

吴 红,韩大勇,王 健.“桃-鸡”种养结合模式对桃园土壤养分含量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):277-280.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.083

“桃-鸡”种养结合模式对桃园土壤养分含量的影响

吴 红¹,韩大勇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:为探究“桃-鸡”种养结合模式对桃园土壤质地的影响,以江苏 4 个农场果园土壤为对象,研究了“桃-鸡”种养不同饲养密度下桃园土壤的表层土壤含水量、pH 值、土壤养分等的差异。结果表明:一定密度“桃-鸡”种养结合可提高桃园表层土壤含水量,但随饲养密度增大其表现为先升高后降低的趋势;“桃-鸡”种养结合可降低桃园土壤 pH 值;“桃-鸡”种养模式下不同地区土壤全氮含量、土壤速效磷含量和土壤速效钾含量均高于对照;不同饲养密度均可提高土壤中有机质的含量,各地区随着饲养密度的增加幅度不同,土壤 CEC 含量均有所积累,各处理间的差异均达到极显著水平。

关键词:“桃-鸡”种养结合;桃园;饲养密度;土壤;土壤养分含量

中图分类号: S662.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0277-03

桃是中国主栽的园艺水果之一,随着人们生活水平的提高,对桃的需求,特别是对优质无公害桃的需求呈大幅度上升。目前我国的水果生产主要参照大田作物的清耕法。侯启昌研究表明清耕法不利于土壤水分的保蓄^[1]。鄢新民等研究表明种养结合模式可以有效地利用土地资源,增加有限空间收入,发展成为水果种植的趋势模式^[2]。马兴林等研究表明种养有机结合可科学利用畜禽废弃物、促进果园土壤有机质含量增加,增加土壤酶活性,有效减少果园病虫害的发生,大大降低种植和养殖成本,提高果园的经济效益^[3]。本研究通过分析不同地区“桃-鸡”不同饲养密度生态种养模式下与非生态种养模式下桃园土壤养分含量的变化,以期为禽-果生态种养模式的发展提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地点和材料

试验地点共有 4 个农场,分别为:(1)江苏省泰州市兴化市颐林农业生态科技有限公司农场,土壤 pH 值 7.2;(2)泰州市姜堰区农业生物发展有限公司农场,土壤 pH 值 6.7;(3)江苏省宿迁市泗阳县聚丰生态农业发展有限公司农场,土壤 pH 值 7.1;(4)位于泰州农业开发区的江苏现代畜牧科技园农场,土壤 pH 值 6.7。以上土壤类型均为黄棕壤^[4-8]。试验时间为 2013 年 1 月到 2015 年 12 月。

1.2 试验设计

种养结合栽培模式桃园面积 6 670 m²,栽培阳山水蜜桃,

株行距 2 m×3 m;饲养鸡种为泰州“元宝鸡”。“桃-鸡”种养结合模式饲养密度包括:处理 1(T₁)为桃园养鸡 10 羽/667 m²;处理 2(T₂)为桃园养鸡 20 羽/667 m²;处理 3(T₃)为桃园养鸡 40 羽/667 m²;处理 4(T₄)为桃园养鸡 60 羽/667 m²;处理 5(T₅)为桃园养鸡 80 羽/667 m²。对照(CK)为非生态种养桃园,桃园管理采取常规管理方法。

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。

1.3 测定方法

在连续养殖 3 年后,用五点法采集生态种养模式和非生态种养模式桃园的土壤,采集 0~25 cm 土层,进行了 pH 值、全氮、速效磷、速效钾、有机质、土壤阳离子交换量(CEC)的测定。各指标测定方法见表 1。

表 1 土壤各指标测定方法^[9]

项目	测定方法
pH 值	电位法
全氮	半微量凯氏定氮法
速效磷	碳酸氢钠或氟化铵-盐酸浸提-钼锑抗比色法
速效钾	1 mol/L 乙酸铵浸提-火焰光度计法
有机质	重铬酸钾容量法-外加热法
CEC	1 mol/L 中性乙酸铵淋洗法

1.4 数据统计方法

数据统计运用 SPSS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同饲养密度对桃园土壤含水量的影响

图 1 为不同饲养密度处理下桃园 0~25 cm 土壤含水量变化。从图 1 可以看出,不同地区生态种养模式表层土壤含水量显著高于非生态种养模式。不同饲养密度下的表层土壤含水量研究结果表明,随着饲养密度增大,不同地区变化趋势不同,泗阳、兴化表层土壤含水量随饲养密度的增加而降低,其最大值出现在 T₁ 处理,分别比对照增加 80.1%、85.57%;姜堰、泰州农业开发区表层土壤含水量随饲养密度增加呈现

收稿日期:2016-02-26

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

作者简介:吴 红(1979—),女,甘肃张掖人,硕士,讲师,主要从事果树遗传育种与繁育研究。Tel:(0523)86158484;E-mail:wh02gs@126.com。

通信作者:王 健,硕士,副教授,主要从事动物遗传育种与繁育研究。E-mail:twjian@126.com。

先增加后降低的趋势,最大值出现在 T_3 处理,分别比对照增加 24.05%、69.90%。可见“桃-鸡”种养结合有利于提高土壤表层含水量,这将会为桃树生长提供较好的土壤水分环境,利于桃树生长和桃品质的发育。

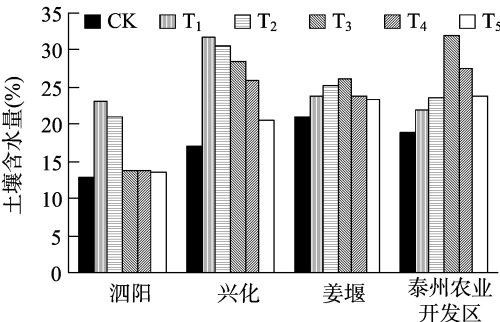


图1 不同饲养密度对桃园土壤含水量的影响

2.2 不同饲养密度对桃园土壤 pH 值的影响

由图 2 可以看出,与对照相比,不同密度处理的土壤 pH 值均有不同程度的下降,不同地区土壤不同饲养密度下土壤 pH 值下降程度不同,泗阳地区 T_3 、 T_4 处理土壤 pH 值降低幅度较大,兴化在 T_4 处理,姜堰在 T_5 处理,泰州农业开发区在 T_1 处理,这取决于不同地区的土壤结构组成,说明种养结合能在一定程度上降低土壤 pH 值,从而有效防止土壤盐渍化。经方差分析可知,不同饲养密度处理间土壤 pH 值差异不显著 ($F=2.03, P=0.1080$)。

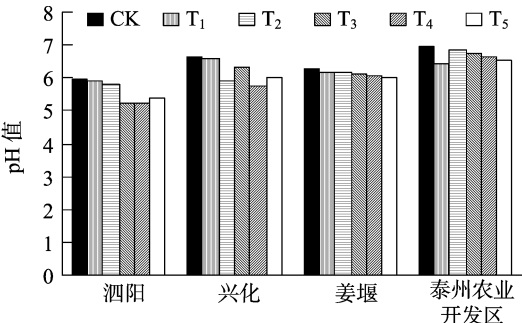


图2 不同饲养密度对桃园土壤pH值的影响

2.3 不同饲养密度对土壤养分含量的影响

2.3.1 对土壤全氮的影响 由表 2 可以看出,不同饲养密度下土壤全氮含量呈现“增长—稳定—下降”趋势。就各饲养密度而言,种养结合在不同程度上增加了土壤氮含量,除泗阳的 T_5 处理外各处理的全氮含量均高于对照,泗阳、姜堰和泰州农业开发区在 $T_1 \sim T_3$ 之间土壤中全氮含量升高,而在 $T_3 \sim T_5$ 之间土壤全氮含量明显降低,最大值出现在 T_3 ,分别比对照增加 60%、40% 和 61.4%;而兴化在 $T_1 \sim T_2$ 之间全氮含量增加, $T_2 \sim T_5$ 之间土壤全氮含量明显降低,最大值出现在 T_2 ,比对照增加 76.78%,说明“桃-鸡”种养结合有利于提高土壤中的全氮含量。

2.3.2 对土壤速效磷的影响 由表 2 可以看出,各地区不同饲养密度下的土壤速效磷含量,除泗阳的 T_2 、 T_5 处理、泰州农业开发区的 T_5 处理外均高于对照。泗阳和姜堰土壤速效磷含量随饲养密度增加而先增加后减小。最大值出现在 T_3 处理,分别为 215.43、189.35 mg/kg。兴化地区最大值出现在

T_2 处理,其值为 233.87 mg/kg,泰州农业开发区最大值出现在 T_1 处理,其值为 185.49 mg/kg,方差分析表明,各处理间土壤速效磷含量的差异均达到 5% 显著水平。

2.3.3 对土壤速效钾的影响 由表 2 可以看出,各饲养密度处理的土壤速效钾含量均高于对照,泗阳和泰州农业开发区不同饲养密度处理下土壤速效钾含量最大值出现在 T_1 处理,分别为 418.36、472.74 mg/kg。兴化土壤速效钾最大值出现 T_2 处理,其值为 396.70 mg/kg,姜堰土壤速效钾最大值出现 T_3 处理,其值为 316.99 mg/kg,除姜堰地区 T_2 和 T_5 处理外,各处理间土壤速效钾含量的差异均达到 5% 显著水平。

表 2 不同饲养密度对土壤养分含量的影响

地区	处理	全氮含量 (%)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)
宿迁	CK	0.55 ± 0.03dD	178.58 ± 0.11cC	196.42 ± 2.89fF
	T_1	0.74 ± 0.01bBC	189.48 ± 0.94bB	418.36 ± 3.41aA
	T_2	0.76 ± 0.01bB	139.51 ± 0.90eE	341.73 ± 3.62cC
	T_3	0.88 ± 0.03aA	215.43 ± 1.17aA	389.61 ± 0.71bB
	T_4	0.70 ± 0.02cC	179.77 ± 2.27cC	291.31 ± 1.64dD
	T_5	0.54 ± 0.02dD	165.60 ± 0.15dD	205.52 ± 2.79eE
兴化	CK	0.56 ± 0.02dD	148.27 ± 1.02fE	264.03 ± 1.71fF
	T_1	0.72 ± 0.04cBC	198.52 ± 2.62eD	326.29 ± 2.36dD
	T_2	0.99 ± 0.08aA	233.87 ± 4.79aA	396.70 ± 1.00aA
	T_3	0.81 ± 0.04bB	221.16 ± 3.35bB	316.33 ± 3.01eE
	T_4	0.78 ± 0.04bB	213.27 ± 0.70cC	385.40 ± 1.51bB
	T_5	0.63 ± 0.02dCD	203.98 ± 1.66dD	360.56 ± 2.33cC
姜堰	CK	0.56 ± 0.02cC	129.96 ± 0.51fE	214.25 ± 1.67eD
	T_1	0.60 ± 0.01bcBC	134.85 ± 3.70eD	271.50 ± 1.03cB
	T_2	0.61 ± 0.01bBC	145.98 ± 2.04cC	251.86 ± 1.03dC
	T_3	0.84 ± 0.05aA	189.35 ± 1.10aA	316.99 ± 4.27aA
	T_4	0.62 ± 0.01bB	150.86 ± 1.43bB	279.51 ± 7.55bB
	T_5	0.60 ± 0.01bcBC	139.34 ± 0.85dD	258.22 ± 1.46dC
泰州	CK	0.57 ± 0.02eD	108.55 ± 0.22eE	274.25 ± 3.32fF
	T_1	0.64 ± 0.02dC	185.49 ± 0.93aA	472.74 ± 5.08aA
	T_2	0.89 ± 0.02bA	147.03 ± 1.40cC	385.42 ± 6.09bB
	T_3	0.92 ± 0.01aA	166.75 ± 1.00bB	349.04 ± 0.92dD
	T_4	0.79 ± 0.03cB	111.72 ± 0.57dD	362.53 ± 1.79cC
	T_5	0.67 ± 0.02dC	104.72 ± 0.93fF	284.81 ± 1.41eE

注:用 LSD 法测验,不同小写字母、大写字母分别表示同一地区不同处理间差异达到 0.05、0.01 水平。

2.4 不同饲养密度对土壤有机质含量和 CEC 的影响

2.4.1 对土壤有机质含量的影响 土壤的核心成分是土壤有机质,同时土壤有机物是土壤中酶促底物的主要原料,也是构成土壤肥力的物质基础,在土壤风化、演变和土壤肥力转化过程中起着重要作用。由表 3 可以看出,不同地区不同饲养密度均可提高土壤中有机质的含量,但各地区各饲养密度增加趋势不同,泗阳、兴化、姜堰、泰州农业开发区 4 个样地土壤有机质增幅最小的为 T_5 ,土壤有机质含量为 0.51%、0.70%、0.7%、1.16%。泗阳和姜堰增幅最大的为 T_3 ,土壤有机质含量为 1.39% 和 1.56%,各处理间土壤有机质含量的差异均达到 1% 显著水平;兴化最大值出现在 T_4 ,其值为 1.20%,泰州农业开发区最大值出现在 T_1 ,其值为 2.59%。

2.4.2 对土壤 CEC 的影响 土壤阳离子交换量是土壤中所含有的全部交换性阳离子的总量,其大小可作为评价土壤保

肥能力的指标,是土壤缓冲性能的主要来源,是改良土壤和合理施肥的重要依据。按照土壤养分等级分级标准,CEC 低于 10 cmol/kg 表明土壤保肥力较弱,试验地基础 CEC 含量均在 10 cmol/kg 以上,在试验中各地区随着饲养密度的增加,土壤 CEC 含量均有所积累(表 3),各地区各饲养密度均可提高土壤中的 CEC,但增加趋势不同,泗阳地区土壤 CEC 增幅最大的为 T₂,土壤 CEC 值为 18.62 cmol/kg;兴化最大值出现在 T₁,其值为 18.33 cmol/kg,姜堰和泰州农业开发区最大值出现在 T₃,其值为 14.41 cmol/kg 和 23.59 cmol/kg。

表 3 不同饲养密度对土壤有机质含量和 CEC 的影响

地区	处理	有机质 (%)	CEC (cmol/kg)
泗阳	CK	0.50 ± 0.02eE	11.60 ± 0.02eE
	T ₁	1.23 ± 0.02bB	14.14 ± 0.02cC
	T ₂	1.12 ± 0.02cC	18.62 ± 0.07aA
	T ₃	1.39 ± 0.01aA	16.68 ± 0.21bB
	T ₄	1.06 ± 0.02dD	16.32 ± 0.28bB
	T ₅	0.51 ± 0.01eE	12.62 ± 0.48dD
兴化	CK	0.34 ± 0.02fF	10.72 ± 0.06eE
	T ₁	0.96 ± 0.01dD	18.33 ± 0.11aA
	T ₂	1.10 ± 0.02bB	15.70 ± 0.07bB
	T ₃	1.03 ± 0.02cC	14.69 ± 0.06cC
	T ₄	1.20 ± 0.02aA	13.45 ± 0.30dD
	T ₅	0.70 ± 0.03eE	9.48 ± 0.22fF
姜堰	CK	0.64 ± 0.05fE	10.52 ± 0.06fF
	T ₁	1.20 ± 0.03bB	12.97 ± 0.10cC
	T ₂	0.95 ± 0.04cC	13.25 ± 0.06bB
	T ₃	1.56 ± 0.02aA	14.41 ± 0.04aA
	T ₄	0.81 ± 0.02dD	12.72 ± 0.13dD
	T ₅	0.74 ± 0.03eD	12.33 ± 0.10eE
泰州农业开发区	CK	0.58 ± 0.03fE	10.35 ± 0.06fE
	T ₁	2.59 ± 0.01aA	13.27 ± 0.03dC
	T ₂	1.76 ± 0.03cC	21.36 ± 0.06bB
	T ₃	2.31 ± 0.02bB	23.59 ± 0.03aA
	T ₄	1.21 ± 0.01dD	13.59 ± 0.38cC
	T ₅	1.16 ± 0.02eD	11.89 ± 0.10eD

3 结论

“桃-鸡”种养结合能增加桃园土壤含水量,泗阳、兴化、姜堰和泰州农业开发区的最高值分别比对照增加 80.1%、85.57%、24.05% 和 69.90%，“桃-鸡”种养结合不同密度处理的土壤 pH 值均有不同程度的下降,不同地区土壤不同饲养密度下 pH 值下降程度不同,这取决于不同地区的土壤结构组成,说明种养结合能在一定程度上降低土壤 pH 值,从而有效防止土壤盐渍化;不同地区土壤全氮含量,除泗阳的 T₅ 处理下均高于对照,泗阳、姜堰、泰州农业开发区和兴化最大值分别比对照增加 60%、40%、61.4% 和 76.78%；“桃-鸡”种养结合提高土壤速效磷和速效钾含量,泗阳、姜堰、兴化和泰州农业开发区土壤速效磷最大值分别为 215.43、189.35、233.87、185.49 mg/kg,土壤速效钾含量最大值分别为 418.36、316.99、396.70、472.74 mg/kg。不同饲养密度均可提高土壤中有机质的含量,各地区随着饲养密度的增加幅度不同,土壤 CEC 含量均有所积累。

4 讨论

4.1 “桃-鸡”种养结合不同饲养密度与土壤养分含量的关系

王浩等指出土壤养分不仅是指示土壤肥力的重要物质基础,而且对农业生态系统的结构和功能也有着重要的影响,全氮、全磷、全钾含量的高低,能够反映该土壤的供肥潜力,而碱解氮、有效磷、有效钾含量的高低,则能直接说明土壤肥力状况^[10]。魏钦平等研究表明,鸡粪和草炭施肥可提高土壤有机质、全氮、速效磷等的质量分数^[11-12]。姜小凤等也指出梨园追施鸡粪,土壤有效氮磷钾含量高于施有机肥料^[13]。本研究实施“桃-鸡”种养结合模式 3 年后的 0~25 cm 耕层土壤氮、磷、钾素的全量与有效态含量均比对照区有显著的增加趋势,其中全氮、有效磷、有效钾的增量平均增加了 30%、23%、34%,这与周政华^[14]、赵明等^[15]的研究结果相一致,其原因在于家禽的排泄物中含有丰富的矿质元素^[16-19],这可能是土壤养分大幅度增加的主要原因,故可推测种养结合年限对氮磷钾等养分的聚集具有直接的影响,其具体的生化机理有待进一步研究。

4.2 “桃-鸡”种养结合不同饲养密度与土壤有机质含量和 CEC 的关系

张良英等指出有机质是土壤可持续经营的核心,决定了土壤的稳定性和弹性^[20]。种养结合桃园中鸡的排泄物作为有机肥直接施入桃园,同时由于鸡的践踏加快了果园地被杂草植物枯死还田,可以增加桃园土壤有机质含量,本研究结果与田伟龙等的研究结果^[21]相似,随着饲养密度的增加,土壤中有机质含量也随之增加。由增加幅度看,对于地区而言依次是泰州>姜堰>宿迁>兴化,主要受地区土壤结构影响,兴化有机质显著低的原因可能是土壤中全氮含量过高,过多消耗土壤中的有机质,造成该层土壤中有机质含量低。泰州农业开发区土壤全氮含量低,消耗土壤中的有机质少,造成该层土壤中有机质含量较高。因此,施肥时应做到与根据土壤中养分含量,做到测土施肥,防止养分流失。

参考文献:

- [1] 侯启昌. 黄河故道地区梨园生草栽培的生态效应[J]. 果树学报, 2009, 26(5): 739-743.
- [2] 鄢新民, 冯建忠, 王献革. 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.
- [3] 马兴林, 林治安, 杨守信, 等. 种养结合对农田养分投入及土壤肥力的影响[J]. 土壤肥料, 1999(3): 18-21.
- [4] 朱 莲, 杨春霞, 柳林景, 等. 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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): 204-204, 206.
- [8] 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.
- [9] 中国土壤学会. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科

汪纪仓,林霖,张才,等.葛根素对镉致大鼠生长性能和血液学指标损伤的保护作用[J].江苏农业科学,2016,44(11):280-282.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.084

葛根素对镉致大鼠生长性能和血液学指标损伤的保护作用

汪纪仓,林霖,张才,王宏伟,刘凤军,杨自军

(河南科技大学动物科技学院,河南洛阳 471003)

摘要:研究葛根素对镉致大鼠生长性能和血液生理指标的影响。将24只SD大鼠随机分为4组,每组6只。供应正常日粮和饮水,对照组灌服生理盐水,镉处理组腹腔注射氯化镉溶液(2 mg/kg Cd^{2+});葛根素组按照 100 mg/kg 体质量灌服葛根素,葛根素加镉组腹腔注射氯化镉溶液(2 mg/kg Cd^{2+}),并灌服 100 mg/kg 体质量的葛根素。每周称量大鼠体质量,4周后,采集大鼠血液并测定大鼠血液生理指标。处死大鼠,收集肝脏、肾脏、睾丸和心脏,计算器官系数。结果表明,与对照组相比,镉组体质量极显著降低($P<0.01$),肝脏的器官系数极显著升高($P<0.01$),睾丸器官系数极显著降低($P<0.01$);红细胞数目(RBC)和平均红细胞血红蛋白浓度(MCHC)显著降低($P<0.05$),血红蛋白(HGB)和红细胞压积(HCT)极显著降低($P<0.01$),葛根素对大鼠生长无影响。葛根素+镉组与镉组相比,肝脏的器官系数显著降低($P<0.05$),睾丸器官系数极显著升高($P<0.01$);RBC、MCHC、HGB和HCT显著或极显著降低($P<0.05$ 或 $P<0.01$),表明镉对大鼠生长、脏器系数以及血液指标有损伤,而葛根素对镉损伤有保护作用。

关键词:镉;葛根素;生长性能;血液学指标;保护作用

中图分类号: S856.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0280-03

镉是一种重要的重金属物质,常用于制造合金、电镀、焊料等工业^[1],镉可通过污染的食物、空气、水、土壤等途径进入动物体内引起中毒,平时使用表面镀镉处理的饲料加工设备、饲用器具,由于酸性饲料可溶出镉导致动物中毒;也有一些含镉农药和医药使用不当或过量而产生危害。而镉的浓度、化学形态、作用部位、金属间的相互作用等因素会影响镉的毒性大小。镉对动物体的肝、肾、肺、骨等组织器官均有毒性^[2]。

葛根素是中药葛根中提取的单体化合物,是葛根的主要有效成分之一,其化学名为4,7-二羟基-8-β-D-吡喃葡萄糖醛基异黄酮,相对分子量为416。研究表明,葛根素具有改善微循环、保护血管内皮、抗氧化损伤、抑制血小板凝集、抑制心肌凋亡等药理作用^[3-4]。

本试验通过建立镉中毒实验动物模型,检测大鼠体质量,收集肝脏、肾脏、睾丸和心脏,计算器官系数,评价镉对大鼠生长性能的影响。采集大鼠血液,测定红细胞数(RBC)、平均红细胞血红蛋白浓度(MCHC)、血红蛋白(HGB)、红细胞压积(HCT)、红细胞平均体积(MCV)、血小板(PLT)、平均血小板体积(MPV)含量等主要的生理指标,旨在了解镉对大鼠生长性能和造血系统的毒性损伤以及葛根素对损伤的影响,为葛根素预防和治疗镉中毒提供理论依据。

技出版社,2000:107-108.

[10]王浩,王益权,焦彩强,等.果园养鸡立体农业生产模式对土壤钙素营养及苹果品质的影响[J].干旱地区农业研究,2014,32(4):178-182.

[11]魏钦平,王小伟,张强,等.鸡粪和草炭配施对黄金梨园土壤理化性状和果实品质的影响[J].果树学报,2009,26(4):435-439.

[12]王瑞云,曲延田.碳酸氢钠用作蛋鸡饲料添加剂的效果[J].中国家禽,2003,25(17):18-19.

[13]姜小凤,王淑英,郭建国,等.鸡粪和化学肥料配施对砂质梨园土壤有效养分的影响[J].西北农业学报,2009,18(3):177-180.

[14]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):3-4.

[15]赵明,陈雪辉,赵征宇,等.鸡粪等有机肥料的养分释放及对

土壤有效铜、锌、铁、锰含量的影响[J].中国生态农业学报,2007,15(2):47-50.

[16]李玉兰.钠和氯在鸡营养中的作用[J].养禽与禽病防治,1999(4):24-25.

[17]杜学谦,刘志国,翁焕民.双乙酸钠在鸡饲料中的应用[J].中国饲料,1993(1):11-12.

[18]赵成爱.工厂化养殖鸡粪的成分及肥效研究[D].长春:吉林农业大学,2005.

[19]张树清.规模化养殖畜禽粪有害成分测定及其无害化处理效果[D].北京:中国农业科学院,2004.

[20]张良英,王永熙,王小伟,等.桃树施用草炭和鸡粪对土壤理化性状和果实品质的影响[J].西北农业学报,2007,16(5):159-162.

[21]田伟龙.种养结合梨园果实品质和土壤理化性质研究[D].南京:南京农业大学,2011.