



李青超,王立达,赵秀梅,等. 0.003%丙酰芸苔素内酯对水稻生长、产量和品质影响[J]. 黑龙江农业科学, 2023(6):34-37,38.

# 0.003%丙酰芸苔素内酯对水稻生长、 产量和品质影响

李青超,王立达,赵秀梅,刘悦,兰英,刘洋,韩业辉,王连霞

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:**为了明确丙酰芸苔素内酯对水稻生长、产量和品质的作用,秧苗期采用单因素完全随机设计,试验因素为0.003%丙酰芸苔素内酯水剂施用次数,设2个处理,处理A:喷施1次,处理B:喷施2次,设喷施清水空白对照(CK)。大田期采用单因素随机区组设计,试验因素为丙酰芸苔素内酯稀释倍数,设稀释1 000倍液,2 000倍液,3 000倍液和4 000倍液4个处理和一个喷施清水空白对照(CK)。秧苗期调查记录地上鲜重、地下鲜重,株高、根长和总根数,大田期调查记录水稻株高、有效穗数、每穗总粒数、结实率、千粒重和产量,并测定淀粉含量。结果表明,水稻秧苗期用0.003%丙酰芸苔素内酯水剂常规用量稀释2 000倍液喷施1次,可显著提高秧苗素质,地上鲜重3.4 g,地下鲜重1.7 g,株高36.7 cm,根长16.3 cm,总根数50.7条;0.003%丙酰芸苔素内酯水剂常规用量稀释2 000倍液或3 000倍液在水稻移栽后5和12 d各喷施1次,对水稻提质增产效果明显。因此,0.003%丙酰芸苔素内酯水剂合理控制使用浓度和适期可以促进水稻生长发育。

**关键词:**水稻;丙酰芸苔素内酯;株高;千粒重;产量;品质

中国是世界最大的水稻生产国和消费国,约70%以上人口以大米为口粮<sup>[1]</sup>,黑龙江省是我国重要的水稻种植基地,2022年黑龙江省水稻种植面积将近400万hm<sup>2</sup>,比2021年增加7.5%<sup>[2]</sup>。同时黑龙江省也是全国最大、最重要的粳稻主产区,粳稻产量占全国一半以上。中央农村工作会议指出,中国人的饭碗任何时候都要牢牢端在自己的手上<sup>[3]</sup>,由此可见,水稻在保障口粮安全方面具有举足轻重的作用。

植物生长调节剂是人工合成的具有植物激素活性的化合物,能够通过植物激素系统调控其生长、发育,在适宜浓度下能有效地促进植物生长,增强抗逆性<sup>[4]</sup>。芸苔素内酯又叫油菜素内酯,最早是由美国农业科学家 Mitchell 等从芸薹属植物油菜花粉中提取获得,是一种植物内源激素<sup>[5]</sup>。丙酰芸苔素内酯是芸苔素内酯分子结构上的2,3位的羟基酰化和22,23位的羟基氧化,相比芸苔素内酯可延长持效期,又称长效芸苔素<sup>[6]</sup>。早在1905年,植物生长调节剂便应用在农业生产<sup>[7]</sup>。芸苔素内酯是植物内源性的调节剂,作物生长初期使用能高效促进生长,具备促生长和增产的多重

功效<sup>[8]</sup>。作为植物第六大激素,在生长发育中起重要的调控作用,具有很强的生物活性<sup>[9]</sup>。目前,芸苔素内酯已被广泛应用于水稻田,并取得了显著的经济效益,对促进水稻生长发育起到了一定的积极作用<sup>[10]</sup>。水稻叶面喷施0.003%芸苔素内酯,可增加株高、分蘖数和产量<sup>[11]</sup>,丙酰芸苔素内酯可以提高水稻产量和改善稻米品质<sup>[12]</sup>,水稻两次喷施0.1%芸苔素内酯可溶性粉剂对水稻的株高影响不大,但增产效果明显<sup>[13]</sup>。孙淑琴等<sup>[14]</sup>认为水稻生长期施用芸苔素内酯能明显提高穗长、穗粒数和千粒重,吴挺<sup>[15]</sup>研究表明水稻移栽后施用芸苔素内酯可提高水稻产量,褚世海等<sup>[16]</sup>用0.01%芸苔素内酯水剂对水稻叶面喷雾,可使水稻结实率增加4.7%,千粒重增加3.6%。有研究表明,使用低浓度的芸苔素内酯能对植物生长、发育和代谢起到重要的调节作用,且具有效果显著、残毒少等优点<sup>[17]</sup>。水稻移栽后,分蘖期和孕穗期喷施适宜浓度的芸苔素内酯,对调节水稻生长发育与产量结构有显著作用<sup>[18]</sup>。因此,通过开展丙酰芸苔素内酯对水稻生长、产量和品质的研究,明确实际应用效果,为其在水稻生产中的推广应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验时间2022年5月—10月,地点位于齐齐哈尔市泰来县克利镇。2022试验地终霜期为

收稿日期:2023-02-21

基金项目:齐齐哈尔市科技局创新激励项目(CNYGG2022035);中国科学院战略性先导科技专项(XDA28130504)。

第一作者:李青超(1986—),男,硕士,助理研究员,从事植物保护研究。E-mail:lqc19860130@163.com。

4月17日,始霜期为10月9日,无霜期为175 d。生育期(4月17日—10月9日) $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的活动积温为3 386.1  $^{\circ}\text{C}$ 。

1.2 材料

供试水稻品种为齐粳10,生育期136 d左右,需 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温2 500  $^{\circ}\text{C}$ 左右,当地农资市场购买;供试药剂为0.003%丙酰芸苔素内酯水剂,由中农立华农用化学品有限公司提供。

1.3 方法

1.3.1 水稻秧苗期试验 秧苗密度为10~12株 $\cdot\text{m}^{-2}$ ,试验采用单因素完全随机设计,试验因素为0.003%丙酰芸苔素内酯水剂施用次数,使用时期为秧苗三叶一心期。设2个处理,处理1:喷施1次,处理2:喷施2次,间隔3 d,设喷施清水空白对照(CK),丙酰芸苔素内酯常规用量(使用说明书标注的稀释倍数,稀释2 000倍液),3次重复,共计9个试验单位,每个重复隔离行3 m,面积20  $\text{m}^2$ 。

水稻秧苗生长到1.5叶期后,施用3%甲霜恶毒灵水剂防治青枯病和立枯病,育苗棚温度控制在25~28  $^{\circ}\text{C}$ ,昼夜温差控制在10  $^{\circ}\text{C}$ 以内,秧苗移栽前7 d进行通风炼苗。

1.3.2 水稻大田试验 移栽密度为24.2穴 $\cdot\text{m}^{-2}$ (30.0 cm $\times$ 13.3 cm),试验采用单因素随机区组设计,试验因素为0.003%丙酰芸苔素内酯水剂稀释倍数,设4个处理,处理A:稀释1 000倍液,处理B:稀释2 000倍液,处理C:稀释3 000倍液,处理D:稀释4 000倍液,设喷施清水空白对照(CK),4次重复,共计20个试验单位,周围设保护行30 m,各试验单元用塑料挡板隔开,隔离行5 m,面积50  $\text{m}^2$ 。

选择晴朗无风天气,水稻秧苗期不喷施药剂,水稻移栽后5和12 d各重复按照试验设计喷施

药剂,对照区喷施清水,使用背负式电动喷雾器对水稻植株均匀喷雾。

本田整地施基肥纯氮48 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 、纯磷48 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 、纯钾36 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ ,大田秧苗移栽返青后施氮肥95 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ ;水稻移栽后5 d使用乙氧氟草醚封闭处理,移栽20 d后使用氰氟·吡啶酯茎叶处理;7月末8月初,适期使用溴氰虫酰胺、三氯苯嘧啶杀虫剂防虫2次;使用烯肟·戊唑醇防治稻瘟病,其他田间管理同当地实际生产保持一致。

1.3.3 测定项目及方法 水稻秧苗移栽前,采取棋盘式取样法,每个重复选取10点,每点随机选取10株秧苗,共计100株,调查记录地上鲜重、地下鲜重、株高、根长和总根数。

水稻成熟期,试验单元采用5点取样法,每点随机选取4株水稻,共计20株,调查测量并记录水稻株高、有效穗数、每穗总粒数、结实率、千粒重,每个试验单元单独收获脱粒测产,并参照GB/T 15683—2008《大米直链淀粉含量的测定》中的方法测定水稻的淀粉含量。

1.3.4 数据分析 用Excel 2019软件处理数据和作图,用新复极差法进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 丙酰芸苔素内酯不同喷施次数对水稻秧苗素质的影响

由表1可知,处理1的株高36.7 cm,地上鲜重3.4 g,高于处理2;处理2的根长18.1 cm,总根数55.1,地下鲜重1.8 g,高于处理1,两个处理各项指标差异不显著,但均显著高于对照。说明水稻秧苗期喷施丙酰芸苔素内酯水剂1次就能够显著提高秧苗素质。

表1 喷施丙酰芸苔素内酯对秧苗素质的影响

处理	株高/cm	根长/cm	总根数/条	地上鲜重/g	地下鲜重/g
1	36.7 $\pm$ 5.3 a	16.3 $\pm$ 3.6 a	50.7 $\pm$ 8.4 a	3.4 $\pm$ 0.2 a	1.7 $\pm$ 0.2 a
2	32.4 $\pm$ 6.1 a	18.1 $\pm$ 2.0 a	55.1 $\pm$ 9.6 a	3.1 $\pm$ 0.4 a	1.8 $\pm$ 0.4 a
CK	26.7 $\pm$ 4.5 b	12.5 $\pm$ 2.5 b	39.5 $\pm$ 5.2 b	2.7 $\pm$ 0.5 b	1.4 $\pm$ 0.2 b

注:不同小写字母表示处理间在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.2 丙酰芸苔素内酯不同稀释倍数对水稻株高的影响

由图1可知,处理B和处理C的水稻株高较高,分别为101.2和100.8 cm,且二者差异不显著,但显著高于其他处理;处理A和处理D的株

高分别为89.9和90.0 cm,差异不显著,但显著低于对照(CK)。说明0.003%丙酰芸苔素内酯水剂稀释2 000倍液和3 000倍液对水稻株高有增高作用,稀释1 000倍液和4 000倍液对水稻株高有抑制作用。

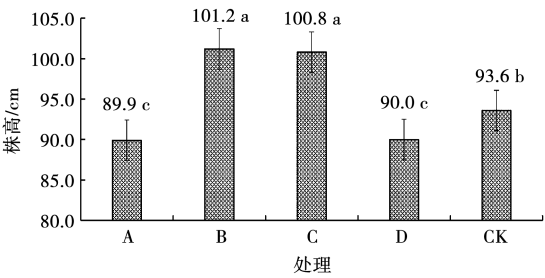


图 1 丙酰芸苔素内酯不同稀释倍数对水稻株高的影响

注:不同小写字母表示处理间在  $P<0.05$  水平差异显著。下同。

表 2 丙酰芸苔素内酯不同稀释倍数对水稻产量构成因子的影响

处理	每穗粒数	每穗实粒数	结实率/%	千粒重/g
A	118.5±12.3 b	93.4±13.8 b	77.8±2.6 c	23.6±1.1 b
B	124.0±16.2 a	116.4±11.9 a	92.8±2.0 a	31.6±1.3 a
C	127.2±11.4 a	118.9±13.0 a	94.1±2.2 a	31.1±1.2 a
D	114.7±17.7 c	92.4±14.3 b	81.6±1.9 b	24.1±1.0 b
CK	120.3±20.3 b	92.4±10.3 b	75.8±3.4 c	24.2±0.9 b

2.4 丙酰芸苔素内酯不同稀释倍数对水稻产量和品质的影响

2.4.1 产量 由图 2 可知,处理 B 和处理 C 的水稻产量较高,分别为 7 402.7 和 7 470.4  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,二者差异不显著,但显著高于其他处理;处理 A 和 D 的产量较低,且显著低于对照(CK),分别较对照减产 5.59%和 2.88%。说明 0.003%丙酰芸苔素内酯水剂稀释 2 000 倍液和 3 000 倍液对水稻有增产作用,稀释倍数过大或过小水稻均有一定程度减产,稀释倍数过小减产幅度明显。

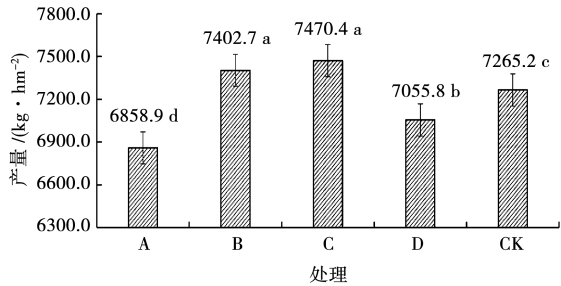


图 2 丙酰芸苔素内酯不同稀释倍数对水稻产量的影响

2.4.2 品质 由图 3 可知,处理 A 的淀粉含量最低,显著低于对照,其他处理均高于对照(CK),处理 C 的水稻淀粉含量最高,为 17.91%,和处理 B 差异不显著,显著高于其他处理。说明 0.003%丙酰芸苔素内酯水剂稀释 2 000 倍液和 3 000 倍

2.3 丙酰芸苔素内酯不同稀释倍数对水稻产量构成因子的影响

由表 2 可知,处理 B 千粒重最大,为 31.6 g,高于处理 C,处理 C 每穗粒数 127.2 粒,每穗实粒数 118.9 粒,结实率 94.1%,高于处理 B,但处理 B 和 C 各项指标差异均不显著,但均显著高于对照(CK)、处理 A 和处理 D。表明 0.003%丙酰芸苔素内酯水剂稀释 2 000 倍液和 3 000 倍液对水稻产量构成的相关指标均有提高,其中结实率和千粒重指标提升明显。

液对水稻品质有一定程度提高,但是浓度过大会对品质有一定影响。

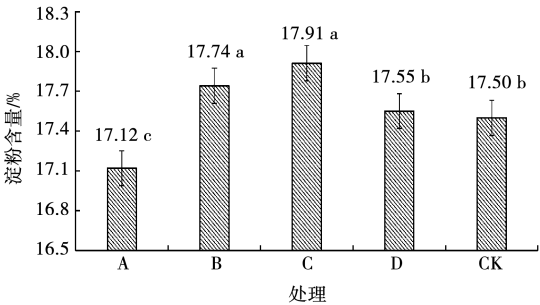


图 3 丙酰芸苔素内酯不同稀释倍数对水稻淀粉含量的影响

2.4.3 对水稻的安全性 经观察,0.003%丙酰芸苔素内酯水剂常规用量各个重复未见任何药害症状发生,且对供试水稻秧苗期和大田期有促生长、增产和提升品质的作用,但是稀释 1 000 倍液浓度过大对水稻大田期生长有抑制作用,稀释 4 000 倍液则浓度过小,水稻大田期对增加株高,提高产量和提升品质效果不明显。

3 讨论

不同稀释倍数下丙酰芸苔素内酯对供试水稻表现出促进或抑制作用,常规用量促进水稻生长,高浓度抑制生长,所以要严格遵守使用浓度。丙

酰芸苔素内酯具有极强的生理活性,在很低的浓度下即具有明显促进生长的作用<sup>[19]</sup>。试验表明,0.003%丙酰芸苔素内酯水剂水稻秧苗期常规用量喷施1次,可增加地上鲜重、地下鲜重,株高、根长和总根数,提高秧苗素质,与闻祥成等<sup>[20]</sup>的研究结果相符;稀释2 000倍液或3 000倍液在水稻移栽后5和12 d各喷施1次,可增加水稻株高,结实率和提升千粒重等产量构成指标,并可促进增产,提高品质,此结果和张咏梅<sup>[21]</sup>研究结果一致。此外,在试验中未发现对周围环境和试验区域内其他有益生物造成不利影响,所以0.003%丙酰芸苔素内酯水剂作为一种优良的生长调节剂,安全性较高,可在水稻生产上推广应用。本试验只用了一个水稻品种齐粳10,不同稀释倍数对产量构成因子产生了不同的影响,不能体现出品种的差异性,下一步将开展多种植物生长调节剂的复配使用对水稻生长和产量品质的影响。

黑龙江是全国水稻种植大省和粳稻主产区,如何提高其产量和品质是研究方向,理论研究和实际生产都表明,实现水稻高产优质的方法有:一是选育优良品种,二是改进栽培措施,三是合理使用植物生长调节剂<sup>[22]</sup>。丁锐<sup>[23]</sup>认为使用植物生长调节剂是水稻绿色轻简栽培技术的重要环节,在农业生产机械化、集约化背景下,丙酰芸苔素内酯通过合理使用浓度和使用适期,对促进水稻生长发育、降低种粮成本,保证水稻高产稳产具有重要意义。

## 4 结论

水稻秧苗期0.003%丙酰芸苔素内酯水剂常规用量稀释2 000倍液喷施1次,地上鲜重3.4 g、地下鲜重1.7 g,株高36.7 cm、根长16.3 cm、总根数50.7条,可显著提高秧苗素质;0.003%丙酰芸苔素内酯水剂常规用量稀释2 000倍液或3 000倍液在水稻移栽后5和12 d各喷施1次,株高100.8~101.2 cm,结实率92.8%~94.1%、千粒重31.1~31.6 g、产量7 402.7~7 470.4 kg·hm<sup>-2</sup>,淀粉含量17.74%~17.91%,提质增产效果明显。

## 参考文献:

[1] 马波. 肥料和密度对寒地早熟粳稻产量及品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2021(3): 1-6.  
[2] 潘国君, 郭俊祥. 黑龙江粳稻育种研究进展与展望[J]. 中国

稻米, 2022, 28(5): 124-128.  
[3] 王守聪. 黑龙江垦区水稻产业发展现状与对策[J]. 中国水稻, 2021, 27(4): 101-103, 106.  
[4] 罗举, 胡阳, 胡国文, 等. 新型植物生长调节剂赤霉素·吡啶乙酸·芸苔素(碧护)在水稻上的应用[J]. 农化市场十日讯, 2013(14): 40-41.  
[5] 林瑞嫦. 芸苔素内酯对糜子除草剂苯唑·二甲钠药害的缓解效应研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2022.  
[6] 孙陈铭, 蔡岩, 苗志伟. 新型绿色植物生长调节剂——芸苔素内酯的研究进展[J]. 化学教育(中英文), 2022, 43(6): 1-8.  
[7] 顾大路, 朱云林, 杨文飞, 等. 浅谈植物生长调节剂市场现状与对策[J]. 江西农业学报, 2010, 22(2): 169-171, 174.  
[8] 李敏兵. 0.01%芸苔素内酯可溶液剂对水稻防病能力影响的研究[J]. 农技服务, 2017, 34(12): 61-62.  
[9] 陈太平, 彭潇漫, 尚波, 等. 20-羟基蛻皮甾酮与芸苔素内酯在水稻中的生物活性比较[J]. 山东化工, 2020, 49(23): 48-49.  
[10] 陈峰, 吴玮, 王俊, 等. 3种植物生长调节剂对水稻产量和品质的影响[J]. 福建农业学报, 2016, 31(1): 12-15.  
[11] 殷敏, 丁颖, 庄东英, 等. 不同植物生长调节剂复配对水稻产量性状的影响[J]. 现代农业科技, 2023(5): 5-8.  
[12] 赵黎明, 李明, 冯乃杰, 等. 植物生长调节剂对寒地水稻产量和品质的影响[J]. 中国农学通报, 2015, 31(3): 43-48.  
[13] 吴玉成, 王勇, 吴志青, 等. 芸苔素内酯对水稻生长的调节作用研究[J]. 生物灾害科学, 2015, 38(3): 228-230.  
[14] 孙淑琴, 杨秀荣, 李月娇. 0.0075% 28-高芸苔素内酯可溶液剂在水稻上的应用效果研究[J]. 现代农业科技, 2021, 795(13): 108-109, 114.  
[15] 吴挺. 胺鲜酯·芸苔素内酯对水稻生长及产量的影响[J]. 上海农业科技, 2019, 376(4): 48-49, 54.  
[16] 褚世海, 李林, 朱文达. 0.01%芸苔素内酯水剂对水稻生长、产量和品质的影响[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(24): 6445-6448.  
[17] 杨秀荣, 刘亦学, 刘水芳, 等. 植物生长调节剂及其研究与应用[J]. 天津农业科学, 2007, 13(1): 23-25.  
[18] 徐建林, 宋金华, 张夕林, 等. 芸苔素内酯水溶液调节水稻生长试验[J]. 安徽农学通报, 2006(2): 40-41.  
[19] 王洪凤, 耿全政, 孔波, 等. 芸苔素内酯和ZNC免疫诱抗剂研究进展[J]. 现代农业科技, 2020, 777(19): 127-130.  
[20] 闻祥成, 田华, 潘圣刚, 等. 叶面喷施植物生长调节剂对水稻产量及叶片保护酶活性的影响[J]. 西南农业学报, 2015, 28(2): 550-555.  
[21] 张咏梅. 芸苔素内酯对水稻的增产效应研究[J]. 上海农业科技, 2013, 337(2): 80-81.  
[22] 吴冬云. 植物生长调节剂对水稻品质的影响及其机制[D]. 广州: 华南师范大学, 2003.  
[23] 丁锐. 水稻绿色轻简栽培及减药控害技术研究[J]. 现代农业, 2020(9): 51-52.





赵茜. 黑龙江省籽用南瓜蔓枯菌潜在致病基因挖掘[J]. 黑龙江农业科学, 2023(6):38-44.

# 黑龙江省籽用南瓜蔓枯菌潜在致病基因挖掘

赵 茜

(黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150023)

**摘要:**为了了解籽用南瓜蔓枯病的致病机制,前期鉴定出黑龙江省籽用南瓜蔓枯病的主要病原为 *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Sc.)。在此基础上完成了 Sc. 1(生长在南瓜叶片上的 Sc. 菌株)和 Sc. 2(生长在 PDA 培养基上的 Sc. 菌株)组间样品的转录组差异表达分析。共获得 319 个差异表达基因,其中 190 个基因下调,129 个基因上调;根据 GO 功能分析,挖掘到 58 个差异表达基因(DEGs)可能与致病相关;KEGG 分析结果显示,挖掘与致病相关的 KEGG 通路有 7 个;挖掘到 54 个编码分泌蛋白基因是差异表达的;与 PHI 数据库进行比对,共识别到了 2 869 个基因有较高同源性,其中有 96 个是差异表达基因;在代谢过程的功能通路中共发现 3 327 个 Sc. 基因,结合转录组数据发现 86 个代谢相关基因差异表达。上述结果表明,真菌寄生在南瓜叶片上的代谢或生物合成途径相关基因的表达量与寄生在 PDA 培养基上的基因表达量存在着显著差异,这或许是影响 Sc. 致病性的重要因素。

**关键词:**黑龙江省;籽用南瓜;蔓枯病;致病基因

蔓枯菌属于亚隔孢壳科(Didymellaceae),是影响南瓜、西瓜、甜瓜等瓜类最严重、最普遍的病

原菌之一,主要侵染瓜类作物叶和花等,叶上产生坏死斑点或引起茎和蔓的损伤<sup>[1-2]</sup>,严重时可蔓延至果实,从而影响产量。近几十年来,蔓枯病有逐年上升的趋势,已成为大田瓜类和保护地瓜类的主要病害,由该病引起的产量损失可出现高达 30% 的季节性高峰,严重影响瓜类作物生产<sup>[3-4]</sup>。

收稿日期:2023-01-21

基金项目:黑龙江省南瓜产业技术协同创新推广体系。

作者简介:赵茜(1982—),女,博士,助理研究员,从事植物病理研究。E-mail:zhaoqian0401@sina.com。

## Effects of 0.003% Propionyl Brassinolide on Growth, Yield and Quality of Rice

LI Qingchao, WANG Lida, ZHAO Xiumei, LIU Yue, LAN Ying, LIU Yang, HAN Yehui, WANG Lianxia

(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

**Abstract:** In order to clarify the effects of propionyl brassinolide on the growth, yield, and quality of rice, a single factor fully randomized design was used at the seedling stage, with the experimental factor of 0.003% propionyl brassinolide water application frequency. Two treatments were set up, treatment A: spraying once, treatment B: spraying twice, and spraying water blank control (CK); A single factor randomized block design was used in the field stage. The experimental factors were dilution multiples of 0.003% propionyl brassinolide aqueous solution. Four treatments of 1 000 times, 2 000 times, 3 000 times and 4 000 times dilution and a blank control (CK) of spraying clean water were set up. During the seedling stage, fresh aboveground and underground weight, plant height, root length, and total root number were investigated and recorded. During the field stage, rice plant height, effective panicles, total grains per panicle, seed setting rate, 1 000 grain weight, and yield were investigated. The results showed that the quality of rice seedlings could be significantly improved by spraying with 2 000 times dilution of 0.003% propionyl brassinolide water at seedling stage, the fresh weight above ground was 3.4 g, the fresh weight below ground was 1.7 g, the plant height was 36.7 cm, the root length was 16.3 cm, and the total root number was 50.7. The conventional dosage of 0.003% propionyl brassinolide water was diluted 2 000 times or 3 000 times and sprayed once at 5 and 12 days after rice transplantation, which had obvious effect on rice quality improvement and yield increase. Therefore, the rational control of the concentration and suitable period of 0.003% propionyl brassinolide can promote the growth and development of rice.

**Keywords:** rice; propionyl brassinolide; plant height; 1 000-grain weight; yield; quality