

水中 Na⁺浓度对绿茶茶汤滋味品质的影响及其内在原因分析

嵇伟彬^{1,2}, 龚晓燕³, 许勇泉¹, 许明峰³, 陈建新¹, 尹军峰¹

(1. 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, 浙江杭州 310008)

(2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100081) (3. 杭州师范大学生命与环境科学学院, 浙江杭州 310036)

摘要: 钠离子是饮用水中的重要金属离子, 为探明其对绿茶茶汤滋味品质的影响, 本文分析了不同浓度钠离子 (0~200 mg/L) 对普通绿茶茶汤滋味品质的影响及其内在原因。研究表明, 添加外源钠离子 (NaCl) 可以一定程度上影响普通绿茶茶汤的苦味、涩味和醇度等滋味强度; 适量的钠离子 (20 mg/L) 可以有效降低普通绿茶茶汤的苦味和涩味强度、提高茶汤醇味程度, 从而改善绿茶茶汤的整体滋味品质。通过分析, 发现钠离子的添加对茶汤滋味品质成分的含量没有显著影响, 而是通过改变儿茶素 (EGCG)、咖啡碱和茶氨酸等主要滋味品质成分及其混合液的呈味特性来影响绿茶茶汤整体滋味品质。本研究还分析了不同阴离子钠盐对绿茶茶汤滋味品质的影响差异, 结果发现氯化钠和硫酸钠对普通绿茶茶汤滋味品质的改善显著好于其他钠盐。本研究结果将为绿茶饮料的滋味品质调控提供理论基础。

关键词: 钠离子; 绿茶茶汤; 滋味品质; 滋味成分

文章编号: 1673-9078(2017)5-189-195

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.5.030

Effect of Sodium Ion Concentration on the Taste Quality of Green Tea Liquor and Analysis of the Underlying Causes

JI Wei-bin^{1,2}, GONG Xiao-yan³, XU Yong-quan¹, XU Ming-feng³, CHEN Jian-xin¹, YIN Jun-feng¹

(1. Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Engineering Research Center for Tea Processing, Hangzhou 310008, China) (2. Graduate school of Chinese academy of agricultural sciences, Beijing 100081, China) (3. College of Life and Environmental Science, Hangzhou Normal University, Hangzhou 310036, China)

Abstract: Sodium ion (Na⁺) is an important metal ion in drinking water. In order to understand the effect of Na⁺ on the taste quality of green tea liquor, different mass concentrations (0~200 mg/L) of Na⁺ were added to common green tea liquor and the taste quality and underlying causes were investigated. The results showed that the addition of exogenous Na⁺ (sodium chloride) could influence the intensities of bitter taste, astringent taste, and mellow taste to some extent. An appropriate Na⁺ concentration (20 mg/L) could effectively reduce the intensities of bitter taste and astringent taste and increase the intensity of mellow taste, thus improving the overall taste quality of green tea liquor. The analysis showed that the addition of Na⁺ had no significant effects on the concentration of taste components in green tea liquor, but affected the overall taste quality by changing the main taste quality components, including epigallocatechin gallate (EGCG), caffeine, and theanine, and the taste characteristics of their mixture. The different effects of sodium salts with different anions on the taste of green tea liquor were also analyzed in this study, and the results showed that sodium chloride and sodium sulfate could better improve the taste of green tea liquor than the other sodium salts. The results of this study will provide a theoretical basis for improving the taste quality of green tea beverages.

Key words: sodium ion, green tea liquor, taste quality, taste compounds

茶饮料是含有一定茶叶有效成分并具有茶风味的

收稿日期: 2016-06-20

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31101248、31671861); 中国农业科学院农业创新工程 (CAAS-ASTIP-2014-TR1CAAS)

作者简介: 嵇伟彬 (1992-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 茶叶深加工

通讯作者: 许勇泉 (1983-), 男, 博士, 副研究员, 研究方向: 茶叶加工与茶叶化学

液体制品^[1], 水是茶饮料风味品质的主要承载物质, 水中离子种类及含量不同造成茶饮料色、香、味以及澄清度的差异^[2]。尹军峰^[3]研究认为水质对茶汤风味的影响主要来自于 Ca²⁺、Mg²⁺、Na⁺的含量和 pH 值。某些金属离子能与茶汤滋味成分产生化学反应, Spiro 等^[4]研究表明, 钙离子通过促进茶乳酪的形成从而降低咖啡碱等有效成分的浸出率, Zn²⁺通过发生配合反

应来提高儿茶素的抗氧化能力^[5],许勇泉等^[6]研究表明 Ca^{2+} 影响绿茶儿茶素的浸出,Jobstl等^[7]研究表明, Ca^{2+} 的增加会导致红茶茶汤中EGCG、咖啡碱、茶黄素结合而发生沉降;在活性氧条件下,金属离子加速了儿茶素组分的氧化^[8];同时金属离子对味感也具有影响,Yin等^[9]研究表明钙离子通过影响滋味物质呈味特性导致绿茶茶汤的涩味强度增加,苦味和鲜味强度减弱;此外,水的酸碱度由金属阳离子与阴离子共同呈现,茶汤pH值过低,叶绿素上的镁离子易被氢离子取代;过高则会加速茶多酚的氧化^[10,11]。

绿茶滋味的关键物质包括具有苦涩味的EGCG、苦味的咖啡碱以及具有鲜味的茶氨酸和谷氨酸^[12],茶汤中的滋味物质在呈味上具有协同或拮抗的交互作用。滋味互作主要表现在滋味物质之间直接的化学反应;次级互作对味觉的受体或信息转导产生影响;以及口腔对滋味物质的敏感度不一等三个方面^[13]。

目前茶饮料中钠离子含量一般为0~200 mg/L^[14],主要来自于茶叶萃取和外源添加,外源添加的钠盐主要包括抗氧化剂异抗坏血酸钠、调味剂柠檬酸钠和氯化钠、稳定剂三聚磷酸钠和六偏磷酸钠等。钠离子一定程度上可以影响茶饮料的滋味品质, Zn^{2+} 通过与多酚类物质产生静电效应从而提高茶汤抗氧化作用^[15],但在钠离子对茶汤呈味影响方面研究报道较少。本文通过分析钠离子对绿茶茶汤滋味品质的影响,以期探明其内在原因,为茶饮料滋味品质调控提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 仪器与材料

普通速溶绿茶茶粉,购于深圳市深宝华城科技有限公司;纯净水:娃哈哈桶装纯净水。

表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)、茶氨酸、咖啡碱标准品,购于无锡太阳绿宝科技有限公司;氯化钠(NaCl)、碳酸钠(Na_2CO_3)、碳酸氢钠(NaHCO_3)、硫酸钠(Na_2SO_4)和醋酸钠(CH_3COONa)均为分析纯,购于宁波市化学试剂有限公司。

Milli-RO PLUS 30 纯水机,购于法国 Millipore 公司;UV-3600 型紫外-可见分光光度计、LC-20AD 型高效液相色谱仪,购于日本岛津公司;CM-3500d 型色彩色差计,购于上海柯尼卡美能达公司;pH 测定仪、电子天平,购于赛多利斯科学仪器(北京)有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 茶汤制备

在室温 25 °C 下,用 NaCl 制备 Zn^{2+} 质量浓度为

0、5、10、20、40、80、200 mg/L 的水溶液,各取 150 mL 分别溶解 0.75 g 速溶绿茶粉备用。

1.2.2 感官审评

由 7 位具有中级评茶员以上资格的审评人员,对茶汤进行审评。参照 Ibanoglu^[16]建立的谷物挤压食品味感 9 分制评分标准,适当调整后建立对茶汤的苦味、涩味、醇味、咸味的 10 分制评分体系,并参照尹军峰^[17]对滋味标准样进行了设计,其中 8~10 分指“极强”,6~8 分为“强”,4~6 分为“中等”,2~4 分为“弱”,0~2 分为“极弱”,综合滋味采用 10 分制打分标准,分值越高其综合滋味越佳,以纯水冲泡的普通速溶绿茶综合滋味得分为标准对照样。

1.2.3 茶汤主要化学成分含量检测

茶多酚含量:酒石酸亚铁比色法(GB 8313-87);氨基酸总量:茚三酮比色法(GB 8314-87);黄酮化合物含量:三氯化铝比色法。

1.2.4 儿茶素、咖啡碱含量检测

方法参照许勇泉等^[6],茶汤用 0.22 μm 微孔滤膜过滤,滤液待测。HPLC 高效液相色谱仪 LC-20AD(岛津公司生产),VWD 检测器;色谱柱:ZORBAX SB-C18 ODS, 5 μm , 4.6 mm×150 mm;流动相:A 为 0.5% 甲酸,流动相 B 为乙腈,流速 1 mL/min,柱温 35 °C,检测波长 280 nm,进样量:5 μL ,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。

1.2.5 Zn^{2+} 质量浓度对滋味单体呈味特性影响分析

分别将氯化钠与 EGCG、咖啡碱和茶氨酸配备成 3 组混合溶液,每组混合液为 6 种不同 Zn^{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 Zn^{2+} 质量浓度分别为 0、5、10、20、40、80、200 mg/L,EGCG 质量浓度为 500 mg/L,咖啡碱质量浓度为 400 mg/L,茶氨酸质量浓度为 200 mg/L。由 7 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 Zn^{2+} 的复配溶液分苦味、涩味和咸味强度进行打分,茶氨酸与 Zn^{2+} 的复配溶液参照 1.2.2 分鲜味、甜味、涩味和咸味进行打分,采用 10 分制打分方式。

将氯化钠分别与 EGCG、咖啡碱和茶氨酸组合成 4 种混合溶液,每组混合液均为 3 种不同质量浓度的 Zn^{2+} (0、20、40 mg/L) 与两种或三种固定质量浓度的滋味单体复配而成,EGCG 质量浓度为 500 mg/L,咖啡碱质量浓度为 400 mg/L,茶氨酸质量浓度为 200 mg/L。由 7 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,参照 1.2.2 对复配溶液的苦

味、涩味、咸味、鲜味和甜味进行 10 分制打分。

1.2.6 不同来源 Zn^{2+} 对绿茶茶汤滋味品质影响分析

分别将 $NaCl$ 、 Na_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 、 Na_2SO_4 和 CH_3COONa 配制成 Zn^{2+} 质量浓度同为 40 mg/L 的水溶液, 各取 150 mL 分别溶解 0.75 g 速溶绿茶粉, 由 7 位具有中级评茶员资格以上的审评人员对茶汤进行感官审评, 参照 1.2.2 对苦味、涩味、咸味、鲜味以及综合滋味进行 10 分制打分。

1.3 数据分析

本文表和图中数据均为平均值±标准偏差(2 位有效数), 采用 SPSS 16.0 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 钠离子($NaCl$)质量浓度对绿茶茶汤滋味

表 1 不同钠离子($NaCl$)质量浓度对绿茶茶汤滋味品质的影响

Table 1 Effect of different mass concentrations of Na^+ (sodium chloride) on the taste quality of green tea liquors

Zn^{2+} /(mg/L)	苦味	涩味	醇味	咸味	综合滋味
0	3.0±0.2 ^a	4.0±0.2 ^{cd}	6.0±0.2 ^d	-	6.0±0.2 ^c
5	2.8±0.1 ^{ab}	4.0±0.1 ^{cd}	6.3±0.2 ^{cd}	-	6.3±0.1 ^{bc}
10	2.5±0.1 ^{bc}	3.7±0.1 ^e	6.5±0.2 ^{bc}	-	6.5±0.2 ^b
20	2.3±0.1 ^{cd}	3.5±0.3 ^e	7.0±0.3 ^a	1.0±0.2 ^d	7.5±0.2 ^a
40	2.0±0.2 ^d	4.2±0.2 ^c	6.8±0.2 ^{ab}	2.0±0.3 ^c	6.5±0.1 ^b
80	2.0±0.3 ^d	4.5±0.1 ^b	6.7±0.2 ^{ab}	3.5±0.3 ^b	6.0±0.3 ^c
200	2.0±0.2 ^d	5.0±0.1 ^a	6.8±0.1 ^{ab}	5.0±0.4 ^a	5.5±0.2 ^d

注: 表中数据为三个平均值, 同行中不同字母表示差异显著。

2.2 钠离子($NaCl$)质量浓度对绿茶茶汤主要滋味成分的影响

表 2 不同钠离子($NaCl$)质量浓度对茶汤主要滋味成分的影响

Table 2 Effect of different mass concentrations of Na^+ (sodium chloride) on the main taste components of green tea liquors

Zn^{2+} /(mg/L)	茶多酚/(mg/mL)	氨基酸/(mg/mL)	咖啡碱/(mg/mL)	黄酮/(mg/mL)	EGCG/(mg/mL)
0	1.62±0.01 ^a	0.27±0.01 ^a	0.27±0.00 ^a	0.17±0.00 ^a	0.29±0.00 ^a
10	1.65±0.03 ^a	0.27±0.02 ^a	0.27±0.01 ^a	0.16±0.01 ^a	0.29±0.01 ^a
20	1.62±0.04 ^a	0.26±0.01 ^a	0.27±0.00 ^a	0.17±0.00 ^a	0.29±0.00 ^a
40	1.62±0.04 ^a	0.26±0.00 ^a	0.27±0.00 ^a	0.17±0.01 ^a	0.30±0.00 ^a
80	1.60±0.04 ^a	0.27±0.01 ^a	0.27±0.00 ^a	0.17±0.00 ^a	0.29±0.01 ^a
200	1.61±0.03 ^a	0.26±0.02 ^a	0.27±0.00 ^a	0.16±0.00 ^a	0.30±0.01 ^a

注: 表中数据为三个平均值, 同行中不同字母表示差异显著。

钠离子对绿茶茶汤品质成分含量没有显著的影响(见表 2)。随着钠离子质量浓度的升高, 茶汤中的茶多酚、氨基酸、黄酮化合物、儿茶素以及咖啡碱含量变化不明显(见表 2), 并没有显著性差异。然而钠离

品质的影响

钠离子对绿茶茶汤滋味品质存在明显影响(表 1)。随着钠离子质量浓度的升高, 绿茶茶汤苦味强度呈下降趋势, 当钠离子质量浓度达到 10 mg/L 时, 绿茶茶汤苦味强度显著下降, 而当钠离子质量浓度达到 40~200 mg/L 时绿茶茶汤苦味强度差异不显著(表 1)。随着钠离子质量浓度的上升, 茶汤涩味强度呈先降后升的趋势, 而茶汤醇味程度则呈先升后降的趋势, 当钠离子质量浓度达到 20 mg/L 时茶汤涩味强度达到最低而醇味强度则达到最高, 因而茶汤综合滋味也达到最高值(表 1)。当钠离子质量浓度达到 20 mg/L 时, 绿茶茶汤开始有咸味产生, 且随着钠离子浓度的上升, 咸味强度越来越大。以上结果表明, 钠离子对绿茶茶汤滋味品质有显著影响, 而且一定质量浓度的钠离子对普通绿茶茶汤滋味品质有一定的修饰作用, 降低涩味强度、提高醇味程度和综合滋味品质。

子的质量浓度对茶汤的呈味特性却存在明显的影响, 因而, 需要进一步通过分析钠离子对 EGCG、咖啡碱及茶氨酸等品质成分呈味特性的影响来探究其内在的原因。

2.3 钠离子 (NaCl) 质量浓度对茶汤主要滋味

单体的影响

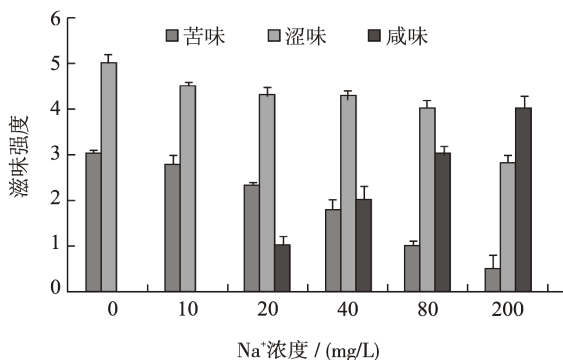


图1 不同钠离子质量浓度对EGCG溶液(500 mg/L)的滋味影响

Fig.1 Effect of different mass concentrations of Na⁺ on the taste of EGCG (500 mg/L) solutions

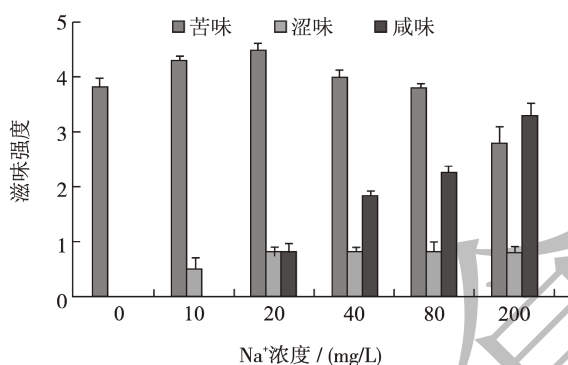


图2 不同钠离子质量浓度对咖啡因溶液(400 mg/L)滋味影响

Fig.2 Effect of different mass concentrations of Na⁺ on the taste of caffeine (400 mg/L) solutions

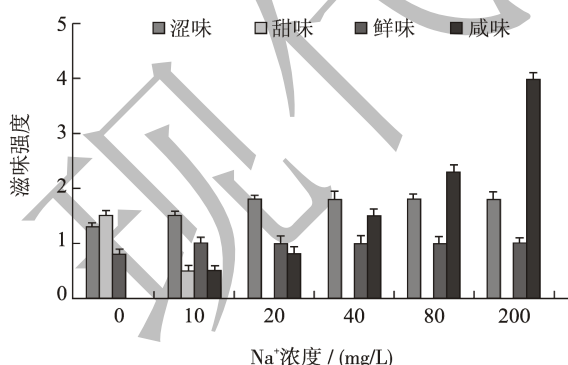


图3 不同钠离子质量浓度对200 mg/L 茶氨酸溶液的滋味影响

Fig.3 Effect of different mass concentrations of Na⁺ on the taste of theanine (200 mg/L) solutions

EGCG 是绿茶中的主要儿茶素组分,也是茶汤苦味和涩味的主要来源之一。参照绿茶茶汤中 EGCG 质量浓度(500 mg/L),分析钠离子对 EGCG 呈味特性的影响;研究表明,随着钠离子质量浓度增加,EGCG

溶液的苦味和涩味强度都呈逐渐下降趋势;当钠离子质量浓度达到 20 mg/L 后,EGCG 溶液开始出现咸味,且随着钠离子质量浓度的升高,咸味强度逐渐增强。以上结果说明,钠离子显著影响 EGCG 溶液的呈味特性,一定程度上削弱 EGCG 溶液的苦味和涩味强度。

咖啡碱也是绿茶茶汤的主要滋味物质之一,其水溶液主要呈苦味。参照一般绿茶茶汤中咖啡碱的质量浓度(400 mg/L),分析钠离子对咖啡碱溶液呈味特性的影响;研究结果表明,随着钠离子质量浓度的上升,咖啡碱溶液的苦味呈先升后降的趋势,当钠离子质量浓度为 20 mg/L 时,苦味强度达到峰值;当钠离子质量浓度达到 20 mg/L 后,咖啡碱溶液开始出现咸味,且随着钠离子质量浓度的升高,咸味强度逐渐增强;有可能是逐渐增强的咸味对咖啡碱的苦味造成掩盖效应,导致咖啡碱溶液苦味明显减弱。以上结果明,钠离子对咖啡碱溶液的呈味特性有明显影响。

茶氨酸是绿茶中一种特有氨基酸,占总游离氨基酸的 50%~60%,是呈现茶汤鲜味的关键化合物,并具有轻微甜度。参照一般绿茶茶汤中茶氨酸的质量浓度(200 mg/L),分析钠离子对茶氨酸的影响;随着钠离子质量浓度的增加,茶氨酸溶液的鲜味强度前期呈上升趋势,在 Zn²⁺质量浓度达 20 mg/mL 鲜味强度变化趋于平缓,而其甜味下降较为明显,在 Zn²⁺质量浓度达 20 mg/mL 后甜味消失;当钠离子质量浓度达到 20 mg/L 后,茶氨酸溶液开始出现咸味,且随着钠离子浓度的升高,咸味强度逐渐增强。以上结果表明,钠离子对茶氨酸溶液的呈味特性也有一定的影响。

2.4 钠离子 (NaCl) 质量浓度对呈味物质间相互影响

相关研究表明,EGCG、咖啡碱、茶氨酸等呈味物质在茶汤中存在一定的协同和拮抗效应^[18]。参照茶汤中 EGCG (500 mg/L)、咖啡碱 (400 mg/L) 和茶氨酸 (200 mg/L) 的质量浓度,分析滋味物质两者及三者在不同质量浓度钠离子条件下的呈味相互作用关系。研究表明(表 3),EGCG 与咖啡碱复合后,混合液苦味强度略有下降、而涩味强度则下降明显,添加 20 mg/L 的钠离子可以增强苦味、但降低涩味,而添加 40 mg/L 的钠离子则降低了苦味、但增强了涩味(表 3);200 mg/L 的茶氨酸无苦味,稍有涩味、甜味及鲜味,但在 500 mg/L 的 EGCG 与 200 mg/L 的茶氨酸混合液中,苦味和涩味均降低,鲜味略有提升,茶氨酸降低了 EGCG 的苦涩味,EGCG 凸显了茶氨酸的鲜味,钠离子的加入使混合液的涩味和鲜味均有所下降(表

3); 在 200 mg/L 的茶氨酸与 400 mg/L 的咖啡碱混合液中, 苦味降低, 无涩感, 并伴有微甜, 可见茶氨酸削弱了咖啡碱的苦味, 咖啡碱在降低了茶氨酸的涩味

和鲜味的同时提高了茶氨酸的甜味, 加入钠离子并随着钠离子浓度的增加, 咖啡碱和茶氨酸混合液的苦味下降, 涩味和鲜味上升, 甜味增强 (表 3)。

表 3 钠离子 (NaCl) 质量浓度对不同呈味物质混合溶液滋味的影响

Table 3 Effect of different mass concentrations of Na⁺ (sodium chloride) on the taste of mixed solutions prepared with different taste substances

钠离子质量浓度/(mg/L)	溶液/(mg/L)	苦味	涩味	甜味	鲜味	咸味
0	EGCG (500)	3.0±0.2 ^b	4.5±0.3 ^a	-	-	-
	咖啡碱 (400)	3.8±0.1 ^a	-	-	-	-
	茶氨酸 (200)	-	1.2±0.2 ^b	1.4±0.2	0.9±0.2	-
0		3.5±0.1 ^{ab}	3.5±0.1 ^{ab}	-	-	-
20	EGCG (500) + 咖啡碱 (400)	3.8±0.2 ^a	3.3±0.1 ^c	-	-	-
40		3.3±0.1 ^b	3.8±0.2 ^a	-	-	-
0		2.3±0.2 ^a	3.8±0.2 ^a	-	1.0±0.2	-
20	EGCG (500) + 茶氨酸 (200)	2.5±0.1 ^a	3.5±0.1 ^b	-	0.8±0.1	-
40		2.3±0.2 ^a	3.5±0.1 ^b	-	-	1.0±0.2
0		2.5±0.1 ^a	-	1.5±0.2 ^a	-	-
20	茶氨酸 (200) + 咖啡碱 (400)	2.3±0.1 ^b	0.5±0.1 ^b	1.6±0.1 ^a	0.5±0.1 ^b	-
40		1.8±0.2 ^c	1.0±0.2 ^a	1.7±0.2 ^a	0.8±0.2 ^a	1.0±0.2
0		4.0±0.2 ^a	3.5±0.2 ^a	1.4±0.2 ^a	-	-
20	EGCG (500) + 咖啡碱 (400) + 茶氨酸 (200)	3.5±0.1 ^b	3.3±0.1 ^a	1.4±0.2 ^a	-	-
40		3.8±0.1 ^a	3.5±0.2 ^a	-	-	1.3±0.2

注: 表中数据为三个平均值, 同行中不同字母表示差异显著。

在质量浓度为 500 mg/L 的 EGCG、400 mg/L 的咖啡碱和 200 mg/L 的茶氨酸混合液中 (表 3), 苦味略微提高, 涩味介于 EGCG 和茶氨酸混合液之间, 并具有一定的甜味, 鲜味消失; 加入钠离子减弱了混合液的苦味和涩味, 在钠离子质量浓度为 20 mg/L 时效果最佳。以上研究结果表明, 钠离子可以显著影响 EGCG、咖啡碱和茶氨酸混合液的呈味特性, 添加 20 mg/L 钠离子可以略微降低混合液的苦味和涩味, 与绿茶茶汤处理结果相似。

化合物的阴阳离子会对水质产生共同作用, 从而对绿茶茶汤滋味造成影响^[19], 通过比较不同阴离子钠盐对绿茶茶汤滋味品质的影响结果表明, 不同阴离子

钠盐对茶汤滋味品质的影响存在显著差异 (表 4)。相同钠离子质量浓度 (40 mg/L) 条件下, 各种阴离子钠盐都能显著提高绿茶茶汤的咸味与醇味强度和降低苦味强度, 硫酸钠、碳酸钠和醋酸钠都能显著降低绿茶茶汤的涩味强度, 而氯化钠和碳酸氢钠则对绿茶茶汤的涩味强度没有明显影响。整体来说, 只有氯化钠和硫酸钠可以显著提高绿茶茶汤的整体滋味品质, 而其他钠盐则与对照差异不显著。

2.5 不同来源钠离子对绿茶茶汤滋味品质及理化成分的影响

表 4 不同钠盐对绿茶茶汤滋味品质的影响

Table 4 Effect of different sodium salts on the taste of green tea liquors

40 mg/L Zn ²⁺ 质量浓度	咸味	涩味	苦味	醇味	综合滋味
水	0.5±0.1 ^d	4.0±0.2 ^a	3.0±0.2 ^a	6.0±0.1 ^c	6.0±0.2 ^b
NaCl	2.0±0.2 ^c	4.0±0.1 ^a	2.0±0.3 ^b	6.5±0.2 ^{ab}	6.5±0.1 ^a
Na ₂ SO ₄	2.0±0.3 ^c	3.0±0.2 ^b	2.3±0.1 ^b	6.8±0.1 ^a	6.8±0.2 ^a
Na ₂ CO ₃	2.5±0.2 ^b	3.3±0.1 ^b	2.0±0.2 ^b	6.5±0.2 ^{ab}	6.0±0.2 ^b
NaHCO ₃	2.9±0.1 ^a	4.0±0.1 ^a	2.0±0.1 ^b	6.5±0.1 ^b	6.0±0.1 ^b
CH ₃ COONa	2.6±0.1 ^b	3.3±0.2 ^b	2.4±0.2 ^b	6.5±0.2 ^{ab}	6.3±0.2 ^b

注: 表中数据为三个平均值, 同行中不同字母表示差异显著。

3 结论

3.1 本文研究发现钠离子对普通绿茶茶汤滋味品质具有显著影响,一定浓度的钠离子可以降低绿茶茶汤的苦味和涩味强度,提高绿茶茶汤的醇味程度,从而提高绿茶茶汤的整体滋味品质,特别是当钠离子质量浓度为 20 mg/L 时作用效果最佳。尽管如此,添加钠离子对绿茶茶汤的滋味品质成分含量却没有显著影响,可能钠离子不与 EGCG、茶氨酸和咖啡碱等物质发生氧化、降解或络合反应,因而不影响滋味品质成分。但是,通过分析发现,钠离子是通过 EGCG、咖啡碱、茶氨酸等主要滋味成分及其混合液的呈味特性来影响绿茶茶汤滋味品质。同时研究还发现,不同阴离子钠盐对绿茶茶汤滋味品质的影响也具有明显区别,说明不同阴离子对钠离子具有不同的修饰作用。

3.2 我们前期研究发现,钠离子对由高档西湖龙井制备而成的高品质绿茶茶汤滋味品质的影响与本研究结果略有不同^[17],低质量浓度的钠离子(5 mg/L)就显著影响绿茶茶汤的鲜爽度,导致绿茶茶汤滋味品质下降。说明不同品质的绿茶茶汤对钠离子(或其他金属离子)的敏感度不同,高品质的绿茶茶汤由于自身茶汤滋味协调,容易因外源添加的钠离子导致滋味不协调而品质下降,而普通绿茶茶汤由于苦涩味较重,通过添加适量的钠离子可以提高其滋味醇度,丰富茶汤口感层次,从而一定程度上改善绿茶茶汤的滋味品质,这可能也是目前市场销售的绿茶饮料都有添加钠盐成分的原因之一。

3.3 甜味、苦味和咸味是由味蕾感知经面神经舌咽神经和迷走神经上传最终至大脑皮质盖岛部的味觉区形成^[19],涩味则是由三叉神经传导至皮质下中枢反射达到大脑皮层感觉中枢形成^[20]。Yin 等^[19]研究认为 Ca^{2+} 能够促进多酚类物质与口腔蛋白结合,增加涩感; Ca^{2+} 浓度增加会导致 IP3 通道打开,进而影响口腔甜味感知^[21]。鲜味的感知需要咸味作为基础,Lioe 等^[22]研究表明 80 mM 的 NaCl 能明显增强 4 mM 谷氨酸钠的鲜味, Zn^{2+} 的存在能够促进谷氨酸解离产生具有的鲜味 $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{CHNH}_2-\text{COO}^-$ ^[23],在茶饮料中添加微量的氯化钠能有效增加蔗糖的甜味,Kroeze 等^[24]研究认为 NaCl 与某苦味物质的混合会引发周边神经效应而达到抑制苦味强度的作用, Zn^{2+} 与茶饮中滋味物质的相互作用以及对口腔与大脑的作用机制还有待通过核磁共振(NMR)和正电子发射层(PET)等手段进一步探究。

参考文献

- [1] GB/T 21733-2008,茶饮料[S]
GB/T 21733-2008, Tea beverage [S]
- [2] 江春柳,孙云,岳鹏翔,等.不同水质对绿茶储藏特性的影响[J].茶叶科学,2010,30(增刊 1):561-566
JIANG Chun-liu, SUN Yun, YUE Peng-xiang, et al. Effect of water quality on the storage characteristics of green tea beverages [J]. Journal of Tea Science, 2010, 30(S1): 561-566
- [3] 尹军峰,许勇泉,陈建新,等.主要金属离子对冷溶性速溶绿茶复水后品质的影响[J].食品科学,2009,30(7):99-105
YIN Jun-feng, XU Yong-quan, CHEN Jian-xin, et al. Effects of main metal ions on quality of cold soluble instant green tea [J]. Food Science, 2009, 30(7): 99-105
- [4] Spiro M, Jaganyi D. Kinetics and equilibria of tea infusion. Part 10. The composition and structure of tea scum [J]. Food Chemistry, 1994, 49(4): 51-357
- [5] Bodini M E, Del Valle M A, Tapiar, R, et al. Zinc catechin complexes in aprotic medium. redox chemistry and interaction with superoxide radical anion [J]. Polyhedron, 2001, 20(9-10): 1005-1009
- [6] 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
XU Yong-quan, CHEN Gen-sheng, ZHONG Xiao-yu, et al. Effect of Ca^{2+} on the chemical components and sensory quality of extracted green tea infusion [J]. Journal of Tea Science, 2011, 31(3): 230-236
- [7] Jobstl E, Fairclough J P A, Davies A P, et al. Creaming in black tea [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(20): 7997-8002
- [8] 钟小玉.水中钙离子对绿茶茶汤品质成分及混浊产生影响的研究[D].北京:中国农业科学院硕士学位论文,2012
ZHONG Xiao-yu. Effect of Ca^{2+} in water on the green tea infusion quality components and turbidity production [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences Master Thesis, 2012
- [9] Yin J F, Zhang Y N, Du Q Z, et al. Effect of Ca^{2+} concentration on the tastes from the main chemicals in green tea infusions [J]. Food Research International, 2014, 62(7): 941-946
- [10] 陈然,张季艾,范志红.茶汤 pH 对其颜色及抗氧化能力的影响[J].食品工业科技,2012,33(11):134-140
CHEN Ran, ZHANG Ji-ai, FANG Zhi-hong. Influence of green tea soup pH on its color and anti-oxidative activity [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(11): 134-140
- [11] 林亲录,施兆鹏.类黄酮与酚酸等天然抗氧化剂的结构与其

- 抗氧化力的关系[J].食品科学,2001,22(6):85-91
- LIN Qin-lu, SHI Zhao-peng. Correlation between antioxidative strength and molecules structure of native flavonoids and phenolic acids [J]. Food Science, 2001, 22(6): 85-91
- [12] 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(2): 9-16
- [13] Russell S J Keast, Paul A S Breslin. An overview of binary taste-taste interactions [J]. Food Quality and Preference, 2003, 14(2): 111-124
- [14] 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
- Zhong Xiao-yu, Xu Yong-quan, Yin Jun-feng, et al. Effect of Ca^{2+} - Mg^{2+} - Al^{3+} and their combination on the sensory and quality of the green tea infusion [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012, 28(6): 227-231
- [15] 石碧,狄莹.植物多酚[M].北京:科学出版社,2000
- SHI Bi, DI Ying. Plant polyphenols [M]. Beijing: Sciences Press, 2000
- [16] Ibanoglu S, Ainsworth P, Ozer E A, et al. Physical and sensory evaluation of a nutritionally balanced gluten-free extruded snack [J]. Journal of Food Engineering, 2006, 75(4): 469-472
- [17] 尹军峰.水质对龙井茶风味品质的影响及其机制[D].杭州:浙江工商大学,2015
- YIN Jun-feng. Effect of water quality on flavor quality of Longjing tea infusion and its mechanism [J]. Hangzhou: Zhejiang Gongshang University, 2015
- [18] 陈然,张季艾,范志红.北京自来水冲泡绿茶汤颜色及抗氧化性变化因素[J].食品科学,2012,33(7):78-82
- CHEN Ran, ZHANG Ji-ai, FANG Zhi-hong. Factors affecting the photochromism and anti-oxidant activity of green tea infusion brewed with tap water in Beijing [J]. Food Science, 2012, 33(7): 78-82
- [19] 刘洪臣.口腔功能与脑功能研究[J].口腔颌面修复学杂志,2002,3(3):137-139
- LIU Hong-chen. Study of relationship between oral function and brain function [J]. Chinese Journal of Prosthodontics, 2002, 3(3): 137-139
- [20] Nayak A, Carpenter G H. A physiological model of tea-induced astringency [J]. Physiology & Behavior, 2008, 95(3): 290-294
- [21] Samuel J. Bernhardt, Michael Naim, Uri Zehavi, et al. Changes in IP3 and cytosolic Ca^{2+} in response to sugars and non-sugar sweeteners in transduction of sweet taste in the rat [J]. Journal of Physiology, 1996, 490(2): 325-336
- [22] Lioe H, Apriyantono A, Takara K, et al. Umamitaste enhancement of MSG/NaCl mixtures by subthreshold L-alpha-aromatic aminoacids [J]. Journal of Food Science, 2005, 70(7): S401-S405
- [23] 吴娜,顾赛麒,陶宁萍,等.鲜味物质间的相互作用研究进展[J].食品工业科技,2014,35(10):391-394
- WU Na, GU Sai-qi, TAO Ning-ping, et al. Research progress in interaction between umami substances [J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(10): 391-394
- [24] Kroeze J H, Bartoshuk L M. Bitterness suppression as revealed by split-tongue taste stimulation in humans [J]. Physiology & Behavior, 1985, 35(5): 779-783