



石秋梅,张科,李奇松,等.新疆产罗布麻及其制品罗布麻茶微量元素锶和锂及其可能成因分析[J].黑龙江农业科学,2020(4):92-96.

新疆产罗布麻及其制品罗布麻茶微量元素锶和锂及其可能成因分析

石秋梅¹,张科²,李奇松¹,尹传华^{1,2}

(1. 武夷学院 茶与食品学院,福建 武夷山 354300;2. 中国科学院 新疆生态与地理研究所/荒漠与绿洲生态国家重点实验室,新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:为促进罗布麻茶的进一步开发利用,本研究采用 ICP-MS(电感耦合等离子体质谱)法和 ICP-AES(电感耦合等离子体发射光谱)法检测新疆产罗布麻和白麻叶及其制品罗布麻茶的 9 种微量元素(Li、B、Cr、Fe、Mn、Cu、Zn、Se、Sr)含量,并与绿茶和铁观音茶进行比较。结果表明:与黄山绿茶和铁观音茶相比,新疆产罗布麻叶及其制品罗布麻茶微量元素含量丰富,尤其是 Li、Sr 和 B 含量突出,分别是前者的 50~100 倍、7~20 倍和 3~4 倍,但 Mn 含量极低。对其成因的讨论分析表明,罗布麻茶富含 Li、Sr 和 B,而绿茶和铁观音含锰量高,是对各自产地水系及土壤矿质成分及含量差异的适应性反应。以新疆产罗布麻叶和白麻叶为原料的罗布麻茶,是有益微量元素 Li 和 Sr 的良好补充来源。

关键词:罗布麻;罗布麻茶;微量元素;ICP-MS;ICP-AES

我国罗布麻植物主要有两种,罗布麻属罗布麻(*Apocynum venetum* Linnaeus)(俗称红麻)和罗布麻属白麻(*Apocynum pictum* Schrenk)^[1],人们习惯把两者统称为“罗布麻”。罗布麻分布于亚欧大陆和北美的温带地区。在我国罗布麻主要分布于沿海及内地半湿润及湿润区,白麻则集中分布于新疆塔里木盆地、青海柴达木盆地等干旱、盐渍化区域^[2-3]。罗布麻茶为罗布麻(*Apocynum venetum* Linnaeus)的干燥叶^[4],但市场上尤其在新疆地区,白麻(*Apocynum pictum* Schrenk)也常被用于制作茶饮。

罗布麻最早由董正钧先生于 1952 年在新疆巴州罗布泊地区首次发现,并由此得名^[5]。罗布麻叶和花被用于药用和茶饮的历史悠久,在不产茶的大西北民间常被称为“野茶叶”。流行病学调查发现,我国新疆罗布泊地区高血压及心脑血管疾病的低发生率,与当地民众长期饮用罗布麻茶这一饮食习惯密切相关^[6]。经董正钧等^[5]考证,罗布麻就是明代《救荒本草》记载的泽漆,该书写到“采嫩叶,蒸过,晒干做茶吃亦可”。《本草纲目》《中药大辞典》《明医别录》《日华本草》等十余部医

学巨著都对罗布麻进行了详实的记载。1977 年,罗布麻正式列入《中国药典》一部,2015 年最新版仍然沿用^[1]。20 世纪 80 年代,罗布麻茶被批准上市^[7]。此后,罗布麻茶开始出口港、澳和日本等地。2015 年罗布麻茶亦被正式列入《中国药典》^[1]。

罗布麻叶和花含有多种生物活性成分,如黄酮、氨基酸及微量元素等^[8-9]。与普通茶相比,罗布麻茶不含咖啡因,口味稍淡,但槲皮素类物质含量丰富^[10],因此具有独特保健价值。罗布麻作为一类别样茶,补充人体所需微量元素也是其重要价值所在。虽已有文献检测了罗布麻叶的某些微量元素量^[11-13],但比较研究罗布麻茶与其他茶叶微量元素特征的报道尚鲜见。本研究采用 ICP-AES 和 ICP-MS 法,检测新疆产罗布麻、白麻不同器官及罗布麻茶中 Li、B、Cr、Fe、Mn、Cu、Zn、Se 和 Sr 微量元素含量,并与安徽产绿茶和福建产铁观音茶进行比较,拟揭示罗布麻茶微量元素的独特价值,为罗布麻茶的进一步开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验样品 罗布麻和白麻叶、花及种子均采自新疆阜康 222 团中国科学院阜康荒漠生态站盐生植物园;罗布麻茶(新疆库尔勒)、黄山绿茶(安徽黄山)和铁观音(福建安溪)购买于市场。

1.1.2 标准样品 铁(Fe)、铜(Cu)、锰(Mn)、

收稿日期:2020-01-15

基金项目:武夷学院高级引进人才科研启动项目(YJ201806)。

第一作者:石秋梅(1976-),女,博士,副教授,从事植物营养生理研究。E-mail:sqm06@sina.com。

通信作者:尹传华(1976-),男,博士,副研究员,从事植物营养研究。E-mail:yinchh2006@126.com。

锌(Zn)、硒(Se)、锶(Sr)、锂(Li)、硼(B)、铬(Cr)9种待测元素标准溶液购买于国家标准物质中心,质量浓度均为1 000 mg·L⁻¹;绿茶标准物质(标号GBW10052)系地球物理地球化学勘察研究所生产。

1.1.3 仪器 mars 5 微波消解仪;optima 8000 型电感耦合等离子体发射光谱仪;安捷伦 8800 型电感耦合等离子体质谱仪。

1.2 方法

1.2.1 样品消解方法 用粉碎机将样品碾成粉末,装于自封袋中备用。采用下述湿法消解及微波消解法消解样品。

湿法消解:精密称取样品 0.5 g,置于用酸浸泡过夜且用二次水冲洗干净并用烘箱烘干的50 mL锥形瓶中。加入浓硝酸 5 mL 及 H₂O₂ 3 mL,加盖小漏斗,静置过夜。次日,将锥形瓶置于电热板上加热,温度 260 ℃。待锥形瓶中溶液剩余 1/3 左右时,开始补加 H₂O₂ 进行赶酸,每次 1 mL,直至样品溶液变为无色透明。若样品消解不完全,可适当滴加浓硝酸。样品消解至无色透明后用二次水定容至 50 mL,过滤,装入塑料瓶待用。同时做空白对照。

微波消解:精密称取样品 0.1 g,置于用酸浸泡过夜,且用二次水冲洗干净并用烘箱烘干的消煮管内,加入 5 mL 浓硝酸和 3 mL H₂O₂,静置 2 h,盖上消煮管盖子置于微波消解仪消煮。工作参数如下表 1 所示。消解 1 h 之后,冷却至室温,在赶酸炉中赶酸 2 h,再次冷却至室温后,用二次水定容至 50 mL,装入塑料瓶备用。同时做绿茶标准物质对照和空白对照。

表 1 微波消解仪工作参数

Table 1 Working parameters of microwave digestion system

消解程序 Digestion system	功率 Power/ W	升温时间 Heating time/min	温度 Temperature/ ℃	持续时间 Time of duration/min
1	1200	5	120	5
2	1200	5	150	10
3	1200	10	180	20

1.2.2 仪器工作条件 安捷伦 8800 型电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)工作条件及参数:射频功率 1 500 W,发射功率 1 W,RF 功率 1 500 W,等离子气流速 15 L·min⁻¹,载气流速1.05 L·min⁻¹,补偿气流速 1 L·min⁻¹,采样锥孔径 1.1 mm,截取锥孔径 0.9 mm,复采样次数 3,采样深度 8.0 mm。

Optima 8000 型电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-AES)工作条件及参数:射频频率40.68 MHz,射频功率 1 500 W,进样量 1.5 mL·min⁻¹,辅助气体流量 1.0 L·min⁻¹。

1.2.3 微量元素含量检测 罗布麻叶、白麻叶、白麻花、罗布麻茶、黄山绿茶及铁观音分别进行湿法消解及微波消解(1.2.2),湿法消解液上 ICP-AES 仪器检测,微波消解液上 ICP-MS 检测。ICP-AES 和 ICP-MS 检测条件见上述 1.2.2,检测样品中铁(Fe)、铜(Cu)、锰(Mn)、锌(Zn)、硒(Se)、锶(Sr)、锂(Li)、硼(B)和铬(Cr)9种微量元素量。

2 结果与分析

2.1 采用 ICP-MS 法检测的罗布麻及其制品微量元素含量

采用 ICP-MS 检测了罗布麻叶、白麻花、白麻叶及其制品罗布麻茶 9 种微量元素含量,同时比较检测了绿茶和铁观音的相应成分,由表 2 可知,采用 ICP-MS 法检测,罗布麻和白麻的花、叶器官及其制品罗布麻茶的 Li、Sr、B 和 Fe 含量均明显高于黄山绿茶和铁观音,其中 Li、Sr 和 B 尤为明显。黄山绿茶、铁观音及绿茶标品的 Li 含量均不到1 mg·kg⁻¹,而以白麻叶为原料的罗布麻茶的 Li 含量为 46.3 mg·kg⁻¹,罗布麻叶、白麻叶及白麻花的含量亦很高。罗布麻叶、白麻叶、白麻花及罗布麻茶中 Sr 含量均很高,分别为 258.5、472.8、164.5 和 244.8 mg·kg⁻¹,远高于黄山绿茶的 15.5 mg·kg⁻¹和铁观音的 12.1 mg·kg⁻¹。罗布麻叶、花及其制品的 B 含量亦明显高于绿茶及铁观音,其中,罗布麻叶和白麻叶的 B 含量高达 120 mg·kg⁻¹以上,而绿茶标品的含量仅 13.8 mg·kg⁻¹。但两种罗布麻叶、花及其制品的 Mn 含量均明显低于黄山绿茶和铁观音,罗布麻茶仅 30.7 mg·kg⁻¹,而黄山绿茶和铁观音则分别高达 579.6 和 1 413.7 mg·kg⁻¹。且由表 3 还可知,与罗布麻叶相比,白麻的叶及花 Mn 含量更低。3 种茶叶的 Cr、Cu、Zn 和 Se 微量元素含量差异不大。

2.2 采用 ICP-AES 法检测的罗布麻及其制品微量元素含量

样品经湿法消解后,采用 ICP-AES 法检测了白麻花、白麻叶及其制品罗布麻茶 9 种微量元素含量,同时比较检测了绿茶和铁观音的相应成分。将表 3 与表 2 进行比较可知,两种仪器的检测结果表现出类似规律,即与绿茶和铁观音相比,罗布麻及其制品 Sr、B 和 Fe 含量更丰富,但 Mn 含量

偏低,而 Cr、Cu、Zn 和 Se 的含量与其他 2 种类型茶叶相差不大。将 ICP-AES 法与 ICP-MS 法检测结果进行比较,亦可发现,ICP-AES 对 Li 元素几乎检测不出。

表 2 ICP-MS 法检测的 3 种茶叶微量元素含量

Table 2 The content of trace elements in three kinds of teas detected by ICP-MS (M±SD,mg·kg ⁻¹)							
微量元 Trace elements	罗布麻叶 Leaf of <i>Apocynum venetum</i>	白麻叶 Leaf of <i>Apocynum pictum</i>	白麻花 Flower of <i>Apocynum pictum</i>	罗布麻茶 Luobuma tea	黄山绿茶 Green tea of Huangshan	铁观音 Tieguanyin tea	绿茶标品 Green tea standard
Li	35.8±6.6	65.4±15.4	17.7±1.7	46.3±7.6	0.8±0.2	0.3±0.2	0.5±0.1
B	120.5±15.1	140.9±9.9	33.9±2.0	41.2±10.4	10.0±1.4	13.4±1.4	13.8±1.4
Cr	10.6±2.0	5.7±2.8	11.0±1.4	7.5±2.0	0.8±0.1	4.9±0.3	1.0±0.2
Fe	190.2±20.9	200.9±26.1	359.4±17.1	271.5±9.9	105.7±10.2	139.1±10.5	310.2±15.3
Mn	170.9±11.6	91.0±10.1	37.8±1.7	30.7±9.2	579.6±23.1	1413.7±78.4	1131.7±83.2
Cu	4.3±1.4	3.3±1.0	4.8±1.1	4.8±1.3	7.6±1.0	7.0±1.0	24.4±0.5
Zn	11.0±2.6	14.1±1.7	19.8±1.6	38.9±8.2	28.9±1.9	20.6±1.1	33.5±0.7
Se	0.1±0.2	0.1±0.2	0.1±0.1	0.2±0.2	0.2±.01	0.1±0.1	0.1±0.1
Sr	258.5±9.1	472.8±13.1	164.5±7.4	244.8±15.7	15.5±1.0	12.1±0.9	34.3±0.5

表 3 ICP-AES 检测的 3 种茶叶微量元素含量

Table 3 Trace element content of three kinds of teas detected by ICP-AES (M±SD,mg·kg ⁻¹)						
微量元 Trace elements	罗布麻叶 Leaf of <i>Apocynum venetum</i>	白麻叶 Leaf of <i>Apocynum pictum</i>	白麻花 Flower of <i>Apocynum pictum</i>	罗布麻茶 Luobuma tea	黄山绿茶 Green tea of Huangshan	铁观音 Tieguanyin tea
Li	0.2±0.3	0.2±0.4	1.01±0.6	2.6±1.1	2.3±0.3	0.7±0.7
B	165.7±18.2	135.4±10.2	99.3±8.1	36.1±7.7	98.1±11.0	55.5±4.5
Cr	0.6±0.3	0.4±0.5	2.9±0.7	1.9±0.6	0.5±1.3	0.6±0.7
Fe	153.2±14.1	126.1±12.3	260.0±20.9	286.0±16.4	61.7±15.1	87.9±9.1
Mn	155.9±7.9	81.0±8.2	37.9±6.4	28.6±4.7	585.8±62	1419.7±109.9
Cu	3.9±1.4	2.2±1.8	4.4±0.5	4.4±1.8	6.5±1.0	6.2±0.5
Zn	11.3±1.7	11.4±2.1	17.8±1.7	30.9±6.7	25.0±3.6	17.6±1.6
Se	6.7±0.8	6.1±0.8	9.3±2.0	1.5±0.4	7.2±1.7	6.0±1.2
Sr	265.0±22.3	484.7±15.7	177.3±6.7	238.4±15.0	13.5±1.3	9.4±1.3

3 结论与讨论

3.1 罗布麻茶与绿茶、铁观音茶微量元素含量比较

从上述试验结果可知,ICP-AES 法几乎检测不出样品中的微量元素 Li,但 ICP-MS 法可实现有效检测。与绿茶和铁观音相比,新疆产罗布麻茶 Li 含量很高,为 56.6 mg·kg⁻¹,是其他两种类型茶叶的近 100 倍。且罗布麻叶、白麻叶及花均表现出很高的锂含量。Wang 等^[14]采用 ICP-MS 法检测了 30 种茶叶及其茶汤中 Li 含量,包括不同产地的绿茶、乌龙茶、黑茶、花茶和罗布麻茶,亦发现罗布麻茶叶 Li 含量最高,为 11 mg·kg⁻¹,而被测样品平均含量仅为 0.54 mg·kg⁻¹,与本试验结果类似。Jiang 等^[15]也取样分析了新疆 4 个野

生生境(阜康、福海、布尔津和吉木萨尔)罗布麻及其伴生植物锂含量,结果表明,罗布麻锂含量范围为 10~33 mg·kg⁻¹,伴生植物花花柴(*Karelinia caspica*)、盐爪爪(*Kalidium foliatum*)和胀果甘草(*Glycyrrhiza inflata*)、准噶尔沙蒿(*Artemisia songarica*)和芨芨草(*Achnatherum splendens*)锂含量范围均仅为 0.1~3.0 mg·kg⁻¹,且芦苇(*Phragmites communis*)中几乎未检测到。锂被广泛应用于情绪异常病人的治疗,可减缓躁郁症,阻止自杀行为及减少冲动型攻击^[16-17]。近年来,众多研究表明,饮用水中锂含量与自杀、杀人等犯罪率呈负相关^[18-19]。

本试验结果还表明,与其他两种类型茶叶相比,新疆产罗布麻及其制品 Sr 含量亦很高。ICP-MS 检测条件下,罗布麻茶 Sr 含量为 244.8 mg·kg⁻¹,

是黄山绿茶、铁观音及绿茶标品的7~14倍,ICP-AES的检测结果也类似。张月婵等^[20]对13种不同来源罗布麻茶和大叶白麻茶微量元素量检测结果亦表明,罗布麻Sr含量很高,平均为 $184.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,与本试验检测的结果相当。锶在不同食物和饮料中含量不同,水果、叶类蔬菜和肉制品中的含量为 $0.3\sim 5.1\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ^[21]。微量元素Sr隶属碱土金属,化学特性与钙相似,被认为与人类骨骼矿质代谢有关。锶化合物已被用做影响骨骼组织抗再吸收及其合成代谢的药物,缺锶可能引起骨质疏松、龋齿等症^[22]。

本研究还检测发现,新疆产罗布麻及其制品罗布麻茶锰含量均很低,其中罗布麻茶的Mn含量仅 $30.7\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,远低于安溪铁观音和黄山绿茶锰的含量,后两者分别高达 $1\,413.7$ 和 $579.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。新疆产罗布麻茶锰含量不仅低于国内其他茶叶,也低于国际重要茶叶平均值 $300\sim 900\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ^[23]。

综合上述结果可知,生长于盐渍化土壤的罗布麻茶,与生长于南方酸性土壤的绿茶和铁观音茶相比,在所检测的9种微量元素中,除锰含量低于后者外,Li、Sr、B和Fe含量明显高于后者,其中有益微量元素Li和Sr含量最为丰富,其余4种微量元素即Cr、Cu、Zn和Se的含量差异不大。因此,以生产于北方盐碱地的罗布麻叶或花为原料的罗布麻茶具有独特保健价值。

3.2 新疆产罗布麻茶富含Li、Sr和B及低Mn含量的可能成因分析

植物中微量元素含量及同位素比率反映了土壤的矿质养分状况,通过检测农产品(如茶叶、蔬菜等)的这些指标可鉴定和追溯其产地。Bong等^[24]通过检测多种微量元素及锶同位素比率($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$),鉴别了大白菜(*Chinese cabbages*)的地理起源,能很好地区分该蔬菜产品是进口自中国还是产自韩国本地。Liu等^[25]依据Rb、Sr和Ba浓度及B和Sr同位素比率,鉴定了咖啡豆的地理起源。类似地,不同产地茶叶微量元素含量的差异亦可能是不同地理起源的产物。

与绿茶和铁观音相比,新疆产罗布麻及其制品罗布麻茶Li、Sr和B含量很高,前者分别是后者的50~100倍、7~20倍和3~4倍。锂和硼是两个质量较轻的元素,在淡水中含量甚微。新疆产罗布麻具有高含量的Li、Sr和B,可能与该地区水系中富含这些元素有关。刘振敏等^[26]研究检测发现,新疆巴里坤盐湖卤水中富含硼、锂等微量元素。该湖卤水中硼、锂元素的平均含量高于海洋水几倍乃至十几倍。谭红兵等^[27]为了查明

起源于昆仑山冰山雪峰横穿柴达木盆地的格尔木河淡水与达布逊湖卤水中一些特征微量元素浓度变化特征,研究发现,从山前至湖中,硼、锂含量逐渐增高,在戈壁区、洪冲积扇和达布逊湖,硼含量分别为 $0.27, 1.50$ 和 $321.7\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,锂含量分别为 $0.03, 0.14$ 和 $88.4\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,锶含量也表现出类似的增加趋势。新疆罗布麻茶制品的主要原料白麻,集中分布于南疆塔里木河沿岸,其气候特征及地质地貌与格尔木河类似。所以可推测:新疆产罗布麻茶富含Li、Sr和B可能是源于其分布区水系富含这些元素。刘永林等^[28]就曾在新疆于田县调查发现一个优质天然富锂富锶饮用矿泉水水源,其中,锂含量 $1\,765.5\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,锶含量 $1.1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,分别为国家饮用矿泉水锂和锶最低界限指标的8.8和5.5倍。

本研究还发现,与绿茶和铁观音相比,罗布麻茶锰含量极低。张月婵等^[20]研究亦发现,来自全国其他11个不同省份产地的罗布麻叶锰含量亦很低,含量范围在 $40.9\sim 89.2\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。绿茶或铁观音的高锰含量源于南方酸性土壤。大部分茶园土壤pH在5以下,土壤中活性锰量高,茶树是富锰植物,茶叶中积累了大量的锰^[29]。而罗布麻是一类盐生植物,生境中土壤含盐量较高,罗布麻茶的低锰含量可能亦源于盐碱土壤中低有效态锰含量。

综上所述,罗布麻茶富含Li、Sr和B,而绿茶和铁观音含锰量高,是它们分别对各自产地水系及土壤矿质成分及含量差异的适应性反应。

参考文献:

- [1] 中国植物志编辑委员会. Flora of China《中国植物志》英文修订版(第十六卷)[M]. 北京:科学出版社与美国:密苏里植物园出版社联合出版,1995.
- [2] 张绍武,胡瑞林,钱学射. 我国罗布麻分布区的地理区划[J]. 中国野生植物资源,2000,19(4):20-22.
- [3] 阿斯娅·曼克力,孙韬,赛里克·都曼,等. 新疆大叶白麻资源及其开发利用前景[J]. 中国农业资源与区划,2003,24(3):27-30.
- [4] 国家药典委员会. 中国药典[S]. 一部. 北京:中国医药科技出版社,2015:211-212,1064-1065.
- [5] 董正钧,刘寿山. 罗布麻的综合利用[M]. 北京:科学出版社,1978:125-35.
- [6] 彭雪梅,张卫明,刘起棠,等. 不同杀青工艺对罗布麻茶品质的影响[J]. 山西大学学报(自然科学版),2011,34(3):464-467.
- [7] 谭晓蕾,彭勇. 罗布麻茶的研究进展[J]. 中国现代中药,2014,16(8):666-173.
- [8] Xie W Y, Zhang X Y, Wang J J. Botany, traditional, phytochemistry and pharmacology of *Apocynum venetum* L. (Luobuma): A review[J]. Journal of Ethnopharmacolo-

- ty,2012,141:1-8.
- [9] An H J, Wang H, Lan Y X, et al. Simultaneous qualitative and quantitative analysis of phenolic acids and flavonoids for the quality control of *Apocynum venetum* L. leaves by HPLC-DAD-ESI-TOF-MS and HPLC-DAD[J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2013, 85: 295-304.
- [10] 石秋梅, 邓翻云, 吴敏言. HPLC 法同时测定新疆产 2 种罗布麻叶中芦丁、金丝桃苷及异槲皮苷含量[J]. 中草药, 2014, 45(9): 1326-1329.
- [11] 黄爱华, 迟玉广, 陈宇文. AAS 法测定罗布麻叶中的 7 种微量元素[J]. 微量元素与健康研究, 2010, 27(3): 24-25.
- [12] 徐红, 薛海燕, 张从文. ICP-AES 法测定不同产地罗布麻叶中的微量元素[J]. 分析试验室, 2010, 29(S): 194-196.
- [13] 吴丽苹, 曾宪录, 施煜, 等. 微波消解-CP-AES 法测定罗布麻叶中 16 种微量元素[J]. 化学分析计量, 2017, 26(3): 46-49.
- [14] Wang L, Jiang L, Zhao Z Y, et al. Lithium contents of some teas and their infusion consumed in China[J]. Food Sci. Biotechnol., 2014, 23(1): 323-325.
- [15] Jiang L, Wang L, Mu S Y, et al. *Apocynum venetum*: A newly found lithium accumulator[J]. Flora, 2014, 209: 285-289.
- [16] 蒲金尖. 地理环境中锂离子的生物学意义及其可能有关的水土病[J]. 新疆环境保护, 1978(1): 14-19.
- [17] 杨毅勇, 张向东. 微量元素锂的生物学、药效学和毒副作用[J]. 国外医学医学地理分册, 1999, 20(3): 112-116, 125.
- [18] Giotakos O, Tsouvelas G, Nisianakis P, et al. A negative association between lithium in drinking water and the incidences of homicides, in Greece[J]. Biological Trace Element Research, 2015, 164: 165-168.
- [19] Pompili M, Vichi M, Dinelli E, et al. Relationship of local lithium concentrations in drinking water to regional suicide rates in Italy[J]. World Journal of Biological Psychiatry, 2015, 16(8): 567-574.
- [20] 张月婵. 罗布麻叶的品质评价研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2009: 78-85.
- [21] 任艳丽, 王建林. 锶的生物学效应研究进展[J]. 北京联合大学学报, 2018, 32(1): 44-49.
- [22] Matteo F, Francesco F, Vincenzo M, et al. Synthesis and characterization of strontium-substituted hydroxyapatite nanoparticles for bone regeneration[J]. Material Science & Engineering C- Materials for Biological Applications, 2017, 71: 653-662.
- [23] Kumar A, Nair A G C, Reddy A V R, et al. Availability of essential elements in Indian and US tea brands[J]. Food Chemistry, 2005, 89: 441-448.
- [24] Bong Y S, Shin W J, Gautam M K, et al. Determining the geographical origin of Chinese cabbages using multielement composition and strontium isotope ratio analyses[J]. Food Chemistry, 2012, 135: 2666-2674.
- [25] Liu H C, You C F, Chen C Y, et al. Geographic determination of coffee beans using multi-element analysis and isotope ratios of boron and strontium[J]. Food Chemistry, 2014, 142: 439-445.
- [26] 刘振敏, 邓小林. 新疆巴里坤盐湖卤水中硼、锂、溴、碘的赋存特征[J]. 化工矿产地质, 1995, 17(2): 87-92.
- [27] 谭红兵, 于升松, 刘兴起. 格尔木河中下游微量元素地球化学变化特征[J]. 长春科技大学学报, 2001, 31(3): 273-278.
- [28] 刘永林, 雒昆利, 倪润祥, 等. 新疆于田县优质富锂富锶天然饮用矿泉水及其开放前景[J]. 自然资源学报, 2013, 28(12): 2150-2158.
- [29] 谢忠雷, 董德明, 李忠华, 等. 茶园土壤 pH 值对茶叶从土壤中吸收锰的影响[J]. 地理科学, 2001, 21(3): 278-281.

Analysis of Trace Elements Strontium, Lithium and Their Possible Causes in *Apocynum* Plants and Luobuma Tea

SHI Qiu-mei¹, ZHANG Ke², LI Qi-song¹, YIN Chuan-hua^{1,2}

(1. Tea and Food Science College, Wuyi University, Wuyishan 354300, China; 2. State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumuqi 830011, China)

Abstract: In order to promote the further development and utilization of *Apocynum* tea, inductively coupled plasma atomic emission spectrometry(ICP-AES)and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) were used to detect trace element contents in flowers, leaves, seeds of *Apocynum venetum* Linn and *Apocynum pictum* Schrenk, including nine kinds of micronutrient, such as Li, B, Cr, Fe, Mn, Cu, Zn, Se and Sr. And the contents of corresponding trace element contents in green tea were also determined. The results showed that the contents of Li, Sr and B in Luobuma Tea and different organs from two kinds of *Apocynum* plants were prominent compared to green tea, and the former were 50-100, 7-20 and 3-4 times than the latter, respectively. But the Mn content in *Apocynum venetum* tea was obviously lowed than that of green tea. The difference of micronutrient contents between Luobuma Tea and green tea may result from their adaption to the difference of mineral constituents in soil and water respectively from North China and South China. Luobuma Tea made from leaves of *Apocynum venetum* Linn and *Apocynum pictum* Schrenk contain abundant trace elements, and they are good supplement sources for beneficial trace elements Li and Sr.

Keywords: *Apocynum venetum*; Luobuma tea; trace element; ICP-AES; ICP-MS