽
西农 979	3.8	HS	陕西	徐麦 30	5.1	HS	安徽
瑞华 520	3.8	HS	江苏	西农 529	5.1	HS	陕西
宁麦 13	3.9	HS	安徽	周麦 18	5.1	HS	高感对照
济麦 22	3.9	HS	安徽	保麦 6 号	5.2	HS	江苏
淮麦 36	3.9	HS	江苏	保麦 5 号	5.2	HS	江苏
兰考 198	4	HS	河南	豫农 416	5.3	HS	河南
许农 7 号	4	HS	河南	山农 20	5.3	HS	河南
徐麦 33	4	HS	江苏	矮抗 58	5.4	HS	河南
明麦 2 号	4.1	HS	江苏	豫麦 49-198	5.4	HS	河南
众麦 1 号	4.3	HS	河南	鲁原 502	5.4	HS	河南
先麦 10 号	4.3	HS	河南	小偃 22	5.4	HS	陕西
扬麦 15	4.3	HS	河南	淮麦 29	5.5	HS	安徽
西农 585	4.3	HS	陕西	连麦 8 号	5.6	HS	江苏
徐麦 35	4.3	HS	江苏	徐麦 9158	5.7	HS	江苏
淮麦 33	4.3	HS	江苏	农麦 1 号	5.9	HS	江苏
中麦 895	4.5	HS	河南				

以上结果表明,黄淮南片主栽小麦品种对赤霉病抗性水平相对较低;采用土表接种和单花滴注接种两种鉴定方法,鉴定结果有差异,表明同一品种对赤霉病菌的抗侵染能力和抗扩展能力有差异,这是因为赤霉病的发展分为两个阶段,病菌从侵染小穗扩展到穗轴,然后通过穗轴扩展,是不同的微效基因在不同阶段控制抗性^[10]。因此,在赤霉病抗性育种的过程中,应综合抗赤霉病菌侵染和抗赤霉病扩展两种抗性品种的选择利用。

2.2 黄淮南片各省抗赤霉病品种数量比例

采用土表接种,抗侵染型品种鉴定结果表明(图 1),河南的中感和高感品种分别有 4 份和 20 份,占

河南主栽品种的 16.7%和 83.3%;安徽的中抗、中感和高感品种分别有 1 份、4 份和 13 份,占安徽主栽品种的 5.6%、22.2%和 72.2%;陕西的中抗、中感和高感品种分别有 1 分、5 份和 4 份,占陕西主栽品种的 10%、50%和 40%;江苏的中抗、中感和高感品种分别有 1 份、5 份和 7 份,占江苏主栽品种的 7.7%、38.5%和 53.8%。

采用单花滴注接种,抗扩展型品种鉴定结果表明(图 2),河南的中感和高感品种分别有 2 份和 22 份,占河南主栽品种的 8.3%和 91.7%;安徽的中感和高感品种分别有 5 份和 13 份,占安徽主栽品种的 27.8%和 72.2%;陕西的中抗、中感和高感品种分

别有 1 份、5 份和 4 份,占陕西主栽品种的 10%、50%和 40%;江苏的中感和高感品种分别有 2 份和 11 份,占江苏主栽品种的 15.4%和 84.6%。

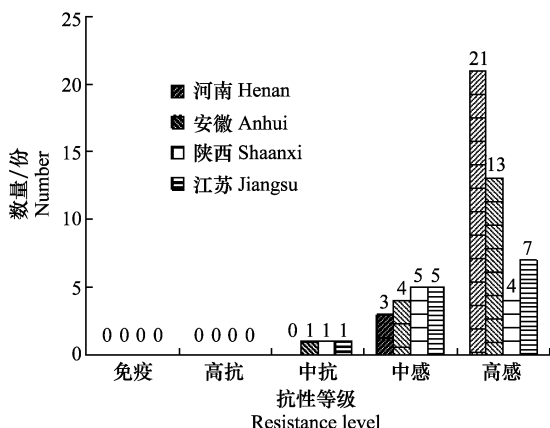


图 1 抗侵染型品种数量

Fig. 1 Number of varieties resistant to infection

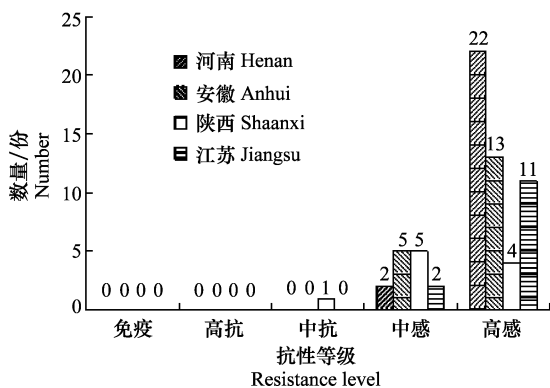


图 2 抗扩展型品种数量

Fig. 2 Number of varieties inhibited to spread within the spike

以上结果说明,黄淮南片的河南、安徽、陕西和江苏四省均缺少赤霉病免疫或高抗的小麦品种,各省主栽小麦品种多数是高感品种,中抗和中感品种相对较少。

3 讨论

小麦对赤霉病的抗性表现十分复杂,Schroeder 等^[6]在 1963 年就提出将小麦对赤霉病的抗性分为抗侵染型和抗扩展型。Miller 等^[11]发现抗病品种能够促使 DON 降解或阻止其合成,又提出小麦对赤霉病的抗性有第 3 种,即抗 DON 积累品种;并且陈怀谷等^[3]发现,小麦对赤霉病的抗性与小麦体内的 DON 含量呈显著的相关性。而小麦对赤霉病的抗性鉴定,通常以撒病玉米粒或向麦穗上喷孢子悬浮液的方法进行抗侵染型鉴定,以单花滴注的方法

进行抗扩展型鉴定^[12]。但小麦赤霉病抗性遗传具有数量性状遗传的特点,以加性效应为主,遗传力偏低,鉴定结果易受环境影响,导致小麦赤霉病抗性鉴定结果年度间和地区间存在差异,从而不利于抗病后代的筛选^[12-13]。有学者对湖北及黄淮南片的主栽小麦品种进行赤霉病抗性鉴定,结果显示感病品种占绝大多数^[4-5,7-8],这与本试验研究结果一致。目前,仅从‘苏麦 3 号’、‘望水白’、‘大赖草’等小麦及其近缘属中鉴定出 6 个主效抗性基因,其中 *Fhb1*、*Fhb2* 和 *Fhblop* 属于抗扩展型,*Fhb3*、*Fhb4* 和 *Fhb5* 属于抗侵染型,未发现同一基因兼有 2 种抗性类型的报道^[14]。

培育并大面积推广赤霉病抗性品种是防治赤霉病的根本途径,但由于小麦对赤霉病抗性表现形式的多样性和遗传方式的复杂性,致使赤霉病抗性育种还没取得突破性进展。‘苏麦 3 号’是全世界赤霉病抗性最强的小麦品种,被国内外育种家作为赤霉病抗源材料广泛利用,因此抗赤霉病育种存在抗源单一的问题^[15];同时,利用‘苏麦 3 号’作为亲本选育的抗赤霉病小麦品种还存在着抗性效果差、高产和高抗难结合等多种问题^[16]。因此,应进一步加强抗赤霉病种质资源的筛选,利用现代育种技术强化抗赤霉病新品种的选育工作。但在目前缺乏赤霉病高抗或免疫抗源的前提下,育种过程中应淘汰高感品种,保留有一定抗性的品种,以提高小麦的整体抗性水平,降低赤霉病引起的损失。

参考文献

- [1] 程顺和,张勇,别同德,等. 中国小麦赤霉病的危害及抗性遗传改良[J]. 江苏农业学报,2012,28(5):938-942.
- [2] 姚金保,陆维中. 中国小麦抗赤霉病育种研究进展[J]. 江苏农业学报,2000,16(4):242-248.
- [3] 陈怀谷,蔡志祥,陈飞,等. 不同小麦品种抗赤霉病性类型和抗毒素积累能力分析[J]. 植物保护学报,2007,34(1):32-36.
- [4] 朱展望,杨立军,佟汉文,等. 湖北省小麦品种(系)的赤霉病抗性分析[J]. 麦类作物学报,2014,34(1):137-142.
- [5] 黄杰,乔冀良,张振勇,等. 河南省小麦品种对赤霉病的抗性分析[J]. 安徽农业科学,2017,45(8):31,52.
- [6] SCHROEDER H W, CHRISTENSEN J J. Factors affecting resistance of wheat to scab caused by *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. [J]. Phytopathology, 1963, 53(7):831-838.
- [7] 徐丽媛,丁克坚,刘家成. 安徽省主栽小麦品种对赤霉病的抗性分析[J]. 安徽农业科学,2012,40(13):7718-7719.

3 讨论

研究表明,覆膜马铃薯田相较于露地田其杂草总密度有显著降低,且在整个调查阶段均保持较低水平。覆膜对田间杂草的影响可能基于地膜的机械阻隔和对作物生长的正向促进,覆膜改善了马铃薯的生长状况,提高了马铃薯对肥、水等的竞争力。

不同杂草对外界环境的适应能力不同,所以当种植方式发生变化时,杂草的生长表现出明显差别,进而使杂草的优势种和群落组成发生变化^[12],猪殃殃、马唐、狗尾草和龙葵在覆膜的马铃薯田中不发生或极少发生,而在露地马铃薯田中有较高的密度,尤其在调查后期,由于调查地区降水量增加,露地马铃薯田中以种子传播的杂草迅速萌发和大量发生。

采用不同的种植方式,田间杂草群落多样性也会不同^[13],调查中,覆膜马铃薯田的杂草均匀度指数与露地田有显著差异,推测是覆膜形成了相对较稳定的生长环境,进而促成了稳定的杂草群落。而覆膜田的 Shannon-Wiener 指数只在第 4 次调查中显著高于露地田,表明露地马铃薯田杂草多样性更容易受到单一杂草大面积发生的影响。

马铃薯田覆膜能够改变田间杂草的生存环境。调查发现,杂草主要发生在种植穴位、地膜破损裸露处等,而膜下的杂草能够得到有效的抑制。这是由于黑色地膜的透光率低于 10%,阻碍了膜下杂草的光合作用,致使杂草长期处于养分缺乏的状态,而不能正常生长发育,从而抑制了杂草的生长^[14],在保湿增温的同时也达到了稳定杂草群落的效果,这对防治恶性杂草的大面积暴发有重要的现实意义。

(上接 194 页)

- [8] 冯家春,邓贺明,陈辉. 黄淮南片近年国审小麦品种抗病性分析[J]. 安徽农业科学,2009,37(22):10446-10448.
- [9] 徐飞,杨共强,宋玉立,等. 不同小麦品种(系)对赤霉病的抗性和麦穗组织中 DON 毒素积累分析[J]. 植物病理学报,2014,44(6):651-657.
- [10] 李又芳,余毓君. 小麦品种温州红和尚对赤霉病抗性指标的单体分析[J]. 华中农业大学学报,1988,7(4):327-331.
- [11] MILLER J D, YOUNG J C, SAMPSON D R. Deoxynivalenol and Fusarium head blight resistance in spring cereals [J]. Journal of Phytopathology,1985,113:359-367.
- [12] 陆成彬. 分子标记辅助小麦抗赤霉病育种与抗(感)赤霉病 QTL 的定位[D]. 扬州:扬州大学,2011.

参考文献

- [1] 杨天育,何继红,董孔军,等. 旱地谷子地膜覆盖栽培技术的研究与实践[J]. 中国农学通报,2010,26(1):86-90.
- [2] 武秀英. 玉米大垄双行地膜覆盖栽培应用与推广需注意的几个技术问题[J]. 中国科技信息,2006(6):114-116.
- [3] 张昶伟. 西华县大蒜地膜覆盖栽培技术[J]. 河南农业,2016(34):48.
- [4] 王琳. 陇西黄芪地膜栽植模式筛选试验研究[J]. 中药材,2015(7):1360-1362.
- [5] 张润祥,梁荣先,杨正芄. 地膜覆盖玉米田病虫害发生动态及防治研究[J]. 山西农业科学,1995,23(3):51-54.
- [6] 任文涛,辛明金,林静,等. 水稻纸膜覆盖种植技术节水控草效果的试验研究[J]. 农业工程学报,2003,19(6):60-63.
- [7] 王颖慧,蒙美莲,陈有君,等. 覆膜方式对旱作马铃薯产量和土壤水分的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(3):147-152.
- [8] 李永成. 渭源县马铃薯脱毒原种高山自然隔离繁育适宜区域划分[J]. 中国蔬菜,2013(17):10-12.
- [9] 边芳. 高寒阴湿区马铃薯黑色地膜覆盖栽培技术[J]. 中国马铃薯,2008,22(1):52-53.
- [10] DERKSEN D A, THOMAS A G, LAFOND G P, et al. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems [J]. Weed Research,1995,35(4):311-320.
- [11] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台[M]. 北京:中国农业出版社,1997.
- [12] 马克平,钱迎倩. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京:中国科学技术出版社,1994:141-165.
- [13] 谷艳芳,胡楠,丁圣彦,等. 种植制度对开封和封丘地区麦田杂草群落结构和生物多样性的影响[J]. 河南大学学报(自然科学版),2007,37(4):391-394.
- [14] 吴治国,闫军明,魏晖. 黑色地膜对设施蔬菜防草、控草、降温作用与机理研究[J]. 农业科技通讯,2013(10):150-152.

(责任编辑:杨明丽)

- [13] MESTERHAZY A. Types and components of resistance to Fusarium head blight of wheat [J]. Plant Breeding,1995,114(5):377-386.
- [14] 徐梦. 小麦赤霉病抗性新中质筛选与鉴定[D]. 雅安:四川农业大学,2014.
- [15] 陆维中,姚金宝. 中国小麦抗赤霉病育种的成就、问题与对策[C]//21 世纪小麦遗传育种展望-小麦遗传育种国际学术讨论会文集. 北京:中国农业科技出版社,2001.
- [16] 刘易科,佟汉文,朱展旺,等. 小麦赤霉病抗性改良研究进展[J]. 麦类作物学报,2016,36(1):51-57.

(责任编辑:杨明丽)