

水中 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶冲泡茶汤滋味品质的影响

杨悦^{1,2}, 张英娜², 许勇泉^{2*}, 汪芳², 陈建新², 戴前颖^{1*}, 尹军峰²

(1. 安徽农业大学茶树生物学与资源利用国家重点实验室, 合肥 230036;

2. 中国农业科学院茶叶研究所, 国家茶产业工程技术研究中心, 农业部茶树生物学与资源利用重点实验室, 浙江省茶叶加工工程重点实验室, 杭州 310008)

摘要: 研究水中 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶冲泡茶汤滋味品质的影响。通过分析冲泡后茶汤的滋味品质、主要物质的含量及 Ca^{2+} 对主要滋味物质呈味特性的影响, 探讨 Ca^{2+} 对龙井茶冲泡茶汤滋味品质的影响。结果表明, 随着水中 Ca^{2+} 质量浓度的增加, 茶汤香气和滋味品质都显著下降, 茶汤鲜爽度、醇度和苦味强度显著下降, 而茶汤涩味强度显著增强; 主要儿茶素、咖啡碱和氨基酸的浸出受 Ca^{2+} 影响较小, 当 Ca^{2+} 质量浓度达到 $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时才略有下降, 不足以解释冲泡茶汤滋味品质的变化; Ca^{2+} 对主要滋味物质的呈味特性有明显影响, Ca^{2+} 可增强 EGCG、咖啡碱和茶氨酸的涩味, 降低 EGCG 和咖啡碱的苦味、茶氨酸的甜味和鲜味。本研究表明 Ca^{2+} 对龙井茶滋味物质浸出的影响相对较小, 主要通过影响茶汤中滋味物质的呈味特性来改变茶汤整体滋味品质。

关键词: 龙井茶; Ca^{2+} ; 滋味成分; 滋味品质

中图分类号: TS272.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2016)03-0345-05

Effect of water Ca^{2+} concentration on taste quality of Longjing tea infusion

YANG Yue^{1,2}, ZHANG Yingna², XU Yongquan², WANG Fang², CHEN Jianxin², DAI Qianying¹, YIN Junfeng²

(1. State Key Laboratory of Tea Plant Biology and Utilization, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences; Engineering Research Center for Tea Processing; Key Laboratory of Tea Biology and Resources Utilization, Ministry of Agriculture, Hangzhou 310008)

Abstract: The effect of water Ca^{2+} concentration on taste quality of Longjing tea infusion was investigated. The taste quality and the concentration of the taste components of Longjing tea infusion and taste characteristics of main taste substances affected by Ca^{2+} were analyzed. The results showed that, with an increase of Ca^{2+} in water, the aroma and taste quality decreased and the intensity of umami, mellow and bitterness significantly also decreased, while the intensity of astringency significantly increased. However, the extraction of catechins, caffeine and amino acids from Longjing tea leaves was slightly affected. The concentrations of the main taste substances slightly decreased when the water Ca^{2+} reached to $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ the level at which the change of taste quality cannot be explained. The taste characteristic of the main taste substances was significantly affected. The intensity of astringency of EGCG, caffeine and theanine was significantly enhanced, while the intensity of bitterness of EGCG and caffeine and the intensities of sweetness and umami of theanine decreased. This study indicated that the extraction of taste substances was slightly affected by Ca^{2+} and the taste quality of tea infusion was affected by changing the taste characteristic of the taste substances.

Key words: Longjing tea; Ca^{2+} ; taste substances; taste quality

所谓好茶配好水, 明朝的许次纾就在《茶疏》中写道: “精茗蕴香, 借水而发, 无水不可论茶也。”可见泡茶用水的优劣在很大程度上影响了茶的风味。饮用水本身就存在一定的口感差异, 主要是由

于水中所含无机离子的种类和含量不同引起^[1]。 Ca^{2+} 是饮用水中常见的离子, 影响水的硬度; 其二价盐在低浓度时可使水体呈甜味, 而在高浓度时, 可呈现苦味和涩味^[1-2]。 CaCl_2 在水中的觉察阈值约

收稿日期: 2015-11-30

基金项目: 农业创新工程 (CAAS-ASTIP-2014-TRICAAS) 和浙江省茶产业创新团队 (2011R50024) 共同资助。

作者简介: 杨悦, 硕士研究生。

* 通信作者: 许勇泉, 副研究员。E-mail: yqx33@126.com 戴前颖, 博士, 副教授。E-mail: daiqianying117@163.com

为 $0.16 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, 在 $1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 被认为具有 35% 苦味、32% 酸味、29% 甜味和 4% 咸味, 当浓度升高后, 苦味和咸味的比例上升, 甜味比例下降^[2]。当用于茶叶冲泡时, Ca^{2+} 对茶汤的影响并不局限于其本身的味感。有研究表明, 水中 Ca^{2+} 质量浓度增加可显著增大茶汤的浊度, 且使得茶汤感官品质下降, 同时 Ca^{2+} 也会影响茶叶中化学物质的浸出^[3-4]。 Ca^{2+} 对茶汤滋味的影响主要表现为增加茶汤熟闷味, 且使得其苦涩味加重^[4], Yin 等^[5] 则研究认为 Ca^{2+} 可降低绿茶茶汤的苦味和鲜甜味, 增加其涩味。

绿茶茶汤中主要的滋味物质为多酚类、生物碱和氨基酸^[6]。Yu 等^[7] 研究认为组成绿茶滋味最关键的物质为苦涩味的 EGCG、苦味的咖啡碱、鲜味的谷氨酸和茶氨酸, Scharbert 等^[8] 指出黄酮苷类物质同样是形成茶汤涩味的重要滋味物质。Yin 等^[5] 研究认为 Ca^{2+} 是通过增强 EGCG 与蛋白质的结合能力从而达到增强其涩味的目的, 许勇泉等^[4] 则指出 Ca^{2+} 主要通过参与茶汤冷后浑的形成、诱导儿茶素异构化及氧化分解等作用达到影响茶汤滋味的目的。

不同的绿茶因不同的加工工艺会形成各自的风味特征, 这主要是由于加工完成后其内含滋味成分的含量和比例不同所致^[9]。龙井茶属于扁炒青, 因“色绿、香郁、味甘、形美”的特点广受消费者喜爱^[6]。本研究旨在通过分析水中 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶冲泡后感官品质的影响来探讨不同水质对龙井茶风味品质的影响, 研究结果将为龙井茶冲泡水质选择及茶饮料制备等提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

茶叶: 西湖龙井, 购于杭州龙冠实业有限公司; 实验用水: 娃哈哈桶装纯净水。

硫酸亚铁、酒石酸钾钠、磷酸氢二钠、磷酸二氢钾、茛三酮、氯化亚锡、三氯化铝及无水氯化钙均为分析纯, 购于兰溪市华盛化工试剂有限; 儿茶素、没食子酸、咖啡碱、氨基酸、黄酮苷标准品, 甲酸、乙腈均为色谱纯, 购于 sigma 公司。

Milli-RO PLUS 30 纯水机, 购于法国 Millipore 公司; Waters 2469 series 高效液相色谱、Waters alliance w2695 高效液相色谱仪, 购于美国 Waters 公司; iCAP6300DUO 型电感耦合等离子体发射光谱仪, 购于美国 TJA 公司。

1.2 方法

1.2.1 茶汤制备 用无水氯化钙配备含 Ca^{2+} 质量浓度分别为 0、2、4、6、8、10、15、20、30 和 $40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$

的水溶液, 将这 10 份水样加热至沸腾。根据茶叶感官审评方法 (GB/T 23776-2009)^[10] 中的名优茶审评法, 称取 3 g 龙井茶, 加入 150 mL 含不同 Ca^{2+} 质量浓度的沸水, 冲泡 4 min。

1.2.2 茶汤感官审评 由 4 位具有中级评茶员资格以上的审评人员对上述茶汤进行审评, 分别给出香气和滋味的评语和评分, 评分为百分制; 另外, 在滋味审评时, 按苦味、涩味、鲜爽度及醇度 4 个分属性进行分别评分, 采用十分制。

1.2.3 儿茶素、咖啡碱含量检测 方法参考许勇泉等^[4], 茶汤用 $0.22 \mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤, 滤液待检测。W2469 高效液相色谱仪 (Waters 公司生产), VWD 检测器; 色谱柱: ZORBAX SB-C18 ODS, $5 \mu\text{m}$, $4.6 \text{ mm}\times 150 \text{ mm}$; 流动相: A 为 0.5% 甲酸, 流动相 B 为乙腈, 流速 $1 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, 柱温 35°C , 检测波长 280 nm , 进样量: $5 \mu\text{L}$, 梯度洗脱, 流动相 B 在 16 min 内由 6.5% 线性梯度变化到 25%, 25 min 回到初始状态, 平衡 10 min。

1.2.4 氨基酸组分含量检测 检测方法参考尹军峰等^[10], 取 50 mL 茶汤浸提液蒸干, 再用 5 mL 去离子水重新溶解, 过 $0.45 \mu\text{m}$ 滤膜, 滤液待用。采用 Waters 公司 AccQ-Tag 氨基酸分析方法, 待测液经 AccQ-Tag 柱分离, 在荧光检测器 (Ex: 250 nm , Em: 395 nm) 中检测, 用外标法定量氨基酸组成的含量。Waters alliance W2695 高效液相色谱仪, Empower 软件工作站, 荧光检测器, 检测波长: Ex: 250 nm , Em: 395 nm , AccQ-Tag 氨基酸 ($15 \text{ mm}\times 3.9 \text{ mm}\times 4.6 \text{ mm}$), 流速: $1 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, 柱温: 37°C , 进样量: $10 \mu\text{L}$, 流动相梯度洗脱。

1.2.5 主要金属离子含量检测 检测方法参考许勇泉等^[4], 采用 ICP-OES 检测, 分析条件如下: 检测器 CID, 低波长最大间隔时间 15 s, 高波长最大间隔时间 5 s, 喷雾器压力 28 psi, 泵速率 $100 \text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$, 辅助气体为中速 ($1 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$), RF 功率 1150 W。

1.2.6 Ca^{2+} 对滋味单体呈味特性影响分析 分别将无水氯化钙与 EGCG、咖啡碱和茶氨酸配备成 3 组混合溶液, 每组混合液为 8 种不同 Ca^{2+} 质量浓度与某一固定浓度的滋味单体复配而成。混合液中 Ca^{2+} 质量浓度分别为 0、1、2、3、4、6、8 及 $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, EGCG 质量浓度为 $400 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 咖啡碱质量浓度为 $300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 茶氨酸质量浓度为 $300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。由 4 位具有中级评茶员资格以上的审评人员对复配溶液进行感官审评, EGCG、咖啡碱与 Ca^{2+} 的复配溶液分苦味和涩味强度进行打分, 茶氨酸与 Ca^{2+} 的复配溶液分鲜味、甜味、涩味进行打分, 打分采用十分制。

1.3 数据分析

样品均有 3 次重复。表中数据为平均值±标准偏差, 采用 SPSS13.0 进行方差分析, 处理间平均数的比较用最小显著差数法 (LSD)。

2 结果与分析

2.1 水中 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶冲泡后茶汤风味品质的影响

水中 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶冲泡后茶汤的风味品质有明显影响 (表 1)。随 Ca^{2+} 质量浓度的增加, 茶汤香气品质下降, 且当 Ca^{2+} 达到 $40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 茶汤香气表现出熟味, 香气评分也随 Ca^{2+} 质量浓度的增加而下降。在滋味方面, Ca^{2+} 质量浓度增加可导致冲泡后茶汤鲜爽度、醇度和苦味下降, 而茶汤涩味明显上升; 整体茶汤滋味品质大幅下降, 由尚鲜

爽转尚醇带涩, 滋味变钝, 滋味总分明显下降。甚至当水中钙离子含量只有 $2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 冲泡后龙井茶茶汤的香气和滋味品质就开始受到明显影响, 可见龙井茶对水质的要求极高。

2.2 水中 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶中儿茶素和咖啡碱浸出的影响

水中 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶主要儿茶素和咖啡碱的浸出有一定影响 (表 2)。随着水中 Ca^{2+} 质量浓度的增加, 冲泡后茶汤中主要儿茶素和咖啡碱含量略有下降, 但是差异极小、甚至差异不显著; 特别是当钙离子浓度在 $0\sim 15 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 之间时, 茶汤中主要儿茶素和咖啡碱含量呈现波动, 而当钙离子浓度达到 $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 部分儿茶素含量开始出现显著下降。但是, 整体来说, 水中钙离子浓度在 $0\sim 40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时对龙井茶中儿茶素和咖啡碱的浸出影响极小。

表 1 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶茶汤风味品质的影响
Table 1 Effect of Ca^{2+} concentration on the flavor of Longjing tea infusion

Ca^{2+} 质量浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Ca^{2+} concentration	香气 Aroma		滋味 Taste					
	评语 Evaluation	评分 Mark	苦味 Bitter taste	涩味 Astringent	鲜爽度 Freshness and briskness	醇度 Fineness	评语 Evaluation	评分 Mark
0	清香	88	3.0 ± 0.2^a	3.0 ± 0.1^f	4.0 ± 0.3^a	7.0 ± 0.2^a	尚鲜爽	90
2	较高	87	3.3 ± 0.2^a	3.0 ± 0.2^f	3.0 ± 0.2^b	6.5 ± 0.2^b	醇尚爽	88
4	较高	87	3.3 ± 0.1^a	3.0 ± 0.2^f	2.8 ± 0.2^b	6.5 ± 0.1^b	醇尚爽	88
6	纯正	85	2.5 ± 0.2^b	3.8 ± 0.1^e	1.8 ± 0.2^c	6.0 ± 0.2^c	尚醇爽	86
8	尚纯正	84	2.3 ± 0.1^{bc}	4.0 ± 0.1^{de}	1.5 ± 0.2^{cd}	6.0 ± 0.1^c	醇正	85
10	尚纯正略闷	83	2.3 ± 0.2^{bc}	4.3 ± 0.2^{cd}	1.5 ± 0.2^{cd}	6.0 ± 0.2^c	尚醇正	84
15	尚纯正略闷	83	2.0 ± 0.1^c	4.3 ± 0.1^c	1.3 ± 0.1^{de}	5.5 ± 0.2^d	尚醇	83
20	尚纯正	84	2.0 ± 0.1^c	4.5 ± 0.2^{bc}	1.0 ± 0.2^{ef}	5.5 ± 0.1^d	尚醇带涩	82
30	尚纯	83	2.0 ± 0.2^c	4.8 ± 0.1^{ab}	1.0 ± 0.1^{ef}	5.3 ± 0.2^e	尚醇带涩	82
40	尚纯稍带熟	82	2.0 ± 0.1^c	5.0 ± 0.2^a	0.8 ± 0.2^f	5.0 ± 0.1^f	尚醇带涩	81

注: 同一行中不同字母表示差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。下同。

Note: Different letters in the same column indicate significant differences between mean values ($P < 0.05$). The same below.

表 2 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶主要儿茶素和咖啡碱浸出的影响
Table 2 Effect of Ca^{2+} concentration on the extraction of main catechins and caffeine in Longjing tea

Ca^{2+} 质量浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Ca^{2+} concentration	EGC	EGCG	EC	ECG	咖啡碱 Caffeine
0	0.07 ± 0.01^{ab}	0.35 ± 0.01^{bc}	0.04 ± 0.00^b	0.11 ± 0.00^a	0.34 ± 0.01^{bc}
2	0.07 ± 0.00^b	0.33 ± 0.01^d	0.04 ± 0.00^b	0.10 ± 0.01^{ab}	0.32 ± 0.01^c
4	0.08 ± 0.00^a	0.36 ± 0.00^{ab}	0.05 ± 0.00^a	0.11 ± 0.00^a	0.35 ± 0.00^{ab}
6	0.06 ± 0.01^b	0.34 ± 0.01^d	0.04 ± 0.00^b	0.10 ± 0.01^a	0.34 ± 0.00^{bc}
8	0.07 ± 0.00^b	0.37 ± 0.01^a	0.05 ± 0.00^a	0.11 ± 0.00^a	0.36 ± 0.01^a
10	0.07 ± 0.00^b	0.36 ± 0.00^{ab}	0.04 ± 0.00^b	0.11 ± 0.00^a	0.35 ± 0.00^{ab}
15	0.07 ± 0.00^b	0.35 ± 0.00^c	0.04 ± 0.00^b	0.10 ± 0.00^b	0.35 ± 0.00^{ab}
20	0.07 ± 0.00^b	0.34 ± 0.00^d	0.04 ± 0.00^b	0.10 ± 0.00^b	0.32 ± 0.01^c
30	0.07 ± 0.00^b	0.34 ± 0.00^d	0.04 ± 0.00^b	0.10 ± 0.00^b	0.34 ± 0.00^{bc}
40	0.07 ± 0.00^b	0.33 ± 0.01^d	0.04 ± 0.00^b	0.10 ± 0.00^b	0.33 ± 0.01^c

2.3 水中 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶中主要氨基酸浸出的影响

水中 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶主要氨基酸的浸出

有一定影响 (表 3)。随着水中 Ca^{2+} 质量浓度的增加, 冲泡后茶汤中主要氨基酸含量略有下降; 但是当 Ca^{2+} 质量浓度在 $0\sim 15 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 之间时, 茶汤中主要

氨基酸含量呈现波动,而当钙离子浓度达到 20 mg·L⁻¹时,茶汤中茶氨酸、谷氨酸和天冬氨酸含量开始出现显著下降,但丝氨酸和天冬酰胺含量变化

较小。整体来说,水中钙离子浓度在 0~40 mg·L⁻¹时,随着 Ca²⁺质量浓度的增加,龙井茶中氨基酸的浸出略有下降。

表 3 Ca²⁺质量浓度对龙井茶主要氨基酸浸出的影响

Ca ²⁺ 质量浓度/mg·L ⁻¹ Ca ²⁺ concentration	0	2	4	6	10	15	20	30	40
天冬氨酸 Asp	0.030 ^a	0.028 ^{bc}	0.029 ^{ab}	0.029 ^{ab}	0.031 ^a	0.030 ^a	0.028 ^{bc}	0.027 ^c	0.027 ^c
丝氨酸 Ser	0.009 ^{ab}	0.009 ^{ab}	0.010 ^a	0.009 ^{ab}	0.010 ^a	0.010 ^a	0.009 ^{ab}	0.009 ^{ab}	0.008 ^b
天冬酰胺 Asn	0.016 ^{bc}	0.017 ^b	0.017 ^b	0.019 ^{ab}	0.020 ^a	0.021 ^a	0.019 ^{ab}	0.018 ^b	0.015 ^c
谷氨酸 Alu	0.049 ^a	0.043 ^c	0.050 ^a	0.046 ^b	0.049 ^a	0.049 ^a	0.047 ^b	0.044 ^c	0.042 ^c
茶氨酸 Theanint	0.317 ^a	0.297 ^c	0.310 ^b	0.303 ^c	0.320 ^a	0.316 ^a	0.301 ^c	0.270 ^d	0.269 ^d
色氨酸 Trp	0.016 ^a	0.014 ^{ab}	0.015 ^a	0.013 ^b	0.016 ^a	0.016 ^a	0.014 ^{ab}	0.014 ^{ab}	0.013 ^b

表 4 Ca²⁺质量浓度对龙井茶主要金属离子浸出的影响

Ca ²⁺ 质量浓度/mg·L ⁻¹ Concentration	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺
0	1.51±0.03 ^j	238.10±6.79 ^a	9.01±0.24 ^b	2.20±0.06 ^c	0.53±0.04 ^b
2	1.86±0.06 ⁱ	226.10±0.71 ^c	8.69±0.13 ^c	2.45±0.02 ^a	0.58±0.05 ^b
4	2.31±0.08 ^h	244.10±3.11 ^a	9.29±0.15 ^b	2.30±0.03 ^b	0.64±0.10 ^{ab}
6	2.78±0.03 ^g	230.45±1.34 ^b	8.69±0.05 ^c	2.35±0.01 ^b	0.67±0.02 ^{ab}
8	3.52±0.02 ^f	239.35±2.05 ^a	9.23±0.06 ^b	2.31±0.01 ^b	0.88±0.04 ^a
10	3.65±0.01 ^e	232.50±2.26 ^b	8.88±0.04 ^c	2.25±0.03 ^c	0.63±0.12 ^{ab}
15	4.70±0.08 ^d	244.35±4.6 ^a	9.50±0.03 ^a	2.26±0.03 ^c	0.77±0.10 ^{ab}
20	5.57±0.01 ^c	222.05±3.04 ^d	7.77±0.06 ^e	2.21±0.01 ^c	0.80±0.10 ^{ab}
30	7.69±0.21 ^b	217.85±4.74 ^d	8.31±0.12 ^d	2.24±0.05 ^c	0.87±0.03 ^a
40	9.07±0.04 ^a	227.75±0.35 ^c	8.72±0.01 ^c	1.97±0.01 ^c	0.86±0.03 ^a

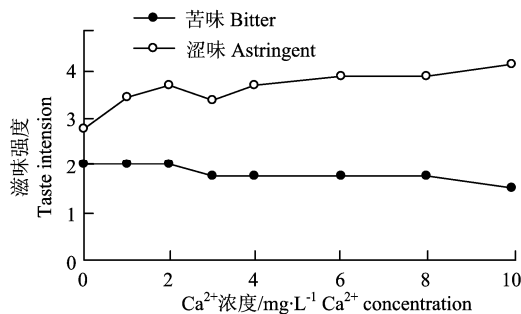


图 1 Ca²⁺质量浓度对 EGCG 呈味特性的影响

Figure 1 Effect of Ca²⁺ concentration on the taste characteristic of EGCG

2.4 水中 Ca²⁺质量浓度对龙井茶中主要金属离子浸出的影响

水中 Ca²⁺质量浓度对龙井茶冲泡后茶汤中的金属离子含量有一定影响(表 4)。随冲泡用水中 Ca²⁺质量浓度的增加,茶汤中的 K⁺、Mg²⁺和 Mn²⁺含量有少许下降,Na⁺含量有一定程度的增加。茶汤中金属离子含量的变化可能与金属离子间的竞争或协同作用有关。另外,茶汤中 Ca²⁺质量浓度显著低于水中的浓度,说明在冲泡过程中,水中 Ca²⁺可被茶叶吸附,且随 Ca²⁺浓度增加,茶叶吸附量增大,且

表现出较好的线性关系。

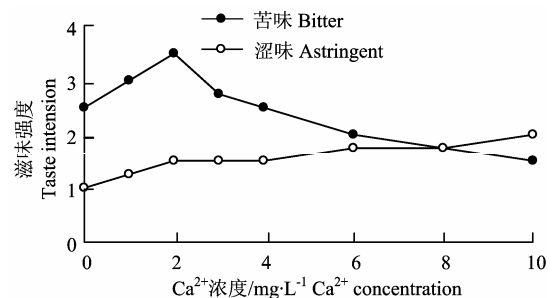


图 2 Ca²⁺质量浓度对咖啡碱呈味特性的影响

Figure 2 Effect of Ca²⁺ concentration on the taste characteristic of caffeine

2.5 水中 Ca²⁺质量浓度对茶汤主要滋味物质呈味特性的影响

由于水中 Ca²⁺质量浓度(0~40 mg·L⁻¹)对冲泡后龙井茶茶汤滋味品质有显著影响,而对龙井茶中儿茶素、咖啡碱、氨基酸等主要滋味物质的浸出影响较小,无法解释茶汤滋味品质的变化;因此,我们参照茶汤中 Ca²⁺质量浓度的变化,分析钙离子对茶汤中主要滋味物质呈味特性的影响,以期能够帮助解释整体茶汤滋味品质的变化。

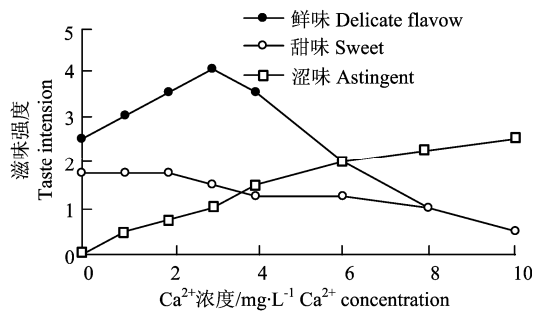


图 3 Ca^{2+} 质量浓度对茶氨酸呈味特性的影响

Figure 3 Effect of Ca^{2+} concentration on the taste characteristic of theanine

以儿茶素 EGCG、咖啡碱和茶氨酸作为茶汤滋味物质的代表, 根据冲泡后茶汤中实际 Ca^{2+} 质量浓度, 分析 Ca^{2+} 对 EGCG、咖啡碱、茶氨酸呈味特性的影响。研究发现, 随溶液中 Ca^{2+} 质量浓度的增加, EGCG 的涩味增强, 而苦味略有下降 (图 1); 咖啡碱的涩味逐渐增强, 而苦味则大幅下降 (图 2); 茶氨酸的涩味逐渐增强, 甜味逐渐下降, 而鲜味则先增后降, 在 Ca^{2+} 添加量为 $3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时鲜味达到最高 (图 3)。研究结果表明, 钙离子对 EGCG、咖啡碱、茶氨酸的呈味特性有明显影响, 且影响趋势与龙井茶茶汤滋味属性变化趋势 (表 1) 一致, 说明这可能是钙离子对冲泡龙井茶茶汤滋味品质影响的关键原因。

3 讨论

本试验研究发现, 水中 Ca^{2+} 质量浓度的增加 ($0\sim 40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 会导致冲泡后的龙井茶茶汤滋味品质下降, 茶汤鲜爽度、醇度和苦味强度下降, 而涩味强度则上升。但是, 水中 Ca^{2+} 质量浓度的增加 ($0\sim 40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 对茶汤主要滋味物质的浸出却没有显著影响。通过分析 Ca^{2+} 对儿茶素 EGCG、咖啡碱和茶氨酸呈味特性的影响, 发现 Ca^{2+} 可以明显增强儿茶素 EGCG、咖啡碱和茶氨酸的涩味, 降低儿茶素 EGCG 和咖啡碱的苦味、茶氨酸的鲜味和甜味。

许勇泉等^[4]研究了水中 Ca^{2+} ($0\sim 100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 对烘青绿茶浸提后茶汤感官品质的影响, 认为当水中 Ca^{2+} 质量浓度达到 $5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 茶汤的感官品质就会受到较大影响, 且随 Ca^{2+} 质量浓度增加, 茶汤苦涩味加重; Yin 等^[5]也研究了 Ca^{2+} ($0\sim 200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 对速溶绿茶粉制备的茶汤滋味品质的影响, 发现随 Ca^{2+} 质量浓度增加, 茶汤苦味、鲜味、甜味降低, 涩味增强, 和本试验结果基本一致。 Ca^{2+} 对茶汤滋味影响的方式及对应的浓度可能会受到绿茶种类的影响。

涩味是一种三叉神经感, 而非味觉, 是由于茶汤中的多酚类物质与口腔中富含脯氨酸的唾液蛋白结合从而刺激口腔产生粗糙的触觉^[11]。单一滋味物质单独存在于口腔或者和其他滋味物质共同存在时被味蕾细胞感知的方式可能存在不同, 滋味间可能存在互作关系。滋味物质间互作方式主要包括 3 种: 化学互作 (两种或多种物质间发生化学结构改变)、口腔生理互作 (改变滋味物质到味蕾细胞的信号传导方式及强度)、认知互作 (滋味特征间互作)^[12]。本试验中的 Ca^{2+} 因浓度较低, 本身滋味无法被感知, 故其与茶汤滋味单体间的互作方式主要为后两者。Yin 等^[5]研究表明, Ca^{2+} 可以促进 EGCG 与牛血清蛋白的结合能力, 故推测 Ca^{2+} 增加茶汤涩味的方式为促进多酚类物质与口腔中的蛋白结合, 增加粗糙感, 属于化学互作。 Ca^{2+} 与其他滋味物质间的互作方式还有待采用核磁共振等物理化学手段进行进一步的研究。

参考文献:

- [1] 穆春芳, 鲍晨炜, 罗之纲. 饮用水感官评价的研究现状[J]. 食品科技, 2012(5): 77-81.
- [2] TORDOFF M G. Calcium: taste, intake, and appetite[J]. Physiological Reviews, 2001, 81(4): 1567.
- [3] 钟小玉, 许勇泉, 尹军峰, 等. Ca^{2+} - Mg^{2+} - Al^{3+} 复配对绿茶茶汤感官及理化品质的影响[J]. 中国农学通报, 2012, 28(6): 227-231.
- [4] 许勇泉, 陈根生, 钟小玉, 等. 钙离子对绿茶浸提茶汤理化与感官品质的影响[J]. 茶叶科学, 2011, 31(3): 230-236.
- [5] YIN J, ZHANG Y, DU Q, et al. Effect of Ca^{2+} concentration on the tastes from the main chemicals in green tea infusions[J]. Food Research International. 2014, 62: 941-946.
- [6] 施兆鹏. 茶叶审评与检验[M]. 4 版. 北京: 中国农业出版社, 2010: 66-68.
- [7] YU P, YEO A S, LOW M, et al. Identifying key non-volatile compounds in ready-to-drink green tea and their impact on taste profile[J]. Food Chemistry, 2014, 155: 9-16.
- [8] SCHARBERT S, HOFMANN T. Molecular definition of black tea taste by means of quantitative studies, taste reconstitution, and omission experiments[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(13): 5377-5384.
- [9] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2008: 76-118.
- [10] 尹军峰, 许勇泉, 袁海波, 等. 名优绿茶鲜叶摊放过程中主要生化成分的动态变化[J]. 茶叶科学, 2009, 29(2): 102-110.
- [11] NAYAK A, CARPENTER G H. A physiological model of tea-induced astringency[J]. Physiology & Behavior, 2008, 95(3): 290-294.
- [12] KEAST R S J. An overview of binary taste - taste interactions[J]. Food Quality and Preference, 2003, 14(2): 111-124.