

纪洪亭,王 勇,曾燕楠,等. 不同土壤封闭除草剂对观赏向日葵主要观赏价值指标影响的评价[J]. 江苏农业科学,2021,49(6):103-108.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.06.017

不同土壤封闭除草剂对观赏向日葵主要观赏价值指标影响的评价

纪洪亭,王 勇,曾燕楠,程润东,王庆南,赵荷娟

(江苏丘陵地区南京农业科学研究所,江苏南京 210046)

摘要:研究不同土壤封闭除草剂对观赏向日葵主要观赏价值指标的影响,筛选适用于观赏向日葵的土壤封闭除草剂。以观赏向日葵早熟矮大头、Gmb18、317R 为试验材料,综合评价不同土壤封闭除草剂对观赏向日葵主要观赏价值指标的影响。结果表明,不同土壤封闭除草剂喷施后 30 d 的株防效、鲜质量防效分别为 64.30%~78.14%、56.82%~71.71%。乙草胺、金都尔、氟乐灵、地乐胺对杂草的防治效果较好,二甲戊灵对杂草的防治效果一般。隶属函数值分析结果表明,地乐胺对向日葵苗期生长指标和观赏价值指标的影响最小,其次是二甲戊灵,其他依次是氟乐灵、金都尔、乙草胺。基于主成分分析的综合评价结果表明,不同除草剂对杂草防除效果及观赏向日葵观赏价值指标的综合影响表现为地乐胺>氟乐灵>二甲戊灵>金都尔>乙草胺。

关键词:观赏向日葵;土壤封闭除草剂;杂草防除;观赏价值指标;综合评价

中图分类号: S451.22⁺3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)06-0103-06

随着美丽乡村建设及休闲观光农业的发展,将农作物与农村观光结合,形成地方景观特色目前已成为一种趋势。观赏向日葵是菊科向日葵属一年生草本花卉,因其花朵鲜艳夺目、花色丰富,受到国内消费者的喜爱^[1]。观赏向日葵是新颖的盆栽、庭院和园林美化植物,又是新型的鲜切花品种,在振兴乡村战略及美丽乡村建设中发挥着重要作用^[2]。

杂草危害是影响向日葵生长的重要环境因子之一。根据分枝类型和株型,观赏向日葵株距一般在 50~60 cm,行距一般在 80~100 cm^[3],较大的株行距使得观赏向日葵在生长初期更容易受到杂草竞争的影响,从而对向日葵后期生长产生不利影响^[4]。因此,向日葵早期杂草防控对消除向日葵与杂草竞争,缓解杂草危害的不利影响具有重要意义。

由于向日葵对阔叶除草剂比较敏感,特别是对苗后茎叶除草剂非常敏感,因此向日葵田杂草防控以苗前土壤处理为主^[5]。施用土壤封闭除草剂是

防治向日葵田杂草的主要手段^[4,6]。有关土壤封闭除草剂对向日葵田杂草防治效果及安全性评价的研究已有较多报道^[4-9]。研究表明,乙草胺、金都尔(精-异丙甲草胺)、二甲戊灵(施田补)、氟乐灵、地乐胺(仲丁灵)等对向日葵田杂草有较好的防治效果,同时对向日葵安全^[5,9-11]。众多研究在进行土壤封闭除草剂安全性评价时,往往只关注对与产量有关的指标的影响^[4-6],而有关土壤封闭除草剂对观赏向日葵观赏指标如株高、茎粗、花盘直径、舌状花长度等影响的研究较少。此外,以往研究中尽管同时考虑了除草剂对杂草的防除效果及对向日葵的安全性,但基于统计模型的综合定量评价的研究较少。

因此,本研究选用生产上常用的土壤封闭除草剂^[12-13],分析比较不同土壤封闭除草剂对观赏向日葵苗期生长和主要观赏指标的影响,并基于主成分分析综合评价不同封闭除草剂对观赏向日葵主要观赏指标及杂草防除效果的综合影响,以期对观赏向日葵合理选择除草剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验在江苏丘陵地区南京农业科学研究所进行。供试品种为观赏向日葵早熟矮大头、Gmb18、317R。于 2019 年 4 月 24 日播种,5 月 13 日移栽。

收稿日期:2020-07-08

基金项目:江苏现代农业产业技术体系建设项目(编号:JATS[2019]014);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(18)3078]。

作者简介:纪洪亭(1987—),男,山东青州人,博士,助理研究员,主要从事向日葵遗传育种及栽培生理研究。E-mail:jihongting2010@126.com。

通信作者:赵荷娟,研究员,主要从事甘薯、向日葵遗传育种研究。E-mail:zhuzhao603@163.com。

设置 5 种除草剂,分别为 50% 乙草胺、720 g/L 金都尔、330 g/L 二甲戊灵、480 g/L 氟乐灵、48% 地乐胺,以清水为对照,共 6 个处理。于向日葵移栽前 5 d(5 月 8 日)喷施除草剂,向日葵株距为 1 m,行距为 0.8 m。田间杂草主要为一年生禾本科杂草马唐、狗尾草、稗子、牛筋草等,有少量阔叶杂草,为马齿苋、牵牛花、野豌豆等。

1.2 测试指标与方法

1.2.1 除草剂效果调查 于移栽后 30 d 调查除草剂效果,在每个小区随机取 3 点,每点面积为 5 m²,调查杂草株数,计算株防效和鲜质量防效,防治效果在 90% ~ 100% 之间为优,防治效果在 70% ~ 90% 之间为良,防治效果在 50% ~ 70% 之间为一般,防治效果 < 50% 为差^[6]。

株防效 = (空白区杂草株数 - 处理区杂草株数) / 空白区杂草株数 × 100%。

鲜质量防效 = (空白区杂草鲜质量 - 处理区杂草鲜质量) / 空白区杂草鲜质量 × 100%。

1.2.2 向日葵长势调查 于移栽后 30 d 随机选取 10 株代表性向日葵调查向日葵株高、茎粗等,于向日葵盛花期调查株高、花盘直径和舌状花长度等。

1.2.3 隶属函数值和综合评价值的计算

$$D_j = \sum_{i=1}^2 [U(X_{ij}) \times W_i] (j=1,2,\cdots,n); \quad (1)$$

$$U(X_{ij}) = (X_{ij} - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}); \quad (2)$$

$$W_i = P_i / \sum_{i=1}^2 P_i。 \quad (3)$$

式中:U(X_{ij})为第 i 个主成分第 j 个处理的隶属函数值;W_i为第 i 个主成分的权重;D_j为第 j 个处理的综合评价值;X_{min}为第 i 个主成分综合指标的最小值;X_{max}为第 i 个主成分综合指标的最大值;P_i为第 i 个主成分的贡献率。

1.2.4 统计分析 利用 SPSS 20.0 软件进行方差分析和主成分分析,采用 Origin 软件进行作图。

2 结果与分析

2.1 不同封闭除草剂对杂草的防治效果

从表 1 可以看出,不同土壤封闭除草剂喷施后 30 d 的株防效、鲜质量防效分别为 64.30% ~ 78.14%、56.82% ~ 71.71%,其中乙草胺对杂草的株防效和鲜质量防效均最高,而二甲戊灵对杂草的株防效和鲜质量防效均最低。其他除草剂对杂草的株防效表现为金都尔 > 地乐胺 > 氟乐灵,对杂草的鲜质量防效表现为氟乐灵 > 地乐胺 > 金都尔。从株防效防治等级来看,乙草胺、金都尔、氟乐灵、地乐胺的防治等级均为良,而二甲戊灵的防治等级为一般。从鲜质量防效防治等级来看,仅乙草胺的防治等级为良,而其他除草剂的防治等级均为一般。

表 1 不同封闭除草剂对杂草的防治效果

除草剂种类	杂草数量 (株/m ²)	株防效 (%)	防治 等级	杂草鲜质量 (g/m ²)	鲜质量防效 (%)	防治 等级
对照	28.59			79.20		
乙草胺	6.25	78.14	良	22.40	71.71	良
金都尔	6.56	77.05	良	29.91	62.23	一般
二甲戊灵	10.21	64.30	一般	34.20	56.82	一般
氟乐灵	7.19	74.86	良	24.33	69.29	一般
地乐胺	7.08	75.23	良	28.38	64.16	一般

2.2 不同封闭除草剂对观赏向日葵苗期生长的影响

从表 2 可以看出,不同观赏向日葵品种苗期生长对封闭除草剂的敏感性不同。其平均隶属函数值表现为早熟矮大头(0.72) > Gmb18(0.66) > 317R(0.56),表明 317R 幼苗对封闭除草剂的敏感性最高,其次是 Gmb18,早熟矮大头幼苗对封闭除草剂的敏感性最低。此外,苗期不同生长指标对封闭除草剂的响应不同。不同除草剂处理下,早熟矮大头和 317R 株高的平均隶属函数值高于茎粗,而

Gmb18 的株高、茎粗平均隶属函数值相差不大,表明早熟矮大头和 317R 的株高对封闭除草剂的敏感性低于茎粗,而 Gmb18 的株高和茎粗对封闭除草剂的敏感性差异不大。

不同除草剂处理对观赏向日葵苗期株高、茎粗的影响显著。与对照相比,二甲戊灵、氟乐灵、地乐胺对 3 个观赏向日葵株高的影响不显著,而乙草胺、金都尔处理的观赏向日葵株高分别降低了 22.08% ~ 45.84%、4.87% ~ 16.64%。除地乐胺处理的 317R 茎粗显著高于对照外,二甲戊灵、氟乐灵、地乐胺对

观赏向日葵茎粗的影响均不显著,而乙草胺、金都尔均显著降低了 2 个观赏向日葵品种茎粗。基于平均隶属函数值得综合分析表明,乙草胺、金都尔对 3 个观赏向日葵品种苗期生长不利,其他除草剂对 3 个观赏向日葵品种苗期生长安全性表现为地乐胺 > 氟乐灵 > 二甲戊灵(表 2)。

表 2 不同封闭除草剂对观赏向日葵苗期株高、茎粗的影响								
向日葵品种	除草剂种类	株高 (cm)	较对照增加 (%)	隶属函数值	茎粗 (cm)	较对照增加 (%)	隶属函数值	平均隶属函数值
早熟矮大头	对照	34.25a		1.00	1.07ab		0.93	0.96
	乙草胺	18.55efg	-45.84	0.00	0.67hi	-37.38	0.00	0.00
	金都尔	28.55b	-16.64	0.64	0.89def	-16.82	0.51	0.57
	二甲戊灵	33.75a	-1.46	0.97	1.02abcd	-4.67	0.81	0.89
	氟乐灵	33.10a	-3.36	0.93	1.05abc	-1.87	0.88	0.90
	地乐胺	34.27a	0.06	1.00	1.10a	2.80	1.00	1.00
	平均值			0.75			0.69	0.72
Gmb18	对照	23.60ce		0.56	0.94bcde		1.00	0.78
	乙草胺	18.39efg	-22.08	0.00	0.64hi	-31.44	0.00	0.00
	金都尔	22.45de	-4.87	0.44	0.71gh	-24.47	0.22	0.33
	二甲戊灵	27.05bc	14.62	0.94	0.93bcde	-1.06	0.97	0.95
	氟乐灵	27.05bc	14.62	0.94	0.93bcde	-1.06	0.97	0.95
	地乐胺	27.65bc	17.16	1.00	0.91cdef	-3.19	0.90	0.95
	平均值			0.65			0.68	0.66
317R	对照	20.60def		0.55	0.78fgh		0.65	0.60
	乙草胺	15.50g	-24.76	0.00	0.47j	-39.74	0.00	0.00
	金都尔	17.60fg	-14.56	0.23	0.54ij	-30.77	0.15	0.19
	二甲戊灵	23.80cd	15.53	0.89	0.78fgh	0.00	0.65	0.77
	氟乐灵	24.30bcd	17.96	0.95	0.82efg	5.13	0.73	0.84
	地乐胺	24.80bcd	20.39	1.00	0.95bcde	21.79	1.00	1.00
	平均值			0.60			0.53	0.56
3 个品种平均值	对照	26.15		0.76	0.93		0.86	0.807
	乙草胺	17.48	-30.89	0.00	0.59	-36.19	0.00	0.000
	金都尔	22.87	-12.03	0.47	0.71	-24.02	0.30	0.387
	二甲戊灵	28.20	9.56	0.94	0.91	-1.91	0.80	0.871
	氟乐灵	28.15	9.74	0.93	0.93	0.73	0.86	0.899
	地乐胺	28.91	12.54	1.00	0.99	7.14	1.00	1.000
	平均值			0.68			0.64	0.66

注:数据不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),表 3 同。

2.3 不同封闭除草剂对观赏向日葵盛花期生长的影响

从表 3 可以看出,不同观赏向日葵品种盛花期植株生长对封闭除草剂的敏感性不同。其平均隶属函数值表现为 Gmb18(0.65) > 317R(0.57) > 早熟矮大头(0.55),表明早熟矮大头植株盛花期生长对封闭除草剂的敏感性最高,其次是 317R, Gmb18 盛花期植株生长对封闭除草剂的敏感性最低。此外,盛花期不同生长指标对封闭除草剂的响应不同。不同除草剂处理下,早熟矮大头盛花期不同生

长指标的隶属函数值表现为花盘直径 > 株高 > 舌状花长度。Gmb18、317R 盛花期不同生长指标的隶属函数值表现为花盘直径 > 舌状花长度 > 株高。

不同除草剂处理显著影响了观赏向日葵盛花期生长。与对照相比,地乐胺处理显著增加了早熟矮大头盛花期的株高、花盘直径、舌状花长度,金都尔、二甲戊灵、氟乐灵对早熟矮大头盛花期株高、花盘直径、舌状花长度的影响不显著,而乙草胺显著降低了早熟矮大头盛花期株高、花盘直径、舌状花长度,分别降低了 21.37%、36.54%、10.22%。与

对照相比,地乐胺、氟乐灵显著增加了盛花期 Gmb18 的株高,而其他除草剂对 Gmb18 盛花期株高的影响不显著。与对照相比,乙草胺显著降低了 Gmb18 盛花期的花盘直径和舌状花长度,而其他除草剂对 Gmb18 盛花期花盘直径和舌状花长度无显著影响。与对照相比,乙草胺和金都尔降低了 317R 盛花期的株高、花盘直径,而其他除草剂增加了盛花期株高、花盘直径和舌状花长度。乙草胺处理较

对照显著降低 317R 盛花期舌状花长度,而其他除草剂对盛花期舌状花长度无显著影响。

基于平均隶属函数值得综合分析表明,乙草胺、金都尔对 3 个观赏向日葵品种盛花期生长安全性较差,其他除草剂对早熟矮大头、Gmb18 盛花期生长安全性表现为地乐胺 > 氟乐灵 > 二甲戊灵,对 317R 盛花期生长安全性表现为二甲戊灵 > 地乐胺 > 氟乐灵(表 3)。

表 3 不同封闭除草剂对观赏向日葵盛花期株高、花盘直径、舌状花长度的影响

品种	除草剂类型	株高 (cm)	较对照 增加(%)	隶属函 数值	花盘直径 (cm)	较对照 增加(%)	隶属函 数值	舌状花 长度(cm)	较对照 增加(%)	隶属函 数值	平均隶属 函数值
早熟矮大头	对照	64.50i		0.63	11.19bc		0.74	6.36cd		0.43	0.60
	乙草胺	50.71j	-21.37	0.00	7.10fg	-36.54	0.00	5.71e	-36.54	0.00	0.00
	金都尔	62.14i	-3.65	0.52	10.21cd	-8.70	0.57	6.29cd	-8.70	0.38	0.49
	二甲戊灵	64.00i	-0.78	0.61	11.17bc	-0.19	0.74	6.35cd	-0.19	0.42	0.59
	氟乐灵	66.75i	3.49	0.73	11.50ab	2.79	0.80	6.32cd	2.79	0.40	0.64
	地乐胺	72.57h	12.51	1.00	12.60a	12.63	1.00	7.22b	12.63	1.00	1.00
	平均值			0.58			0.64			0.44	0.55
Gmb18	对照	112.63c		0.46	8.03ef		0.53	8.63a		0.74	0.58
	乙草胺	98.40cd	-12.63	0.00	6.55g	-18.38	0.00	6.95bc	-18.38	0.00	0.00
	金都尔	113.67c	0.92	0.50	8.73e	8.83	0.79	8.53a	8.83	0.70	0.66
	二甲戊灵	118.00bc	4.77	0.64	9.14de	13.89	0.94	9.22a	13.89	1.00	0.86
	氟乐灵	129.17a	14.69	1.00	9.20de	14.64	0.96	8.65a	14.64	0.75	0.90
	地乐胺	126.00ab	11.88	0.90	9.31de	16.04	1.00	8.79a	16.04	0.81	0.90
	平均值			0.58			0.70			0.67	0.65
317R	对照	88.00efg		0.49	4.62hij		0.70	5.25ef		0.49	0.56
	乙草胺	81.50gh	-7.39	0.00	3.70j	-19.85	0.00	4.62f	-19.85	0.00	0.00
	金都尔	85.00fg	-3.41	0.27	3.81ij	-17.37	0.09	5.57de	-17.37	0.74	0.37
	二甲戊灵	94.67de	7.58	1.00	5.00h	8.32	1.00	5.90de	8.32	1.00	1.00
	氟乐灵	92.00def	4.55	0.80	4.73hij	2.54	0.79	5.25ef	2.54	0.49	0.70
	地乐胺	90.60def	2.95	0.69	4.92hi	6.51	0.94	5.48e	6.51	0.68	0.77
	平均值			0.54			0.59			0.57	0.57
3 个品种平均值	对照	88.38		0.65	7.94		0.68	6.75		0.70	0.68
	乙草胺	76.87	-13.80	0.14	5.78	-24.92	0.00	5.76	-13.89	0.00	0.05
	金都尔	86.94	-2.05	0.42	7.59	-5.75	0.57	6.80	1.28	0.74	0.58
	二甲戊灵	92.22	3.86	0.72	8.44	7.34	0.84	7.16	6.35	0.99	0.85
	氟乐灵	95.97	7.57	0.70	8.48	6.66	0.85	6.74	-0.14	0.70	0.75
	地乐胺	96.39	9.11	0.80	8.94	11.73	1.00	7.16	6.61	1.00	0.93
	平均值			0.57			0.66			0.69	0.64

2.4 苗期生长指标与盛花期主要观赏指标的相关性分析

从表 4 可以看出,不同土壤封闭除草剂处理下苗期株高、茎粗与盛花期花盘直径、株高、舌状花长度均呈显著的正相关关系。盛花期株高与盛花期花盘直径、舌状花长度均呈显著的正相关关系。

2.5 不同除草剂除草效果及安全性综合评价

利用主成分分析方法对不同除草剂除草效果及安全性进行综合评价。主成分分析得出 2 个主成分的特征值、方差贡献率、累计方差贡献率及特征向量。2 个主成分的特征值分别为 4.70、2.08,方差贡献率分别为 67.07%、29.76%,累计方差贡献率

表 4 不同土壤封闭除草剂处理下株高、茎粗、花盘直径、舌状花长度相关性分析

指标	相关系数			
	苗期茎粗	盛花期花盘直径	盛花期株高	盛花期舌状花长度
苗期株高	0.920 **	0.930 **	0.919 **	0.656 **
苗期茎粗		0.847 **	0.821 **	0.648 **
盛花期花盘直径			0.942 **	0.759 **
盛花期株高				0.772 **

注：**表示在 0.05 水平上显著相关。

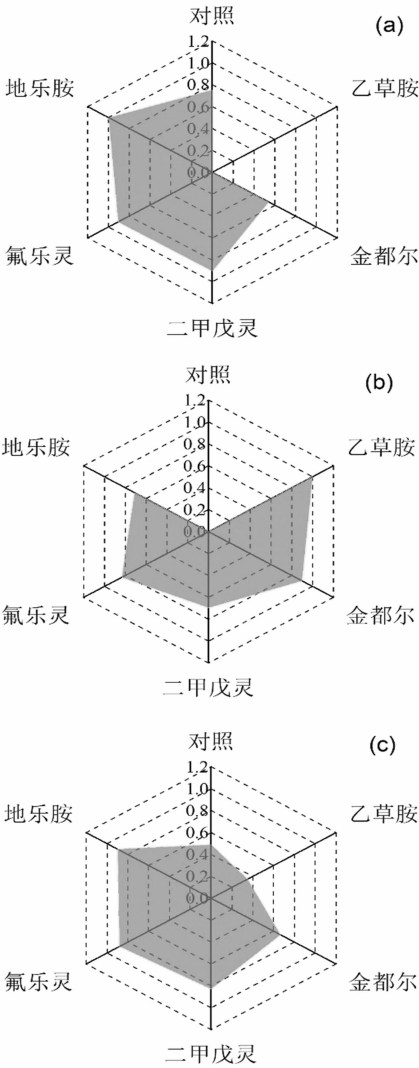
达 96.82% ,即这 2 个主成分涵盖了原始数据信息总量的 96.82%。因此,将这 2 个主成分作为综合变量来评价除草剂效果及安全性是可行的。第 1 主成分中起主要作用的指标是苗期株高、苗期茎粗、盛花期株高、盛花期花盘直径、盛花期舌状花长度,可称其为生长因子;第 2 主成分中起主要作用的指标是杂草株防效、杂草鲜质量防效,可称其为杂草防治因子(表 5)。

表 5 不同除草剂处理的主成分分析

统计参数	第 1 主成分	第 2 主成分
特征值	4.70	2.08
方差贡献率(%)	67.07	29.76
累计方差贡献率(%)	67.07	96.82
生长指标	特征向量	
杂草株防效	-0.03	0.69
杂草鲜质量防效	-0.04	0.69
苗期株高	0.46	-0.08
苗期茎粗	0.43	-0.19
盛花期株高	0.46	-0.04
盛花期花盘直径	0.46	0.05
盛花期舌状花长度	0.43	-0.05

注:下划线表示某一生长指标特征向量的绝对值大于等于最大特征向量绝对值的 80% [14]。

将各标准化的生长指标与其因子载荷乘积相加,即可得到不同除草剂处理 2 个主成分得分。由于 2 个主成分作用不同,因此在主成分得分的基础上利用隶属函数法进行数值转换,得到各处理的隶属函数值和综合评价值。从图 1 可知,在第 1 主成分上,地乐胺处理隶属函数值最高,说明地乐胺对向日葵的安全性最好,其次为二甲戊灵,其他依次为氟乐灵、金都尔、乙草胺。在第 2 主成分上,乙草胺的隶属函数值最大,表明乙草胺对杂草的防治效果最高,其他依次为金都尔、氟乐灵、地乐胺、二甲戊灵。根据综合评价情况,不同除草剂除草效果及安全性综合表现为地乐胺 > 氟乐灵 > 二甲戊灵 > 金都尔 > 乙草胺。



a、b、c 分别代表第 1 主成分隶属函数值、第 2 主成分隶属函数值、综合隶属函数值

图1 不同除草剂处理的主成分隶属函数值、综合隶属函数值

3 结论与讨论

本研究结果表明,不同土壤封闭除草剂喷施后 30 d 的株防效和鲜质量防效分别为 64.30% ~ 78.14%、56.82% ~ 71.71%。乙草胺、金都尔、氟乐灵、地乐胺对杂草的防治效果较好,而二甲戊灵对杂草的防治效果一般。

不同作物品种对除草剂的敏感程度不同^[4,15-17]。不同品种对除草剂敏感性差异主要是由作物遗传特性决定的^[14]。早熟矮大头幼苗对封闭除草剂的敏感性最低,其次为 Gmb18,317R 幼苗对封闭除草剂的敏感性最高。在盛花期,Gmb18 对封闭除草剂的敏感性最低,其次是早熟矮大头,317R 对封闭除草剂的敏感性较高。

有关除草剂对向日葵安全性评价的研究已有较多报道,众多研究只关注与产量有关指标的影响^[4-6,18],而有关除草剂对观赏向日葵观赏价值指标影响的研究较少。株高、茎粗、花盘直径、舌状花长度是反映观赏向日葵观赏价值的主要指标^[19-20]。本研究结果表明,乙草胺、金都尔降低了观赏向日葵苗期株高和茎粗,乙草胺处理盛花期的株高、花盘直径、舌状花长度显著下降。相关性分析结果表明,不同土壤封闭除草剂处理的苗期株高和茎粗与盛花期的株高、花盘直径、舌状花长度呈显著的正相关关系。因此,乙草胺处理降低苗期株高和茎粗,向日葵长势变弱,从而影响了盛花期生长,导致向日葵株高、花盘直径、舌状花长度明显下降。综合分析不同除草剂处理下苗期生长指标和盛花期主要观赏价值指标,地乐胺对向日葵观赏价值指标的影响最小,其次是二甲戊灵,其他依次是氟乐灵、金都尔、乙草胺。

以往研究中尽管同时考虑了除草剂对杂草的防除效果及对向日葵的安全性^[4,15-16],但基于统计模型的综合定量评价的研究较少。在综合评价研究中,主成分分析方法是常用的统计分析方法^[21-23]。本研究基于主成分分析综合评价了不同土壤封闭除草剂杂草防除效果及对向日葵主要观赏指标的影响。根据综合评价情况,不同除草剂除草效果及安全性综合表现为地乐胺 > 氟乐灵 > 二甲戊灵 > 金都尔 > 乙草胺。

参考文献:

- [1] 吴建设,黄敏玲,钟淮钦,等. 观赏向日葵新品种闽葵 1 号的选育[J]. 热带作物学报,2012,33(11):1930-1936.
- [2] 魏忠芬,奉 斌,李慧琳,等. 贵州观赏向日葵种质资源的挖掘与创新利用[J]. 贵州农业科学,2019,47(10):1-4.
- [3] 吴建设,钟淮钦. 观赏向日葵景观营造种植技术[J]. 福建农业科技,2016(9):52-54.
- [4] Elezovic I, Datta A, Vrbnicin S, et al. Yield and yield components of imidazolinone - resistant sunflower (*Helianthus annuus* L.) are influenced by pre - emergence herbicide and time of post - emergence weed removal[J]. Field Crops Research, 2012, 128: 137-146.
- [5] 王 宇,黄春艳,黄元炬,等. 除草剂在向日葵田除草效果及安全性试验[J]. 农学报,2014,4(6):20-23.
- [6] Pannacci E, Tei F. Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soybean[J]. Crop Protection, 2014, 64: 51-59.
- [7] 黄春艳,陈铁保,王 宇,等. 除草剂对向日葵的安全性评价[J]. 中国油料作物学报,2000,22(4):65-67.
- [8] 于晓莹,韩 雷,贾春天,等. 向日葵田除草剂除草试验初报[J]. 杂粮作物,2006,26(1):37-39.
- [9] 李永鹏,李胜林,贾锡云,等. 向日葵田茎叶喷施除草剂的防治效果[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2009,21(3):27-30.
- [10] 张 明. 几种向日葵田除草剂的除草效果试验[J]. 黑龙江农业科学,2010(8):81-82.
- [11] 葛玉彬,陈炳东,卯旭辉,等. 48% 仲丁灵乳油防除地膜向日葵田间杂草效果初报[J]. 甘肃农业科技,2008(1):15-17.
- [12] 徐洪乐,樊金崖,王欣欣,等. 450/L 二甲戊灵微囊悬浮剂对小麦田杂草防除效果与安全性[J]. 杂草学报,2020,38(2):56-61.
- [13] 李春花,黄金亮,王艳青,等. 精异丙甲草胺不同剂量和苦荞不同种植密度的除草和产量效应[J]. 杂草学报,2019,37(4):37-44.
- [14] 王 健,钟雪梅,吕香玲,等. 不同品种玉米对烟嘧磺隆的耐药性研究进展[J]. 农药学报,2016,18(3):282-290.
- [15] 谢 娜,毕亚玲,李凌绪,等. 不同玉米品种对氯吡嘧磺隆的耐药性差异及其机制[J]. 植物保护学报,2012,39(6):567-572.
- [16] 刘 才,王作平,杨梦婷,等. 玉米骨干自交系对除草剂苯磺隆和甲咪唑啉酸的敏感性差异[J]. 河南农业科学,2019,48(3):77-82.
- [17] 张泰劼,程保平,田兴山. 基于叶绿素荧光比较草铵膦和草甘膦对柑橘的安全性[J]. 杂草学报,2019,37(2):51-56.
- [18] Pannacci E, Graziani F, Covarelli G. Use of herbicide mixtures for pre and post - emergence weed control in sunflower (*Helianthus annuus*) [J]. Crop Protection, 2007, 26(8):1150-1157.
- [19] 宋良红,郭欢欢,侯少培,等. 观赏向日葵观赏价值评价体系的建立[J]. 河南科学,2015,33(6):934-937.
- [20] 周熠玮,王云祯,王 红,等. 切花向日葵的资源评价和自交系的表型分析[C]//中国观赏园艺研究进展. 北京:中国林业出版社,2016.
- [21] 李晓芬,尚庆茂,张志刚,等. 多元统计分析方法在辣椒品种耐盐性评价中的应用[J]. 园艺学报,2008,35(3):351-356.
- [22] 樊保国,李登科. 制干枣品种品质性状的因子分析与综合评价[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(5):716-720.
- [23] 田治国,王 飞,张文娥,等. 多元统计分析方法在万寿菊品种抗旱性评价中的应用[J]. 应用生态学报,2011,22(12):3315-3320.