

文章编号: 1674-7054(2020)01-0007-04

# 赤霉素处理对芥蓝主侧薹产量和品质的影响

童璐, 成善汉, 居利香, 徐艺, 雷欣,  
倪苗, 汪志伟, 朱国鹏, 陈艳丽  
(海南大学园艺学院, 海口 570228)

**摘要:** 研究不同浓度赤霉素处理对芥蓝主侧薹产量和品质的影响, 以便筛选出适合芥蓝主侧薹产量优化和品质提升的赤霉素浓度, 为芥蓝高产优质栽培提供理论依据。结果表明: 30 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素喷施显著促进主薹、第 1 侧薹伸长, 50 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理显著促进侧薹伸长; 30 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理使芥蓝主薹、第 2 侧薹产量大幅提高, 从而使每公顷较对照提高了 11.13%。30 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素还可促进侧薹蛋白质积累, 提高芥蓝主侧薹可溶性糖含量积累, 降低纤维素含量。因而在促进芥蓝主侧薹产量优化和品质提升方面, 30 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理最佳。

**关键词:** 赤霉素; 芥蓝; 主侧薹; 产量; 品质

中图分类号: S 482.8

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rds wxb.2020.01.002

芥蓝 (*Brassica alboglabra* L. H. Bailey) 是十字花科芸薹属一年生日照双子叶植物, 以鲜嫩菜薹和嫩叶为食用部位。口感脆嫩清甜, 富含胡萝卜素、维生素 C, 具备丰富的营养价值<sup>[1]</sup>。芥蓝起源于我国南方地区, 其种植历史可以追溯到宋代, 是我国特产蔬菜之一。目前, 芥蓝主要种植于华南地区, 是华南地区餐桌上家常菜, 同时也是远销东南亚及港澳地区的畅销菜<sup>[2]</sup>。植物生长调节剂具有安全、高效、绿色、可持续等特点, 可以有效调节作物生长, 促进作物健康生长、激发生命活力、提质增产<sup>[3]</sup>, 合理使用植物生长调节剂可以有效地调控植物的生长和发育, 提高产品品质。蒋晓丽<sup>[4]</sup>的研究结果表明, 1.0 mmol·L<sup>-1</sup> 茉莉酸甲酯可提高芥蓝中总硫苷含量。赤霉素是广泛存在的一种植物激素, 有关学者在对叶菜类蔬菜的研究中发现赤霉素的主要生理效应是促进茎的伸长和诱导长日照植物抽薹开花<sup>[5-6]</sup>。目前关于赤霉素对于芥蓝主侧薹产量构成影响方面的研究尚未见报道。因此, 筛选出能显著优化芥蓝主侧薹产量构成、提升品质的赤霉素浓度至关重要。本试验通过测定不同浓度的赤霉素对芥蓝植物学性状、产量指标和品质指标的影响, 旨在筛选出适合芥蓝主侧薹产量优化和品质提升的赤霉素浓度。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料处理与试验设计** 试验材料为‘喜来宝’杂交芥蓝, 购自广东良种引进服务公司。试验设置 3 个赤霉素浓度处理, 分别为 10, 30, 50 mg·L<sup>-1</sup>, 以清水喷雾作为对照, 每个处理设置 3 次重复, 各处理小区采用完全随机区组排列。小区面积为 7.8 m<sup>2</sup> (1.3 m×6.0 m), 株行距 16 cm×20 cm。

**1.2 种植与田间管理** 本试验于 2018 年 11 月至 2019 年 1 月在海南省东方市三家镇侯居村基地进行。先除去田间杂草、翻土, 每公顷地块施羊粪有机肥 1 200 kg、复合肥 20 kg(N : P : K=15 : 15 : 15)后混匀作畦, 于 2018-11-13 大田播种、育苗, 12 月 5 日移栽。12 月 20 日以叶面喷雾的方式进行激素处理,

收稿日期: 2019-05-30

修回日期: 2019-10-31

基金项目: 海南省重点研发计划项目(ZDYF2018094); 海南省重大科技计划项目(ZDKJ2017001)

第一作者: 童璐(1995-), 女, 海南大学园艺学院 2018 级硕士研究生. E-mail: 1245225937@qq.com

通信作者: 成善汉(1975-), 男, 教授, 博士. 研究方向: 蔬菜生物技术与高效栽培. E-mail: 165597641@qq.com

并于12月27日进行第2次喷雾处理。2019-01-09采收主茎,1月14日采收第1侧茎,1月19日采收第2侧茎,主茎与侧茎分布示意图如图1。

**1.3 植物学性状测定** 株高为第1次采收前一天芥蓝植株基部至顶端的高度;开展度为第1次采收前一天芥蓝植株投影地上最大直径;主茎茎高为采收点a至主茎生长点的长度;第1侧茎茎高为采收点b至第1侧茎生长点的长度;第2侧茎茎高为采收点c至第2侧茎生长点的长度,上述均采用直尺测定。主茎茎粗采用游标卡尺分别测定主侧茎采收点茎的直径。

**1.4 产量与品质测定** 主茎、第1侧茎、第2侧茎的质量分别为在采收点a, b, c切割下的茎质量,采用万分之一分析天平(梅特勒-托利多仪器上海有限公司)测定。产量为各处理小区主茎、第1侧茎和第2侧茎的总产量换算而来。芥蓝植株可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝染色法<sup>[7]</sup>、维生素C含量采用紫外分光光度法<sup>[7]</sup>、可溶性糖和纤维素含量采用蒽酮-硫酸比色法<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 不同浓度赤霉素处理芥蓝植物学性状** 由表1可见,30, 50 mg·L<sup>-1</sup>赤霉素处理的芥蓝株高显著高于其他处理与对照(CK);10, 30 mg·L<sup>-1</sup>赤霉素处理开展度显著大于50 mg·L<sup>-1</sup>处理芥蓝开展度。30 mg·L<sup>-1</sup>赤霉素处理芥蓝的主茎最长,显著长于其他处理与对照;50 mg·L<sup>-1</sup>赤霉素处理的芥蓝茎长最短;CK的芥蓝主茎茎粗最大,显著大于其他处理茎粗;50 mg·L<sup>-1</sup>赤霉素处理的芥蓝茎粗最小。赤霉素处理的芥蓝第1侧茎茎长30 mg·L<sup>-1</sup>处理的最长,50 mg·L<sup>-1</sup>处理的次之。赤霉素各处理的第1侧茎茎长均显著长于对照的;赤霉素处理第2侧茎茎长50 mg·L<sup>-1</sup>处理显著长于其他处理与CK,CK最短。30 mg·L<sup>-1</sup>、CK茎粗显著高于10, 50 mg·L<sup>-1</sup>处理,10, 50 mg·L<sup>-1</sup>处理间无显著差异。综合分析发现,侧茎茎长长于主茎,且第2侧茎茎长差异不显著;侧茎茎粗小于主茎茎粗,且第2侧茎茎粗大于第1侧茎茎粗。

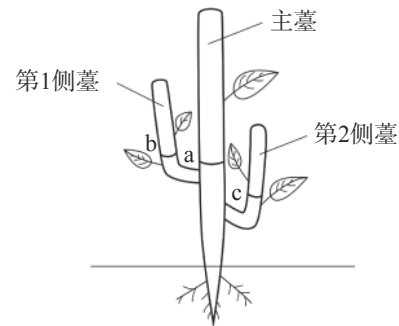


图1 芥蓝主侧茎采收点示意图(a, b, c)

Fig. 1 Schematic diagram of the cutting position of the main, and the first lateral and second stems (a, b, c) for harvesting Chinese kale

表1 供试芥蓝的植物学性状

Tab. 1 Botanical characteristics of the Chinese kale under treatment

处理 Treatment/ (mg·L <sup>-1</sup> )	株高/cm Plant height	开展度/cm Plant spread	主茎 Main stem		第1侧茎 First lateral stem		第2侧茎 Second lateral stem	
			茎长/cm Stem length	茎粗/cm Stem siameter	茎长/cm Stem length	茎粗/cm Stem diameter	茎长/cm Stem length	茎粗/cm Stem diameter
10	26.71±0.42 b	25.54±0.27 a	11.79±0.36 bc	1.70±0.07 bc	21.29±0.67 a	1.02±0.09 b	21.07±1.71 b	1.32±0.15 b
30	30.65±0.38 a	25.25±0.25 a	16.16±0.51 a	1.77±0.13 b	22.84±0.91 a	1.18±0.13 ab	21.63±1.03 b	1.39±0.20 a
50	30.68±0.62 a	23.45±0.47 b	13.68±0.31 c	1.61±0.12 c	21.66±0.71 a	1.22±0.24 a	23.15±0.95 a	1.36±0.17 b
CK	27.14±0.37 b	24.74±0.34 ab	12.28±0.25 b	2.02±0.10 a	17.73±0.58 b	1.25±0.10 a	18.97±0.42 c	1.45±0.09 a

注: abc同列不同小写字母(a, b, c)表示差异显著( $P < 0.05$ );不同大写字母(A, B, C)表示差异极显著( $P < 0.01$ ),下同。

Note: Different lowercase letters (a, b, c) in the same column indicate significant differences at  $P < 0.05$ ; different uppercase letters (A, B, C) indicate highly significant differences at  $P < 0.01$ . Similarly hereinafter.

**2.2 不同浓度赤霉素处理芥蓝主侧茎产量变化** 由表2可见,不同浓度赤霉素处理芥蓝主侧茎的产量不同,主茎产量从高到低依次为30 mg·L<sup>-1</sup>处理>50 mg·L<sup>-1</sup>处理>10 mg·L<sup>-1</sup>处理>CK。10, 30, 50 mg·L<sup>-1</sup>赤霉素处理主茎产量显著高于CK。第1侧茎产量从高到低依次为30 mg·L<sup>-1</sup>处理>CK>10 mg·L<sup>-1</sup>处理>

50 mg·L<sup>-1</sup> 处理, 30 mg·L<sup>-1</sup> 处理和 CK 的第 1 侧薹产量均显著高于 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理的。第 1 侧薹产量在总产量中占比最高为 CK; 30, 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理的第 1 侧薹产量在总产量中占比均低于 30%。30 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理第 2 侧薹产量显著高于 10 mg·L<sup>-1</sup>。芥蓝主侧薹总产量最高为 30 mg·L<sup>-1</sup> 处理, 显著高于其他处理与 CK; 10, 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理与 CK 间芥蓝主侧薹总产量无显著差异。综合分析发现, 主薹产量在各处理中均高于第 1 侧薹、第 2 侧薹产量, 而第 2 侧薹产量高于第 1 侧薹产量。

表 2 芥蓝单位产量

Tab. 2 Yield of Chinese Kale

处理 Treatment/ (mg·L <sup>-1</sup> )	主薹 Main stem		第1侧薹 First lateral stem		第2侧薹 Second lateral stem		总产量/(kg·hm <sup>-2</sup> ) Total yield
	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	占比	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	占比	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	占比	
	Yield	Proportion	Yield	Proportion	Yield	Proportion	
10	736.07±12.4 a	36.94%	620.27±12.62 a	31.13%	636.08±28.06 b	31.92%	1992.43±47.17 b
30	795.28±14.47 a	36.21%	653.63±33.95 a	29.76%	747.14±20.44 a	34.02%	2196.05±39.36 a
50	776.02±19.99 a	37.55%	589.92±21.99 a	28.54%	700.85±21.03 ab	33.91%	2066.79±6.84 ab
CK	661.65±25.06 b	33.54%	637.9±19.41 a	32.34%	673.16±16.36 ab	34.12%	1972.71±53.82 b

2.3 不同浓度赤霉素处理芥蓝主薹营养品质变化 由表 3 可见, CK 的主薹可溶性蛋白含量最高, 显著高于其他处理; 10 mg·L<sup>-1</sup> 处理主薹可溶性糖含量最高, 显著高于其他处理与 CK; 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理和 CK 主薹每百克维生素 C 含量分别为 118.44, 126.50 mg, 两者无显著差异, 但均显著高于 10, 30 mg·L<sup>-1</sup> 处理的每百克维生素 C 含量; 10, 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理主薹纤维素含量分别为 2.67%, 3.14%, 显著高于对照;

表 3 主薹品质指标

Tab. 3 Intrinsic quality of the main stem

处理 Treatment/(mg·L <sup>-1</sup> )	可溶性蛋白/% Soluble protein	可溶性糖/% Soluble sugar	每百克维生素C含量/mg Vitamin C	纤维素/% Cellulose
10	0.63±0.09 b	3.19±0.20 a	101.04±2.43 b	2.67±0.13 ab
30	0.59±0.11 b	2.13±0.11 b	92.79±0.09 b	1.98±0.29 bc
50	0.74±0.01 b	1.60±0.07 b	118.44±5.54 a	3.14±0.14 a
CK	1.44±0.09 a	2.17±0.24 b	126.50±3.63 a	1.62±0.37 c

2.4 不同浓度赤霉素处理芥蓝第 1 侧薹营养品质变化 由表 4 可见, 30 mg·L<sup>-1</sup> 处理芥蓝第 1 侧薹可溶性蛋白含量最高, 极显著高于 10, 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理与 CK, 10, 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理与 CK 间差异不显著; 10 mg·L<sup>-1</sup> 处理的芥蓝第 1 侧薹可溶性糖含量最高, 极显著高于 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理; 30 mg·L<sup>-1</sup> 处理和 CK 可溶性糖含量高于 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理的, 但差异不显著; 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理的第 1 侧薹维生素 C 含量最高, 显著高于 10, 30 mg·L<sup>-1</sup> 处理; 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理纤维素显著低于 CK 处理。

2.5 不同浓度赤霉素处理芥蓝第 2 侧薹营养品质变化 由表 5 可见, 10, 30 mg·L<sup>-1</sup> 处理和对照组芥蓝第 2 侧薹可溶性蛋白含量较高, 三者间无显著差异, 但极显著高于 50 mg·L<sup>-1</sup> 处理的; 第 2 侧薹可溶性糖

表 4 第 1 侧薹品质指标

Tab. 4 Intrinsic quality of the first lateral stem

处理 Treatment/(mg·L <sup>-1</sup> )	可溶性蛋白/% Soluble protein	可溶性糖/% Soluble sugar	每百克维生素C含量/mg Vitamin C	纤维素/% Cellulose
10	1.15±0.08 B	4.11±0.07 A	109.47±2.24 b	3.01±0.23 a
30	1.65±0.08 A	3.52±0.35 A	111.48±2.16 b	2.21±0.05 ab
50	1.22±0.03 B	2.56±0.03 B	130.08±5.17 a	1.84±0.38 b
Ck	1.29±0.08 B	3.43±0.27 A	119.17±6.00 ab	2.38±0.33 ab

含量范围为 3.37%~4.62%, 10, 30 mg·L<sup>-1</sup> 处理可溶性糖含量显著高于 CK; CK 处理的第 2 侧薹维生素 C 含量显著高于 10 mg·L<sup>-1</sup> 处理的。

表 5 第 2 侧薹品质指标

Tab. 5 Intrinsic quality of the second lateral stem

处理 Treatment/(mg·L <sup>-1</sup> )	可溶性蛋白/% Soluble protein	可溶性糖/% Soluble sugar	每百克维生素C含量/mg Vitamin C	纤维素/% Cellulose
10	1.18±0.02 A	4.62±0.16 a	80.52±13.06 b	2.89±0.23 a
30	1.23±0.09 A	4.60±0.56 a	104.98±16.20 ab	2.49±0.33 a
50	0.56±0.05 B	3.57±0.16 ab	108.09±2.35 ab	2.31±0.36 a
Ck	1.15±0.04 A	3.37±0.17 b	137.40±7.67 a	2.56±0.14 a

### 3 讨论

赤霉素为广泛应用于蔬菜生产上的植物激素,具有促进植物细胞生长、茎伸长、增加产量或改进品质等功能<sup>[8]</sup>。刘燕等<sup>[9]</sup>的研究结果表明芹菜喷施赤霉素可增加叶柄重,芹菜日生长速度明显加快,产量提高 20.3%;何永梅等<sup>[10]</sup>的研究结果表明,在韭菜收获前 10~15 d,用 50 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理可使韭菜增产 18%。本研究结果表明,与对照相比,30, 50 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素外源喷施显著增加了芥蓝的株高和主侧薹生长,从而提高芥蓝产量,这与赤霉素促进茎生长<sup>[9]</sup>的结论一致,特别在 30 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理下,芥蓝总产量较对照显著提高了 11.13%。与对照相比,喷施赤霉素处理芥蓝主侧薹产量均有所增加,其中主薹 30 mg·L<sup>-1</sup> 处理增产最为显著。

叶倩等<sup>[11]</sup>的研究结果表明,广州地区夏季苋菜生长到 5~6 片真叶时,叶面喷施 60 g·hm<sup>-2</sup> 赤霉素溶液,施后 10 d 采收,产量比对照增加 17.41%,维生素 C 含量增加 44.50%,蛋白质含量增加 11.11%,可溶性固形物、还原糖、粗纤维含量差异不显著。笔者发现,经赤霉素喷施的芥蓝主薹的可溶性蛋白、维生素 C 含量比对照均有显著性降低,可溶性糖、纤维素含量比对照显著上升,10 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理主侧薹可溶性糖含量在处理中最高,且均高于对照组合,30 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理第 1 侧薹的可溶性蛋白和第 2 侧薹可溶性糖含量分别比对照显著性上升。50 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理第 1 侧薹维生素 C 含量比对照上升,纤维素含量比对照显著下降,说明赤霉素处理确实影响芥蓝的品质,但在主侧薹上影响表现不一致。50 mg·L<sup>-1</sup> 赤霉素处理主薹和第 1 侧薹的可溶性糖含量在处理中最低,且低于 CK,可能是由于激素处理浓度过高,出现抑制作用,在主薹和侧薹中表现较明显,可能由于第 2 侧薹激素处理时间较长,故第 2 侧薹不显著。经赤霉素处理的主侧薹可溶性糖及维生素 C 含量看,存在可溶性糖含量越高,维生素 C 含量越低现象,初步推测这两个指标之间可能存在着负相关关系。

### 参考文献:

- [1] 刘海涛,关佩聪. 芥蓝的分类学研究[J]. 华南农业大学学报, 1998, 19(4): 82-86.
- [2] 屈海斌,苏运诗. 2016 年秋季芥蓝新品种比较试验[J]. 农技服务, 2017, 34(7): 1.
- [3] 曲洪岩. 如何科学合理使用植物生长调节剂[J]. 吉林农业, 2019(10): 65.
- [4] 蒋晓丽. 茉莉酸甲酯、水杨酸对芥蓝硫代葡萄糖苷组分及含量的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.
- [5] 黄治军. 大蒜抽薹机理与调控技术研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2010.
- [6] 郝燕芳,张俊国. 浅谈赤霉素在蔬菜上的使用技术[J]. 农业技术与装备, 2012(14): 1.
- [7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 246-250.
- [8] 王彦波,鲜开梅,张永华,等. 赤霉素的应用研究进展[J]. 北方园艺, 2007(6): 74-75.
- [9] 刘燕,李进,张雪峰,等. 赤霉素在夏季芹菜栽培上的应用效果研究[J]. 上海农业科技, 2013(3): 84+86.
- [10] 何永梅,郭鹏程. 植物生长调节剂在韭菜生产上的应用[J]. 农药市场信息, 2008(5): 33.
- [11] 叶倩,朱富伟,陈汉才,等. 赤霉素对苋菜产量和营养品质的影响及其残留研究[J]. 中国农学通报, 2018, 34(18): 65-70.