

茶园水肥一体化研究进展

孙红严¹, 马德新^{1,2,3}

(1. 青岛农业大学 动漫与传媒学院 山东 青岛 266109; 2. 山东省科学院计算中心 山东 济南 250101;

3. 山东大学 计算机科学与技术学院 山东 济南 250101)

摘要: 水肥耦合效应能够对茶园温、湿度以及茶叶产量产生巨大的影响,合适的水肥协同在茶园中的应用是相当关键的。从水肥一体化对茶树的土壤湿度、水分、产量、营养物质等方面,通过对国内外已有的研究成果进行分析探索。基于目前研究现状提出:①我国茶园水肥一体化的研究应加强区域性发展;②搭建基于物联网技术的水肥一体化智慧设施茶园系统;③建立合适的茶园数学模型及机理模型、水肥一体化技术下茶树需肥需水生长规律方面加深研究与发展。以期水肥一体化在茶园上的推广与应用提供参考依据,促进我国农业茶园水肥灌溉设施发展的新旧动能转化。

关键词: 茶园; 水肥一体化; 耦合效应; 增质提产

茶树(Tea tree),又称茶,拉丁文名: *Camellia sinensis*(L.) O. Ktze,原产于中国西南部湿润多雨的原始森林,现以长江往南地区种植十分普遍。在长期的生长进化过程中,茶树形成了喜阴、喜湿、耐光、耐温的生存特性^[1]。茶树是主要的经济作物,地域种植复杂,在暖温带、亚热带、边缘热带均有分布,最西在西藏自治区北林,最北在山东威海荣成^[2-3]。在实际的茶树生长过程中由于地形、湿度、营养元素等原因,存在着水资源和肥料浪费严重的情况,使得茶树出现减产、降质、病害多发的问题。要解决这些问题就需要因地制宜的利用水肥耦合效应,运用茶园智能水肥一体化技术充分提高水肥利用率。

水肥一体化技术最早是由以色列人发明并在其国家农业灌溉上迅速发展和普及使用。我国起步较晚,自20世纪70年代我国才开始试验和使用水肥一体化技术,当前我国水肥一体化技术已经应用于多种粮食农作物、各种果树、茶树、蔬菜、花卉等作物上^[4]。水肥一体化,即水肥耦合,是指在作物生产的过程中根据作物的需肥需水规律把水与化肥通过一定的比例进行混合,再由铺设在田间的滴灌管道缓慢均匀的送至作物根部。这样可以实现水肥同步到达,让种植户以最低的成本获得更好作物品质以及更高的经济效益。同时水肥一体化也将加快我国农业的发展,减少水资源的浪费以及对自然环境的污染,是具有重大战略意义的,并促进我国农业新旧动能转化以及加快乡村振兴战略的进展。

1 研究现状分析

1.1 茶园水肥一体化发展现状

茶树属于重要的经济型作物,它与大豆、玉米、小麦等粮食作物有所不同,茶树在生长期对温度、湿度、营养元素以及光照的要求极高,不适宜的因素都有可能使茶树出现病虫害的几率增加,尤其是湿度和施肥情况对茶叶的产量和质量影响最大,严重的情况下还会导致茶树生长不良等一系列问题。为了有效降低这一问题的出现,国内外相关专家学者也都相继进行了大量研究探索工作,在中国知网进行检索关键词:茶园、灌溉,检索结果显示共计各类文章130篇(截止至2019年3月),并对检索的结果进行分类。分别为综述类、技术推广应用类、水肥一体化系统类以及其他(会议、报纸),具体各类文章数量情况表1所示。由表可以明显看出,目前我国茶园水肥一体化还处在发展阶段,对水肥一体化的系统研发建设较少,而相对于综述介绍类文章较多,所以应当加强水肥一体化技术在茶园的应用发展。在中国知网中分别检索与黄瓜、番茄、苹果、玉米、小麦、茶树在水肥一体化方面的研究文献数量进行对比,具体情况如图1所示。通过图1可知在茶树水肥一体化应用与其他作物相比研究有着较大的差距,我们应当加快茶园相关水肥一体化研究,且应当注重研究茶园中茶树的需水需肥规律,通过借鉴其他已经相对成熟的水肥技术,来探索研究茶园水肥一体化最优管理模式,向茶园智能水肥一体化发展。

收稿日期: 2019-04-09 修回日期: 2019-04-26

基金项目: 青岛市民生科技计划项目(18-6-1-112-nsh) 山东省高等学校科技计划项目(J17KA154)。

第一作者简介: 孙红严(1994-),男,河南周口人。硕士研究生,研究方向: 农业信息化。

通信作者: 马德新(1977-),男,博士,副教授,硕士研究生导师,研究方向: 农业信息化。

表 1 检索结果中各类文章数量 (篇)

合计	综述类	技术推广类	水肥灌溉系统类	其他
130	60	43	12	15

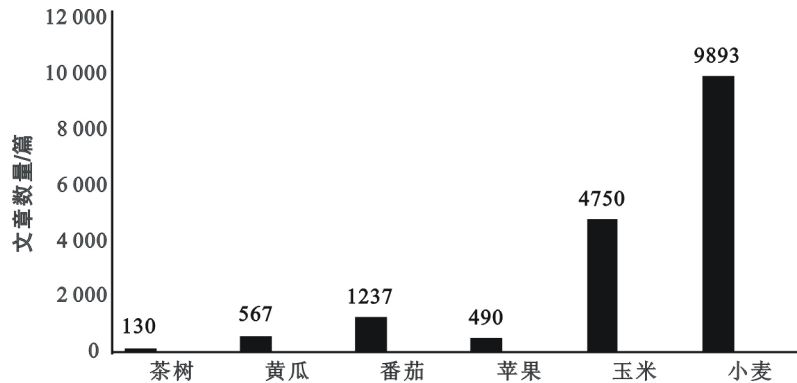


图 1 检索结果中茶树与其他作物在水肥一体化应用的数量对比

1.2 茶园现行施肥模式

在茶园施肥方面我国北方茶园施肥往往是采用“一基三追”的施肥模式,这种施肥方式存在着操作复杂、水肥流失、伤害茶树根部、人工费较高等一系列问题。南方茶园种植地多为丘陵和山区地带,由于地形原复杂以及技术装备问题,常存在水土流失问题。总的来说,水肥一体化技术在茶园应用上还不成熟,大多茶园主要是采取传统的灌溉方式,这种方式对茶树的生长以及茶叶的质量会有巨大的影响,因此我国茶园现行是施肥模式是存在一定弊端的。

1.3 水肥一体化对茶树生长、茶叶产量及质量的影响

茶树在生长的过程中水与肥料是诸多因素最为重要的也是最易控制的两个关键问题,经过实验的研究探索得出土壤-空气-水通过对各种作物的生长影响起到了决定性的作用^[5]。王子腾等^[6]通过化肥减施和配施有机肥改善土壤质量,试验了水肥比对茶叶产量以及质量的影响,结果得出适量比例肥液混合的茶叶产量明显增加。丁明来^[7]等在田间以盆栽的‘乌牛早’茶树为试验对象,在试验中采用“311-B”D饱和最优设计和建立三元二次多项式方程,来研究了茶树生长过程中肥料以及灌水量之前的联系,结果表明N、P、水3个因素对茶树生物产量的耦合效应显著,其中每个因素单独的作用效应顺序为N(x1)大于水(x3)大于P(x2);每个因素交互作用效应顺序为:N水大于P水大于NP。孙立涛^[8]以山东青岛的两个茶园为试验基地,做了两组对照试验,试验结果表明水分利用率较高的一组茶叶产量对比增加12%~13%。营养元素的吸收效率是影响茶树生长和发育的关键因素,茶树具有明显的喜

铵特性,研究表明茶树对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的吸收利用明显大于其他营养元素^[9],因此水肥耦合效应在茶树的生长发育过程中起到了至关重要的作用。

1.4 水肥一体化对茶树吸收利用水肥的影响研究现状

孙立涛^[8]研究试验了不同地表覆盖对茶树吸收养分以及水分的影响,结论表明地表覆盖模式可提高水分的吸收利用率以及养分吸收并且在土壤有机质、碱解氮、硝态氮、氨态氮等物质含量明显增高,提高了土壤肥力,叶面中的硝酸还原酶含量明显增加,有效地促进了茶树的生长。李伟^[10]等在研究不同施肥方式及肥料对幼龄茶树生长及主要生化成分含量的影响时通过对比试验得出以下结论:①使用复合肥比单纯使用尿素处理效果更加。②通过沟施复合肥直接抛撒效果更好,可以有效增加茶树根和茶叶中的N、P、K含量,为茶树生长和内含物质代谢合成提供物质基础。傅海平^[11]等探讨试验了茶园间作高杆绿肥对茶树光合特征的影响,通过使用光合仪对茶树1号进行不同刈割处理后,结果表明适度调控光照强度以及合适的水肥溶液配比的施用,有利于茶树净光合速率的提高,能够有效促进茶树的生长。

1.5 水肥一体化对茶树茶叶产量的影响及数学模型研究现状

杨净云^[12]等在对微喷灌、滴灌、地面灌溉等灌溉方式,通过试验研究了它们对茶叶生产的影响,从灌溉方式对茶树新梢的生长方面来说,节水灌溉可加深叶色,增加芽头密度和百芽重;从对茶叶生化成分方面来看,节水灌溉相比于地面灌溉能产量明显增加,增产幅度为5.34%~6.70%;从茶叶经济效益来看,节水灌溉茶园较地面灌溉茶园可增加纯收入2092.2~372.0元· hm^{-2} ;茶

园使用节水灌溉技术,节水率为 33.33% ~ 50.00%。葛家宝^[13]通过对传统和现代茶叶的质量管理进行深入分析,提出了最新是时期茶叶质量管理的数学模型,他主要从重点从贴适度原则和择近原则两方面来应用。王林林^[14]等,在青岛农业大学茶园对茶树的蒸腾蒸发量(腾发量)进行了实际试验,以 PenmanMonteith 方程为基础,在对于蒸腾蒸发量进行计算时借鉴了 P-M 温室修正式,得出了基于常规气象数据和茶树生长发育指标的温室茶树蒸腾蒸发模型 ETO(Tea),这对北方温室茶树灌溉施肥提供了重要的决策依据。

2 研究展望与建议

2.1 增大水分耦合在茶园中的应用

我国大部分地区的水污染严重恶化,而且大多数地区水资源短缺越来越明显^[15]。水肥耦合效应可以广泛的应用在农业生产中,而且可以有效达到节水省肥的作用,并且能够降低农业生产中肥料对水资源的污染。以水肥一体化在茶园的应用为例,在中国知网上检索其相关内容,结果显示我国对茶园水肥一体化的相关研究甚少,而且我国茶园面积又是非常庞大。由中国知网上研究文献可知:茶树对水肥的吸收利用存在临界值,同时不同地区的茶树种植环境也是有所不同,因此,大力推广茶园水肥一体化在各个地区的研究发展是非常有意义和必要的,这样不仅可以因地制宜还可以协调区域发展,有效的提高茶叶品质和降低水资源浪费、肥料浪费以及水污染。

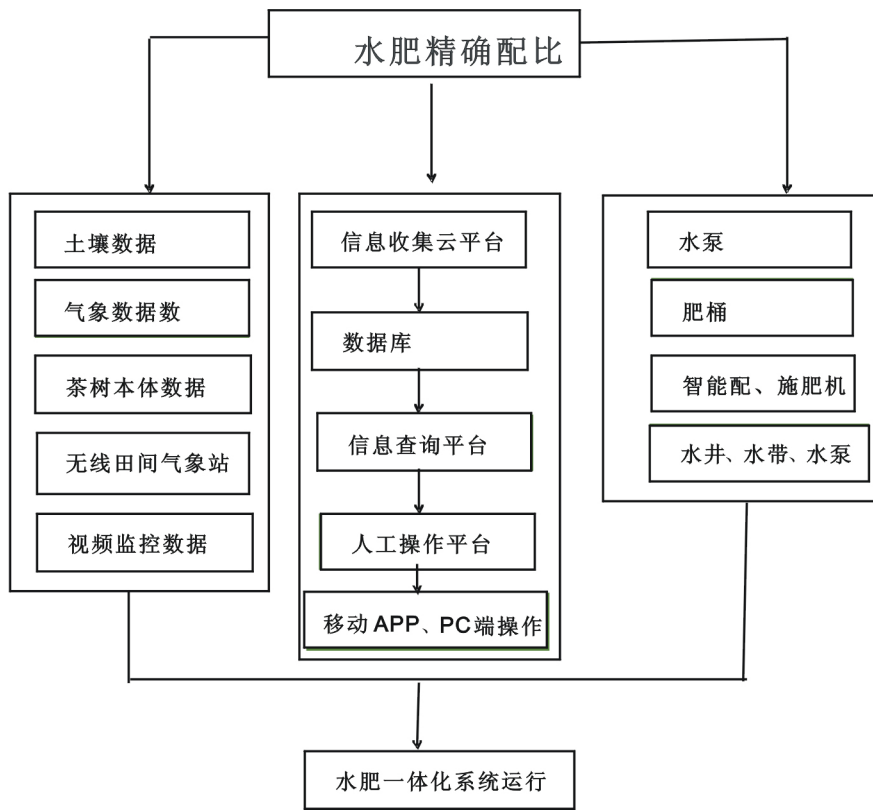


图2 茶园水肥一体化技术系统路线

2.2 加强基于物联网水肥一体化在智慧茶园的应用研究

近年来,物联网技术正在迅速的发展,随着现代农业对自动化的需求增大,国内在农业物联网感知技术、数据传输技术以及在智能处理技术等方面研究上有了很大成果。对于茶园生产灌溉施肥也有巨大的作用,可以推广应用智能水肥一体化系统,智能水肥一体化系统会根据安装在茶园的各种传感器发回的信息进行处理,并结合先前

已经输进去的茶树生长所需营养物质以及对水的需要进行智能处理,自动配比水肥溶液通过设定时间,通过提前铺设在茶园的灌溉管道进行自动灌溉。目前,关于智能一体化水肥机的研究以及运用多在蔬菜和果园上,而茶园的应用研究相对较少。因此应当加强基于物联网水肥一体化在智慧茶园的应用研究,实现不同区域不同茶树品种的监测+控制+水肥一体化的智慧灌溉模式,此模式技术系统路线图如图2所示,充分提高茶叶

质量,降低人工成本的投入、减少水资源以及肥料的使用。

2.3 深入研究茶树在水肥一体化条件下需肥需水规律研究

当前我国对茶树需水、需肥的研究比较少,大多数都是对农作物以及蔬菜的水肥一体化研究,这些研究大部分都是以特定的茶区为例来配比肥料以及确定施肥的时间,基本上需要大量的人工和经验才能完成。茶叶的品质与生产环境、土壤温湿度、光照、以及气象因子等具有很大的关系,而这些环境因素在很大程度上都是不可控的,通过对环境因子以及茶树生长所需营养物质进行研究,探索其对茶树生长的影响规律。充分考虑水肥以及环境因素协同的作用,加大研究茶树不同区域以及不同生长周期在水肥一体化条件下的需肥、需水规律为实施精准精量灌溉提供理论基础知识依据。

2.4 构建合适的茶园水肥一体化数学、机理模型

茶叶属于经济型作物,不同于大田农作物,它的种植地区以及种植时间和种植条件具有很大的不同,因此将数学建模引入到茶叶的生产应用过程,建立适合各区域茶叶的数学模型。董国玉^[16]在茶叶土壤导电、酸碱性的测量应用中加入数学模型对比,精确的衡量茶叶种植土壤的成分,并将土壤性质分析定量化、可视化。但是单纯的数学模型具有的缺点就是不适合大部分茶园,通用效果差。现有一些机理模型如 WOFOST、APSIM、EPIC 等,这些包含了土壤、作物生长、气象因子影响等多种条件,能够准确描述作物的生理过程,但研究发现这些大多用来模拟农作物几乎没有用在茶树上^[17]。因此,可加强数学模型与机理模型的结合是使用,用以指导茶叶的高效生产。

3 结语

水肥对茶树的生长以及产量和品质会产生巨大的影响,国内外对水肥一体化条件下的茶树需肥需水规律进行一定的研究,但和其他作物相比还相差甚远,因此应当加大茶园水肥一体化研究进展。笔者通过对茶园水肥相关研究基础上,以及存在的一些现状进行了研究分析,并给出了一些发展建议,以期在茶园水肥一体化的研究发展提供理论支持,加快我国农业新旧动能转换。

参 考 文 献:

[1] 陈学林. 现代茶叶产业技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2014.

- [2] 王立. 初议我国茶树种质资源保存问题[J]. 中国茶叶, 1988(06): 12-13.
- [3] 曾贞. 茶树种质资源的收集鉴定与利用[J]. 茶叶通讯, 2004(03): 14-19.
- [4] Burt C, O' Connor, Ruehr T. Fertigation [M]. California: CentralCoast Printing, 1998.
- [5] Wenchao Lia, Shufang Guo, Hongbin Liua, Limei Zhaia, Hongyuan Wang, Qiuliang Leia, Comprehensive environmental impacts of fertilizer application vary among different crops: Implications for the adjustment of agricultural structure aimed to reduce fertilizer use [J]. Agricultural Water Management, 2018, 210: 1-10.
- [6] 王子腾, 耿元波, 梁涛, 胡雪菽. 减施化肥和配施有机肥对茶园土壤养分及茶叶产量和品质的影响[J]. 生态环境学报, 2018, 27(12): 2243-2251.
- [7] 丁明来, 傅德龙, 孙立涛. 水肥耦合条件与茶树生长关系组成分析[J]. 中国农学通报, 2013, 29(31): 137-141.
- [8] 孙立涛. 茶园覆盖与肥水耦合对幼龄茶树生长的影响[D]. 青岛: 青岛农业大学, 2012.
- [9] Yang YY, Li XH, Ratcliffe RG, et al. Characterization of ammonium and nitrate uptake and assimilation in roots of tea plants [J]. Russian Journal of Plant Physiology, 2013, 60(01): 91-99.
- [10] 李伟, 唐茜, 谭礼强, 张莹, 陈伟, 王正阳, 陈强. 不同施肥方式及肥料对幼龄茶树生长及主要生化成分含量的影响[J/OL]. 东北农业大学学报: 1-2 [2019-03-18].
- [11] 傅海平, 周品谦, 王沅江, 包强, 谢念祠. 茶园间作高秆绿肥“茶肥1号”不同刈割处理对茶树光合日变化的影响[J]. 茶叶通讯, 2018, 45(01): 14-19.
- [12] 杨净云, 张兰芬, 翟国亮, 刘杨, 宗洁. 不同灌溉方式对云南大叶茶树生长发育及产量的影响研究[J]. 节水灌溉, 2012(04): 5-7.
- [13] 葛家宝. 模糊数学理论在茶叶质量模型中的应用[J]. 福建茶叶, 2016, 38(09): 27-28.
- [14] 王林林, 马文杰, 马德新. 基于 Penman-Monteith 方程的温室茶树蒸腾蒸发模型研究[J]. 节水灌溉, 2017(08): 30-33+43.
- [15] Jialiang Cai, Olli Varis, He Yin, China's water resources vulnerability: A spatio-temporal analysis during 2003e2013, Journal of Cleaner Production, 2017(142): 2901-2910.
- [16] 董国玉. 浅谈数学模型在茶树种植土壤导电与酸碱测量中的应用[J]. 福建茶叶, 2017, 39(12): 21-22.
- [17] 吴现兵, 白美健, 李益农, 章少辉, 史源. 蔬菜水肥一体化研究进展分析[J]. 节水灌溉, 2019(02): 121-124.