

盐碱地油莎豆除草剂品种筛选及安全性评价

赵琦琦¹, 郭玉静², 于梦斐³, 王颖³, 高文伟¹, 张斌^{4*} (1.新疆农业大学农学院, 新疆乌鲁木齐 830000; 2.湖南大学研究生院隆平分院, 湖南长沙 410125; 3.曲阜师范大学生命科学学院, 山东曲阜 273165; 4.山东省农业科学院农作物种质资源研究所, 山东济南 250100)

摘要 为筛选适宜盐碱地大田的油莎豆专用除草剂, 以自选油莎豆新品种—鲁油莎 1 号为试验材料, 通过大田药效筛选试验, 分析了不同种类除草剂对田间油莎豆安全性、杂草危害级别、防除效果及产量的影响。结果表明, 对盐碱地油莎豆安全性最高、防除效果最好的为苗前除草剂二甲戊灵及苗后除草剂扑草净、高效氟吡甲禾灵。

关键词 油莎豆; 除草剂; 安全性; 防除效果; 产量

中图分类号 S482.4 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)02-0155-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2023.02.039



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Screening and Safety Evaluation of Herbicide Varieties in Saline-alkali Field of *Cyperus esculentus*

ZHAO Qi-qi¹, GUO Yu-jing², YU Meng-fei³ et al (1. College of Agriculture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830000; 2. Longping Branch, Graduate School of Hunan University, Changsha, Hunan 410125; 3. College of Life Sciences, Qufu Normal University, Qufu, Shandong 273165)

Abstract In order to screen special herbicide suitable for field use, a self-selected variety of Luyousha No.1, was used as the test material, and the effects of different herbicides on field safety, weed hazard level, control effect and yield of *Cyperus esculentus* were analyzed through the field efficacy screening tests. From 11 kinds of herbicides, the pre-seedling and post-seedling herbicides with the highest safety and the best control effect were selected as pendimethamine, prometryn and highly effective fluprimetrol.

Key words *Cyperus esculentus*; Herbicide; Safety; Control effect; Yield

油莎豆(*Cyperus esculentus*)属于莎草科莎草属多年生作物,生产上为一年生作物,其块茎富含油脂、蛋白质、淀粉、多种维生素、矿物质等营养物质,是一种极具发展潜力的新型粮经饲兼用型经济作物^[1-3]。此外,油莎豆生产性状优异,抗逆性强,播种期长,适应性强,其须根发达,可疏松土壤、有效防止水土流失^[3-6],因此在盐碱地利用及改良方面具有一定发展潜力。油莎豆广泛分布于非洲、欧洲、亚洲、北美洲和拉丁美洲等热带、亚热带及温带地区,20世纪60年代初在我国经过引种和繁育最终试种成功,现已推广到全国大部分省份和地区,全国油莎豆种植面积已超过1万hm²^[7-9]。张斌等^[10]在德州、济南、潍坊、东营、滨州等地开展了油莎豆引种试种和大面积示范推广。

杂草危害一直是困扰农业生产的主要问题,杂草可遍及作物整个生长发育时期,与作物争夺土地养分等^[11]。油莎豆易受草害,田间杂草种类繁多,与油莎豆争夺肥、水、光及生存空间等,因此中耕除草是田间管理的重要措施^[12-13]。但人工除草成本高,效率低,降低了种植效益,而化学除草具有简便、高效、节省劳力的特点,但目前针对油莎豆大田化学除草研究相对较少^[14-15]。此外,除草剂药效的发挥一定程度上受土壤墒情、有机质含量、土壤pH、施药技术等因素的影响^[16],盐碱地的有机质含量、pH等与常规土壤都有较大区

别,所以相比常规土壤,除草剂在盐碱地的安全性、防除效果等都会产生不同的差异,因此盐碱地杂草的防治具有更大的困难。

除草剂的使用可以控制杂草生长^[17]。在油莎豆高产栽培技术要点中,孙永强^[18]在油莎豆出苗前连续使用精喹禾灵喷雾2~3次,用以防除油莎豆田的单子叶杂草;姜春敏等^[19]则施用苗前除草剂乙草胺和苗后除草剂烯草酮来控制油莎豆田的杂草,但二者均未对除草剂的杂草防除效果进行评价。目前,针对盐碱地油莎豆大田化学除草研究相对缺乏,不同种类除草剂对于油莎豆的安全性以及不同生态环境下的杂草防除效果差异等尚不清晰。笔者以鲁油莎1号为材料,对11种除草剂开展了盐碱地油莎豆田间的安全性、杂草危害级别及防除效果试验,以期对盐碱地油莎豆大田化学除草提供理论和技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试油莎豆品种为自选油莎豆新品种——鲁油莎1号。

1.2 试验方法 试验于2021年5月在黄河三角洲山东省农业科学院东营试验基地进行,试验地土壤轻度盐渍化,地势平坦。播种采用机器条播,株行距为26cm×33cm,垄距为44cm。采用小区处理,每个小区长5m、宽4m,共36个小区,随机区组排列。共设13个处理,每处理3个重复,包含4个苗前除草剂、7个苗后除草剂、1个清水对照处理、1个人工对照(表1)。每个小区使用单一除草剂进行处理,电动喷雾器喷雾施药,田间管理同常规。试验期间油莎豆田间杂草主要为苘麻、鹅绒藤、灰灰菜、牛筋草、铁苋菜、藜等。

1.3 调查方法

1.3.1 杂草危害级别调查。杂草危害级别分级参照国标

基金项目 国家重点研发计划项目“重要耐盐碱作物规模化种植丰产增效技术集成与示范”(2019YFD1002703);国家重点研发计划项目“黄河三角洲耐盐碱作物良种选育关键技术与规模化制种”(2019YFD1002701);山东省“渤海粮仓”科技示范工程“盐碱地区域重要经济作物提质增效技术集成研究与示范”(2019BHLC002)。

作者简介 赵琦琦(1997—),女,河南遂平人,硕士研究生,研究方向:农作物遗传育种。*通信作者,副研究员,从事农作物种质资源创新利用与盐碱地开发利用研究。

收稿日期 2022-02-09;修回日期 2022-03-07

GB/T 17980,41—2000^[20];处理区与空白对照区的杂草数量比较,1级,无草;2级,杂草数量相当于空白对照区的0~2.5%;3级,杂草数量相当于空白对照区的2.6%~5.0%;4级,杂草数量相当于空白对照区的5.1%~10.0%;5级,杂草数量相当于空白对照区的10.1%~15.0%;6级,杂草数量相当于

空白对照区的15.1%~25.0%;7级,杂草数量相当于空白对照区的25.1%~35.0%;8级,杂草数量相当于空白对照区的35.1%~67.5%;9级,杂草数量相当于空白对照区的67.6%~100%。

表1 大田试验供试药剂及施药剂量
Table 1 Field test reagents and dosage

处理 Treatment	药剂 Herbicide	有效成分含量 Active ingredient content	施药剂量 Dosage	防治对象 Control objects
苗前除草剂 Pre-seedling herbicide	二甲戊灵	330 g/L	0.88 mL/m ²	一年生禾本科杂草及部分阔叶杂草
	精异丙甲草胺	960 g/L	0.14 mL/m ²	一年生阔叶杂草
	乙草胺	50%	0.72 mL/m ²	一年生禾本科杂草及部分阔叶杂草
苗后除草 Post-seedling herbicide	异噁草松	480 g/L	0.92 mL/m ²	一年生杂草
	扑草净	40%	0.76 g/m ²	阔叶杂草
	高效氟吡甲禾灵	108 g/L	0.16 mL/m ²	一年生禾本科杂草
	烯草酮	240 g/L	0.14 mL/m ²	一年生禾本科杂草
	咪唑乙烟酸	10%	0.32 mL/m ²	一年生杂草
	精喹禾灵	8.8%	0.24 mL/m ²	一年生禾本科杂草
对照 CK	辛酰溴苯腈	30%	0.22 mL/m ²	阔叶杂草
	双氟磺草胺	50 g/L	0.14 mL/m ²	阔叶杂草
	清水	—	—	—
	人工除草	—	—	—

1.3.2 防效调查。每小区随机取4点,每样方面积0.25 m²,药后30 d调查杂草株数,计算株防效和杂草的危害级别。

株防效=(清水对照区杂草株数-处理区杂草株数)/清水对照区杂草株数×100%

1.3.3 安全性调查。油莎豆药害级别参照刘学等^[21]《农药生物活性测定标准操作规范——除草剂卷》分级标准:1级,植株生长正常;2级,轻微药害,生长受抑制或叶片药斑面积小于10%;3级,中等药害,以后能恢复,不影响产量;4级,药害较重,难以恢复,造成减产;5级,药害严重,难以恢复,造成明显减产或绝产。

1.3.4 产量调查。油莎豆收获期,小区实收测产,测产方式为5点取样法,每点1 m²。

相对增产=(处理区产量-人工除草对照区产量)/人工除草对照区产量×100%

1.4 数据处理与统计 数据采用Excel 2010和SPSS 17.0软件进行统计分析,用Duncan's新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 除草剂对油莎豆的田间防除效果 杂草危害级别越高表明除草剂的防治效果越差,杂草对油莎豆生长发育的影响越大。药后30 d对喷施苗前除草剂和苗后除草剂的油莎豆大田进行杂草危害评级并分析(表2),对油莎豆杂草危害级别较高的是苗后除草剂辛酰溴苯腈和双氟磺草胺,分别为7.00和7.67,且差异不显著。平均杂草危害级别最低的是苗后除草剂扑草净,为1.67。苗后除草剂中,高效氟吡甲禾灵、烯草酮、咪唑乙烟酸的杂草危害级别分别为2.00、2.67、2.00,说明这些除草剂可以有效消灭杂草,使杂草对油莎豆田产生较低的危害。

施药后30 d对杂草防除效果最好的是扑草净,平均株防效可达93.83%,此外,二甲戊灵、高效氟吡甲禾灵、烯草酮以及咪唑乙烟酸杂草防除效果较好,分别为86.04%、86.36%、85.71%以及89.29%;精异丙甲草胺、乙草胺及精喹禾灵杂草防除效果次之,株防效分别为61.04%、68.83%、63.64%;平均株防效为38.64%和31.82%的辛酰溴苯腈以及双氟磺草胺防除效果较差,与其他除草剂杂草株防效差异显著。

表2 喷施不同种类除草剂30 d后的株防效及杂草危害级别

Table 2 Plant control effect and weed hazard level after 30 days of spraying different kinds of herbicides

序号 No.	药剂 Herbicide	小区平均 杂草数 Average number of weeds//株	平均株防效 Average plant control effect %	平均杂草 危害级别 Average weed hazard level
1	二甲戊灵	14.33 de	86.04 bc	2.00 de
2	精异丙甲草胺	40.00 c	61.04 d	4.00 e
3	乙草胺	32.00 c	68.83 d	3.33 cd
4	异噁草松	22.67 d	77.92 c	3.00 cd
5	扑草净	6.33 ef	93.83 ab	1.67 de
6	高效氟吡甲禾灵	14.00 de	86.36 bc	2.00 de
7	烯草酮	14.67 de	85.71 bc	2.67 cde
8	咪唑乙烟酸	11.00 e	89.29 b	2.00 de
9	精喹禾灵	37.33 c	63.64 d	3.33 cd
10	辛酰溴苯腈	63.00 b	38.64 e	7.00 b
11	双氟磺草胺	70.00 b	31.82 e	7.67 ab
12	清水	102.67 a	0.00 f	9.00 a
13	人工除草	0.00 f	100.00 a	1.00 e

注:同列不同小写字母表示不同药剂间差异显著(P<0.05)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different herbicides (P<0.05).

2.2 除草剂对油莎豆大田安全性评价 施药后不同时间、不同除草剂对油莎豆苗的影响不完全相同。喷施苗后除草剂

3 d 后(表 3),咪唑乙烟酸和精喹禾灵对油莎豆产生轻微影响,药害级别分别为 1.67 和 1.33,其他苗后除草剂均能正常生长,且咪唑乙烟酸的药害级别最高。

药后 10 d,使用苗前除草剂处理的植株均能正常出苗和生长,且苗前除草剂各处理之间无显著差异。使用苗后除草剂后,除高效氟吡甲禾灵外,其他苗后除草剂均对油莎豆产生了药害,其中咪唑乙烟酸的药害级别最高为 5.00,显著高于其他苗后除草剂的处理;烯草酮、精喹禾灵、辛酰溴苯腈、双氟磺草胺对油莎豆产生了中等药害,但能恢复;扑草净对油莎豆的药害级别为 1.67,虽然产生了轻微药害,但植株仍能正常生长。

药后 30 d,苗前除草剂未对油莎豆造成影响。苗后除草剂中,扑草净、烯草酮、精喹禾灵、辛酰溴苯腈、双氟磺草胺对油莎豆产生的药害正在恢复,但咪唑乙烟酸对油莎豆产生的药害持续增强。

表 3 不同种类除草剂对油莎豆的药害级别

Table 3 Harm levels of different kinds of herbicides on *Cyperus esculentus*

序号 No.	药剂 Herbicide	药害级别 Harm level		
		药后 3 d 3 days after applying	药后 10 d 10 days after applying	药后 30 d 30 days after applying
1	二甲戊灵	—	1.00 d	1.00 c
2	精异丙甲草胺	—	1.00 d	1.00 c
3	乙草胺	—	1.00 d	1.00 c
4	异噁草松	—	1.00 d	1.00 c
5	扑草净	1.00 b	1.67 c	1.33 c
6	高效氟吡甲禾灵	1.00 b	1.00 d	1.00 c
7	烯草酮	1.00 b	3.00 b	2.33 b
8	咪唑乙烟酸	1.67 a	5.00 a	5.67 a
9	精喹禾灵	1.33 ab	3.33 b	2.67 b
10	辛酰溴苯腈	1.00 b	3.00 b	2.67 b
11	双氟磺草胺	1.00 b	3.33 b	2.67 b
12	清水	0.00 c	0.00 e	0.00 d
13	人工除草	0.00 c	0.00 e	0.00 d

注:喷施苗前除草剂后 3 d,油莎豆还未出苗,故苗前除草剂药后 3 d 无数据。同列不同小写字母表示不同药剂间差异显著($P<0.05$)。

Note:Three days after the application of pre seedling herbicide, *Cyperus esculentus* has not emerged, so there is no data three days after the application of pre seedling herbicide. Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different herbicides ($P<0.05$).

2.3 除草剂对油莎豆产量的影响 由表 4 可知,4 种苗前除草剂中,二甲戊灵相对人工除草造成的产量损失最少,为 7.46%,比其他 3 种苗前除草剂具有更好的封闭效果。7 种苗后除草剂中,扑草净和高效氟吡甲禾灵对盐碱地油莎豆的产量损失在 5% 以内,对产量影响不大,其他苗后除草剂整体减产 16.74%~100.00%;咪唑乙烟酸对油莎豆安全性不佳,造成难以恢复的药害,造成绝产;精喹禾灵、辛酰溴苯腈及双氟磺草胺对杂草的防除效果不到 70%,杂草较多,产量损失较大。

3 讨论

不同除草剂的作用机理不同,杂草对不同除草剂的耐受性也有一定差异,造成不同除草剂对不同杂草的防效存在差异^[22]。药后 30 d 盐碱地油莎豆的药害级别分别为扑草净

1.33,二甲戊灵、精异丙甲草胺、乙草胺、异噁草松及高效氟吡甲禾灵均为 1.00,油莎豆植株能够正常生长;药后 30 d 的杂草危害级别最低为扑草净 1.67,二甲戊灵、高效氟吡甲禾灵、咪唑乙烟酸的杂草危害级别均为 2.00,这些处理小区内杂草对油莎豆田的危害较小;药后 30 d 杂草的株防效表现为扑草净>咪唑乙烟酸>二甲戊灵>烯草酮>高效氟吡甲禾灵>精喹禾灵>辛酰溴苯腈>双氟磺草胺;不同除草剂对油莎豆产量影响不同,相对人工除草,扑草净造成的产量损失最少,是综合防效最高、安全性良好的油莎豆田除草剂,此外,高效氟吡甲禾灵及二甲戊灵也被筛选为较适宜用于油莎豆大田的除草剂;咪唑乙烟酸由于对油莎豆药害严重,不推荐用于油莎豆田除草。而安全性良好且防除效果佳的烯草酮造成了 21.97% 的产量损失,推测为盐碱地土壤盐碱分布不均所致,后续将进行进一步试验验证。

表 4 不同种类除草剂对油莎豆产量的影响

Table 4 Effect of different kinds of herbicides on the yield of *Cyperus esculentus*

序号 No.	药剂 Herbicide	小区平均产量(干重) Average yield kg/m ²	相对增产 Relative yield increase//%
1	二甲戊灵	1.37 bcd	-7.46
2	精异丙甲草胺	1.34 cd	-9.38
3	乙草胺	1.33 d	-10.50
4	异噁草松	1.33 d	-10.12
5	扑草净	1.46 ab	-1.42
6	高效氟吡甲禾灵	1.43 abc	-3.44
7	烯草酮	1.16 ef	-21.97
8	咪唑乙烟酸	0.00 g	-100.00
9	精喹禾灵	1.20 ef	-18.83
10	辛酰溴苯腈	1.23 e	-16.74
11	双氟磺草胺	1.11 f	-24.94
12	清水	0.94 h	-36.75
13	人工除草	1.48 a	—

注:同列不同小写字母表示不同药剂间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different herbicides ($P<0.05$).

4 结论

化学除草剂的应用大幅度提高了劳动生产率和经济效益,利用化学除草剂防除杂草是降低作物种植药害的主要措施之一^[23]。综上所述,不同种类的除草剂对盐碱地油莎豆的安全性、防除效果及产量都有不同程度的影响,4 种苗前除草剂和 7 种苗后除草剂中,苗前除草剂二甲戊灵和苗后除草剂扑草净、高效氟吡甲禾灵都对油莎豆具有较高的安全性和较好的综合防除效果,适宜用于盐碱地油莎豆大田。

参考文献

- [1] 王子臣,张兵,管永祥,等.油莎豆盐土栽培生理初探[J].土壤,2017,49(6):1126-1131.
- [2] 厉广辉,王兴军,张斌,等.不同油莎豆品种在山东种植的产量与品质研究[J].山东农业科学,2021,53(3):61-64.
- [3] 张明,吴承东,耿安红,等.盐城市盐碱地发展油莎豆产业的可行性分析[J].现代农业科技,2015(11):333,337.
- [4] 刘青,厉广辉,张学峰,等.油莎豆-花生秧混合青贮饲料制备及评价[J].山东农业科学,2021,53(12):78-82.

(下转第 168 页)

单因素方差分析看,阿荣旗地区农田土壤养分不成方差齐性,在一定程度上各样点间存在显著差异。这可能是各乡镇不同气候、土壤类型等结构因素和种植制度、耕作措施等随机因素共同作用的结果^[32-33]。

4 结论

大兴安岭南麓阿荣旗地区农田土壤除速效磷、碱解氮很缺乏外,土壤总体呈弱酸性,土壤速效钾含量总体很丰富,均适宜作物生长,能提高作物的产量,符合二次土壤普查以来阿荣旗地区缺磷少氮钾有余的情况,且在一定程度上各样点土壤速效养分总体均呈显著的空间异质性,可以作为优化施肥方式、科学管理耕地、实现养分平衡、提升地力的数据依据。为进一步提高土壤肥效,提高土壤养分利用效率,应根据阿荣旗农田各养分的空间差异性合理优化施肥方案,充分利用地形、气候等客观条件改善土壤管理,注重提高土壤碱解氮、速效磷含量的积累,实现养分平衡,提升土壤地力。

参考文献

- [1] 路战远,张德健,程玉臣.北方农牧交错区保护性耕作研究[M].北京:中国农业出版社,2019.
- [2] 路战远,张德健,程玉臣,等.农牧交错风沙区退化农田生态保育研究[M].北京:中国农业出版社,2017.
- [3] MATÍAS L,CASTRO J,ZAMORA R.Soil-nutrient availability under a global-change scenario in a Mediterranean mountain ecosystem[J].Global change biology,2011,17(4):1646-1657.
- [4] 蒋威,郜允兵,刘玉,等.北京市大兴区南部土壤有机质空间变异及其影响因素[J].浙江农业学报,2016,28(3):482-488.
- [5] 吕巧灵,付巧玲,吴克宁,等.郑州市郊区土壤综合肥力评价及空间分布研究[J].中国农学通报,2006,22(1):166-168.
- [6] 李双异,刘慧鸣,张旭东,等.东北黑土地区主要土壤肥力质量指标的空间变异性[J].土壤通报,2006,37(2):2220-2225.
- [7] 吴玉红,田霄鸿,侯永辉,等.基于田块尺度的土壤肥力模糊评价研究[J].自然资源学报,2009,24(8):1422-1431.
- [8] 孟婷婷,魏静.土壤养分空间变异的影响因素研究[J].绿色科技,2019(10):33-34.
- [9] 张兆永,李菊英,祖皮艳木·买买提,等.艾比湖流域小尺度农田土壤养分的空间分布和盐渍化风险评价[J].生态学报,2017,37(3):819-828.
- [10] 陶冶,张元明,周晓兵,伊犁野果林浅层土壤养分生态化学计量特征及其影响因素[J].应用生态学报,2016,27(7):2239-2248.
- [11] 谷淑湘,王建明,李明琴,等.阿荣旗耕地质量状况及改良利用措施[J].内蒙古农业科技,2006(4):75-77.
- [12] FU W J,TUNNEY H,ZHANG C S.Spatial variation of soil nutrients in a

dairy farm and its implications for site-specific fertilizer application[J]. Soil & tillage research,2010,106(2):185-193.

- [13] 王淑英,路苹,王建立,等.不同研究尺度下土壤有机质和全氮的空间变异特征:以北京市平谷区为例[J].生态学报,2008,28(10):4957-4964.
- [14] 赵明松,张甘霖,李德成,等.苏中平原南部土壤有机质空间变异特征研究[J].地理科学,2013,33(1):83-89.
- [15] 鲍士旦.土壤农化分析[M].3版.北京:中国农业出版社,2007.
- [16] 何雅祺,孙国红,张弛,等.沧州市海兴县耕地土壤养分状况分析[J].黑龙江农业科学,2021(9):105-110.
- [17] 周庆友,黎武生,卢新林,等.土壤养分状况评价:以武宁县为例[J].江西农业,2017(1):13-15.
- [18] 高莹,孙喜军,吕爽,等.西安市设施菜地土壤养分状况分析[J].陕西农业科学,2021,67(6):50-56.
- [19] 中华人民共和国国土资源部.土地质量地球化学评价规范: DZ/T 0295—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [20] 杨国胜,黄介生,李建,等.基于 SWAT 模型的绿水管理生态补偿标准研究[J].水利学报,2016,47(6):809-815.
- [21] 周纲,黄瑞,刘度度,等.基于改进 K-means 聚类 and 皮尔逊相关系数户变关系异常诊断[J/OL].电测与仪表,2021-06-01[2021-09-28].https://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1202.th.20210531.1707.013.html.
- [22] 张汪寿,李晓秀,黄文江,等.不同土地利用条件下土壤质量综合评价方法[J].农业工程学报,2010,26(12):311-318.
- [23] 李亮亮,依艳丽,凌国鑫,等.地统计学在土壤空间变异研究中的应用[J].土壤通报,2005,36(2):265-268.
- [24] 胡忠良,潘根兴,李恋卿,等.贵州喀斯特山区不同植被下土壤 C、N、P 含量和空间异质性[J].生态学报,2009,29(8):4187-4195.
- [25] 张超博.桂北柑橘园土壤养分与树木营养状况研究[D].重庆:西南大学,2019.
- [26] LOGSDON S D,KARLEN D L.Bulk density as a soil quality indicator during conversion to no-tillage[J].soil & tillage research,2004,78(2):143-149.
- [27] 姬宏,杜芳芳.基于 GIS 的秦安县土壤养分空间变异特征研究[J].种子科技,2020,38(17):8-10.
- [28] 邵方丽,余新晓,杨志坚,等.北京山区典型森林土壤的养分空间变异与环境因子的关系[J].应用基础与工程科学学报,2012,20(4):581-591.
- [29] 祝鑫海,张远智,杨少斌.北京市核心区土壤养分空间变异特征[J].福建农林大学学报(自然科学版),2018,47(5):580-586.
- [30] 孔庆波,章明清,姚宝全,等.福建县级区域耕地土壤养分时空变异研究[J].热带作物学报,2010,31(10):1686-1691.
- [31] 邱扬,王勇,傅伯杰,等.土壤质量时空变异及其与环境因子的时空关系[J].地理科学进展,2008,27(4):42-50.
- [32] CAMBARDELLA C A,MOORMAN T B,NOVAK J M,et al.Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils[J].Soil science society of America journal,1994,58(5):1501-1511.
- [33] 李建辉,李晓秀,张汪寿,等.基于地统计学的北运河下游土壤养分空间分布[J].地理科学,2011,31(8):1001-1006.

(上接第 157 页)

- [5] 黄明华,王学华,庞震宇.油莎豆的研究现状及展望[J].作物研究,2013,27(3):293-295,301.
- [6] 张斌,刘晶,范仲学,等.盐碱地油莎豆机械化播种收获技术与装备研究进展[J].山东农业科学,2019,51(4):144-148.
- [7] 阳振乐.油莎豆的特性及其研究进展[J].北方园艺,2017(17):192-201.
- [8] 黄明华.主要栽培因子对油莎豆生长发育及产量品质的影响[D].长沙:湖南农业大学,2013.
- [9] 尹成杰.加快推进种业及农作物品种结构创新与发展[J].中国农垦,2021(4):4-6.
- [10] 张斌,刘晶,范仲学,等.油莎豆引种试验及绿色高效栽培技术研究进展[J].山东农业科学,2019,51(3):147-150.
- [11] 赵玉信,杨惠敏.作物格局、土壤耕作和水肥管理对农田杂草发生的影响及其调控机制[J].草业学报,2015,24(8):199-210.
- [12] 沈庆雷.油莎豆高产优质栽培初步研究[D].扬州:扬州大学,2010.
- [13] 黄春荣,梁文章,孙祖东.油莎豆的引种及生产发展策略[J].大众科技,2012,14(6):178-181.
- [14] 齐月,李俊生,闫冰,等.化学除草剂对农田生态系统野生植物多样性的影响[J].生物多样性,2016,24(2):228-236.

- [15] 段帅,吴晓彤,张德健,等.内蒙古油莎豆主要栽培品种的营养成分[J].中国油脂,2022,47(3):100-104.
- [16] 张建华,郭瑞峰,曹昌林,等.不同土壤处理除草剂对盐碱地高粱杂草防除及对高粱的安全性[J].农药,2017,56(7):535-538.
- [17] DONG H R,HUANG Y,WANG K J.The development of herbicide resistance crop plants using CRISPR/Cas9-mediated gene editing[J].Genes,2021,12(6):1-11.
- [18] 孙永强.油莎豆栽培技术研究及发展建议[J].河南农业,2021(25):51.
- [19] 姜春敏,孙艳.特种经济作物油莎豆高产栽培技术[J].特种经济动植物,2021,24(8):56-57.
- [20] 国家质量监督局.农药田间药效试验准则(一) 除草剂防治麦类作物地杂草:GB/T 17980.41—2000[S].北京:中国标准出版社,2000:514-518.
- [21] 刘学,顾宝根.农药生物活性测试标准操作规范:除草剂卷[M].北京:化学工业出版社,2016:199-200.
- [22] 王天昊,李梁,李娟,等.六种除草剂对春玉米田的杂草防除效果研究[J].现代农业,2021(4):32-35.
- [23] 孔祥男,张一,丁伟.3种除草剂对水稻旱直播阔叶杂草防效及安全性研究[J].植物保护,2021,47(5):302-309.