

Mechanism of Abiotic Stress Response and Application Prospects of Brassinolide

Hao Wang

School of Horticulture, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang, Henan, 464000, China

Abstract

Brassinosteroids are a kind of growth hormone found late in the discovery of endogenous hormones in plants, and their molecular structure belongs to the steroids. Their physiological activity far exceeds that of the other five plant hormones, and they are called the sixth class of plant hormones. A variety of steroid derivatives have been synthesized by chemical methods, which have high physiological activity and promote growth on metabolism, belonging to a new type of broad-plant growth regulator. Simple to use, low dosage, increase yield effect was remarkably, and obvious improvement in quality. It has broad application prospects in agricultural production. In order to speed up the popularization and utilization of brassinolide to play its role in increasing yield and obtaining production benefits, this paper makes a brief of the mechanism and application prospects of brassinolide under adversity, which is for reference.

Keywords

brassinolides; mechanism of stress actions; effect on increase production; review

油菜素内酯的逆境作用机理及应用前景

王昊

信阳农林学院园艺学院, 中国 · 河南 信阳 464000

摘 要

油菜素内酯类化合物是植物内源激素中发现较晚的一种生长激素, 分子结构属甾体类物质, 其生理活性大大超过其它五种植物激素, 被人们称为第六类植物激素。目前已化学合成多种甾体类衍生物, 具有较高的生理活性和促进生长代谢作用, 属新型广谱植物生长调节剂, 使用方法简单, 用量少, 增产效果显著, 提升品质明显, 在农业生产中应用前景广阔, 为了加快推广利用以便发挥它的增产作用和获得生产效益, 本文对油菜素内酯的逆境作用和应用前景进行浅析, 以供参考。

关键词

油菜素内酯; 逆境作用机理; 增产效果; 综述

1 引言

油菜素内酯又称芸苔素内酯, 它广泛存在于植物的花粉、种子、茎、叶等器官中, 是植物内源激素中发现较晚的一种生长激素, 它的生理活性远远超过其它几种激素如生长素 (Auxins)、赤霉素 (GAs)、脱落酸 (ABA)、细胞分裂素 (CTK)、乙烯 (ETH) 以及独脚金内脂 (SLs) 等, 生理作用效果非常显著, 有效作用浓度远比其它几种激素要低好几个数量级别, 受到国内外普遍重视, 对其研究的深度、广度、成果愈来愈加丰盛。据报道目前在植物界已发现的有 60 多种, 统称油菜素内酯类化合物 (BRs), 基本结构是甾体类衍生物。我国合成生产与应用的油菜素内酯调节剂主要有

24 混表 - 芸苔素内酯 (BRs)、24 表 - 芸苔素内酯 (EBR)、28 表高 - 芸苔素内酯 (HBR)、28 高 - 芸苔素内酯和丙酰芸苔素内酯。其中前四种归属于普通芸苔素内酯, 最后一种属于长效芸苔素内酯^[1]。油菜素内酯已在农业生产上得到普遍的应用, 取得了较好的经济效益和生态效益。

2 油菜素内酯逆境作用机理

油菜素内酯属甾体类激素, 具有高效、广谱、无毒的特点, 其作用机理独特, 生理效应特强, 生物活性极高, 用量极微^[2]。植物吸收后, 能调节生理机能, 激发代谢过程中酶的活性, 协调植物体内多种内源激素的相对水平, 促进新陈代谢, 加速根系生长, 增强吸水吸肥能力, 提高种子活力, 加快种子萌发和幼苗生长, 促进细胞发育、伸长和分裂, 提高光合效率、抑制蒸腾作用, 增强植物的抗逆性能, 油菜素内酯适合各种作物施用如粮、棉、油、豆、瓜果蔬菜、烟草、中药材、食用菌、茶、桑、果树林木等。合理使用后不仅能

【作者简介】王昊 (1984-), 男, 中国河南新乡人, 博士, 助教, 从事园艺作物品种分子育种与改良, 园艺产品贮藏加工技术, 工厂化育苗技术, 园艺植物生物技术等研究。

高效调控植物光形态建成、热形态建成、高效协调作物营养生长与生殖生长以及种子发育,促进作物健壮生长,实现增产幅度大,产品质量好,因而油菜素内酯又有“逆境植物激素”之称。

2.1 增强抗旱、耐旱能力

植物生长期间常常遇到干旱现象,干旱环境通常导致植物组织含水量降低,气孔关闭,生长受到抑制,光合作用减弱,生理代谢紊乱,轻者植株萎焉,严重时导致植株死亡^[3]。大量研究资料表明油菜素内酯类化合物能提高植物的抗旱能力,外源施用微量 BRs 后,可有效提高植株叶片的水势,降低叶片蒸腾能力,增强植株根系与叶片吸水能力,维持植物体内各种生理代谢活动的正常进行,使植株能更好地适应干旱环境;从植物生理学角度验证了 BRs 能提高植株体内抗氧化酶系统酶活性,如过氧化氢酶 (CAT), 过氧化物酶 (POD), 超氧化物歧化酶 (SOD), 抗坏血酸过氧化物酶 (APX) 等, 同时还能增加一些非酶类抗体物质。BRs 还能与其它植物激素协同作用来促进植株根系的生长, 提高根系的吸水功能, 从而增强植物抗旱耐旱能力。还有研究认为油菜素内酯具有调节植物的渗透压、提高活性氧 (ROS) 的积累、抑制体内 NADH 酶的活性等从而显著提高植物抗旱耐旱能力。

2.2 增强温度逆境忍耐能力

作物生长期间的环境温度变化较大, 尤其灾害性气候, 导致作物三基点温度中的最高温度、最低温度超过耐受值范围。当作物遭受温度逆境胁迫时最先受到伤害的是生物膜系统, BRs 具有保护细胞生物膜系统的稳定性, 能有效缓解温度逆境带来的生理伤害^[4]。在超过上限高温环境的胁迫下, 作物生长与代谢必然会受到抑制, 细胞膜系统、代谢中的相关酶类和蛋白质的稳定性都会受到影响甚至体内循环代谢遭到破坏, 严重威胁到作物正常生长与产量, 作物抗热能力下降。该结论已在蔬菜番茄、甜瓜、茄子、黄瓜等作物上得到证实^[5~6]。在低温逆境胁迫下, 影响生理代谢活动和养分运输, 影响光合系统, 破坏水分平衡与碳循环、诱发膜脂的过氧化伤害, 会造成作物的冷害、冻害现象。使用 BR 处理后, 能提高幼苗对冷激、热激的忍耐性, 维持较高的 SOD 和 CAT 活性, 促进植株体内脯氨酸的积累^[7], 从而提高了抗寒、耐寒能力。

2.3 增强抵抗低氧胁迫能力

在低氧胁迫下, 易导致植物无氧呼吸增强, 无法满足正常代谢所需能量, 体内有毒物质积累, 抑制作物生长发育和组织器官分化, 光合速率受到严重影响。外源施用 BRs 处理后能从多方面增强对低氧胁迫的适应与抵抗能力, 自律调节植物体内多种物质的含量如提高植物体内蔗糖、果糖、异柠檬酸氢酶 (IDH)、苹果酸脱氢酶 (MDH)、苹果酸酶 (ME) 等主要糖代谢酶活性, 提高抗氧化保护酶如超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化物酶 (POD)、过氧化氢酶 (CAT) 等的

活性, 快速有效降低活性氧、丙二醛 (MDA) 等有害物质的含量, 增强根系活力, 减轻植物低氧胁迫下受伤害的程度。

2.4 降低农药毒害和残留

油菜素内酯可有效降低农药毒害和残留, 大量研究表明用油菜素内酯处理后, 植株体内油菜素内酯的含量提高, 促使许多参与农药降解的基因表达和代谢酶活性都得到提高, 植株抗、耐农药毒害的能力增强。反之, 当油菜素内酯的含量降低, 植株抗、耐农药毒害的能力降低。有人以黄瓜为实验材料, 用 4 种有代表性的杀虫剂和杀菌剂, 在喷洒农药之前先喷洒一次油菜素内酯, 结果农药残留降低了 30% ~ 70%^[8]。殷燕玲等人^[9]试验结果, 24-EB R 能加快大蒜中百菌清、毒死蜱的代谢速率, 明显降低这些农药在大蒜叶片中的残留量, 缓解药害所产生的不良影响。

2.5 增强对盐碱胁迫的忍耐能力

随着土壤盐碱含量增加, 导致土壤水溶液浓度增大、土壤水势降低。当超过作物忍耐阈值时, 导致根系吸水难度加大, 甚至引起细胞脱水, 影响作物正常生理代谢和生长发育, 植株长势与健壮程度减弱, 适应性及抗逆能力变差, 最终引起植株矮小、产量降低、品质变差。施用外源 BRs 处理后能显著促进盐碱胁迫下的种子萌发、提高根系活力和根毛细胞的吸水能力, 改善植株生理代谢, 植株长势增强、叶面积增大、叶绿素含量升高、叶色变绿变深, 植株体内抗氧化防御系统活性增强, 对盐碱胁迫的忍受能力和对盐碱性提高, 从而减轻土壤盐碱胁迫所造成的危害。

2.6 增强抗病虫害草害能力

众所周知, 有效防治和减少病虫害草害在作物生产中有着重大作用, 由于外源施用 BRs 能有效促进植株生长, 提高植株健壮及生长势, 直接、间接不同程度的提高了作物抗病耐病、抗虫害草害能力, 从而缓解作物受害症状、受害程度, 降低感病率、病情指数。通过调节田间小气候, 增强对病虫害等不利环境的影响, 改善或营造良好的生态环境, 促进植物代谢功能的正常运转如植株健壮、枝繁叶茂, 其地面杂草发生率及草害虫害病害就会显著减少或降低。

2.7 具有植物保鲜剂、膨大剂作用

BRs 的生理功能之一是协调植物体内各种激素, 促进细胞的生长和再分化、提高愈伤组织活力, 故可提高插花的保鲜、切离植物体的水果、蔬菜保鲜, 促进插条发根, 促进花卉插枝生根和保鲜, 延长花卉、苗木售卖时间, 亦适用于在组织培养中提高成活率。谷瑞银^[7]等人报道植物用 BRs 喷施或浸种后, 在发根和发芽过程中无腐败坏死现象, 而不处理的对照则有种子腐败现象。通过促进细胞膜质子泵对 H⁺ 的泵出, 使自由空间酸化, 有利于细胞扩张, 提升营养体的收获量, 提高果树的坐果率和促进幼果膨大, 增加果蔬市场售价。

3 使用方式及注意事项

常见的使用方法有拌种、浸种、灌根、叶面喷施, 移

栽前种苗根部喷洒、沾根、浸渍等,以叶面喷施、浸种、沾根的用法较普遍。植物体内油菜素内酯含量的微小变化都将对其生长发育产生巨大的影响,因此一定要掌握好使用数量、使用浓度、使用适期与使用方式,确保使用后增产效果最大、经济效益最佳、投资成本最小。

叶面喷施,一般在作物苗期、初花期、结果期、结球期是喷施的较佳时期。喷施浓度一般在0.001~0.1ppm之间,因作物种类、生长状态、土壤肥力、喷施时期、喷施次数等不同而差异较大,应坚持根据使用说明书、先小面积试验示范后再大面积推广的技术程序,争取获得较高的经济效益。

浸种,凡用种子繁殖的植物都可使用浸种、拌种法处理,一般浓度0.01mg/kg~0.5mg/kg,具体浸种浓度、浸种时间可视种子大小、种皮(果核)厚薄而灵活确定。

沾根、浸渍,主要方法一般是在插扦枝条或移栽小苗之前,用一定浓度的BRs溶液浸渍枝条、沾根、浸泡等,浓度在0.001~0.1ppm之间。

随着研究的深入发展,油菜素内酯必将会有更加科学合理地使用技术问世,一定要在最适合的生育期、采取正确的施用技术方法、严格控制使用浓度。注意不能与碱性农药混用,购买时要谨防假冒伪劣产品,科学选择各种作物的专用剂型,切忌盲目性。

4 应用前景展望

目前油菜素内酯已在粮食作物、瓜蔬菜果、中草药、食用菌、果树苗木、烟草等多种作物生产上普遍得到应用,对大幅度提高作物产量、改善品质、提高效益发挥出重大作用,减少多种逆境胁迫对作物的影响,尤其是干旱胁迫、高温与低温胁迫、低氧胁迫、盐碱胁迫、病虫害胁迫、重金属胁迫等不利环境因子影响,从而更有效的进行调控和高效生产。

油菜素内酯在耕作上的应用,主要是在轮作、间作、倒茬、沤制有机肥料等,利用油菜素内酯含量高的作物如十字花科油菜、羽衣甘蓝、西兰花、卷心菜、花椰菜、芽甘蓝、豆科扁豆、大豆、紫云英、苕子、苜蓿、草木犀、蚕豆、田青、紫穗槐、三叶草等,在生产上用作首选绿肥种植材料。在果园、林下、苗木生产上间作套种适期翻压,不但增加土壤有机质和氮素培肥地力,还增加土壤油菜素内酯含量,为作物高产、优质奠定坚实基础。

油菜素内酯在生物育种方面的应用,由于植物体内油菜素内酯含量多少与生物生长发育、对逆境的抗逆力、生物

产量、品质、代谢等密切相关,尤其在分子育种、基因工程、组织培养方面,可利用分子标记、气相、液相色谱等测定技术,在早期就进行测定分析植株体内油菜素内酯含量,及早优选含量高的单株或组合、淘汰低含量单株或组合,能提高育种效率和选育目标的准确性。

综上所述,油菜素内酯在植株体内具有特殊效果与作用特点,其综合功能远大于其它几种激素,是迄今为止国际上公认的活性最高、最广谱的植物激素,经极低浓度处理后,便发挥明显的生理效应。在提高作物产量、品质、抗逆性、抗病性、减少农药毒害与残留,在促进种子萌发,促进细胞生长与分裂等方面研究特别是从分子学水平上、植物体内基因水平上、生理生化机理研究的不断深入,许多抗逆性机理和增产及品质改善作用机理会被不断补充丰富,应用前景更加广阔。

参考文献

- [1] 楚娟娟,李玉成,李志江,等. 0.01%芸苔素内酯乳油(威敌408)在蔬菜上的应用[J]. 湖北植保, 2011.03.15: 12-14.
- [2] 潘加亮,谭微,李攻科,等. 油菜素甾醇激素分析的研究进展[J]. 色谱, 2011.02.28: 105-110.
- [3] 王红红,李凯荣,侯华伟. 油菜素内酯提高植物抗逆性的研究进展[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(3): 213-219.
- [4] 郑洁,王磊.油菜素内酯在植物生长发育中的作用机制研究进展[J].中国农业科技导报, 2014, 16(1): 52-58.
- [5] 康云艳,杨暹,郭世荣,等. 24-表油菜素内酯对低氧胁迫下黄瓜幼苗碳水化合物代谢的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(12): 2495-2503.
- [6] 吴雪霞,查丁石,朱宗文,等. 外源 24-表油菜素内酯对高温胁迫下茄子幼苗生长和抗氧化系统的影响[J]. 植物生理学报, 2013, 49(9): 929-934.
- [7] 谷端银,王秀峰,张慎好,等. 油菜素内酯在瓜类作物上的研究及应用进展[J]. 中国瓜菜, 2006.03.05(第2期): 24-26.
- [8] 王易. 浙大农学院教授发现一植物成分可降解农残[J]. 农村实用技术, 2009,11: 25.
- [9] 殷燕玲,夏晓剑,喻景权,等.24-表油菜素内酯对大蒜叶片中农药残留的降解效果[J].浙江农业科学, 2016, 57(4): 526-529.
- [10] 油菜素甾醇调控植物生长发育及非生物胁迫的研究进展[J]. 李根,张然,王雨藤,等.分子植物育种, 2025, (23) 16: 5417-5433.