

黄淮海地区稻茬小麦田杂草组成及群落特征

高兴祥 李 美* 房 锋 李 健

(山东省农业科学院植物保护研究所, 山东省植物病毒学重点实验室, 济南 250100)

摘要: 为明确黄淮海地区稻茬小麦田杂草组成及群落特征, 采用倒置 W 型九点取样法对黄淮海地区稻茬小麦田杂草进行了调查, 并进行了区域聚类分析。调查结果表明: 从杂草种类来看, 黄淮海地区稻茬小麦田杂草共有 49 种, 隶属于 17 科 45 属, 其中禾本科、菊科、十字花科和石竹科种类最多, 分别有 10、8、7 和 6 种; 从杂草优势度来看, 优势杂草有 7 种, 分别为看麦娘 *Alopecurus aequalis*、硬草 *Sclerochloa kengiana*、猪殃殃 *Galium aparine*、牛繁缕 *Malachium aquaticum*、稻槎菜 *Lapsana apogonoides*、荠菜 *Capsella bursa-pastoris*、日本看麦娘 *A. japonicus*, 区域性优势杂草有 6 种, 分别为野老鹳草 *Geranium carolinianum*、碎米荠 *Cardamine hirsuta*、大巢菜 *Vicia gigantea*、通泉草 *Mazus japonicus*、茵陈 *Beckmannia syzigachne*、委陵菜 *Potentilla chinensis*, 这 13 种杂草是构成黄淮海地区稻茬小麦田的主要杂草, 此外还分布有一般性杂草 36 种; 从杂草区域分布来看, 江苏省北部稻麦轮作区小麦田物种丰富度最高, 有 40 种, 明显高于其它稻麦轮作区小麦田, 香农指数和均匀度指数也以该区域最高, 分别为 2.63 和 0.71, 辛普森指数则以山东省临沂库灌稻麦区最高, 为 0.27。聚类分析结果表明, 黄淮海地区稻茬小麦田杂草群落可以划分为 4 组, 河南省南部稻麦轮作区和山东省临沂库灌稻麦轮作区杂草群落结构相似构成 1 组, 河南省北部沿黄稻麦轮作区和山东省沿黄稻麦轮作区杂草群落结构相似构成 1 组; 江苏省北部稻麦轮作区和山东省济宁滨湖稻麦轮作区各自单独成组。

关键词: 稻茬小麦; 黄淮海地区; 杂草组成; 群落特征; 区域聚类分析

Species composition and characterization of weed communities in rice-wheat rotation area in Huang-Huai-Hai Region

Gao Xingxiang Li Mei* Fang Feng Li Jian

(Shandong Key Laboratory of Plant Virology, Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China)

Abstract: To determine the species composition and characterization of weed communities in rice-wheat rotation area in Huang-Huai-Hai Region, weed survey was conducted with sampling methods of inverted W-pattern. The results showed that 49 weed species belonging to 45 genera of 17 families were found, among them, the most species of Gramineae, Compositae, Cruciferae and Caryophyllaceae were ten, eight, seven and six, respectively. From weed species dominance, seven species were considered as dominant weeds, including *Alopecurus aequalis*, *Sclerochloa kengiana*, *Galium aparine*, *Malachium aquaticum*, *Lapsana apogonoides*, *Capsella bursa-pastoris*, *A. japonicus*, and six species as regional dominant weeds, including *Geranium carolinianum*, *Cardamine hirsuta*, *Vicia gigantea*, *Mazus japonicus*, *Beckmannia syzigachne*, *Potentilla chinensis* and 36 species as normal weeds. Rice-wheat rotation area in northern Jiangsu possessed the highest species richness of 40 species, the Shannon index and the evenness index were the highest in this region, which were 2.63 and 0.71, respectively, and the Simpson

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0201700), 山东省农业科学院科技创新工程项目(CXGC2016A09, CXGC2016B11)

* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: limei9909@163.com

收稿日期: 2017-12-04

index in rice-wheat rotation area in Linyi of Shandong was the highest with 0.27. Hierarchical cluster analysis revealed that weeds in Huang-Huai-Hai Region were in four groups: rice-wheat rotation area in southern Henan and rice-wheat rotation area in Linyi of Shandong, rice-wheat rotation area along Yellow River in northern Henan and rice-wheat rotation area along Yellow River in Shandong, rice-wheat rotation area in northern Jiangsu, rice-wheat rotation area in Jinjing of Shandong.

Key words: rice-wheat rotation area; Huang-Huai-Hai Region; weed composition; community characterization; hierarchical cluster analysis

小麦是我国主要粮食作物之一,在农业生产中占有极其重要的地位,黄淮海地区是我国最大的小麦生产区,也是小麦最适宜的种植区,种植面积占全国的58.5%,总产量占全国的67.6%(李美等,2016),其中稻茬麦种植面积占整个黄淮海地区小麦种植面积的10%左右(谢旭东,2016),在江苏省、河南省和山东省均有分布,江苏省北部稻茬麦分布面积为120万 hm^2 (周羊梅等,2012);在河南省稻茬麦主要分布在信阳市,约有45万 hm^2 ,其次在开封、新乡等市的沿黄区域也有少部分稻茬麦分布(田志强,2009);山东省稻茬麦主要有3大区域,分别是济宁滨湖稻麦轮作区、临沂库灌稻麦轮作区以及济南等地的沿黄稻麦轮作区,总面积约13万 hm^2 (吴修等,2013)。杂草一直是制约小麦生产的主要因素之一,而稻茬麦田因其土壤湿度大,肥力也高,有利于杂草尤其是禾本科杂草的发生,从发生数量上比较,稻茬麦草害严重程度明显高于旱茬麦。

不同杂草的生物学特性各异,所以其适合的分布区域就会不同,黄淮海地区旱茬小麦田面积大,占总小麦种植面积的90%,关于其区域杂草群落及分布等多有报道,但稻茬麦田因其面积少于旱茬麦田(谢旭东,2016),所以调查及研究其杂草区域分布的论文很少,但稻茬麦田杂草发生数量大,是造成小麦产量损失的主要因素之一,且随着麦种引种(房锋等,2013)、耕作栽培方式变化(高宗军等,2011)、除草剂连年使用(高兴祥等,2011)、施肥方式变化(张志铭等,2010;博文静等,2012)以及联合收割机跨区作业等社会因素,杂草分布也在发生变化,但目前关于黄淮海地区稻茬麦田杂草种类分布以及群落现状尚未见报道,而明确黄淮海地区不同区域稻茬麦田杂草组成是制定区域性杂草综合防控的重要依据。

本课题组在2015年采用倒W型九点取样法(林伟,2002),对黄淮海地区的稻茬小麦田杂草进行详细调查,明确该地区不同稻茬麦区域杂草种类和群落特征,以期针对针对不同区域杂草特点制定适宜的综合防控措施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 黄淮海地区稻茬麦分布概况

黄淮海地区主要包括山东省、河南省、河北省全省以及江苏省和安徽省淮河以北区域,此外还有山西省、陕西省的部分地区以及天津市、北京市。相对于稻茬麦来说,主要分为6大区域,分别是江苏省北部稻麦轮作区、河南省南部稻麦轮作区、河南省北部沿黄稻麦轮作区、山东省济宁滨湖稻麦轮作区、山东省临沂库灌稻麦轮作区和山东省沿黄稻麦轮作区。在这6大区域中,江苏省北部稻麦轮作区面积最大,但其所在地区的气候和种植模式等基本一致,其它5个区域虽然种植面积明显小于江苏省北部稻麦轮作区,因其分布地区以及气候等均有差异,所以单独设立分布区。

江苏省北部稻麦轮作区(周羊梅等,2012)主要包括徐州市、连云港市、宿迁市、淮安市和盐城市等,气候属于南温带,是江苏省主要粮食产区也是我国重要商品粮生产基地,粮食作物种植方式以水稻、小麦轮作为主,其次是玉米、小麦轮作;河南省南部稻麦轮作区主要包括信阳市,另外还有南阳市的部分地区;河南省北部沿黄稻麦轮作区(田志强,2009)面积较小,主要包括新乡市、濮阳市和开封市等地的沿黄地区;山东省济宁滨湖稻麦轮作区包括济宁市郊、鱼台县、嘉祥县、微山县、枣庄市的台儿庄区、滕州市等,本区域濒临南四湖,沿湖四周地势低洼;山东省临沂库灌稻区包括临沂市郊、郯城县、莒县、莒南县、沂南县、日照市郊等;山东省沿黄稻麦轮作区包括菏泽市、济南市、滨州市和东营市的沿黄稻茬麦田(吴修等,2013)。

1.2 方法

于2015年11—12月,采用GPS定位法对黄淮海地区6大稻茬麦区域均匀设置调查样方,各稻茬麦区按照区域面积大小设定调查点数量,共设置50个调查点,每个调查点呈三角形选择3大块成片的地块,每块面积5~20 hm^2 ,每块地采用倒W型九点取样法详细调查并记录杂草种类、株数、株高等指标。

根据各样点的调查数据计算各种杂草的相对优势度 (relative abundance, RA)、物种多样性 (以物种丰富度 S 来表征)、香农指数 (Shannon-Wiener) 和辛普森 (Simpson) 指数。其中 $RA = (RD + RH + RF) / 3$, 式中, RD 为相对密度, 即某杂草的密度 (以杂草株数代表杂草密度) 占总密度的比例; RH 为相对高度, 即某杂草的总高度占样方中所有杂草高度的比例; RF 为相对频度, 即杂草出现的样方数占所有杂草出现的总样方数的比例。物种丰富度 S 即样方中包含的所有杂草种类数。香农 (Shannon-Wiener) 指数 (马克平和刘玉明, 1994) $H' = -\sum P_i \cdot \ln P_i$, $P_i = N_i / N$, N_i 为样方中第 i 种杂草的密度, N 为样方中杂草的总密度; 辛普森 (Simpson) 指数 $D = P_i^2$; 均匀度 (Pielou) 指数 $J = H / \ln S$ 。

将各地区杂草 RA 值 ($RA \geq 0.5$) 与对应的分布地区构成矩阵, 采用 DPS 9.50 软件对地区之间杂草群落的相似性测度进行系统聚类分析, 并生成树状图, 聚类方法采用最短距离法, 数据不转换, 距离测度采用欧氏距离。采用 Excel 2010 对试验数据进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 黄淮海地区稻茬小麦田杂草种类

调查结果显示, 黄淮海地区稻茬麦田杂草有 49 种, 隶属于 17 科 45 属, 其中禾本科、菊科、十字花科和石竹科种类最多, 分别有 10、8、7 和 6 种, 这 4 科杂草占整个杂草种类的 63.27%。

2.2 黄淮海地区稻茬小麦田优势杂草分布

根据稻茬麦田杂草的相对优势度、发生频度及其在黄淮海地区各区域的具体发生情况, 可以将黄淮海地区稻茬麦田杂草划分为 3 种类型, 即优势杂草、区域性优势杂草和一般杂草。优势杂草在稻茬麦区域均有分布, 且其优势度和发生频度均较高, 对当地小麦生长和产量能造成明显影响; 区域性优势杂草只在某些区域出现, 但在发生地能对当地的小麦生长产生很大影响; 一般性杂草发生优势度和发生频度均较低, 对小麦整个生长发育影响较小。

黄淮海地区稻茬麦田的优势杂草有看麦娘 *Alopecurus aequalis*、硬草 *Sclerochloa kengiana*、猪殃殃 *Galium aparine*、牛繁缕 *Malachium aquaticum*、稻槎菜 *Lapsana apogonoides*、荠菜 *Capsella bursa-pastoris*、日本看麦娘 *A. japonicus* 共 7 种 (表 1)。

野老鹳草 *Geranium carolinianum*、碎米荠 *Cardamine hirsuta*、大巢菜 *Vicia gigantea*、通泉草 *Mazus*

japonicus、茵草 *Beckmannia syzigachne*、委陵菜 *Potentilla chinensis* 这 6 种杂草在黄淮海地区某个区域发生普遍, 属于区域性优势杂草 (表 1)。

此外早熟禾 *Poa annua*、狗舌草 *Tephrosia kirilowii*、石龙芮 *Ranunculus sceleratus*、波斯婆婆纳 *Veronica persica*、多花黑麦草 *Lolium multiflorum*、蔊菜 *Rorippa indica*、泥胡菜 *Hemistepta lyrata*、窄叶豌豆 *Vicia angustifolia*、荔枝草 *Salvia plebeia*、苦菜 *Sonchus oleraceus*、繁缕 *Stellaria media*、风花菜 *Rorippa globosa*、播娘蒿 *Descurainia sophia*、齿果酸模 *Rumex dentatus*、棒头草 *Polypogon fugax*、田旋花 *Convolvulus arvensis*、附地菜 *Trigonotis peduncularis*、空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides*、打碗花 *Calystegia hederacea*、簇生卷耳 *Cerastium caespitosum*、粘毛卷耳 *Cerastium glomeratum*、麦家公 *Lithospermum arvense*、小花糖芥 *Erysimum cheiranthoides*、泽漆 *Euphorbia helioscopia*、薤白 *Allium macrostemon*、野芥菜 *Raphanus raphanistrum*、小飞蓬 *Conyza canadensis*、蚤缀 *Arenaria serpyllifolia*、木贼草 *Equisetum hiemale*、雀麦 *Bromus japonicus*、刺儿菜 *Cirsium setosum*、野燕麦 *Avena fatua*、藜 *Chenopodium album*、蜡烛草 *Phleum paniculatum*、王不留行 *Vaccaria segetalis*、宝盖草 *Lamium amplexicaule* 这 36 种杂草在稻茬麦田有发生, 但整体发生数量少, 对小麦危害很小, 为一般杂草 (表 1)。

2.3 黄淮海地区稻茬小麦田杂草发生特点及群落结构

看麦娘、硬草、猪殃殃、牛繁缕、稻槎菜、荠菜和日本看麦娘是黄淮海地区稻麦轮作区小麦田中综合相对优势度最高的 7 种杂草, 其中看麦娘、硬草和猪殃殃的相对优势度分别高达 29.09、10.27、9.39, 繁缕、稻槎菜、荠菜和日本看麦娘的相对优势度在 5.12~6.16 之间 (表 1)。这 7 种杂草又有各自的分布特点, 看麦娘在各区域发生分布均很严重; 硬草主要分布在河南省北部沿黄稻麦轮作区、山东省临沂库灌稻麦轮作区、山东省沿黄稻麦轮作区和江苏省北部稻麦轮作区, 相反的在河南省南部稻麦轮作区和山东省济宁滨湖稻麦轮作区分布少; 猪殃殃主要分布在江苏省北部稻麦轮作区和河南省南部稻麦轮作区; 牛繁缕、荠菜和日本看麦娘主要分布在江苏省北部稻麦轮作区和山东省济宁滨湖稻麦轮作区; 稻槎菜主要在河南省南部稻麦轮作区发生。此外野老鹳草、碎米荠、通泉草、茵草、委陵菜和早熟禾在局部区域发生也较重 (表 1)。黄淮海地区中 6 大稻麦轮作区小麦田杂草分布总体差异较大, 各区域杂草群落

结构分布如下：

江苏省北部稻麦轮作区：气候属于南温带，稻茬麦面积逐年扩大，现在已占整个江苏省的50.80%，种植方式基本上以水稻-小麦轮作为主，少部分地块为玉米-小麦轮作，该区域杂草发生密度大，除禾本科杂草看麦娘、硬草、日本看麦娘发生严重外，阔叶杂草猪殃殃、牛繁缕和荠菜分布也很广泛，此外蔺草、大巢菜、波斯婆婆纳有也分布。

河南省南部稻麦轮作区：此区域稻茬麦田的面积很大，占整个河南省稻茬麦田的75.00%以上，杂草发生也很严重，主要以看麦娘、稻槎菜和猪殃殃为主，其次为牛繁缕、日本看麦娘、野老鹳草、通泉草，分布面积也较大。

河南省北部沿黄稻麦轮作区：此区域与山东省、河北省搭界，稻茬麦面积相对较小，杂草以看麦娘和硬草为主，其次为大巢菜、狗舌草、碎米芥和委陵菜。

表1 黄淮海地区稻茬小麦田主要杂草的相对优势度

Table 1 The dominance of main weeds in rice-wheat rotation area in Huang-Huai-Hai Region

杂草种类 Weed species	江苏省北部稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area in northern Jiangsu	河南省南部稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area in southern Henan	河南省北部沿黄稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area along Yellow River in northern Henan	山东省济宁滨湖稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area in Jining of Shandong	山东省临沂库灌稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area in Linyi of Shandong	山东省沿黄稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area along Yellow River in Shandong	黄淮海稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area in Huang-Huai-Hai Region
看麦娘 <i>A. aequalis</i>	19.71	38.44	27.68	44.67	1.21	21.12	29.09
硬草 <i>S. kengiana</i>	8.32	0.00	28.29	0.00	48.55	35.65	10.27
猪殃殃 <i>G. aparine</i>	18.59	11.08	0.00	1.20	0.00	0.00	9.39
牛繁缕 <i>M. aquaticum</i>	11.18	2.92	1.74	7.64	0.00	0.11	6.16
稻槎菜 <i>L. apogonoides</i>	0.38	20.31	3.50	0.00	1.65	2.35	6.04
荠菜 <i>C. bursa-pastoris</i>	13.02	0.00	0.00	7.37	0.00	0.15	5.82
日本看麦娘 <i>A. japonicus</i>	8.99	2.50	0.00	7.20	0.00	0.22	5.12
野老鹳草 <i>G. carolinianum</i>	2.75	3.92	0.00	3.55	0.00	5.12	3.01
碎米芥 <i>C. hirsuta</i>	0.00	0.00	7.02	7.52	0.32	8.25	2.54
大巢菜 <i>V. gigantea</i>	3.20	1.20	10.32	0.00	0.00	0.00	2.08
通泉草 <i>M. japonicus</i>	0.25	6.50	0.00	0.00	0.56	1.25	1.94
蔺草 <i>B. syzigachne</i>	4.22	0.00	0.00	0.00	5.56	0.00	1.78
委陵菜 <i>P. chinensis</i>	0.34	0.00	5.39	2.94	4.73	5.98	1.77
早熟禾 <i>P. annua</i>	3.50	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	1.30
狗舌草 <i>T. kirilowii</i>	1.18	0.91	6.20	1.06	0.00	0.42	1.29
石龙芮 <i>R. sceleratus</i>	0.00	0.00	0.00	1.90	4.05	8.96	1.25
波斯婆婆纳 <i>V. persica</i>	2.58	0.89	0.00	0.00	0.00	0.42	1.13
多花黑麦草 <i>L. multiflorum</i>	0.00	4.22	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12
蒺藜 <i>R. indica</i>	0.35	1.18	3.03	1.04	2.30	1.11	1.07
泥胡菜 <i>H. lyrata</i>	0.32	0.35	0.00	2.80	3.64	0.25	1.02
窄叶豌豆 <i>V. angustifolia</i>	0.23	2.74	0.00	0.72	0.00	0.00	0.95
荔枝草 <i>S. plebeia</i>	0.19	0.36	0.00	1.64	3.36	0.00	0.71
苦菜 <i>S. oleraceus</i>	0.00	0.00	7.87	0.92	0.00	0.00	0.71
繁缕 <i>S. media</i>	0.19	0.40	0.00	1.72	0.00	0.32	0.54
风花菜 <i>R. globosa</i>	0.00	0.00	0.00	2.11	0.00	1.68	0.53

表中所列为相对优势度在0.5以上的杂草；后5种杂草的相对优势度在全省虽未达0.5，但在局部地区较高。Weeds with an overall relative abundance over 0.5 are listed in the table. The final five species of weeds less than 0.5 in Shandong Province, but have high dominance in some areas.

山东省济宁滨湖稻麦轮作区：本区濒临南四湖，沿湖四周地势低洼，麦田杂草中硬草和蔺草占绝对地位，其次为看麦娘、委陵菜、石龙芮、打碗花，也有较大面积分布。

山东省临沂库灌稻麦轮作区：该区域看麦娘分布面积最广，此外，繁缕、荠菜、日本看麦娘也为主要杂草。

山东省沿黄稻麦轮作区：该区域麦田杂草以硬

草、看麦娘为主,其次为石龙芮、野老鹳草、碎米芥和委陵菜。

2.4 黄淮海地区稻茬小麦田杂草群落的物种多样性

江苏省北部稻麦轮作区物种丰富度最高,有40种,明显高于其它稻麦轮作区小麦田(物种丰富度在21~27之间);从物种多样性的香农指数来看,也以江苏省北部稻麦轮作区最高,指数为2.63,其它5个区域香农指数在1.93~2.19之间;从衡量群落物

种优势集中性的辛普森指数来看,以山东省临沂库灌稻麦轮作区最高,为0.27,其次为山东省济宁滨湖稻麦轮作区、河南南部稻麦轮作区、山东沿黄稻麦轮作区和河南北部沿黄稻麦轮作区,且这些区域辛普森指数均明显高于江苏省北部稻麦轮作区(仅为0.12);从各区域杂草群落的均匀度指数来看,以江苏省北部稻麦轮作区最高,为0.71,其它5个区域均匀度指数相当,在0.62~0.67之间(表2)。

表2 黄淮海地区稻茬小麦田杂草群落的物种多样性

Table 2 Species diversity of weed communities among different rice-wheat rotation area of Huang-Huai-Hai Region

区域 Region	丰富度 Species richness	香农指数 Shannon-Wiener index	辛普森指数 Simpson's index	均匀度指数 Evenness index
江苏省北部稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area in northern Jiangsu	40	2.63	0.12	0.71
河南省南部稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area in southern Henan	21	2.05	0.21	0.67
河南省北部沿黄稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area along Yellow River in northern Henan	21	1.98	0.19	0.65
山东省济宁滨湖稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area in Jining of Shandong	27	2.19	0.23	0.66
山东省临沂库灌稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area in Linyi of Shandong	21	1.99	0.27	0.65
山东省沿黄稻麦轮作区 Rice-wheat rotation area along Yellow River in Shandong	23	1.93	0.19	0.62

将各地区 $RA \geq 0.5$ 的杂草构成矩阵进行系统聚类分析,结果表明黄淮海地区稻麦轮作区的杂草群落可以划分为4组,河南省南部稻麦轮作区和山东省临沂库灌稻麦轮作区杂草群落结构相似构成1组,河南省北部沿黄稻麦轮作区和山东省沿黄稻麦轮作区杂草群落结构相似构成1组;江苏省北部稻麦轮作区和山东省宁滨湖稻麦轮作区各自构成1组。其中河南省北部稻麦轮作区和山东省沿黄稻麦轮作区之间的组内欧氏距离最小,为15.40,河南省北部沿黄稻麦轮作区和山东省沿黄稻麦轮作区之间的组内欧氏距离为27.33(图1)。

3 讨论

稻茬麦田与旱茬麦田最大的区别就是稻茬麦田间湿度大,所以适宜高湿度环境生长的杂草易在稻茬麦田中发生,本研究调查发现黄淮海地区稻茬麦田杂草有49种,远低于山东省小麦田的69种(高兴祥等,2014)和河南省小麦田的66种(高兴祥等,2016)或77种(高新菊等,2016),这与调查区域不同有关,已报道的山东省、河南省小麦田既包括旱茬麦也包

括稻茬麦,而本研究调查的是整个黄淮海地区的稻茬麦田。

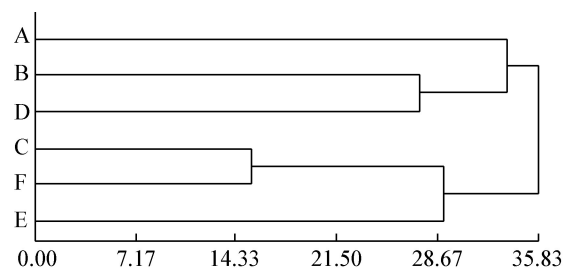


图1 黄淮海地区稻茬小麦田杂草群落的聚类分析

Fig. 1 Hierarchical cluster analysis of weed communities in rice-wheat rotation area in Huang-Huai-Hai Region

A: 江苏省北部稻麦轮作区; B: 河南省南部稻麦轮作区; C: 河南省北部沿黄稻麦轮作区; D: 山东省济宁滨湖稻麦轮作区; E: 山东省临沂库灌稻麦轮作区; F: 山东省沿黄稻麦轮作区。A: Rice-wheat rotation area in northern Jiangsu; B: rice-wheat rotation area in southern Henan; C: rice-wheat rotation area along Yellow River in northern Henan; D: rice-wheat rotation area in Jining of Shandong; E: rice-wheat rotation area in Linyi of Shandong; F: rice-wheat rotation area along Yellow River in Shandong.

王开金和强胜(2002)曾报道,小麦田杂草发生种类与小麦田湿度有关,喜湿性杂草看麦娘、硬草、棒头草、蔺草等容易在稻茬麦田发生,而喜旱性杂草播娘蒿、婆婆纳、麦家公和猪殃殃等在稻茬麦田不发生或轻度发生。本试验调查结果与旱茬小麦田杂草(高兴祥等,2014)相比也反映了这一点,稻茬小麦田主要禾本科杂草看麦娘、硬草等在旱茬小麦田极少发生,只在湿度大的区域零星发生;相反在旱茬小麦田广泛分布的雀麦、节节麦、野燕麦等禾本科杂草和阔叶杂草播娘蒿等在稻茬小麦田几乎没有或零星发生,这主要取决于田间湿度。另外,猪殃殃、荠菜、牛繁缕等杂草对湿度要求低,所以在2种小麦田中均有发生,但猪殃殃在有些区域稻茬小麦田中很少发生。本试验调查结果表明,黄淮海地区稻茬小麦田分布有看麦娘、硬草、猪殃殃、牛繁缕、稻槎菜和日本看麦娘7种优势杂草,另有野老鹳草、碎米荠、大巢菜、通泉草、蔺草和委陵菜6种区域性优势杂草,这13种杂草是黄淮海地区稻茬麦田的主要杂草。

虽然都为水稻后茬小麦田,但不同区域之间由于自然地理环境、气候条件和施肥、轮作等管理方式等的不同,杂草群落分布也有明显差异,关于稻茬麦田杂草分布的报道主要集中在江苏省,如娄远来等(1998)报道日本看麦娘、硬草、蔺草等是江苏省稻茬麦田的主要杂草;李贵和吴竞仑(2006)也报道硬草等禾本科杂草呈现快速上升的趋势,其它区域稻茬小麦田杂草则鲜有报道。本试验调查结果显示,水稻茬小麦田因为湿度大,杂草发生严重,尤其是禾本科杂草发生数量巨大,看麦娘、硬草、日本看麦娘发生面积大,其次蔺草等也在局部区域发生严重,与娄远来等(1998)、李贵和吴竞仑(2006)的报道一致。另外,各个区域杂草分布均有各自的特点,如河南省南部稻麦轮作区以看麦娘、稻槎菜和猪殃殃为主;山东省临沂库灌区稻麦轮作区以看麦娘和繁缕等为主;河南省北部沿黄稻麦轮作区和山东省沿黄稻区以看麦娘和硬草为主;江苏省北部稻麦轮作区以看麦娘、硬草、日本看麦娘、猪殃殃、牛繁缕和荠菜为主;山东省济宁滨湖稻麦轮作区则以硬草和蔺草为主。将这6大区域杂草组成进行比较,发现河南省北部沿黄稻麦轮作区和山东省沿黄稻麦轮作区最为接近,原因可能与这2个区域都靠近黄河,都处于沿黄区域有关。

黄淮海地区稻茬小麦田由于水稻收获时间不同,所以导致小麦播种时间不一致,如果小麦于10月上中旬播种,那么播后30~40 d杂草尤其是危害严

重的禾本科杂草基本出齐,冬前低温前用除草剂是最佳时间;但是如果小麦于10月下旬或更晚播种,那就选择土壤封闭处理或冬后返青初期用药。本试验调查结果表明,黄淮海地区稻茬小麦田主要杂草有13种:看麦娘、硬草、猪殃殃、牛繁缕、稻槎菜、日本看麦娘、野老鹳草、碎米荠、大巢菜、通泉草、蔺草和委陵菜,生产中可以根据本研究调查结果显示的各稻麦区杂草的草相分布,制定对应的杂草综合治理策略。

参考文献 (References)

- Bo WJ, Guo LY, Li J, Wei JG, Li CH, Li Y, Jiang GM. 2012. Impact of different tillages and fertilization patterns on weed community and corn yield in an organic farmland. *Chinese Bulletin of Botany*, 47(6): 637-644 (in Chinese) [博文静, 郭立月, 李静, 韦继光, 李彩虹, 李勇, 蒋高明. 2012. 不同耕作与施肥方式对有机玉米田杂草群落和作物产量的影响. *植物学报*, 47(6): 637-644]
- Fang F, Zhang CX, Huang HJ, Li Y, Chen JC, Yang L, Wei SH. 2013. Potential distribution of Tauschs goatgrass (*Aegilops tauschii*) in both China and the rest of the world as predicted by MaxEnt. *Acta Prataculturae Sinica*, 22(2): 62-70 (in Chinese) [房锋, 张朝贤, 黄红娟, 李燕, 陈景超, 杨龙, 魏守辉. 2013. 基于MaxEnt的麦田恶性杂草节节麦的潜在分布区预测. *草业学报*, 22(2): 62-70]
- Gao XJ, Wang HL, Ma YH, Guo MY, Zhang JT, Chen W. 2016. Species composition and characterization of weed communities in wheat fields in Henan Province. *Journal of Plant Protection*, 43(4): 697-704 (in Chinese) [高新菊, 王恒亮, 马毅辉, 郭梅燕, 张俊涛, 陈威. 2016. 河南省小麦田杂草组成及群落特征. *植物保护学报*, 43(4): 697-704]
- Gao XX, Li M, Fang F, Li J. 2016. Species composition and characterization of weed community in winter fields in Henan Province. *Journal of Triticeae Crops*, 36(10): 1402-1408 (in Chinese) [高兴祥, 李美, 房锋, 李健. 2016. 河南省冬小麦田杂草组成及群落特征. *麦类作物学报*, 36(10): 1402-1408]
- Gao XX, Li M, Fang F, Zhang YL, Sun ZW, Qi JS. 2014. Species composition and characterization of weed communities in wheat fields in Shandong Province. *Acta Prataculturae Sinica*, 23(5): 92-98 (in Chinese) [高兴祥, 李美, 房锋, 张悦丽, 孙作文, 齐军山. 2014. 山东省小麦田杂草组成及群落特征. *草业学报*, 23(5): 92-98]
- Gao XX, Li M, Ge QL, Zhang JH, Gao ZJ, Zhang YL. 2011. Biological activity of eight herbicides to eight species of major grasses in wheat fields. *Journal of Plant Protection*, 38(6): 557-562 (in Chinese) [高兴祥, 李美, 葛秋岭, 张建华, 高宗军, 张悦丽. 2011. 啶磺草胺等8种除草剂对小麦田8种禾本科杂草的生物活性. *植物保护学报*, 38(6): 557-562]
- Gao ZJ, Li M, Gao XX, Guo X, Sun TL, Zhao W. 2011. Effect of different tillages on weed communities in winter wheat fields. *Acta*

- Prataculturae Sinica, 20(1): 15–21 (in Chinese) [高宗军, 李美, 高兴祥, 郭晓, 孙廷林, 赵维. 2011. 不同耕作方式对冬小麦田杂草群落的影响. 草业学报, 20(1): 15–21]
- Li G, Wu JL. 2006. The trend and prevention of grass weeds in wheat fields in Jiangsu Province. Weed Research, (4): 9–10, 45 (in Chinese) [李贵, 吴竞仑. 2006. 江苏省小麦田禾本科杂草发生趋势及防除策略思考. 杂草科学, (4): 9–10, 45]
- Li M, Gao XX, Li J, Fang F, Sun ZW. 2016. Occurrence status, control difficulties and control techniques of weeds in winter wheat field in Huang-Huai-Hai Region. Shandong Agricultural Sciences, 48(11): 119–124 (in Chinese) [李美, 高兴祥, 李健, 房锋, 孙作文. 2016. 黄淮海冬小麦田杂草发生现状、防除难点及防控技术. 山东农业科学, 48(11): 119–124]
- Lin W. 2002. The application of inverted “W” with nine sampling points in the investigation on the weed community structure. Shanghai Agricultural Science and Technology, (2): 13–14 (in Chinese) [林伟. 2002. 倒置“W”九点取样法在杂草群落结构调查上的应用. 上海农业科技, (2): 13–14]
- Lou YL, Xue G, Deng YY. 1998. Distribution and harm of weeds in rice stubble field in Jiangsu Province. Jiangsu Agricultural Sciences, (2): 36–37 (in Chinese) [娄远来, 薛光, 邓渊钰. 1998. 江苏省稻茬麦田杂草分布与危害. 江苏农业科学, (2): 36–37]
- Ma KP, Liu YM. 1994. Measurement of biotic community diversity I: α diversity (part 2). Biodiversity Science, 2(4): 231–239 (in Chinese) [马克平, 刘玉明. 1994. 生物群落多样性的测度方法 I. α 多样性的测度方法(下). 生物多样性, 2(4): 231–239]
- Tian ZQ. 2009. Study on the yield potential and technical ways for yield improvement in rice in Henan Province. Master Thesis. Zhengzhou: Henan Agricultural University (in Chinese) [田志强. 2009. 河南省水稻生产潜力及增产技术途径研究. 硕士学位论文. 郑州: 河南农业大学]
- Wang KJ, Qiang S. 2002. Quantitative analysis of weed community in wheat field in northern areas of Jiangsu Province. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 18(3): 147–15 (in Chinese) [王开金, 强胜. 2002. 江苏省长江以北地区麦田杂草群落的定量分析. 江苏农业学报, 18(3): 147–153]
- Wu X, Yang LQ, Chen F, Zhang SY, Ma JQ, Zhou XB, Cui TC. 2013. The present situation and countermeasure of rice production in Shandong Province. Shandong Agricultural Sciences, 45(5): 119–125 (in Chinese) [吴修, 杨连群, 陈峰, 张士永, 马加清, 周学标, 崔太昌. 2013. 山东省水稻生产现状及发展对策. 山东农业科学, 45(5): 119–125]
- Xie XD. 2016. Studied on population quality indicators and nitrogen fertilizer application of the wheat under rice stubble in southern Henan Province. Master Thesis. Zhengzhou: Henan Agricultural University (in Chinese) [谢旭东. 2016. 豫南稻茬小麦高产群体质量指标与氮肥调控效应研究. 硕士学位论文. 郑州: 河南农业大学]
- Zhang ZM, Huang SM, Ye YZ, Yang XM. 2010. The effects of long term different fertilization on community and biodiversity of crop weeds. Henan Agricultural Sciences, (6): 67–70 (in Chinese) [张志铭, 黄绍敏, 叶永忠, 杨先明. 2010. 长期不同施肥方式对麦田杂草群落结构及生物多样性的影响. 河南农业科学, (6): 67–70]
- Zhou YM, Gu ZZ, Wang AB. 2012. Characteristics of yield formation of late-sown wheat after rice in Huaibei area of Jiangsu Province. Acta Agriculturae Jiangxi, 24(5): 21–23 (in Chinese) [周羊梅, 顾正中, 王安邦. 2012. 江苏淮北地区不同类型晚播稻茬小麦产量形成特点. 江西农业学报, 24(5): 21–23]

(责任编辑: 李美娟)