

“桃-鸡”种养结合模式对桃园土壤重金属含量的影响

吴红¹, 韩大勇², 陈宏军², 王健²

(1. 江苏农牧科技职业学院 园林园艺系, 江苏 泰州 225300; 2. 江苏农牧科技职业学院 动物科技学院, 江苏 泰州 225300)

摘要:以“白凤”水蜜桃为研究对象,研究了“桃-鸡”种养结合模式不同饲养密度对土壤重金属含量的影响。结果表明:“桃-鸡”种养结合模式可提高土壤有效 Zn 含量,各处理差异均达到极显著水平;随着饲养密度增大,初期土壤有效 Ni 含量增加,后期土壤有效 Ni 含量降低;宿迁 Ni 含量的最大值出现在 667 m² 饲养 10 只处理,兴化 Ni 含量最大值出现在 667 m² 饲养 40 只处理,姜堰在 667 m² 饲养 40~80 只处理时土壤有效 Ni 含量低于 CK;宿迁和姜堰土壤 Cr 含量在 667 m² 饲养 10 只处理达到最大值,兴化在 667 m² 饲养 80 只处理时达到最大值,泰州在 667 m² 饲养 60 只处理达最大值,比对照增加了 28.36%。试验表明“桃-鸡”种养结合模式可提高土壤重金属含量,但均在土壤环境质量标准(GB15618-1995)范围内。因此实现“桃-鸡”立体种养模式可充分利用立地空间,同时不会对土壤造成重金属污染风险。

关键词:“桃-鸡”种养结合;土壤;重金属;影响

中图分类号:S 662.106⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)16-0169-04

我国人口众多,但是耕地稀少,且由于各种因素导致我国耕地面积继续减少。因此,如何充分利用有限的耕地,提高土地的利用效率和经济效益是未来我国农业发展的主要方向^[1]。近年来,生态果园养鸡作为一种新型的养鸡模式,取得较好的经济效益和生态效益^[2]。已有研究表明,果园养鸡能充分利用林间土地,显著降低养鸡成本,提高鸡的品质。另外,通过种养结合、鸡吃林间的杂草,捕捉树下害虫,鸡粪还田,既可改善果园土壤结构和肥力,同时也可减少果园施肥、病虫害及杂草的防治成本,提高了果树产量和产品质量^[3-4]。但果园生态养鸡模式尚存在诸如养殖密度大小是否会造成土壤重金属超标等问题。该研究旨在研究实施“桃-鸡”种养结合模式时不同饲养密度下土壤中 3 种重金属含量的差异与累积变化规律,以期探讨种养结合循环利用模式对土壤重金属含量的影响,为种养结合循环利用模式的生态效益提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点共有 4 个农场,分别为江苏省泰州市兴化

市颐林农业生态科技有限公司农场,位于北纬 32°44'~33°16',东经 119°43'~120°16',土壤 pH 7.2;姜堰市农业生物发展有限公司农场,位于北纬 32°30',东经 120°09',土壤 pH 6.7;江苏省宿迁市泗阳县聚丰生态农业发展有限公司农场,位于北纬 33°23'~33°58',东经 118°20'~118°45',土壤 pH 7.1;位于泰州的江苏现代畜牧科技园农场,位于北纬 32°01'~33°10',东经 119°38'~120°32',土壤 pH 6.7;以上土壤类型均为黄棕壤^[5-9]。

1.2 试验材料

供试果园为桃园,占地面积 6 670 m²,栽培“白凤”水蜜桃,株行距 2 m×3 m;饲养鸡种为泰州“元宝鸡”。

1.3 试验方法

试验于 2013 年 1 月至 2015 年 12 月进行。每块样地采用 5 种饲养密度处理。桃园养鸡:采用林下散养方式于林间自由采食,早中晚各补充饲料 1 次,夜间栖于简易鸡舍,4 个农场均设 5 个处理,“桃-鸡”种养结合模式 667 m² 饲养密度包括:处理 1(T1):桃园养鸡 10 只;处理 2(T2):桃园养鸡 20 只;处理 3(T3):桃园养鸡 40 只;处理 4(T4):桃园养鸡 60 只;处理 5(T5):桃园养鸡 80 只。以不进行任何施肥、除草及病虫害等管理的果园为对照(CK),任桃树自由生长。供试土壤采用对角线五点采样法,采集后带回实验室 4℃ 保存待测。

1.4 项目测定

4 块样地自 2013 年 1 月放养鸡群,每年放养 2 批,连续养殖 3 年后用五点法采集各试验组 0~25 cm 土层的土壤进行重金属含量测定。采用 6300Radial 系列 ICP-OES(Thermo Fisher)测定重金属含量;土壤锌、镍、

第一作者简介:吴红(1979-),女,甘肃张掖人,硕士,讲师,研究方向为果树遗传育种。E-mail:wh02gs@126.com.

责任作者:王健(1974-),男,江苏如东人,硕士,副教授,现主要从事动物遗传育种与繁育等研究工作。E-mail:twjzjian@126.com.

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金资助项目(CX(13)3043);江苏省农业三新工程资助项目(SXGC(2015)302)。

收稿日期:2016-02-15

表 1

国家土壤环境质量二级标准

Table 1

Grade II of soil environmental quality standards

mg · kg⁻¹

重金属	As	Cr	Ni		Pb		Cu		Zn		Cd	
			pH<6.5	pH 6.5~7.5	pH<6.5	pH 6.5~7.5	pH<6.5	pH 6.5~7.5	pH<6.5	pH 6.5~7.5	pH<6.5	pH 6.5~7.5
含量	20	300	40	50	250	300	0	100	200	250	0.3	0.6

镉全量的消解采用 HF-HClO₄-HNO₃ 三酸消解法^[10]；土壤重金属指标主要依据国家土壤环境质量二级标准^[11]。

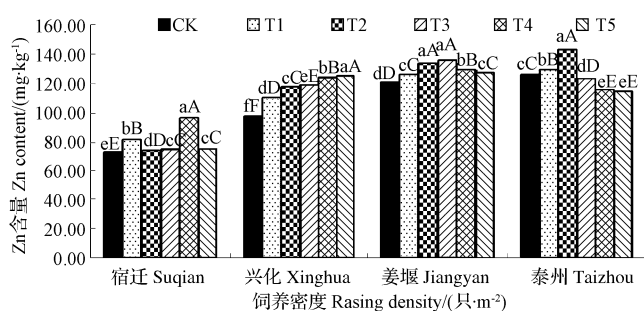
1.5 数据分析

采用 SPSS 11.0 统计软件进行数据处理与独立样本 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 不同饲养密度对桃园土壤 Zn 含量的影响

由图 1 可知, 果园土壤有效 Zn 含量随饲养密度的变化体现地区差异, 宿迁、姜堰和泰州土壤有效 Zn 含量随饲养密度增加呈现先增加后降低的趋势, 宿迁各处理土壤有效 Zn 含量均显著高于对照果园, T4 处理土壤有效 Zn 含量最大, 为 96.45 mg · kg⁻¹, 除 T3 与 T5 以外, 各处理间差异显著; 姜堰地区土壤 Zn 含量显著高于对照, T3 处理值最大, 为 135.475 mg · kg⁻¹, T2 次之, 二者之间差异不显著; 泰州地区土壤 Zn 含量 T2 时最大为 142.775 mg · kg⁻¹, 除 T4 与 T5 以外各处理间差异显著; 兴化地区土壤有效 Zn 含量随饲养密度的增加而增加, 各处理值均显著高于对照, 最大值出现在 T5 处理, 为 125.3 mg · kg⁻¹, 各处理间土壤 Zn 含量均达到极显著水平 ($P < 0.01$)。



注: 桃园鸡群不同饲养密度对土壤重金属含量的影响下, 用 LSD 法作效应分析, 小写字母 ($P < 0.05$) 表示差异显著。大写字母 ($P < 0.01$) 表示差异极显著。下同。

Note: Under the different breeding density on the soil heavy metal content, using LSD method analyze effect, the lowercase letters ($P < 0.05$) indicate significant difference. Capital letters ($P < 0.01$) indicate that the difference is very significant, the same below.

图 1 不同饲养密度对桃园土壤 Zn 含量的影响

Fig. 1 Effect of different raising densities on soil Zn content

2.2 不同饲养密度对桃园土壤 Ni 含量的影响

由表 2 可知, “桃-鸡”种养结合土壤 Ni 含量与对照相比, 各饲养密度土壤 Ni 含量均有所增加, 且饲养密度与其含量正相关, 各处理 Ni 重金属含量均超过土壤环

境质量标准一级标准限量, 但未达到二级标准 (≤ 40)^[12], 各农场随着饲养密度增大, 初期土壤有效 Ni 含量增加, 宿迁最大值出现在 T1 处理, 在 T3~T5 处理土壤的有效 Ni 含量甚至低于 CK, 分别比 CK 降低了 10.86%、13.16%、18.22%; 兴化最大值出现在 T3 处理, 且 T5 处理土壤有效 Ni 含量低于 CK, 比 CK 降低了 20.98%; 姜堰在 T3~T5 处理土壤有效 Ni 含量均低于 CK, 分别比 CK 降低了 1.95%、8.48% 和 10.53%; 泰州土壤有效 Ni 含量最大值出现在 T2, 显著高于其它处理与对照。原因可能是鸡粪含有的大量的还原剂—有机质, 随着鸡饲养密度的增大, 土壤通气状况、水分含量、土壤矿物组成、结构等均发生改变, 进而可能影响土壤氧化还原电位 (Eh)。随土壤氧化还原电位降低和硫化物形成, 土壤溶液中重金属 Ni 离子浓度相应下降。鸡粪还可通过某些微生物作用使金属发生氧化还原反应, 使土壤 Ni 从易溶解的价态转化为不易溶解的价态。

表 2 不同饲养密度对土壤 Ni 含量的影响

Table 2 Effect of different raising densities on soil Ni content

处理	试验地点 Experiment site			
Treatment	宿迁 Suqian	姜堰 Jiangyan	兴化 Xinghua	泰州 Taizhou
CK	22.56±0.56cC	29.73±0.55cB	26.65±0.03eE	32.68±0.29dC
T1	25.60±0.17aA	31.12±0.11bA	28.49±0.07cC	33.97±0.24cC
T2	23.57±0.28bB	31.55±0.20aA	32.38±0.43bB	39.60±0.93aA
T3	20.11±0.04dD	29.15±0.36dC	35.15±0.08aA	37.43±0.60bB
T4	19.59±0.02eD	27.21±0.21eD	27.64±0.33dD	36.61±0.37bB
T5	18.45±0.02fE	26.60±0.06fE	21.06±0.25fF	34.09±0.03cC

2.3 不同饲养密度对桃园土壤 Cr 含量的影响

由图 2 可以看出, 不同果园随鸡饲养密度的增大, 果园土壤 Cr 含量变化不同, 其含量均符合国家土壤环境质量一级标准 (≤ 90)。宿迁和姜堰在 T1 处理土壤 Cr 含量达到最大值, 分别比对照增加了 11.58%、18.94%; 兴化在 T5 处理时达到最大值, 比对照增加了 13.54%。

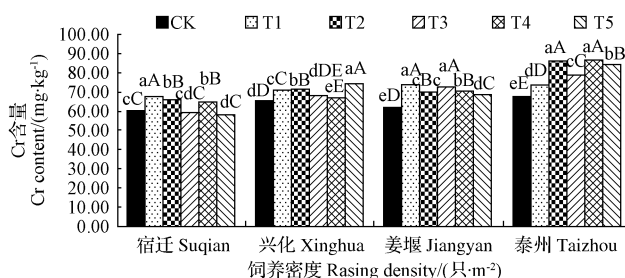


图 2 不同饲养密度对桃园土壤 Cr 含量的影响

Fig. 2 Effect of different raising densities on soil Cr content

泰州在 T4 处理达最大值,比对照增加了 28.36%,T2 次之,二者之间差异不显著,而二者极显著高于其它处理 ($P<0.01$)。

3 讨论

Zn 作为畜禽免疫辅助因子、免疫增强剂、抗氧化剂和补体,对畜禽繁殖和免疫能力方面起着十分重要的作用^[12];而 Zn 在畜禽体内的生物效价很低,大部分未能被吸收而随畜禽粪便排出体外,易对环境造成威胁^[13]。该试验中各饲养密度土壤中 Zn 含量均显著高于对照果园,表明“桃-鸡”种养结合能增加土壤有效 Zn 含量,参照国家土壤环境质量标准,各处理土壤有效 Zn 含量符合国家标准。吴清清等^[14]研究表明,潮土中施用 2 类有机肥使蔬菜植株 Zn 含量增加 1.2%~20.3%,但未超出国家食品卫生标准;而张妍等^[15]研究鸡粪施用量大于 50 t·hm⁻² 时,土壤中 Cu、Zn 全量均较对照显著提高;姚丽贤等^[16]研究结果表明,施用鸡粪可提高土壤中 As、Zn 含量,土壤中重金属含量符合国家标准,该研究结果与之一致。至于对桃园养鸡与重金属生物有效性关系的需进一步研究。

Ni 和 Cr 参与和协同胰岛素的作用,添入饲料后能提高畜禽生长性能、提高饲料效率,延长禽类的产蛋期,增加蛋质量,降低破蛋率^[17]。但其加入饲料后,动物体只能吸收利用部分,绝大部分残留在畜禽粪便释放于环境中,且由于重金属难迁移、易富集,因此对土壤和植物系统会产生危害^[18]。当土壤中的 Ni、Cr 等重金属超过植物的忍耐限度时,会引起植物的吸收和代谢失调,一些残留在植物体内的重金属会影响植物的生长发育,甚至导致遗传变异,周建华等^[19]研究发现,Cr 还可引起永久性的质壁分离并使植物组织失水。因此高浓度的 Cr³⁺ 处理可使水稻幼苗叶片可溶性糖和淀粉含量降低,而低浓度则对它们稍起促进作用。吴清清等^[14]研究了鸡粪有机肥,特别是 15% 有机肥施入土壤后会显著增加土壤 Cu、Pb、Cr 和 Cd 含量。该试验中不同饲养密度种养结合土壤 Ni、Cr 等重金属含量变化均符合国家土壤环境质量二级标准,且不同果园的土壤类型对重金属离子吸附能力不同,在一定程度上可以缓解对土壤环境的

压力。由于重金属具有难降解、毒性强等特点,因此,“桃-鸡”种养结合模式中重金属在土壤中的累积以及重金属缓慢释放等问题还需进一步研究。

参考文献

- [1] 侯鹏程. 土地利用方式的变化对土壤质量的影响[J]. 安徽农业科技, 2009, 37(15): 7098-7100.
- [2] 鄢新民, 冯建忠, 王献革, 等. 生态果园养鸡立体种养模式的探索[J]. 今日畜牧兽医, 2006(4): 38-40.
- [3] 周政华. 果园种草—养鸡农牧结合模式研究[J]. 广西园艺, 2006, 17(1): 3-5.
- [4] 顾永芬, 陶宇航, 吴启进, 等. 林下种草放养鸡效果分析[J]. 中国草食动物, 2004, 24(2): 20-21.
- [5] 朱莲, 杨春霞, 柳林景. 泰州市三大农区土壤肥力变化趋势及原因分析[J]. 土壤肥料, 2002(4): 19-22.
- [6] 贾纪萍, 丁宁. 泰州海陵区土壤有机质的测定[J]. 考试周刊, 2011(67): 239-240.
- [7] 祁石刚. 宿迁市耕地土壤肥力演变及培肥措施[J]. 农业开发与装备, 2013(3): 65-67.
- [8] 罗荣军, 朱同玉, 解兆泉. 兴化市土壤供氮性能试验研究[J]. 现代农业科技, 2014(24): 204-206.
- [9] 王艳蓉, 缪辰, 许爱霞. 泰州市姜堰区耕地地力评价与土壤改良利用措施[J]. 现代农业科技, 2014(15): 260-261.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [11] 国家环境保护部. 土壤环境质量标准: GB15618-1995[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995.
- [12] 姜娜. 不同畜禽粪便配比在烤烟上的施用效应及对重金属吸收的影响[D]. 福州: 福建农林大学, 2011.
- [13] 赵洪文, 文勇立, 王永, 等. 双流县种养结合循环利用模式下重金属元素分析[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2011, 37(1): 85-88.
- [14] 吴清清, 马军伟, 姜丽娜, 等. 鸡粪和垃圾有机肥对蔬菜生长及土壤重金属积累的影响[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(7): 1302-1309.
- [15] 张妍, 罗维, 崔晓勇, 等. 施用鸡粪对土壤与小白菜中 Cu 和 Zn 累积的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(12): 3460-3467.
- [16] 姚丽贤, 李国良, 何兆桓, 等. 连续施用鸡粪对菜心产量和重金属含量的影响[J]. 环境科学, 2007, 28(5): 1113-1119.
- [17] 王余丁, 赵国先, 卢艳敏, 等. 微量元素锌与畜禽营养研究进展[J]. 河北农业大学学报, 2002, 25(1): 110-114.
- [18] 洪宁, 艾鹭, 泽让东科, 等. 种养结合模式下土壤重金属的含量特征[J]. 家畜生态学报, 2015, 36(4): 44-49.
- [19] 周建华, 王永锐. 硅营养缓解水稻幼苗 Cd、Cr 毒害的生理研究[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(1): 11-15.

Effect of Peach-chicken Combination Mode on Heavy Metal Contents of Soil

WU Hong¹, HAN Dayong², CHEN Hongjun², WANG Jian²

(1. Landscape and Horticulture Department, Jiangsu Agri-animal Husbandry Vocational College, Taizhou, Jiangsu 225300; 2. College of Animal Science and Technology, Jiangsu Agri-animal Husbandry Vocational College, Taizhou, Jiangsu 225300)

Abstract: ‘Baifeng’ honey peaches were taken as research object, the effects of different feeding densities on soil heavy metal contents were studied. The results showed that soil Zn content could be improved in ‘peach-chicken’ combination mode, the difference reached significant level; soil available Ni content early increased after decreased with the soil with the feeding density increased, the maximum of Ni in Suqian appeared at 667 m² raising 10 chickens and Xinghua appeared

核桃林地间种模式对土壤理化性质的影响

贾代顺¹, 宁德鲁², 卯吉华¹, 肖良俊², 马婷², 景跃波²

(1. 云南省林业科学院 油茶研究所, 云南 广南 663300; 2. 云南省林业科学院 经济林研究所, 云南 昆明 650201)

摘要:以8年生漾濞大泡核桃幼林地为研究对象,以芋头、辣椒、玉米、茶叶4种作物为间种作物,采用实地采样和试验测定分析相结合的方法,对核桃林地不同间种模式下的土壤理化性质进行了比较分析,以期探讨适合核桃林地的最佳间种模式及核桃高效栽培技术的集成提供理论依据。结果表明:间种能改善核桃林地土壤理化性质,且间种芋头的效果最好,为核桃林地最佳间种模式;其次是间种辣椒,为核桃林地比较适宜的间种模式;而间种玉米及茶叶,不利于改善核桃林地土壤理化性质。

关键词:间种模式;核桃林地;土壤理化性质

中图分类号:S 664.106⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)16-0172-05

间种能够改良土壤理化性状^[1]。农林间种又称混农林业(Agroforestry),是在同一块土地中,人为地把多年生木本植物与其它栽培材料,在空间上或时间上按经营管理的需要安排在一起而进行土地管理技术系统的综合。农林间种是新型的土地利用方式,在综合考虑社会效益、经济效益和生态效益的前提下,将林业生产有机结合于农业生产系统中,具备为社会提供粮食、饲料和其它一些林副产品的功能优势^[2]。间种能保证自然资源的可持续发展,并逐步形成农业和林业研究的新领域和新思维^[3]。农林间种系统具有强大的生命力,在各国,尤其是在发展中国家得到了广泛的应用^[4]。

农林间种是综合经营管理土地,提高土地利用率的

主要途径之一,也是推进农、林业可持续发展的主要方式^[5-6]。农林间种在解决耕地减少、资源短缺、农林竞争矛盾等方面有不可替代的作用^[7];对土壤质量的维持和改善具有长期和稳定的作用,是实现我国农业和林业可持续发展的重要途径^[8];对改善农业生态环境、提高自然资源利用率、增加农民收入、促进生态和经济协调发展等方面具有重大意义^[9]。截至目前,在云南高原山区,核桃不同间种模式对林地土壤理化性质的影响研究几乎还是个空白。该研究旨在为核桃高效栽培技术的组装集成及云南核桃产业的健康、可持续发展提供基础理论依据和决策依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于临沧市临翔区凤翔镇大竹棚村,属亚热带低纬度山地季风气候,立体气候显著,海拔1650 m。年平均气温17.2℃。最热月份(6月)平均气温21.2℃,最冷月份(1月)平均气温10.7℃;日照时数2000 h,无霜期240 d;年降雨量920~1600 mm;土壤为棕红壤,土层相对较厚,质地较粘重,肥力较差,呈酸性。试验地底土样

第一作者简介:贾代顺(1975-),男,硕士,工程师,现主要从事经济林培育及高效示范栽培等研究工作。E-mail: 979498166@qq.com.

责任作者:景跃波(1974-),女,云南个旧人,博士,副研究员,现主要从事森林微生物和菌根学等研究工作。

基金项目:国家科技支撑计划子专题资助项目(2011BAD46B01-5)。

收稿日期:2016-04-18

at 667 m² raising 40 chickens, while those of Jiangyan, were even lower than that of CK appeared at 667 m² raising 40—80 chickens; soil Cr maximum content of Suqian and Jiangyan appear at 667 m² raising 10 chickens, Xinghua appeared at 667 m² raising 80 chickens and Taizhou appeared at 667 m² raising 60 chickens, the maximum value reached to 28.36%. It indicated that 'peach-chicken' breeding combination mode could increase the heavy metal content in soil, but which were lower than soil environmental quality standard (GB15618-1995). Therefore, the realization of 'peach-chicken' combination mode could make full use of the space, improve economic efficiency, and would not cause the risk of heavy metal pollution of soil.

Keywords: 'peach-chicken' ecological stocking; soil; heavy metal; effect