

# 外源褪黑素处理对盐碱胁迫下薄皮甜瓜种子萌发的影响

李岩<sup>1</sup>, 郭春兰<sup>2</sup>, 刘志泰<sup>1</sup>, 孙浩轩<sup>3</sup>, 张文杰<sup>1</sup>, 刘小花<sup>1</sup>, 张冲<sup>2</sup>

(1. 承德市农林科学院, 河北承德 067000; 2. 沈阳师范大学生命科学院, 辽宁沈阳 110000;  
3. 吉林省农业科学院, 吉林长春 130033)

**摘要:** 试验选用薄皮甜瓜品种‘玉美人’种子为材料, 用 50、100、150、200 和 250  $\mu\text{mol/L}$  浓度的褪黑素进行处理, 以清水处理种子为对照, 分别研究了外源施加褪黑素对盐碱胁迫下薄皮甜瓜种子的发芽率、发芽势和活力指数的影响, 同时分析了褪黑素对盐碱胁迫下薄皮甜瓜种子芽苗总鲜重、胚根长胚芽长的影响。结果表明: 不同浓度的褪黑素处理后, 发芽能力、总鲜重、胚根长与胚芽长随褪黑素浓度的增加呈先升高后降低的趋势, 当褪黑素浓度为 150  $\mu\text{mol/L}$  时, 发芽能力最高。综上, 适宜浓度的外源褪黑素能促进盐碱胁迫下种子的萌发。

**关键词:** 薄皮甜瓜; 褪黑素; 盐碱胁迫; 种子萌发

中图分类号: S652 文献标识码: A 文章编号: 0488-5368(2025)02-0005-04

## Effects of Exogenous Melatonin Treatment on Seed Germination of Muskmelon under Salt-alkali Stress

LI Yan<sup>1</sup>, GUO Chunlan<sup>2</sup>, LIU Zhitai<sup>1</sup>, SUN Haoxuan<sup>3</sup>, ZHANG Wenjie<sup>1</sup>, LIU Xiaohua<sup>1</sup>, ZHANG Chong<sup>2</sup>

(1. Chengde Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Chengde, Hebei 067000, China; 2. School of Life Sciences, Shenyang Normal University, Shenyang, Liaoning 110000, China; 3. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun, Jilin 130033, China)

**Abstract:** Soil saline-alkali stress significantly impacts the growth and development of plants, restricting the development of agriculture. Thin-skinned muskmelon has high nutritional value, but it requires high demands on soil physical and chemical properties. Enhancing the salt-alkali resistance of thin-skinned muskmelon and expanding its cultivation are currently hot research focuses. While studies show that melatonin regulates plant salt and alkali stress, its role in muskmelon seed germination remains unreported. In this experiment, the seeds of thin-skinned muskmelon ‘Yumeiren’ were used as materials and treated with melatonin at concentrations of 50, 100, 150, 200, and 250  $\mu\text{mol/L}$ . The effects of exogenous melatonin on the germination rate and germination potential were evaluated, with water-treated seeds as the controls. The effects of salt-alkali stress on radicle length, germ length, and total fresh weight of muskmelon seeds, along with the antioxidant enzyme system of seedling radicles, were assessed. The results showed improved germination ability of thin-skinned muskmelon seeds under salt-alkali stress with exogenous melatonin treatment. After treatment with different concentrations of melatonin, there was an initial increase followed by a decrease in germination ability. Melatonin treatment also increased the total fresh weight and promoted the growth of radicle and germ under stress conditions. The highest germination ability was observed at a melatonin concentration of 150  $\mu\text{mol/L}$ . The total fresh weight, radicle length, and germ length firstly increased and then decreased with the increase of melatonin concentration, peaking at 150  $\mu\text{mol/L}$ .

**Key words:** Thin-skinned melon; Melatonin; Saline-alkali stress; Seed germination

收稿日期: 2024-05-25 修回日期: 2024-06-15

第一作者简介: 李岩 (1995-), 男, 助理研究员, 从事蔬菜栽培生理及果实品质调控。

通信作者: 张冲。

## 1 引言

### 1.1 褪黑素对植物生物胁迫的影响

通过研究前人文献发现褪黑素能够很大程度增加植物对生物胁迫的抵抗能力。当以苹果叶片为研究对象,用不同褪黑素浓度对其处理,发现外源褪黑素处理下的叶片抗氧化的能力显著增加。国内也有很多关于此方面的研究,以染上灰霉病的苹果为研究对象,对其施加褪黑素处理,得出施加外源褪黑素确实能够增加果实对灰霉病的抗性<sup>[1]</sup>。

### 1.2 褪黑素对植物非生物胁迫

很多研究表明外源施加褪黑素能够提高植物对干旱的抵抗能力。李本峰等<sup>[2]</sup>以黑麦草为研究对象,探究对其褪黑素处理后的耐旱能力,试验结果表明,褪黑素处理后能够很大程度上提高其耐旱性。卞凤娥等<sup>[3]</sup>以 NaCl 胁迫下的葡萄叶片为原料,施加外源褪黑素进行研究,试验表明,施加褪黑素能够减轻对叶片在盐碱胁迫下光合系统的伤害,从而提高其耐盐能力。张娜等<sup>[4]</sup>以 NaCl 胁迫下狼尾草种子为研究对象,发现 NaCl 可以很明显的制约狼尾草种子萌发,对其相关生理指标也有所影响,对其施加外源褪黑素处理后能够显著提高 NaCl 胁迫下狼尾草种子的发芽势和发芽率,而且发现 300  $\mu\text{mol/L}$  和 500 $\mu\text{mol/L}$  的褪黑素处理效果比较明显。

### 1.3 盐碱胁迫对薄皮甜瓜种子萌发的影响

薄皮甜瓜对土壤的适应性比较广,耐盐碱性较强,其种子能够在总盐碱量 1.2% 的土壤中萌发生长,但其对盐碱性也有一定的适应范围,研究表明,甜瓜正常生长的 pH 范围在 7~8 之间<sup>[5]</sup>,除甜瓜外,大量研究表明盐碱胁迫会对种子萌发产生一定的影响,盐碱胁迫下植物种子的萌发将会变慢,还会降低种子的发芽率、发芽势、发芽指数和活力等<sup>[6]</sup>,梁文杰等<sup>[7]</sup>人以纳豆为研究对象,探究不同盐胁迫对其影响,发现当盐浓度很低时,对纳豆种子的萌发率影响比较小,但对其活力与发芽指数的影响就比较大;盐浓度高时,其对种子萌发的抑制作用明显增强。

### 1.4 研究目的与意义

盐碱胁迫能够对植物造成伤害,因此大部分植物都不能在盐碱地中正常的生长。而我国盐碱土地面积较大,因此探究植物对盐碱地的耐受性对盐碱土地的利用具有重大意义。近年来许多报道显示,褪黑素无论在生物胁迫下还是非生物胁迫下均

能发挥一定的功能。张娜等<sup>[4]</sup>在狼尾草、高帆等<sup>[8]</sup>在猕猴桃中研究发现,外源使用褪黑素可以促进盐碱胁迫下种子的萌发,增加其对盐碱的耐受性。目前,盐碱地种植仍是农业生产的重点攻关难题,薄皮甜瓜作为老百姓日常生活喜爱的水果,需求量大,利润高<sup>[9-11]</sup>。通过外源褪黑素处理薄皮甜瓜,使其在盐碱地顺利萌发和生长。为有效攻克盐碱地薄皮甜瓜种植难题,本试验以薄皮甜瓜种子为试验对象,探究用外源褪黑素浸泡处理薄皮甜瓜种子的方法来提高薄皮甜瓜种子对盐碱地的耐受性,以提高盐碱化土壤利用率,提高薄皮甜瓜对盐碱地的耐性,保证薄皮甜瓜在盐碱胁迫下能够维持正常的生理水平,对获得理想的产量和品质有重要意义<sup>[12,13]</sup>。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验材料

本试验以沈阳农业大学薄皮甜瓜品种‘玉美人’为研究材料。

### 2.2 试验方法

2.2.1 试验处理 以预实验和前人的研究成果为参考,以盐碱胁迫下的薄皮甜瓜种子为试验对象,选用 50、100、150、200 和 250  $\mu\text{mol/L}$  浓度的褪黑素对薄皮甜瓜种子进行浸泡处理,以清水处理种子为对照,进行探究性试验。

褪黑素浸泡的种子进行提前消毒处理,处理后分为五组进行试验,分别以上述浓度浸泡处理,每个褪黑素浓度处理进行三次重复,每组试验有种子发芽就记为测试第一天,测试时间为 5 d。

### 2.2.2 测试指标

形态指标:

发芽能力测定<sup>[14]</sup>:测量每组薄皮甜瓜种子的发芽率、发芽势和活力指数,每组三次试验取平均数作为最终指标。

发芽质量测定<sup>[15]</sup>:每组随机从发芽的种子中抽取 5 个,测量其总鲜重、胚根长和胚芽长,三次重复试验取平均数作为最终指标。

## 3 结果与分析

### 3.1 外源褪黑素对盐碱胁迫下薄皮甜瓜种子发芽能力的影响

3.1.1 外源褪黑素处理对薄皮甜瓜种子发芽率与发芽势的影响 发芽势和发芽率是衡量种子萌发过程中种子活力的重要指标。前人的研究表明,在正常萌发条件下,12 h 后种子发芽率可达到 75%,

24 h 可达到 95% 以上,基本完成萌发过程<sup>[16]</sup>。当单纯的盐碱胁迫 3 d 后,种子发芽势仅为 45%,而胁迫 5 d 的发芽率为 55.67%,很明显盐碱胁迫抑制了种子的萌发。本试验结果表明(图 1),在 50~250  $\mu\text{mol/L}$  的褪黑素浓度之间均能促进盐碱胁迫下甜瓜种子的萌发,薄皮甜瓜种子的发芽势和发芽率均增加。而外源褪黑素浓度处于 150  $\mu\text{mol/L}$  时,薄皮甜瓜种子的发芽势和发芽率均处于最高状态,分别为 75% 和 88.67%。褪黑素浓度高于 150  $\mu\text{mol/L}$  时,发芽率和发芽势均下降,但高于对照单一的盐碱胁迫处理组。由此可见,外源褪黑素为 150  $\mu\text{mol/L}$  是提高盐碱胁迫下薄皮甜瓜种子萌发的最佳浓度。

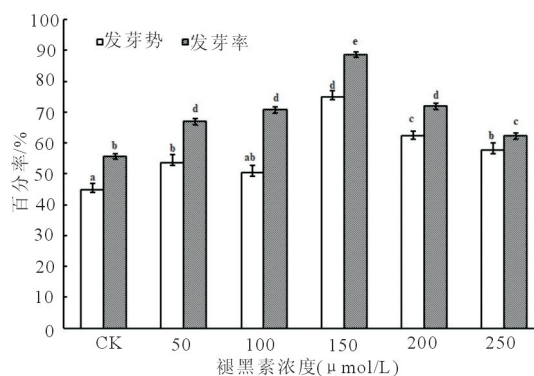


图 1 不同浓度褪黑素处理对盐碱胁迫下甜瓜种子发芽率和发芽势的影响

3.1.2 外源褪黑素处理对甜瓜种子活力指数的影响 由图 2 所示,薄皮甜瓜种子只经盐碱胁迫,其活力指数非常低,仅为 5.57。而经过 50~250  $\mu\text{mol/L}$  褪黑素浸泡过的种子活力指数均有所提高,分别比单纯的盐碱胁迫提高了 8.1%、35.3%、57.59%、44.25% 和 40.12%,其中 150  $\mu\text{mol/L}$  褪黑素处理下甜瓜种子的活力指数最高。

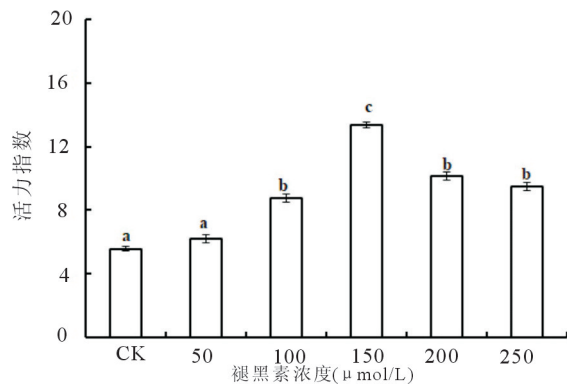


图 2 不同浓度褪黑素处理对盐碱胁迫下甜瓜种子活力指数的影响

### 3.2 外源褪黑素处理对甜瓜种子总鲜重、胚根长和胚芽长的影响

已经盐碱浸泡处理的薄皮甜瓜种子,其芽苗总鲜重与对照组相比明显降低,胚根和胚芽长也比对照组短许多。由表 1 可知:褪黑素浸泡处理的薄皮甜瓜种子在测试浓度下,上述测试指标均升高,其中 150  $\mu\text{mol/L}$  时薄皮甜瓜种子的上述测试指标均最高,分别比只经盐碱胁迫处理组增加了 2.4 倍、1.0 倍和 1.0 倍。

表 1 不同浓度褪黑素处理对盐碱胁迫下甜瓜芽苗胚根和胚芽长及鲜质量的影响

处理 ( $\mu\text{mol/L}$ )	总鲜重 (g/株)	胚根长 /cm	胚芽长 /cm
CK	0.124±0.026 a	1.458±0.053 a	1.975±0.12 a
50	0.207±0.025 b	2.771±0.38 b	2.626±0.19 b
100	0.232±0.029 b	3.625±0.19 c	2.783±0.17 b
150	0.432±0.038 d	5.219±0.56 d	4.322±0.47 d
200	0.248±0.029 bc	3.853±0.22 c	3.012±0.33 c

## 4 讨论

盐碱胁迫能够抑制植物种子的萌发,同时还能影响植物体内蛋白质的合成、影响能量代谢、降低光合作用效率,使得植物吸收养分十分困难。严重的盐碱胁迫还可能会使植物光合作用停止,植物细胞膜的渗透性和渗透势失去平衡,最终导致植物死亡<sup>[17]</sup>。所以本试验致力于通过对薄皮甜瓜种子施加外源褪黑素的办法缓解其在盐碱胁迫下的迫害,增加薄皮甜瓜种子在盐碱地的成活率<sup>[18,19]</sup>。

发芽率和发芽势是能够判断种子活力的重要指标,其能够很好的显示外源施加褪黑素对薄皮甜瓜种子的萌发是否有影响。前人的研究表明,盐碱胁迫能够对转基因大豆种子的发芽率和发芽势产生较大影响,且都为抑制影响<sup>[20]</sup>。本试验通过观察正常萌发的种子和盐碱胁迫下萌发的种子,也发现盐碱胁迫对薄皮甜瓜的种子的发芽率和发芽势产生抑制影响<sup>[21,22]</sup>。而在外源褪黑素浸泡后,本试验的结果表明,外源褪黑素处理能够提高薄皮甜瓜种子的发芽率和发芽势以及种子的活力指数,且在褪黑素浓度为 150  $\mu\text{mol/L}$  时效果最佳。

本研究表明,盐碱胁迫下薄皮甜瓜种子的胚根长、胚芽长、总鲜重均有所下降,当对其施加外源褪黑素后,这三个指标均有所增加,结果与外源褪黑素对 NaCl 胁迫下扁穗雀麦种子萌发及幼苗影响的

结果一致<sup>[23,24]</sup>。

## 5 结论

结合以上试验结果与分析可得出以下结论:

(1)外源褪黑素处理能够提高盐碱胁迫下的薄皮甜瓜种子的发芽能力。以不同浓度的褪黑素处理后,发芽能力随褪黑素浓度的增加呈先升高后降低的趋势,当褪黑素浓度为 150 $\mu\text{mol/L}$  时,发芽能力最高。

(2)外源褪黑素处理能够增加盐碱胁迫下的薄皮甜瓜芽苗的总鲜重和促进胚根和胚芽生长。以不同浓度的褪黑素处理后,总鲜重、胚根长与胚芽长随褪黑素浓度的增加呈先升高后降低的趋势,当褪黑素浓度为 150 $\mu\text{mol/L}$  时,上述指标最高。

## 参 考 文 献:

- [1] 曹晶晶,于子超,张颖,等. 外源褪黑素对苹果采后灰霉病的防效及防御酶活性的影响[J]. 植物生理学报, 2017, 53 (9): 1 753-1 760.
- [2] 李本峰,杜红梅. 褪黑素预处理对多年生黑麦草抗旱性的影响[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2018(3): 21-26.
- [3] 卞凤娥,肖秋红,郝桂梅,等. 根施褪黑素对 NaCl 胁迫下葡萄内源褪黑素及叶绿素荧光特性的影响[J]. 中国农业科学, 2018, 51(5): 952-963.
- [4] 张娜,蒋庆,李殿波,等. 外源施加褪黑素对 NaCl 胁迫下狼尾草种子萌发及相关生理指标的影响[J]. 中国农业大学学报, 2014(4): 54-60.
- [5] 赵志然,徐九州,胡晓辉,等. 萌发期和幼苗期甜瓜品种耐盐碱性评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2015(3): 14-17.
- [6] 刘丹,胡宝忠,徐永清,等. 盐胁迫对有机番茄萌发及苗期生理特性的影响. 北方园艺, 2015(11): 23-27.
- [7] 梁文杰,应苗苗,戎建涛,等. 不同盐胁迫对任豆种子萌发的影响[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(9): 1 551-1 553.
- [8] 高帆,谢玥,沈妍秋,等. 外源褪黑素对 NaCl 胁迫下美味猕猴桃实生苗抗氧化酶和渗透调节物质的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2018, 35 (2): 291-297.
- [9] 尹绍丰. 薄皮甜瓜的病虫害防治技术简介[J]. 农民致富之友, 2015(9): 140.
- [10] 杜天浩,周小婷,朱兰英,等. 褪黑素处理对盐胁迫下番茄果实品质及挥发性物质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(15): 69-76.
- [11] 付晴晴,谭雅中,翟衡,等. 葡萄中褪黑素对 NaHCO<sub>3</sub>胁迫的响应及外源褪黑素缓解 NaHCO<sub>3</sub>胁迫的作用机制[J]. 植物生理学报, 2017, 53 (12): 2 114-2 124.
- [12] 赵宣,韩霖昌,王欢元,等. 盐渍土改良技术研究进展[J]. 中国农学通报, 2002(8): 113-116.
- [13] Arnao M B, Hernández-Ruiz J. Melatonin: plant growth regulator and/or biostimulator during stress[J]. Trends Plant Sci, 2014, 19(12): 789-797.
- [14] Chen Y E, Mao J, Sun L Q, et al. Exogenous melatonin enhances salt stress tolerance in maize seedlings by improving antioxidant and photosynthetic capacity[J]. Physiol Plant, 2018, 164(3): 349-363.
- [15] Fan J, Xie Y, Zhang Z, et al. Melatonin: A Multifunctional Factor in Plants [J]. Intjmolsci, 2018, 19(5): 1 528-1 542.
- [16] Pelagio-Flores R, Ortíz-Castro R, Méndez-Bravo A. et al. Serotonin, a tryptophan -derived signal conserved in plants and animals, regulates root system architecture probably acting as a natural auxin inhibitor in Arabidopsis thaliana [J]. Plant Cell Physiol, 2011, 52 (3): 490-508.
- [17] Rodriguez C, Mayo J C, Sainz R M, et al. Regulation of antioxidant enzymes; a significant role for melatonin[J]. J Pineal Res, 2004(36): 1-9.
- [18] 郑娇琳,李春梅,赵伟. 作物种子的发芽率及其测定方法[J]. 镇赉县农业技术推广中心, 2019.
- [19] Levitt J. Responses of plants to environmental stresses[M]. New York: Academic Press, 1980.
- [20] 李秀英,王丕武. 盐胁迫对转基因大豆发芽率和发芽势的影响[J]. 吉林农业科学, 2018(38): 14-18.
- [21] 熊艳丽,熊毅,赵文达,等. 外源褪黑素对 NaCl 胁迫下扁穗雀麦种子萌发及幼苗的影响[J]. 草业科学, 2019, 36(8): 2 042-2 049.
- [22] 韩志平,张海霞,刘冲,等. NaCl 胁迫对黄花菜生长和生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2018, 38(9): 1 700- 1 706.
- [23] Jackson WT. Regulation of mitosis. II. Interaction of isopropyl N-phenylcarbamate and melatonin [J]. Cell Sci, 1969, 5(3): 745-755.
- [24] Lerner A B, Case J D. Heinzelman R V. Structure of Melatonin[J]. J Am Oil Chem Soc, 1958(3): 6 084-6 085.