

- 中国科技核心期刊
- 科学引文数据库(SCD)源期刊
- 中国农林核心期刊
- 江苏省“精品科技期刊”

ISSN 1003-935X
CN 32-1861/S

杂草学报

JOURNAL OF WEED SCIENCE

第42卷 第3期

Vol. 42 No. 3

ISSN 1003-935X



主管 江苏省农业科学院

主办 江苏省杂草研究会

江苏省农业科学院植物保护研究所

邮发代号:28-147

2024



杂草学报

ZACAO XUEBAO

(季刊)

2024年 第42卷 第3期

《杂草学报》第九届编辑委员会

高级顾问	柏连阳				
主 编	张绍明				
副 主 编	宋小玲	李 贵	钱忠海	邱文国	
编 委	Bernal E. Valverde			陈 杰	
	陈世国	陈之政	戴宝江	戴伟民	
	丁建清	董立尧	杜道林	范志伟	
	冯玉龙	郭青云	郭永良	郭怡卿	
	何东兵	何永福	黄春艳	纪明山	
	姜临建	邱文国	李 贵	李 俊	
	李 美	李儒海	李香菊	李永丰	
	李召虎	刘都才	姜远来	卢宝荣	
	陆永良	罗小勇	马永清	钱忠海	
	强 胜	沈国辉	施保国	宋小玲	
	汤云鹤	陶 波	田兴山	王广祥	
	王贵启	王红春	王金信	王 献	
	姚克兵	由振国	袁树忠	张宏军	
	张绍明	张 帅	周凤艳	周伟军	
	周小刚				

主 管	江苏省农业科学院
主 办	江苏省杂草研究会
	江苏省农业科学院植物保护研究所
编辑出版	《杂草学报》编辑部
地 址	南京市孝陵卫钟灵街50号
英文顾问	Bernal E. Valverde(国际杂草学会前主席)
电 话	025-84390048
网 址	http://zckx.jaas.ac.cn
E-mail	zacaouxuebao@163.com
邮政编码	210014
发行范围	公 开
创刊时间	1983年
出版日期	2024年9月25日
总 发 行	江苏省邮政局
订 阅	全国各地邮局
印 刷	丹阳日报印务有限公司
邮发代号	28-147 定价 10.00元

国际标准刊号:ISSN 1003-935X
国内统一刊号:CN 32-1861/S
广告发布登记编号:广登 32000000075

目 次

●杂草生物学与生物安全

不同种群鸭跖草种子性状分析

…… 马馨乐,李 哲,韩华越,曹鹏瑞,魏存禹,杨 娟(1)

安顺市李园杂草种类及群落结构特征 …………… 李德燕,

吴 旭,胡忠金,周世洪,周 玮,李星宿,孔维茂(11)

南阳市主要石榴园杂草种类及群落特征…………… 贾毛毛,源朝政,

王 虹,高小峰,陈 燕,李 爽,李金玲,郑明燕,李玉英(26)

广西3种新归化植物入侵风险评估及其管理措施

…………… 李 满,韦立权,覃永华,韦春强,唐赛春(34)

水稻对羟苯基丙酮酸双氧化酶基因(OsHPPD)位点突变对

OsHPPD活性以及硝磺草酮抗性的影响

…… 金 曼,陈 雷,刘志宏,陈 敏,唐晓艳,杨晓怀(42)

●杂草综合治理

不同除草剂组合对小麦田多花黑麦草的防除效果

…………… 刘会彪,田宝华,贾少锋,高兴祥(51)

5种播前除草剂对橡胶草田的杂草防效及安全性评价

…………… 高 强,郑立鹏,张 斐,

严青青,吐汗姑丽·托合提,张学超,任海龙,徐 麟(60)

几种除草剂对麦田阔叶杂草的防除效果 …………… 郭振营,

雷晓天,董彦琪,闫玉栋,徐洪乐,任智萌,吴仁海(69)

●除草剂研发与应用

赤·吲乙·芸苔与稻田除草剂混用对水稻光合作用

和产量的影响 …………… 张瑞萍,

李光宁,程文超,强 胜,夏爱萍,宋小玲(77)

精噁唑甘草胺对稻田禾本科杂草活性的影响及其对水稻

的安全性 …………… 潘 登,

许江岩,王 宁,马甜甜,岳明珠,张军民,潘以楼(83)

马馨乐,李哲,韩华越,等. 不同种群鸭跖草种子性状分析[J]. 杂草学报,2024,42(3):1-10.

doi:10.19588/j.issn.1003-935X.2024.03.0001

不同种群鸭跖草种子性状分析

马馨乐^{1,2}, 李哲^{1,2}, 韩华越^{1,2}, 曹鹏瑞¹, 魏存禹¹, 杨娟^{1,2}

(1. 河北科技师范学院/河北省作物逆境生物学重点实验室,河北秦皇岛 066004;

2. 河北科技师范学院农学与生物科技学院,河北秦皇岛 066004)

摘要:为了探寻控制鸭跖草种子性状的最佳环境条件,2016 年以黑龙江、吉林、辽宁、河北、江苏、浙江、湖北和贵州 8 个省份 46 个鸭跖草种群的种子为试验材料,测定其长度、宽度、厚度和百粒重等形态指标。采用相关性分析法、聚类分析法和主成分分析法,确定鸭跖草种子的形态特征及其与环境因子之间的相关关系;根据鸭跖草对不同地区和气候环境的适应性,将其划分成 2 个不同类群,并阐明分类群与环境因子之间的相关关系,总结鸭跖草对环境的适应规律。结果表明,鸭跖草种群间种子性状之间变异系数存在差异,其中百粒重的变化最大,达 17.8%。种子长度与种子宽度、百粒重,种子宽度与种子厚度、百粒重,种子厚度与百粒重之间均存在极显著正相关。经度、纬度和用药历史与种子形态特征之间存在显著或极显著正相关,年均降水量和年均气温与种子形态特征之间存在显著或极显著负相关,说明鸭跖草种子的形态特征与环境因子间相关性较强。这 46 个种群可以划分成 2 个类群,即第一类群共有 8 个种群,主要来自我国南方地区,种子较小,近圆形;第二类群共有 38 个种群,主要来自我国北方地区,种子相对较大,近椭圆形。可见,我国鸭跖草种子形状存在“南方小、北方大”的地理差异。本研究结果为通过调节种子库大小的方式防控鸭跖草奠定了理论基础。

关键词:鸭跖草;种子;形态特征;多样性;环境因子

中图分类号:S451 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-935X(2024)03-0001-10

Analysis on Seed Characteristics from Various Populations of *Commelina communis* L.

MA Xinle^{1,2}, LI Zhe^{1,2}, HAN Huayue^{1,2}, CAO Pengrui¹, WEI Cunyu¹, YANG Juan^{1,2}

(1. Key Laboratory of Crop Stress Biology in Hebei Province/

Hebei Normal University of Science & Technology, Qinhuangdao 066004, China;

2. College of Agronomy and Biotechnology, Hebei Normal University of Science & Technology, Qinhuangdao 066004, China)

Abstract: To identify the optimal environmental conditions for regulating the seed characteristics of *Commelina communis* L., seeds from 46 populations of *C. communis* spanning Heilongjiang, Jilin, Liaoning, Hebei, Jiangsu, Zhejiang, Hubei, and Guizhou were utilized as experimental materials in 2016. We measured morphological indicators of *C. communis* seeds, including length, width, thickness, and 100-seed weight. To analyze these data, we used correlation analysis, cluster analysis, and principal component analysis. Through these analyses, we determined the

收稿日期:2024-04-24

基金项目:河北省自然科学基金(编号:C2021407005);河北科技师范学院省属高校基本科研业务费项目(编号:2023JK12);河北省研究生

创新资助项目(编号:CXZZSS2024133)。

作者简介:马馨乐(1997—),女,河北邢台人,硕士研究生,主要从事杂草生物学与防控研究。E-mail:17349854637@163.com。

morphological characteristics of the seeds and their correlations with environmental factors. Based on the adaptability of *C. communis* to different regions and climatic environments, these 46 populations were divided into two groups. Afterwards, we expounded the correlation between these classified groups and environmental factors, and then summarized the adaptive patterns of *C. communis* to the environment. The results showed that the coefficients of variation for seed characteristics differed among *C. communis* populations, with the 100 – seed weight exhibiting the greatest variation, up to 17.8%. There were highly significant positive correlations between seed length and seed width, seed length and 100 – seed weight, seed width and seed thickness, seed width and 100 – seed weight, as well as seed thickness and 100 – seed weight. Significant or highly significant positive correlations were also between longitude, latitude, and pesticide use history with seed morphological characteristics. Conversely, there were significant or highly significant negative correlations between annual average rainfall and annual average temperature with seed morphological characteristics. These findings indicated that strong correlation existed between the morphological characteristics of *C. communis* seeds and environmental factors. These 46 populations could be divided into two groups. The first group included 8 populations, primarily from southern China, with smaller, nearly round seeds. The second group included 38 populations, mainly from northern China, with relatively larger, nearly elliptical seeds. We could infer that geographical difference existed in the shape of *C. communis* seeds in China, with smaller seeds found in the south and larger seeds in the north. The study provides a theoretical foundation for the prevention and control of *C. communis* through the regulation of seed bank size.

Key words: *Commelina communis* L.; seed; morphological characteristic; diversity; environmental factor

鸭跖草 (*Commelina communis* L.) 为鸭跖草科 (Commelinaceae) 鸭跖草属 (*Commelina*) 单子叶晚春型杂草, 严重危害玉米、水稻、小麦等作物, 与刺儿菜、苣荬菜并称“三菜”, 已演替为我国玉米田的主要恶性杂草, 严重威胁玉米的品质和产量^[1-2]。目前, 生产上有效防治鸭跖草的选择性除草剂匮乏, 广谱性除草剂莠去津、草甘膦等对其防效不佳。例如, 草甘膦的田间使用量已上升到推荐剂量的 16 倍以上^[3]; 我国吉林、辽宁和黑龙江部分地区的莠去津实际用量超过推荐剂量的 2.5 倍, 导致该区域鸭跖草对莠去津的敏感性降低, 部分地区鸭跖草已对莠去津产生非靶标抗药性, 增加了其防除难度^[4-5]。农业生产中农民长期单一、高剂量使用硝磺草酮, 造成辽宁省鸭跖草对硝磺草酮抗药性发生频率较高, 抗性倍数在 8.3 ~ 73.3 之间, 说明鸭跖草对硝磺草酮的抗性高^[6]。可见, 鸭跖草的防除已成为农业生产上亟待解决的问题之一。李学宏指出, 应根据鸭跖草的发生规律、苗龄大小和气候条件等因素选择最佳的防治时期和防治措施^[7]。咪唑乙烟酸对鸭跖草的防除效果与其叶龄有关, 叶龄愈大愈难防除, 大叶龄叶片厚度、上下表皮厚度、栅栏组织和海绵组织厚度、表

皮气孔密度、栅栏组织排列等叶片结构的变化增强了鸭跖草对咪唑乙烟酸的耐药性^[8]。郭书臣等指出, 在鸭跖草 2 ~ 4 叶期进行茎叶喷雾施药, 防治效果达 98.7% 以上^[9]。由此可见, 探明鸭跖草生物特征, 对开发有效防除鸭跖草的新措施十分必要。

种子性状 (种子长度、宽度、厚度、重量) 是植物个体适应生存环境的重要生物性特征, 反映了植物在生态系统中的适应性和生存策略, 决定了植物定殖、存活、传播扩散的能力。种子性状是由生长环境和遗传物质共同作用的结果, 地理位置、气候特征等环境因子的不同都可能导致种子性状的变化, 种子性状决定了在人类活动影响下植物繁衍种族的竞争能力^[10-12]。我国滨海湿地芦苇 [*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.] 种子长度、种子宽度、种形指数、长宽比、种子表面积、百粒重、结实率和产量之间存在紧密的相关关系, 且它们均存在显著的纬度变异规律, 种子数量与大小之间存在权衡关系, 是其适应滨海湿地环境和保持物种多样性的重要基础^[11]。韦晓敏等利用相关性分析和聚类分析法对 8 个居群的使君子 [*Combretum indicum* (L.) Jongkind] 进行了综合评

价,发现使君子种子形态特征与经度、纬度、海拔等密切相关^[13]。鸭跖草种子形态特征与环境因子的相关关系尚未见报道。因此,分析比较不同地区鸭跖草种子的形态特征,探究鸭跖草种子形态特征与环境因子间的关系,对于开发有效防除鸭跖草的生态措施十分重要。本研究以黑龙江、吉林、辽宁、河北、江苏、浙江、湖北和贵州 8 个省份的 46 个鸭跖草种群的种子为试验材料,测定其长度、宽度、厚度和百粒重等形态指标,采用相关性分析法、聚类分析法和主成分分析法确定鸭跖草种子的形态特征及其与环境因子之间的相关关系,并根据鸭跖草对不同地区和气候环境的适应性,将其划分成不同类群,阐明分类群与环境因子之间的相关关系,总结鸭跖草对环境的适应规律,探寻控制鸭跖草种子性状的最佳环境条件,以期通过降低鸭跖草种子库质量,达到防除鸭跖草的效果。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本研究所用的鸭跖草种群样本采自我国黑龙江、吉林、辽宁、河北、江苏、浙江、湖北和贵州 8 个省份,样本采集时间为 2016 年 6 月 3 日至 7 月 3 日,共采集 46 份样本。每个样本为该采集地五点取样的鸭跖草植株混合样本,分别剪取各种群生长状态良好且一致的单个茎节(具气生根)移栽至装有泥炭土 TS1 的盆钵中,1 盆移栽 1 段茎节,置于中国农业科学院植物保护研究所的温室内培养。在鸭跖草植株开花前,用尼龙网袋进行单株套袋处理,于 2016 年 8—10 月收集种子,种子通风阴干后室内储藏,用于开展本研究。样品采集地点(104°39'50"~127°27'40.90"E, 25°32'36"~50°15'15.28"N)详见表 1。根据中国气象网查询各地种子采集当年的年均降水量、年均气温等气候因子(表 1)。

1.2 鸭跖草种子形态指标测定方法

每个鸭跖草种群随机取 30 粒完好种子,用游标卡尺[世达工具(上海)有限公司]分别测量每粒种子的长度、宽度、厚度,并取平均值。本研究共计测量样本数为 $46 \times 30 = 1\,380$ 个。其中,种子

两端之间的最长距离测量值记为种子长度,mm;种子最宽的部位测量值记为种子宽度,mm;种子最厚的部位测量值记为种子厚度,mm。用天平[1/10 000 g,奥豪斯仪器(常州)有限公司]称取 100 粒大小均匀、发育状态一致的鸭跖草种子,重量记为百粒重(g),重复 3 次,取平均值。

1.3 数据统计

采用 Excel 2020 进行数据统计分析和变异系数计算,用 DPS 7.05 对试验数据进行聚类分析,使用 Origin 2024 对种子形态特征进行主成分分析,采用 SPSS 20.0 对测得的种子性状和环境因子进行皮尔逊相关性分析。

2 结果与分析

2.1 鸭跖草种子形态性状分析

46 个鸭跖草种群种子性状见表 2,鸭跖草种子长度为 2.33 mm(GZ-2)~4.08 mm(JL-11),宽度为 2.08 mm(HLJ-3、GZ-2)~2.82 mm(LN-4),厚度为 1.32 mm(GZ-2)~1.75 mm(LN-4),百粒重为 0.45 g(GZ-2)~1.09 g(HB-6),长宽比为 0.93(HLJ-2)~1.65(JL-11),宽厚比为 1.41(HJL-3)~1.80(HB-8)。其中,种群 GZ-2 种子的长度、厚度、百粒重均为最小值。对 46 个种群鸭跖草种子进行性状变异分析(表 3),发现鸭跖草种子各性状的变异幅度存在差异,6 个种子性状变异系数为 1.13%~17.84%。其中,百粒重的变异系数最大,为 17.84%,种子长度次之,长宽比的变异系数最小,仅为 1.13%,顺序依次为长宽比<宽厚比<种子厚度<种子宽度<种子长度<百粒重。由此可知,鸭跖草种子生物学性状种子长度、百粒重变异较大,差异最显著;种子宽度、种子厚度、宽厚比 3 个指标变异相对较小,说明鸭跖草种子在宽度和厚度这 2 个方面的变异表现比较稳定;长宽比变异最小,说明该性状在鸭跖草种群间的差异最小。

2.2 鸭跖草种子形态特征与环境因子相关性分析

将 46 个鸭跖草种子的形态特征与采集地的环境因子进行相关性分析,结果表明,鸭跖草种子形

表 1 46 个鸭跖草种群采集地信息
Table 1 Information on collection sites of 46 *C. communis* L. populations

种群	采集地点	经纬度	年均降水量 (mm)	年均气温 (℃)	莠去津 用药历史
HLJ-1	黑龙江省黑河市嫩江县农业局试验基地	125°12'33.65"E,49°10'36.95"N	755.2	4.0	约 35 年
HLJ-2	黑龙江省黑河市五大连池农业技术推广中心试验基地	126°10'31.50"E,48°30'34.22"N	755.2	4.0	约 35 年
HLJ-3	黑龙江省黑河市北安农业技术推广中心试验基地	126°45'38.23"E,47°46'4.28"N	755.2	4.0	约 35 年
HLJ-4	黑龙江省黑河市北安赵光农场	126°43'59.73"E,48°34'6.35"N	755.2	4.0	约 35 年
HLJ-5	黑龙江省农业科学院黑河分院试验地	127°27'40.90"E,50°15'15.28"N	755.2	4.0	约 35 年
JL-1	吉林省四平市伊通满族自治县西苇镇民主村	125°12'30"E,43°19'57"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-2	吉林省四平市伊通满族自治县西苇镇红光村	125°18'10"E,43°12'25"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-3	吉林省四平市伊通满族自治县靠山镇庄家村	125°3'38"E,43°2'14"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-4	吉林省四平市伊通满族自治县黄岭子镇莽丈村	124°5'91"E,43°24'43"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-5	吉林省四平市伊通满族自治县伊通镇	125°18'52"E,43°20'25"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-6	吉林省通化市农业科学研究院试验基地	125°8'1"E,42°6'19"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-7	吉林省辽源市东丰县	125°46'56"E,42°7'7"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-8	吉林省辽源市东辽县	124°9'7"E,42°9'25"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-9	吉林省通化市柳河县	125°7'9"E,42°33'18"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-10	吉林省通化市辉南县	126°43'59"E,42°47'7"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-11	吉林省吉林市磐石市	126°1'51"E,42°8'19"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-12	吉林省四平市公主岭市黑林子镇	124°42'13"E,43°38'43"N	669.2	6.8	约 35 年
JL-13	吉林省农业科学院试验地	123°49'31"E,43°31'45"N	669.2	6.8	约 35 年
LN-1	辽宁省铁岭市银州区牛岗子村	123°48'E,42°14'N	700.0	6.3	约 35 年
LN-2	辽宁省铁岭市银州区前八里村	123°48'53"E,42°15'24"N	700.0	6.3	约 35 年
LN-3	辽宁省丹东市凤城市草河区保卫村	124°6'45"E,40°28'19"N	700.0	6.3	约 35 年
LN-4	辽宁省丹东市凤城市大堡蒙古族乡三官村	124°15'24"E,40°35'33"N	700.0	6.3	约 35 年
LN-5	辽宁省丹东市凤城市宝山镇大营子村	123°53'5"E,40°23'30"N	700.0	6.3	约 35 年
LN-6	辽宁省锦州市农业科学院试验地	121°10'16"E,41°9'3"N	700.0	6.3	约 35 年
LN-7	辽宁省阜新市阜新蒙古族自治县阜新镇桃李村	121°43'57"E,42°7'50"N	700.0	6.3	约 35 年
LN-8	辽宁省阜新市彰武县大四家子镇扎兰村	122°55'15"E,42°32'2"N	700.0	6.3	约 35 年
LN-9	辽宁省锦州市黑山县黑山镇北关村	122°11'38"E,41°7'10"N	700.0	6.3	约 35 年
HB-1	河北省邯郸市农业科学院试验地	114°31'27"E,36°33'25"N	648.1	13.2	约 30 年
HB-2	河北省唐山市农业科学院试验地	118°2'15"E,39°34'37"N	648.1	13.2	约 30 年
HB-3	河北省唐山市迁西县	118°18'27"E,40°8'24"N	648.1	13.2	约 30 年
HB-4	河北省唐山市迁安市野鸡坨镇大杨官营村	118°40'43"E,39°54'3"N	648.1	13.2	未使用
HB-5	河北省唐山市迁西县兴城镇田庄村	118°20'5"E,40°6'21"N	648.1	13.2	未使用
HB-6	河北省秦皇岛市昌黎县两山乡两山村	119°11'36"E,39°44'50"N	648.1	13.2	约 30 年
HB-7	河北省秦皇岛市青龙满族自治县隔河头乡花果山村	119°21'3"E,40°7'39"N	648.1	13.2	约 30 年
HB-8	河北省承德市平泉市农业局试验地	118°40'4"E,40°59'32"N	648.1	13.2	约 30 年
HB-9	河北北方学院试验地	114°55'7"E,40°40'3"N	648.1	13.2	约 30 年
HHB-1	湖北省十堰市竹山县城关镇虎山村	110°15'31"E,32°14'14"N	1 200.7	16.7	约 20 年
HHB-2	湖北省武汉市江夏区纸坊街道龚家铺村	114°15'30"E,30°24'37"N	1 200.7	16.7	约 20 年
HHB-3	湖北省武汉市江夏区金水农场	114°7'4"E,30°17'45"N	1 200.7	16.7	约 20 年
JS-10	江苏省南京市六合区竹镇仇庄村	118°43'12"E,32°31'35"N	1 294.1	17.1	未记载使用
ZJ-1	浙江省杭州市富阳区	119°57'19"E,30°3'5"N	1 266.0	18.6	零星使用

表 1(续)
Table 1 (Continued)

种群	采集地点	经纬度	年均降水量 (mm)	年均气温 (℃)	莠去津 用药历史
GZ - 1	贵州省安顺市平坝县白云镇	106°14'3"E,26°21'31"N	987. 4	16. 9	零星使用
GZ - 2	贵州省安顺市普定县马关镇	105°45'8"E,26°13'25"N	987. 4	16. 9	零星使用
GZ - 6	贵州省六盘水市盘县大山镇	104°39'50"E,25°32'36"N	987. 4	16. 9	零星使用
GZ - 9	贵州省安顺市平坝县十字乡	106°13'23"E,26°28'31"N	987. 4	16. 9	零星使用
GZ - 10	贵州省黔东南苗族侗族自治州麻江县谷硐镇景阳村	107°28'43"E,26°31'21"N	987. 4	16. 9	零星使用

注: 喷施药剂均为莠去津, 均采用土壤封闭处理。

表 2 46 个鸭跖草种群种子形态特征
Table 2 Seed morphological characteristics of 46 *C. communis* L. populations

种群	种子长度 (mm)	种子宽度 (mm)	种子厚度 (mm)	百粒重 (g)
HLJ - 1	2. 58 ± 0. 38qrsLMNOP	2. 37 ± 0. 16jklmnGHIJK	1. 65 ± 0. 12abcdBCDE	0. 66 ± 0. 01mnoIJKL
HLJ - 2	2. 38 ± 0. 33rsP	2. 57 ± 0. 14bcdefghGHIJK	1. 66 ± 0. 09abcABC	0. 78 ± 0. 08jklmnFGHIJK
HLJ - 3	2. 97 ± 0. 56ijklmnopFGHIJKL	2. 08 ± 0. 38qM	1. 48 ± 0. 21hijklFGHIJK	0. 66 ± 0. 03mnoIJKL
HLJ - 4	2. 60 ± 0. 24qrsLMNOP	2. 55 ± 0. 12bcdefghiBCDEFG	1. 64 ± 0. 08abcdBCDEF	0. 80 ± 0. 08hijklmEFGHIJK
HLJ - 5	2. 96 ± 0. 30ijklmnopFGHIJKL	2. 40 ± 0. 13hijklmnFGHIJ	1. 48 ± 0. 14hijklFGHIJK	0. 77 ± 0. 01jklmnGHIJK
JL - 1	3. 21 ± 0. 43defghijklDEFGHIJ	2. 53 ± 0. 15bcdefghijkBCDEFGH	1. 50 ± 0. 12efghijklCDEFGHIJK	0. 81 ± 0. 05ghijklDEFGHIJK
JL - 2	2. 89 ± 0. 40lmnopqGHIJKLM	2. 38 ± 0. 30ijklmnGHIJ	1. 62 ± 0. 13bcdefgABCDEFG	0. 83 ± 0. 01efghijklCDEFGHIJK
JL - 3	3. 66 ± 0. 62beB	2. 49 ± 0. 38efghijkBCDEFGHI	1. 48 ± 0. 23hijklFGHIJK	0. 84 ± 0. 03efghijklCDEFGHIJ
JL - 4	2. 87 ± 0. 31mnopqHIJKLMN	2. 47 ± 0. 15fghijklBCDEFGHI	1. 63 ± 0. 09abcdefABCDEFG	0. 91 ± 0. 08bcdefghijABCDEFG
JL - 5	3. 26 ± 0. 44defghijkCDEFGHI	2. 67 ± 0. 35abcdABCD	1. 66 ± 0. 16abcABC	0. 93 ± 0. 01bcdefhiABCDEFG
JL - 6	2. 83 ± 0. 55opqJKLMNO	2. 63 ± 0. 41bcdefgABCDE	1. 59 ± 0. 22bcdefghiABCDEFGHI	0. 72 ± 0. 01lmnHIJKL
JL - 7	3. 23 ± 0. 47defghijkDEFGHIJ	2. 67 ± 0. 16abcdABCD	1. 61 ± 0. 12bcdefgABCDEFG	0. 98 ± 0. 04abcdABCDE
JL - 8	3. 130 ± 0. 53fghijklmnopDEFGHIJ	2. 26 ± 0. 36nopJKLM	1. 48 ± 0. 25ghijklEFGHIJK	0. 85 ± 0. 05defghijklCDEFGHI
JL - 9	3. 28 ± 0. 46defghijkCDEFGHI	2. 69 ± 0. 30abABC	1. 68 ± 0. 14abAB	1. 05 ± 0. 01abAB
JL - 10	3. 38 ± 0. 55cdefghBCDEF	2. 42 ± 0. 41hijklmnEFGHIJ	1. 63 ± 0. 14abcdefABCDEFG	0. 94 ± 0. 02bcdefghiABCDEFG
JL - 11	4. 08 ± 0. 86aA	2. 47 ± 0. 26efghijkBCDEFGHIJ	1. 55 ± 0. 30bcdefghijkBCDEFGHI	0. 88 ± 0. 02cdefghijkBCDEFGH
JL - 12	2. 85 ± 0. 54nopqIJKLMN	2. 53 ± 0. 24bcdefghijkBCDEFGH	1. 50 ± 0. 15efghijklCDEFGHIJK	0. 81 ± 0. 09ghijklDEFGHIJK
JL - 13	3. 73 ± 0. 63bAB	2. 70 ± 0. 26abAB	1. 56 ± 0. 21bcdefghijBCDEFGHI	0. 94 ± 0. 02bcdefghABCDEFG
LN - 1	2. 99 ± 0. 03hijklmnopFGHIJKL	2. 65 ± 0. 16bedeABCDE	1. 63 ± 0. 10abcdefABCDEFG	0. 94 ± 0. 10bcdefgABCDEFG
LN - 2	3. 22 ± 0. 57defghijklDEFGHIJ	2. 57 ± 0. 29bcdefghBCDEFG	1. 50 ± 0. 21efghijklCDEFGHIJK	0. 82 ± 0. 07fghijklCDEFGHIJK
LN - 3	3. 20 ± 0. 53efghijklDEFGHIJ	2. 68 ± 0. 16abcABCD	1. 66 ± 0. 23abcABCD	0. 97 ± 0. 02abcdeABCDE
LN - 4	2. 97 ± 0. 55ijklmnopFGHIJKL	2. 82 ± 0. 16aA	1. 75 ± 0. 11aA	0. 97 ± 0. 02abcdeABCDE
LN - 5	3. 53 ± 0. 37bcdBC	2. 61 ± 0. 38bcdefgABCDEF	1. 53 ± 0. 17cdefghijkBCDEFGHIJ	0. 80 ± 0. 02ijklmEFGHIJK
LN - 6	2. 94 ± 0. 37klmnopGHIJKL	2. 53 ± 0. 22bcdefghijkBCDEFGH	1. 48 ± 0. 16ghijklDEFGHIJK	0. 77 ± 0. 02jklmnFGHIJK
LN - 7	3. 31 ± 0. 44defghCDEFG	2. 48 ± 0. 37efghijkBCDEFGHI	1. 57 ± 0. 19bcdefghijBCDEFGHI	0. 89 ± 0. 05cdefghijkBCDEFGH
LN - 8	3. 52 ± 0. 45bedeBC	2. 64 ± 0. 18bcdefABCDE	1. 52 ± 0. 16defghijkBCDEFGHIJ	1. 00 ± 0. 10abcABC
LN - 9	3. 27 ± 0. 35defghijCDEFGHI	2. 53 ± 0. 30bcdefghijkBCDEFGH	1. 63 ± 0. 17abcdeABCDEF	0. 99 ± 0. 03abcABCD
HB - 1	2. 93 ± 0. 32klmnopGHIJKL	2. 31 ± 0. 30lmnoHIJKL	1. 57 ± 0. 17bcdefghijBCDEFGHI	0. 80 ± 0. 04ijklmEFGHIJK
HB - 2	3. 17 ± 0. 45fghijklmnDEFGHIJ	2. 57 ± 0. 21bcdefghBCDEFG	1. 61 ± 0. 20bcdefgABCDEFG	0. 84 ± 0. 02efghijklCDEFGHIJK
HB - 3	2. 97 ± 0. 40ijklmnopFGHIJKL	2. 56 ± 0. 13bcdefghBCDEFG	1. 60 ± 0. 14bcdefghABCDEFGH	0. 93 ± 0. 10bcdefghiABCDEFG

表 2(续)
Table 2 (Continued)

种群	种子长度 (mm)	种子宽度 (mm)	种子厚度 (mm)	百粒重 (g)
HB-4	3.19 ± 0.41fghijklmDEFGHIJ	2.54 ± 0.18bcdefghijBCDEFG	1.44 ± 0.17jklmnHIJKL	0.82 ± 0.02fghijklCDEFGHIJK
HB-5	3.19 ± 0.48fghijklmDEFGHIJ	2.57 ± 0.15bcdefghBCDEFG	1.59 ± 0.12bcdefghiABCDEFGHI	0.89 ± 0.01cdefghijkBCDEFGH
HB-6	3.26 ± 0.43defghijkCDEFGHI	2.70 ± 0.16abAB	1.68 ± 0.11abAB	1.09 ± 0.12aA
HB-7	3.29 ± 0.31defghiCDEFGH	2.16 ± 0.13opqKLM	1.34 ± 0.14noKL	0.56 ± 0.01opLMN
HB-8	3.75 ± 0.35bAB	2.56 ± 0.16bcdefghBCDEFG	1.42 ± 0.23klmnoIJKL	0.76 ± 0.01klmnGHIJK
HB-9	3.45 ± 0.49cdefBCDE	2.51 ± 0.21cdefghijkBCDEFGH	1.46 ± 0.27ijklmGHIJKL	0.83 ± 0.01efghijklCDEFGHIJK
HHB-1	3.05 ± 0.15hijklmnopEFGHIJK	2.38 ± 0.06ijklmnFGHIJ	1.54 ± 0.19cdefghijkBCDEFGHIJ	0.71 ± 0.02lmnHIJKL
HHB-2	2.96 ± 0.36jklmnopFGHIJKL	2.28 ± 0.18mnopIJKLM	1.55 ± 0.21bcdefghijkBCDEFGHI	0.65 ± 0.04noKLM
HHB-3	2.81 ± 0.34opqJKLMNO	2.50 ± 0.20defghijkBCDEFGHI	1.61 ± 0.18bcdefghABCDEFGHI	0.76 ± 0.02jklmnGHIJK
JS-10	3.21 ± 0.44defghijkIDEFHIJ	2.54 ± 0.23bcdefghijBCDEFG	1.59 ± 0.23bcdefghiABCDEFGHI	0.96 ± 0.12abcdefABCDEF
ZJ-1	2.66 ± 0.43pqrKLMNOP	2.36 ± 0.16klmnGHIJK	1.58 ± 0.13bcdefghiABCDEFGHI	0.66 ± 0.03mnoIJKL
GZ-1	2.50 ± 0.12rsMNOP	2.15 ± 0.20opqLM	1.34 ± 0.15mnoKL	0.49 ± 0.07pMN
GZ-2	2.33 ± 0.27sP	2.08 ± 0.25qM	1.32 ± 0.08oL	0.45 ± 0.06pN
GZ-6	2.45 ± 0.20rsOP	2.14 ± 0.09pqLM	1.38 ± 0.03lmnoJKL	0.56 ± 0.02opLMN
GZ-9	2.48 ± 0.53rsNOP	2.36 ± 0.16klmnGHIJK	1.60 ± 0.18bcdefghABCDEFGHI	0.67 ± 0.27mnoIJKL
GZ-10	3.10 ± 0.44ghijklmnopEFGHIJ	2.45 ± 0.19ghijklmDEFGHIJ	1.50 ± 0.10fghijklCDEFGHIJK	0.65 ± 0.04noKLM

注:同列数据后不同小写、大写字母分别表示在 0.05、0.01 水平上差异显著。

表 3 46 个鸭跖草种群种子形态特征变异分析

Table 3 Analysis on variation coefficients of seed morphological characteristics of 46 *C. communis* L. populations

表观性状	极大值	极小值	极差	均值	标准差	变异系数 (%)
种长(mm)	4.08	2.33	1.75	3.08	0.38	12.26
种宽(mm)	2.82	2.08	0.75	2.48	0.18	7.07
种厚(mm)	1.75	1.32	0.44	1.55	0.10	6.28
长宽比	1.65	0.93	0.73	1.24	0.14	1.13
宽厚比	1.80	1.41	0.40	1.60	0.09	5.66
百粒重(g)	1.09	0.45	0.64	0.81	0.18	17.84

态特征之间存在不同程度的相关性(表 4)。其中,种子长度与种子宽度、百粒重,种子宽度与种子厚度、百粒重,种子厚度与百粒重之间均存在极显著正相关;以种子长宽比、宽厚比表征种子形态,发现种子形态与种子长度和宽度之间存在极显著正相关,与种子厚度之间存在显著负相关。从地理因子角度分析,经度与种子宽度、厚度和百粒重之间存在极显著正相关,与种子长度存在显著正相关;纬度与种子宽度、百粒重存在极显著的正相关,与种子长度、厚度存在显著正相关,说明种子长度、宽度和厚度随经纬度从低到高逐渐变

长、变宽、变厚,鸭跖草种子存在从南到北逐渐变大的趋势。从用药历史角度分析,用药历史与种子厚度、百粒重存在极显著正相关,与种子长度、宽度存在显著正相关,说明持续单一使用莠去津使鸭跖草种子变大,以应对莠去津胁迫。从气候角度分析,鸭跖草种子的形态特征与采集地年均降水量和年均气温呈负相关,其中年均降水量与种子长度、宽度、百粒重之间存在极显著负相关,年均气温与种子宽度、厚度存在显著负相关,与百粒重呈极显著负相关。说明年均降水量越大,年均气温越高,种子长度、宽度和厚度越小,种子越小。

表 4 鸭跖草种子形态特征与环境因子相关性分析

Table 4 Correlation analysis between seed morphological characteristics of *C. communis* L. populations and environmental factors

指标	相关系数										
	种子长度	种子宽度	种子厚度	百粒重	长宽比	宽厚比	经度	纬度	用药历史	年均降水量	年均气温
种子长度	1.00										
种子宽度	0.43 **	1.00									
种子厚度	0.02	0.65 **	1.00								
百粒重	0.55 **	0.80 **	0.68 **	1.00							
长宽比	0.82 **	-0.16	-0.37 *	0.10	1.00						
宽厚比	0.52 **	0.53 **	-0.30 *	0.24	0.21	1.00					
经度	0.37 *	0.49 **	0.48 **	0.59 **	0.13	0.09	1.00				
纬度	0.32 *	0.40 **	0.34 *	0.49 **	0.12	0.13	0.91 **	1.00			
用药历史	0.34 *	0.35 *	0.38 **	0.46 **	0.17	0.01	0.72 **	0.75 **	1.00		
年均降水量	-0.41 **	-0.41 **	-0.15	-0.48 **	-0.21	-0.36 *	-0.59 **	-0.72 **	-0.62 **	1.00	
年均气温	-0.25	-0.33 *	-0.31 *	-0.43 **	-0.08	-0.06	-0.87 **	-0.90 **	-0.73 **	0.66 **	1.00

注: *、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上差异显著。

2.3 鸭跖草种子形态特征聚类分析

依据鸭跖草种子形态指标种子长度、种子宽度、种子厚度、百粒重,采用非加权组平均数法(unweighted pair - group method with arithmetic averaging, UPGMA)对 46 个鸭跖草种群进行聚类分析。如图 1 所示,在聚类阈值为 0.82 时,46 个鸭跖草种群可划分为 2 个类群。第一类群包括 GZ - 1、GZ - 2、GZ - 6、GZ - 9、HLJ - 1、HLJ - 2、HLJ - 4 和 ZJ - 1,共 8 个种群,种子长度为 2.33 ~ 2.66 mm,种子宽度为 2.08 ~ 2.57 mm,种子厚度为 1.32 ~ 1.66 mm,百粒重为 0.45 ~ 0.80 g,该类群鸭跖草主要来自我国南方地区,其长宽比为 0.93 ~ 1.16,宽厚比为 1.44 ~ 1.60,形态上近圆形;第二类群包括 GZ - 10、HB - 1、HB - 2、HB - 3、HB - 4、HB - 5、HB - 6、HB - 7、HHB - 1、HHB - 2、HHB - 3、HLJ - 3、HLJ - 5、JL - 1、JL - 10、JL - 12、JL - 2、JL - 4、JL - 5、JL - 6、JL - 7、JL - 8、JL - 9、JS - 10、LN - 1、LN - 2、LN - 3、LN - 4、LN - 6、LN - 7、LN - 9、HB - 8、HB - 9、JL - 11、JL - 13、JL - 3、LN - 5 和 LN - 8,共 38 个种群,种子长度为 2.81 ~ 4.08 mm,种子宽度为 2.08 ~ 2.82 mm,种子厚度为 1.34 ~ 1.75 mm,百粒重为 0.56 ~ 1.09 g,该类群鸭跖草主要来自我国北方地区,其长宽比为 1.05 ~ 1.65,宽厚比为 1.41 ~ 1.80,与第一

类群相比,该类群种子更狭长,近椭圆形,略厚。

2.4 鸭跖草种子形态特征主成分分析

对 46 个鸭跖草种群进行了主成分分析(图 2),得到了 2 个主成分因子。主成分 1 的方差贡献率为 66.0%,种子宽度、种子厚度和百粒重对主成分 1 正向影响最大,因此主成分 1 可代表种子宽度、种子厚度和百粒重;主成分 2 的方差贡献率为 24.6%,其中种子长度对主成分 2 的正向影响最大,因此主成分 2 可代表种子长度。2 个主成分的累计贡献率达 90.6%,基本能反映初始指标的大部分信息。主成分分析将 46 个鸭跖草种群划分为 2 个类群:第一类群包括 GZ - 1、GZ - 2、GZ - 6、GZ - 9、HLJ - 1、HLJ - 2、HLJ - 4 和 ZJ - 1,共 8 个种群;第二类群包括 GZ - 10、HB - 1、HB - 2、HB - 3、HB - 4、HB - 5、HB - 6、HB - 7、HHB - 1、HHB - 2、HHB - 3、HLJ - 3、HLJ - 5、JL - 1、JL - 10、JL - 12、JL - 2、JL - 4、JL - 5、JL - 6、JL - 7、JL - 8、JL - 9、JS - 10、LN - 1、LN - 2、LN - 3、LN - 4、LN - 6、LN - 7、LN - 9、HB - 8、HB - 9、JL - 11、JL - 13、JL - 3、LN - 5 和 LN - 8,共 38 个种群。如图 2 所示,第一类群的样本点均分布在第三象限,表明第一类群的鸭跖草种子偏小,第二类群的样本点在 4 个象限中均有分布,但是大多分布在第一、四象限,说明第二类群的鸭跖

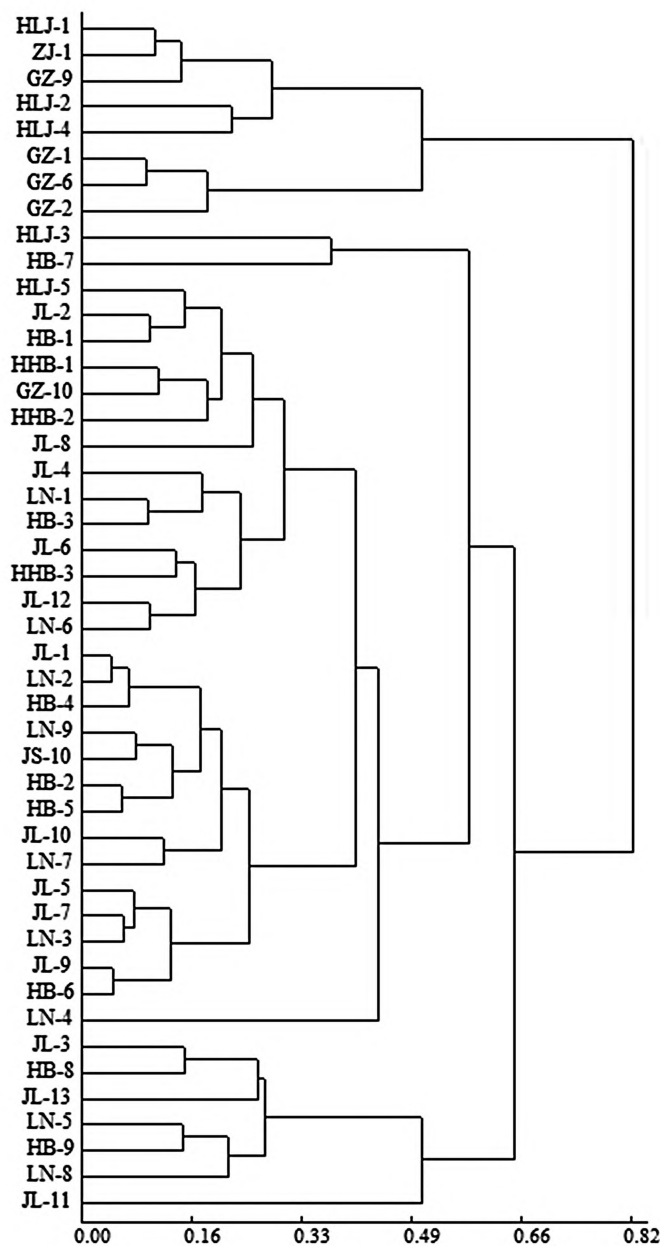


图 1 46 个鸭跖草种群种子形态特征聚类图

Fig.1 Cluster of seeds morphological characteristics among 46 *C. communis* L. populations

草种子偏大, 近椭圆形。该结果与聚类分析结果一致。

3 结论与讨论

鸭跖草在我国分布广泛, 其种子为棕褐色, 蒴果为椭圆形, 严重危害玉米、大豆等作物, 现有除草剂对其防效不佳, 因此对其种子性状进行分析, 可为根据种子性状开发有效防除鸭跖草新措施提供理论支持。本研究通过对 8 个省份 46 个鸭跖草

种群的种子性状进行分析, 发现鸭跖草种子的长度、宽度、厚度、长宽比、宽厚比和百粒重 6 个性状均存在不同程度的变异, 变异系数最大的为种子长度, 最小的为长宽比。聚类分析和主成分分析将 46 个鸭跖草种群划分为 2 个类群, 第一类群包括 8 个种群, 种群采集地主要是南方地区; 第二类群包括 38 个种群, 主要来自河北省、吉林省、黑龙江省、辽宁省等北方地区, 两大类群之间存在明显

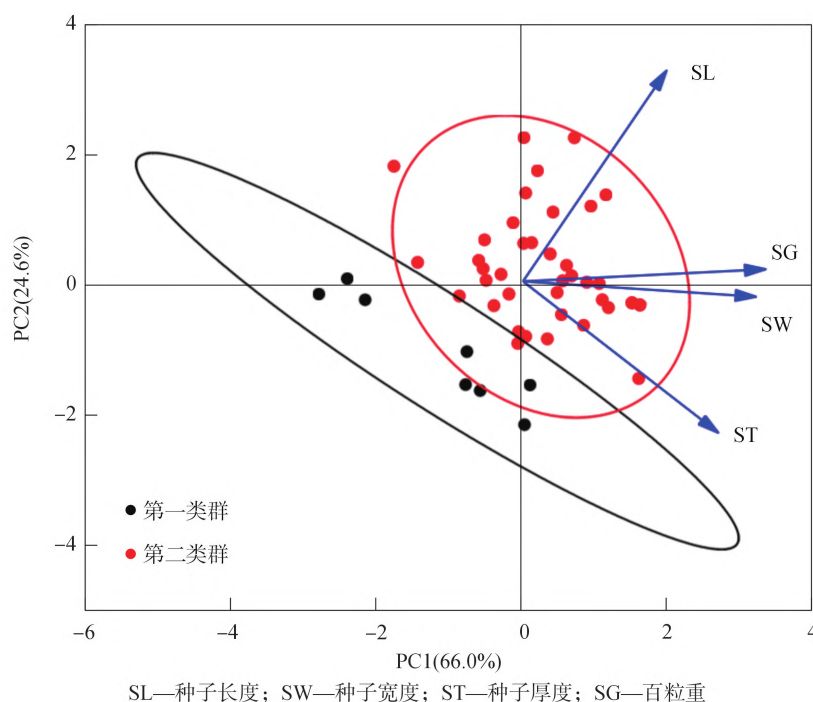


图2 46 个鸭跖草种群种子形态特征 PCA 图

Fig. 2 PCA map of seeds morphological characteristics among 46 *C. communis* L. populations

的地域差异。第一类群的种子长度、宽度、厚度小于第二类群,鸭跖草种子呈现“南方小,北方大”的南北差异。Moles 等报道长寿命的种子有偏小的趋势^[14]。小型种子有助于鸭跖草种子更高频率、更广范围的传播。Thompson 等的研究表明,球形或接近球形的繁殖体往往可以形成持久的土壤种子库^[15]。本研究中,相较于第二类群,第一类群的鸭跖草种子更小,更接近球形,由此可见,南方地区鸭跖草种群可能更易形成长寿命的土壤种子库。对于南方地区,阻止鸭跖草长寿命种子库的建成十分必要,如采用旋耕或翻耕等耕作强度较大的方式,可减缓种子库形成的速度。

值得关注的是,在种子较小的第一类群中,除采自南方地区的种群之外,还存在 3 个黑龙江省的鸭跖草种群;在种子较大的第二类群中,除采自北方地区的种群之外,还有 3 个湖北省种群、1 个贵州省种群和 1 个江苏省种群也被归类于该类群。该现象出现的可能原因如下:一是样本量少,导致最后聚类结果出现偏倚。本研究仅为初步研究,对于南北方鸭跖草取样量较少且未能涵盖我国南北方所有省份,后续研究中应增加样本采集量及样本采集地点。二是环境改变导致种子性状

改变。李晓凤研究发现,来自东部沙地的沙蓬种子粒径较大的植株收获的种子受环境影响较大^[16]。本研究中鸭跖草种群的采集地与试验地环境条件不同,环境改变可能是导致种子性状变化的原因,但两者之间是否存在必然的联系及环境因素对种子性状的影响力大小仍需进一步探究。三是长期除草剂选择压下,部分南方鸭跖草种群的种子变大,从而聚类到种子较大的类群。除草剂长期大量使用导致杂草抗药性产生,杂草种群对除草剂产生抗药性也与其种子形态和生理性状(大小、发芽速度、种子休眠和幼苗活力发生)的改变密切相关^[17-21]。多花黑麦草(*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*)对唑啉草酯的抗药性,对唑啉草酯、禾草灵和甲基二磺隆的多抗性均与其百粒重呈显著正相关^[22]。双雄雀麦(*Bromus diandrus* Roth.)、野燕麦(*Avena fatua* L.)和大麦草(*Hordeum secalinum*)3 种杂草对除草剂的抗药性与种子大小和休眠特性密切相关,相比未使用除草剂的田块,有 5 年以上除草剂使用历史的田块上述杂草种子更大,休眠特性更强^[23]。本研究中黑龙江省、吉林省、辽宁省和河北省等北方地区的莠去津用药历史普遍在 30 年以上,湖北省莠去津

使用历史约为 20 年,莠去津使用年限较长的种群聚类为种子较大的北方类群;贵州省莠去津使用历史较短,仅零星使用,使用年限较短的种群聚类为种子较小的南方类群。前期研究表明,鸭跖草对莠去津的抗药性水平从地理分布上呈由南向北增加的趋势^[2]。由此可见,我国鸭跖草种子对莠去津的抗性水平可能与其种子大小有一定的关系。然而,不同地理种群鸭跖草对除草剂的抗药性是否与种子形态相关有待进一步明确。此外,由于最初取样时未统计各采集地植株营养体数量,因此,本研究为减小取样数量对试验结果的影响,采取随机挑取鸭跖草种子进行测量的方法,为了进一步验证研究结果的有效性和可靠性,笔者在后续深入研究时会改进取样方法,以便更加全面地反映鸭跖草种子性状的实际情况。

参考文献:

- [1] 李香菊. 近年我国农田杂草防控中的突出问题与治理对策[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 77–84.
- [2] 杨娟, 于海燕, 李香菊, 等. 不同地理种群鸭跖草 *Commelina communis* L. 对莠去津的耐受性[J]. 植物保护, 2019, 45(1): 174–180.
- [3] Ulloa S M, Owen M D K. Response of Asiatic dayflower (*Commelina communis*) to glyphosate and alternatives in soybean[J]. Weed Science, 2009, 57(1): 74–80.
- [4] Yang J, Yu H Y, Cui H L, et al. High antioxidant ability confer resistance to atrazine in *Commelina communis* L. [J]. Plants, 2021, 10(12): 2685.
- [5] Yang J, Yu H Y, Cui H L, et al. PsbA gene over-expression and enhanced metabolism conferring resistance to atrazine in *Commelina communis* [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2022, 188: 105260.
- [6] 辛家玉, 白天朗, 王佳弘, 等. 鸭跖草对硝磺草酮的抗药性水平及非靶标抗药性[J]. 农药, 2022, 61(12): 931–936.
- [7] 李学宏. 恶性杂草鸭跖草的危害与防除[J]. 陕西农业科学, 2012, 58(4): 266–267, 273.
- [8] 马红, 关成宏, 陶波. 不同叶龄鸭跖草对咪唑乙烟酸的耐药性[J]. 植物保护学报, 2009, 36(5): 450–454.
- [9] 郭书臣, 王亚南, 岳瑾, 等. 延庆县玉米田鸭跖草发生特点及其化学防除技术初探[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(12): 35–38.
- [10] 陈萍萍, 黄松涛, 于海燕, 等. 一种快速预测莠去津对鸭跖草防治效果的方法[J]. 杂草学报, 2022, 40(4): 77–82.
- [11] 王昊羽, 全川, 黄佳芳, 等. 中国滨海沼泽湿地芦苇种子功能性状的纬度梯度变异[J]. 应用生态学报, 2022, 33(12): 3294–3302.
- [12] 刘远瞻, 徐晓, 刘浩, 等. 中国滨海盐沼互花米草和芦苇叶片功能性状的纬度梯度变异[J]. 复旦学报(自然科学版), 2020, 59(4): 381–389.
- [13] 韦晓敏, 吴芳蕾, 林青青, 等. 不同来源使君子果实、种子形态特征与环境因子的相关性[J]. 亚太传统医药, 2022, 18(11): 49–53.
- [14] Moles A T, Falster D S, Leishman M R, et al. Small-seeded species produce more seeds per square metre of canopy per year, but not per individual per lifetime[J]. Journal of Ecology, 2004, 92(3): 384–396.
- [15] Thompson K, Green A, Jewels A M. Seeds in soil and worm casts from a neutral grassland [J]. Functional Ecology, 1994, 8(1): 29.
- [16] 李晓凤. 沙蓬自然群体种子大小变异的环境决定因素[D]. 北京: 中国科学院大学, 2022.
- [17] Darmency H, Colbach N, le Corre V. Relationship between weed dormancy and herbicide rotations: implications in resistance evolution[J]. Pest Management Science, 2017, 73(10): 1994–1999.
- [18] Maity A, Singh V, Martins M B, et al. Species identification and morphological trait diversity assessment in ryegrass (*Lolium* spp.) populations from the Texas Blackland Prairies[J]. Weed Science, 2021, 69(3): 379–392.
- [19] Nandula V K, Poston D H, Reddy K N. Seed germination differences between glyphosate-resistant and -susceptible Italian ryegrass populations[J]. Seed Technology, 2009, 31(2): 123–133.
- [20] Owen M J, Goggin D E, Powles S B. Intensive cropping systems select for greater seed dormancy and increased herbicide resistance levels in *Lolium rigidum* (annual ryegrass) [J]. Pest Management Science, 2015, 71(7): 966–971.
- [21] Owen M J, Martinez N J, Powles S B. Herbicide resistance in *Bromus* and *Hordeum* spp. in the Western Australian grain belt [J]. Crop and Pasture Science, 2015, 66(5): 466.
- [22] Maity A, Singh V, Jessup R, et al. Seed traits correlate with herbicide resistance in Italian ryegrass (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*) [J]. Pest Management Science, 2021, 77(6): 2756–2765.
- [23] Maity A, Lujan R R, Khalil Y, et al. Concurrent evolution of seed dormancy and herbicide resistance in field populations of dominant weed species in Western Australian cropping systems[J]. Weed Science, 2022, 70(3): 309–318.



苏垦生化
SF BIO-CHEMICAL

公司简介

江苏省农垦生物化学有限公司是国家定点农药加工生产企业，拥有20年为国际农药企业提供各种农药的生产、服务经验，以独具特色的服务和理念，赢得了市场的青睐。

坚持客户至上 以客户为关注焦点

承接各种农药剂型的加工、分装业务

we aim to be
a leader in
our industry

先进的服务理念 | 一流的生产设施 | 优秀的服务团队 | 科学的管理体系
严格的质量控制 | 生产安全和环境保护 | 优越的地理环境 | 良好的市场信誉

一流产品 一流质量 一流服务

为新老客户提供最优质的产品和服务



苏垦生化
SF BIO-CHEMICAL

地址：南京市六合区长芦镇南京化学工业
园区赵丰路19号

邮编：210000

电话：025-58392246, 58392885

传真：025-58393250

邮箱：k-biochem@163.com