

李 陈,郭 龙,刘佩诗,等. 饼肥替代化肥对茶叶产量品质和土壤肥力的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(17):265-271.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.17.043

饼肥替代化肥对茶叶产量品质和土壤肥力的影响

李 陈¹,郭 龙¹,刘佩诗¹,常琚枫¹,翁亚伟²,张 强²,马友华¹

(1. 农田生态保育与污染防治安徽省重点实验室/安徽农业大学资源与环境学院,安徽合肥 230036;

2. 安徽省金寨县农业农村局农业技术推广服务中心,安徽六安 237000)

摘要:有机养分替代是化肥减量、农业废弃资源利用和茶叶提质增效的重要措施,有机养分替代适宜比例是实施关键。通过连续 2 年的茶园田间试验,研究了 30%、50%、70%、100% 比例下饼肥替代化肥对六安瓜片舒茶产量、品质及土壤肥力的影响。结果表明,与不施肥相比,随着饼肥替代化肥比例提升,茶叶产量提高 9.22%~38.96%,100% 饼肥替代茶叶产量最高,为 7 659.51 kg/hm²,其次是全施化肥处理。2020 年,茶叶咖啡碱、水浸出物含量及酚氨比均呈先上升再下降的趋势,70% 比例饼肥替代化肥处理下酚氨比最低,为 3.31,感官评分 92.8 分。50%~70% 比例饼肥处理提高了茶园土壤脲酶、蔗糖酶、过氧化氢酶活性。随着饼肥替代比例的提高,土壤 pH 值、碱解氮含量呈上升趋势,全氮、有效磷含量呈先下降后上升趋势,有效磷含量呈先上升后下降趋势,70% 饼肥替代下土壤肥力性质提升效果最佳。综合分析饼肥替代化肥对茶叶产量、内在化学品质和感官品质指标、土壤养分含量的影响,初步认为,饼肥 70% 替代化肥是供试六安瓜片茶叶生产最适的饼肥替代化肥模式。

关键词:饼肥;茶园土壤;茶叶;土壤酶;产量;品质;成分

中图分类号:S571.106 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)17-0265-06

茶树是我国重要的经济作物,茶叶生产在我国经济文化发展中占据着极为重要的地位。安徽省金寨县麻埠镇是“六安瓜片”的原产地和主产区,2017 年茶园面积为 1 866.7 hm²,产值为 1.65 亿元,茶业的迅猛发展给麻埠镇带来了巨大的经济效益。植茶年限的增长,也导致了茶叶产量的下降,同时为简化茶园管理成本,提高经济效益,化肥依赖性发展模式造成安徽省茶园土壤养分匮乏,土壤质量恶化,并进一步造成茶叶质量下降^[1-3]。

前人研究发现,有机肥配施化肥能显著改良土壤化学性质,促进土壤环境可持续发展。肥料的合理施用是茶树的合理性生长和茶叶产量显著性提高的根本之策^[4-5]。饼肥是油料种子榨油后的副产品,饼肥养分齐全、含量高、肥效持续时间长^[6]。饼肥的施用在提升土壤肥力、改良土壤微生物环境的同时,更能起到防病增产的作用^[7]。傅海平等研究

表明,施用饼肥能有效促进茶树的生长发育状况,改良茶叶质量^[8]。类胡萝卜素的降解产物能有效提升茶叶质量^[9]。王芳等研究表明,通过施用饼肥能有效提升类胡萝卜素总量,并能有效促进类胡萝卜素的分解^[10]。陶湘辉等研究表明,与单施化肥相比,施用饼肥能有效提高咖啡碱、水浸出物等影响茶叶质量物质的含量^[11-12]。

前述研究证实了有机肥替代化肥能有效提高茶叶产量并改良茶叶品质。本研究在等氮基础上用饼肥替代化肥,对茶叶的产量、品质及对土壤肥力性质影响较大的土壤酶活性等相关指标进行分析,寻求饼肥最优配施比例,以期茶树栽培中饼肥替代化肥合理施用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点为安徽省六安市金寨县麻埠镇响洪甸村前进组安徽一笑堂茶业有限公司合作基地,瓜片原产地,地理位置 31.53°N,116.16°E,海拔 87.5 m,属亚热带湿润季风气候。试验地供试土壤为黄棕壤,试验前采集茶园 0~20 cm 土层土壤进行测定,其土壤理化性质如下:pH 值为 4.31,碱解氮含量为 159.92 mg/kg,全氮含量为 1.58 g/kg,有机

收稿日期:2021-10-27

基金项目:农业农村部果蔬茶有机肥替代化肥试点项目(编号:皖农土函 2017-651)。

作者简介:李 陈(1999—),男,安徽阜阳人,硕士研究生,主要从事农业面源污染研究。E-mail:1427414405@qq.com。

通信作者:马友华,博士,教授,主要从事农业资源与环境研究。E-mail:yhma2020@qq.com。

质含量为 26.86 g/kg,有效磷含量为 19.77 mg/kg。供试肥料为饼肥,含氮量为 5.49%, P_2O_5 含量为 3.37%, K_2O 含量为 2.33%,有机质含量 $\geq 45\%$ 。试验选择 5~10 年树龄的舒茶早茶树。

1.2 试验设计

试验设 CK(不施肥对照)、T1(常规施肥处理)、T2(饼肥 30% 等氮养分替代)、T3(饼肥 50% 等氮养分替代)、T4(饼肥 70% 等氮养分替代)、T5(饼肥 100% 等氮养分替代)等 6 个处理,每个处理重复 3 次,小区面积均为 20 m²,随机区组排列。

表 1 不同处理肥料施用量

处理	有机氮肥用量 (kg/hm ²)	化学氮肥用量 (以 N 计,kg/hm ²)		氮素总用量 (kg/hm ²)
		基肥	追肥	
CK	0	0	0	0
T1	0	115.5	49.5	165
T2	49.5	66.0	49.5	165
T3	82.5	33.0	49.5	165
T4	115.5	0	49.5	165
T5	165.0	0	0	165

试验中氮肥、磷肥、钾肥分别为尿素(N 含量为 46%)、过磷酸钙(P_2O_5 含量为 12.5%)、硫酸钾(K_2O 含量为 52%)。上述各处理中全部有机肥、磷肥、钾肥及 70% 的氮肥于 11 月中旬做基肥沟施;30% 的氮肥在第 2 年 3 月追施。其他条件按优质茶园栽培管理措施实施。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 茶叶生长指标的测定 在 2019、2020 年茶叶采摘期间(4—5 月采摘 1 个月)统计各个试验小区产量、芽茶密度和百芽质量。根据当地采摘标准(采摘 1 芽 1 叶)收获各小区鲜叶,称质量并计算产量。使用 0.3 m×0.3 m 的方框在试验小区内随机选取 3 个小区统计芽叶密度,计算平均值。百芽质量为各处理区内分别随机取 3 个点采摘 100 个 1 芽 1 叶或 1 芽 2 叶,称质量并计算平均值。

1.3.2 茶叶质量指标的测定 茶叶化学成分测定:于采茶期采摘 1 芽 1 鲜叶,经 100 ℃蒸汽杀青固样,80 ℃干燥后磨细,供茶叶内含物的测定使用。参照 GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》测定茶多酚含量。参照 GB/T 8305—2002《茶 水浸出物测定》的差重法测定水浸出物含量。参照 GB/T 8312—2002《茶 咖啡碱测定》中的紫外分光亮度法测定咖啡碱含量。

参照 GB/T 8314—2002《茶 游离氨基酸总量测定》中的茚三酮比色法测定游离氨基酸含量。酚氨比为茶多酚含量与氨基酸含量的比值。炒茶后记录茶叶香气质量等感官性状,委托安徽农业大学茶与食品学院专家,按茶类工艺加工,对干样进行感官审评。

1.3.3 土壤理化指标测定 采用 5 点取样法采取表层土壤样品,采样时间为茶叶样品采集后。

土壤养分的测定:使用 pH 计测定土壤 pH 值;用重铬酸钾容量法测定有机质含量;参照 NY/T 53—1987《土壤全氮测定法(半微量开氏法)》测定全氮含量;用碱解蒸馏法测定碱解氮含量;参照 LY/T 1233—1999《森林土壤有效磷的测定》中的钼蓝比色法测定有效磷含量;参照 LY/T 1236—1999《森林土壤速效钾的测定》乙酸铵浸提-火焰亮度法测定速效钾含量;用苯酚钠-次氯酸钠比色法测定土壤脲酶酶活性;用磷酸苯二钠比色法测定土壤酸性磷酸酶活性;用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定土壤蔗糖酶活性;用高锰酸钾滴定法测定土壤过氧化氢酶活性;用茚三酮比色法测定土壤蛋白酶活性。

1.4 数据处理

采用 Excel 对数据进行归类,采用 SPSS 26.0、Origin 软件进行数据统计分析,并对测定值进行多重比较(LSD 法)及显著性检验。

2 结果与分析

2.1 饼肥替代化肥处理对茶叶产量的影响

由图 1 可知,在不同比例饼肥替代化肥试验田,CK 处理茶叶产量最低,为 5 512.13 kg/hm²。与 CK 处理相比,T1、T5 处理茶叶产量增加 39.64%、38.96%。试验为 2 年的连续试验,T5 处理下茶叶产量的提升可能与有机肥料后期大量养分的释放存在一定的关系。等氮养分替代下,饼肥替代处理与全施化肥相比,随着饼肥替代比例的提升,茶叶产量随之提升,各处理间茶叶产量存在显著性差异。

2.2 饼肥替代化肥处理对茶叶产量构成指标的影响

由图 2 可知,T1 处理未明显改变百芽质量。T1 处理下百芽质量为 29.63 g,与 T1 处理相比,T3、T4、T5 处理百芽质量分别增加 33.63%、32.51%、32.73%。T2、T3、T4、T5 处理间无显著差异。各处理间芽茶密度无显著差异,饼肥替代处理下芽茶密度呈先增长后下降的趋势,T3 处理下芽茶密度最高,

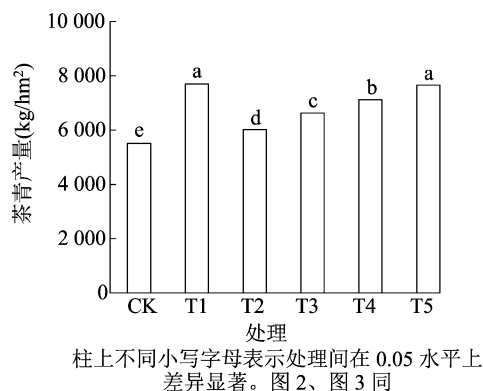


图1 不同比例饼肥替代化肥处理下的茶青产量

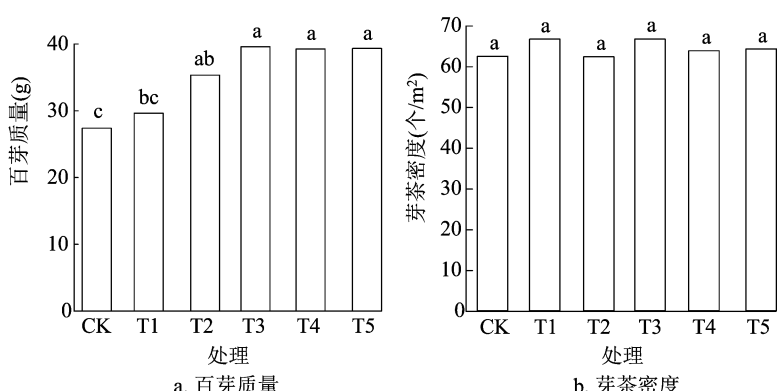


图2 不同比例饼肥替代化肥处理下茶青茶叶产量构成指标

为 66.61 个/m²。通过对茶叶产量构成指标分析得出,合理的配施比例是提高茶叶产量性状的关键。

2.3 饼肥替代化肥对茶叶内在化学成分的影响

茶多酚、游离氨基酸、水浸出物、酚氨比等物质含量与茶叶品质息息相关,过高的茶多酚含量会导致茶叶苦涩,而酚氨比越低,茶叶品质越高^[13-15]。由表 2、表 3 可知,2019 年 T4 处理下茶叶茶多酚含量最低,相比于 CK 降低 26.09%;2020 年饼肥替代茶多酚含量均显著高于 CK,提升幅度在 28.57% ~ 42.86% 之间。2019、2020 年间各处理游离氨基酸

含量无显著性差异。与 CK 相比,2019 年 T2 处理下水浸出物含量增幅为 4.76%;2020 年 T4 处理下水浸出物含量增幅为 29.27%,与 CK 差异显著。2019 年各处理酚氨比均显著高于 CK,增幅在 26.11% ~ 38.11% 之间。相较于 2019 年,2020 年各处理下茶叶酚氨比明显降低,T4 处理下酚氨比为 3.31,饼肥替代对茶叶品质的提高具有正面影响。总体来看,随着肥饼含量的增加各处理间酚氨比呈现先上升后下降的趋势,50% 饼肥替代下茶叶内在化学成分提升表现较好。

表 2 2019 年不同比例饼肥替代化肥处理对茶叶内在化学成分的影响

处理	茶多酚含量 (%)	咖啡碱含量 (%)	游离氨基酸含量 (%)	水浸出物含量 (%)	酚氨比
CK	0.23 ± 0.02a	0.026 ± 0.001ab	0.06 ± 0.01a	0.42 ± 0.04ab	4.75 ± 0.43b
T1	0.21 ± 0.03a	0.029 ± 0.001ab	0.06 ± 0.01a	0.44 ± 0.01ab	6.56 ± 0.72a
T2	0.23 ± 0.01a	0.027 ± 0.001ab	0.06 ± 0.00a	0.44 ± 0.02a	6.36 ± 0.74a
T3	0.20 ± 0.01ab	0.030 ± 0.001a	0.05 ± 0.01a	0.41 ± 0.02ab	6.47 ± 0.09a
T4	0.17 ± 0.02b	0.027 ± 0.002ab	0.05 ± 0.01a	0.37 ± 0.05b	6.25 ± 0.05a
T5	0.18 ± 0.02b	0.025 ± 0.001b	0.05 ± 0.01a	0.43 ± 0.03ab	5.99 ± 0.34a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。表 3、表 5、表 6 同。

表 3 2020 年不同比例饼肥替代化肥处理对茶叶内在化学成分的影响

处理	茶多酚含量 (%)	咖啡碱含量 (%)	游离氨基酸含量 (%)	水浸出物含量 (%)	酚氨比
CK	0.21 ± 0.02b	0.07 ± 0.01a	0.05 ± 0.01a	0.41 ± 0.02c	4.32 ± 0.82a
T1	0.29 ± 0.03a	0.05 ± 0.01a	0.05 ± 0.01a	0.43 ± 0.02bc	3.61 ± 0.14a
T2	0.30 ± 0.02a	0.07 ± 0.02a	0.04 ± 0.01a	0.40 ± 0.05c	3.85 ± 0.36a
T3	0.27 ± 0.03a	0.08 ± 0.01a	0.04 ± 0.00a	0.48 ± 0.02ab	4.32 ± 0.85a
T4	0.28 ± 0.01a	0.08 ± 0.02a	0.04 ± 0.01a	0.53 ± 0.03a	3.31 ± 0.59a
T5	0.26 ± 0.01a	0.07 ± 0.00a	0.04 ± 0.00a	0.48 ± 0.04ab	3.35 ± 0.66a

2.4 饼肥替代化肥对茶叶感官质量的影响

由表 4 可知,饼肥配施化肥对六安瓜片感官质量具有正面影响。2019 年各处理中以 T3 处理感官评审综合评分最高,为 87.4 分,T2 处理综合评分最

低,为 83.6 分,相差 3.8 分。2020 年各处理中 T5 处理综合评分最高,为 93.3 分,T1 处理综合评分最低,为 91.2 分。综合 2 年分析发现,T1 处理下茶叶感官质量分数偏低,与全施化肥相比,饼肥替代处

表 4 饼肥替代化肥下茶叶感官质量评分(2019—2020 年)

处理	感官质量得分(分)											
	外形		汤色		香气		滋味		叶底		总分	
	2019 年	2020 年	2019 年	2020 年	2019 年	2020 年	2019 年	2020 年	2019 年	2020 年	2019 年	2020 年
CK	83.0	92.0	89.0	90.0	88.0	92.0	86.0	92.0	83.0	93.0	85.8	91.9
T1	85.0	92.0	87.0	93.5	83.0	90.0	82.0	90.0	83.0	93.0	83.6	91.2
T2	84.0	92.5	86.0	94.0	87.0	92.0	84.0	92.0	83.0	93.0	84.9	92.4
T3	87.0	93.0	90.0	93.0	89.0	93.0	86.0	93.0	86.0	93.0	87.4	93.0
T4	86.0	92.0	88.0	93.0	85.0	93.0	85.0	93.0	85.0	93.0	85.6	92.8
T5	88.0	92.0	86.0	93.0	86.0	94.0	83.0	94.0	83.0	93.0	85.3	93.3

注:总分采用加权平均计算,外形、汤色、香气、滋味、叶底权重分别为 25%、10%、25%、30%、10%。

理在对茶叶感官品质的提升表现优异。结果表明,50%~100%的饼肥替代化肥比例有效提升了茶叶感官质量评分。

2.5 饼肥替代化肥对土壤养分的影响

有机肥的施用可以有效调节土壤养分的均衡供应,增加微生物的活性,提高作物养分利用率,减少化肥利用量^[16]。化肥的长期不合理使用,会破坏土壤结构,导致土壤酸化,茶园土壤最适 pH 值一般在 5.0~6.5 之间,过低的土壤 pH 值对茶树生长具有负面影响^[17]。由表 5 可知,2019 年 T5 处理土壤 pH 值最高。随着有机肥替代比例的不断提高(T2~T5),土壤碱解氮含量随之升高;全氮、有效磷含量呈先上升后下降趋势;有机质含量呈先下降后上升趋势,T5 处理土壤有机质含量最高,为 27.32 g/kg。饼肥替代下,T4 处理土壤全氮、有效

磷含量最高,分别为 1.75 g/kg、23.19 mg/kg。

有机肥替代对茶园土壤的影响是长期性的,在 2020 年试验发现,与全施化肥的 T1 处理相比,其他处理均有效遏制了茶园土壤的酸化趋势,T5 处理下土壤 pH 值比 T1 处理提高 0.66。由表 6 可知,随着饼肥替代比例的提高,不同处理下土壤养分含量与 T1 处理差异显著。T4 处理下 pH 值和碱解氮、有机质、有效磷含量分别为 4.73、185.53 mg/kg、27.61 g/kg、25.82 mg/kg,较 T1 处理分别增加 14.53%、11.90%、2.30%、6.39%。综合 2019—2020 年数据进行分析,饼肥替代有助于提高茶园土壤肥力,70%及 100%饼肥替代下,茶园土壤整体养分最佳。

2.6 饼肥替代化肥对茶园土壤中酶活性的影响

土壤酶活性的改变能显著影响到土壤物质、能

表 5 2019 年不同比例饼肥替代化肥处理对茶园土壤养分的影响

处理	pH 值	土壤养分含量			
		碱解氮含量(mg/kg)	全氮含量(g/kg)	有机质含量(g/kg)	有效磷含量(mg/kg)
CK	4.53±0.12ab	131.83±6.72c	1.51±0.09d	20.24±0.76c	19.14±0.72c
T1	4.20±0.09c	162.16±4.27b	1.89±0.05a	26.11±0.72a	22.68±0.59ab
T2	4.41±0.13bc	159.66±1.50b	1.64±0.02c	24.05±0.78b	21.28±0.32b
T3	4.39±0.12bc	165.54±4.72b	1.66±0.05bc	23.98±0.70b	21.99±1.02ab
T4	4.50±0.08b	178.12±2.00a	1.75±0.02b	27.01±0.78a	23.19±1.15a
T5	4.73±0.09a	178.38±2.56a	1.68±0.04bc	27.32±0.64a	22.99±0.56a

表 6 2020 年不同比例饼肥替代化肥处理对茶园土壤养分的影响

处理	pH 值	土壤养分含量			
		碱解氮含量(mg/kg)	全氮含量(g/kg)	有机质含量(g/kg)	有效磷含量(mg/kg)
CK	4.54±0.02d	118.87±6.82d	1.45±0.04d	19.72±0.69b	18.22±0.44d
T1	4.13±0.02f	165.80±2.26bc	1.97±0.01a	26.99±0.15a	24.27±0.89bc
T2	4.47±0.03e	163.23±4.29c	1.74±0.04c	26.43±1.28a	22.79±0.50c
T3	4.64±0.03c	173.63±3.67b	1.76±0.05c	25.75±0.76a	24.09±0.90bc
T4	4.73±0.06b	185.53±2.06a	1.88±0.08ab	27.61±1.84a	25.82±0.97a
T5	4.79±0.03a	189.25±3.96a	1.77±0.06bc	27.82±1.16a	25.02±0.59ab

量代谢和土壤质量水平^[18-19]。脲酶和酸性磷酸酶是土壤中水解类酶的主要组成部分,脲酶、蛋白酶、酸性磷酸酶可有效表征土壤氮磷有效性^[20]。由图 3 可知,随着饼肥替代化肥比例的升高,酶活性均有一定程度的提升。与 CK 处理相比,2019、2020 年 T5 处理下脲酶活性增幅分别为 33.33%、66.67%。各饼肥替代比例下,不同处理均有效地增加了酸性磷酸酶活性,其中 T4 处理下酸性磷酸酶活性提升幅度最高,酶活性为 12.76 U/g。T4 处理下蔗糖酶活性分别为 9.97、11.48 U/g,与 T1 处理相比,酶活性增幅分别为 42.84%、28.26%;2019 年 T5 处理下过氧化氢酶活性为 1.98 U/g,酶活性增幅为 15.10%;2020 年 T3 处理下过氧化氢酶活性为 3.72 U/g,酶活性增幅为 65.31%。饼肥替代处理下,茶园土壤蛋白酶活性差异并不显著,2019 年 T4 处理下蛋白酶活性较 T1 高 1.58%,2020 年 T2 处理下蛋白酶活性较 T1 处理高 51.84%。综合分析,饼肥替代化肥处理对茶园土壤酶活性具有显著影响,50%~70% 比例饼肥替代可有效改善茶园土壤理化性质。

3 讨论与结论

3.1 饼肥替代化肥利于茶叶品质提高

有机肥的施用有助于改良土壤养分供给情况,提高土壤养分供应效率,减少矿质肥料用量^[21-22]。饼肥替代化肥对茶叶品质的提升具有显著影响,茶多酚、游离氨基酸、水浸出物、酚氨比、咖啡碱等茶叶内在化学成分含量的高低对茶叶品质的影响至关重要。在以往针对六安瓜片等绿茶品质的提升中,主要通过施用茶叶专用肥,提高游离氨基酸、茶多酚含量,降低茶叶酚氨比,达到提高茶叶品质的目的^[23]。颜明娟等研究表明,有机无机肥配施能显著提高茶叶中游离氨基酸和茶多酚等茶叶品质指标物质的含量^[24]。本试验结果表明,连续多年饼肥替代处理能有效降低茶叶酚氨比,与 CK 相比,2020 年 T4 处理茶叶酚氨比降低 23.38%。饼肥替代比例过高会降低茶叶品质,30%~70% 替代比例下,茶叶品质较优。张昆等研究表明,茶叶产量、品质等相关指标在 70% 有机肥配施化肥下最高^[25-26]。本试验表明,饼肥替代化肥比例在 50%~70% 时,茶叶产量及产量构成指标、内在化学成分、感官品质综合效果较好。

3.2 饼肥替代化肥利于改良茶园土壤理化性质

高产优质茶园的最适 pH 值范围为 5.0~6.5,

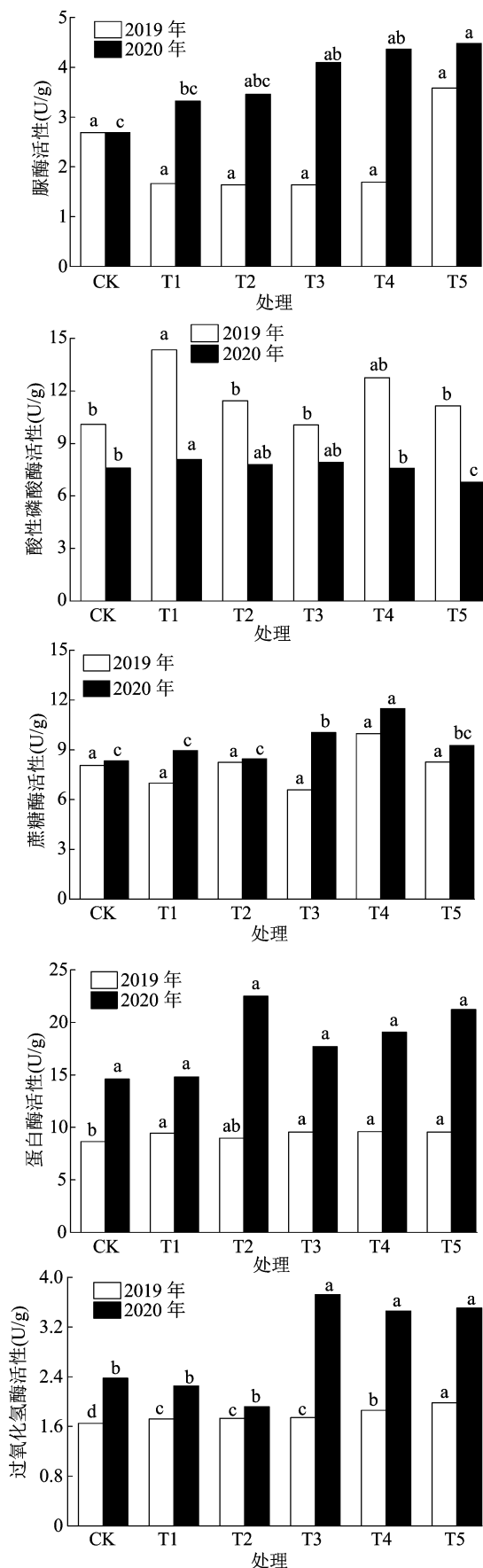


图3 不同比例饼肥替代化肥处理对茶园土壤中酶含量的影响

本试验茶园土壤严重酸化。吴志丹等经过多年试验发现,茶园土壤 pH 值提高幅度与有机肥料的配施比例呈正相关关系,有机肥配施化肥能有效改善茶园土壤酸化问题^[27]。吴道铭等研究表明,在合理的比例下,有机肥配施化肥能显著降低土壤酸化^[28-29]。与上述研究相似,经过 2 年饼肥替代试验,2020 年 T5 处理下土壤 pH 值为 4.79。随着饼肥配施比例的提高,茶园土壤 pH 改良效果更显著。T1 处理与 CK 的 pH 值相比呈现酸化趋势,这与山楠等的研究结果^[30]相同,氮肥的使用对茶园土壤酸化起着相当关键的作用。饼肥的使用可有效延缓茶园土壤酸化趋势,合适的有机肥配施比例能显著改良土壤性质,提高土壤养分生物有效性。李倩等研究表明,有机质、有效磷、碱解氮含量与茶叶游离氨基酸和茶多酚等品质指标的含量呈现线性相关,施用有机肥能显著改良土壤肥力指标,进而改善茶叶品质^[31]。本试验结果表明,饼肥配施下与 T1 处理相比,土壤养分含量显著提升。有机肥配施化肥能有效改良茶园土壤物理化学结构,提高微生物活性^[32]。本试验中,相较单施化肥,连续多年有机肥替代更有助于提升脲酶、蔗糖酶、过氧化氢酶酶活性。通过分析不同比例饼肥替代下对茶叶产量、品质性状及土壤养分性状的影响,揭示了有机肥替代对茶园生产的有利影响。因此,为提高氮肥利用效率,提高茶叶产量,降低环境污染危害,应严格确定茶园饼肥施用比例。

3.3 结论

本试验结果表明,与 CK 处理相比,饼肥替代化肥处理能显著提高茶叶产量。饼肥替代下,茶叶百芽质量有显著性提高,芽茶密度指标与全施化肥相比并无明显差异。随着饼肥替代化肥比例的提升,2020 年咖啡碱、水浸出物含量及酚氨比均呈现先上升再下降的趋势,70% 比例饼肥替代化肥处理下酚氨比最低,为 3.31,茶叶感官品质提升最具成效。综合分析,50% 饼肥替代下,可促进养分的平衡供给,对茶叶内在品质指标有较好的影响。对试验结果进行分析,饼肥替代化肥 50% ~ 70% 比例下,茶园土壤酶活性最佳,70% 饼肥替代下土壤肥力性质提升最为明显,茶园土壤 pH 值改良效果较好。综合饼肥配施对茶叶产量、品质、土壤养分性状的影响,初步认为茶园 70% 饼肥替代化肥下能较好改良茶园土壤性状、茶树生长发育状况及茶叶品质。

参考文献:

- [1] 马立锋,陈红金,单英杰,等. 浙江省绿茶主产区茶园施肥现状及建议[J]. 茶叶科学,2013,33(1):74-84.
- [2] Li S Y, Li H X, Yang C L, et al. Rates of soil acidification in tea plantations and possible causes [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2016, 233: 60-66.
- [3] Han W Y, Xu J M, Wei K, et al. Estimation of N₂O emission from tea garden soils, their adjacent vegetable garden and forest soils in Eastern China [J]. Environmental Earth Sciences, 2013, 70(6): 2495-2500.
- [4] 唐劲弛,吴利荣,吴家尧,等. 初投产茶园氮磷钾配施施用与产量、品质的关系研究[J]. 茶叶科学,2011,31(1):11-16.
- [5] 游小妹,陈常颂,钟秋生,等. 不同用氮量水平对乌龙茶产量、品质的影响[J]. 福建农业学报,2012,27(8):853-856.
- [6] 李亮,张佩佳,张翔,等. 不同饼肥配比对烟田土壤生物学特性及氮素转化的影响[J]. 土壤,2019,51(4):648-657.
- [7] 李洪连,黄俊丽,袁红霞. 有机改良剂在防治植物土传病害中的应用[J]. 植物病理学报,2002,32(4):289-295.
- [8] 傅海平,张浩,周品谦,等. 生物发酵饼肥在茶园中的施用效果初探[J]. 茶叶通讯,2018,45(4):21-23.
- [9] 韦凤杰,范艺宽,刘国顺,等. 饼肥对烤烟叶片发育过程中质体色素降解及相关酶类活性的影响[J]. 作物学报,2006,32(5):766-771.
- [10] 王芳,凌爱芬,刘国顺,等. 饼肥对烤烟叶片不同发育时期类胡萝卜素及其主要降解产物的影响[J]. 中国烟草学报,2007,13(5):44-49.
- [11] 陶湘辉,王秀萍,钟秋生. 茶园饼肥的应用研究进展[J]. 茶叶科学技术,2009,50(4):12-14,48.
- [12] 张峻伟,王志文,季凌飞,等. 有机肥替代化肥对不同生产模式茶园茶叶生产的影响[J]. 南京农业大学学报,2021,44(1):127-135.
- [13] 周斌,乔木,王周琼. 长期定位施肥对灰漠土农田土壤质量的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(2):33-36.
- [14] 陈建华,谢艳颖,陈世红,等. 茶多酚对壬基酚所致斑马鱼急性死亡和遗传损伤的保护作用[J]. 环境污染与防治,2018,40(10):1126-1131.
- [15] 郭龙,李陈,刘佩诗,等. 牛粪有机肥替代化肥对茶叶产量、品质及茶园土壤肥力的影响[J]. 水土保持学报,2021,35(6):264-269.
- [16] 杨忠赞,迟凤琴,匡恩俊,等. 有机肥替代对土壤理化性状及产量的综合评价[J]. 华北农学报,2019,34(增刊):153-160.
- [17] 李昌娟,杨文浩,周碧青,等. 生物炭基肥对酸化茶园土壤养分及茶叶产量的影响[J]. 土壤通报,2021,52(2):387-397.
- [18] 刘新雨,程佳,刘硕,等. 秸秆还田玉米田土壤酶活性与地下害虫发生量相关性分析[J/OL]. 吉林农业大学学报:1-7 [2021-04-13]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/22.1100.S.20210326.1442.004.html>.
- [19] 张茜,张小梅,梁斌,等. 长期定位施肥对设施番茄土壤酶活性及土壤养分动态变化的影响[J]. 华北农学报,2017,32(1):179-186.

雷 菲,王 莉,刘海林,等. 腐殖酸缓释氮肥对糯玉米产量、氮肥利用率及土壤细菌多样性的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(17):271-275.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.17.044

腐殖酸缓释氮肥对糯玉米产量、氮肥利用率 及土壤细菌多样性的影响

雷 菲¹,王 莉²,刘海林²,林清火²,吴宇佳¹,张冬明¹

(1. 海南省农业科学院农业环境与土壤研究所/农业农村部海南耕地保育科学观测实验站/海南省耕地保育重点实验室,海南海口 571100;

2. 中国热带农业科学院橡胶研究所/农业农村部橡胶树生物学与遗传资源利用重点实验室/

中国热带农业科学院土壤肥料研究中心,海南海口 571101)

摘要:通过糯玉米田间小区试验,研究腐殖酸缓释氮肥对糯玉米产量、氮肥利用率以及土壤细菌多样性的影响,以期为新型腐殖酸氮肥的研制提供理论与实践依据。结果表明,一次性施用腐殖酸缓释氮肥可显著增加糯玉米鲜穗产量、干物质量、氮素吸收量以及氮肥利用效率,其糯玉米鲜穗产量较普通尿素处理增加了 14.98%,干物质量和氮素吸收量较普通尿素处理分别增加了 27.91 和 0.31 g/株,氮肥利用率较普通尿素处理提升了 41.49%。腐殖酸缓释氮肥处理 0~20 cm 土壤全氮含量高于普通尿素处理,20~40、40~60 cm 土壤全氮含量低于普通尿素处理,但差异均不显著。而且腐殖酸缓释氮肥对糯玉米根系区域土壤细菌多样性无明显影响,各处理土壤细菌群落结构组成类似,均为酸杆菌门、变形菌门、绿弯菌门的总占比在 60% 以上。可见,在供试条件下,一次性施用腐殖酸缓释氮肥对糯玉米具有增产、促进氮素吸收和提高氮素利用率等效果,但对土壤细菌群落组成无明显影响。

关键词:腐殖酸缓释氮肥;糯玉米;产量;氮肥利用率;细菌多样性

中图分类号: S143.1⁺5;S513.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)17-0271-05

肥料是农业生产中极为关键的生产物资^[1],肥

料对作物增产的贡献率接近 50%^[2],其中氮肥的贡献率约 30%^[3]。我国是世界主要的氮肥产销国,氮肥生产量超过了消费量,消费量超过作物最高产量需求量^[3]。由于氮肥易通过挥发、淋溶等途径损失^[4],肥料过量施用将导致养分利用率低,且容易造成环境污染^[5-6]。而通过使用新材料、新工艺或者新技术赋予常规肥料新功能和特性,研制新型肥料被认为是提高肥料利用率、减少养分损失的有

收稿日期:2021-09-03

基金项目:海南省省属科研院所技术开发专项(编号:KYYS-2019-10);海南省耕地保育重点实验室开放课题(编号:GDBY202001)。

作者简介:雷 菲(1988—),女,江西抚州人,硕士,助理研究员,主要从事植物营养研究工作。E-mail:leifeicau@163.com。

通信作者:张冬明,硕士,副研究员,主要从事土壤改良与植物营养研究工作。E-mail:dongming_03@163.com。

[20]薛 冬,姚槐应,黄昌勇. 植茶年龄对茶园土壤微生物特性及酶活性的影响[J]. 水土保持学报,2005,19(2):84-87.

[21]Lin Y X, Ye G P, Kuzyakov Y, et al. Long-term manure application increases soil organic matter and aggregation, and alters microbial community structure and keystone taxa[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2019, 134:187-196.

[22]徐玉宏. 氮肥污染与防治[J]. 环境污染与防治, 2002, 24(3): 174-175.

[23]Guo J H, Liu X J, Zhang Y, et al. Significant acidification in major Chinese croplands[J]. Science, 2010, 327(5968):1008-1010.

[24]颜明娟,林 琼,吴一群,等. 不同施氮措施对茶叶品质及茶园土壤环境的影响[J]. 生态环境学报, 2014, 23(3):452-456.

[25]张 昆,孙永明,王雅静,等. 江西茶园有机肥化肥配施对茶叶产量品质和土壤肥力的影响[J]. 江西农业学报, 2017, 29(5): 57-61.

[26]李萍萍,林永锋,胡永光. 有机肥与化肥配施对茶叶生长和土壤养分的影响[J]. 农业机械学报, 2015, 46(2):64-69.

[27]吴志丹,尤志明,江福英,等. 配施有机肥对茶园土壤性状及茶叶产质量的影响[J]. 土壤, 2015, 47(5):874-879.

[28]吴道铭,傅友强,于智卫,等. 我国南方红壤酸化和铝毒现状及防治[J]. 土壤, 2013, 45(4):577-584.

[29]王小兵,骆永明,李振高,等. 长期定位施肥对亚热带丘陵地区红壤旱地质量的影响 I. 酸度[J]. 土壤学报, 2011, 48(1): 98-102.

[30]山 楠,赵同科,毕晓庆,等. 不同施氮水平下小麦田氨挥发规律研究[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(9):1858-1865.

[31]李 倩,王 玉,侯君合,等. 崂山绿茶品质及其与土壤肥力关系的研究[J]. 土壤通报, 2010, 41(5):1101-1104.

[32]刘 扬,孙丽莉,廖 红. 养分管理对安溪茶园土壤肥力及茶叶品质的影响[J]. 土壤学报, 2020, 57(4):917-927.