长江中下游小麦田杂草发生组成及群落特征

黄红娟[1]， 黄兆峰[1]， 姜翠兰[1]， 张朝贤[1]， 李儒海[2]，
周振荣[3]， 李 贵[4]， 周凤艳[5]， 朱文达[2*]， 魏守辉[1*]

(1. 中国农业科学院植物保护研究所，北京 100193；2. 湖北省农业科学院植保土肥研究所，武汉 430064；
3. 安徽省当涂县植保站，马鞍山 243000；4. 江苏省农业科学院植物保护研究所，南京 210014；
5. 安徽省农业科学院植物保护研究所，合肥 230031)

摘要 为明确我国长江流域冬小麦田杂草发生情况，采用倒置“W”方法取样对江苏、安徽和湖北省945个冬小麦田杂草进行了抽样调查。结果表明，长江流域冬小麦田共发现杂草93种(变种)，隶属于28科72属，其中禾本科杂草最多，有15种；其次是菊科杂草有12种；蓼科杂草9种；十字花科7种；豆科和车前科各6种；石竹科5种。其中优势杂草有猪殃殃、日本看麦娘、看麦娘、菌草、野老鹳草、牛繁缕6种；区域性优势杂草有17种，常见杂草有12种，一般杂草有58种。根据物种多样性指数、辛普森指数及均匀度指数分析，孝感、阜阳、襄阳和宿州地区小麦田杂草群落的物种多样性较高，宣城地区多样性最低。Sorensen's相似度指数聚类结果发现，江苏北部地区麦区杂草组成与安徽北部相似。各地小麦田杂草群落结构与组成的差异与气候条件、种植模式及除草剂应用等有关。

关键词 小麦； 杂草群落； 优势度； 多样性

中图分类号： S 451；S 512.1 **文献标识码：** A **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2019695

Weed species composition and characterization in wheat fields along the middle and lower Yangtze River

HUANG Hongjuan[1]， HUANG Zhaofeng[1]， JIANG Cuilan[1]， ZHANG Chaoxian[1]， LI Ruhai[2]，
ZHOU Zhenrong[3]， LI Gui[4]， ZHOU Fengyan[5]， ZHU Wenda[2*]， WEI Shouhui[1*]

(1. *Institute of Plant Protection*, *Chinese Academy of Agricultural Sciences*, *Beijing* 100193, *China*;
2. *Institute of Plant Protection and Soil Science*, *Hubei Academy of Agricultural Sciences*, *Wuhan* 430064, *China*;
3. *Dangtu County Plant Protection Station*, *Ma'anshan* 243000, *China*; 4. *Institute of Plant Protection*,
Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, *Nanjing* 210014, *China*; 5. *Institute of Plant Protection*,
Anhui Academy of Agricultural Sciences, *Hefei* 230031, *China*)

Abstract The weed species distribution and occurrence in winter wheat field along Yangtze River were surveyed by sampling methods of inverted W-pattern. The weed species numbering 93 (including varieties) belong to 28 families and 72 genera, and the diversity and composition of weed communities were determined in 945 wheat fields. The most abundant taxa consisting of 15 weed species were found from family Poaceae, followed by 12 species from Asteraceae, nine species from Polygonaceae, seven species from Brassicaceae, six species from Fabaceae and Plantaginaceae each, five species from Caryophyllaceae. Among them, six species, *Galium spurium*, *Alopecurus japonicus*, *Alopecurus aequalis*, *Beckmannia syzigachne*, *Geranium carolinianum*, *Myosoton aquaticum* were considered as dominant weeds, 17 species regional dominant weeds, 12 common weeds and 58 normal weeds. The species richness, diversity and evenness of weed community in winter wheat fields in Xiaogan, Fuyang, Xiangyang and Suzhou were higher than those in other regions, and the lowest region was Xuanzhou. Based on the Sorensen's similarity index, the structure of weed community in north Anhui region was similar to that of north Jiangsu province. The difference of weed distribution and community structure might result from the climatic condition, crop rotation and weed management practices.

Key words wheat; weed community; relative abundance; species diversity

收稿日期： 2019-12-17 **修订日期：** 2020-02-21
基金项目： 国家重点研发计划(2018YFD0200501)；科技基础性工作专项(2013FY113200)；公益性行业(农业)科研专项(201303022)
* 通信作者 E-mail：朱文达 zhwda@163.com；魏守辉 shwei@ippcaas.cn

小麦是我国第三大作物，种植面积仅次于玉米和水稻。江苏、安徽和湖北省是长江中下游小麦种植面积最大的区域，常年播种面积在 600 万 hm^2 左右[1]，是长江流域冬季主要作物之一。然而小麦田杂草一直是制约小麦丰产的重要因素之一，不仅与小麦争夺营养、光照和水分，还会加重病虫害的发生。近年来随着耕种模式及除草剂的应用推广，小麦田杂草的种群组成已发生了较大变化。据报道在 20 世纪 80、90 年代，长江中下游流域麦田主要优势杂草以阔叶类杂草为主，禾本科杂草相对较少，主要优势种为看麦娘 *Alopecurus aequalis* Sobol.，牛繁缕（鹅肠菜）*Myosoton aquaticum*（L.）Moench，猪殃殃 *Galium spurium* L.，田紫草 *Lithospermum arvense* L.，野燕麦 *Avena fatua* L.，大巢菜 *Vicia sativa* L.[2-7]。而随着麦田化学除草剂的使用及免耕少耕技术的推广，小麦田杂草的群落组成与结构也逐渐发生演替，阔叶杂草得到控制而呈下降趋势，禾本科杂草群落逐渐上升成为优势种。90 年代中后期，新型除草剂精噁唑禾草灵的广泛应用更加剧了麦田难防禾本科杂草的演替，其中日本看麦娘 *Alopecurus japonicus* Steud.，看麦娘，菵草 *Beckmannia syzigachne*（Steud.）Fern. 等已经成为优势种，局部地区硬草 *Sclerochloa dura*（L.）Beauv. 和棒头草 *Polypogon fugax* Nees *ex* Steud. 发生也较重[8-21]。近年来，稻茬麦田菵草、日本看麦娘和硬草种群对 ALS 或 ACCase 抑制剂等产生抗药性[22-27]，旱茬麦田恶性杂草节节麦 *Aegilops tauschii* Coss.、大穗看麦娘 *Alopecurus myosuroides* Huds. 的发生面积不断扩大，更加速了麦田杂草的演替。随着麦田杂草群落的演替，草相发生的变化需要更精准的综合防控技术才能达到一定的防效，而化学农药和化肥的零增长已经是我国农业生产的重要战略目标之一，是提高我国粮食产品质量的重要保障。要实现对小麦田杂草的科学防控，因地制宜地制定防控策略，必须全面掌握小麦田杂草群落组成及发生演替规律。江苏、安徽和湖北是长江中下游小麦的主产区。本次研究针对各省不同地区，不同轮作方式的麦田杂草进行了调查，以明确目前麦田杂草发生危害现状、防治水平、杂草群落组成及演替等，为建立科学麦田杂草防控技术提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究地点概况

调查样点地处东经 111°40′E～119°60′E，北纬 29°39′N～36°50′N 之间，属于亚热带季风气候，最冷月平均气温在 0℃以上，年降水 1 000～1 400 mm，小麦种植模式有稻-麦和旱-麦两种，为一年两熟作物区。

1.2 调查方法及样地分布

分别于 2017 年、2018 年 4 月－6 月对湖北省孝感地区（汉川县、孝昌县、安陆县）、荆州地区（公安县、洪湖县、监利县）和襄阳地区（宜城市、枣阳县、襄州区）的9 个县（区）27 个乡镇 243 个样地；安徽省滁州地区（天长县、长山县、凤阳县、全椒县）、宿州地区（萧县、泗县、埇桥区）、宣城地区（宣州区、郎溪县、广德县）、合肥地区（庐江县、肥西县、长丰县）和阜阳地区（太和县、颍泉区、颍上县）的 16 个县（区）48 个乡镇 432 个样地；江苏省徐州地区（新沂县、贾汪区、开发区、邳州市）、淮安地区（涟水县、金湖县、楚州县）、连云港地区（东海县、灌云县、灌南县）10 个县（区）30 个乡镇的 270 个样点进行了麦田杂草调查，调查样点共 945 个。调查方法采用倒置“W” 9 点取样法进行[28]，样方面积为 0.25 m^2（0.5 m×0.5 m），分别调查各样方中的杂草种类和株数，并称量各种杂草鲜重。

1.3 数据统计及分析

根据各样地的调查数据计算杂草的相对优势度、多样性及群落相似性。杂草多样性采用丰富度指数 Shannon-Wiener 指数 H'，Simpson 指数 D，Pielou 均匀度指数 J。各杂草的相对优势度 $RA=(RD+RW+RF)/3$，其中 RD 为相对密度，即某种杂草的密度占总密度的比例；RW 为相对重量，即某种杂草鲜重占样方中杂草总鲜重的比例；RF 为相对频度，及某种杂草出现的样方数占所有杂草出现的总样方数的比例[29]，计算公式如下：

$$H' = -\sum P_i \cdot \ln P_i, P_i = N_i/N,$$

$$D = \sum P_i^2,$$

$$J = H'/\ln S。$$

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。

2 结果与分析

2.1 长江中下游冬小麦田杂草区系

经过调查共发现长江中下游小麦田杂草 93 种（表 1），隶属于 28 科 72 属，其中禾本科 Poaceae 杂草种类最多，有 15 种，占杂草种类的 16.1%；其次

是菊科 Asteraceae 12 种,蓼科 Polygonaceae 9 种、十字花科 Brassicaceae 7 种,豆科 Fabaceae 和车前科 Plantaginaceae 各 6 种,石竹科 Caryophyllaceae 5 种,紫草科 Boraginaceae 4 种,毛茛科 Ranunculaceae 和苋科 Amaranthaceae 各 3 种、蔷薇科 Rosaceae、伞形科 Apiaceae、唇形科 Lamiaceae、鸭跖草科 Commelinaceae 和桔梗科 Campanulaceae 各 2 种;大麻科 Cannabaceae、莎草科 Cyperaceae、茜草科 Rubiaceae、堇菜科 Violaceae、葡萄科 Vitaceae、木贼科 Equisetaceae、牻牛儿苗科 Geraniaceae、大戟科 Euphorbiaceae 和石蒜科 Amaryllidaceae、天南星科 Araceae、旋花科 Convolvulaceae、通泉草科 Mazaceae 和报春花科 Primulaceae 各 1 种(表 1)。其中蕨类植物 1 种;单子叶植物 20 种,占杂草种类 21.5%,双子叶植物 72 种,占杂草种类 77.4%。

2.2　长江中下游冬小麦田杂草种类

根据调查地区各种杂草的相对优势度、发生频率以及在各地的发生危害情况,将所调查的杂草种类分为 4 种类型,即优势杂草、区域性优势杂草、常见杂草和一般杂草。优势杂草是在所有调查样地发生优势度和频度都较高的杂草,防除较为困难。根据综合优势度,各地区小麦田的优势杂草有猪殃殃、看麦娘、日本看麦娘、菌草、野老鹳草、牛繁缕 6 种。节节麦、早熟禾、阿拉伯婆婆纳、硬草、野燕麦、雀麦、大巢菜、棒头草、刺儿菜、卷耳、稻槎菜、婆婆纳、打碗花、大穗看麦娘、播娘蒿、荠和藜等 17 种杂草在部分区域发生危害严重,防除较困难,对小麦生产造成危害严重,为区域性优势杂草。通泉草、稻槎菜、萹蓄、广布野豌豆、石龙芮、泽漆、泥胡菜、艾、酸模叶蓼、芥菜、碎米荠、附地菜等 12 种杂草虽然在大部分小麦田都有发生,但优势度和频度不高,对小麦生长影响较小,为常见杂草。有些杂草仅仅在部分区域发生,优势度和频度较低,对小麦生长影响极小,为一般杂草,有 58 种(表 1)。

表 1　长江中下游冬小麦田杂草名录

Table 1　The list of weed species in wheat fields of the middle and lower Yangtze River

科名 Family	中文名 Common name	拉丁名 Scientific name
紫草科 Boraginaceae	附地菜	*Trigonotis peduncularis* (Trev.) Benth. *ex* Baker *et* Moore
	田紫草	*Lithospermum arvense* L.
	柔弱斑种草	*Bothriospermum zeylanicum* (J. Jacq.) Druce
	斑种草	*Bothriospermum chinense* Bge.
鸭跖草科 Commelinaceae	水竹叶	*Murdannia triquetra* (Wall. *ex* Clarke) Bruckn.
	鸭跖草	*Commelina communis* L.
旋花科 Convolvulaceae	打碗花	*Calystegia hederacea* Wall.
车前科 Plantaginaceae	水苦荬	*Veronica undulata* Wall.
	阿拉伯婆婆纳	*Veronica persica* Poir.
	蚊母草	*Veronica peregrina* L.
	婆婆纳	*Veronica polita* Fries
	北美车前	*Plantago virginica* L.
	车前	*Plantago asiatica* L.
通泉草科 Mazaceae	通泉草	*Mazus pumilus* (N. L. Burman) Steenis
苋科 Amaranthaceae	喜旱莲子草	*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.
	小藜	*Chenopodium ficifolium* Smith
	藜	*Chenopodium album* L.
石竹科 Caryophyllaceae	繁缕	*Stellaria media* (L.) Villars.
	麦瓶草	*Silene conoidea* L.
	牛繁缕(鹅肠菜)	*Myosoton aquaticum* (L.) Moench
	卷耳	*Cerastium arvense* subsp. *strictum* Gaudin
	蚤缀	*Arenaria serpyllifolia* L.
禾本科 Poaceae	硬草	*Sclerochloa dura* (L.) Beauv.
	棒头草	*Polypogon fugax* Nees *ex* Steud.
	早熟禾	*Poa annua* L.
	鬼蜡烛	*Phleum paniculatum* Huds.
	虉草	*Phalaris arundinacea* L.
	芦苇	*Phragmites australis* (Cav.) Trin. *ex* Steud.
	鹅观草	*Elymus kamoji* (Ohwi) S. L. Chen

续表 1 Table 1(Continued)

科名 Family	中文名 Common name	拉丁名 Scientific name
	稗	*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.
	雀麦	*Bromus japonicus* Thunb. *ex* Murr.
	菵草	*Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fern.
	野燕麦	*Avena fatua* L.
	大穗看麦娘	*Alopecurus myosuroides* Huds.
	日本看麦娘	*Alopecurus japonicus* Steud.
	看麦娘	*Alopecurus aequalis* Sobol.
	节节麦	*Aegilops tauschii* Coss.
天南星科 Araceae	半夏	*Pinellia ternata* (Thunb.) Breit.
桔梗科 Campanulaceae	半边莲	*Lobelia chinensis* Lour.
	拟鼠麹草	*Pseudognaphalium affine* (D. Don) Anderberg
报春花科 Primulaceae	泽珍珠菜	*Lysimachia candida* Lindl.
茜草科 Rubiaceae	猪殃殃	*Galium spurium* L.
十字花科 Brassicaceae	蔊菜	*Rorippa indica* (L.) Hiern
	小花糖芥	*Erysimum cheiranthoides* L.
	臭独行菜(臭荠)	*Lepidum didymum* L.
	播娘蒿	*Descurainia sophia* (L.) Webb *ex* Prantl
	碎米荠	*Cardamine hirsuta* L.
	荠	*Capsella bursa-pastoris* (Linn.) Medic.
	芥菜	*Brassica juncea* (L.) Czernajew
堇菜科 Violaceae	紫花地丁	*Viola philippica* Cav.
伞形科 Apiaceae	水芹	*Oenanthe javanica* (Bl.) DC.
	蛇床	*Cnidium monnieri* (L.) Cuss.
牻牛儿苗科 Geraniaceae	野老鹳草	*Geranium carolinianum* L.
葡萄科 Vitaceae	乌蔹莓	*Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep.
菊科 Asteraceae	黄鹌菜	*Youngia japonica* (L.) DC.
	蒲公英	*Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz.
	苦苣菜	*Sonchus oleraceus* L.
	稻槎菜	*Lapsanastrum apogonoides* Maxim.
	苦荬菜	*Ixeris polycephala* Cass.
	剪刀股	*Ixeris japonica* (Burm. F.) Nakai
	泥胡菜	*Hemisteptia lyrata* (Bunge) Fischer C. A. Meyer
	一年蓬	*Erigeron annuus* (L.) Pers.
	野塘蒿(香丝草)	*Erigeron bonariensis* L.
	刺儿菜	*Cirsium arvense* var. *integrifolium* C. Wimm. *et* Grabowski
	鬼针草	*Bidens pilosa* L.
	艾	*Artemisia argyi* Levl. *et* Van.
唇形科 Lamiaceae	荔枝草	*Salvia plebeia* R. Br.
	宝盖草	*Lamium amplexicaule* L.
莎草科 Cyperaceae	香附子	*Cyperus rotundus* Rottb.
大麻科 Cannabaceae	葎草	*Humulus scandens* (Lour.) Merr.
石蒜科 Amaryllidaceae	薤白	*Allium macrostemon* Bunge

续表 1　Table 1(Continued)

科名 Family	中文名 Common name	拉丁名 Scientific name
蓼科 Polygonaceae	杠板归	*Polygonum perfoliatum* L.
	红蓼	*Polygonum orientale* L.
	酸模叶蓼	*Polygonum lapathifolium* L.
	绵毛酸模叶蓼	*Polygonum lapathifolium* L. var. *salicifolium* Sibth.
	叉分蓼	*Polygonum divaricatum* L.
	萹蓄	*Polygonum aviculare* L.
	卷茎蓼(蔓首乌)	*Fallopia convolvulus* (L.) Love
	齿果酸模	*Rumex dentatus* L.
	粘毛蓼(香蓼)	*Polygonum viscosum* Buch.-Ham. *ex* D. Don
豆科 Fabaceae	四籽野豌豆	*Vicia tetrasperma* (L.) Schreber
	救荒野豌豆	*Vicia sativa* L.
	小巢菜	*Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray
	广布野豌豆	*Vicia cracca* L.
	南苜蓿	*Medicago polymorpha* L.
	野大豆	*Glycine soja* Sieb. *et* Zucc.
毛茛科 Ranunculaceae	石龙芮	*Ranunculus sceleratus* L.
	毛茛	*Ranunculus japonicus* Thunb.
	茴茴蒜	*Ranunculus chinensis* Bunge
木贼科 Equisetaceae	节节草	*Equisetum ramosissimum* Desf.
大戟科 Euphorbiaceae	泽漆	*Euphorbia helioscopia* L.
蔷薇科 Rosaceae	委陵菜	*Potentilla chinensis* Ser.
	蛇莓	*Duchesnea indica* (Andr.) Focke

2.3　长江中下游冬小麦田杂草发生特点及群落结构

根据调查发现,长江中下游麦田杂草群落组成以猪殃殃与禾本科杂草混合发生为特点,各地区稻茬麦田与旱茬麦田中猪殃殃种群优势度均较高;此外日本看麦娘、看麦娘和茵草在稻茬麦田中发生优势度较高,相对旱茬麦田中发生量低。整体来看,麦田杂草群落结构及发生特点与栽培模式有直接关系。猪殃殃、日本看麦娘、看麦娘、茵草和牛繁缕、野燕麦、野老鹳草属于各区域普遍发生的杂草;早熟禾、节节麦和硬草等为区域性杂草。猪殃殃在所调查样地均有发生,综合优势度最高,达 14.60%,其中在湖北襄阳地区优势度高达 28.85%;其次为日本看麦娘、看麦娘、茵草和牛繁缕,综合优势度在 7.60%～11.84%之间,多数田块杂草以这几种杂草组成为主。野老鹳草虽然综合优势度不高,但在各地均有发生,最高发生优势度在江苏徐州和湖北襄阳,均达到 10%以上(表 2)。各调查样地小麦田杂草群落结构组成有所差异。

湖北省小麦栽培方式有稻茬小麦和旱茬小麦两种,调查区包括江汉平原的荆州和孝感以及鄂西北襄阳地区。该地区小麦田杂草发生以猪殃殃和早熟禾为主,禾本科杂草占 32.72%,各地杂草群落组成有所差异,其中荆州地区麦田杂草群落组成以猪殃殃+早熟禾+牛繁缕+阿拉伯婆婆纳+棒头草(茵草)为主;襄阳地区以猪殃殃+牛繁缕+野燕麦+野老鹳草+阿拉伯婆婆纳+茵草为主,其中宜城市日本看麦娘发生危害严重;孝感地区麦田杂草组成以阔叶杂草为主,群落组成为猪殃殃+野老鹳草+大巢菜+卷耳,而汉川县早熟禾发生危害较重,优势度高达 36.92%,安陆县日本看麦娘发生危害较重,优势度为 15.39%。本地区猪殃殃、早熟禾和棒头草的优势度明显高于其他省份,茵草相对发生较另外两个省份少。

表 2 长江中下游地区小麦田主要杂草优势度[1)]

Table 2 The relative abundance of major weed species in wheat fields along the middle and lower Yangtze River

杂草名称 Weed species	相对优势度/% Relative abundance											综合优势度/% Overall relative abundance
	滁州 Chuzhou	合肥 Hefei	宣城 Xuan-cheng	宿州 Suzhou	阜阳 Fuyang	淮安 Huai'an	连云港 Lianyun-gang	徐州 Xuzhou	荆州 Jingzhou	孝感 Xiaogan	襄阳 Xiang-yang	
猪殃殃	15.18	6.68	1.93	13.02	14.34	9.67	15.98	20.14	20.27	14.50	28.85	14.60
日本看麦娘	17.95	29.93	34.62	0.00	2.23	19.50	13.76	2.36	0.00	4.17	5.73	11.84
看麦娘	17.99	13.41	17.28	1.06	7.02	9.35	14.95	18.00	0.00	2.16	0.24	9.22
菌草	15.85	21.12	29.09	0.00	4.37	10.96	2.37	0.65	4.95	2.39	5.54	8.84
牛繁缕	2.98	3.65	1.48	0.47	1.04	30.64	9.07	9.94	7.57	4.01	12.78	7.60
野燕麦	3.39	1.68	0.00	27.86	20.15	0.00	0.00	1.13	7.44	3.84	11.97	7.04
野老鹳草	4.94	3.81	3.32	0.91	3.27	1.17	1.96	10.15	0.91	4.71	11.21	4.21
早熟禾	0.00	0.50	0.57	0.20	0.60	1.09	0.00	0.00	24.39	17.09	0.00	4.04
阿拉伯婆婆纳	1.85	2.44	0.00	9.60	7.06	0.37	1.48	1.34	10.90	0.76	4.70	3.68
节节麦	0.00	0.00	0.00	18.06	14.57	0.00	0.00	4.67	0.00	0.00	0.00	3.39
硬草	0.00	0.00	0.00	0.69	0.00	6.71	16.84	6.06	0.00	0.00	0.21	2.77
荠	0.23	0.36	0.00	2.06	0.27	3.74	3.84	4.31	1.11	3.34	1.11	1.85
刺儿菜	2.26	0.00	0.00	3.49	8.73	0.00	0.29	0.69	1.35	0.54	1.30	1.70
大巢菜	0.41	1.09	0.00	0.20	0.51	0.61	1.06	0.87	0.15	9.98	1.98	1.53
播娘蒿	0.00	0.00	0.00	5.83	0.31	0.23	2.68	4.64	0.00	0.00	0.35	1.28
雀麦	1.08	0.00	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00	8.02	0.00	0.00	2.43	1.20
婆婆纳	0.17	0.00	0.00	1.79	4.79	0.00	0.00	0.00	0.72	5.16	0.38	1.18
打碗花	1.20	0.98	0.00	1.86	5.81	0.19	2.14	0.37	0.15	0.21	0.00	1.17
棒头草	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.27	3.19	1.30	1.12
藜	1.50	1.08	0.00	0.42	0.52	3.30	1.76	0.16	2.42	0.54	0.00	1.06
卷耳	0.18	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.47	7.10	0.00	1.00
通泉草	0.39	1.07	0.37	0.00	0.00	0.38	0.52	0.22	1.12	5.25	1.39	0.97
大巢菜	0.23	0.95	6.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	0.00	0.43	0.82
萹蓄	0.24	0.18	0.00	0.00	0.29	0.37	4.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55
大穗看麦娘	0.00	0.00	0.00	3.98	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50

1) 表格中仅列出综合优势度≥0.5 的杂草种类。

Only weeds with an overall relative abundance≥0.5 are listed in the table.

安徽省小麦种植模式也有两种，皖北地区以旱茬小麦为主，而南部主要为稻茬小麦种植方式。总体来看，安徽省杂草群落以禾本科杂草为主，日本看麦娘、菌草、看麦娘和猪殃殃、野燕麦几种杂草为主要优势杂草，综合优势度 65.21%，其中日本看麦娘种群综合优势度最高，达 17.77%。看麦娘属杂草综合优势度为 29.33%，造成危害最为严重。滁州、宣城及合肥地区小麦田杂草主要结构为日本看麦娘＋菌草＋看麦娘＋猪殃殃；宿州和阜阳地区小麦田杂草以猪殃殃＋野燕麦＋节节麦＋阿拉伯婆婆纳群落结构为主。宣城地区日本看麦娘和菌草的发生危害优势度明显高于其他地区，阜阳地区节节麦发生最为严重，发生频度最高，所调查区县均有发生，其中太和县、颍上县和颍泉县节节麦的相对优势度分别为 16.73%、12.66%、17.09%。宿州市萧县节节麦发生优势度高达 30.67%，而埇桥区和泗县在调查中未发现节节麦。安徽省日本看麦娘、菌草和野燕麦发生优势度明显高于湖北省和江苏省。其中阜阳地区野燕麦和节节麦的发生优势度最高，宣城、合肥和滁州日本看麦娘和菌草发生优势度最高。

江苏省调查区以苏北地区为主，主要耕作为稻茬和旱茬小麦两种模式，看麦娘属杂草优势度最高，为 26.0%，阔叶杂草牛繁缕和猪殃殃优势度次之。小麦田杂草群落结构组成为日本看麦娘（看麦娘）＋牛繁缕＋猪殃殃＋菌草，日本看麦娘（看麦娘）＋硬草＋猪殃殃＋牛繁缕，猪殃殃＋日本看麦娘（看麦娘）＋野老鹳草＋牛繁缕 3 种类型。徐州部分地区雀麦和节节麦发生优势度较高，危害严重。连云港地区硬草相对优势度达 16.84%，淮安地区牛繁缕相对优势度高达 30.64%，这两种杂草发生频率和

优势度明显高于其他两个省份。

2.4　长江流域冬小麦田杂草群落的物种多样性

根据调查结果计算发现合肥、孝感、滁州、襄阳小麦田杂草群落的物种多样性较高,杂草种类为 30～42 种,多样性香农指数在 1.83～2.64 之间,其中合肥小麦田杂草种类最多,但香农指数较低,主要是因为该地区日本看麦娘和茵草优势度较高所致,两种杂草综合优势度达 51.1%。从衡量物种优势度集中性的辛普森指数来看,与香农指数一致,多样性高的地区辛普森指数也较高。根据各地区杂草群落的均匀度指数来看,阜阳地区和孝感地区的最高,与其他指数反映的趋势一致。宣城地区的多样性指数和辛普森指数以及均匀度指数均为最低,其中茵草、日本看麦娘和看麦娘综合优势度达 80.99%,杂草种类较为集中。

表 3　长江中下游地区不同小麦田杂草群落的多样性

Table 3　Species diversity of weed communities in wheat fields along the middle and lower Yangtze River

地区 Location	物种丰富度 Species richness	香农指数 Shannon-Wiener index	辛普森指数 Simpson's index	均匀度指数 Evenness index
合肥 Hefei	42	1.83	0.73	0.49
宣城 Xuancheng	17	1.34	0.68	0.47
宿州 Suzhou	29	2.12	0.83	0.63
阜阳 Fuyang	26	2.37	0.88	0.73
滁州 Chuzhou	35	2.05	0.82	0.58
孝感 Xiaogan	39	2.64	0.88	0.72
荆州 Jingzhou	27	1.97	0.78	0.60
襄阳 Xiangyang	30	2.23	0.82	0.66
连云港 Lianyungang	22	1.87	0.78	0.61
淮安 Huai'an	22	1.68	0.76	0.54
徐州 Xuzhou	28	2.05	0.81	0.62

2.5　各地区小麦田杂草群落的相似性

根据不同麦田杂草组成相似性来看,可以将长江中下游地区麦田杂草发生情况划分为 7 个区域(图 1),Ⅰ苏北连云港、淮安、徐州以及皖北的宿州泗县、埇桥区及阜阳市的颍上县杂草区;Ⅱ阜阳市的颍泉区、太和县及宿州市萧县杂草区;Ⅲ滁州市、宣城市及合肥市肥西县、湖北省襄阳市杂草区;Ⅳ湖北省安陆县和孝昌县杂草区;Ⅴ湖北省荆州和孝感市汉川县杂草区;Ⅵ安徽省长丰县、全椒县杂草区;Ⅶ庐江县杂草区。根据调查数据分析,主要是不同地区的气候条件、栽培模式及土壤类型等原因造成各地区杂草组成的差异。区域Ⅰ属于稻麦两熟区,阔叶杂草以猪殃殃和牛繁缕为主要优势杂草,发生频度高,禾本科杂草以日本看麦娘(看麦娘)、硬草或茵草为主要优势杂草。区域Ⅱ阜阳市和宿州的萧县地处皖西北,华北平原南端,耕种模式主要以旱茬小麦为主,该地区节节麦发生频度高,优势度大,杂草群落组成相似,杂草群落结构与安徽其他地区差异很大,主要组成类型为猪殃殃+野燕麦+节节麦,也是唯一发现有大穗看麦娘的区域,以喜旱杂草为主。区域Ⅲ地处皖东、皖南地区,属于稻麦两熟区,以禾本科杂草为主要优势群落,优势杂草为日本看麦娘+茵草+看麦娘。区域Ⅳ地处大别山南麓,江汉平

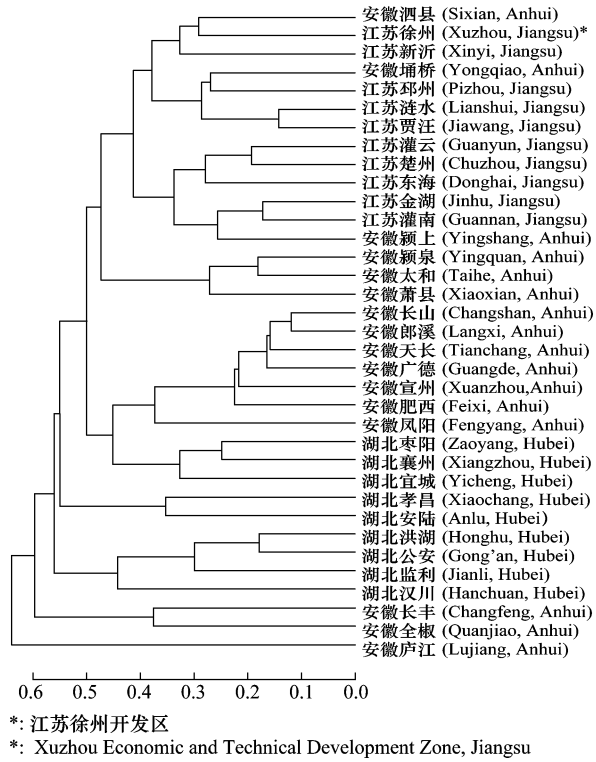

图 1　长江中下游地区麦田杂草群落聚类分析

Fig. 1　The clustering analysis of weed communities in wheat fields along the middle and lower Yangtze River

原北部，杂草主要组成以阔叶杂草为主，大巢菜种群优势度是所有地区最高的，优势杂草为大巢菜＋猪殃殃＋野老鹳草。区域Ⅴ地处江汉平原腹地，杂草群落特点为阔叶及禾本科混合发生，阔叶杂草主要为猪殃殃、阿拉伯婆婆纳、牛繁缕，禾本科杂草以早熟禾为代表，发生优势度最高，此外棒头草和茵草发生频度和优势度也较高，杂草群落组成相似。区域Ⅵ地处安徽省中部，主要杂草组成以禾本科杂草和阔叶杂草混合发生为特点，优势种群为看麦娘＋茵草＋猪殃殃＋日本看麦娘＋野老鹳草，4 种优势杂草综合优势度 65%左右，群落组成结构相似，区域Ⅶ为安徽省庐江县，位于安徽省中部合肥市南部，杂草群落组成为茵草、看麦娘和猪殃殃 3 种为优势杂草，综合优势度为 53.02%，其他以阔叶杂草组成为主，日本看麦娘发生频度和优势度较低。

3 讨论

农田杂草群落组成差异与各地气候、地理环境、种植模式以及田间除草剂应用等多方面因素相关。如节节麦、大穗看麦娘一般发生在旱茬麦田，茵草一般发生在稻茬麦田，硬草主要在江苏沿海地区发生危害等。除草剂的应用方式也是造成杂草群落差异以及群落演替的原因。与历史调查数据相比，可发现各地区小麦田禾本科杂草发生面积和优势度有升高的趋势，其中日本看麦娘、茵草和节节麦扩散速度较快，发生危害日趋严重，而播娘蒿、宝盖草、大巢菜、荠等阔叶杂草种群数量和发生面积有所下降，部分地区野老鹳草优势度有上升趋势。综合分析各小麦田杂草种群演替规律，可以发现长江中下游麦田杂草已经由阔叶杂草为优势种逐渐演替为禾本科为主要优势种。

十几年前阜阳的水旱轮作麦田杂草以猪殃殃、播娘蒿、遏蓝菜 *Thlaspi arvense* L. 和宝盖草等阔叶杂草为主，颍上稻茬麦以看麦娘等禾本科杂草为主，未发现安徽有节节麦的危害[30-32]，而此次调查结果发现该地播娘蒿、宝盖草和遏蓝菜的种群数量下降，不再是优势种，禾本科杂草数量有加重趋势，其中节节麦和茵草成为优势种之一。凤阳县小麦田优势杂草由看麦娘和棒头草为优势种演替为日本看麦娘优势度最高[33]。

20 世纪 80 年代湖北枣阳地区的麦田极少有野老鹳草的发生，而 90 年代该杂草就已经成为主要优势种之一，本次调查发现，野老鹳草已经成为该地区发生优势度第 2 位的杂草，仅次于猪殃殃；90 年代末茵草还不是枣阳地区的优势杂草[34]，但现在已经成为枣阳市麦田的优势杂草之一，今后还有加重的趋势。本课题组于 20 世纪 90 年代末对江汉平原麦田杂草进行了调查，猪殃殃和婆婆纳是优势种群[28]，此次调查结果显示早熟禾的综合优势度最高，成为优势种，局部地区禾本科杂草如棒头草、茵草等也发生危害严重。荆州地区 20 世纪 80 年代恶性杂草为看麦娘、繁缕、猪殃殃、婆婆纳、大巢菜等[6]，本次调查猪殃殃、婆婆纳仍然是优势杂草，看麦娘和大巢菜不再是优势杂草；早熟禾、野燕麦、棒头草、茵草种群数量上升，逐渐成为该地区的优势种群。鄂北麦田主要杂草是野燕麦、猪殃殃、婆婆纳及繁缕等[35]，本次调查发现，野老鹳草的种群数量上升较多，综合优势度达 11.97%，茵草和日本看麦娘数量也有加重的趋势，本世纪初茵草已经成为湖北省麦田优势杂草[36]。湖北省野老鹳草、茵草和日本看麦娘已经成为优势杂草，麦田杂草群落结构发生了较大变化。

20 世纪 80 年代江苏省麦田杂草以阔叶杂草为主，禾本科杂草主要是看麦娘[2-3]，90 年代以前野燕麦、野老鹳草等旱茬麦田发生的杂草，已经在稻茬麦田普遍发生[12]，淮北地区在本世纪初发现了日本看麦娘[37]，沿海地区以硬草和大巢菜、猪殃殃、繁缕等阔叶杂草为主[7,38]，日本看麦娘、茵草、硬草、棒头草、阿拉伯婆婆纳、猪殃殃、播娘蒿和田紫草已经成为本世纪初江苏省小麦田的优势杂草[19,39]，本次调查结果发现播娘蒿和田紫草种群数量有所下降，部分地区野老鹳草发生危害较重。

杂草群落的演替与麦田化学除草剂的广泛应用相关，由于荠、播娘蒿、麦瓶草等对除草剂敏感的杂草得到有效控制而种群数量下降；日本看麦娘、茵草、硬草、棒头草、猪殃殃，牛繁缕等对麦田除草剂敏感性差一些的杂草种群上升而逐渐成为优势种；此外小麦种子调换、免耕技术推广、跨区作业、栽培模式变化导致一些杂草发生区域扩大，如近年在江苏和安徽北部发现的节节麦和大穗看麦娘危害有日益加重的趋势。

本次调查时期为小麦抽穗扬花期，反映了小麦田杂草化学防除之后的杂草发生危害情况，由于所

用的方法与之前同一地区调查方法、时期以及样地有所差异，但优势杂草种类及群落组成情况不会因为所用方法的不同而有影响，均能够反映该地区的麦田杂草群落组成情况。

参考文献

[1] 宁启文，胡乐鸣. 中国农业年鉴 2018 [M]. 北京：中国农业出版社，2019：201－202.

[2] 卞祖华，石伟旗. 稻茬免耕麦田杂草发生原因及防除技术研究[J]. 耕作与栽培，1986(4)：6－8.

[3] 钱希. 几种麦田恶性杂草的生物学特性及其防除[J]. 中国农业科学，1984，17(3)：71－77.

[4] 熊宝山，吴维中，卞祖华，等. 太湖地区麦田杂草的综合防除[J]. 江苏农业科学，1983(10)：7－10.

[5] 薛达元，李扬汉. 太湖农业麦田杂草区系研究[J]. 江苏农业科学，1987(11)：22－24.

[6] 孙浩荣，谢支勇，朱文英. 荆门市麦田杂草种类分布及防除对策[J]. 湖北农业科学，1990(9)：28－29.

[7] 陈惠祥，沈俊明，黄敏，等. 南通市麦田杂草的分布与危害[J]. 杂草科学，1994(3)：17－18.

[8] 马式廉，袁树忠，王振华，等. 不同耕法稻茬麦田杂草发生特点的比较[J]. 江苏农学院学报，1994，14 (3)：19－22.

[9] 熊金龙. 稻麦轮作麦田杂草种群演变及其防除对策[J]. 杂草科学，1994(1)：23－25.

[10] 钱永康，华新，程功倜. 吴县麦田杂草群落区划[J]. 杂草科学，1995(3)：15－18.

[11] 周益民，吉林，周国华，等. 稻茬免耕麦田恶性杂草发生危害和控制技术[J]. 杂草科学，1996(2)：22－23.

[12] 娄远来，薛光，邓渊钰. 江苏省稻茬麦田杂草分布与危害[J]. 江苏农业科学，1998(2)：36－37.

[13] 谢国雄，童贤明，王国荣，等. 杭州市麦田杂草十年间的变化[J]. 杭州科技，2000(5)：31.

[14] 戴稳斌，黄玉富，洪忠廉，等. 麦田杂草演变及防除对策[J]. 上海农业科技，2000(6)：36.

[15] 李华，杜金岐. 我市麦田杂草演替及其防除对策[J]. 上海农业科技，2001(4)：63－64.

[16] 王开金，强胜. 江苏省长江以北地区麦田杂草群落的定量分析[J]. 江苏农业学报，2002，18(3)：147－153.

[17] 杨爱国，张银贵，尹祝生. 姜堰市麦田杂草发生特点与防除对策[J]. 杂草科学，2004(4)：31－32.

[18] 王开金，强胜. 江苏南部麦田杂草群落发生分布规律的数量分析[J]. 生物数学学报，2005，20(1)：107－114.

[19] 王开金，强胜. 江苏麦田杂草群落的数量分析[J]. 草业学报，2007，16(1)：118－126.

[20] 于淑琴，张启勇. 安徽省小麦田杂草发生与防除技术[J]. 安徽农学通报，2013，19(13)：93.

[21] 陆建国，张景飞，张永华，等. 常熟市麦田杂草调查与发生特点初析[J]. 浙江农业科学，2015，56(9)：1448－1450.

[22] TANG Huaiwu，LI Jun，DONG Liyao，et al. Molecular bases for resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitor in Japanese foxtail (*Alopecurus japonicus*) [J]. Pest Management of Science，2012，68：1241－1247.

[23] XU Hongle，LI Jun，ZHANG Di，et al. Mutations at codon position 1999 of acetyl-CoA carboxylase confer resistance to ACCase-inhibiting herbicides in Japanese foxtail (*Alopecurus japonicus*) [J]. Pest Management Science，2014，70：1894－1901.

[24] CUI Hailan，WANG Cangyue，HAN Yujiao，et al. Cross-resistance of Japanese foxtail (*Alopecurus japonicus*) to ACCase inhibitors in China [J]. Weed Technology，2015，29：444－450.

[25] XIA Wenwen，PAN Lang，LI Jun，et al. Molecular basis of ALS-and/or ACCase-inhibitor resistance in shortawn foxtail (*Alopecurus aequalis* Sobol.) [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology，2015，122：76－80.

[26] PAN Lang，GAO Haitao，XIA Wenwen，et al. Establishing a herbicide-metabolizing enzyme library in *Beckmannia syzigachne* to identify genes associated with metabolic resistance [J]. Journal of Experimental Botany，2016，67：1745－1757.

[27] GAO Haitao，YU Jiaxing，PAN Lang，et al. Target-site resistance to fenoxaprop-P-ethyl in Keng stiffgrass (*Sclerochloa kengiana*) from China [J]. Weed Science，2017，65：452－460.

[28] 张朝贤，胡祥恩，钱益新，等. 江汉平原麦田杂草调查[J]. 植物保护，1996，24(3)：14－16.

[29] 马克平，刘灿然，刘玉明. 生物群落多样性的测度方法Ⅱ β多样性的测度方法[J]. 生物多样性，1995，3(1)：38－43.

[30] 曹元德，陈德胜. 阜阳市麦田杂草发生危害现状调查及防除技术探讨[J]. 安徽农业科学，1999(4)：383－385.

[31] 许殿武，于小平，陈爱红. 阜阳市麦田杂草发生规律与防治技术[J]. 安徽农学通报，2003，9(5)：66－68.

[32] 岳二黎. 安徽省小麦田杂草调查及其防除对策[J]. 安徽农学通报，2010，16(11)：172－173.

[33] 吴怀刚，姜明红，刘洪应. 凤阳县麦田杂草发生特点及防除技术[J]. 安徽农学通报，2006，12(6)：190.

[34] 杜复生. 枣阳市麦田杂草优势种群动态及防除对策[J]. 湖北植保，2000(6)：30－31.

[35] 陈习强，李复宁. 襄北岗地麦田杂草的为害与防除关键技术[J]. 湖北农业科学，1992(10)：20－21.

[36] 褚世海，李儒海，常向前，等. 湖北省小麦田杂草种类调查初报[J]. 湖北植保，2007(6)：20.

[37] 熊战之，陈香华，郭小山，等. 淮北地区麦田杂草的发生及其防治技术[J]. 上海农业科技，2007(3)：127－128.

[38] 田为民，王洪奎，栾成桂，等. 江苏沿海垦区麦田杂草发生及防除对策[J]. 植保技术与推广，1995(1)：22.

[39] 李贵，吴竞仑. 江苏省小麦田禾本科杂草发生趋势及防除策略思考[J]. 杂草科学，2006(4)：9－10.

（责任编辑：杨明丽）