

◆ 农药应用 ◆

3种不同结构的芸苔素内酯在小麦上的应用研究

孙 晓^{1,2}, 姜兴印^{1,2}, 姚晨涛^{1,2}, 乔治华^{1,2}, 姚向峰^{1,2}, 于灏泳^{1,2}, 张建业¹

(1. 山东农业大学植物保护学院 山东泰安 271018 2. 山东省农药毒理与应用技术重点实验室 山东泰安 271018)

摘要:为研究3种不同结构的芸苔素内酯对小麦产量和品质的影响,进行两年田间药效试验。结果显示,在试验浓度范围内,24-表芸苔素内酯、28-高芸苔素内酯、28-表高芸苔素内酯的各处理浓度均能够提高小麦的产量和品质;对小麦中蛋白质含量的提升作用不显著。0.04 mg/kg 28-高芸苔素内酯的提升作用最显著,其分蘖数增加0.36个/株,穗粒数增加3.02个/穗,千粒重增加2.57 g,产量提高15.60%,淀粉含量增加3.54%。

关键词:24-表芸苔素内酯;28-高芸苔素内酯;28-表高芸苔素内酯;小麦;产量;品质

中图分类号:S 512.1⁺¹, S 482.8 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1671-5284.2019.05.015

Application Effect of Three Structural Brassinolides on Wheat

Sun Xiao^{1,2}, Jiang Xing-yin^{1,2}, Yao Chen-tao^{1,2}, Qiao Zhi-hua^{1,2}, Yao Xiang-feng^{1,2}, Yu Hao-yong^{1,2}, Zhang Jian-ye¹

(1. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Shandong Tai'an 271018, China; 2. Key Laboratory of Pesticide Toxicology & Application Technique, Shandong Tai'an 271018, China)

Abstract: In order to study the effects of three different brassinolides on wheat's yield and quality, the two-year field efficacy test was conducted. The results showed that the different test concentrations of 24-Epi brassinolide, 28-Homo brassinolide and 28-Epihomo brassinolide increased the yield and quality of wheat, while the protein content was not significantly increased. Enhancement role of 28-Homo brassinolide 0.04 mg/kg was the most significant. The number of tillers increased by 0.36 per plant. The number of kernels increased by 3.02 per spear. The weight of 1 000-grain increased by 2.57 g. The yield increased by 15.60%, and the content of starch increased by 3.54%.

Key words: 24-Epi brassinolide; 28-Homo brassinolide; 28-Epihomo brassinolide; wheat; yield; quality

芸苔素内酯是一种活性极强的新型甾醇类物质,是国际公认的高效、低毒的植物生长调节剂^[1],也是当前中国发展高产、优质、高效农业和生态农业最有生机和活力的一种新型物质^[2]。小麦作为我国的三大谷物之一,其品质、产量和投入产出比关系到我国粮食的稳定。我国是世界最大的小麦生产国和消费国,保持小麦的高产和稳产尤为重要^[3-4]。据统计,我国小麦产量逐年上升,但是在粮食总产量所占的比重基本无变化。在此形势下,我国更加注重植物生长调节剂的使用,以此来提高小麦的产量和品质,提升我国小麦的竞争优势^[5]。近年来芸苔素内酯在小麦上登记的数量显著增加即是一佐证。自1970年从油菜花粉中提取出芸苔素内酯

到目前为止,人类已经发现了70余种芸苔素内酯,其中结构相似、活性较高的有28-表高芸苔素内酯、24-表芸苔素内酯、28-高芸苔素内酯。研究比较这3种结构的芸苔素内酯在小麦上的作用效果具有重要意义。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地地势平坦,土壤为沙壤土。土壤养分质量比:全氮1.2 g/kg,碱解氮85.2 g/kg,速效磷52.6 g/kg,速效钾128.4 g/kg,有机磷8.9 g/kg。土壤pH值为7.18。小麦的生长条件(土壤类型、土壤肥力、品种、播栽期、行距等)均一致。试验期间杀虫剂、杀菌剂

收稿日期:2019-04-06

作者简介:孙晓(1993—),男,山东省烟台市人,硕士,主要从事芸苔素内酯在植物上的应用研究。E-mail: sdauzbsx@163.com

正常使用,且不使用其他植物生长调节剂。

1.2 试验方法

试验药剂 85.8% 24-表芸苔素内酯原药、92.1% 28-高芸苔素内酯原药、92% 28-表高芸苔素内酯原药均由张掖市大弓农化有限公司提供。

试验处理:小麦田间试验使用的品种是“泰农 18”,在泰安市宁阳县小麦田中进行,土壤为沙壤土。田间试验采用茎叶喷雾处理进行施药,根据预实验,每种结构的芸苔素内酯分别设 5 个质量比,分别为 0.01、0.02、0.04、0.06、0.08 mg/kg,加空白对照(CK),共 6 个处理,每个处理 3 次重复,每个小区面积为 30 m²(10 m × 3 m),小区采用随机区组设计,田间管理条件一致。施药方式为茎叶喷雾法(MATABI Super Green16 手动储压式喷雾器),在小麦苗期、扬花期和灌浆期共施药 3 次。

1.3 调查内容

在小麦返青期,测量小麦株高、根长和分蘖数;在小麦收获时,根据五点取样法,每小区共取 5 m²(1 m × 5 m),调查小麦的穗粒数,晾干后测量千粒重,根据小区产量换算出小麦的亩产量;以此来评价 3 种结构芸苔素内酯在小麦上进行茎叶喷雾处理的佳应用结构和使用剂量。试验根据《农药田间药效试验准则 第 26 部分:棉花催枯剂试验》(NY/T 1464.26—2007)进行,从每个小区中间 3 行未定点小麦上共摘取 50 个麦穗,晾干进行品质检测,测定小麦的蛋白质、淀粉和水分含量。蛋白质含量的测定采用凯氏自动定氮仪法^[6],使用的仪器是 K9840 自动凯氏定氮仪和 SH220F 石墨消解仪。淀粉含量的测定

参照蒽酮比色法^[6]。

采用 Microsoft Excel 2010 和 IBM SPSS Statistics 20 软件进行数据处理,采用邓肯新复极差法($P < 0.05$)进行差异显著性分析,使用 Origin 2019 进行图表的绘制。试验结果为两年试验的平均值。

2 结果分析

2.1 对小麦生长量的影响

由表 1 可见,小麦经 24-表芸苔素内酯、28-高芸苔素内酯和 28-表高芸苔素内酯茎叶喷雾处理后,各处理间的株高和千粒重差异显著,根长、穗粒数、根数和分蘖数差异不显著。各处理小麦生长量均优于空白对照。在苗期株高方面,处理质量比为 0.04 mg/kg 和 0.06 mg/kg 的 28-高芸苔素内酯的株高较高,分别为 18.42 cm 和 18.48 cm,较空白对照的株高分别增高了 1.10 cm 和 1.16 cm,增加效果显著。0.06~0.08 mg/kg 24-表芸苔素内酯和 0.04~0.06 mg/kg 28-表高芸苔素内酯处理的小麦生长量较好。在苗期根长方面,3 种结构芸苔素内酯的各处理均使根长增加,其中,0.04 mg/kg 28-高芸苔素内酯处理的小麦根长增加显著,平均根长为 13.26 cm,比空白对照的根长增加 0.68 cm,其根数每株增加了 0.37 根。在分蘖数和穗粒数方面,0.04 mg/kg 28-高芸苔素内酯和 0.04 mg/kg 28-表高芸苔素内酯均表现出较为突出的效果,分别为 2.64 个/株、45.93 个/穗和 2.57 个/株、45.76 个/穗。在千粒重方面,0.04、0.06 mg/kg 28-高芸苔素内酯处理表现较好,较空白对照的 44.87 g 分别增加 2.57 g 和 2.48 g。

表 1 3 种不同结构的芸苔素内酯喷雾处理对小麦生长量的影响

药剂	质量比/(mg·kg ⁻¹)	株高/cm	根长/cm	根数/(根·株 ⁻¹)	分蘖数/(个·株 ⁻¹)	穗粒数/(个·穗 ⁻¹)	千粒重/g
24-表芸苔素内酯	0.01	17.63 ± 0.16 g	12.76 ± 0.38 cd	8.26 ± 0.48 ab	2.39 ± 0.25 ab	43.60 ± 0.85 c	45.12 ± 0.28 j
	0.02	17.83 ± 0.03 efg	12.91 ± 0.19 bc	8.22 ± 1.21 ab	2.43 ± 0.81 ab	44.07 ± 1.33 bc	45.94 ± 1.32 h
	0.04	18.07 ± 0.02 cde	13.12 ± 0.04 ab	8.31 ± 0.95 ab	2.48 ± 1.10 ab	44.15 ± 1.02 bc	46.41 ± 0.28 f
	0.06	18.28 ± 0.01 abc	13.14 ± 0.58 ab	8.37 ± 1.25 ab	2.53 ± 0.25 ab	45.68 ± 0.59 a	47.26 ± 0.58 bc
	0.08	18.24 ± 0.16 abc	12.98 ± 0.11 bc	8.28 ± 0.06 ab	2.50 ± 0.08 ab	45.45 ± 1.52 a	47.18 ± 0.95 cd
28-高芸苔素内酯	0.01	17.78 ± 0.09 fg	12.85 ± 0.18 c	8.28 ± 1.12 ab	2.44 ± 0.35 ab	44.27 ± 0.25 bc	46.13 ± 1.13 g
	0.02	18.10 ± 0.04 cd	13.02 ± 0.74 abc	8.35 ± 0.25 ab	2.53 ± 0.51 ab	44.55 ± 0.24 b	46.73 ± 1.58 e
	0.04	18.42 ± 0.01 ab	13.26 ± 0.28 a	8.40 ± 0.41 a	2.64 ± 0.45 a	45.93 ± 0.92 a	47.44 ± 2.02 a
	0.06	18.48 ± 0.12 a	13.18 ± 0.63 ab	8.23 ± 0.20 ab	2.56 ± 0.34 ab	45.78 ± 1.39 a	47.35 ± 1.31 ab
	0.08	18.21 ± 0.11 abc	12.91 ± 1.21 bc	8.21 ± 0.84 ab	2.46 ± 0.22 ab	44.19 ± 1.51 bc	47.06 ± 1.02 d
28-表高芸苔素内酯	0.01	17.70 ± 0.05 fg	12.77 ± 0.81 cd	8.29 ± 0.38 ab	2.41 ± 0.54 ab	43.67 ± 1.35 c	45.38 ± 0.52 i
	0.02	17.94 ± 0.05 def	12.95 ± 0.19 bc	8.32 ± 0.34 ab	2.47 ± 0.52 ab	44.27 ± 0.25 bc	46.21 ± 1.12 g
	0.04	18.21 ± 0.01 abc	13.18 ± 0.36 ab	8.41 ± 0.42 a	2.57 ± 0.02 a	45.76 ± 2.08 a	47.31 ± 0.85 abc
	0.06	18.34 ± 0.03 abc	13.14 ± 0.10 ab	8.26 ± 0.25 ab	2.53 ± 0.51 ab	45.56 ± 2.12 a	47.20 ± 1.02 bcd
	0.08	18.20 ± 0.09 bcd	12.94 ± 1.28 bc	8.25 ± 0.55 ab	2.45 ± 0.38 ab	44.04 ± 0.52 bc	47.10 ± 0.20 d
空白对照(CK)	0	17.32 ± 0.01h	12.58 ± 0.06 d	8.03 ± 0.85 b	2.28 ± 0.35 b	42.91 ± 1.15 d	44.87 ± 0.58 k

2.2 对小麦产量和增产率的影响

3种不同结构的芸苔素内酯喷雾处理对小麦产量和增产率的影响见图1。在0.02 mg/kg、0.04 mg/kg质量比下,28-高芸苔素内酯的产量均高于其他两种

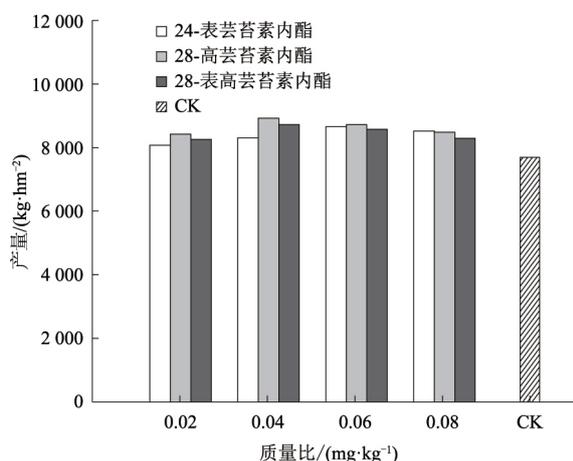
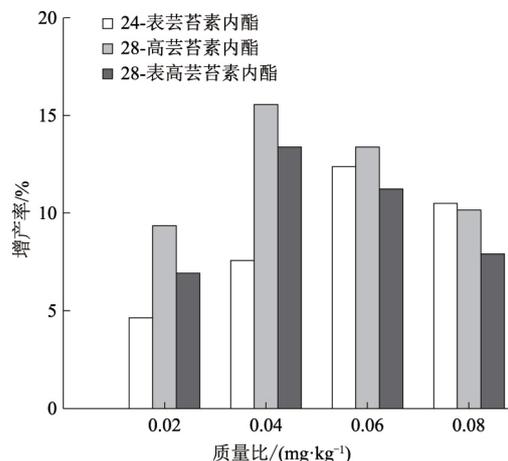


图1 3种不同结构的芸苔素内酯喷雾处理对小麦产量和增产率的影响

在28-高芸苔素内酯和28-表高芸苔素内酯的不同处理中,其0.04 mg/kg的质量比处理对小麦的增产率均最高;当质量比大于0.04 mg/kg时,上述2种芸苔素内酯处理的小麦增产率均随质量比升高而下降。

在24-表芸苔素内酯的不同处理中,0.06 mg/kg的质量比处理对小麦的增产率最高;当质量比大于0.06 mg/kg时,小麦的增产率随质量比的升高而下降。

芸苔素内酯的产量,且28-表高芸苔素内酯的产量高于24-表芸苔素内酯的产量。随质量比的增加,各处理小麦的产量增加率有所回落,但与对照相比均有一定的增产作用。



2.3 对小麦中营养成分质量分数的影响

由表2可见,3种结构的芸苔素内酯对小麦中淀粉的含量有明显的提升作用,各处理之间差异显著。其中0.04 mg/kg 28-高芸苔素内酯提升作用最显著,淀粉含量达67.59%,比空白对照的淀粉含量增加2.31%;其次是0.06 mg/kg 28-表高芸苔素内酯。3种结构的芸苔素内酯对小麦蛋白质含量的提升作用不大,各处理间无明显差异,但是均略高于空白对照。3种结构的芸苔素内酯对小麦水分含量无明显影响。

表2 3种结构的芸苔素内酯喷雾不同处理对小麦营养成分含量的影响

药剂	浓度/(mg·kg ⁻¹)	质量分数/%		
		淀粉	蛋白质	水分
24-表芸苔素内酯	0.01	65.63 ± 2.23 gh	13.13 ± 0.48 ab	11.87 ± 0.85 abc
	0.02	66.04 ± 0.25 fg	13.01 ± 1.03 ab	11.75 ± 0.25 abc
	0.04	66.65 ± 0.41 def	13.00 ± 0.58 ab	11.67 ± 0.36 abc
	0.06	67.36 ± 0.35 abc	12.98 ± 0.91 ab	11.60 ± 0.48 bc
	0.08	67.13 ± 1.25 abcde	13.06 ± 0.10 ab	11.95 ± 1.32 ab
28-高芸苔素内酯	0.01	66.07 ± 2.05 fg	13.06 ± 0.38 ab	11.76 ± 0.65 abc
	0.02	66.78 ± 0.82 cde	13.23 ± 0.92 a	11.38 ± 1.32 c
	0.04	67.59 ± 3.23 a	12.98 ± 0.65 ab	11.77 ± 0.52 abc
	0.06	67.41 ± 0.52 abc	13.01 ± 0.84 ab	11.69 ± 0.45 abc
	0.08	66.92 ± 3.23 bcde	13.11 ± 0.32ab	11.93 ± 1.32 ab
28-表高芸苔素内酯	0.01	65.81 ± 0.22 gh	12.95 ± 0.45 ab	11.88 ± 1.58 ab
	0.02	66.49 ± 0.56 ef	13.10 ± 0.33 ab	11.83 ± 0.33 abc
	0.04	67.29 ± 1.20 abcd	13.11 ± 0.52 ab	11.47 ± 0.55 bc
	0.06	67.45 ± 0.58 ab	13.02 ± 0.30 ab	11.82 ± 0.30 abc
	0.08	67.09 ± 1.32 abcde	13.01 ± 0.28 ab	12.12 ± 0.54 a
CK	0	65.28 ± 1.25 h	12.83 ± 0.05 b	11.90 ± 1.05 ab

注:同列中字母采用邓肯新复极差法($P < 0.05$)进行差异显著性分析。

3 结论与讨论

研究表明,一定浓度的28-高芸苔素内酯可以提高小麦产量^[7-8]。戴爱梅等^[9]通过比较穗粒数、穗数和千粒重等数据证明芸苔素内酯对小麦的增产作用,且在小麦上使用芸苔素内酯可明显降低生产成本。本试验根据以上指标对比3种结构的芸苔素内酯对小麦产量的影响,发现3种结构的芸苔素内酯对小麦穗粒数和千粒重提升明显,也能提高苗期的根数、株高、根长和分蘖数,与戴爱梅等的研究结果相似,其中具有显著增产作用的是28-高芸苔素内酯。吴明荣等^[9]从淀粉含量和蛋白质含量方面分析了芸苔素内酯对小麦品质的影响,并发现芸苔素内酯处理对小麦的淀粉含量和蛋白质含量无明显影响。但本试验研究结果显示,芸苔素内酯能较好地提升小麦淀粉的含量,与吴明荣等^[10]的研究结果不同,可能是由于试验田内氮元素含量不同,或是使用的小麦品种不同。另,本试验在淀粉含量方面的研究结果与解备涛^[11]的研究结果有相似性,芸苔素内酯在一定浓度范围内有助于提高小麦淀粉的含量。但是对蛋白质和水分含量无显著影响。因此,在提高小麦产量和品质方面,建议使用0.04 mg/kg 28-高芸苔素内酯、0.04 mg/kg 28-表高芸苔素内酯和0.06 mg/kg 24-表芸苔素内酯,以上3个处理的作用效果依次递减。其中0.04 mg/kg 28-高芸苔素内酯在提高产量的同时能够较大程度地提高小麦淀粉的含量,因此较为推荐使用。

参考文献

- [1] 罗维. 浅析植物生长调节剂芸苔素内酯 [J]. 广州化工, 2013, 41 (15): 33-35.
- [2] Koka C V, Cerny R E, Gardner R G, et al. A Putative Role for the Tomato Genes Dumpy and Curl-3 in Brassinosteroid Biosynthesis and Response [J]. Plant Physiology, 2000, 122 (1): 85-98.
- [3] 穆云飞. 我国小麦进出口贸易发展现状及原因分析 [J]. 南方农机, 2018, 49 (13): 117; 126.
- [4] 许青青. 抗倒酯等植物生长调节剂对小麦生理效应及产量的影响 [D]. 山东泰安: 山东农业大学, 2014.
- [5] 高佳佳, 赵芝俊. 我国小麦生产的技术进步率测算与分析——基于随机前沿分析方法 [J]. 中国农业大学学报, 2018, 23 (3): 149-157.
- [6] 陈智慧, 史梅, 王秋香, 等. 用凯氏定氮法测定食品中的蛋白质含量 [J]. 新疆畜牧业, 2008, (5): 22-24.
- [7] He X X, Yang J, Ding Y W, et al. Determination of Starch Content in Potato with Acid-hydrolysis [J]. Seed, 2009, 49 (2): 171-184.
- [8] Ramraj V M, Vyas B N, Godrej N B, et al. Effects of 28-Homobrassinolide on Yields of Wheat, Rice, Groundnut, Mustard, Potato and Cotton [J]. Journal of Agricultural Science, 1997, 128 (4): 405-413.
- [9] 戴爱梅, 陈志, 吐鲁达洪, 等. 0.0075%芸苔素内酯AS对小麦的生长调节作用和增产效应 [J]. 现代农药, 2014, 13 (6): 54-56.
- [10] 吴明荣, 张仕福. 芸苔素内酯在小麦上的应用效果 [J]. 湖北植保, 2008, (2): 45-46.
- [11] 解备涛. 植物生长调节剂对逆境条件下小麦产量、品质及其生理代谢的影响 [D]. 北京: 中国农业大学, 2003.

(责任编辑: 石凌波)

(上接第 48 页)

酰胺、乙基多杀菌素等对草地贪夜蛾防治效果显著^[9]。生物制剂多杀霉素、阿维菌素和苏云金芽孢杆菌等对草地贪夜蛾也有较好的防治效果^[6]。然而,同种农药使用不同的喷头及喷雾器械对病虫害防治效果不一致^[7]。由于甲氨基阿维菌素苯甲酸盐低毒和低残留的特点,本研究采用甲氨基阿维菌素苯甲酸盐和高效氯氟氰菊酯混用;为了提高药液在玉米叶片上的附着及渗透能力,添加了喷雾助剂奇功。

结果表明,采用低容量连杆多喷头喷雾组件防治草地贪夜蛾具有良好的防治效果。和常规喷雾器械相比,低容量连杆多喷头喷雾组件能够节省用水64.9%,高效氯氟氰菊酯和甲氨基阿维菌素苯甲酸盐两种农药平均节省64.9%,施药时间能够缩短32.2%。在草地贪夜蛾大面积发生时能够快速有效地进行防治,同时能达到农药减施的目的。

参考文献

- [1] 郭井菲, 赵建周, 何康来, 等. 警惕危险性害虫草地贪夜蛾入侵中国 [J]. 植物保护, 2018, 44 (6): 1-10.
- [2] 汪丽, 张来喜, 张志勇. 斑螫素对草地贪夜蛾Sf9细胞膜完整性和膜电位的影响 [J]. 昆虫学报, 2013, 56 (5): 512-520.
- [3] 李金梅, 木魁, 姜双林, 等. 骆驼蓬总碱对草地贪夜蛾离体细胞系和幼虫血细胞的毒性作用 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2017, 45 (4): 127-133.
- [4] 汪浩, 赖多, 徐汉虹. 印楝素、虱螨脲及溴氰菊酯处理草地贪夜蛾前后对胚胎发育的显微分析 [J]. 世界农药, 2014, 36 (3): 33-36.
- [5] 赵胜国, 孙小旭, 张浩文, 等. 常用化学杀虫剂对草地贪夜蛾防效的室内测定 [J]. 植物保护, 2019, 45 (3): 10-14.
- [6] 赵胜国, 杨现明, 孙小旭, 等. 常用生物农药对草地贪夜蛾的室内防效 [J]. 植物保护, 2019, 45 (3): 21-26.
- [7] 刘阿丽, 黄文源, 吴小毛, 等. 新型喷雾器械对草莓白粉病的田间药效试验 [J]. 云南农业科技, 2018 (增刊): 152-154.

(责任编辑: 徐娟)