

甘蓝型油菜化学杀雄剂苯磺隆最适浓度研究

付三雄 周晓婴 陈 锋

(江苏省农业科学院经济作物研究所,南京 210014)

摘要:以甘蓝型油菜品系 16'8006、16'8036 为试验材料,研究了叶面喷施化学杀雄剂苯磺隆的杀雄效果及对制种产量的影响,在 16'8006 抽薹高度达 15~20cm、花蕾长度 1~2mm 时进行叶面喷施苯磺隆处理,浓度分别为 0 (CK)、0.1 μ g/mL、0.2 μ g/mL、0.4 μ g/mL 和 0.8 μ g/mL。结果表明 0.1 μ g/mL、0.2 μ g/mL、0.4 μ g/mL 和 0.8 μ g/mL 处理下,相对结实率分别仅为 9.46%、4.02%、0.10% 和 0;相对产量分别为 94.07%、72.88%、10.17% 和 0。结合不同浓度苯磺隆杀雄效果及制种产量,认为 0.1 μ g/mL 浓度的苯磺隆既能满足大田制种纯度需要又可以获得相对高的制种产量。

关键词:油菜;苯磺隆;雄性不育;制种产量

油菜是我国第一大油料作物,可提供 470 万 t 左右的食用油,占国产食用植物油的 55% 以上,为我国食用油的供给作出了重要贡献。实践表明,油菜具有明显的杂种优势^[1]。目前我国油菜育种的主攻目标为油菜杂种优势利用,化学杂交剂育种已成为油菜杂种优势利用的一条主要途径^[2],几十年来,国内外学者对油菜化学杂交剂育种进行了广泛的研究。湖南农业大学、西南大学、陕西省杂交油菜研究中心、中国农业科学院油料作物研究所、江苏省农业科学院经济作物研究所等单位利用化学杂交剂技术已经育成推广了湘杂油、渝黄、秦优、中油杂、宁杂等系列的 30 多个油菜杂交种^[3-11]。油菜化学杀雄剂相关研究取得了长足的进步,主要集中在高效杀雄剂的研制、筛选及利用杀雄剂培育品种方面,而对于协调油菜化学杀雄杂交种纯度与产量研究较少^[12],还需要进一步研究。2020 年江苏省启动了 3.33 万 hm^2 (50 万亩)油菜轮作休耕计划,实施了油菜轮作补贴等扶持政策,油菜种植实现恢复性增加,油菜种子的需求也激增。2022 年中央一号文件要求扩种油料作物 333.3 万 hm^2 (5000 万亩),这将对油料作物的种子供应包括油菜种子的供应提出新的要求,因此在保证油菜杂交种纯度的前提下,利用现有的制种田尽量生产更多的油菜杂交种是当前需要解决的产业问题。

目前全国油菜每 667 m^2 平均产量 138.5kg,平均含油量 43%,平均产油量(单产 \times 含油量) 59.6kg。江苏省农业科学院经济作物研究所在省种业振兴“揭榜挂帅”项目资助下,已成功培育出高产高油多抗油菜新品种宁杂 182,该品种 2019-2021 年度在国家长江下游区油菜区试中,含油量 50.09%,产油量 105.22kg/667 m^2 ,比大面积种植的对照品种沔油 737 增产 21.3%,本研究选用宁杂 182 的母本、父本为研究材料。根据前人研究结果,苯磺隆叶面喷施处理浓度范围大多数在 0.3~0.8 μ g/mL 之间^[13],为此,本研究在保证油菜杂交种生产纯度的前提下,使用 0.1~0.8 μ g/mL 不同浓度苯磺隆杀雄剂,通过在宁杂 182 的母本小孢子发育单核期进行叶面喷施,分析苯磺隆对油菜花器形态、农艺性状、相对结实率以及制种产量的影响,以期为高产高油品种宁杂 182 大面积制种提供技术支撑,也为生产上协调油菜化学杀雄的杂交种纯度与产量提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为甘蓝型油菜品系 16'8006 和 16'8036,分别是化学杀雄品种宁杂 182 的母本和父本。母本 16'8006 选自甘蓝型油菜组合中双 9 号 \times APL03;父本 16'8036 由江苏省农业科学院经济作物研究所提供,经多代自交纯合。供试药物苯磺隆为江苏省激素研究所股份有限公司生产的 10% 苯磺隆可湿性粉剂。

1.2 田间试验 试验于 2019-2021 年在江苏省农业科学院溧水植物科学基地进行,开展了 2 个生育

期试验。分别于2019年9月29日和2020年10月5日播种,试验设置3个生物学重复,小区规模为6行区,第1行和第6行种宁杂182的父本16'8036,中间4行种母本16'8006,小区行长3.3m,行距0.4m,每行定苗20棵。田间管理同一般大田。

1.3 试验设计 叶面喷施不同浓度(有效成分浓度)苯磺隆,共设5个处理浓度,分别为0 $\mu\text{g/mL}$ (CK)、0.1 $\mu\text{g/mL}$ 、0.2 $\mu\text{g/mL}$ 、0.4 $\mu\text{g/mL}$ 和0.8 $\mu\text{g/mL}$ 。喷药时期选择70%母本16'8006植株主花序花蕾长度1~2mm时进行,用小型手动喷雾器均匀喷施药物于叶面,用塑料布把两边相邻的父本遮盖。叶面喷施处理分别于2020年2月18日和2021年2月20日中午进行,单株用药量为8~10mL。

1.4 观察和统计方法 在油菜初花期,从母本第2行的第2株开始连续选取10株挂牌,整株套袋自交用于后续考种。在油菜盛花期,于10:00在选取的10株主花序最上部摘取3朵当天开放的花朵,统计雌蕊长度、雄蕊长度、花瓣长和宽。收获前考察每重复选取的10株株高、一次分枝数、主花序长、角果数、每角粒数、角果长度,计算相对结实率(处理的单株总粒数/对照的单株总粒数)。收获时分小区单打单收,按小区实际收获籽粒晒干称重计算大田产量。

1.5 数据处理 本试验数据分析采用2年数据的平均值,利用Excel进行数据整理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 苯磺隆处理诱导油菜雄性不育效果 苯磺隆诱导的油菜雄性不育的一个基本特征就是雄蕊完全消失或缩短、花药干瘪、花瓣较正常的小。经苯磺隆处理后,油菜花药与正常花药相比明显变小,经高浓度苯磺隆处理的花朵尤其明显。从表1可以看出,高浓度苯磺隆处理的雄蕊完全消失甚至死亡。随着苯磺隆喷施剂量的增加,花瓣越来越小,雄蕊越来越

小直至完全消失,说明随着苯磺隆浓度的增加其杀雄效果也愈明显。本次试验以苯磺隆0.4 $\mu\text{g/mL}$ 浓度喷施杀雄效果最好,雄蕊完全消失或微量大小。0.8 $\mu\text{g/mL}$ 浓度喷施药害严重,老幼叶叶片严重退绿,主花序死亡,甚至个别单株死亡。

表1 苯磺隆叶面喷施对油菜花器官形态的影响

处理 ($\mu\text{g/mL}$)	花瓣长 (mm)	花瓣宽 (mm)	雌蕊长度 (mm)	雄蕊长度 (mm)
0(CK)	15.0	13.0	10.5	11.6
0.1	14.8	12.9	10.5	10.4
0.2	12.9**	10.3**	10.6	6.6**
0.4	7.4**	6.3**	9.8**	1.2**
0.8	0	0	0	0

**表示在0.01水平上差异显著,下同

苯磺隆叶面喷施对母本16'8006主要农艺性状的影响见表2。0.1 $\mu\text{g/mL}$ 浓度处理对油菜营养生长没有抑制作用,其株高、主花序长、一次分枝数无显著变化;0.2 $\mu\text{g/mL}$ 及以上浓度处理对油菜生长抑制明显,其株高、角果长度、每角粒数、总粒数有极显著的抑制作用,但对一次分枝数有一定的促进。从表2还可以看出,不同浓度处理之间油菜相对结实率差异相对明显,0.1 $\mu\text{g/mL}$ 浓度苯磺隆处理相对结实率为9.46%,0.2 $\mu\text{g/mL}$ 处理为4.02%,0.4 $\mu\text{g/mL}$ 处理仅为0.10%,0.8 $\mu\text{g/mL}$ 处理主花序死亡,生长完全抑制,甚至个别单株死亡。综上所述,叶面喷施苯磺隆可诱导油菜雄性不育,0.1 $\mu\text{g/mL}$ 浓度苯磺隆处理即可诱导油菜花期不育,其相对结实率在10%以下,即油菜杂交种纯度可达90%以上。随着苯磺隆施用浓度的增加,油菜杂交种纯度呈增加趋势。

2.2 苯磺隆处理下油菜制种产量的变化 从表2可以看出,0.1 $\mu\text{g/mL}$ 及以上浓度苯磺隆处理的油菜杂交种纯度可达90%以上,均能达到GB 4407.2—2008《经济作物种子 第2部分:油料类》85%的

表2 苯磺隆叶面喷施对油菜主要农艺性状的影响

处理($\mu\text{g/mL}$)	株高(cm)	主花序长(cm)	一次分枝数	角果长度(cm)	每角粒数	总粒数	相对结实率(%)
0(CK)	171.8	59.2	8.4	6.64	20.68	9008.24	
0.1	171.5	62.4	8.3	2.82**	2.73**	852.56**	9.46
0.2	154.6**	56.8	8.6	2.80**	1.22**	361.74**	4.02
0.4	74.2**	0	9.1	2.40**	0.03**	9.20**	0.10
0.8	48.2**	0	0	0	0	0	0

纯度要求。但从表3中可以看出,制种产量随着苯磺隆施用浓度的增加呈急剧下降趋势,不同浓度处理之间油菜制种相对产量差异明显,0.1 $\mu\text{g/mL}$ 浓度苯磺隆处理,相对产量在94.07%左右,和对照相当;0.2 $\mu\text{g/mL}$ 浓度苯磺隆处理相对产量为72.88%,产量显著下降;0.4 $\mu\text{g/mL}$ 处理相对产量仅为10.17%;0.8 $\mu\text{g/mL}$ 处理,主花序死亡,生长完全抑制,甚至个别单株死亡、绝产。

表3 苯磺隆叶面喷施对油菜制种产量的影响

处理($\mu\text{g/mL}$)	产量(kg)	相对产量(%)
0(CK)	1.18	100
0.1	1.11	94.07
0.2	0.86**	72.88*
0.4	0.12**	10.17**
0.8	0	0

3 讨论与结论

油菜化学杀雄可显著加快育种速度,通过化杀所制出的杂交种具有较高的稳产性且没有生产风险。尽管油菜化杀制种在理论和技术上,尤其是应用于品种选育上取得了长足进步,但使用苯磺隆杀雄制种仍具有复杂性和不可控性,制种中存在制种产量、效益与制种纯度等矛盾,如何平衡杀雄效果与制种产量是化学杀雄中最为关键的一环,这关系到制种成本与风险。黄驰等^[14]研究结果表明,单株受药量8~10mL,浓度0.30 $\mu\text{g/mL}$ 苯磺隆可诱导群体90%以上的植株不育;单株受药量15~20mL,浓度0.05~0.10 $\mu\text{g/mL}$ 苯磺隆可诱导群体100%的植株不育,且无药害,能保持整个花期不育。合适的苯磺隆浓度是影响油菜化学杀雄效果的重要因素,浓度小杀雄不彻底,直接导致杂交种纯度低,杂交种产量也低;浓度过大,能保证杂交种纯度,但容易出现药害,导致制种产量低,没有生产效益。尽管黄驰等^[14]研究结果表明浓度与剂量可以高低搭配使用,但与剂量相比,浓度是更重要的因素,综合前人的研究结果,通过叶面喷施0.1 $\mu\text{g/mL}$ 、0.2 $\mu\text{g/mL}$ 、0.4 $\mu\text{g/mL}$ 和0.8 $\mu\text{g/mL}$ 4个浓度的苯磺隆,单株用药量8~10mL,结果表明0.1 $\mu\text{g/mL}$ 及以上浓度苯磺隆处理的杀雄效果都很好,败育很彻底,但0.4 $\mu\text{g/mL}$ 和0.8 $\mu\text{g/mL}$ 浓度处理的药害严重,甚至导致死亡、绝产。

当然本研究只是单点2年份的试验,本次试验油菜种植田块土壤肥力中等,气候比较正常,油菜花期没有极寒、多雨等极端天气出现,而油菜的生长易受环境的影响,土壤肥料水平、不同年份的天气尤其是极端天气可能会对不同油菜生育期进程产生不同程度的影响,而且降水量也会对油菜的制种纯度和产量产生影响,因此本次试验得出的结果只在一定范围内可推广。不同品种、尤其是生产急需的主导品种还需要多年多点多地区试验后再进行推广,尽量平衡杀雄效果与制种产量,获得较好的制种产量和效益。生产中还需继续展开后续相关试验,为油菜化杀杂交种的机械种植、机械喷药、机械去杂等大规模全程机械化制种提供技术和理论依据,降低制种费用。

参考文献

- [1] 傅廷栋. 油菜杂种优势研究利用的现状与思考. 中国油料作物学报, 2008, 30(S): 1-5
- [2] 张振乾, 王国槐, 官春云, 陈社员. 油菜化学杀雄剂的研究进展. 湖南农业科学, 2011(5): 19-22
- [3] 陈社员, 官春云, 王国槐, 李梅, 刘忠松. 双低杂交油菜新品种湘杂油6号的选育. 中国油料作物学报, 2005, 27(2): 37-39
- [4] 谌利, 李加纳, 唐章林, 张学昆, 陈云坪, 殷家明. 甘蓝型黄籽杂交油菜新品种渝黄1号的选育. 西南农业大学学报, 2002, 24(1): 45-47
- [5] 王爱娜, 王灏, 赵亚军, 李殿荣, 田建华, 王晓东, 罗斌, 赵亚军, 赵卫国, 李建厂, 栗茂腾. 甘蓝型化学杀雄杂交油菜品种秦优33种子纯度的SSR鉴定. 农业生物技术学报, 2011, 19(6): 1011-1018
- [6] 胡承伟, 刘希忠, 朱程, 唐世义, 黄桃翠. 化学杀雄两系杂交油菜庆油1号高产制种技术. 中国种业, 2019(10): 76-78
- [7] 李保军, 尚丽平, 王竹云, 张立坚, 郭凯红, 赵小萍, 赵卫国, 李殿荣, 张椿雨, 王灏. 利用InDel标记鉴定化学杀雄杂交油菜秦油88种子纯度. 分子植物育种, <https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20210105.1754.020.html>
- [8] 王学芳, 张忠鑫, 郑磊, 董育红, 张耀文, 田建华. 多效唑、烯效唑对油菜‘秦优1618’苗期特性和抗寒性的影响. 中国农学通报, 2021, 37(36): 36-40
- [9] 彭锐, 李云鸿, 李欢, 王玲, 张艳, 陈宝莉. 2018-2019年安康市汉滨区油菜机播品种筛选试验. 现代农业科技, 2019(22): 24-25
- [10] 付三雄, 戚存扣, 顾慧, 张洁夫, 浦惠明, 陈松, 周晓婴, 陈锋, 高建芹, 龙卫华, 胡茂龙, 张维. 优质化学杀雄两系杂交油菜宁杂1818的选育. 江西农业学报, 2015, 27(7): 11-14
- [11] 付三雄, 周晓婴, 张洁夫, 陈松, 浦惠明, 陈锋, 龙卫华, 彭琦, 高建芹, 张维, 胡茂龙, 王晓东, 戚存扣. 高产稳产化学杀雄两系杂交油菜宁杂559的选育和种子生产技术. 江苏农业科学, 2020, 48(2): 87-91

结球莴苣产量与主要农艺性状的相关性及灰色关联度分析

曹彩红¹ 田雅楠¹ 赵立群¹ 祝宁² 何秉青² 曹玲玲¹

(¹北京市农业技术推广站,北京 100029; ²北京市昌平区农业技术推广站,北京 102299)

摘要:以 33 份结球莴苣品种为材料,采用相关分析和灰色关联度分析法,对影响结球莴苣产量的 9 个主要农艺性状进行综合分析,以期对结球莴苣品种选择和育种提供科学依据。结果表明产量与单株重呈显著正相关,与其他性状相关不显著;单株重与展幅宽、展幅长、中心柱粗、株高均呈极显著或显著正相关关系。灰色关联度分析发现农艺性状与产量关联度依次为单株重>展幅长>展幅宽=中心柱粗>中心柱长>叶球球形指数>株高>叶球横径>叶球纵径。因此,结球莴苣产量的形成受单株重、株高、展幅长、展幅宽、中心柱粗等性状的影响,在育种过程中可以优先考虑单株重,同时结合展幅长、宽,其次适当注意中心柱粗、中心柱长和株高,最后依据育种目标选择合适的叶球纵径和横径。

关键词:结球莴苣;农艺性状;单株产量;相关性;灰色关联度

结球莴苣(*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.)为菊科莴苣属一年生或二年生草本作物,原产于地中海沿岸,是一种营养高、热量低的保健蔬菜,富含膳食纤维、蛋白质、钙、铁和各种维生素以及抗氧化物、胡萝卜素等^[1-4]。此外,它含有特定物质——莴苣素,具有镇痛、催眠、降低胆固醇、辅助治疗神经衰弱等功效,深受消费者青睐。同时具有生长周期短、适应性广、土地利用率高、就近供应保鲜效果佳等优势,在蔬菜稳产保供方面发挥重要作用^[5]。近年来结球莴苣在我国叶类蔬菜中市场供应量和消费量的比重越来越大,FAO 数据显示,2020 年我国生菜和菊苣类播种面积 60.643 万 hm^2 , 占全球 49.45%,与 2011 年(57.025 万 hm^2)相比较,增幅 6.34%;每 hm^2 产量为 23.62t,与全球平均水平(22.55t)基本持平,

但与单产排名前 10 的国家(均超过 35t)相比差距较大^[6]。

产量性状为数量性状,其构成因素与植株多个性状相关,是一个综合指标,受自身遗传特性和环境因素的互作影响,利用单一指标进行产量评价具有片面性和不稳定性。因此需采用一种综合分析方法来明确影响产量的多个性状之间的关系,从而找出关键因子,为品种筛选和培育提供科学依据。而灰色关联度分析法是一种多因素统计分析方法,能够根据各因素变化的相似程度,来判断因素之间关联程度,若两个因素变化的趋势具有一致性,则关联程度较高;反之,则较低^[7]。灰色关联度法已广泛应用于水稻^[8-9]、玉米^[10-12]、绿豆^[13-14]和小麦^[15]等粮食作物育种中,近几年在西瓜^[16]、甘蓝^[17]、不结球白菜^[18]、菠菜^[19]等蔬菜作物选育中应用也比较普遍。但采用灰色关联度分析对结球莴苣农艺性状与产量进行综合评价分析鲜有报道。本研究以国内外 33 个结球莴苣品种为材料,通过对 10 个性状应用灰色

基金项目:都市农业特色作物新品种引进与选育(202106);北京市农业技术推广站基本事业职能履行及机构运行保障项目(11000022Y000000440897)

通信作者:曹玲玲

[12] 宋放,王谧,宋淑琦,陈杰. 两种甘蓝型油菜化制种方法对比试验. 种业导刊,2016(1): 16-18

[13] 张宝娟,赵惠贤,胡胜武. 苯磺隆对甘蓝型油菜中双 9 号的杀雄效果. 中国油料作物学报,2010,32(4): 467-471

[14] 黄驰,胡海兵,蒲晓斌,李浩杰,张锦芳,蒋俊,郑本川,牛应泽,蒋梁材. 苯磺隆在成都地区诱导甘蓝型油菜雄性不育效果研究. 西南农业学报,2015,28(3): 1097-1104

(收稿日期: 2022-05-07)