

氮磷钾配施对白叶一号茶叶产量、品质及茶花生物量的影响

曾廷廷¹, 席亚楠¹, 王静^{1, 2}, 张小琴¹, 代文典³, 宋绍光³, 谭璨灿⁴, 王家伦^{1, 2*}

(1. 贵州省茶叶研究所, 贵州 贵阳 550025; 2. 国家茶叶产业技术体系遵义综合试验站, 贵州 贵阳 550006; 3. 遵义大兴复肥有限责任公司, 贵州 遵义 563000; 4. 余庆县农业农村局, 贵州 遵义 564407)

摘要: 采用“3414”不完全区组正交设计的氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O) 3因子施肥试验(N₀P₀K₀、N₀P₂K₂、N₁P₂K₂、N₂P₀K₂、N₂P₁K₂、N₂P₂K₂、N₂P₃K₂、N₂P₂K₀、N₂P₂K₁、N₂P₂K₃、N₃P₂K₂、N₁P₁K₂、N₁P₂K₁、N₂P₁K₁)，通过测定白叶一号茶叶产量、品质、茶花生物量，拟合氮、磷、钾与茶叶产量及茶花生物量的肥料效应方程，结合不同氮磷钾配施条件下茶叶的品质性状确定施肥量。结果表明，N₂P₁K₂施肥处理茶叶产量仅次于N₂P₂K₀、N₂P₁K₁和N₂P₂K₃，茶花生物量仅高于N₀P₂K₂，茶叶产量占茶花生物量百分比为13.5%，高于其他施肥处理。N₂P₁K₁施肥处理茶叶产量占茶花生物量百分比仅次于N₂P₁K₂处理，但其春茶茶多酚、酚氨比、儿茶素含量最低，品质最优，其中茶多酚含量为14.31%、儿茶素含量为6.64%，均显著低于其他施肥处理。通过拟合氮、磷、钾肥和茶叶产量的三元二次方程及一元一次方程，解析推荐施肥量为氮(N) 349 ~ 526 kg/hm²、磷(P₂O₅) 0 ~ 56 kg/hm²、钾(K₂O) 0 ~ 145 kg/hm²，推荐最佳施肥量为氮(N) 349 kg/hm²、磷(P₂O₅) 56 kg/hm²、钾(K₂O) 0 kg/hm²。该茶园土壤氮、磷、钾养分含量较高，综上所述，推荐最佳施肥量为氮(N) 349 kg/hm²、磷(P₂O₅) 56 kg/hm²、钾(K₂O) 0 kg/hm²。

关键词: 白叶一号; “3414”肥效试验设计; 茶叶产量及品质; 茶花生物量; 施肥量

白叶一号因其高游离氨基酸、低茶多酚的品质特性而备受消费者喜爱，经济效益较高^[1-2]，成为一些茶区主要的支柱产业。白叶一号茶树是以收获叶片为主的经济作物，但其开花数量较多，调查研究表明，其花朵数量高达3000 ~ 5000朵/株，高于福鼎大白茶、乌牛早、龙井43等茶树品种^[3]。白叶一号虽然是绿茶类品种，但由于特殊的品种特性，其施肥与常规绿茶品种有所差异^[4]。马立锋等^[5]研究表明，特异茶树品种(白化品系、黄化品系)的施肥量与其他茶树品种相比有所不同，尽量做到控氮、限磷、保钾。但茶农对白叶一号的需肥特征了解较少，通常按常规绿茶的施肥习惯或大田作物的施肥习惯对白叶一号茶园进行施肥管理，导致茶树生长过弱，开花结果增多，茶叶产量不高，品质下降。“3414”试

验是2006年农业部发布的《测土配方施肥技术规范(试行)》^[6]中的完全肥料试验方案，最初“3414”试验方案多应用于小麦、水稻、玉米等一年生大田作物^[7-9]，近年来，“3414”试验方案在多年生作物香梨^[10]、桂花^[11]、桔梗^[12]上的应用研究也越来越多，但在茶树上的应用研究尚未见报道。本研究采用“3414”试验设计，研究不同施肥处理对白叶一号茶叶产量、品质及茶花生物量的影响，并拟合氮、磷、钾肥与白叶一号产量的关系，获得当地白叶一号茶园推荐施肥量，以期对白叶一号茶园生产提供科学的施肥参考。

1 材料与方法

1.1 试验地点

本试验于2020年5月在贵州省余庆县贵之缘茶业发展有限责任公司投产茶园开展，试验茶园每公顷种植30000株茶树。试验茶园土壤pH 4.23，有机质54.3 g/kg，全氮2.13 g/kg，全磷0.71 g/kg，全钾10.2 g/kg，碱解氮185 mg/kg，有效磷47.5 mg/kg，速效钾289 mg/kg。

1.2 供试材料

供试茶园为6龄白叶一号茶园；供试肥料为

收稿日期: 2023-05-31; 录用日期: 2023-09-01

基金项目: 黔科合支撑[2020]1Y006号; 黔科合支撑[2023]一般086号; 财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系资助(CARS-19); 黔农科院青年科技基金[2021]28号。

作者简介: 曾廷廷(1991-), 硕士, 助理研究员, 主要从事茶树栽培研究。E-mail: zengtingting007@163.com。

通讯作者: 王家伦, E-mail: wjlteagz@163.com。

遵义大兴复肥有限责任公司提供, 选用尿素 (N 46%) 为氮肥来源, 过磷酸钙 (P_2O_5 12%) 为磷肥来源, 硫酸钾 (K_2O 50%) 为钾肥来源。

1.3 试验设计

根据《测土配方施肥技术规范(试行)》中推荐的“3414”完全施肥方案设计本试验, 即氮、磷、钾 3 因素, 每个因素 4 个水平, 共 14 个处理, 全年氮、磷、钾肥施用量见表 1, 每个处理设置 3 个重复, 共 42 个小区, 每个小区设置 4 行茶, 行间距 1.1 m, 行长 10 m, 小区面积 44 m²。全年进行 3 次施肥, 基肥在 10 月底进行, 施肥量占全年施肥量的 50%, 追肥分别在 5 和 7 月进行, 施肥量均占全年施肥量的 25%。除施肥之外的所有田间管理保持一致。

表 1 白叶一号茶园氮、磷、钾肥“3414”试验设计 (kg/hm²)

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
N ₀ P ₂ K ₂	0	150	150
N ₁ P ₂ K ₂	165	150	150
N ₂ P ₀ K ₂	330	0	150
N ₂ P ₁ K ₂	330	75	150
N ₂ P ₂ K ₂	330	150	150
N ₂ P ₃ K ₂	330	225	150
N ₂ P ₂ K ₀	330	150	0
N ₂ P ₂ K ₁	330	150	75
N ₂ P ₂ K ₃	330	150	225
N ₃ P ₂ K ₂	495	150	150
N ₁ P ₁ K ₂	165	75	150
N ₁ P ₂ K ₁	165	150	75
N ₂ P ₁ K ₁	330	75	75

1.4 样品采集与指标测定

茶花生物量 (kg/hm²) = 茶花密度 × 百花重 × 0.3。茶花密度: 2021 年 10—12 月白叶一号茶树开花期间, 每个小区随机选择 3 株茶树, 调查花朵数; 百花重: 每个小区随机采集 100 朵茶花称重。茶叶产量 (kg/hm²) = 发芽密度 × 百芽重 (鲜重) × 0.3。发芽密度: 2022 年 3 月春茶期间, 每个小区随机选择 3 株茶树, 调查整个春茶期间一芽一叶新梢个数; 百芽重: 每个小区随机采集 100 个一芽一叶称重。样品制作: 2022 年 3 月春茶期间每个小区随机采集 500 g 一芽一叶新梢, 制作蒸青

茶。样品测定方法: 茶叶生化成分按 GB/T 8305—2013、GB/T 8313—2018、GB/T 8314—2013 和 GB/T 8312—2013 检测水浸出物^[13]、茶多酚、儿茶素^[14]、氨基酸^[15]、咖啡碱^[16]含量。

1.5 数据处理

采用 Excel 2019 处理数据, 分别模拟出氮、磷、钾肥与茶叶产量的三元一次方程, 氮、磷、钾肥与茶叶产量、茶花生物量的一元二次方程。采用 SPSS 26.0 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对茶叶产量及茶花生物量的影响

不同施肥处理下茶叶产量为 1144.5 ~ 1975.1 kg/hm², N₂P₂K₀ 处理产量最高, N₀P₀K₀ (不施肥) 和 N₀P₂K₂ (不施氮肥) 处理产量最低, 显著低于除 N₂P₃K₂、N₁P₁K₂ 和 N₁P₂K₁ 外的其他处理; 不同施肥处理下茶花生物量为 13795.2 ~ 20739.8 kg/hm², 各处理间茶花生物量没有显著差异; 茶叶产量与茶花生物量百分比为 7.6% ~ 13.5%, 最高为 N₂P₁K₂ 施肥处理, 其次为 N₂P₁K₁ 施肥处理, 最低为不施肥处理 N₀P₀K₀ (表 2)。

表 2 不同施肥处理茶叶产量及茶花生物量

处理	茶叶产量 (kg/hm ²)	茶花生物量 (kg/hm ²)	茶叶产量 / 茶花生物量 (%)
N ₀ P ₀ K ₀	1184.3 ± 181.2b	15878.7 ± 2582.0a	7.4a
N ₀ P ₂ K ₂	1144.5 ± 63.6b	13795.2 ± 2841.5a	8.3a
N ₁ P ₂ K ₂	1696.1 ± 279.5a	15974.85 ± 2878.2a	10.6a
N ₂ P ₀ K ₂	1829.9 ± 162.8a	16513.8 ± 5665.5a	11.1a
N ₂ P ₁ K ₂	1883.4 ± 254.3a	13964.4 ± 2305.4a	13.5a
N ₂ P ₂ K ₂	1759.4 ± 25.8a	20136.3 ± 2166.9a	8.7a
N ₂ P ₃ K ₂	1581.3 ± 30.3ab	20739.8 ± 4131.2a	7.6a
N ₂ P ₂ K ₀	1975.1 ± 376.2a	20596.8 ± 3035.7a	9.6a
N ₂ P ₂ K ₁	1733.1 ± 238.5a	15611.6 ± 4640.6a	11.1a
N ₂ P ₂ K ₃	1907.4 ± 420.3a	17892.8 ± 3172.1a	10.7a
N ₃ P ₂ K ₂	1721.3 ± 230.4a	19131.8 ± 2336.0a	9.0a
N ₁ P ₁ K ₂	1575.9 ± 81.6ab	14038.5 ± 3633.2a	11.2a
N ₁ P ₂ K ₁	1640.6 ± 124.4ab	16816.5 ± 3223.1a	9.8a
N ₂ P ₁ K ₁	1933.2 ± 179.0a	15574.1 ± 1857.3a	12.4a

注: 同列数字后不同小写字母表示差异达 5% 显著水平。下同。

2.2 氮、磷、钾肥料效应的模型分析

2.2.1 氮、磷、钾肥料效应分析

用 14 个处理的施肥量和茶叶产量数据拟合氮、磷、钾肥三元二次方程: $y = 1184.096 + 4.733N + 3.201P - 5.025K - 0.005N^2 - 0.011P^2 + 0.013K^2 - 0.010NP + 0.002NK + 0.009PK$, $F = 25.807$, $R^2 = 0.991$, $P = 0.003$,

达到极显著水平。将三元二次方程求解, 根据目前肥料价格, N 4.78 元/kg、P₂O₅ 6.25 元/kg、K₂O 7.20 元/kg, 春茶一芽一叶茶青售价 240 元/kg, 可以得出最高产量及其施肥量, 最高产量为 1983.5 kg/hm², 施肥量为 N 526 kg/hm²、P₂O₅ 0 kg/hm²、K₂O 145 kg/hm²。

2.2.2 氮、磷、钾单种肥料效应分析

根据“3414”肥料施肥原则, 用 N₀P₂K₂、N₁P₂K₂、N₂P₂K₂ 和 N₃P₂K₂ 处理的施肥量和茶叶产量数据拟合 P₂K₂ 水平下氮肥效应方程; 用 N₂P₀K₂、N₂P₁K₂、N₂P₂K₂ 和 N₂P₃K₂ 处理的施肥量和茶叶产量数据拟合 N₂K₂ 水平下磷肥效应方程; 用 N₂P₂K₀、N₂P₂K₁、N₂P₂K₂ 和 N₂P₂K₃ 处理的施肥量和茶叶产量数据拟合 N₂P₂ 水平下钾肥的效应方程。拟合结果见图 1, 拟合方程见表 3。茶叶产量和茶花生物量均随氮肥

施用量的增加呈先上升后降低的趋势, 根据氮肥施用量与茶叶产量拟合函数可得最佳氮肥施用量为 349 kg/hm², 此时茶叶产量最大, 而茶花生物量还未达到最大值。根据其拟合函数计算不施氮时的理论产量为 1163.9 kg/hm², 这与 N₀P₀K₀ 和 N₀P₂K₂ 施肥处理实际测得产量 1184.3、1144.5 kg/hm² 基本一致。通过拟合函数(表 3)可知, 施磷量为 56 kg/hm² 时, 茶叶产量最高, 磷肥施用量 >56 kg/hm² 茶花生物量仍会升高, 但茶叶产量降低; 施钾量为 0 kg/hm² 时茶叶产量最高, 施钾量为 120 kg/hm² 时茶叶产量最低, 因此, 氮、磷、钾肥施用量分别为 349、56、0 kg/hm² 时, 白叶一号茶叶产量最高且茶花生物量较低, 此结果与试验设置 N₂P₁K₁ 施肥处理结果相似。

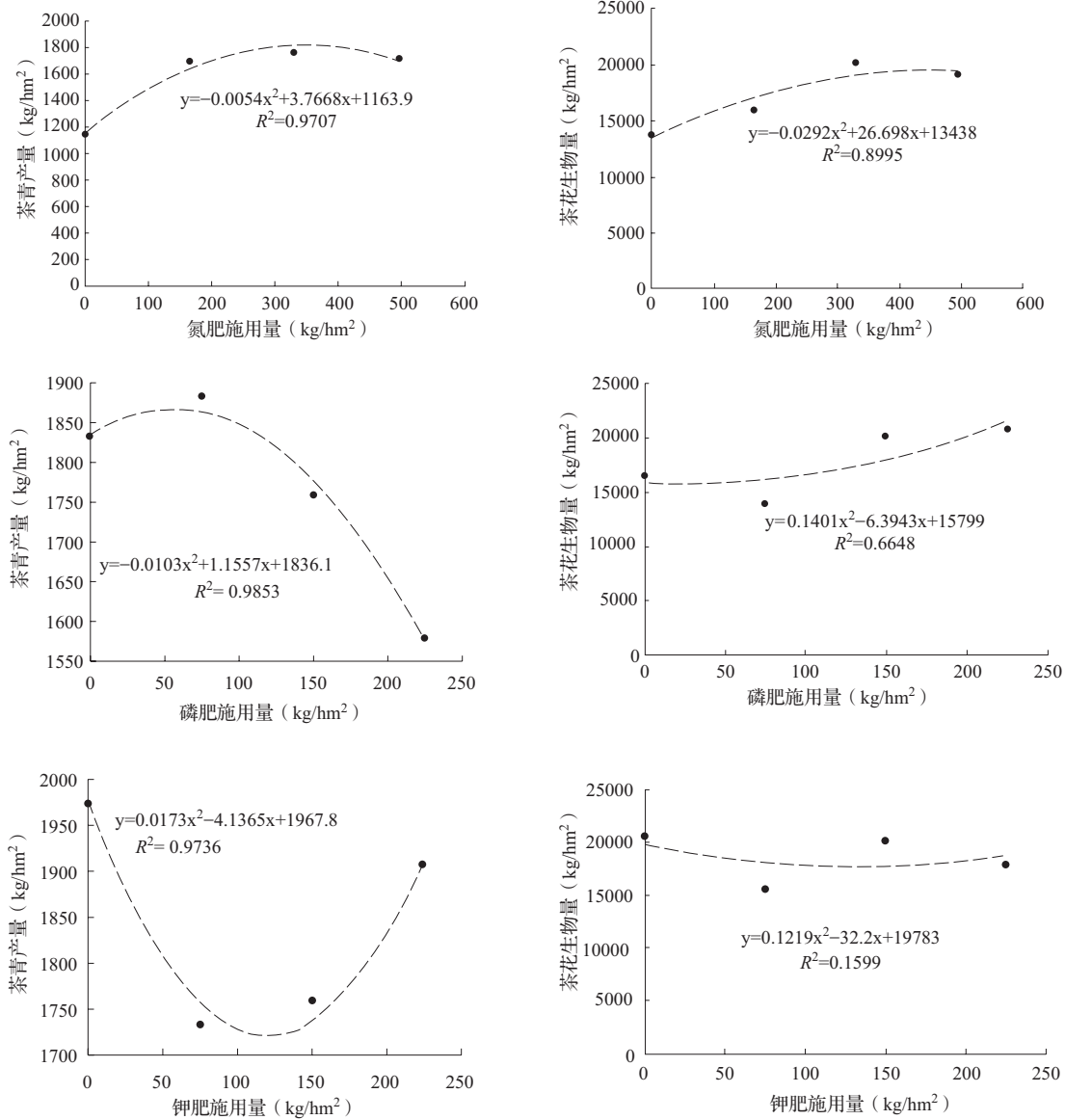


图 1 单一营养元素不同施用量对茶叶产量和茶花生物量的影响

表 3 单一营养元素与茶叶产量及茶花生生物量拟合函数

	函数模型	R ²	峰值
氮肥 - 茶叶产量	$y = -0.0054x^2 + 3.7668x + 1163.9$	0.9707	349
磷肥 - 茶叶产量	$y = -0.0103x^2 + 1.1557x + 1836.1$	0.9853	56
钾肥 - 茶叶产量	$y = 0.0173x^2 - 4.1365x + 1967.8$	0.9736	120
氮肥 - 茶花生生物量	$y = -0.0292x^2 + 26.698x + 13438$	0.8995	457
磷肥 - 茶花生生物量	$y = 0.1401x^2 - 6.3943x + 15799$	0.6648	23
钾肥 - 茶花生生物量	$y = 0.1219x^2 - 32.2x + 19783$	0.1599	—

2.3 不同施肥处理对春茶品质的影响

通过对2022年白叶一号春茶品质进行分析(表4)发现, N₂P₂K₃处理水浸出物为44.61%, 高于其他施肥处理, 但各施肥处理间差异不显著。N₂P₁K₁处理茶多酚、酚氨比、儿茶素含量在所有处理中最低, 茶多酚含量为

14.31%、儿茶素含量为6.64%, 均显著低于其他施肥处理, 酚氨比显著低于除N₂P₃K₂、N₂P₂K₀、N₂P₂K₁、N₃P₂K₂以外的施肥处理, 咖啡碱含量N₂P₂K₀处理最低, 但与N₂P₁K₁处理之间没有显著差异, 综合分析, N₂P₁K₁施肥处理春茶品质最优。

表 4 不同施肥处理对春茶品质的影响

处理	水浸出物 (%)	氨基酸 (%)	茶多酚 (%)	酚氨比	咖啡碱 (%)	儿茶素 (%)
N ₀ P ₀ K ₀	41.71 ± 0.28a	5.49 ± 0.01bcde	14.31 ± 0.26abc	2.61 ± 0.04ab	3.02 ± 0ab	7.88 ± 0.02bcd
N ₀ P ₂ K ₂	42.57 ± 0.61a	5.78 ± 0.11abcde	14.33 ± 0.33abc	2.48 ± 0.01c	3.07 ± 0.02ab	8.14 ± 0.26abcd
N ₁ P ₂ K ₂	42.93 ± 0.24a	5.77 ± 0.02abcde	14.97 ± 0.07ab	2.59 ± 0ab	3.18 ± 0ab	9.00 ± 0.16a
N ₂ P ₀ K ₂	44.21 ± 1.71a	6.12 ± 0.12a	15.47 ± 0.15a	2.53 ± 0.02bc	3.30 ± 0.05a	8.70 ± 0.11ab
N ₂ P ₁ K ₂	42.05 ± 0.86a	5.52 ± 0.05bcde	14.48 ± 0.05abc	2.62 ± 0.03ab	3.23 ± 0ab	7.93 ± 0.06bcd
N ₂ P ₂ K ₂	42.74 ± 0.69a	5.96 ± 0.04abcd	14.65 ± 0.44abc	2.46 ± 0.09c	3.28 ± 0.04a	8.13 ± 0.37abcd
N ₂ P ₃ K ₂	42.46 ± 0.44a	6.13 ± 0.02a	13.85 ± 0.27bc	2.26 ± 0.04d	3.14 ± 0.01ab	8.36 ± 0.13abc
N ₂ P ₂ K ₀	42.98 ± 0.23a	6.24 ± 0.05a	14.39 ± 0.13abc	2.31 ± 0d	1.82 ± 1.49d	8.84 ± 0.13a
N ₂ P ₂ K ₁	41.41 ± 0.82a	6.04 ± 0ab	13.47 ± 0.07c	2.23 ± 0.01d	3.30 ± 0.04a	7.33 ± 0.20de
N ₂ P ₂ K ₃	44.61 ± 0.92a	5.43 ± 0.06cde	13.82 ± 0.01bc	2.54 ± 0.03bc	3.06 ± 0.02ab	7.28 ± 0.23de
N ₃ P ₂ K ₂	43.31 ± 0.39a	6.01 ± 0.08abc	13.92 ± 0.16bc	2.32 ± 0d	3.32 ± 0.02a	7.82 ± 0.01bcd
N ₁ P ₁ K ₂	41.14 ± 0.02a	5.37 ± 0de	13.94 ± 0.06bc	2.60 ± 0.01ab	3.23 ± 0ab	7.75 ± 0.02cd
N ₁ P ₂ K ₁	41.47 ± 0.63a	5.30 ± 0.03e	14.08 ± 0.07bc	2.65 ± 0.03a	3.22 ± 0.02ab	7.88 ± 0.21bcd
N ₂ P ₁ K ₁	41.74 ± 4.65a	5.44 ± 0.61cde	12.04 ± 1.31d	2.22 ± 0.01d	2.82 ± 0.36ab	6.64 ± 0.77f

3 讨论

3.1 氮、磷、钾配施对茶叶产量的影响

本研究施肥量与茶叶产量的效应模型 $y = 1184.096 + 4.733N + 3.201P - 5.025K - 0.005N^2 - 0.011P^2 + 0.013K^2 - 0.010NP + 0.002NK + 0.009PK$, $F = 25.807$, $R^2 = 0.991$, $P = 0.003$, 未满足一次项均为正, 二次项均为负的典型式三元二次施肥模型条件, 但其产量与施肥量间有显著的回归关系, 属于非典型式三元二次施肥模型^[17-20], 推荐施肥量为

氮 526 kg/hm²、磷 0 kg/hm²、钾 145 kg/hm²。一元二次施肥模型(即单因素肥料效应分析)推荐施肥量为氮 349 kg/hm²、磷 56 kg/hm²、钾 0 kg/hm², 结合三元二次施肥模型, 本试验茶园推荐施肥量为氮 349 ~ 526 kg/hm²、磷 0 ~ 56 kg/hm²、钾 0 ~ 145 kg/hm²。本试验茶叶产量没有随施钾量增加呈增产趋势, 钾肥施用量为 0 kg/hm²时茶园茶青产量最高, 原因是试验茶园土壤基础有效磷含量较高, 按茶叶产地土壤肥力分级标准^[21], 一级茶园土壤速效钾含量标准为 >80 mg/kg, 而本研究茶园土壤速

效钾含量为 289 mg/kg, 是一级茶园速效钾含量下限的 3.6 倍, 在此基础上施用钾肥茶园产量减少, 这也是未拟合出典型三元二次施肥模型的主要原因, 孙义祥等^[18]、吉光鹏等^[10] 研究冬小麦、香梨施肥参数时也得出类似结论。

王圣瑞等^[17]、孙义祥等^[18] 研究表明, 一般情况下, 三元二次方程获得的推荐肥料用量比一元二次方程获得推荐用量高。采纳一元二次方程获得最佳推荐肥料用量, 因此, 最佳施肥量为氮 349 kg/hm²、磷 56 kg/hm²、钾 0 kg/hm²。当前茶园不需要施用钾肥, 土壤中的钾以离子形式对植物提供营养, 土壤呈酸性时, 钾的淋溶损失是土壤钾损失的重要部分, 其次是地上作物的移除^[22], 本研究中茶园全年只采春茶, 全年修剪枝均留在茶行间不移出茶园, 茶园钾素消耗仅来自于春茶的带走和茶园的流失, 当茶园速效钾含量降低至一级茶园土壤肥力下限 (80 mg/kg) 标准时, 应根据茶园土壤钾素流失量及春茶钾素带走量, 结合钾肥利用率对茶园补充钾肥, 以保障茶园的优质高产。

3.2 氮、磷、钾配施对茶花生物量的影响

白叶一号与常规茶树品种相比, 花朵数量较多, 但目前茶花利用较少, 甚至被认为是茶叶生产中的“废料”^[23]。茶树花芽与叶芽共同着生在枝条的叶腋间, 花芽的分化与发育抑制叶芽的萌发与生长, 茶花争夺树体养分, 不利于茶树鲜叶的优质高产^[3, 24]。本研究中, 茶花生物量是茶青产量的 7.4 ~ 13.5 倍, 茶花生物量随氮肥施用量的增加而增加, 施氮量为 457 kg/hm² 时茶花生物量达到最大, 而施氮量为 349 kg/hm² 时茶青产量便已达到最大, 茶花总需氮量大于茶青, 茶花消耗大量养分对来年春茶不利, 王静等^[25] 通过秋冬季摘除幼蕾阻断茶花对养分的消耗, 使白化茶树春茶产量增加 13.8% ~ 70.6%。王丽云等^[26] 在木本作物降香黄檀上的研究表明, 磷肥、钾肥促进生殖生长, 此试验茶园土壤基础有效磷含量较高, 磷肥施用量

>56 kg/hm² 时, 茶花生物量增加而茶叶产量下降。本研究不同施肥处理间茶花生物量之间存在差异, 但均未达到显著水平, 究其原因, 茶树是多年生作物, 本试验实施时间只有两年, 在高土壤基础肥力背景下, 不同施肥处理养分投入均未达到显著限制茶树生殖生长的效果。

3.3 氮、磷、钾配施对白叶一号春茶品质的影响

施肥不仅影响茶叶产量, 同时也会对茶叶品质产生一定的影响^[27-28], 周志等^[29] 研究表明, 茶叶中的氨基酸、咖啡碱含量与土壤中的氮素含量呈显著正相关, 适当施用氮肥能提高茶叶品质, 而过量施氮则会降低茶叶品质。白叶一号茶树与常规品种相比, 氨基酸含量高, 茶多酚含量低, 制绿茶品质优^[30]。酚氨比是反映绿茶品质特征的一个重要参数, 名优绿茶要求酚氨比低, 以保证滋味鲜爽^[2, 31]。本研究中, 通过 N₀P₂K₂、N₁P₂K₂、N₂P₂K₂ 和 N₃P₂K₂ 处理拟合 P₂K₂ 水平下氮肥与酚氨比的效应方程; 通过 N₂P₀K₂、N₂P₁K₂、N₂P₂K₂ 和 N₂P₃K₂ 处理拟合 N₂K₂ 水平下磷肥与酚氨比的效应方程; 通过 N₂P₂K₀、N₂P₂K₁、N₂P₂K₂ 和 N₂P₂K₃ 处理拟合 N₂P₂ 水平下钾肥与酚氨比的效应方程 (图 2), 结果表明, 酚氨比随氮肥、磷肥施用量的增加均呈先增加后降低的趋势, 氮肥施用量为 176 kg/hm²、磷肥施用量为 62 kg/hm² 时, 酚氨比均为最高; 酚氨比随钾肥施用量的增加呈先降低后增加的趋势, 钾肥施用量 26 kg/hm² 时, 酚氨比最低, 王瑜等^[32] 在研究以氮为基础比例适当降低磷和钾的占比时发现, 茶叶游离氨基酸含量显著增加, 本研究结果也印证了这一结论。酚氨比为 2 ~ 8 适制绿茶, 且酚氨比越低绿茶品质越优^[31]。适当减施并优化氮、磷、钾施入比例可以提高茶叶品质。白叶一号高产推荐施肥量氮 349 ~ 526 kg/hm²、磷 0 ~ 56 kg/hm²、钾 0 ~ 145 kg/hm²。最佳施肥量 (氮 349 kg/hm²、磷 56 kg/hm²、钾 0 kg/hm²) 在保证高产的同时, 品质也较优。

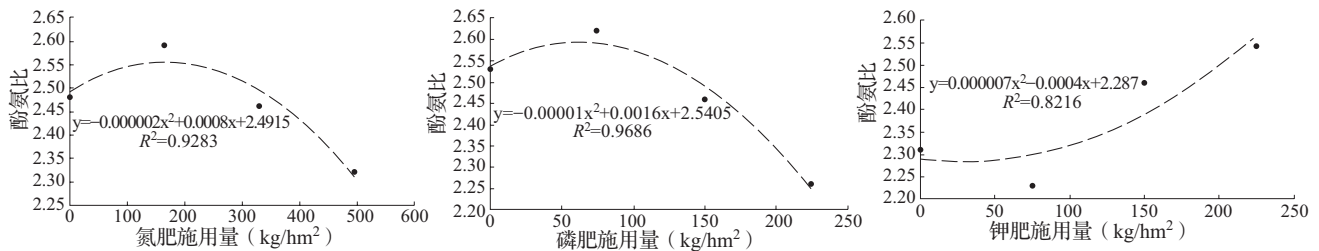


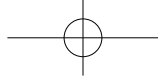
图 2 单一营养元素不同施用量对茶叶酚氨比的影响

4 结论

白叶一号茶叶产量及多花特性不仅受到遗传因素的影响,还受到肥料和其他环境条件的影响。本试验表明,增加氮肥和钾肥的施入量可以提高茶叶产量,但同时也会伴随着茶花生物量的增加和茶叶品质的变化,通过氮、磷、钾施用量与茶花生物量、茶叶产量的函数方程解析,推荐当地施肥量为氮 349 ~ 526 kg/hm²、磷 0 ~ 56 kg/hm²、钾 0 ~ 145 kg/hm²,最佳施肥量为氮 349 kg/hm²、磷 56 kg/hm²、钾 0 kg/hm²。

参考文献:

- [1] 娄艳华,何卫中,刘瑜,等. 14个黄化、白化变异茶树品种(系)综合性状评价与分析[J]. 茶叶, 2020, 46(2): 84-90.
- [2] 金孝芳,马林龙,刘艳丽,等. 6个高氨基酸茶树品种(系)主要生化成分分析[J]. 茶叶学报, 2017, 58(2): 58-62.
- [3] 刘海洋,徐金花,陆路,等. 镇江地区白叶1号茶树多花因素分析及措施[J]. 南方农业, 2019, 13(27): 33-35.
- [4] 马立锋,霍克坤,申瑞寒,等. 化肥减施下的安吉茶园施肥变化及施肥策略[J]. 浙江农业科学, 2022, 63(11): 2522-2526.
- [5] 马立锋,陈晓辉,王涛,等. 特异茶树品种(白化品系、黄化品系)高效施肥模式[J]. 中国茶叶, 2020: 45-46.
- [6] 高祥照,马常宝,杜森. 测土配方施肥技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [7] 周镇磊,刘建明,曹东,等. “3414”施肥对呼伦贝尔燕麦产量和品质的影响[J/OL]. 分子植物育种, <https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20220920.1656.006.html>.
- [8] 苏甘世,卢菊荣. 对水稻测土配方施肥项目3414田间肥效的实验研究[J]. 农业与技术, 2019, 39(5): 37-39.
- [9] 岳素清,金喜强. 玉米肥料效应函数建立与应用的研究[J]. 内蒙古农业科技, 2008(6): 20-21.
- [10] 吉光鹏,张栋海,牛岭磊,等. “3414”肥料效应函数分析香梨初果期施肥参数[J]. 新疆农业科学, 2021, 58(4): 682-689.
- [11] 齐豫川,潘远智,杨亚男,等. 氮、磷、钾肥配施对桂花品种‘金玉台阁’开花性状及叶片中叶绿素和营养元素含量的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2017, 26(4): 35-45.
- [12] 金冬雪,孙迪,樊桓均,等. 基于“3414”施肥方案的二年生桔梗主要性状的综合评价[J]. 中国土壤与肥料, 2021(2): 156-161.
- [13] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 8305—2013, 茶水浸出物测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013: 1-4.
- [14] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 8313—2018, 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018: 1-6.
- [15] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 8314—2013, 茶游离氨基酸总量的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013: 1-3.
- [16] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 8312—2013, 茶咖啡碱测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013: 1-5.
- [17] 王圣瑞,陈新平,高祥照,等. “3414”肥料试验模型拟合的探讨[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(4): 409-413.
- [18] 孙义祥,郭跃升,于舜章,等. 应用“3414”试验建立冬小麦测土配方施肥指标体系[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(1): 197-203.
- [19] 宋朝玉,高峻岭,张清霞,等. 3414肥料试验结果统计方法的讨论与分析[J]. 山东农业科学, 2009, 9: 93-96.
- [20] 黄高鉴,孙晋鑫,张强,等. 氮磷钾配施对潞党参产量与品质的影响及肥料效应[J]. 中国土壤与肥料, 2022(9): 26-31.
- [21] 中华人民共和国农业行业标准. NY/T 853—2004 茶叶产地环境技术条件[S].
- [22] 莫利,杨浩,侯蓉,等. 矮竹扩繁引起的亚高山针叶林退化导致土壤钾和镁流失[J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(11): 2536-2544.
- [23] 李利欢,赖榕辉,黄秀鑫,等. 茶树花的生化特征与综合利用研究进展[J]. 广东茶业, 2018(4): 2-7.
- [24] 吴丹,曹藩荣. 茶树生殖生长与营养生长的关系分析[J]. 广东茶业, 2019(4): 2-4.
- [25] 王静,石杨,张艳,等. 摘除茶花对白化茶树春茶产量及生化成分的影响研究[J]. 茶叶通讯, 2022, 49(4): 464-471.
- [26] 王丽云,刘小金,徐大平,等. 生长调节剂对降香黄檀营养生长与生殖生长的影响[J]. 华南农业大学学报, 2017, 38(5): 86-90.
- [27] 耿赛攀,马立锋. 施肥对茶园土壤质量及茶叶产量、品质的影响研究进展[J]. 茶叶学报, 2021, 62(1): 22-29.
- [28] 李相楹,张珍明,张清海,等. 茶园土壤氮磷钾与茶叶品质关系研究进展[J]. 广东农业科学, 2014, 23: 56-60.
- [29] 周志,刘扬,张黎明,等. 武夷茶区茶园土壤养分状况及其对茶叶品质成分的影响[J]. 中国农业科学, 2019, 52(8): 1425-1434.
- [30] 卢翠,沈称文. 茶树白化变异研究进展[J]. 茶叶科学, 2016, 36(5): 445-451.
- [31] 杨安,曾艳,汪婷,等. 川西茶区4个主栽茶树品种生化性质和适制性的研究[J]. 西南农业学报, 2013, 26(1): 119-124.
- [32] 王瑜,刘扬,卓座品,等. 高氮低磷中钾配比对武夷岩茶产量及品质的影响[J]. 南方农业学报, 2022, 53(2): 391-400.



Effect of combined application of NPK fertilization on tea yield , quality and camellia biomass of Baiye No. 1

ZENG Ting-ting¹, XI Ya-nan¹, WANG Jing^{1, 2}, ZHANG Xiao-qin¹, DAI Wen-dian³, SONG Shao-guang³, TAN Cancan⁴, WANG Jia-lun^{1, 2*} (1. Guizhou Tea Research Institute, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang Guizhou 550025; 2. Zunyi Comprehensive Test Station, China Agriculture Research System-Tea, Guiyang Guizhou 550006; 3. Zunyi Daxing Compound fertilizer Co., Ltd, Zunyi Guizhou 563000; 4. Yuqing County Agricultural and Rural Affairs Bureau, Zunyi Guizhou 56440)

Abstract: This study adopted a 3-factor fertilization experiment with nitrogen (N) , phosphorus (P₂O₅) and potassium (K₂O) in an incomplete orthogonal design of “3414” (N₀P₀K₀, N₀P₂K₂, N₁P₂K₂, N₂P₀K₂, N₂P₁K₂, N₂P₂K₂, N₂P₃K₂, N₂P₂K₀, N₂P₂K₁, N₂P₂K₃, N₃P₂K₂, N₁P₁K₂, N₁P₂K₁, N₂P₁K₁) , the camellia biomass, tender leaves yield, and dry tea quality of Baiye No.1 were measured. Furthermore, the equations that accounted for the effects of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers were established and combined with quality traits to determine the amount of fertilizer to be applied. The results revealed that the tender leaves yield of N₂P₁K₂ treatment was lower than N₂P₂K₀, N₂P₁K₁ and N₂P₂K₃, and camellia biomass was only higher than N₀P₂K₂. The percentage of tea green leaf yield to tea flower biomass was 13.5%, higher than other fertilizer treatments. The N₂P₁K₁ treatment had the second-highest tea green leaf yield and tea flower biomass percentage. However, it showed the lowest content of tea polyphenols, phenylalanine to ammonia ratio, and catechins, indicating superior quality. The tea polyphenol content was 14.31%, and the catechin content was 6.64%, which was significantly lower than that of other fertilizer treatments. By fitting the ternary quadratic equation and the univariate quadratic equation of N, P and K fertilizer and yield of Baiye No.1, the recommended fertilization amount was analyzed as follows: N 349-526 kg/hm², P₂O₅ 0-56 kg/hm², K₂O 0-145 kg/hm², the recommended optimal fertilizer application rates were N 349 kg/hm², P₂O₅ 56 kg/hm², and K₂O 0 kg/hm². In summary, the soil at the experimental site had high nutrient content of N, P and K. Therefore, the recommended optimal fertilizer application rates were N 349 kg/hm², P₂O₅ 56 kg/hm² and K₂O 0 kg/hm².

Key words: Baiye No.1; “3414” fertilizer effect test design; yield and quality of tea; camellia biomass; fertilization amount