

# 营养供应方式对有机生态型无土栽培生菜生长的影响

曹克丽<sup>1</sup>, 李孝良<sup>2</sup> (1. 湖北省生态工程职业技术学院, 湖北武汉 430200; 2. 安徽科技学院城建与环境学院, 安徽凤阳 233100)

**摘要** [目的] 为了探讨营养供应方式对有机生态型无土栽培生菜生长和养分吸收的影响。[方法] 采用盆栽试验, 在有机无机复合基质的基础上, 选用常规的营养液浇灌方法、“硝酸钙+磷酸二钙+氯化钾”的有机生态型栽培的固体肥料营养模式和“尿素+过磷酸钙+氯化钾”的农业常用固体肥料3种营养供应模式。[结果] 营养供应方式对生菜的生长和养分吸收有明显影响, 在不同的营养供应方式下生菜对氮、磷、钾的吸收规律相似, 但养分吸收量钾>氮>磷, 其氮、磷、钾的吸收比例为1.00:0.43:1.87。[结论] 以“硝酸钙+磷酸二钙+氯化钾”的有机生态型栽培的固体肥料营养模式和“尿素+过磷酸钙+氯化钾”的农业常用固体肥料营养供应模式效果较好。

**关键词** 无土栽培; 生菜; 营养供应; 养分吸收; 生长

中图分类号 S636.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)36-192-02

## Effects of Nutrition Supply Mode on Growth and Nutrient Uptake of Lettuce in Eco-organic Soilless Culture

CAO Ke-li<sup>1</sup>, LI Xiao-liang<sup>2</sup> (1. Hubei Ecology Vocational College, Wuhan, Hubei 430200; 2. College of Urban Construction and Environment, Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100)

**Abstract** [Objective] The research aimed to discuss the effects of the nutrition supply mode on growth and nutrient uptake of lettuce in eco-organic soilless culture. [Method] Using pot experiment, we chose three nutrition supply mode such as conventional nutrient solution, solid fertilizers mode of  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4 + \text{KCl}$  in eco-organic soilless culture and agricultural commonly used solid fertilizer nutrient supply mode of urea + calcium superphosphate + KCl. [Result] The effects of nutrition supply mode on growth and nutrient uptake of lettuce were significant. The characteristics of N, P and K absorption were similar in different nutrition supply modes, but the absorption content of K was the highest, the second was N, and P was the lowest. The ratio of N, P and K was 1.00:0.43:1.87 for lettuce in eco-organic soilless culture. [Conclusion] The better nutrition supply mode was solid fertilizers mode of  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4 + \text{KCl}$  or agricultural commonly used solid fertilizer nutrient supply mode of urea + calcium superphosphate + KCl in lettuce eco-organic soilless culture.

**Key words** Soilless culture; Lettuce; Nutrition supply; Nutrient uptake; Growth

有机生态型无土栽培技术是指不使用天然土壤而使用基质, 不使用传统的营养液灌溉植物根系而使用有机固态肥且直接用清水灌溉作物的一种无土栽培技术<sup>[1]</sup>。该项技术操作简单, 节水, 节肥, 省工, 减少农药用量, 产品洁净、卫生<sup>[2]</sup>。在蔬菜生产中, 由于无机肥料的不合理施用, 营养元素的比例失调, 蔬菜体内硝酸盐积累, 产量降低, 品质下降<sup>[3]</sup>, 同时给蔬菜生产及周边生态环境带来污染和水体富营养化等严重的影响。无土栽培以其本身所固有的节肥、节水、省力、高产、防病虫等特点, 具有十分广阔的发展前景<sup>[4-5]</sup>。笔者研究了在无土栽培过程中生菜对养分的吸收, 探讨生菜对养分的吸收规律, 为生菜无土栽培营养液调控和无公害生产提供依据。

## 1 材料与方法

**1.1 供试材料** 供试生菜品种为大湖366。

**1.2 试验方法** 试验于日光温室内进行。栽培基质由1:1的珍珠岩、蛭石和10%沼渣混合而成。试验设6个处理(表1)。用阿农微量元素混合液、螯合铁溶液补充微量元素营养, 3次重复, 随机区组排列。试验采用育苗移栽的方式, 于移栽后20、30、40 d采样, 测定生菜的鲜重、干物质积累量, 并且分析生菜体内氮、磷、钾养分含量。

**1.3 分析测定方法** 生菜鲜重采用称重法, 干物质质量采用直接烘干法, 植株全氮采用 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消煮-奈氏试剂比色法, 全磷采用 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消化-钒钼黄比色法, 全钾采用 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消化-火焰光度法<sup>[6]</sup>。

表1 有机生态型生菜试验方案设计

处理	营养供应方式	养分含量//mg/L			肥料用量//g/kg		
		N	P	K	N	P	K
A	华南果菜营养液	8.0	0.74	4.74	-	-	-
B	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4 + \text{KCl}$	-	-	-	0.13	0.05	0.18
C	$2 \times (\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4 + \text{KCl})$	-	-	-	0.26	0.10	0.36
D	尿素+过磷酸钙+氯化钾	-	-	-	0.13	0.05	0.18
E	$2 \times (\text{尿素} + \text{过磷酸钙} + \text{氯化钾})$	-	-	-	0.26	0.10	0.36
F	2×华南果菜营养液	16.0	1.48	9.48	-	-	-

注: 处理C:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} : \text{CaHPO}_4 : \text{KCl} = 1.0 : 0.1 : 0.3$  (质量比); 处理E: 尿素: 过磷酸钙:  $\text{KCl} = 0.3 : 0.4 : 0.3$  (质量比)。

## 2 结果与分析

**2.1 营养供应方式对生菜鲜重的影响** 由表2可知, 在生菜生长的初期, 6个处理中以处理C、处理D、处理E、处理F

相对较好, 生菜鲜重相对较高, 与处理A、处理B间差异达0.05显著水平。生菜的生长优势在移栽后30 d仍表现出来, 仍以处理C、处理D、处理E、处理F产量相对较高。但是, 当生菜进入生长旺盛时期后, 不同营养供应方式生菜鲜重间差异在0.05水平显著, 以硝酸钙+磷酸二钙+氯化钾有机生态型栽培的固体肥料营养模式(处理B、处理C)的生菜鲜重

**作者简介** 曹克丽(1970-), 女, 安徽凤阳人, 讲师, 从事土壤养分管理方面的研究。

**收稿日期** 2015-11-18

最高,其次为尿素+过磷酸钙+氯化钾的农业常用固体肥料营养供应模式(处理 E),其他处理的生菜鲜重较低。这与不同营养供应方式的养分形态和养分数量有关。在生长前期,生菜需求养分的数量相对较少,此时营养供应方式上的差异在产量上的体现不明显,但当进入生长旺盛期,营养液供应方式中的养分更易随灌溉而淋失,而固体肥料相对释放比较缓慢,具有更高的营养效率。虽然硝酸盐与铵盐作为氮素营养来源的功效是相同的,但蔬菜更易吸收  $\text{NO}_3^-$ -N,硝酸盐的利用率比铵盐高<sup>[7]</sup>,且农业常用固体肥料中以尿素为氮源,造成生菜的氮素利用以硝酸钙较好,但随着尿素施用量的增加,其差异减少。当尿素等农业常用肥料施用量增加 1 倍时,它与硝酸钙+磷酸二钙+氯化钾有机生态型栽培的固体肥料营养模式的生菜鲜重差异不显著,说明以农业常用固体肥料来取代硝酸钙+磷酸二钙+氯化钾有机生态型栽培的固体肥料营养模式是可行的。

表 2 营养供应方式对生菜鲜重的影响

处理	生菜鲜重//g/株		
	移栽后 20 d	移栽后 30 d	移栽后 40 d
A	0.64 b	3.15 c	14.79 b
B	0.70 b	4.25 b	17.98 a
C	0.80 a	4.78 ab	17.60 a
D	0.82 a	4.85 ab	14.47 b
E	0.82 a	4.55 ab	16.00 ab
F	0.87 a	5.19 a	11.02 c

注:同列不同小写字母表示差异在 0.05 水平显著。

## 2.2 营养供应方式对生菜养分吸收的影响

**2.2.1 生菜氮吸收量。**由表 3 可知,不同时期生菜体内氮含量和吸收量有较大差异。随着生育期的延长,生菜氮素吸收量增加<sup>[8]</sup>,但由于生物量增加的稀释效应,生菜氮含量不一定相应增加,尤其是在生长旺盛时期。该研究表明,不同处理生菜体内氮含量在移栽 40 多天表现出降低的趋势。各处理生菜氮吸收量均表现出明显的增加趋势,从最初的 1~2 mg/株增加到移栽后 40 d 10~20 mg/株。不同营养供应方式生菜氮吸收量间有一定差异,可能与不同处理氮素的形态、数量有关。在移栽后 40 d 以处理 A、处理 C、处理 E、处理 B 氮素的吸收量相对较多。

表 3 营养供应方式对生菜氮素营养的影响

处理	移栽后 20 d		移栽后 30 d		移栽后 40 d	
	含量 mg/g	吸收量 mg/株	含量 mg/g	吸收量 mg/株	含量 mg/g	吸收量 mg/株
A	42.8	1.28	39.5	6.32	36.3	19.24
B	43.8	1.75	39.5	8.30	42.8	17.12
C	45.2	1.81	40.2	10.45	39.5	18.96
D	33.7	1.35	42.7	10.68	41.5	16.19
E	44.2	1.77	49.7	11.93	37.7	17.34
F	40.2	2.01	40.5	10.94	36.5	11.68

**2.2.2 生菜磷吸收量。**由表 4 可知,生菜对磷的吸收规律与氮表现出相同的趋势,随着生育期的延长,由于存在稀释效应,部分处理生菜磷含量呈降低趋势,而磷的吸收量则表现出明显的增加趋势。不同处理磷吸收量也表现出一定的差异,各处理中以处理 A、处理 B、处理 E、处理 C 的磷吸收量

相对较高。

表 4 营养供应方式对生菜磷素营养的影响

处理	移栽后 20 d		移栽后 30 d		移栽后 40 d	
	含量 mg/g	吸收量 mg/株	含量 mg/g	吸收量 mg/株	含量 mg/g	吸收量 mg/株
A	19.6	0.588	19.2	3.072	15.1	8.003
B	18.2	0.728	18.2	3.822	19.6	7.840
C	20.9	0.836	14.0	3.640	15.2	7.296
D	15.6	0.624	15.7	3.925	17.2	6.708
E	18.6	0.744	16.9	4.056	16.0	7.360
F	19.7	0.985	15.2	4.104	18.1	5.792

**2.2.3 生菜钾吸收量。**由表 5 可知,钾在生菜体内的变化同氮、磷的变化趋势相似,均随生育期的推移吸收量明显增加,而体内的钾浓度表现出降低的趋势。但是,与氮、磷相比,生菜体内钾的浓度和对钾的吸收量明显高于氮、磷。这与生菜的营养特性有关。由于生菜需钾量较大,生产上一般把生菜归为喜钾作物。

表 5 营养供应方式对生菜钾素营养的影响

处理	移栽后 20 d		移栽后 30 d		移栽后 40 d	
	含量 mg/g	吸收量 mg/株	含量 mg/g	吸收量 mg/株	含量 mg/g	吸收量 mg/株
A	70.8	2.124	75.0	12.000	74.0	39.220
B	77.9	3.116	84.1	17.661	77.0	30.800
C	79.1	3.164	82.8	21.528	72.3	34.704
D	60.8	2.432	76.2	19.050	73.0	28.470
E	76.2	3.048	67.6	16.224	71.3	32.798
F	77.0	3.850	79.0	21.330	69.7	22.304

**2.2.4 生菜吸收氮、磷、钾比较。**由表 6 可知,生菜对钾的需求量明显高于氮、磷,生菜对氮、磷、钾的吸收比例平均为 1.00:0.43:1.87,可见在不同营养供应方式下生菜吸收氮、磷、钾的比例略有差异,但均表现出钾吸收量>氮吸收量>磷吸收量的趋势。在生菜专用肥配方中,应考虑生菜的这种养分吸收规律,适当调整专用肥的养分比例,以更好地适应生菜的生长需要。

形成 100 kg 作物产量所需要的氮、磷、钾的数量是养分平衡法配方施肥技术中重要参数之一,对计算养分需求量至关重要。研究表明,供试生菜在不同营养供应方式下形成百千克产量需要的养分数量略有差异,但基本趋势一致,其形成百千克产量氮、磷、钾的需求量分别为 0.110、0.047、0.210 kg。

表 6 不同营养供应方式下生菜氮、磷、钾养分吸收状况

处理	鲜重 g/株	N 吸收量 mg/株	P 吸收量 mg/株	K 吸收量 mg/株	形成 100 kg 产量养分需求量//kg			吸收比例 N:P:K
					N	P	K	
A	14.79	19.24	8.00	39.22	0.13	0.054	0.26	1:0.42:2.04
B	17.98	17.12	7.84	30.80	0.10	0.044	0.17	1:0.46:1.80
C	17.60	18.96	7.30	34.70	0.11	0.042	0.20	1:0.39:1.83
D	14.47	16.19	6.71	28.47	0.12	0.046	0.20	1:0.39:1.65
E	16.00	17.34	7.36	32.80	0.11	0.046	0.21	1:0.42:1.89
F	11.02	11.68	5.79	22.30	0.11	0.052	0.21	1:0.50:1.91
平均	15.31	16.76	7.17	31.38	0.11	0.047	0.21	1:0.43:1.87

(下转第 236 页)

$5.0 \times 10^4 \text{ m}^3$  以上人造板加工企业 1 个,在望谟建年生产能力达  $8.0 \times 10^4 \text{ t}$  的生物柴油提炼加工企业 1 个,在兴义市建中型家具生产企业 1 个。

**4.1.4 林业第三产业发展布局。**新建森林公园 4 个,分别在贞丰、册亨、望谟、罗甸县各 1 个,建开展旅游的自然保护区达到 4 个,建森林旅游点 5 个,使游客数量达到 35 万人次/年,产值达 100 万元/年<sup>[4]</sup>。

## 4.2 措施建议

**4.2.1 实行森林生态效益补偿制度。**实行森林生态效益补偿制度,改变无偿使用森林生态效益的现状,逐步解决林区“三农”矛盾,促进区域经济协调发展。

**4.2.2 进一步加大退耕还林的力度。**研究区域  $25^\circ$  以上的坡耕地面积较大。近年来外出打工农民较多,极大地缓解了当地的生态压力,在国家新一轮的退耕还林中,在坡度较缓的地方要更多地关注民生,发展经济效益较好的特色经济林,带动农民脱贫致富;在  $36^\circ$  以上坡耕地应按照急、险坡退耕还林(草)模式,按照《水土保持法》和《贵州省生态功能区划》等生态环境建设的要求,必须立即停耕还林(草),做到优先安排计划,优先组织实施,营造以用材树种为主的防护林。

**4.2.3 坚持领导任期目标责任制。**保护和改善生态环境,促进地方经济社会发展,是各级地方政府义不容辞的责任,规划目标和重点生态工程建设计划任务是各级政府和部门责任的具体体现,将规划目标与各级政府及部门责任人的绩效考核结合起来,确保全党抓林业、全社会办林业落到实处。

**4.2.4 从法律法规的高度,进一步完善林地使用管理制度,**林业具有生产周期长的特点,林地的使用权是否长期稳定,从根本上影响着林业经营回报的预期效益和林业经营者的投资积极性。因此,必须在坚持党的农村基本政策的基础上,从法律法规的高度完善林地使用管理制度。既要鼓励打破林地所有制界限的林地使用权拍卖、转让和租赁,又要让

林地使用权的流转操作有法可依,确保林地合理利用。

**4.2.5 理顺林业投入政策,增加林业投资规模。**理顺林业投入,就是以社会主义市场经济体制为前提,按照林业分类经营的客观要求,尽快建成公益林以政府投资为主、商品林以商业投入为主的林业投入体制。针对贵州省为集体林区的实际,近期应尽快加以解决的问题有:一是实施森林生态效益补偿基金制度;二是增加国家预算内生态公益林重点工程基建拨款;三是新增国家和省两级预算内商品林基地建设重点项目贷款资本金补助拨款;四是完善林业专项贷款管理办法,适当延长商品林基地建设造林、抚育贷款期限和贴息期限,允许商品林基地建设主体以自有可采用材林活立木资源作贷款抵押担保,促进全省林业两大体系建设健康发展;五是积极推进集体林区林权制度改革,从制度上、法律上保障广大林农造林护林的积极性。

**4.2.6 减轻林业税费负担,增强林业投资信心。**按现行的林业税费政策,目前木材生产的税费负担已占木材销售价格的 50.0% 左右,过重的税费负担,严重脱离贵州省林业生产力的实际承受能力,制约了后备资源培育和林产工业的发展,应该从减轻林农和企业负担,促进资源培育合理利用的角度,采取减轻林业税费的政策措施,对生态公益性国有林场、苗圃和科研、推广等事业单位从事营林生产经营所得,免征所得税。对商品林经营林场的育林基金和维简费实行全额留用,专门用于商品林基地建设<sup>[5]</sup>。

## 参考文献

- [1] 贵州省林业厅. 贵州省实施西部大开发战略总体规划(林业部分)[A]. 2001.
- [2] 贵州省林业发展区划工作组. 贵州省林业发展规划[A]. 2008.
- [3] 贵州省林业厅. 贵州省“十一五”生态建设及林业发展专项规划[A]. 2006.
- [4] 刘振露. 贵州省林业发展现状与现代林业建设对策[J]. 农业现代化研究, 2012, 33(5): 535-538.
- [5] 王瀛嫫. 贵州绿色产业的发展及思考[J]. 学理论, 2011(11): 52-53.

(上接第 193 页)

## 3 小结

通过盆栽方式,研究了营养供应方式对有机生态型无土栽培生菜生长及养分吸收的影响。

(1) 不同营养供应方式对生菜的生长有显著影响,以硝酸钙 + 磷酸二钙 + 氯化钾的常规有机生态型栽培的固体肥料营养模式和尿素 + 过磷酸钙 + 氯化钾的农业常规固体肥料营养供应模式效果较好。

(2) 在不同营养供应方式下,生菜对氮、磷、钾的吸收规律相似,但在养分的吸收量方面钾 > 氮 > 磷。

(3) 生菜对氮、磷、钾的吸收比例为 1.00:0.43:1.87,形成 100 kg 产量所需要的氮、磷、钾的数量分别为 0.110、

0.047、0.210 kg。

## 参考文献

- [1] 蒋卫杰,刘伟,余宏军,等. 有机生态型无土栽培的现状与展望[J]. 中国农业科技导报, 2000, 2(2): 71-75.
- [2] 李式军,高丽红,庄仲连. 我国无土栽培技术成果及发展动向[J]. 长江蔬菜, 1997(5): 1-5.
- [3] 连兆焯. 无土栽培原理与技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 1-5, 59.
- [4] 吴俊超,赵明,李孝良,等. 营养供应方式对有机生态型无土栽培生菜产量和品质的影响[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(14): 50-51, 119.
- [5] 蒋卫杰,郑光华,汪浩,等. 有机生态型无土栽培技术及其营养生理基础[J]. 园艺学报, 1996, 23(2): 139-144.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [7] 武淑霞,张中林,金维续. 利用无土栽培研究不同肥料对蔬菜产量与品质的影响[J]. 华北农学报, 2004, 19(1): 97-101.
- [8] 白纲义. 有机生态型无土栽培营养特点及其生态意义[J]. 中国蔬菜, 2000(S1): 40-45.