

植物生理活性物质对蕹菜生长及品质的影响

张运红^{1,2}, 和爱玲¹, 吴礼树², 张敏建², 孙克刚¹, 杜君¹

(1. 河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州 450002; 2. 华中农业大学 资源与环境学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要:以海藻酸钠、有机硅、核黄素、80%大豆低聚糖和水杨酸为试材,采用土培试验,对比研究了几种植物生理活性物质在其最佳施用浓度时对蕹菜生长及品质的影响。结果表明:喷施有机硅对蕹菜促生长效果最好,鲜重和干重分别比对照增加 38.5%和 74.5%;此外,还能显著提高叶片中维生素 C 含量。其次是水杨酸处理,鲜重比对照增加 37.7%,维生素 C 含量和可溶性蛋白质含量也均显著提高。海藻酸钠和 80%大豆低聚糖的促生长效果相对较差。

关键词:生理活性物质;蕹菜;生长;品质

中图分类号:S 636.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)09-0020-05

目前,蔬菜生产主要是通过施用化肥保证其养分的供应,然而,长期大量施用化肥虽在一定时间和程度上提高了作物的产量,却由此引发了土壤酸化、板结、肥力下降、地下水硝酸盐含量超标、大气污染、水体富营养化等一系列生态环境问题,同时加重了蔬菜硝酸盐的积累和病虫害的发生,最终导致蔬菜品质的下降^[1-2]。喷施叶面肥和植物生长调节剂作为作物土壤施肥的一种直接、高效的辅助措施,已成为现代农业生产中一项重要的栽培技术之一。然而,市面上销售的该类产品绝大多数为化学合成,易引起餐桌污染,导致农产品品质下降^[3-4],因此,开发环保、安全、优质型的新型植物生长调节剂是未来发展的一个趋势。最近发现的水杨酸、多胺、低聚糖等物质对植物生长发育有一定的调控作用^[5-8],将有望成为新一代产品。然而,不同植物生理活性物质生产成本和施用效果不同,寻找活性高、相对廉价的活性物质,对其进一步商品化、为农业生产服务具有重要意义。蕹菜(*Ipomoea aquatica* Forssk.)属旋花科番薯属草本植物,又名竹叶菜,其幼嫩的茎叶含有丰富的维生素、胡萝卜素、矿物盐等,可供食用,有防癌、降脂、防暑解热、凉血排毒等功效,是我国夏季栽培的主要叶

菜类蔬菜品种之一^[9]。因此,现以蕹菜为试验材料,对比研究了几种植物生理活性物质对蕹菜生长及品质的影响,旨在筛选高活性物质,为其作为新型植物生长调节剂开发提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试植物生理活性物质共 5 种,分别为海藻酸钠、核黄素、有机硅、80%大豆低聚糖和水杨酸。其中海藻酸钠由大连化学物理研究所提供,核黄素和水杨酸购自国药集团化学试剂有限公司。有机硅购自深圳诺普信农化股份有限公司,有效成分为有机硅氧烷基类化合物。80%大豆低聚糖购自陕西慧科植物开发有限公司。供试蕹菜(*Ipomoea aquatica* Forssk.)品种为“柳叶青梗空心菜”,由深圳市范记种子有限公司生产。

1.2 试验方法

试验采用土培法。供试土壤为华中农业大学狮子山黄棕壤,基本理化性质为 pH 5.65,有机质 5.33 g/kg,全氮 0.35 g/kg,碱解氮 44.33 mg/kg,速效磷 7.64 mg/kg,有效钾 147.01 mg/kg。采用陶瓷钵种植,下铺黑色聚乙烯塑料袋防污染。每钵装土 1.5 kg。施肥量(NH₄)₂SO₄ 0.943 8 g/kg 土, KH₂PO₄ 0.287 5 g/kg 土, KCl 0.159 7 g/kg 土。每钵直播 20 粒蕹菜种子,在出苗长出 2 片真叶后,选取长势良好的植株定植,间苗后每钵保留相同的株数。种植 20 d 后喷施植物生理活性物质处理。5 种植物生理活性物质的施用浓度设定均根据预备试验,选择促生长最佳浓度,其中海藻酸钠为 80 mg/L,核黄素为 2 mmol/L,有机硅和 80%大豆低聚糖为 500 mg/L,水杨酸为 100 μmol/L。各处理均 4 次重复。每 3 d 喷施 1 次,共 4 次,每次喷施量为 10~

第一作者简介:张运红(1983-),女,河南新乡人,博士,助理研究员,现主要从事植物营养与新型肥料等研究工作。E-mail:snowgirl23@126.com.

责任作者:孙克刚(1965-),男,河南郑州人,硕士,研究员,现主要从事植物营养与施肥等研究工作。E-mail:kgsun@ipni.ac.cn.

基金项目:河南省农业科学院自主创新资助项目(2069999);河南省农业科学院博士启动基金资助项目(2068751)。

收稿日期:2015-12-22

20 mL/钵。于最后一次喷施后 3 d 采收,对薹菜株高、叶长、叶宽、SPAD 值及生物学产量进行观测,并分析其维生素 C 含量和可溶性蛋白质含量。

1.3 项目测定

用卷尺测量薹菜地上部分植株的高度,从叶片基部到叶片顶端测定叶片长度,每片叶最宽处标记为叶片宽度,三者均精确到 0.1 cm。生物学产量以单株地上部重量表示。SPAD 值测定采用 SPAD-502 型叶绿素测定仪。可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 法测定;维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定,二者均参照王学奎^[10]的方法。

1.4 数据分析

数据采用 Excel 2007 作图,采用 DPS 3.01 专业版软件进行统计分析,采用 LSD 法进行差异性检验。

2 结果与分析

2.1 喷施植物生理活性物质对薹菜株高生长动态的影响

由图 1 可以看出,喷施不同植物生理活性物质均能一定程度促进薹菜生长。处理 3 d 时,有机硅和水杨酸处理的薹菜株高增长率显著高于其它处理。处理 6 d 时,核黄素处理的株高增长率也显著高于海藻酸钠、80%大豆低聚糖和对照处理。处理 9 d 后,所有植物生理活性物质处理的薹菜株高增长率均高于对照,且有有机硅和水杨酸处理的最大,处理 12 d 时分别比对照高 14.6%和 12.6%,差异显著。该结果表明,在各自最适浓度条件下,有机硅和水杨酸处理促进薹菜植株生长的效果相对最好。

2.2 喷施植物生理活性物质对薹菜叶长、叶宽生长动态的影响

叶片作为植物的同化器官,直接影响植物的光合、

呼吸、水分代谢以及养分运输等主要生理活动,其形态、解剖上的差异将直接关系到上述生理过程的进行,并决定植物生长、发育与生存的竞争能力^[11]。图 2-a 显示,处理 6 d 后,水杨酸、海藻酸钠和有机硅处理的薹菜叶长增长率显著高于其它处理。处理 9 d 后,所有植物生理活性物质处理的薹菜叶长增长率均高于对照,其中核黄素和 80%大豆低聚糖处理的薹菜叶长在这一时期增长最快。处理 12 d 后,有机硅和 80%大豆低聚糖处理的薹菜叶长增长率最大,分别比对照高 10.0%和 9.4%。叶宽增长率在处理 12 d 后,以海藻酸钠和有机硅处理的最大,分别比对照高 33.8%和 30.7%,核黄素和 80%大豆低聚糖处理次之,水杨酸处理的叶宽增长率和对照无显著差异(图 2-b)。综合而言,有机硅对薹菜叶片生长的促进效果最好,海藻酸钠和核黄素处理的效果次之。

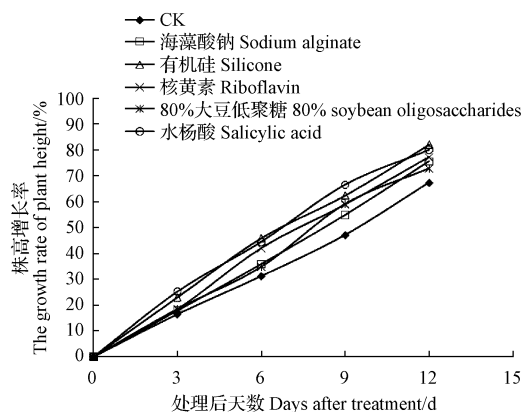


图 1 喷施植物生理活性物质对薹菜株高生长动态的影响

Fig. 1 Effect of spraying physiological active substances from plants on the growth dynamic of plant height in water spinach

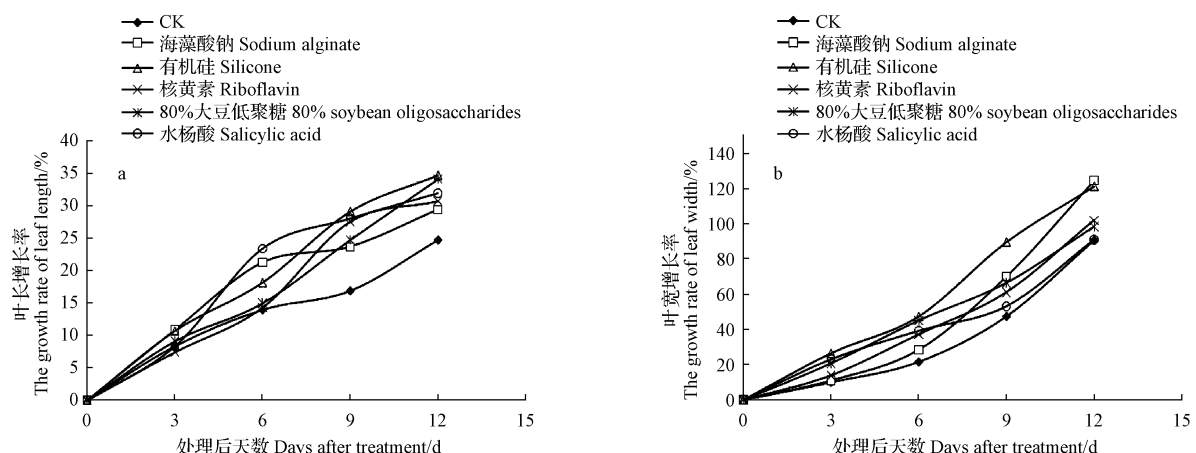


图 2 喷施植物生理活性物质对薹菜叶长、叶宽生长动态的影响

Fig. 2 Effect of spraying physiological active substances from plants on the growth dynamics of leaf length and leaf width in water spinach

2.3 喷施植物生理活性物质对蕹菜叶片 SPAD 值的影响

光合作用是植物生长的重要能量来源和物质基础,叶绿素是植物进行光合作用的主要色素,SPAD 值可以间接反映作物叶片的叶绿素含量及含氮量,因此可以预测作物的产量^[12-13]。因此,该试验研究了喷施植物生理活性物质对蕹菜叶片 SPAD 值的影响。图 3 显示,不同植物生理活性物质处理后蕹菜叶片 SPAD 值差异显著。除 80%大豆低聚糖处理外,其余处理的蕹菜叶片 SPAD 值均随时间延长基本呈下降趋势。在整个处理时期,80%大豆低聚糖处理的蕹菜叶片 SPAD 值均高于其它处理,在处理 12 d 时,高出对照 9.2%,其次是水杨酸处理,比对照高 6.2%,核黄素和有机硅处理的蕹菜 SPAD 值下降幅度也显著小于对照,海藻酸钠处理和对照无显著差异。

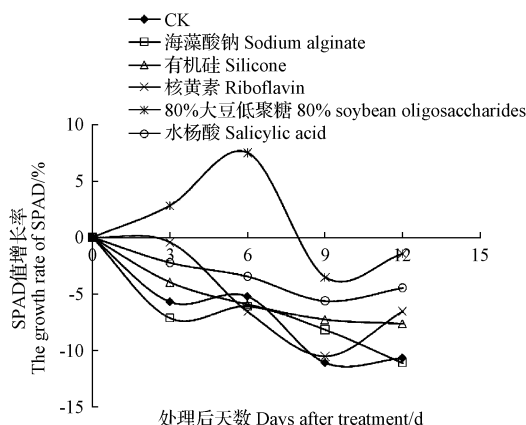


图 3 喷施植物生理活性物质对蕹菜叶片 SPAD 值的影响

Fig. 3 Effect of spraying physiological active substances from plants on SPAD value of leaves in water spinach

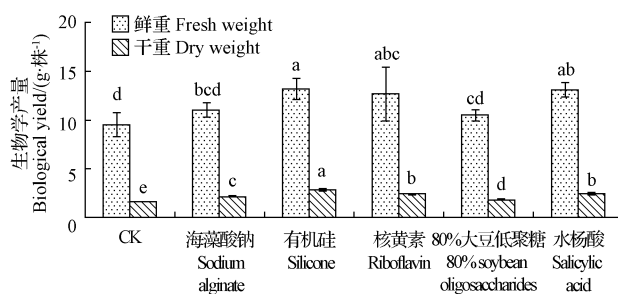
2.4 喷施植物生理活性物质对蕹菜生物学产量的影响

图 4 显示,喷施不同植物生理活性物质均能一定程度促进蕹菜增产。其中有机硅处理的效果最好,鲜重和干重分别比对照增加 38.5%和 74.5%,且差异显著;其次是水杨酸和核黄素处理,鲜重分别比对照增加 37.7%和 33.3%,干重分别比对照增加 50.6%和 49.4%。海藻酸钠和 80%大豆低聚糖处理的蕹菜鲜重和对照无显著差异,但干重均显著高于对照,增幅分别为 30.9%和 11.1%。该结果说明,在各自最适浓度条件下,有机硅促进蕹菜增产的效果相对最好。

2.5 喷施植物生理活性物质对蕹菜叶片维生素 C 含量的影响

维生素 C、可溶性蛋白质、可溶性糖等是蔬菜主要的品质指标,含量越高,蔬菜营养价值也越高^[14]。试验研究了喷施植物生理活性物质对蕹菜叶片中维生素 C 含量的影响。由图 5 可以看出,有机硅、水杨酸和 80%

大豆低聚糖处理的蕹菜叶片中维生素 C 含量均显著高于对照,增幅分别为 49.3%、25.7%和 17.2%。海藻酸钠和核黄素处理的维生素 C 含量和对照无显著差异。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平上显著差异。下同。

Note: The different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level. The same as below.

图 4 喷施植物生理活性物质对蕹菜生物学产量的影响

Fig. 4 Effect of spraying physiological active substances from plants on biological yield in water spinach

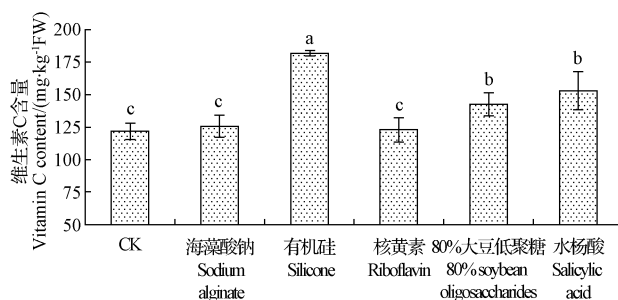


图 5 喷施植物生理活性物质对蕹菜叶片中维生素 C 含量的影响

Fig. 5 Effect of spraying physiological active substances from plants on vitamin C content in water spinach leaves

2.6 喷施植物生理活性物质对蕹菜叶片中可溶性蛋白质含量的影响

图 6 显示,在所试的 5 种植物生理活性物质中,水杨酸处理的蕹菜叶片中可溶性蛋白质含量最高,与对照相比,增幅为 24.4%,且差异显著。海藻酸钠处理的蕹

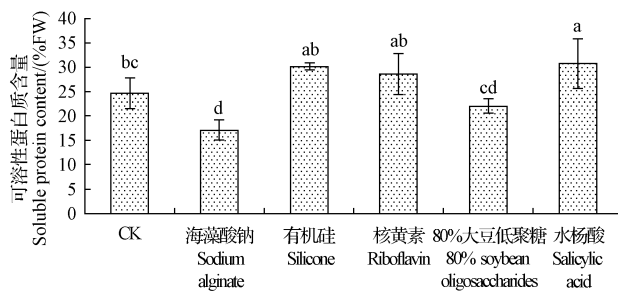


图 6 喷施植物生理活性物质对蕹菜叶片中可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 6 Effect of spraying physiological active substances from plants on soluble protein content in water spinach leaves

菜叶片中可溶性蛋白质含量显著低于对照,下降幅度为30.9%。有机硅、核黄素和80%大豆低聚糖处理的可溶性蛋白质含量与对照无显著差异。

3 讨论

地球上耕地的减少及沙漠化,再加上温室效应,使粮食稳产、增产成为一重大课题。人们往往通过育种、施肥等措施增加作物产量、提高品质及增强其对不良环境的抗耐性,然而这并非易事,不科学的施肥方式还会造成环境的进一步恶化^[1-2,14]。有研究表明,一些具有植物生活环境信号作用的生理活性物质,对作物生长有着直接的作用,可提高作物产量和品质,并能助其克服不良环境^[5-8]。该研究以薹菜为试材,对比了几种植物生理活性物质在其最佳施用浓度时的促生长效应。结果表明,喷施有机硅对薹菜促生长效果最好,鲜重和干重分别比对照增加38.5%和74.5%;此外,还能显著提高叶片中维生素C含量。其次是水杨酸处理,鲜重比对照增加37.7%,维生素C、可溶性蛋白质含量也均显著提高。在该试验条件下,海藻酸钠和80%大豆低聚糖的促生长效果相对较差。

不同植物生理活性物质促生长效果与其作用机制有关。柯用春等^[15]报道,喷施有机硅肥提高甜瓜产量的机理可能是促进叶片形成硅化细胞,增强了光合作用。GU^[16]报道,有机硅和壳聚糖配合施用可提高番茄幼苗感染灰霉病后抗氧化酶活性,从而增强其抗病性。陈杰等^[17]研究认为,有机硅作为助剂使用,能通过降低喷雾液的表面张力,使液剂喷雾到达靶标时迅速被吸附扩展和渗透,提高肥料利用率,促进增产。在该试验中,喷施有机硅对薹菜增产及品质改善具有良好的效果。然而,目前有机硅作为一种新型的叶面肥料在作物上应用的不多,在其它农作物上的施用效果如何,以及与其它植物生理活性配施是否有增效作用,还有待进一步研究。水杨酸主要作为重要的信号分子,参与植物多种与逆境代谢相关的生理活动,如诱导逆境相关蛋白的表达,激活植物超敏反应和系统获得性抗性,以及调节细胞抗氧化机制等,从而提高植物对逆境胁迫的耐受能力^[18]。SINGH等^[19]研究表明,水杨酸还能够提高Rubisco含量及其基因转录水平,进而提高叶片净光合速率。该试验中,喷施水杨酸可提高薹菜叶片叶绿素含量,从而增加其产量。彭建令等^[20]在番茄、辣椒、水稻等7种作物上使用核黄素后,植物生长量增加23.8%~85.4%;在拟南芥上研究显示,核黄素可诱导PR-3b、PDF1.2、ETR2和EIN2基因的表达,从而启动了植物生长信号传导通路的分子反应,促进了植物生长。该试验中,喷施核黄素显著增加薹菜产量,但是对品质改善作用不大。课题组前期的研究显示^[7,21],海藻酸钠寡糖可促进光能的捕获及转化,提高其光能利用效率,并改变碳代谢进程,促

进碳代谢产物积累,并能激活生长素信号促进根系生长。该试验中,海藻酸钠施用效果较差,可能与其聚合度较大有关。大豆低聚糖具有多种生理保健功能,目前主要用于食品、医药、饲料产业,作为植物生长调节剂开发的较少^[22],从该试验的结果来看,其对薹菜的促生长效果与其它植物生理活性物质相比不是很理想。

参考文献

- [1] 杨春悦,沈其荣,徐阳春,等.有机高氮肥的施用对菠菜生长及土壤供氮能力的影响[J].南京农业大学学报,2004,27(2):60-63.
- [2] 周娟,袁珍贵,郭莉莉,等.土壤酸化对作物生长发育的影响及改良措施[J].作物研究,2013(1):96-102.
- [3] 李燕婷,李秀英,肖艳,等.叶面肥的营养机理及应用研究进展[J].中国农业科学,2009,42(1):162-172.
- [4] 张一宾.植物生理活性物质的研究与应用[J].世界农药,2006,28(5):1-10.
- [5] 王晓黎,郝敬虹,董春娟,等.外源水杨酸对黄瓜幼苗叶片PSII活性和光能分配的影响[J].西北植物学报,2011,31(8):1644-1650.
- [6] 景红娟,王石雷,田航宇,等.壳寡糖对小麦早期生长生理的影响[J].麦类作物学报,2013,33(5):1039-1042.
- [7] ZHANG Y H, YIN H, ZHAO X M, et al. The promoting effects of alginate oligosaccharides on root development in *Oryza sativa* L. mediated by auxin signaling[J]. Carbohydrate Polymers, 2014, 113:446-454.
- [8] 闫刚,张春梅,邹志荣.外源亚精胺对干旱胁迫下番茄幼苗碳水化合物代谢及相关酶活性的影响[J].干旱地区农业研究,2012,30(1):143-148.
- [9] 周淑荣,董昕瑜,包秀芳,等.薹菜(空心菜)的栽培管理与食疗价值[J].特种经济动植物,2014(10):39-42.
- [10] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006:190-191,267-268.
- [11] 李素艳,胡昊,孙向阳,等.生长季节中泡桐叶形态特征及其相关性研究[J].林业科学研究,2006,19(5):660-664.
- [12] 陈防,鲁剑巍.SPAD-502叶绿素计在作物营养快速诊断上的应用初探[J].湖北农业科学,1996(2):31-34.
- [13] 艾天成,李方敏,周治安,等.作物叶片叶绿素含量与SPAD值相关性研究[J].湖北农学院学报,2000,20(1):138-140.
- [14] 李育鹏,胡海燕,李兆君,等.土壤调理剂对红壤pH值及空心菜产量和品质的影响[J].中国土壤与肥料,2014(6):21-26.
- [15] 柯用春,曹明,杨小峰,等.喷施不同浓度有机硅肥对热带地区甜瓜产量和品质的影响[J].南方农业学报,2015,46(1):53-57.
- [16] GU L Q. Effects of chitosan and organosilicon on antioxidant enzyme activity of tomato seedlings diseased with *Botrytis cinerea* [J]. Agricultural Science and Technology, 2012, 13(5):1011-1013.
- [17] 陈杰,何亮.有机硅表面活性剂在农药中的应用[J].吉林化工学院学报,2012,29(9):29-31.
- [18] YUAN S, LIN H H. Role of salicylic acid in plant abiotic stress[J]. Journal of Biosciences, 2008, 63(5-6):313-320.
- [19] SINGH B, USHA K. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress[J]. Plant Growth Regulation, 2003, 39:137-141.
- [20] 彭建令,赵静,潘小玫,等.核黄素启动植物生长信号通路的初步研究[J].南京农业大学学报,2002,25(4):33-36.
- [21] 张庚,张运红,赵凯,等.海藻酸钠寡糖对菜薹光合特性和碳代谢的影响[J].中国农学通报,2011,27(4):153-159.
- [22] 于治中,于长河,李里特.大豆低聚糖的生产、生理功能及其应用[J].中国食品添加剂,2007(1):159-163,150.

DOI:10.11937/bfyy.201609006

大白菜种子胎萌性状发生动态及其遗传初探

靳颖玲, 朱焕焕, 张明科, 惠麦侠

(西北农林科技大学 园艺学院, 旱区作物逆境生物学国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以高胎萌材料‘8407’、中度胎萌材料‘夏胜’和弱胎萌材料‘B热’,以及不发生种子胎萌的材料‘92S24’和‘72M’为试材,采用蕾期授粉、花期标记、定期采样方法,统计种子胎萌的发生状况,研究了大白菜种子胎萌现象的发生状况及其遗传规律。结果表明:‘8407’种子胎萌出现于花后 14 d,而‘夏胜’出现于花后 23 d,且前者的种子胎萌率极显著高于后者,二者的种子胎萌主要发生于花后 26~32 d 的发育阶段。‘8407’的主枝种子胎萌率高于一次分枝和二次分枝,且主枝角果基部的种子胎萌率显著高于角果中部和顶部;‘夏胜’种子胎萌部位性不明显。根据杂交当代种子胎萌表现的差异,表明无胎萌对胎萌为显性,且胎萌特性同时受到细胞质和细胞核基因的共同调控。

关键词:大白菜;种子胎萌;发生时期;遗传规律

中图分类号:S 634.104⁺.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)09-0024-04

种子胎萌(seed vivipary or premature germination)概念有广义和狭义之别,狭义的种子胎萌是指处于生理

第一作者简介:靳颖玲(1991-),女,硕士研究生,研究方向为蔬菜育种和生物技术。E-mail:1446687867@qq.com.

责任作者:张明科(1970-),男,博士,副研究员,研究方向为大白菜育种与生物技术。E-mail:zhangmk0904@sina.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31272164,31372062);陕西省农业科技创新与攻关资助项目(2015NY103);唐仲英育种专项资助项目(N37)。

收稿日期:2015-12-16

成熟之前,尚未完全发育成熟的种子在田间母体植株上的发芽现象,而广义的概念包括发生较为普遍的收获前早萌现象,即其营养关系已脱离母体植株、已发育成熟的种子收获前在田间植株上的发芽现象^[1-2]。裸子植物、被子植物的单子叶和双子叶植物中皆有胎萌现象发生,但胎萌主要发生在被子植物中,尤以双子叶植物中的红树科和单子叶植物中的禾本科居多。

对于红树林和蛇根草等植物而言,种子胎萌现象是一种为了后代生存的环境适应性表现^[3-4]。大多数情况下,种子胎萌在农业生产中是一种不利的性状。胎萌

Effect of Physiological Active Substances From Plants on the Growth and Quality of Water Spinach

ZHANG Yunhong^{1,2}, HE Ailing¹, WU Lishu², ZHANG Minjian², SUN Kegang¹, DU Jun¹

(1. Institute of Plant Nutrition, Agricultural Resources and Environmental Science, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002; 2. College of Resources and Environmental Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070)

Abstract: Sodium alginate, silicone, riboflavin, 80% soybean oligosaccharides and salicylic acid were used as test materials, soil culture was used to comparatively study effects of several physiologically active substances from plants at their best application concentration on the growth and quality of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk.). The results showed that spraying silicone had the best growth-promoting effects on water spinach under this experiment condition, which respectively increased fresh weight and dry weight by 38.5% and 74.5%, compared with the control; moreover, vitamin C content in leaves was significantly improved. Next came the treatment of salicylic acid. Its fresh weight was increased by 37.7%, and the contents of vitamin C and soluble protein were also significantly improved. The growth-promoting effects of sodium alginate and 80% soybean oligosaccharides were comparatively worse.

Keywords: physiological active substances; *Ipomoea aquatica* Forsk.; growth; quality