

常州市典型茶园土壤酸化分析

孔超, 冯碧雲, 白德智, 刘佳, 董园园
(常州市农业综合技术推广中心, 江苏 常州 213003)

摘要: 选择常州典型茶园进行实地调查, 分析了茶园土壤酸化现状及其发展趋势。结果表明, 种植年限较长的常州茶园土壤呈现出不同程度的酸化、紧实、板结、缺磷、富氮等突出问题。建议当地茶企要按照茶园土壤的酸化程度开展分段治理、土壤修复, 比如应用“茶树修剪和凋落物腐熟发酵还园”、“施用生物有机肥”、“施用生物质炭”、“施用绿肥”等措施。当地茶农应避免长期偏施化学氮肥习惯, 做到科学合理施肥、测土配方施肥。

关键词: 茶园土壤; 酸化; 现状; 对策

中图分类号: S158 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-2177(2025)01-049-05

常州地处江苏南部, 北濒长江、南扼天目山麓、西倚茅山、东临太湖, 属长江下游平原, 气候温和湿润, 雨量充沛, 日照充足, 无霜期长, 适宜优质茶树生长, 是江苏省重点产茶区之一。常州的茶园主要集中于西部的茅山东麓、南部的天目山麓陵岗坡、天目湖地区。目前, 全市拥有茶园面积约0.73万 hm^2 , 占江苏省茶园总面积的22%, 年产茶量近3 000 t^[1]。所产茶类品种主要为名优绿茶和红(碎)茶, 茶类深加工产品主要为超微抹茶类。兼具文化、历史、富民、乡村振兴属性的茶产业, 已成为常州地区农业增效、农村增美、农民增收的一张亮丽名片。

茶树适宜酸性的土壤环境, 最适宜生长的土壤酸碱度为4.5~5.5。自然土壤种植茶树之后, 由于茶树自身根际长期聚铝、分泌有机酸、吸收 NH_4^+ 而释放 H^+ 等内在原因, 以及人为管理措施不当、酸沉降等外在原因, 综合导致茶园土壤逐步酸化^[2]。颜鹏等对中国知网和Web of Science上2000—2016年发表的相关文献研究分析发现, 我国茶园土壤pH平均值为4.73, 茶园土壤酸化的普遍性已成为茶产业高质量发展的制约因素^[3]。曹丹等对江苏省30个典型茶园土壤酸度指标监测发现, 有67%的0~20 cm茶园土壤酸化速率超过0.1个pH单位/年, 其中33%的茶园土壤酸化速率超过0.2个pH单位/年, 50%的茶园土壤pH

值小于4.0, 且土壤酸化以耕层土壤为主^[4]。茶园土壤酸化不仅会影响茶树的生长, 还会加剧茶园土壤板结^[5]。此外, 相关研究表明, 茶园土壤酸化程度的增加会增强土壤中重金属等有毒元素的活性, 从而增加重金属向茶叶中迁移的可能, 影响饮茶者健康^[6]。这不仅涉及茶叶饮用安全隐患, 更会加大我国茶产品出口因重金属超标而受阻的风险。

为缓解茶园土壤酸化进程, 对茶园土壤酸化现状及其表现特征的调查研究显得尤为重要。本研究旨在分析常州典型茶园土壤酸化的现状、表现特征、存在问题及对策措施, 为进一步调整优化茶产业结构, 提升茶园土壤质量, 实现常州茶产业高质量发展提供重要的理论依据。

1 常州市典型茶园土壤酸化的现状与表现特征分析

1.1 茶园土壤pH值现状

2023年4月—5月, 通过查阅比对常州农用地土壤污染状况详查数据和规模茶企土壤检测报告, 选定常州市金坛区、溧阳市2个茶叶主产区10家典型规模茶园作为重点调查研究对象。其中, 溧阳市、金坛区各涉及5家茶园, 茶园种植年限均为10年以上。表1为此次调查选定的茶园采样点情况。

收稿日期: 2024-12-16

基金项目: 2023年常州市农业科技创新与示范推广项目(KCSF 2023-01)

作者简介: 孔超(1992-), 男, 汉族, 江苏常州人, 农艺师, 博士研究生, 研究方向: 园艺作物试验示范、技术推广。

通信作者: 冯碧雲(1993-), 女, 汉族, 陕西蓝田人, 农艺师, 本科, 研究方向: 园艺作物试验示范、技术推广。

表1 茶园采样点情况

Tab.1 Sampling points of tea garden

采样点 Sampling point	茶树品种 Tea plant variety	采样层次 Sampling level	种植年限(年) Planting years
溧阳茶园1	黄金芽	0~20 cm	12
溧阳茶园2	中白1号	0~20 cm	10
溧阳茶园3	福鼎大白	0~20 cm	12
溧阳茶园4	中白1号	0~20 cm	12
溧阳茶园5	白叶1号	0~20 cm	15
金坛茶园1	黄金芽	0~20 cm	13
金坛茶园2	福鼎大白	0~20 cm	10
金坛茶园3	黄金芽	0~20 cm	12
金坛茶园4	中白1号	0~20 cm	12
金坛茶园5	黄金芽	0~20 cm	11

茶园土壤样品的采集,以0~20 cm的表层土壤混合样为主。采样时根据茶园的面积和地形条件,决定样点的数量和分布,一般每100 hm²内设置1组(3~5个)平行样点,再将多个平行样点混合成一个均匀的土样,采用四分法弃取至每个混合土样保留1 kg左右。土样经风干磨碎后,分别过1 mm筛和0.149 mm筛备用。土壤pH值采用电位法(PHS-3E,雷磁,中国),水土比2.5:1测定。

表2是常州市典型茶园0~20 cm土层土壤pH值检测结果,表明此次调查的大部分茶园均存在不同程度的酸化现象。10个典型茶场0~20 cm土层土壤pH值平均为4.32,最大值为5.56,最小值为3.70。其中以茶场个数计,pH值低于4.0的茶场占30%,pH值在4.0~4.5的茶场占30%,pH值大于4.5的占40%;以茶场面积计,pH值低于4.0的茶场面积占总面积的41.2%,pH值在4.0~4.5茶场占总面积的22.4%,pH值大于4.5占总面积的36.4%。据以往的研究结果表明,茶树适宜生长的土壤pH为4.5~5.5、尤以5.5为最适值来看,目前调查的常州市大部分茶园土壤

pH值都低于这一最适值,有的茶园土壤pH值甚至低于4.0。由此可见,目前常州市部分茶园土壤已严重酸化,无疑对常州茶叶产量的提高和品质的保证产生影响。

表2 常州市典型茶园0~20 cm土层土壤pH值

Tab.2 Soil pH values of 0~20 cm soil layer in typical tea gardens in Changzhou City

茶园 Tea plantation	茶园总面积(hm ²) Total area of tea garden	茶园土壤pH值 (水土比2.5:1) PH value of tea garden soil
溧阳茶园1	20	4.54
溧阳茶园2	15	4.08
溧阳茶园3	45	5.56
溧阳茶园4	65	3.70
溧阳茶园5	23	3.92
金坛茶园1	27	4.59
金坛茶园2	30	4.73
金坛茶园3	35	4.02
金坛茶园4	25	4.29
金坛茶园5	50	3.74

1.2 茶园土壤部分理化性质现状与表现特征

为进一步了解常州茶园土壤质量现状,将选定的典型茶园土壤部分理化性质进行了测定,检测指标包括土壤容重、土壤速效磷、土壤速效钾、土壤硝态氮和土壤铵态氮。土壤容重采用环刀法测定:将采集后的环刀土样置于105℃烘箱中烘干至恒重,计算失水质量与烘干土质量的比值。土壤速效磷采用0.03 mol·L⁻¹NH₄F-0.025 mol·L⁻¹HCl提取-钼锑抗比色法测定。土壤速效钾采用0.03 mol·L⁻¹NH₄OAC浸提-火焰光度法测定。土壤硝态氮、铵态氮采用70℃热水浸提(水土比1:5,m/v)流动注射分析仪法测定。测定的具体数值如表3所示。

表3 常州市典型茶园0~20 cm土层土壤部分理化指标数值

Tab.3 Values of some physical and chemical indexes of 0~20 cm soil layer in typical tea gardens in Changzhou City

茶园 Tea plantation	土壤容重(g·cm ⁻³) Soil bulk density	速效磷(mg·kg ⁻¹) Rapidly available phosphorus	速效钾(mg·kg ⁻¹) Rapidly available potassium	硝态氮(mg·kg ⁻¹) Nitrate nitrogen	铵态氮(mg·kg ⁻¹) Ammonium nitrogen
溧阳茶园1	1.53	2.981	324.5	87.4	13.8
溧阳茶园2	1.61	3.171	361.5	44.2	5.0
溧阳茶园3	1.45	0.287	262.6	120.5	5.9
溧阳茶园4	1.59	1.293	319.4	161.5	42.9
溧阳茶园5	1.61	1.474	98.5	56.4	4.6
金坛茶园1	1.55	0.021	72.1	18.9	4.6
金坛茶园2	1.61	0.238	201.7	37.3	4.0
金坛茶园3	1.65	0.110	50.1	39.1	5.3
金坛茶园4	1.62	0.704	207.8	33.4	4.3
金坛茶园5	1.55	0.934	67.5	59.4	5.0

从本次调查的常州典型茶园土壤理化指标来看, 10个典型茶场0~20 cm土层土壤容重平均为 $1.58 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 最大值为 $1.65 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 最小值为 $1.45 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。其中以茶场个数计, 土壤容重大于 $1.6 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 的占比50%, 表明有一半的调查茶园土壤趋于紧实, 耕性不良。从调查点土壤养分指标来看, 茶园土壤速效磷含量 $0.021 \sim 3.171 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 远低于正常优质高产茶园土壤速效磷 $20 \sim 30 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 标准。茶园土壤速效钾含量 $50.1 \sim 361.5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 其中有4家茶场土壤速效钾含量低于 $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 远低于正常优质高产茶园土壤速效钾 $100 \sim 150 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 标准。土壤硝态氮方面, 除了金坛茶园1(土壤硝态氮 $18.9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), 其余9家茶场土壤硝态氮均超过 $20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。土壤铵态氮方面, 除了溧阳茶园1($13.8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)和溧阳茶园4($42.9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), 其余8家茶场土壤铵态氮含量均低于 $10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。可见, 此次调查的常州典型茶园土壤呈现土壤紧实、板结、缺磷、富氮的问题。

2 常州市茶园土壤酸化因子分析及对策建议

2.1 常州茶园土壤酸化因子分析

茶园土壤酸化主要包括外源因子和内源因子。其中, 外源因子主要包括茶树种植管理过程中人为因素和环境恶化带来的酸沉降对茶园土壤酸度的影响。以往的许多研究表明, 不合理施肥是导致茶园土壤酸化的首要因素^[7], 在茶园管理过程中茶农习惯大量使用生理酸性氮肥, 造成土壤中 NH_4^+ 浓度增加, 进而形成明显的阳离子积聚区。同时, 常州产茶地区雨水丰沛, 在雨水的冲刷力作用下盐基阳离子不断淋失, 土壤团粒结构破坏, 也会一定程度上导致土壤酸化。长时间高频率施用硫酸铵、尿素等化学氮肥, 促进了茶园土壤中氨氧化细菌的生长, 加快了土壤硝化矿化反应速率, 促使土壤中 NO_3^- 含量的增加, 从而加快了土壤酸化进程^[8]。此外, 酸沉降导致的茶园土壤酸化也是不可忽视的因子之一^[9-10]。此次调查的茶场, 少部分附近存在工业企业或矿场, 一些酸沉降物质随着降水落到地面, 进入茶园土壤导致土壤酸化。

常州茶园土壤酸化除了受到施肥管理、环境因素等外源因子影响外, 还受内源因子影响, 即茶树自身的物质代谢。已有文献资料表明, 茶树不仅可以通过矿质元素的生物循环、吸收、转运、凋落、

还田等因素影响土壤酸度, 还可以通过自身根际长期聚铝、分泌有机酸、吸收 NH_4^+ 而释放 H^+ 直接影响土壤环境^[2]。

2.2 常州茶园土壤酸化治理的对策建议

结合以上的调查研究数据以及前人的研究成果可知, 常州种植年限较长的茶园呈现出土壤严重酸化、紧实、板结、缺磷、富氮等问题, 亟需落实多措并举、因地制宜的土壤改良措施。首先, 在茶园栽培管理各项环节中, 应避免茶树修剪和凋落物直接还园所造成的茶园土壤酸化, 建议将茶树修剪和凋落物腐熟发酵充分后还园。其次, 对于已经酸化的茶园土壤, 建议按其土壤酸化程度进行分段治理, 即土壤pH值低于4.5的茶园, 土壤改良以增加交换性 Ca^{2+} 和其他盐基离子为主, 考虑适量施用含钙、镁的肥料, 或选择碱性较高、灰分较少的生物质炭, 调节土壤酸度。土壤pH值处于4.5~5.0的茶园, 土壤对酸性物质的加入敏感, 应少施致酸肥料, 增施生物有机肥, 增施绿肥, 增强土壤抗逆性能。对土壤pH值大于5.0的茶园, 应注重平衡施肥, 避免盐基离子的过度流失。

3 结语

综上所述, 当前常州茶园面临着不同程度的土壤酸化、板结退化问题, 且尤以种植年限较长的茶园为重。为此, 只有通过外源酸化因子的控制和内源酸化因子的调节, 双管齐下才有可能从根本上解决常州茶园土壤退化的问题。当地茶企要按照茶园土壤的酸化程度开展分段治理、土壤修复, 比如应用“茶树修剪和凋落物腐熟发酵还园”、“增施生物有机肥”、“施用生物质炭”、“施用绿肥”等措施。当地茶农应避免长期偏施化学氮肥习惯, 做到科学合理施肥、测土配方施肥。

参考文献

- [1] 冯碧云, 谢黎韬, 金军, 等. 常州市茶产业发展现状与对策分析[J]. 现代园艺, 2022(21): 87-89.
FENG Biyun, XIE Juntao, JIN Jun, et al. Analysis of the Current Situation and Countermeasures of Tea Industry Development in Changzhou[J]. Modern Horticulture, 2022(21): 87-89.
- [2] 黄兴成, 杨叶华, 刘彦伶, 等. 我国茶园土壤酸化现状、问

- 题及调控途径[J]. 中国土壤与肥料, 2024 (7) : 221-227.
- HUANG Xingcheng, YANG Yehua, LIU Yanling, et al. Soil acidification of tea plantation in China: status, problems and its control measures[J]. *Soil and Fertilizer Sciences in China*, 2024 (7) : 221-227.
- [3] 颜鹏, 韩文炎, 李鑫, 等. 中国茶园土壤酸化现状与分析[J]. 中国农业科学, 2020, 53 (4) : 795-801.
- YAN Peng, HAN Wenyan, LI Xin, et al. Present Situation and Analysis of Soil Acidification in Chinese Tea Garden[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2020, 53 (4) : 795-801.
- [4] 曹丹, 张倩, 肖峻, 等. 江苏省典型茶园土壤酸化速率定位研究[J]. 茶叶科学, 2009, 29 (6) : 443-448.
- CAO Dan, ZHANG Qian, XIAO Jun, et al. Localized Monitoring of Soil Acidification Rate of Tea Garden in Jiangsu Province[J]. *Journal of Tea Science*, 2009, 29 (6) : 443-448.
- [5] 张帅, 户杉杉, 潘荣艺, 等. 茶园土壤酸化研究进展[J]. 茶叶, 2019, 45 (1) : 17-23.
- ZHANG Shuai, HU Shanshan, PAN Rongyi, et al. Research Progress on Soil Acidification of Tea Garden[J]. *Journal of Tea*, 2019, 45 (1) : 17-23.
- [6] Peng Y, Liangquan W, Donghui W, et al. Soil acidification in Chinese tea plantations[J]. *Science of The Total Environment*, 2020 (715) : 136 963.
- [7] 汪文俊, 朱林, 徐小雷, 等. 茶园土壤改良研究进展[J]. 广东化工, 2024, 51 (18) : 86-87.
- WANG Wenjun, ZHU Lin, XU Xiaolei, et al. Research Progress in Soil Improvement in Tea Plantation[J]. *Guangdong Chemical Industry*, 2024, 51 (18) : 86-87.
- [8] Yanyan J, Xiangde Y, Kang N, et al. Nitrogen addition reduces phosphorus availability and induces a shift in soil phosphorus cycling microbial community in a tea (*Camellia sinensis* L.) plantation[J]. *Journal of Environmental Management*, 2023 (342) : 118 207.
- [9] 徐火忠, 吴林土, 李贵松, 等. 茶园土壤酸化修复技术研究进展[J]. 中国茶叶, 2023, 45 (1) : 12-17.
- XU Huozhong, WU Lintu, LI Guisong, et al. Research Progress of Soil Acidification Research Progress of Soil Acidification Remediation Technologies in Tea Gardens[J]. *China Tea*, 2023, 45 (1) : 12-17.
- [10] 姜冠杰, 何小林, 刘敏, 等. 江西省主要土地利用方式下土壤酸化现状探究[J]. 江西农业学报, 2021, 33 (5) : 46-55.
- JIANG Guanjie, HE Xiaolin, LIU Min, et al. Research on Current Situation of Soil Acidification under Main Land Use Modes in Jiangxi Province[J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2021, 33 (5) : 46-55.

Analysis of Soil Acidification of Tea Garden in Changzhou

KONG Chao, FENG Biyun, BAI Dezhi, LIU Jia, DONG Yuanyuan

(Changzhou Agricultural Comprehensive Technology Extension Center, Changzhou Jiangsu 213003, China)

Abstract: Field investigations were conducted on typical tea gardens in Changzhou and the current status and development trends of soil acidification in tea gardens were analyzed. The results were showed that tea gardens with longer planting years exhibited prominent problems such as soil acidification, compaction, phosphorus deficiency, and nitrogen enrichment to varying degrees. It is recommended that local tea companies carry out segmented management and soil remediation according to the degree of soil acidification in tea gardens, including “the use of tea plant pruning material to field undergone sufficient fermentation”, “biofertilizer application”, “biochar applicaiotn”, “green manure application”, etc. Local tea farmers should avoid the habit of long-term biased application of chemical nitrogen fertilizers, and achieve scientific and reasonable fertilization, soil testing and formula fertilization.

Keywords: tea garden soil, acidification, present situation, countermeasure

Fund project: Changzhou Agricultural Science and Technology Innovation and Demonstration Project in 2023 (KCSF 2023-01)

Correspondence author: FENG Biyun (1993-), female, Han nationality, from Lantian, Shaanxi, agronomist, bachelor, research direction: horticultural crop experiment demonstration, technology extension.