

DOI: 10.12161/j.issn.1005-6521.2025.06.002

不同水质冲泡对苦荞茶茶汤品质和抗氧化活性的影响

张婷, 崔林花, 程哲, 张玲*, 李云龙*

(山西农业大学 山西功能食品研究院, 山西 太原 030031)

摘要: 该研究选用自来水、矿泉水、纯净水和超纯水分别对苦荞茶进行冲泡, 利用高效液相色谱仪、氨基酸分析仪和电子舌等仪器, 分析4种不同水质茶汤的色泽、营养成分、感官滋味以及抗氧化活性, 探究不同水质对苦荞茶茶汤品质的影响。研究表明, 矿泉水的pH值呈弱酸性, 冲泡出的苦荞茶茶汤色泽呈亮黄色, 可溶性糖、游离氨基酸含量最高, 且营养成分含量显著高于其他水质冲泡的茶汤 ($P < 0.05$), 其中, 总黄酮含量 (8.70 mg/g)、总酚含量 (5.41 mg/g)、芦丁含量 (5.70 mg/g)、异槲皮素含量 (0.30 mg/g) 以及 DPPH 自由基清除率 IC_{50} 值 (1.58 mg/mL)、铁离子还原能力 (0.36 mmol/g) 较强; 电子舌感官分析表明矿泉水冲泡的茶汤苦味值较小, 甜味和鲜味占比高于其他水质冲泡的茶汤占比。因此, 用矿泉水冲泡苦荞茶茶汤的品质较好, 抗氧化能力较强, 可选用矿泉水作为苦荞茶最佳冲泡用水。
关键词: 水质; 苦荞茶茶汤; 感官滋味; 营养成分; 抗氧化活性

Effects of Different Brewing Water Quality on the Quality and Antioxidant Activity of Tartary Buckwheat Tea Infusion

ZHANG Ting, CUI Linhua, CHENG Zhe, ZHANG Ling*, LI Yunlong*

(Shanxi Institute for Functional Food, Shanxi Agricultural University, Taiyuan 030031, Shanxi, China)

Abstract: Tap water, mineral water, purified water, and ultrapure water were used to brew tartary buckwheat tea. High performance liquid chromatography, an amino acid analyzer, and a electronic tongue were employed to analyze the colors, functional components, tastes, and antioxidant activities of the four tea infusions. The effects of different water quality on the quality of tartary buckwheat tea infusion were explored. The results showed that mineral water was weakly acidic, and the tartary buckwheat tea infusion brewed with mineral water was bright yellow, with the highest content of soluble sugar and free amino acids and higher content of functional components than other tea infusions ($P < 0.05$). Specifically, the tartary buckwheat tea infusion brewed with mineral water had higher content of total flavonoids (8.70 mg/g), total phenols (5.41 mg/g), rutin (5.70 mg/g), and isoquercetin (0.30 mg/g). Moreover, it demonstrated higher half maximal inhibitory concentration (IC_{50}) in the scavenging against DPPH· free radicals (1.58 mg/mL) and higher ferric ion reducing antioxidant power (0.36 mmol/g). The sensory analysis of electronic tongue showed that the tea infusion brewed with mineral water had lower bitterness and higher sweetness and umami than other tea infusions. In conclusion, the tartary buckwheat tea brewed with mineral water demonstrated good quality and strong antioxidant capacity, and thus mineral water can be used as the best brewing water for tartary buckwheat tea.

Key words: water quality; Tartary buckwheat tea infusion; taste; functional component; antioxidant activity

引文格式:

张婷, 崔林花, 程哲, 等. 不同水质冲泡对苦荞茶茶汤品质和抗氧化活性的影响[J]. 食品研究与开发, 2025, 46(6): 9-15.

ZHANG Ting, CUI Linhua, CHENG Zhe, et al. Effects of Different Brewing Water Quality on the Quality and Antioxidant Activity of Tartary Buckwheat Tea Infusion[J]. Food Research and Development, 2025, 46(6): 9-15.

基金项目: 国家现代农业(燕麦荞麦)产业技术体系建设专项(CARS-07-E-2); 山西省现代农业杂粮产业技术体系建设专项(2022-03); 山西农业大学科技创新提升工程项目(CXGC202416)

作者简介: 张婷(2001—), 女(汉), 硕士, 研究方向: 食品加工与安全。

*通信作者: 张玲(1982—), 女(汉), 副研究员, 博士, 研究方向: 杂粮加工; 李云龙(1979—), 男(汉), 研究员, 硕士, 研究方向: 杂粮功能食品开发及副产物综合利用。

苦荞茶是一种以苦荞为原料炒制的米茶,含有丰富的黄酮类物质,尤其是芦丁和槲皮素,是苦荞茶品质分析最重要的质量控制因素之一,其含量与苦荞茶的抗氧化活性密切相关。苦荞茶具有降血糖、降血脂、降胆固醇和抗氧化等作用^[1-2],是一种较好的饮品,深受广大消费者的喜爱。水质的好坏会直接影响茶汤的品质以及内含物的溶出和香气释放^[3-4]。为探明水质对茶汤品质影响的内在原因,科研工作者进行了大量的深入研究,发现使用不同水质或不同前期处理的水样冲泡茶叶,茶汤的内含物溶解、释放及其感官品质均存在一定程度的差异^[5]。陈凌芝等^[6]选用不同水质冲泡信阳毛尖,其中选用天然饮用水冲泡信阳毛尖茶的茶汤茶多酚、氨基酸和咖啡碱的浸出量及抗氧化性均呈现最佳,且其茶汤味道也较好。柴莹莹等^[7]以龙井、大红袍等6种茶叶为研究对象,分别选取自来水、直饮水和蒸馏水等7种水样,测定出不同水质浸泡的茶汤中维生素C、氨基酸及茶多酚的含量存在显著差异。王丽等^[8]以武夷岩茶为研究对象,选用自来水、天然饮用水等4种试验用水,测定其对武夷岩茶的主要生化成分、感官审评及抗氧化活性的影响,结果表明,综合感官评审和生理活性功效,选用天然饮用水和纯净水冲泡武夷岩茶较好。刘乾刚等^[9]分别选择自来水、蒸馏水等8个水样与10个白茶茶样为供试对象,测定和比较了各试验水样煮沸前后水质指标及其对白茶茶汤pH值、 L^* 值、 a^* 值、 b^* 值、 E 值与汤色等的变化。结果表明,矿泉水冲泡的汤色总体优于其他水样。龚芝萍等^[10]选用纯净水、矿泉水等6种饮用水为研究对象,通过感官品质评定和成分分析的方式研究不同类型水质对龙井茶的茶汤风味品质及化学成分的影响,结果表明,硬度较低的饮用水更适用于龙井茶的冲泡。目前,有关不同水质对苦荞茶茶汤品质和抗氧化活性影响的研究鲜见报道。本研究选用自来水、矿泉水、纯净水和超纯水4种水质冲泡苦荞茶,分析不同水质茶汤的色泽、营养成分、感官滋味和抗氧化活性等,明确不同水质对苦荞茶茶汤的品质影响,以期对苦荞茶选择适宜的泡茶用水提供参考。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

纯净水、矿泉水、苦荞茶:市售;超纯水:GWA-UN3-C超纯水器制备。氨基酸分析仪流动相缓冲液(锂盐系统)、茚三酮、34种游离氨基酸混合标准品:德国Sykam公司;芦丁(纯度92.5%)、槲皮素(纯度92.5%)、异槲皮素(纯度92.5%):中国药品生物制品检定所;乙腈(色谱纯):美国Fisher Chemical公司;没食子酸(纯度91.5%):天津科密欧化学试剂有限公司;1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl,

DPPH)、2,4,6-三吡啶基三嗪(tripyridine triazine, TPTZ):美国Sigma公司;福林酚:北京索莱宝科技有限公司;碳酸钠、乙醇、甲醇、三氯化铁(均为分析纯):国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

PHS-3C pH计、DDS-307电导率仪:上海仪电科学仪器股份有限公司;GWA-UN3-C超纯水器:北京普析通用仪器有限责任公司;A380型紫外可见分光光度计:翱艺仪器(上海)有限公司;HH-4数显恒温水浴箱:常州润华电器有限公司;S433D全自动氨基酸分析仪:德国Sykam公司;ASTREE II电子舌:法国Alpha M.O.S.公司;Agilent 1100型高效液相色谱仪:美国Agilent公司;NW-1色差仪:日本电色工业株式会社;TDL-80-2B离心机:上海安亭科学仪器厂。

1.3 试验方法

1.3.1 水质pH值和电导率测定

pH值采用pH计测定,电导率采用电导率仪测定,每组平行5次。

1.3.2 样品制备

称取苦荞茶2.0g(精确至0.0001g)置于对应烧杯中,再向杯中注入100mL的不同水样,加盖,冲泡5min,过滤收集茶汤备用。

1.3.3 苦荞茶茶汤色泽的测定

采用亨特Lab表色系,用色差仪测定 L^* 值、 a^* 值、 b^* 值,每个样品测定6次,取平均值。

1.3.4 苦荞茶茶汤营养成分的测定

可溶性糖含量采用蒽酮比色法^[11]测定,葡萄糖标准曲线为 $y=5.7089x+0.0065$, $R^2=0.9909$,根据葡萄糖标准曲线计算可溶性糖含量。

总黄酮含量采用 $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3$ 方法^[12]测定,以芦丁为标样,在510nm波长处测定吸光度。以吸光度为纵坐标,标准溶液浓度为横坐标,绘制标准曲线,建立回归方程为 $y=2.2326x-0.001$, $R^2=0.9999$ 。

总酚含量采用福林酚法^[13]测定,以没食子酸为标样,在760nm波长处测定吸光度。以吸光度为纵坐标,没食子酸浓度为横坐标,绘制标准曲线,建立回归方程为 $y=20.343x+0.0056$, $R^2=0.9992$ 。

芦丁、异槲皮素含量采用高效液相色谱法^[14-16]测定,0.2182mg/mL芦丁标准液和0.02mg/mL异槲皮素标准液经0.45 μm 滤膜过滤后,芦丁标准液进样1、2、4、6、8 μL ,异槲皮素标准液进样1、2、3、4、5 μL ,以进样体积和峰面积作图,得到芦丁和异槲皮素的标准曲线,芦丁标准曲线方程为 $y=0.0004x-0.0187$, $R^2=0.9999$,异槲皮素标准曲线为 $Y=0.00004x-0.0003$, $R^2=0.9998$ 。

游离氨基酸含量测定参照文献[17-18]的方法并稍作修改。准确称取0.400g粉碎茶样(过40目筛)于50mL容量瓶中,分别加入50mL不同水质沸水充分

浸提 1 h (30 min 时摇匀 1 次), 冷却后茶汤经 0.45 μm 水膜过滤, 以全自动氨基酸分析仪分析样液中各氨基酸组分及含量, 结果以 mg/100 g 干基 (dry weight, DW) 表示。

1.3.5 苦荞茶茶汤感官滋味的测定

吸取 20 mL 不同水质冲泡的苦荞茶茶汤于电子舌专用烧杯中进行检测。启动电子舌程序软件, 建立序列方法, 进行试样测定。

1.3.6 苦荞茶茶汤抗氧化活性的测定

1.3.6.1 DPPH 自由基清除率的测定

用无水乙醇配制浓度为 2×10^{-4} mol/L 的 DPPH 溶液。称取 1.0 g 样品用 50 mL 70% 甲醇 70 °C 浸提 3 h 后, 5 000 r/min 离心 10 min 取上清液。取 2 mL DPPH 溶液, 加 2 mL 不同浓度的样品提取液 (1~5 mg/mL), 在 515 nm 处测吸光度 D_1 ; 取 2 mL 样品提取液, 加 2 mL 70% 甲醇, 吸光度为 D_2 ; 取 2 mL DPPH 溶液, 加 2 mL 70% 甲醇, 吸光度为 D_3 ^[15]。DPPH 自由基清除率 ($K, \%$) 计算公式如下。

$$K = \left(1 - \frac{D_1 - D_2}{D_3} \right) \times 100$$

1.3.6.2 铁离子还原能力的测定

铁离子还原能力采用铁离子 (Fe^{3+}) 还原方法 (ferrous reducing antioxidant power, FRAP) 测定^[19], 将 0.2 mL 样品提取液置于 10 mL 具塞试管中, 加入 0.6 mL 水和 6 mL 预热至 37 °C 的 FRAP 工作液 (10 mmol/L TPTZ 溶液、20 mmol/L 三氯化铁溶液、0.3 mmol/L 醋酸钠缓冲溶液以体积比 1:1:10 混合), 摇匀后放置 4 min, 于 593 nm 处测吸光度, 另以 0.1~1.0 mmol/L $FeSO_4$ 标准溶液作标准曲线, 样品的铁离子还原能力以 mmol/g 表示。

1.4 数据处理

感官滋味数据使用电子舌系统分析软件, 其他数据使用 Origin 2018 制图, SPSS 20.0 统计分析处理, 结果以平均值±标准差的形式表示。

2 结果与分析

2.1 不同水质的 pH 值和电导率的结果分析

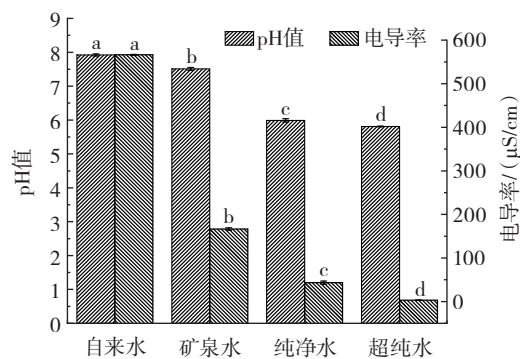
不同水质的 pH 值和电导率会影响茶汤的品质, 结果如图 1 所示。

由图 1 可知, 不同水质的 pH 值、电导率差异显著 ($P < 0.05$)。电导率从大到小依次为自来水 (563.67 μS/cm) > 矿泉水 (153.07 μS/cm) > 纯净水 (43.37 μS/cm) > 超纯水 (3.02 μS/cm)。

2.2 不同水质对苦荞茶茶汤色泽的影响

不同水质对苦荞茶茶汤色泽的影响如表 1 所示。

由表 1 可知, 不同水质对苦荞茶茶汤的 a^* 值影响不显著 ($P > 0.05$), 对 b^* 值影响显著 ($P < 0.05$)。其中, b^*



同一指标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

图 1 不同水质的 pH 值和电导率

Fig.1 pH and conductivity of water with different quality

表 1 不同水质冲泡苦荞茶茶汤的色泽

Table 1 Color of Tartary buckwheat tea infusion brewed with water of different quality

水质	L^* 值	a^* 值	b^* 值
自来水	2.72±0.19 ^b	0.63±0.20 ^a	1.45±0.15 ^a
矿泉水	2.80±0.27 ^{ab}	0.63±0.25 ^a	1.23±0.20 ^b
纯净水	2.97±0.10 ^a	0.50±0.17 ^a	1.02±0.12 ^c
超纯水	2.42±0.04 ^c	0.68±0.10 ^a	0.58±0.04 ^d

注: 同列不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

值为正值时表示黄色程度, b^* 值大小依次为自来水 > 矿泉水 > 纯净水 > 超纯水; 研究表明水的 pH 值对茶汤的色泽有较大影响, pH 值越低, 茶汤的颜色越浅, 当 pH 值大于 7 时, 茶汤颜色变深^[20]。而且在高温浸提茶汤时, pH 值过高会引起儿茶素物质氧化, 促使茶汤变深^[21], 与本研究结果一致。而自来水茶汤色泽较深, 可能是因为自来水中含有余氯以及氯化物, 对苦荞茶进行冲泡会引起茶汤中的多酚类物质发生氧化反应, 从而使得汤色加深^[22]。

2.3 不同水质对苦荞茶茶汤营养成分的影响

不同水质对苦荞茶茶汤营养成分影响如表 2 所示。

表 2 不同水质冲泡苦荞茶茶汤的功能成分含量

Table 2 Content of functional components in Tartary buckwheat tea infusion brewed with water of different quality

水质	可溶性糖含量/(g/100 mL)	总黄酮含量/(mg/g)	总酚含量/(mg/g)	芦丁含量/(mg/g)	异槲皮素含量/(mg/g)
自来水	1.89±0.01 ^b	8.18±0.06 ^b	5.19±0.15 ^{ab}	5.33±0.00 ^b	0.28±0.01 ^a
矿泉水	1.97±0.02 ^a	8.70±0.04 ^a	5.41±0.16 ^a	5.70±0.09 ^a	0.30±0.01 ^a
纯净水	1.36±0.05 ^d	7.70±0.03 ^d	4.87±0.08 ^c	4.33±0.13 ^c	0.23±0.00 ^b
超纯水	1.58±0.01 ^c	7.91±0.09 ^c	5.02±0.12 ^{bc}	5.09±0.23 ^b	0.25±0.01 ^b

注: 同列不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

由表 2 可知, 不同水质冲泡苦荞茶茶汤中可溶性糖、总黄酮和芦丁的含量存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

矿泉水冲泡苦荞茶茶汤中的可溶性糖、总黄酮、总酚、芦丁和异槲皮素含量最高。可能是水质的pH值存在差异,影响酚类物质的浸出^[23]。而刘乾刚等^[9]和刘巧灵等^[20]分析纯净水可以提高茶汤中多酚含量,矿泉水中矿物质离子含量较多,会与茶汤中的多酚类物质发生络合,从而降低茶汤中茶多酚的浸出率,其研究结果与本研究结果不一致,可能与不同物质在水中的浸出率有关。

2.4 不同水质对苦荞茶茶汤游离氨基酸含量的影响

不同水质对苦荞茶茶汤的游离氨基酸含量的影响如表3所示。

表3 不同水质苦荞茶茶汤的游离氨基酸含量

Table 3 Content of free amino acids in Tartary buckwheat tea infusion brewed with water of different quality

氨基酸种类	呈味 ^[24]	含量/(mg/100 g DW)			
		自来水	矿泉水	纯净水	超纯水
磷酸丝氨酸	不明	7.01±0.07	7.46±0.05	7.11±0.38	6.64±0.10
磷乙醇胺	不明	3.22±0.04	2.78±0.20	3.51±0.13	3.25±0.00
尿素	不明	1.38±0.01	1.78±0.03	1.04±0.05	1.40±0.03
天冬氨酸	甜、鲜	1.88±0.07	1.83±0.05	1.72±0.02	1.63±0.02
苏氨酸	甜	0.28±0.00	0.74±0.02	0.49±0.00	0.51±0.02
丝氨酸	甜、鲜	0.92±0.06	1.07±0.06	0.70±0.06	0.88±0.03
谷氨酸	鲜、酸甜	0.86±0.06	0.57±0.00	0.58±0.00	0.61±0.00
甘氨酸	甜	1.07±0.07	1.09±0.05	1.13±0.05	0.68±0.01
丙氨酸	甜	3.23±0.07	3.25±0.10	2.20±0.09	2.35±0.03
缬氨酸	味甜而后苦	0.41±0.00	0.46±0.03	0.12±0.00	0.33±0.01
蛋氨酸	微甜	0.53±0.01	0.71±0.07	0.35±0.00	0.38±0.01
异亮氨酸	苦	0.47±0.00	0.54±0.04	0.48±0.02	0.30±0.03
亮氨酸	苦	0.27±0.00	0.38±0.01	0.27±0.00	0.16±0.00
酪氨酸	苦	0.53±0.03	0.63±0.06	0.74±0.03	0.30±0.03
苯丙氨酸	甜	3.04±0.07	1.72±0.00	0.88±0.00	0.58±0.00
β-丙氨酸	甜	0.37±0.00	0.47±0.00	0.37±0.00	0.35±0.02
γ-氨基丁酸	微甜	0.77±0.01	0.84±0.01	0.80±0.02	0.70±0.03
组氨酸	苦	0.38±0.01	0.38±0.01	0.41±0.00	0.38±0.01
赖氨酸	苦	1.90±0.01	2.29±0.06	2.12±0.01	1.64±0.08
总氨基酸		28.51±0.19	28.98±0.25	25.02±0.42	22.34±1.00

由表3可知,不同水质冲泡苦荞茶茶汤共检出19种游离氨基酸,其中以磷酸丝氨酸含量最多,其次为丙氨酸、磷乙醇胺、苯丙氨酸、赖氨酸、天冬氨酸等。不同水质冲泡苦荞茶茶汤中游离氨基酸含量有差异,其中,矿泉水冲泡的苦荞茶茶汤总氨基酸含量最多,为28.98 mg/100 g DW;自来水次之,为28.51 mg/100 g DW。

不同水质冲泡苦荞茶茶汤呈味氨基酸含量占比如表4所示。

由表4可知,自来水冲泡的苦荞茶茶汤中的鲜甜味氨基酸含量最高,为13.36 mg/100 g,占总氨基酸含量的46.86%;矿泉水次之。矿泉水冲泡的苦荞茶茶汤中的苦味氨基酸含量最高,为4.68 mg/100 g,占总氨基酸含量的16.15%。鲜味氨基酸主要是以天冬氨酸、谷

表4 不同水质冲泡苦荞茶茶汤呈味氨基酸含量占比

Table 4 Proportion of flavor amino acids in Tartary buckwheat tea infusion brewed with water of different quality

水质	鲜甜味氨基酸含量/(mg/100 g)	鲜甜味氨基酸占比/%	鲜味氨基酸含量/(mg/100 g)	鲜味氨基酸占比/%	苦味氨基酸含量/(mg/100 g)	苦味氨基酸占比/%	酚氨比/%
自来水	13.36±0.42	46.86	3.66±0.19	12.84	3.96±0.05	13.89	18.20
矿泉水	12.75±0.36	44.00	3.47±0.11	11.97	4.68±0.21	16.15	18.67
纯净水	9.34±0.24	37.33	3.00±0.08	12.00	4.14±0.06	16.55	19.46
超纯水	9.00±0.17	40.29	3.12±0.05	13.97	3.11±0.16	13.92	22.47

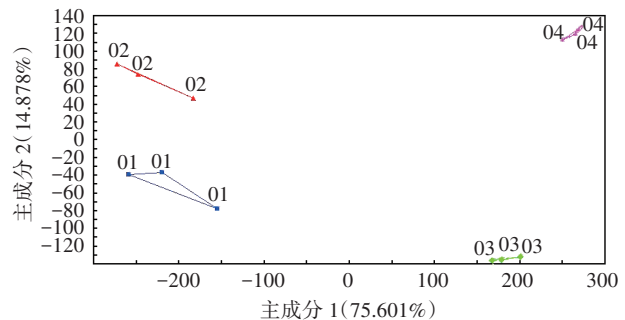
注:酚氨比为总酚与氨基酸的比值。

氨酸、丝氨酸为主。不同水质冲泡苦荞茶茶汤中以自来水冲泡的鲜味氨基酸含量最高(3.66 mg/100 g),占总氨基酸含量的12.84%;矿泉水次之,为3.47 mg/100 g,占总氨基酸含量的11.97%。其中,呈鲜甜味的氨基酸含量在总氨基酸含量中最大。氨基酸是构成苦荞茶鲜味的主要成分之一,而总酚是具有苦涩味兼收敛性,因此,氨基酸和总酚的浓度大小会影响茶汤的滋味,且酚氨比在一定程度上能反映苦荞茶的滋味品质。酚氨比越小,滋味越好^[25]。其中自来水冲泡苦荞茶茶汤的酚氨比最低,为18.20%,矿泉水次之,为18.67%。

2.5 不同水质对苦荞茶茶汤感官滋味的影响

2.5.1 不同水质对苦荞茶茶汤电子舌主成分分析

不同水质冲泡苦荞茶茶汤电子舌主成分分析如图2所示。



01、02、03、04 分别代表自来水、矿泉水、纯净水、超纯水冲泡的苦荞茶茶汤。

图2 不同水质冲泡苦荞茶茶汤电子舌主成分分析

Fig.2 Principal component analysis of electronic tongue of Tartary buckwheat tea infusion brewed with water of different quality

由图2可知,第一主成分和第二主成分的总贡献率达到90.5%左右,识别指数为95,可收集特征信息。不同水质冲泡的苦荞茶茶汤分别聚类在图中的不同区域,没有重叠,表明这4种水质冲泡的苦荞茶茶汤样品在电子舌味觉分析上存在着一定的差异。

2.5.2 不同水质对苦荞茶茶汤的味觉分析

茶汤的滋味是体现茶品质的重要因素。茶汤的呈味是各滋味物质间协同作用的一个复杂过程,其中,茶

的种类、用量以及冲泡比例的变化都可能影响茶汤的滋味^[26]。4种水质冲泡苦荞茶茶汤的电子舌测定结果如表5所示。

表5 不同水质冲泡苦荞茶味觉分析

水质	酸味	咸味	鲜味	甜味	苦味
自来水	3.1	7.7	9.2	3.0	6.4
矿泉水	5.8	7.5	5.9	7.4	4.7
纯净水	6.9	6.1	4.8	7.8	5.7
超纯水	8.2	2.7	4.1	5.8	7.2

由表5可知,4种水质冲泡苦荞茶茶汤的滋味存在一定差异。其中,甜味以纯净水最大,矿泉水次之,自来水最小。甜味可能与碳水化合物有关,结合表2可知,可溶性糖含量中以矿泉水冲泡苦荞茶茶汤含量最高。苦味以超纯水冲泡苦荞茶茶汤最大,矿泉水茶汤最小。而苦荞茶中的苦味主要是由芦丁被水解转化成槲皮素产生,但在苦荞茶汤中未检出槲皮素,但有异槲皮素检出,研究表明异槲皮素也是呈现苦味的来源^[27]。

物质的甜味和苦味的呈味机理较复杂。氨基酸是影响茶汤的鲜味,呈鲜味氨基酸的主要是以天冬氨酸、谷氨酸、丝氨酸为主。由表5可知,自来水冲泡茶汤的鲜味最大,矿泉水次之,超纯水的鲜味最小。结合表4可知,呈鲜味游离氨基酸含量依次为自来水茶汤>矿泉水茶汤>纯净水茶汤>超纯水茶汤,与表4结果相符合。不同水质冲泡苦荞茶茶汤滋味(鲜、甜味、苦味)占比结果如图3所示。

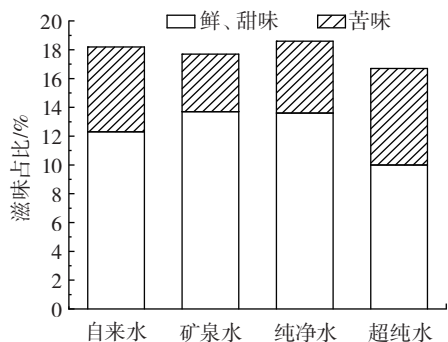


图3 不同水质冲泡苦荞茶滋味占比

Fig.3 Taste composition of Tartary buckwheat tea brewed with water of different quality

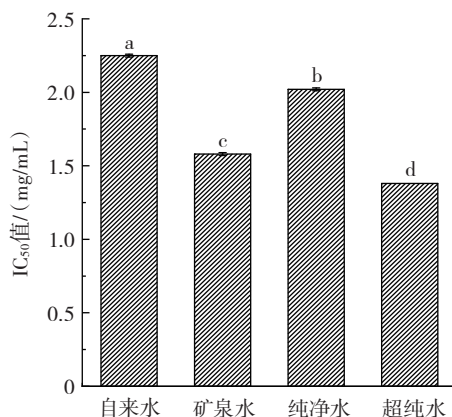
由图3可知,矿泉水冲泡的茶汤中鲜、甜味最大,苦味最小,因此,矿泉水冲泡的茶汤滋味相比于其他水质冲泡的苦荞茶茶汤,整体品质较好。

2.6 不同水质对苦荞茶汤抗氧化活性的影响

2.6.1 不同水质对苦荞茶茶汤 DPPH 自由基清除能力的影响

IC₅₀是指抗氧化剂对自由基清除率达到50%时的

质量浓度,IC₅₀值越低,其抗氧化剂清除自由基的能力越强^[28]。不同水质冲泡苦荞茶茶汤 DPPH 自由基清除能力的 IC₅₀值如图4所示。



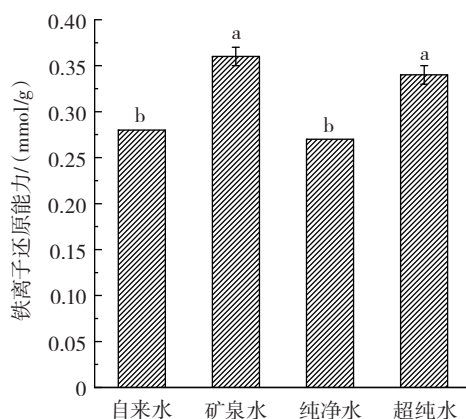
不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

图4 不同水质冲泡苦荞茶茶汤 DPPH 自由基清除能力的 IC₅₀值
Fig.4 IC₅₀ of DPPH free radical scavenging capacity of Tartary buckwheat tea infusion brewed with water of different quality

由图4可知,4种茶汤对 DPPH 自由基清除能力的 IC₅₀值差异显著($P < 0.05$)。超纯水冲泡的苦荞茶茶汤 DPPH·清除能力最强,IC₅₀值为 1.38 mg/mL,矿泉水次之,IC₅₀值为 1.58 mg/mL,自来水最弱。这可能是因为自来水中含有较多离子使得多酚氧化、降解,导致自来水茶汤 DPPH 自由基清除能力降低^[29];也可能是因为茶汤中对 DPPH 自由基有清除能力功能成分的浸出量不同。

2.6.2 不同水质对苦荞茶茶汤铁离子还原能力的影响

不同水质冲泡苦荞茶茶汤的铁离子还原能力如图5所示。



不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

图5 不同水质冲泡苦荞茶茶汤的铁离子还原能力
Fig.5 Ferric ion reducing antioxidant power of Tartary buckwheat tea infusion brewed with water of different quality

由图5可知,不同水质冲泡苦荞茶茶汤之间的铁离子还原能力有差异,铁离子还原能力大小依次为矿泉水(0.36 mmol/g)>超纯水(0.34 mmol/g)>自来水

(0.28 mmol/g)>纯净水(0.27 mmol/g)。有研究表明,总酚和总黄酮是影响茶抗氧化的重要因素^[30],两者之间有一定的量效关系,矿泉水冲泡苦荞茶茶汤中总酚和总黄酮含量最高,抗氧化活性较强。

通过对茶汤抗氧化能力的分析发现,茶汤的抗氧化能力与茶汤中的功能成分含量变化不一致,这可能是因为本试验所测定的功能性成分并非茶汤抗氧化能力体现的所有成分^[31]。

3 结论

选用自来水、矿泉水、纯净水和超纯水分别冲泡苦荞茶,研究不同水质对苦荞茶茶汤品质及抗氧化活性的影响。试验结果表明,4种不同水质对苦荞茶茶汤的品质有较大影响,特别是汤色和滋味。矿泉水冲泡的苦荞茶茶汤色泽呈亮黄色,且可溶性糖、游离氨基酸、总黄酮、总酚、芦丁和异槲皮素的含量最高,酚氨比较低,滋味回味微苦、滋味协调性好,茶汤品质较优;且用矿泉水冲泡苦荞茶茶汤的铁离子还原能力最高。故用矿泉水冲泡苦荞茶茶汤的品质较好,抗氧化能力较强,可选用矿泉水作为苦荞茶最佳冲泡用水。

参考文献:

- [1] 赵驰,李青,董玲,等.基于UPLC-QTOF-MS代谢组学技术的黄苦荞和黑苦荞茶汤差异成分比较[J].现代食品,2023,29(23):179-183,195.
ZHAO Chi, LI Qing, DONG Ling, et al. Comparison of different components of yellow buckwheat and black buckwheat tea broth based on UPLC-QTOF-MS metabolomics technology[J]. Modern Food, 2023, 29(23): 179-183, 195.
- [2] 唐丽华,王登良.苦荞茶的功能研究进展[J].广东茶业,2011(6):15-17.
TANG Lihua, WANG Dengliang. Research progress on the function of Tartary buckwheat tea[J]. Guangdong Tea Industry, 2011(6): 15-17.
- [3] 郑少燕,刘乾刚,林秋香.水质与茶汤内含物溶解及风味的影响研究进展[J].福建茶叶,2016,38(3):4-6,11.
ZHENG Shaoyan, LIU Qiangang, LIN Qiuxiang. Research progress on water quality, dissolution and flavor of tea contents[J]. Fujian Tea, 2016, 38(3): 4-6, 11.
- [4] YIN J F, ZHANG Y N, DU Q Z, et al. Effect of Ca²⁺ concentration on the tastes from the main chemicals in green tea infusions[J]. Food Research International, 2014, 62: 941-946.
- [5] 郑少燕.不同水质对白茶内含物溶解及茶汤品质风味的影响[D].福州:福建农林大学,2016.
ZHENG Shaoyan. Effects of different water quality on the dissolution and release of white tea contents and the quality and flavor of tea soup[D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2016.
- [6] 陈凌芝,孔亚帅,翟晴晴,等.不同水质对信阳毛尖品质及其抗氧化性的影响[J].农业与技术,2023,43(16):10-13.
CHEN Lingzhi, KONG Yashuai, ZHAI Qingqing, et al. Effects of different water quality on quality and antioxidant activity of Xinyang Maojian tea[J]. Agriculture and Technology, 2023, 43(16): 10-13.
- [7] 柴莹莹,秦晓蕾,朱俊杰,等.不同水质浸泡的茶汤中维生素C、氨基酸及茶多酚含量测定[J].安徽农学通报,2023,29(12):139-140,165.
CHAI Yingying, QIN Xiaolei, ZHU Junjie, et al. Determination of vitamin C, amino acids and tea polyphenols in tea soup soaked in different water quality[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2023, 29(12): 139-140, 165.
- [8] 王丽,刘青青,许灿坤.不同冲泡水质对武夷岩茶品质和抗氧化活性的影响[J].食品研究与开发,2022,43(3):136-140.
WANG Li, LIU Qingqing, XU Cankun. Effects of different types of water on the antioxidant activity and quality of Wuyi rock tea[J]. Food Research and Development, 2022, 43(3): 136-140.
- [9] 刘乾刚,郑少燕.不同水样水质、热稳定性及其对白茶茶汤理化性质的影响[J].茶叶通讯,2020,47(3):478-484.
LIU Qiangang, ZHENG Shaoyan. Effects of water qualities and thermal stability of different water samples on the physicochemical properties of white tea infusion[J]. Journal of Tea Communication, 2020, 47(3): 478-484.
- [10] 龚芝萍,尹军峰,陈根生.不同类型水质对龙井茶汤风味品质及主要化学成分的影响[J].茶叶科学,2020,40(2):215-224.
GONG Zhiping, YIN Junfeng, CHEN Gensheng. Effects of different types of water quality on the sensory properties and main chemical compositions of Longjing tea infusions[J]. Journal of Tea Science, 2020, 40(2): 215-224.
- [11] 周巧仪,凌彩金,林威鹏,等.不同水质对英红九号红茶茶汤主要理化成分及品质的影响[J].湖北农业科学,2020,59(16):102-107.
ZHOU Qiaoyi, LING Caijin, LIN Weipeng, et al. Effects of different water quality on main physicochemical composition and quality of Yinghong No. 9 black tea infusion[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2020, 59(16): 102-107.
- [12] 秦斐,范肖,王宇阳,等.超声辅助溶剂提取苦荞总黄酮及其体外模拟消化抗氧化活性研究[J].粮食与油脂,2024,37(4):105-109.
QIN Fei, FAN Xiao, WANG Yuyang, et al. Study on ultrasonic-assisted solvent extraction of Tartary buckwheat total flavonoids and its *in vitro* simulated digestion antioxidant activity[J]. Cereals & Oils, 2024, 37(4): 105-109.
- [13] 罗佳倩,周丽玲,李高阳,等.发芽和水热处理对苦荞活性成分及功能特性的影响[J].食品与机械,2023,39(4):142-150.
LUO Jiaqian, ZHOU Liling, LI Gaoyang, et al. Effects of sprouting and hydrothermal treatment on active components and functional properties of Tartary buckwheat[J]. Food & Machinery, 2023, 39(4): 142-150.
- [14] LI B C, LI Y Q, HU Q B. Antioxidant activity of flavonoids from Tartary buckwheat bran[J]. Toxicological & Environmental Chemistry, 2016, 98(3/4): 429-438.
- [15] 闫美姣.高含量杂粮面条研制与开发[D].太原:山西大学,2019.
YAN Meijiao. Research and development of noodle with high content of miscellaneous grains[D]. Taiyuan: Shanxi University, 2019.
- [16] 药雅俊,柳雪姣,裴妙荣,等.不同苦荞茶中芦丁和槲皮素含量测定及二者冲泡溶出率比较研究[J].食品工业科技,2020,41(15):250-255.
YAO Yajun, LIU Xuejiao, PEI Miaorong, et al. Determination of rutin and quercetin in different Tartary buckwheat tea and comparative study on their dissolution rates[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(15): 250-255.
- [17] 胡善国,刘亚芹,王辉,等.不同堆放处理对茶鲜叶游离氨基酸的影响[J].中国茶叶加工,2021(4):27-33.
HU Shanguo, LIU Yaqin, WANG Hui, et al. Effect of different spreading treatments on free amino acids in fresh tea leaves[J].

- China Tea Processing, 2021(4): 27-33.
- [18] DENG W W, FAN Y B, GU C C, et al. Changes in morphological characters and secondary metabolite contents in leaves of grafting seedlings with *Camellia sinensis* as scions and *C. oleifera* as stocks [J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2017, 25(1): 35-42.
- [19] 李云龙, 李红梅, 胡俊君, 等. 抗氧化苦荞酒加工工艺的研究[J]. 酿酒科技, 2014(12): 5-7.
- LI Yunlong, LI Hongmei, HU Junjun, et al. Processing techniques of oxidation resisting Tartary buckwheat liquor[J]. Liquor-Making Science & Technology, 2014(12): 5-7.
- [20] 刘巧灵, 牛丽, 朱海燕. 水质对茶汤品质影响研究综述[J]. 茶叶通讯, 2020, 47(4): 563-567.
- LIU Qiaoling, NIU Li, ZHU Haiyan. Review on the effect of water quality on the quality of tea infusions[J]. Journal of Tea Communication, 2020, 47(4): 563-567.
- [21] KOMATSU Y, SUEMATSU S, HISANOBU Y, et al. Effects of pH and temperature on reaction kinetics of catechins in green tea infusion[J]. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 1993, 57(6): 907-910.
- [22] 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 Jiai, FAN Zhihong. 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.
- [23] 江春柳, 孙云, 岳鹏翔, 等. 不同水质对绿茶饮料储藏特性的影响[J]. 茶叶科学, 2010, 30(S1): 561-566.
- JIANG Chunliu, SUN Yun, YUE Pengxiang, et al. Effect of water quality on the storage characteristics of green tea beverages[J]. Journal of Tea Science, 2010, 30(S1): 561-566.
- [24] 刘苇, 邓朝义, 陈兴, 等. 大厂茶茶叶中游离氨基酸及挥发性芳香物质分析[J]. 浙江林业科技, 2021, 41(3): 1-14.
- LIU Wei, DENG ChaoYi, CHEN Xing, et al. Determination of free amino acid and volatile aromatic compound in *Camellia tachangensis*[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology, 2021, 41(3): 1-14.
- [25] 何环珠, 苏成家. 水质差异对铁观音冲泡品质的影响研究[J]. 福建茶叶, 2020, 42(6): 11-12.
- HE Huanzhu, SU Chengjia. Study on the influence of water quality difference on the brewing quality of Tieguanyin[J]. Tea in Fujian, 2020, 42(6): 11-12.
- [26] 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 Junfeng. Effect of water quality on flavor quality of Longjing tea and its mechanism[D]. Hangzhou: Zhejiang Gongshang University, 2015.
- [27] HUANG S, WANG L, WANG Z R, et al. Multiomics strategy reveals the accumulation and biosynthesis of bitter components in *Zanthoxylum schinifolium* Sieb. et Zucc[J]. Food Research International, 2022, 162: 111964
- [28] ZHOU D R, CHEN Y Q, NI D J. Effect of water quality on the nutritional components and antioxidant activity of green tea extracts[J]. Food Chemistry, 2009, 113(1): 110-114.
- [29] 蒋鹏飞, 赵甜甜, 史冠莹, 等. 不同饮用水对香椿发酵茶茶汤品质和抗氧化活性的影响[J]. 食品工业科技, 2024, 45(15): 91-99.
- JIANG Pengfei, ZHAO Tiantian, SHI Guanying, et al. Impact of different brewing water on the quality and antioxidant activity of *Toona sinensis* fermented tea infusions[J]. Science and Technology of Food Industry, 2024, 45(15): 91-99.
- [30] 罗冬兰, 黎晓燕, 曹森, 等. 贵州不同种类茶叶的几种抗氧化成分及其抗氧化能力分析[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(17): 35-41.
- LUO Donglan, LI Xiaoyan, CAO Sen, et al. Comparison on several antioxidant components and activity for different kinds of Guizhou tea[J]. Food Research and Development, 2019, 40(17): 35-41.
- [31] 李脉泉, 张灿, 殷奔新, 等. 冲泡方式对祁门红茶茶汤品质的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(24): 9507-9513.
- LI Maiquan, ZHANG Can, YIN Benxin, et al. Effects of brewing methods on the quality of Keemun black tea soup[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(24): 9507-9513.

加工编辑: 张岩蔚
收稿日期: 2024-06-19