

文献著录格式: 高雅迪, 胡渊渊, 吴家胜. 氮沉降对香榧林地土壤理化性状及植株性状的影响 [J]. 浙江农业科学, 2020, 61 (10): 2006-2008, 2012.

DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20201017

氮沉降对香榧林地土壤理化性状及植株性状的影响

高雅迪, 胡渊渊, 吴家胜*

(浙江农林大学 省部共建亚热带森林培育国家重点实验室, 浙江 杭州 311300)

摘要: 为研究氮沉降对香榧林地土壤性质和植株生长的影响, 分别设置了无沉降 (CK) 和年沉降量 $30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ (N30) 2 个处理, 于 2015—2018 年开展氮沉降模拟试验。结果表明, 与 CK 相比, N30 处理下香榧林地的土壤 pH 值和速效钾含量显著降低, 但碱解氮、全氮、速效磷和全磷含量无明显变化; N30 处理下香榧当年生叶片的钾含量显著降低 26.2%, 锌含量显著增加 27.0%, 而氮、钙、锰、磷含量均无明显变化; N30 处理下香榧种实明显变小, 且种仁中的可溶性糖含量显著增加, 但种仁的含油率、淀粉含量和可溶性蛋白含量无明显变化。由此可知, 长期氮沉降会降低香榧林地土壤 pH 值, 促进香榧叶片对锌的吸收, 抑制对钾元素的吸收, 进而影响其光合产物的转化和运输, 使香榧种实发育受限。

关键词: 香榧; 氮沉降; 土壤理化性质; 种实品质

中图分类号: S664.5

文献标志码: A

文章编号: 0528-9017(2020)10-2006-03

大气氮沉降是指人类活动产生的活性氮进入大气后, 通过降水等一系列途径从大气中又沉降回到陆地或海洋生态系统的过程, 是 N 素循环的重要环节^[1]。我国现已成为欧美之后的第三大氮沉降区域^[2], 年平均氮沉降量已达 $21.1 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 其中东南区域最为严重, 高达 $35.6 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[3]。尤其值得关注的是, 有研究预计, 今后热带亚热带地区将成为全球大气氮沉降最严重的区域^[4]。

香榧 (*Torreya grandis* cv. *merrilli*) 为裸子植物, 是榧树 (*Torreya grandis* Fort. ex Lindl) 中经过无性繁殖的优良栽培品种类型^[5], 也是我国山地重要的经济树种, 发源地与主产地均在浙江会稽山区^[6]。香榧种仁作为极具营养价值的坚果, 含有丰富的蛋白质、粗纤维、脂肪酸和多种维生素^[5,7]。在本研究检索范围内, 大量的有关氮沉降的研究主要集中在植物生产力、温室气体排放和土壤微生物等方面^[8-10], 关于氮沉降对果实发育影响的研究鲜见报道。在氮沉降持续升高的背景下, 明确长期氮沉降对香榧林地土壤元素、叶片元素和种仁品质的影响, 对于促进香榧生态栽培和保证香榧产业的持续健康发展兼具理论和实践意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点位于浙江省杭州市临安区於潜镇振大苗木场 ($30^{\circ}10'N$, $119^{\circ}22'E$), 为土质疏松、排水良好的山坡地。香榧林种植于 2001 年, 林分密度为 $1400 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$, 香榧树平均地径为 16.2 cm , 平均树高为 3.8 m , 平均树龄为 19 a。采用统一的田间管理, 一年施肥 2 次: 3 月中旬施入速效肥, 促进新梢和雌球花发育; 9 月中旬采果以后施用化肥和有机肥, 为第 2 年生长期积累养分。

1.2 处理设计

2015 年 4 月开始试验, 设置 2 个处理: 对照 (CK) 和人工模拟氮沉降处理 ($30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 记为 N30)。处理方法参考 Williams 等^[11]和 Sarathchandra 等^[12], 具体做法如下: N30 以 $4 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ 为一个样方面积, 从 2015 年 5 月开始每月月初按照设置的氮沉降量, 将对应的 NH_4NO_3 溶解于蒸馏水中, 用背式喷雾器从树冠上方均匀喷洒在样方内; CK 的样方内喷洒等量的蒸馏水。每个处理样树有 3 个重复。

1.3 样品采集

收稿日期: 2020-06-17

基金项目: 国家自然科学基金 (31570616); 浙江省公益技术研究计划 (LGN20C160002); 中央财政林业科技推广项目 (〔2019〕TS06)

作者简介: 高雅迪 (1996—), 女, 河南驻马店人, 硕士, 研究方向为森林培育, E-mail: gaoyadea@qq.com。

通信作者: 吴家胜 (1969—), 男, 浙江杭州人, 教授, 博士, 研究方向为经济林培育, E-mail: wujsh@zafu.edu.cn。

1.3.1 土样采集

在香榧种子收获后, 即 2018 年 9 月下旬采集土样。在每株树冠地面的投影面积, 距树干 50~70 cm 处于东、西、南、北 4 个方位采集表层(0~20 cm) 土样, 混合后装入 1 个干净的塑料密封袋内, 带回土壤风干室。

1.3.2 叶片和种实采集

取样高度选择距地 1.5 m 处, 在香榧树的外围, 从东、西、南、北 4 个方向分别采集当年生枝条 2 个。同一株香榧的叶片混合装袋。将样品带回实验室, 80 °C 烘至恒重, 粉碎、过筛后供化学分析使用。待种实成熟期 (2018 年 9 月 10 日), 随机选取 60 粒种实, 用于形态指标测定和种仁品质测定。

1.4 测定方法

1.4.1 土壤理化性质测定

土壤 pH 测定: 用 1 mol · L⁻¹ KCl 浸提, 液土体积质量比 2.5 : 1, 振荡 30 min 后, 用 pH 计测定悬浊液 pH 值。土壤全氮采用凯氏定氮法测定, 碱解氮采用镉柱还原法测定, 全磷采用 (HClO₄-H₂SO₄ 浸提) 钼蓝比色法测定, 速效磷采用 NH₄F-HCl 法测定, 速效钾采用 1 mol · L⁻¹ 中性醋酸铵提取-原子吸收分光光度法测定, 总有机碳采用重铬酸钾氧化-外加热法测定。详细方法参考鲁如坤^[13]。

1.4.2 叶片元素测定

叶片氮含量采用凯氏定氮法测定, 磷含量采用钼锑抗比色法测定, 钾、镁、钙、锰、锌含量直接用乙炔空气火焰的原子吸收分光光度计 (M6 型,

Thermo Fisher Scientific) 测定。具体方法参考董鸣^[14]。

1.4.3 香榧种实大小形态与种仁品质测定

待种实成熟期 (2018 年 9 月 10 日), 随机选取 20 粒种实, 用游标卡尺测量每粒种实的长度 (L)、宽度 (W), 并用电子天平称量鲜重, 精确到 0.001 g。用刀片取下假种皮后, 放置于 105 °C 烘箱中杀青 40 min, 再 65 °C 烘 24 h 至恒重, 称量干重, 精确到 0.001 g。

参考郝再彬等^[15]的方法测定含油率。用液氮将种子研磨后, 放入 65 °C 的烘箱烘干, 滤纸在使用之前先烘 1 h 并进行称量, 取烘干后样品约 4 g, 用烘干后的滤纸包好, 再进行烘干操作。之后, 称量滤纸与样品烘干后的总重。用 30~60 °C 石油醚提取 8~10 h, 用旋转蒸发仪分离石油醚与油, 油放入 4 °C 冰箱保存, 用于脂肪酸组分测定, 样包放入 65 °C 烘箱烘干后进行称量, 计算含油率。淀粉和可溶性总糖的测定采用蒽酮比色法, 可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝法, 具体方法参考孔祥生等^[16]。

1.5 数据分析

所有数据采用 SPSS 16.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 对土壤养分的影响

从表 1 可知, 与 CK 相比, N30 处理下香榧林土壤的 pH 值和速效钾含量显著降低, 总有机碳含量显著增加, 碱解氮、全氮、速效磷和全磷含量均无显著变化。

表 1 不同处理下香榧林地土壤养分的变化

处理	pH	碱解氮/ (mg · kg ⁻¹)	全氮/ (g · kg ⁻¹)	速效钾/ (mg · kg ⁻¹)	速效磷/ (mg · kg ⁻¹)	全磷/ (g · kg ⁻¹)	总有机碳/ (g · kg ⁻¹)
CK	5.8±0.1 a	127.12±13.45 a	1.07±0.15 a	258.48±18.48 a	21.48±3.29 a	1.10±0.17 a	2.18±0.78 b
N30	5.3±0.1 b	111.97±6.99 a	1.05±0.05 a	224.90±18.51 b	23.49±4.14 a	1.09±0.06 a	4.01±0.33 a

注: 同列数据后无相同字母的表示差异显著 (P<0.05)。表 2~4 同。

2.2 对叶片营养元素的影响

从表 2 可知, 与 CK 相比, N30 处理下香榧当

年生叶片的钾含量显著降低, 镁、锌含量显著增加, 而氮、钙、锰、磷含量均无显著变化。

表 2 不同处理下香榧当年生叶片主要元素含量的变化

处理	氮含量/ (mg · g ⁻¹)	钙含量/ (mg · g ⁻¹)	镁含量/ (mg · g ⁻¹)	钾含量/ (mg · g ⁻¹)	锰含量/ (mg · kg ⁻¹)	锌含量/ (mg · kg ⁻¹)	磷含量/ (mg · g ⁻¹)
CK	14.68±1.07 a	18.54±0.66 a	5.6±0.1 b	7.36±0.49 a	53.20±0.98 a	63.30±2.02 b	1.38±0.05 a
N30	15.22±0.80 a	17.97±0.80 a	6.0±0.1 a	5.43±0.35 b	48.02±5.67 a	80.40±8.09 a	1.36±0.07 a

2.3 对种实外观形态的影响

从表 3 可知, 与 CK 相比, N30 处理下香榧种

实的纵径、横径和体积均显著降低, 每粒香榧种实的鲜重显著降低了 18.7%, 每粒种仁的鲜重、干

表3 不同处理下香榧种实外观形态的变化

处理	纵径/mm	横径/mm	体积/cm ³	单粒种实鲜重/g	单粒种仁鲜重/g	单粒种仁干重/g
CK	31.16±0.21 a	20.94±0.20 a	8.20±0.21 a	8.59±0.37 a	1.79±0.08 a	1.20±0.03 a
N30	30.04±0.42 b	18.73±0.40 b	6.30±1.11 b	6.98±0.24 b	1.31±0.07 b	0.88±0.04 b

重分别显著降低了26.8%和26.7%。

2.4 对种仁品质的影响

从表4可知,与CK相比,N30处理下香榧种仁中的可溶性糖含量显著增加,但含油率、淀粉含量和可溶性蛋白含量无显著变化。

表4 不同处理下香榧种仁品质的变化

处理	含油率/ %	可溶性糖/ (mg·g ⁻¹)	淀粉/ %	可溶性蛋白/ (mg·g ⁻¹)
CK	51.0±3.6 a	5.69±0.20 b	12.78±0.25 a	149.66±0.69 a
N30	51.9±2.4 a	6.36±19.9 a	13.78±0.62 a	144.26±6.04 a

3 讨论

土壤是植物养分的来源。N、P和K是植物生长所必需的大量元素。本研究结果显示,长期氮沉降下香榧林土壤中全N、碱解氮、全P、速效磷含量较CK处理无明显变化,但总有机碳含量显著增加,这可能是由于氮沉降通过抑制木质素的降解,在一定程度上抑制了凋落物的降解,导致土壤碳排放速率降低,从而增加了香榧林地土壤碳的储存^[17]。在充分供应N的土壤中,大量的NH₄⁺可供硝化作用,而NO₃⁻的易移动性使其极易从土壤中被淋溶,因此,长期氮沉降会加快土壤的酸化程度^[18]。这与本研究中N30处理下香榧林土壤pH降低了0.5个单位的结果一致。通常土壤pH值每降低1个单位,土壤有效锌含量增加5倍^[19]。锌是植物生长过程中一种重要的微量元素,但过量的锌不仅影响植物光合作用,进而降低生物量,还可能对钾等元素产生拮抗作用^[20]。本研究结果显示,N30处理下香榧当年生叶片的锌含量较CK显著增加了27.0%,同时叶片钾含量显著降低了26.2%,表明长期氮沉降下土壤pH的降低可能促进了香榧对锌的吸收,但也抑制了其钾元素的吸收。当然,若要明确这一假说,还需进一步研究不同土壤pH下香榧叶片中锌元素和钾元素的变化规律。

钾在促进果实发育、提高产量、增进品质、增强植物抗逆性等方面均具有十分重要的作用,因此,有“品质元素”之称^[21-22]。速效钾是最能直接反映土壤供钾能力的指标,和植物钾含量往往有比较好的相关性。研究表明,氮沉降处理下的土壤

速效钾含量显著降低,且随氮沉降时间的延长降幅增大^[23]。本研究结果显示,与CK相比,N30处理下香榧林地土壤中的速效钾和香榧当年生叶片中的钾含量均显著降低,而且N30处理的香榧种实显著小于CK,表明长期氮沉降加速土壤中速效钾的淋失,影响香榧种实的发育。

参考文献:

- [1] 蔡玉婷,黄永芳,张太平,等. 模拟氮沉降对木荷人工幼林地土壤氮素、碳素和微生物量垂直分布的影响[J]. 生态环境学报,2013,22(5):755-760.
- [2] ACKERMAN D, MILLET D B, CHEN X. Global estimates of inorganic nitrogen deposition across four decades [J]. Global Biogeochemical Cycles, 2019, 33(1): 100-107.
- [3] LÜ C, TIAN H Q. Spatial and temporal patterns of nitrogen deposition in China: synthesis of observational data [J]. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 2007, 112(D22): D22S05.
- [4] REAY D S, DENTENER F, SMITH P, et al. Global nitrogen deposition and carbon sinks [J]. Nature Geoscience, 2008, 1(7): 430-437.
- [5] 黎章矩,程晓建,戴文圣,等. 香榧品种起源考证[J]. 浙江林学院学报,2005,22(4):443-448.
- [6] 程晓建,黎章矩,戴文圣,等. 榧树种质资源调查与评价[J]. 果树学报,2009,26(5):654-658.
- [7] 于美,张川,曾茂茂,等. 香榧坚果中油脂和蛋白质的研究进展[J]. 食品科学,2016,37(17):252-256.
- [8] 李红梅,万福绪,李杰,等. 墨西哥柏幼苗生长和光合生理对氮沉降的响应[J]. 林业科技开发,2014,28(1):73-77.
- [9] 刘志伟,杨桂军,赵艳虹,等. 氮沉降对森林土壤主要温室气体排放的影响[J]. 林业勘查设计,2017(4):9-11.
- [10] 徐雷. 氮沉降对杉木人工林土壤理化性质和酶活性的影响[D]. 福州:福建农林大学,2007.
- [11] WILLIAMS B L, SILCOCK D J. Nutrient and microbial changes in the peat profile beneath *Sphagnum magellanicum* in response to additions of ammonium nitrate [J]. The Journal of Applied Ecology, 1997, 34(4):961.
- [12] SARATHCHANDRA S, GHANI A, YEATES G, et al. Effect of nitrogen and phosphate fertilisers on microbial and nematode diversity in pasture soils [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2001, 33(7/8):953-964.
- [13] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [14] 董鸣. 中国生态系统研究网络观测与分析标准方法:陆地生物群落调查观测与分析[M]. 北京:中国标准出版社,1996.

(下转第2012页)

光源延时补光对番茄幼苗生长的影响时发现,红蓝比9:1组合光处理的幼苗比红绿比9:1组合光处理的幼苗稍显矮粗,壮苗指数略高,但差异不显著,本实验与其有类似结果,但本实验中红蓝比2:1组合光处理的幼苗茎粗和壮苗指数均显著高于红绿比2:1组合光处理的幼苗茎粗和壮苗指数。

有些对绿光和黄光的研究都是在红蓝光的基础上添加组合后进行的,如陈艺群等^[14]发现在红蓝光的基础上分别添加不同比例的绿光、黄光后(光照强度均为 $300 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),均可显著提高西瓜幼苗壮苗指数,植株矮壮,其中光质5R/4B/1Y(红光:蓝光:黄光为5:4:1)表现出较佳的育苗优势。刘振威等^[15]在辣椒育苗的研究中有类似结论,即红蓝黄光比5:4:1可作为促进辣椒幼苗生长的最优光源组合。在弱光条件下三色复合光和两色复合光的比较研究有待进一步揭示。

参考文献:

- [1] 胡阳,江莎,李洁,等. 光强和光质对植物生长发育的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),2009,30(4): 296-303.
- [2] JACKSON J E, PALMER J W. Effects of shade on the growth and cropping of apple trees. II. effects on components of yield [J]. Journal of Horticultural Science, 1977, 52(2): 253-266.
- [3] PETTAI H, OJA V, FREIBERG A, et al. The long-wavelength limit of plant photosynthesis [J]. FEBS Letters, 2005, 579(18): 4017-4019.
- [4] 蔡淑芳,刘现,吴敬才,等. LED光质对小白菜生长及品质影响的研究进展[J]. 福建农业科技,2019(7): 65-69.
- [5] 陈文昊,徐志刚,刘晓英,等. LED光源对不同品种生菜生长和品质的影响[J]. 西北植物学报,2011,31(7): 1434-1440.
- [6] 王挺进,杨洋,杨榭崧,等. LED光质对上海青与樱桃萝卜早期生长的影响[J]. 黑龙江农业科学,2019(10): 75-79.
- [7] OYAERT E, VOLCKAERT E, DEBERGH P. Growth of *Chrysanthemum* under coloured plastic films with different light qualities and quantities [J]. Scientia Horticulturae, 1999, 79(3/4): 195-205.
- [8] 刘文科,杨其长,魏灵玲. LED光源及其设施园艺应用[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2012.
- [9] 黄碧阳,林碧英,李彩霞,等. LED红蓝光配比对菠菜生长及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(7): 131-135.
- [10] 李青竹,蔡友铭,杨贞,等. 不同LED光质对石蒜幼苗生长、生理和生物碱积累的影响[J]. 应用与环境生物学报,2019,25(6): 1414-1419.
- [11] 方临志,马稚昱,年海,等. 光质对菜用大豆苗期光形态建成及根冠比的影响[J]. 大豆科学,2018,37(3): 366-372.
- [12] 杜洪涛. 光质对彩色甜椒幼苗生长发育特性的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2005.
- [13] 朱鹿坤,陈俊琴,赵雪雅,等. 红蓝绿LED延时补光对日光温室番茄育苗的影响[J]. 中国蔬菜,2019(10): 51-57.
- [14] 陈艺群,王婷婷,马健,等. 光质对西瓜幼苗生长及光合特性的影响[J]. 中国蔬菜,2019(4): 45-50.
- [15] 刘振威,孙丽,贾文庆,等. 不同LED光源对辣椒幼苗形态建成及生理特性的影响[J]. 北方园艺,2018(2): 77-82.
- (责任编辑:张韵)
-
- (上接第2008页)
- [15] 郝再彬,苍晶,徐仲. 植物生理实验[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004.
- [16] 孔祥生,易现峰. 植物生理学实验技术[M]. 北京:中国农业出版社,2008.
- [17] 彭勇. 模拟氮沉降对瓦屋山次生常绿阔叶林地下碳循环过程和土壤生化特性的影响[D]. 雅安:四川农业大学,2016.
- [18] 肖辉林. 大气氮沉降对森林土壤酸化的影响[J]. 林业科学,2001,37(4): 111-116.
- [19] ALLOWAY B J. Key heavy metals and metalloids [M] // Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability. Dordrecht: Springer, 2012.
- [20] 宋长征. 锌元素对梅鹿辄葡萄果实与葡萄酒质量及幼苗生长的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2018.
- [21] 王仁才,夏利红,熊兴耀,等. 钾对猕猴桃果实品质与贮藏的影响[J]. 果树学报,2006,23(2): 200-204.
- [22] RIGHETTI T L. Ranking tissue mineral analyses to identify mineral limitations on quality in fruit [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1988, 113(3): 382-389.
- [23] 王强,陈冬萍,温磊. 土壤速效钾对模拟氮沉降增加的响应[J]. 萍乡高等专科学校学报,2010,27(3): 74-77.
- (责任编辑:高峻)