

不同环境栽培空心菜、薄荷的生长量及养分吸收量比较分析

杨绍聪¹, 沐婵¹, 钱荣青¹, 罗跃禄², 姚照兵³, 蔡述江¹, 张艳军¹

(1. 玉溪市农业科学院 云南玉溪 653100; 2. 玉溪市生态环境局江川区分局环境监测站 云南江川 652600; 3. 玉溪市特色作物营养工程技术研究中心 云南玉溪 653100);

摘要:为探讨空心菜和薄荷在不同种植环境下的作物生长量和养分吸收量,选择入星云湖水及其附近农田为种植载体,开展空心菜、薄荷的漂浮水栽与土栽的比较试验。结果表明,空心菜水栽的植株高度、分枝数及茎叶产量分别为41.3 cm、6.2个及4.17 kg·m⁻²,比土栽的提高45.9%、37.8%及59.8%;水栽空心菜的茎叶全N含量(w,后同)达3.25%、全P含量0.45%、全K含量4.21%,比土栽的增加14.0%、32.4%、19.6%,增加量均达显著水平。薄荷水栽的植株高度、分枝数及茎叶产量分别为27.5 cm、8.0个及1.68 kg·m⁻²,比土栽的提高23.3%、23.1%及24.3%;水栽薄荷的茎叶全N含量达3.18%、全P含量0.36%、全K含量3.75%,比土栽的增加15.6%、16.1%、24.2%,增加量均达显著水平。因此,在湖泊保护和治理中,可利用调蓄大沟或缓冲池漂浮种植空心菜和薄荷,实现生态效益和经济效益的平衡发展。

关键词:空心菜;薄荷;水栽;土栽;产量;养分吸收

中图分类号:S645+S636.9

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2022)02-085-05

Comparative analysis of growth and nutrient uptake of water spinach and mint cultivated in different environments

YANG Shaocong¹, MU Chan¹, QIAN Rongqing¹, LUO Yuelu², YAO Zhaobing³, CAI Shujiang¹, ZHANG Yanjun¹

(1. Yuxi Academy of Agriculture Science, Yuxi 653100, Yunnan, China; 2. Environmental Monitoring Station of Jiangchuan District Branch of Yuxi Ecological Environment Bureau, Jiangchuan 652600, Yunnan, China; 3. Yuxi Characteristic Crop Nutrition Engineering and Technology Research Center, Yuxi 653100, Yunnan, China)

Abstract:In order to investigate the crop growth and nutrient uptake of water spinach and mint in different planting environments, the water of Xingyun Lake and nearby farmland was selected as the planting carrier, and a comparison experiment of floating hydroponic and soil cultivation of convolvulus and mint. The results showed that the plant height, number of branches and yield of stem and leaf were 41.3 cm, 6.2 and 4.17 kg·m⁻² of water spinach respectively, which were 45.9%, 37.8% and 59.8% higher than that of soil cultivation; the stems and leaves of water spinach are all The N content is 3.25%, the total P content is 0.45%, and the total K content is 4.21%, which are 14.0%, 32.4%, and 19.6% higher than that of soil planting, and the increase has reached a significant level. The plant height, number of branches, and stem and leaf yield of water-planted peppermint are 27.5 cm, 8.0 and 1.68 kg·m⁻², respectively, which are 23.3%, 23.1% and 24.3% higher than that of soil culture; the stems and leaves of water-planted peppermint are all The N content reached 3.18%, the total P content was 0.36%, and the total K content was 3.75%, which were 15.6%, 16.1%, and 24.2% higher than those grown in soil, and the increase reached a significant level. Therefore, in the protection and government of lakes, the large ditch or buffer pond can be used to plant float water spinach and mint to achieve the balanced development of ecological and economic benefits.

Key words: Water spinach; Mint; Hydroponics; Soil planted; Production; Nutrient uptake

收稿日期:2020-11-06;修回日期:2021-03-05

基金项目:玉溪市农业科学院重大科技项目(2011yxnk01)

作者简介:杨绍聪,男,研究员,主要从事植物营养与施肥技术、施肥与农业生态等方面的研究及推广工作。E-mail:13887750760@163.com

通信作者:沐婵,女,高级农艺师,主要从事植物营养与施肥技术等方面的研究及推广工作。E-mail:mch7962@163.com

空心菜(*Ipomoea aquatica*)又名蕹菜、通菜等,属于旋花科多年生水生植物,为须根系,根系发达,植株再生能力强,生长迅速,具有较强的耐污及污水净化能力^[1],是一种对水体具有很强净化能力的水生植物。薄荷(*Mentha Canadensis* L.)为唇形科多年生宿根性草本植物,多生于山野湿地河旁,全株青气芳香,属中国常用中药,是一种有特种经济价值的芳香作物^[2]。空心菜用于水栽吸收养分而治理污水或富营养化水的试验报道较多,但多为采用养殖污水^[3-5]、生活污水^[6-8]、不同 N、P 浓度水体^[9-13]等水体开展静态模拟试验,也有在过水河道^[14]和鱼塘^[15]开展动态试验的,且在研究方向上主要针对水体中 N、P 养分去除方面,而针对水栽空心菜的生长量及养分吸收量分析研究较少。薄荷主要以土壤栽培方式为主,很少见水栽的报道。虽有空心菜水栽与土栽对比的试验^[16-18],但所用水源为鱼塘养殖废水或实验池污水,水栽区域与土栽区域距离较远,或土栽为盆栽;而薄荷水栽与土栽对比的试验尚未见报道。为此,作者在开展“作物漂浮吸收入湖河水氮磷养分研究与示范”过程中,研究空心菜和薄荷漂浮种植吸收入星云湖河水 N、P、K 养分及农产品产量的同时,选择附近农田开展土栽空心菜和薄荷作为对照,以探讨两种作物在不同种植环境下的生长量和养分吸收量,为进一步开展相关试验及示范推广提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

选择空心菜和薄荷两种作物,以漂浮水栽(简称水栽,下同)与土栽为不同的种植载体,采用对比法进行试验设计。设空心菜的水栽与土栽比较试验,薄荷的水栽与土栽比较试验。每个作物品种设 5 次重复,每个重复种植 10 m²。选用相同素质的苗,同一时间定植、调查和收获产量。试验于 2017 年 4—7 月在云南省江川区星云湖岸池塘水域和农田中进行。

1.2 方法

试验用苗为基质漂浮育苗,空心菜采用种子育苗,薄荷采用扦插育苗,于 4 月 10 日播种或扦插。空心菜苗于 5 月 10 日定植,定植时打顶,平均单株分枝数 2.5 个(含主茎,下同);薄荷苗于 5 月 10 日定植,定植时打顶,平均单株分枝数 3.4 个。空心菜为泰国柳叶空心菜(从当地种子经销商处购买),薄荷为本地常规栽培品种(江川薄荷,来源于本地种植户)。

水栽在与星云湖相通的缓冲池塘(水面积 6000 m²、水深 0.6~0.7 m)中采用作物漂浮种植设施^[19]进行,空心菜和薄荷均为 1 m²定植 50 株,池塘中的水为流动的入湖河水(农田及农村生活排水),其养分含量见表 1,在整个试验过程中不施用任何肥料。土栽用的田块为距离缓冲池塘 100 m 左右的农田,土壤有效态 N、P、K 养分含量及试验期间的养分施用量见表 1。

表 1 空心菜和薄荷种植载体养分含量及施肥量

种植载体	ρ (入湖河水养分)/ (mg·L ⁻¹)			w (土壤养分)/ (mg·kg ⁻¹)			养分施用量/ (g·m ⁻²)		
	N	P	K	N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
入湖河水	6.54	0.584	20.78				0	0	0
土壤				124.3	45.6	178.5	20.5	10	10

注:水体养分为水溶性总量,其值为试验种植过程中 5 次采样检测平均值;土壤养分为有效态含量。

1.3 相关性状测量及产量收获方法

调查植株主茎和分枝的高度、分枝数,每个重复任选 2 株,每个处理(对照)共调查 10 株,高度量取茎基部至顶部生长点;于 5 月 24 日第 1 次调查,至 6 月 21 日第 1 次收获茎叶产量时共调查 5 次。7 月 20 日收获第 2 次茎叶产量;产量收获采取收割方式,基部留 6 cm 左右,称量鲜质量作为试验产量。

1.4 样品采集及检测方法

产量收获时每个重复采取 500 g 左右鲜茎叶,进行烘干及制样处理。茎叶总 N 含量采用 GB 5009.5—2010 蒸馏滴定法测定,茎叶总 P 含量采用 GB/T 5009.87—2003 酸消化-分光光度法测定,茎叶总 K 含量采用 GB/T 5009.91—2003 酸消化-原子吸收法测定。水溶性 N 为铵态氮与硝态氮之和,铵态氮含量采用靛酚蓝比色法测定,硝态氮含量采用紫外分光光度法测定;水中水溶性 P 含量采用钼蓝比色法测定;水溶性 K 含量采用原子吸收分光光度法测定。

1.5 数据统计

为了便于比较不同时期生长量变化,以单株分枝高度的总和为生长量。采用 Microsoft Excel 2003 进行数据处理,用 SPSS 12.0 统计软件进行数据 *t* 检验分析。

2 结果与分析

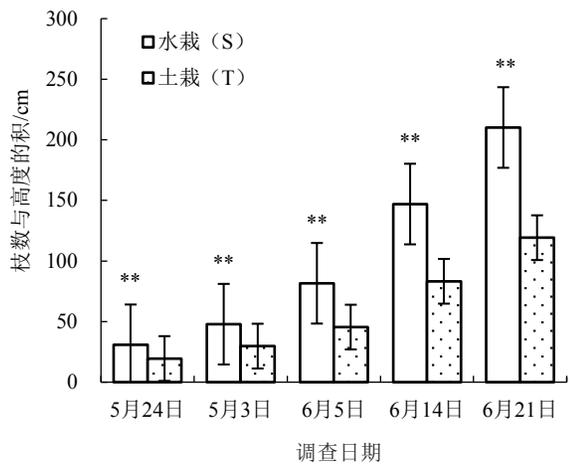
2.1 空心菜水栽与土栽的生长量及养分吸收量比较

2.1.1 空心菜水栽与土栽的生长量变化比较 空心菜 5 月 10 日定植后,生长较缓慢,到 5 月 24 日时,水栽与土栽的植株高度已有明显差异,水栽空

空心菜的分枝数较多,且分枝高度快速增加,水栽的生长量比土栽极显著增加。之后到6月21日收获前,生长量也一直表现为水栽比土栽极显著增加,水栽生长量均比土栽增加57.9%~76.2%(图1)。到6月21日第1次收获产量时,水栽空心菜植株高度达41.3 cm,比5月24日增加32.5 cm,平均日增长高度达1.20 cm,单株分枝数达6.2个;而土栽的植株高度只增加了19.8 cm,平均日增长高度仅为0.73 cm,单株分枝数有4.5个。株高增长量、日均增长高度、分枝数及产量,水栽均比土栽极显著增加,7月20日收获的产量也表现为水栽比土栽极显著增加(表2)。

2.1.2 空心菜水栽与土栽的茎叶养分含量比较

在与星云湖相通的缓冲池塘,以流动的入湖河水作为植物漂浮种植的水体,在水溶性N含量(ρ ,后同)6.54 mg·L⁻¹、P含量0.584 mg·L⁻¹、K含量20.78 mg·L⁻¹的水环境下漂浮种植空心菜,植株根系发达,不但生长量大,生物产量高,而且对养分的吸收能力较强,茎叶全N含量达3.25%、全P含量0.45%、全K含量4.21%,分别比土栽的2.85%、0.34%、3.52%相应增加14.0%、32.4%、19.6%,增加量均达显著水平(表2)。



注:**表示处理间在0.01水平差异极显著。下同。

图1 空心菜水栽与土栽的生长量比较

2.2 薄荷水栽与土栽的生长量及养分吸收量比较

2.2.1 薄荷水栽与土栽的生长量变化比较 薄荷5月10日定植后,生长较缓慢,到5月24日时水栽与土栽的植株高度已有明显差异,但水栽的分枝数较多,且分枝高度快速增加,水栽的生长量比土栽极显著增加。之后到6月21日收获前,生长量一直表现水栽比土栽极显著增加,水栽生长量均比土栽增加38.5%~66.8%(图2)。到6月21日第1次

表2 空心菜不同种植方式的株高和养分含量比较

种植方式	植株高度/cm				06-21 分枝数	产量/(kg·m ²)		w[茎叶(干基)养分]/%		
	05-24	06-21	增长量	日均增长		06-21	07-20	全N	全P	全K
水栽(S)	8.8	41.3**	32.5**	1.20**	6.2**	4.17**	4.43**	3.25*	0.45*	4.21*
土栽(T)	8.5	28.3	19.8	0.73	4.5	2.61	3.02	2.85	0.34	3.52
S比T+/%	3.5	45.9	64.1	64.10	37.80	59.80	46.80	14.00	32.40	19.60

注:*表示处理间在0.05水平差异显著,**表示在0.01水平差异极显著。后同。

收获产量时,水栽薄荷植株高度达27.5 cm,比5月24日增加22.0 cm,平均日增长高度达0.81 cm,单株分枝数达8.0个;而土栽的只增加了17.2 cm,平均日增长高度仅为0.64 cm,单株分枝数有6.5个。株高增长量、平均日增长高度、分枝数及产量,水栽均比土栽极显著增加,7月20日收获的产量也表现为水栽比土栽极显著增加(表3)。

2.2.2 薄荷水栽与土栽的茎叶养分含量比较 在与星云湖相通的缓冲池塘中,以流动的入湖河水作为植物漂浮种植的水体,在水溶性N含量(w ,后同)6.54 mg·L⁻¹、P含量0.584 mg·L⁻¹、K含量20.78 mg·L⁻¹的水环境下漂浮种植薄荷,植株根系发达,不但生长量大,且对养分的吸收能力较强,茎叶全N含量达3.18%、全P含量0.36%、全K含

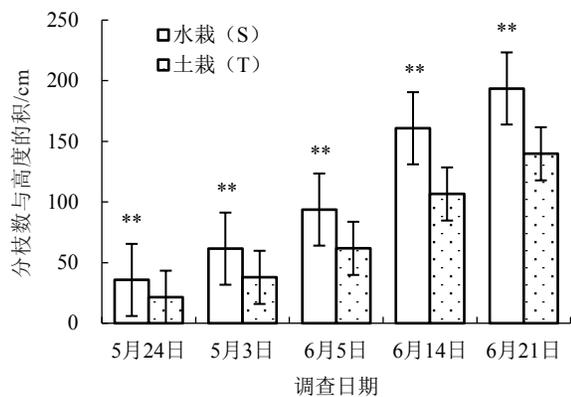


图2 薄荷水栽与土栽的生长量比较

量3.75%,分别比土栽的2.75%、0.31%、3.02%相应增加15.6%、16.1%、24.2%,增加量均达显著水平(表3)。

表3 薄荷不同种植方式的株高和养分含量比较

种植方式	植株高度/cm				06-21 分枝数	产量/(kg·m ²)		w(茎叶养分)/%		
	05-24	06-21	增长量	日均增长		06-21	07-20	全 N	全 P	全 K
水栽(S)	5.5	27.5*	22.0**	0.81**	8.0**	1.68**	1.95**	3.18*	0.36**	3.75*
土栽(T)	5.1	22.3	17.2	0.64	6.5	1.35	1.59	2.75	0.31	3.02
S比T+/%	7.8	23.3	27.9	27.90	23.1	24.30	22.70	15.60	16.10	24.20

3 讨论与结论

漂浮种植空心菜的水体为富营养化水质,在种植过程中池塘水处于流动状态,根须水体养分浓度基本稳定,相对于土栽环境更有利于根须生长,因此水栽产量显著高于土栽,与黄婧等^[16]、李今等^[17]、李海燕等^[18]研究结果相一致。本研究结果表明,无论是水栽还是土栽第二次收获的产量均比第1次收获的高,这与季节变化、气温的提高有关,与赵建刚等^[1]研究结果也相一致。

种植空心菜和薄荷的土壤有效态 N、P、K 含量虽然是漂浮种植水体养分的若干倍,但其养分的转化利用受土壤理化性状、水分、微生物等因素的影响,土壤中水溶性的 N、P、K 含量一般很低,即使施用了速效性 N、P、K 肥料,但研究表明,土壤种植的空心菜和薄荷的茎叶养分含量也显著低于水栽空心菜和薄荷。主要是由于水体中水溶性的 N、P、K 养分含量较高,可直接被吸收利用,且水体处于流动状态而保持一定的养分浓度,更加有利于作物根系吸收养分,这与笔者在星云湖水面漂浮种植空心菜试验研究中得出低养分质量浓度(水溶性 N、P、K 分别为 2.41、0.46、13.73 mg·L⁻¹)水体也能使空心菜漂浮种植正常生长并形成一定产量的结论一致^[20]。

水生植物净化对富营养化水体的研究主要集中在芦苇(*Phragmites australis*)、菖蒲(*Acorus calamus*)、石菖蒲(*Acorus tartarinowii*)、千屈菜(*Lythrum salicaria*)、美人蕉(*Canna indica*)、大藻(*Pistia stratiotes*)和水葫芦等数种植物,对其他植物的研究不多^[21-30],这些水生植物虽然对水体 N、P 等养分吸收能力较强,只有移除水体才能达到净化水质效果,但其处理成本高,利用价值低。本研究结果表明,采用水栽空心菜和薄荷,第1次采收 1 m² 分别产出茎叶产量 4.17 kg 和 1.68 kg,能形成农产品,又能吸收移出水体 N、P 等养分,实现经济效益和生态效益双赢。水栽条件下空心菜茎叶生物量和 N、P 养分含量均比薄荷的高,故认为空心菜比薄

荷对水体 N、P 养分的吸收去除率高,与陈华等^[5]研究结果类似。

综上所述,在与星云湖相通的缓冲池塘,以流动的入湖河水漂浮种植空心菜和薄荷,其生物产量及茎叶 N、P、K 含量均显著高于土栽。因此,湖泊保护和治理可利用调蓄大沟或缓冲池漂浮种植空心菜和薄荷,实现生态效益和经济效益的平衡发展。

参考文献

- [1] 赵建刚,刘谓承,叶长鹏.温度对空心菜生长的影响[J].环境科学与技术,2014,37(S2):150-153.
- [2] 唐宁,张边江,陈全战,等.阴、阳生薄荷光合生理特性的比较[J].西北农业学报,2014,23(1):187-191.
- [3] 林东教,唐淑军,何嘉文,等.漂浮栽培蔬菜和水葫芦净化猪场污水的研究[J].华南农业大学学报,2004,25(3):14-17.
- [4] 刘洋,叶程程,郑翥,等.固定化微生物菌剂与蔬菜对中华鳖养殖污水的净化效果研究[J].水生生物学报,2012,36(3):515-521.
- [5] 陈华,卫坚强,尹梅,等.水培蔬菜对循环养殖水质净化效果研究[J].西南农业学报,2018,31(3):619-622.
- [6] 陈双,王国祥,许晓光,等.水生植物类型及生物量对污水处理厂尾水净化效果的影响[J].环境工程学报,2018,12(5):1424-1433.
- [7] 徐晓锋,郭永新.污水浓度对水培净化系统净化效果的影响[J].安徽农业科学,2007,35(13):3983-3985.
- [8] 顾国平,周丽燕,王森.空心菜对景观水中氮磷的去除效果研究初报[J].安徽农学通报,2008,14(19):111-112.
- [9] 徐凌悦,马宏海,王晨雯,等.2种浮床植物吸收不同N/P水体中氮磷的研究[J].长江科学院院报,2013,30(3):8-11.
- [10] 周真明,陈灿瑜,叶青,等.浮床植物系统对富营养化水体的净化效果[J].华侨大学学报(自然科学版),2010,31(5):576-579.
- [11] 陈红兵,翁沁玉,卢进登.人工浮床栽培蔬菜对不同总氮(TN)浓度水体的净化效果研究[J].湖北大学学报(自然科学版),2016,38(5):440-444.
- [12] 刘晓丹,李军,龚一富,等.5种水培植物对富营养化水体的净化能力[J].环境工程学报,2013,7(7):2607-2612.
- [13] 陈丽丽,李秋华,高廷进,等.模拟生态浮床种植6种水生植物改善水质效果研究[J].水生态学杂志,2012,33(4):78-83.
- [14] 贾悦,李秀珍,唐莹莹,等.不同采收方式对富营养化河道浮床空心菜生物产量的影响[J].生态学杂志,2011,30(6):1091-1099.
- [15] 李建柱,侯杰,张鹏飞,等.空心菜浮床对鱼塘水质和微生物多

- 样性的影响[J].中国环境科学,2016,36(10):3071-3080.
- [16] 黄婧,林惠凤,朱联东,等.浮床水培蔬菜的生物学特征及水质净化效果[J].环境科学与管理,2008,33(12):92-94.
- [17] 李今,吕田,华江环.人工浮床水培空心菜生长特性及其在养殖废水净化中的应用[J].湖南师范大学自然科学学报,2014,37(2):22-27.
- [18] 李海燕,邓少鸿,邓日检,等.浮床栽培空心菜生物量和营养物质的累积特性[J].汕头大学学报(自然科学版),2017,32(2):3-9.
- [19] 杨绍聪,吕艳玲,沐婵,等.空心菜对入星云湖河水的净化及其生物产出分析[J].农业环境科学学报,2015,34(2):370-376.
- [20] 杨绍聪,吕艳玲,沐婵,等.星云湖种植空心菜生长量及净化湖水效果分析[J].农业资源与环境学报,2016,33(2):142-148.
- [21] 王庆海,段留生,李瑞华,等.几种水生植物净化能力比较[J].华北农学报,2008,23(2):217-222.
- [22] 卢进登,陈红兵,赵丽娅,等.人工浮床栽培7种植物在富营养化水体中的生长特性研究[J].环境污染治理技术与设备,2006,7(7):58-61.
- [23] 鲁敏,曾庆福.七种植物的人工湿地处理生活污水的研究[J].武汉科技学院学报,2004,17(2):32-35.
- [24] 鞠瑾,张志扬,唐运平,等.不同植物湿地系统对高盐再生水的除氮能力比较[J].中国给水排水,2006,22(19):56-58.
- [25] 吴建强,黄沈发,阮晓红,等.江苏新沂河河漫滩表面流人工湿地对污染河水的净化试验[J].湖泊科学,2006,18(3):238-242.
- [26] COLEMAN J, HENCH K, GARBUTT K, et al. Treatment of domestic wastewater by three plant species in constructed wetlands [J]. Water Air and Soil Pollution, 2001, 128(3/4):283-295.
- [27] 周守标,王春景,杨海军,等.菰和菖蒲在污水中的生长特性及其净化效果比较[J].应用与环境生物学报,2007,13(4):454-457.
- [28] 蒋跃平,葛滢,岳春雷,等.人工湿地植物对观赏水中氮磷去除的贡献[J].生态学报,2004,24(8):1720-1725.
- [29] 陈金发,杨平,聂琦珊,等.大藻对不同质量浓度畜禽废水的净化作用及生物学效应[J].重庆大学学报,2014,37(3):87-94.
- [30] 邹乐,严少华,王岩,等.水葫芦净化富营养化水体效果及对底泥养分释放的影响[J].江苏农业学报,2012,28(6):1318-1324.