

沼液水培蔬菜的研究进展

杨 鑫, 胡笑涛, 王文娥

(西北农林科技大学 旱区农业水土工程教育部重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:沼液是由人畜粪便、作物秸秆、落叶、城市污水等厌氧发酵的产物, 含有多种蔬菜生长所需的营养元素。现综述了沼液浓度与成分、沼液对蔬菜产量与品质影响的研究进展, 分析了目前沼液用于水培蔬菜所存在的主要问题, 对未来应用推广需要研究的科学问题进行了展望。

关键词:沼液; 水培; 产量; 品质

中图分类号:S 622 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)18-0199-04

沼液作为沼气生产的副产物, 是一种可再生资源。沼液的使用可以提高资源的有效利用率, 实现资源的循环利用。研究发现沼液中含有蔬菜生长所需的大量营养元素, 如氮、磷、钾、钙、铁、锰、铜、锌等元素, 而且富含维生素、纤维素酶、蛋白质、抗菌素及各种生长激素等利于蔬菜生长的物质。随着农业生产的持续发展, 沼液已成为人们广为熟知的一种有效、优质的有机肥。近年来, 人们生活水平不断提高, 对身体健康的关注度也越来越高。食品安全作为直接影响人体健康的重要因素, 引起了人们的普遍性关注, 成为了一个全球性的问

题。蔬菜作为人体获得多种维生素、矿物质微量元素的主要来源, 蔬菜的卫生品质问题倍受关注。蔬菜的卫生品质主要是蔬菜中硝酸盐的积累量、维生素 C 含量、蛋白质含量以及可溶性糖含量。研究表明, 沼液不仅可以提高蔬菜的产量, 还可以改善蔬菜的品质, 同时还对病虫害有一定的抗逆作用^[1-13]。水培作为一种新型环保的现代化蔬菜栽培技术, 有效解决了蔬菜生产受土壤资源短缺和自然条件的制约, 实现了蔬菜等农产品的均衡生产, 已成为发展现代农业的重要手段。因此, 以沼液代替或部分取代无机营养液进行蔬菜栽培对于提高蔬菜产量和品质具有重要意义。

1 沼液成分与栽培浓度研究

1.1 沼液成分

研究表明蔬菜生长必需的有 16 种营养元素, 包括碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、氯、铁、锰、锌、硼和铜^[14]

第一作者简介:杨鑫(1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向为节水灌溉理论与技术。E-mail: YANGXIN20150303@163.com.

责任作者:胡笑涛(1972-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为节水灌溉理论与技术。E-mail: huxiaotao11@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:国家“863”计划资助项目(2013AA103004)。

收稿日期:2015-06-10

Research Progress on Cultivation Techniques of *Vitis amurensis* Rupr.

CUI Changwei¹, YE QiuHong¹, LI Yang¹, LIU Qing¹, LI Hua^{1,2,3}, WANG Hua^{1,2,3}

(1. College of Enology, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Shaanxi Engineering Research Center of Viti-Viniculture, Yangling, Shaanxi 712100; 3. Heyang Experimental Demonstration Station, Northwest Agriculture and Forestry University, Heyang, Shaanxi 715300)

Abstract: *Vitis amurensis* Rupr. is the special germplasm resources in China, its characteristics of cold-resistance, disease-resistance and typicality were focused by many people recently. The breeding of new varieties, the specification of cultivation techniques and the amplification of promotion areas all promote the development of *Vitis amurensis* industry greatly in recent years. Here we summarized and prospected the agricultural production aspects of *Vitis amurensis* Rupr. in order to provide reference for the researchers and producers in future, such as technical promotion, garden planning and cultivation management.

Keywords: *Vitis amurensis* Rupr.; cultivation techniques; management; technology

这些元素直接参与蔬菜的新陈代谢和生命活动,对作物生长发育起直接的营养作用,是蔬菜生长不可缺少的元素。测定结果表明,沼液中含有氮、磷、钾、钙、钠、镁、铁、锰、铜、锌、硼、砷、铬、钴、钼、锂、氟、钡等矿质元素,此外沼液中还含有蛋白质、氨基酸、腐殖酸、维生素、纤维素酶、抗菌素、抗冷素以及各种生长激素等物质^[1-2,15-18]。因此,沼液包含蔬菜所需的所有营养元素,完全可以替代或部分替代无机营养液,为蔬菜生长提供营养物质。

沼液所含的矿质元素中,氮是核酸、蛋白质和酶的主要组成元素^[14],可以促进蔬菜的生育和对养分的吸收,是与蔬菜产量密切相关的营养元素,氮元素过少会导致蔬菜植株矮小、叶片发黄、产量低、品质差;氮元素过多会使蔬菜徒长、抗病力减弱、硝酸盐积累量超标。磷是核酸和酶的主要组成元素,在糖类代谢、蛋白质代谢中起重要的作用,缺磷时,蔬菜根系生长缓慢、植株矮小、叶色暗绿、无光泽。钾元素在植物体内可以促进酶的活化、蛋白质的合成和运输,增强光合作用,而且钾还可以提高植物抗冻、抗旱能力。镁是叶绿素分子的组成元素,缺镁会影响蔬菜的生长发育,使植株瘦小、叶片变黄^[19]。铁虽然不是叶绿素的组成部分,但铁元素与叶绿体的形成、植株光合作用密切相关,铁元素不足会使叶绿素合成受阻、叶片发黄,也会影响光合作用和碳水化合物形成^[14]。此外,沼液中的其它微量元素锰、铜、锌、硼、砷、铬等,虽然含量不高,但是也对蔬菜的生长发育有重要影响。

1.2 栽培浓度

水培是一种重要的无土栽培形式,与土壤栽培相比,水培作物不受土壤条件的限制,能够人为控制作物根系生长环境,给作物提供充足的养分。水培蔬菜生长周期短,无污染,省肥,产量高,品质好,具有很好的经济价值。营养液作为蔬菜生长所需的各种营养元素的直接来源,其原料和各营养元素的配比尤为重要。随着国家大力推进农业发展与资源可循环利用,沼液作为一种可再生资源在水培蔬菜技术中被广泛应用。目前,国内外科研人员主要开展沼液浓度对水培蔬菜产量及品质影响的研究,结果表明水培条件下不同蔬菜对营养物质需求量不同。沈祥军等^[2]研究沼液番茄营养液配方及应用效果,发现沼液稀释 12 倍时番茄幼苗生长良好。乔一飞等^[20]研究了 Hogland 营养液配方下不同浓度沼液对水培油菜的产量和品质的影响,结果表明,沼液有效促进油菜的生长,在添加浓度为 0.75 mL/L 时,产量最高,提高了 70.8%,同时沼液对病虫害有一定的抑制作用,使油菜抗病能力增强,从而影响油菜产量,而且不同浓度的沼液均在一定程度上提高了油菜的品质,使油菜中维生素 C、还原糖含量分别提高了 42.6%、60.1%,

硝酸盐含量降低了 16.9%,总酸量降低了 33.6%。张玲玲等^[21]通过对不同稀释倍数沼液水培芹菜产量和净化程度的试验研究,得出用稀释 30 倍的沼液水培芹菜,其生物增长量最大,平均每株增长 21.6 g,环境效益和经济效益较高。吴冬青等^[22]研究了不同沼液添加量对快菜生长和生理特性的影响,结果表明在营养液中添加一定量的沼液,能明显提高快菜植株的维生素 C、可溶性糖、粗纤维和蛋白质含量,并能提高快菜的产量,沼液添加量为 40% 时效果最好。另外,黄亚丽等^[23]通过沼液对黄瓜苗期生长影响试验,发现沼液浓度适宜时促进黄瓜的生长,浓度过高时则会对黄瓜生长有一定的抑制作用。

2 沼液对水培蔬菜产量和品质的影响

2.1 沼液对水培蔬菜产量的影响

沼液中含有蔬菜生长的各种矿质营养元素,满足蔬菜的营养需求,而且沼液中除了含有矿质元素外,还含有各种水解酶类、有机酸类、维生素、植物激素类和抗生素类^[24],促进了蔬菜的生长发育,同时提高了蔬菜抗病及抗寒能力^[3]。近年来,沼液已经在油菜、芹菜、白菜、青椒、生菜、青菜、番茄、茄子等多种蔬菜上进行了试验研究。这些研究表明用沼液代替营养液后,蔬菜长势好,植株高度增加,叶长度增加,叶片宽而肥厚,呈现深绿色,叶绿素含量高,收获后叶鲜重、干重都有明显的增加,同时沼液水培蔬菜的发病率降低,这也是蔬菜生物量增加的一个重要原因。沈祥军等^[2]使用沼液研制番茄营养液配方得出沼液处理的番茄植株茎粗较大,叶片数、叶鲜重、果实产量明显增加,对病虫害的抵御能力增强。薛延丰等^[25]研究了蓝藻发酵沼液对青菜生物学性质和品质的影响,结果表明沼液能够有效增加青菜的生物量和株高。可见,沼液确实可以促进蔬菜的生长,对蔬菜生物量增加有很大作用。

2.2 沼液对水培蔬菜品质的影响

蔬菜作为人类的重要食物,对人体的健康有很大影响。蔬菜是人体维生素、矿物质和碳水化合物等营养物质的重要来源,而且蔬菜还可以调节人体内的酸碱平衡,在维持人正常生理活动上也有非常重要的作用^[26]。它的品质主要包括商品品质、风味品质、营养品质、加工品质和卫生品质等 5 个方面的内容^[27]。通过查阅文献得出,目前为止,沼液对蔬菜品质影响的研究主要集中在蔬菜的营养品质和卫生品质上。

2.2.1 营养品质 蔬菜的营养品质主要包括矿质营养元素、维生素、有机酸、蛋白质、碳水化合物及脂肪等的含量^[26-27]。徐卫红等^[28]研究了不同沼液用量对莴笋硝酸盐及营养品质的影响,得出施用沼液提高了莴笋氨基酸含量,但降低了维生素 C 和可溶性糖含量。乔一飞

等^[20]研究了沼液对水培油菜产量及品质的影响,结果表明沼液处理的比没有施用沼液水培的油菜维生素 C 含量提高了 42.6%,还原糖提高了 60.1%,同时沼液处理还降低了油菜中总酸含量。薛延丰等^[25]在蓝藻发酵沼液对青菜生物学特征和品质影响试验中发现,沼液的使用提高了可溶性糖和维生素 C 的含量。吴冬青等^[22]通过不同浓度沼液添加量对快菜生长和生理特性的研究得出,沼液明显提高了快菜中维生素 C、可溶性糖、粗纤维和粗蛋白的含量。据文献资料表明,沼液水培蔬菜对其维生素 C、可溶性糖、有机酸、蛋白质和氨基酸含量均有一定程度的影响。但是在维生素 C、可溶性糖含量方面的影响上,有些结果是降低,有些是提高,其原因还不明确,需要进一步研究。

2.2.2 卫生品质 蔬菜的卫生品质主要包括蔬菜中的生物污染如病菌、寄生虫卵和化学污染如硝酸盐、重金属、农药残留等^[26-27]。人畜类排泄物的施用会带来虫卵菌等微生物,化肥、农药的施用易使蔬菜受到污染,也可能导致蔬菜中硝酸盐、重金属含量超标,这些都严重威胁人体健康^[27]。据研究表明,硝酸盐进入人体后,能够与人体血红蛋白中的亚铁离子发生氧化还原反应转化成高铁血红蛋白。亚硝酸盐含量过高时,血液中的高铁血红蛋白的量增加,失去携氧功能,会造成人体组织缺氧,导致高铁血红蛋白血症,严重的会因缺氧而死亡。另一方面,亚硝酸盐还会与人体内蛋白质分解产生的仲胺合成致癌性物质,严重影响人体健康。由于大部分蔬菜中都会有硝酸盐的积累,因此如何降低蔬菜中硝酸盐的含量是蔬菜栽培研究的一个重点问题。薛延丰等^[25]通过蓝藻发酵沼液对青菜品质影响的研究发现沼液降低了蔬菜中亚硝酸盐含量,原因是沼液中有较高含量的有机质,增强了蔬菜光合作用,加速了叶片中硝态氮的转化。徐卫红等^[28]在不同用量对莴笋硝酸盐的影响的研究中发现,施用沼液能够降低莴笋生长期硝酸盐在植株体某个部位的硝酸盐含量,但在最终收获期,硝酸盐含量没有降低。赵莉等^[29]研究了使用沼液对水芹产量的影响,结果表明沼液显著降低了硝酸盐的含量,可能是因为沼液中的氨基酸对植株体内的硝酸还原酶有激活作用,可部分取代硝态氮作用。综合各个试验表明,施用沼液可以使蔬菜中的硝酸盐在一定时期有不同程度的降低,但是不同试验对蔬菜收获期硝酸盐含量的具体影响结果还不一致,仍需进一步探究。重金属主要包括镉、铬、汞、铅、铜、锌、银、锡、砷等。镉是人体的非必需元素,镉被人体吸收后会使体内许多酶系统受抑制,影响肝、肾器官系统中的酶系统的正常功能,造成一系列病状^[30]。铜在人体内主要以铜蛋白的形式存在,有多重生理功能,但是铜过量会使人体产生急性溶血,导致中枢神经功能障碍,肾功能衰退等^[31]。砷在人体内会与酶

系统结合,使许多酶失去活性而导致细胞不能正常新陈代谢,甚至造成神经系统病变。蔬菜作为人体重金属元素来源之一,其重金属含量受到很大关注。覃舟^[4]对使用沼液对紫甘蓝产量、营养品质及土壤质量的营养研究中发现施用沼液处理的紫甘蓝的重金属镉、铬和铅的含量都低于常规施肥处理的含量,而且低于安全标准要求。黄栋栋等^[5]利用沼液作为营养液对小白菜进行品质研究得出,使用沼液栽培的小白菜中镉、砷的含量显著低于国家标准值。此外,欧杨虹等^[6]研究了不同沼液使用量对生菜产量及砷的积累量的影响,结果表明施用沼液后生菜中的砷含量随沼液的用量的增加而增加,但并未超过国家标准限量值。各试验均表明沼液水培蔬菜是安全可行的,但是仍需加强在其它重金属方面的研究。

3 沼液用于水培蔬菜研究问题展望

迄今,许多研究都是将沼液用于土壤栽培,或者用于基质无土栽培,在水培蔬菜上的应用研究还不是很多,将沼液应用于水培蔬菜需要进一步开展系统研究,着力解决以下几点科学问题。

1)沼液制取方法不同将导致成分差异,对于精量控制蔬菜生产的水培营养液管理带来了难度,因此,应加大沼液制备方法与技术研究,提高沼液产出率,稳定沼液有益成分浓度,降低有毒离子含量,为科学合理添加奠定基础。

2)不同种类蔬菜对养分的需求不同,系统研究沼液浓度对产量过程与品质影响规律,获得不同蔬菜高产优质需求的动态沼液适宜添加浓度,制定沼液的水培蔬菜标准,为实现营养液动态管理提供科学依据。

3)沼液对蔬菜品质的影响研究中,结果并不一致,需要深化沼液对蔬菜中维生素 C、可溶性糖含量等品质指标的机理研究,为品质调控的有机营养液管理提供理论依据。

4)添加沼液进行水培蔬菜,不同营养元素的吸收过程与无机营养液相比可能会发生变化,需要对不同蔬菜的不同添加沼液浓度的营养元素需求过程进行研究,获得沼液添加后不同营养元素相互影响规律,实现营养液的动态精准控制,以实现降耗提高产量、改善品质的目的。

5)沼液在发酵过程中,产出物会含有一定量的重金属,以沼液作为营养液对蔬菜重金属含量影响的研究还比较少,而且欧杨虹等^[6]得出蔬菜中重金属含量随沼液用量的增加呈上升趋势,虽然没有超过国标要求限制,但人体食用后重金属在人体内累积也同样会威胁人体的健康,因此,如何使得沼液水培蔬菜中重金属含量降低还有待进一步研究。

沼液作为水培蔬菜有机营养液的重要成分,对于改

善品质、提高产量具有重要作用,也是对有机农业的有益补充,但并不是直接采用沼液进行水培蔬菜就必然获得优质高产;另一方面,水培蔬菜作为一种农业高技术生产形式,具有生产过程精准控制的优点,如何实现沼液添加的营养液科学管理都需要进行系统的科学研究,为推广应用提供理论和技术基础。

参考文献

- [1] 徐卫红,王正银,权月梅,等.沼液对莴笋和生菜硝酸盐含量及营养品质的影响[J].中国沼气,2003,19(2):34-37.
- [2] 沈祥军,孙周平,张露,等.沼液番茄营养液配方的研制及应用效果研究[J].沈阳农业大学学报,2013,44(5):599-603.
- [3] 王树仁,孙波.不同浓度沼液对反季节大叶芹菜产量和质量的影响[J].可再生能源,2007,25(3):90-91.
- [4] 覃舟.施用沼液对紫甘蓝产量、营养品质及土壤质量的影响[J].江西农业学报,2009,21(7):83-86.
- [5] 黄栋栋,王俞薇,王建波,等.施用沼液对无土栽培小白菜产量及品质的影响[J].安徽农业科学,2010,38(4):1782-1785.
- [6] 欧杨虹,孙正国,陈学祥.不同沼液施用量对生菜产量及氮的积累量的影响[J].江苏农业科学,2014,42(2):110-112.
- [7] 叶晶,苗纪法,黄宇民,等.沼液灌溉对茼蒿重金属含量及产量的影响[J].江西农业学报,2014,26(7):96-99.
- [8] CHANTIGNY M H, ANGERS D A, MORVAN T, et al. Dynamics of pig slurry nitrogen in soil and plant as determined with ^{15}N [J]. Soil Science Society of America Journal, 2004, 68: 637-643.
- [9] MÖLLER K, STINNER W, DEUKER A, et al. Effects of different manuring systems with and without biogas digestion on nitrogen cycle and crop yield in mixed organic dairy farming systems[J]. Nutr Cycl Agroecosyst, 2008, 82(3): 209-232.
- [10] 刘文科,杨其长,王顺清.沼液在蔬菜上的应用及其土壤质量效应[J].中国沼气,2009,27(1):43-45.
- [11] 黄界颖,伍震威,高连芬,等.沼液对土壤质量及小白菜产量品质的影响[J].安徽农业大学学报,2013,40(5):849-854.
- [12] 李翠香,高利英,韩蓉蓉,等.沼液在日光温室芹菜和油菜栽培上的应用效果初探[J].内蒙古农业科技,2014(1):69-70.
- [13] 王建湘,周杰良,李树战,等.沼液在有机质栽培辣椒上的应用研究[J].安徽农业科学,2007,35(6):1730-1731.
- [14] 帕孜尼沙·阿不拉,阿布都沙塔尔·阿布都外力,艾力西尔·加帕尔.浅谈植物生长所需的必需营养元素[J].商品与质量,2013(5):187.
- [15] 徐卫红,王正银,王旗,等.沼气发酵残留物对蔬菜产量及品质影响的研究进展[J].中国沼气,2005,23(2):27-28.
- [16] 陆家贤,刘博野,徐虹.沼液在番茄无土栽培中的应用[J].中国沼气,2008,26(6):42-44.
- [17] 沈其林,单胜道,周健驹,等.猪粪发酵沼液成分测定与分析[J].中国沼气,2014,32(3):83-86.
- [18] 陈为,孟红英,王永军.沼渣、沼液的养分及安全性研究[J].安徽农业科学,2014,42(23):7960-7962.
- [19] 熊英杰,陈少风,李恩香,等.植物缺镁研究进展及展望[J].安徽农业科学,2010,38(15):7754-7757.
- [20] 乔一飞,洪坚平.沼液配施对水培油菜产量及品质的影响[J].山西农业科学,2008,36(6):53-55.
- [21] 张玲玲,李兆华,刘化吉,等.水培芹菜净化不同浓度沼液的试验研究[J].长江流域资源与环境,2011,20(Z1):154-157.
- [22] 吴冬青,刘明池,李明,等.沼液营养液对快菜生长和生理特性的影响[J].北方园艺,2012(8):27-29.
- [23] 黄亚丽,尹淑丽,张丽萍,等.沼液对黄瓜种子发芽和苗期生长的影响[J].中国沼气,2012,30(2):33-40.
- [24] 周彦峰,丘陵,李自林,等.沼液用于无土栽培的营养机理与技术优化[J].农机化研究,2013(5):224-227.
- [25] 薛延丰,李慧明,石志琦.蓝藻发酵沼液对青菜生物学特性和品质的影响初探[J].江西农业学报,2009,21(10):59-62.
- [26] 李会合.蔬菜品质的研究进展[J].北方园艺,2006(4):55-56.
- [27] 顾智章.蔬菜的品质[J].蔬菜,1997(4):34-35.
- [28] 徐卫红,王正银,王旗,等.不同沼液用量对莴笋硝酸盐及营养品质的影响[J].中国沼气,2003,21(2):11-13.
- [29] 赵莉,于建光,常志州,等.施用沼液对水芹产量及品质的影响[J].土壤,2014,46(1):94-99.
- [30] 付晓萍.重金属污染对人体健康的影响[J].辽宁城乡环境科技,2004,24(6):8-9.
- [31] 路子显.粮食重金属污染对粮食安全、人体健康的影响[J].粮食科技与经济,2011,36(4):14-17.

Research Progress on Biogas Slurry Hydroponic Vegetables

YANG Xin, HU Xiaotao, WANG Wen'e

(Key Laboratory of Agricultural Soil and Water Engineering in Arid and Semiarid Areas of Ministry of Education, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Biogas slurry was the production from excrement, crops straw, leaves, urban sewage by anaerobically fermented. It contained many kinds of nutrition elements necessary for vegetable-growing. The paper summarized the biogas slurry concentration and composition, researched progress of the influence on vegetable's yield and quality, analyzed the current problems and discussed the scientific problems for popularizing biogas slurry application in the future.

Keywords: biogas slurry; water planting; yield; quality