

李贵莲,陈日远,刘厚诚,等. 纳米胶片处理对生菜生长及元素吸收的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):237-238,243.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.071

# 纳米胶片处理对生菜生长及元素吸收的影响

李贵莲, 陈日远, 刘厚诚, 宋世威, 孙光闻

(华南农业大学, 广东广州 510642)

**摘要:**以生菜为材料,采用水培的方法,研究纳米胶片处理对生菜生长和营养元素吸收的影响。结果表明,纳米胶片处理显著增加生菜地上部鲜质量、干质量、最长根长和根系活力;增加生菜根系鲜质量、干质量,但差异不显著;显著增加生菜根系对 N、P、K、Zn 和生菜地上部对 N、P、K、Ca 的吸收,抑制根部对 Ca、Mg 及地上部对 Mg、Zn 的吸收。

**关键词:**纳米胶片;生菜;生长;营养元素;吸收

**中图分类号:**S636.204 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)11-0237-02

纳米器件(纳米网、纳米陶片、纳米胶片等)属纳米结构材料,是将纳米材料均匀涂于特定的载体上或与陶瓷等材料混合烧制而成。纳米器件不溶于水,无毒,具有使用方便、成本低、安全可靠、可重复使用等优点。刘安勋等研究表明水经纳米胶片处理后分子团变小、活性增大,产生许多特殊的物理化学和生物效应,改变水与其他物质和生物体的作用行为,如增加水的溶解能力、提高水的细胞生物透性等<sup>[1-2]</sup>。利用纳米器件处理水浸种或浇灌植株,在小白菜<sup>[3]</sup>和水稻<sup>[2]</sup>等上都取得了一定的效果,明显促进了生物体的生长代谢。笔者所在课题组研究表明纳米胶片对水培生菜增产和营养品质的改善均有明显的促进作用,其用量在广州秋冬季<sup>[4]</sup>和春季分别以 2.80 cm<sup>2</sup>/L 和 5.60 cm<sup>2</sup>/L 为最佳。根系是植物最活跃的分养吸收器官,根系发达有利于提高作物产量<sup>[5]</sup>,氮、磷、钾等矿质营养吸收是作物生长发育、产量和品质形成的物质基础,但纳米器件在水培生菜生长和植株养分吸收的研究鲜有报道。因此,本研究以生菜为材料,研究纳米胶片对生菜生长及元素吸收的影响,以期对纳米胶片促进生菜生长的机理提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试生菜(*Lactuca sativa* L.)品种为耐抽薹意大利生菜;试验用泡沫箱的内体积为 92 cm×53 cm×8 cm;营养液大量元素配方采用 1/2 霍格兰配方(pH 值≈6.2),微量元素为通用配方。供试纳米胶片为广州市富阳环保科技有限公司和华南农业大学新肥料研究资源中心研制生产,主要成份是 TiO<sub>2</sub> 和 ZnO,涂布于塑料片上,面积为 14 cm×12 cm。

### 1.2 方法

收稿日期:2014-11-17

基金项目:现代农业产业技术体系专项基金(编号:CARS-25-C-04)。

作者简介:李贵莲(1986—),女,山东聊城人,硕士,主要从事蔬菜栽培生理方面的研究。E-mail:menglguilian@163.com。

通信作者:孙光闻,博士,副教授,主要从事蔬菜栽培生理方面的研究。E-mail:sungwl1968@scau.edu.cn。

试验按照是否使用纳米胶片共设 2 个处理,CK:0 片纳米胶片(0 cm<sup>2</sup>/L)、A:1/2 片纳米胶片(2.80 cm<sup>2</sup>/L),每个处理 4 次重复,每个重复 18 株,随机排列。试验于 2013 年 9 月 16 日至 2013 年 11 月 9 日在华南农业大学园艺学院设施系大棚进行。2013 年 9 月 16 日采用珍珠岩育苗,10 月 13 日 4 叶 1 心时选用均匀一致的生菜幼苗移栽至装入 30 L 全营养液并含所需用量的纳米胶片的泡沫箱中,且纳米胶片一直放入泡沫箱中直至采收。从育苗至采收未更换营养液。2013 年 11 月 9 日采收测定生菜生长指标及植株营养元素含量。

### 1.3 测定项目与方法

植株鲜质量用天平称量;植株放入烘箱中,105℃杀青 15 min,然后在 80℃下烘至恒质量,用万分之一分析天平称取干质量;最长根长用直尺测量;根系活力测定采用 TTC 法<sup>[6]</sup>;N、P、K 含量采用鲍士坦方法测定<sup>[7]</sup>;Ca、Mg、Zn 含量采用鲁如坤的方法测定<sup>[8]</sup>。元素转运系数=地上部元素含量/根系元素含量<sup>[9]</sup>。

### 1.4 数据处理

试验所得数据结果采用 Sigma Plot 11.0 软件进行统计分析,单因素分析采用 Duncan's 法,作图采用 Excel 2003 软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 纳米胶片处理对水培生菜鲜质量、干质量的影响

由图 1 可以看出,纳米胶片可以显著促进水培生菜地上部生长。在纳米胶片用量为 2.80 cm<sup>2</sup>/L 的条件下,生菜的鲜质量、干质量显著提高,分别比对照增加 21.1%、14.4%。

### 2.2 纳米胶片处理对水培生菜根系生长的影响

如表 1 所示,试验组生菜根鲜质量与对照相比增加 34.2%,干质量增加 4.0%,但差异均不显著。试验组最长根长和根系活力均显著高于对照,分别比对照增加 84.6%、29.0%。由此可见,纳米胶片处理可显著促进生菜根系的伸长,提高根系活力,但对根系的干物质积累没有明显影响。

### 2.3 纳米胶片处理对水培生菜地上部元素含量的影响

如表 2 可以看出,纳米胶片处理可以显著提高生菜地上部氮、磷、钾、钙含量,显著降低镁、锌含量。试验组生菜地上部氮、磷、钾、钙含量分别比对照组增加 15.7%、34.1%、50.8%、14.9%,镁、锌含量比对照组降低 16.1%、37.6%。由

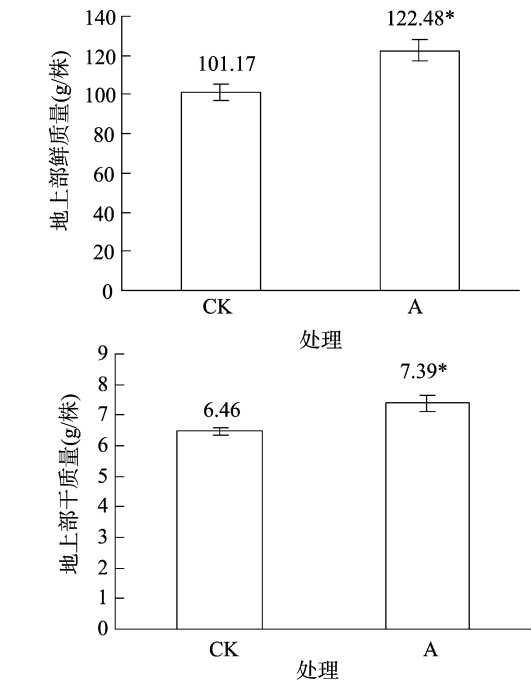


图1 纳米胶片处理对生菜地上部鲜质量、干质量的影响

表 2 纳米胶片对生菜地上部各元素含量的影响

处理	氮含量 (mg/g)	磷含量 (mg/g)	钾含量 (mg/g)	钙含量 (mg/g)	镁含量 (mg/g)	锌含量 (μg/g)
CK	30.90 ± 0.01	4.22 ± 0.01	42.87 ± 0.06	6.84 ± 0.01	3.41 ± 0.01 *	52.55 ± 0.4 *
A	35.76 ± 0.05 *	5.66 ± 0.04 *	64.63 ± 0.07 *	7.86 ± 0.01 *	2.86 ± 0.02	32.77 ± 0.56

表 3 纳米胶片对生菜根系各元素含量的影响

处理	氮含量 (mg/g)	磷含量 (mg/g)	钾含量 (mg/g)	钙含量 (mg/g)	镁含量 (mg/g)	锌含量 (μg/g)
CK	31.14 ± 0.04	7.55 ± 0.02	27.69 ± 0.12	19.74 ± 0.08 *	4.35 ± 0.02 *	46.31 ± 0.62
A	35.72 ± 0.03 *	10.08 ± 0.04 *	42.41 ± 0.17 *	12.63 ± 0.04	3.25 ± 0.02	59.25 ± 0.34 *

体的作用行为,如增加水的溶解能力,提高水的细胞透性等<sup>[2]</sup>,从而促进植物对水分<sup>[10]</sup>和养分<sup>[11]</sup>的吸收运转。有研究表明,氮肥中添加纳米氢醌和纳米茶多酚处理小白菜<sup>[12]</sup>,纳米剂包膜氮肥处理早稻<sup>[13]</sup>,纳米材料处理水浇灌玉米植株<sup>[14]</sup>均可增加植株氮、磷、钾养分吸收量。本研究结果表明,纳米胶片处理可显著促进生菜地上部和根系大量元素 N、P、K 的吸收。一般情况下,水对矿物的溶解力在一定温度下基本是一个常数,但是有研究显示,纳米材料处理的水具有较高的溶解力,纳米材料活化水增加了 N、P、K 的有效性<sup>[14]</sup>,进而对植株生长产生影响,提高植株的元素吸收能力。而纳米胶片对生菜 Ca、Mg 和 Zn 的吸收与大量元素影响不同。纳米胶片处理生菜,根系中 Ca 含量显著高于对照,Mg、Zn 含量显著低于对照,表明纳米胶片处理促进生菜根部对 Ca 的吸收,显著抑制对 Mg 和 Zn 的吸收。地上部 Ca、Mg 含量显著低于对照,Zn 含量显著高于对照,表明纳米胶片处理促进生菜地上部对 Zn 的吸收,但抑制对 Ca 和 Mg 的吸收。

根系是植物吸收养分和水分的主要器官,其生长的好坏,直接制约着地上部分的生长。氮、磷、钾作为作物生长的必需的大量元素,与根系生长发育<sup>[15]</sup>和根系形态性状密切相

表 1 纳米胶片对生菜根系生长的影响				
处理	根鲜质量 (g/株)	根干质量 (g/株)	最长根长 (cm)	根系活力 [mg/(g·h)]
CK	10.92 ± 1.22	0.919 ± 0.108	25.97 ± 0.27	0.659 ± 0.007
A	14.66 ± 1.29	0.956 ± 0.057	47.93 ± 3.75 *	0.850 ± 0.033 *

注:“\*”表示处理间差异达到 0.05 显著水平。下表同。

此可知,纳米胶片处理生菜可显著提高地上部大量元素氮、磷、钾和中量元素钙的吸收,但明显抑制了中量元素镁和微量元素锌的吸收。

2.4 纳米胶片处理对水培生菜根系元素含量的影响

如表 3 所示,试验组生菜根系中氮、磷、钾、锌含量与对照相比分别增加 14.7%、33.5%、53.2%、27.9%。钙、镁含量分别比对照降低 36.0%、25.3%。由此可知,纳米胶片处理生菜可显著提高生菜根系中大量元素氮、磷、钾和微量元素锌的吸收,但明显抑制了中量元素钙和镁的吸收。

3 结论与讨论

纳米胶片处理(活化)水后,可改变水分子的排列方式和能态,使水分子团变小、活性增大,改变了与其他物质和生物

关<sup>[16]</sup>。本研究结果表明纳米胶片处理可明显促进生菜根系的伸长,提高根系活力,这一试验结果与谢寅峰等研究认为 500 mg/L 纳米 TiO<sub>2</sub> 能最有效增加油松幼苗根长、根系活力<sup>[17]</sup>,苏爱华等研究认为浸泡纳米 TiO<sub>2</sub> 2 h 的处理对根伸长具有激活作用效果<sup>[18]</sup>相一致。但对生菜根系鲜质量、干质量没有明显影响,与涂庆华等 5~20 mg/L 纳米 TiO<sub>2</sub> 能明显增加绿豆下胚轴根干质量结果<sup>[19]</sup>不同。生菜较高的根系活力有助于吸收水分和养分,利于根系生长,进而促进植株生长发育,提高产量,与试验组地上部鲜质量、干质量均显著高于对照相一致。

综上所述,纳米胶片处理可以显著提高水培生菜的产量;对其根系鲜质量、干质量影响不明显,显著增加了最长根长和根系活力;明显促进了生菜根部和地上部对大量元素 N、P、K 的吸收,抑制对 Mg 的吸收,对 Zn 和 Ca 的吸收影响在根部和地上部表现不同。

参考文献:

[1] 刘安勋,廖宗文. 纳米材料对水团簇的影响[J]. 安徽农业科学, (下转第 243 页)

进果实膨大与着色。

由于采用避雨栽培,葡萄园土壤水分管理十分重要,要根据土壤墒情和葡萄生长情况及时补充水分,尤其是在果实膨大期若遇上土壤含水量偏低,要及时补充水分。补水最好采用滴灌法进行,既可节约用水,又有利于控制补水量。

#### 4.5 整形修剪

冬季修剪时,选留发育充实、芽眼饱满的枝条作为结果母枝进行中短梢修剪。夏季修剪时,由于瑞都香玉长势中庸,枝条成熟较早,只需通过适当摘心即可控制其生长,一般花前 2~7 d 开始摘心,花穗以上留 5~8 叶摘心;对于摘心后抽生的副梢,顶端 1 个副梢留 2 叶摘心,2 次副梢留 1 叶反复摘心;下部侧生副梢留 1 叶绝后摘心,以促进花芽分化。

#### 4.6 花果管理

该品种结果率相对较高,为充分体现其品质特点,应适当控产。在花前 1 周开始整理花序,首先疏除过多的花序,一般每 1 个结果新梢留 1 个花序,并去除副穗及穗尖 1/5~1/4。待幼果长至大豆粒大小时开始疏果,疏除受精不良、果形不正的果粒,每穗留果 80~90 粒。

#### 4.7 病虫害防治

该品种在避雨条件下主要病害有灰霉病、炭疽病、白腐病等。于入冬后彻底清园,发芽前喷 3~5 波美度石硫合剂溶液。萌芽后,白腐病、炭疽病等用 25% 甲霜灵可湿性粉剂或 65% 代森锌可湿性粉剂 600 倍液、75% 百菌清可湿性粉剂 800 倍液喷雾防治;灰霉病用 50% 多菌灵可湿性粉剂 600~800 倍液、50% 腐霉利可湿性粉剂 1 500 倍液、20% 啞霉胺可

湿性粉剂 1 500 倍液或 75% 甲基硫菌灵可湿性粉剂 1 000 倍液喷雾防治。主要虫害有红蜘蛛、叶蝉、烟粉虱和夜蛾幼虫等,可用 1.8% 阿维菌素乳油 4 000~6 000 倍液、100 亿孢子/mL 苏云金杆菌乳剂 2 500~3 000 倍液等进行防治。

#### 4.8 采收分级

一般情况下,已经成熟的葡萄应及时采收,否则会影响树体营养积累和新梢成熟,导致来年树势衰弱、产量下降。根据果穗大小与松紧度、果粒大小与整齐度以及成熟度、着色好坏、含糖量高低进行分级。分级前先剪除病虫危害果、破伤果和发育不良的小粒、青粒,然后按以下标准分级:一级:果穗形状、大小,果粒的大小及色泽,均具备本品种的固有特点,果粒整齐度高,全穗无破损或脱落的果粒;二级:对果穗的穗形、穗质量无严格要求,但要求果粒的大小及色泽具备本品种的固有特点,且无破损粒;三级:一、二级果分出后淘汰下来的果穗均划入三级。

#### 参考文献:

- [1]徐海英,张国军,闫爱玲.早熟葡萄新品种‘瑞都香玉’[J].园艺学报,2009,36(6):929.
- [2]钱亚明,吴伟民,赵密珍,等.江苏 5 个葡萄试验示范基地土壤肥力状况调查分析[J].江苏农业科学,2013,41(9):145-146.
- [3]刘崇怀,沈育杰,陈俊,等.葡萄种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [4]王世强,沈育杰,陈俊,等.葡萄种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [5]王世强,沈育杰,陈俊,等.葡萄种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [6]王世强,沈育杰,陈俊,等.葡萄种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [7]王世强,沈育杰,陈俊,等.葡萄种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [8]王世强,沈育杰,陈俊,等.葡萄种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [9]王世强,沈育杰,陈俊,等.葡萄种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [10]王世强,沈育杰,陈俊,等.葡萄种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [11]陆长梅,张超英,温俊强,等.纳米材料促进大豆萌芽、生长的影响及其机理研究[J].大豆科学,2002,21(3):168-171,241.
- [12]王署娟,刘强,宋海星,等.纳米制剂对小白菜生长及氮肥利用率的影响[J].中国农学通报,2011,27(13):264-267.
- [13]王小娟,宋海星,刘强,等.纳米剂包膜氮肥对早稻养分吸收和产量的影响[J].湖南农业科学,2011(11):66-68.
- [14]曹玉江,刘安勋,廖宗文,等.纳米材料对玉米磷营养的影响初探[J].生态环境,2006(5):1072-1074.
- [15]Mackay A D, Barber S A. Soil temperature effects on root growth and phosphorus uptake by corn[J]. Soil Sci Soc Am J, 1984, 48(4): 518-523.
- [16]廖红,戈振扬,戈振场,等.水磷耦合胁迫下植物磷吸收的理想根构型:模拟与应用[J].科学通报,2001,46(8):641-646,705.
- [17]谢寅峰,姚晓华.纳米 TiO<sub>2</sub> 对油松种子萌发及幼苗生长生理的影响[J].西北植物学报,2009,29(10):2013-2018.
- [18]苏爱华,林匡飞,张卫,等.纳米 TiO<sub>2</sub> 对油菜种子发芽与幼苗生长的影响[J].农业环境科学学报,2009(2):316-320.
- [19]涂庆华,李娘辉,李玲,等.纳米化的二氧化钛促进绿豆下胚轴不定根形成[J].植物生理学通讯,2005(3):313-315.

(上接第 238 页)

- [1]2008,36(36):15780-15781.
- [2]刘安勋,卢其明,曹玉江,等.纳米复合材料对水稻生长发育的影响[J].植物营养与肥料学报,2007(2):344-347.
- [3]孙光闻,陈会星,陈日远,等.纳米器件不同处理方式对小白菜生长和品质的影响[J].纳米科技,2010(5):21-24.
- [4]李贵莲,陈日远,刘厚诚,等.纳米胶片处理对水培生菜生长及生理特性的影响[J].沈阳农业大学学报,2013(5):656-659.
- [5]李永山,冯利平,郭美丽,等.棉花根系的生长特性及其与栽培措施和产量关系的研究 II 栽培措施对棉花根系生长的影响及其与地上部和产量的关系[J].棉花学报,1992(2):59-66.
- [6]李合生,孙群,赵世杰.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:119-120.
- [7]鲍士旦.土壤农化分析[M].3版.北京:中国农业出版社,2000:265-271.
- [8]鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000:335-336.
- [9]张娜.豆科牧草对重金属元素转运富集特性的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [10]周述波,贺立静,贺立红.纳米材料处理水对糯玉米生长及其生