

文冠果绿茶制作工艺的优化

陈玮琳¹, 吴桂君^{2*}, 马一凡², 杨慧玲²

(1. 永宁县质量计量检测中心, 宁夏银川 750000; 2. 银川能源学院化学与生物工程学院, 宁夏银川 750000)

摘要 [目的]提高文冠果叶的经济价值,优化文冠果绿茶制作工艺。[方法]以文冠果叶为原料开发绿茶,采用手工锅式杀青和蒸汽杀青2种不同杀青方式,筛选不同的杀青温度和杀青时间,以优化文冠果绿茶的加工工艺;通过对茶样外形、汤色、香气、滋味和叶底5方面进行感官审评,筛选出每种不同杀青工艺中的最优组。[结果]手工锅式杀青的炒青温度为180℃,炒青时间为2min的茶样品质最佳;蒸汽杀青的蒸青温度为118℃,蒸青时间4min的茶样品质最佳;炒青绿茶和蒸青绿茶相较于鲜叶,水浸出物含量分别增加了53.8%、59.2%,茶多酚含量分别降低了26.7%、33.3%,游离氨基酸含量分别降低了32.7%、33.2%,黄酮含量增幅不明显。[结论]文冠果叶可以加工成绿茶,并具有较高的茶叶品质。

关键词 文冠果;绿茶;炒青;蒸青

中图分类号 TS272.5*1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)15-0162-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.15.043



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Optimization of the Production Process of *Xanthoceras sorbifolium* Green TeaCHEN Wei-lin¹, WU Gui-jun², MA Yi-fan² et al (1. Yongning County Quality Measurement Testing Center, Yinchuan, Ningxia 750000; 2. School of Chemical and Biological Engineering, Yinchuan University of Energy, Yinchuan, Ningxia 750000)

Abstract [Objective] To improve the economic value of *Xanthoceras sorbifolia* leaves, to optimize the processing technology of *Xanthoceras sorbifolia* green tea. [Method] *Xanthoceras sorbifolium* leaves were used as raw materials to develop green tea. Two different methods of manual pot and steam were used to screen different temperature and time to optimize the processing technology of *Xanthoceras sorbifolium* green tea. Through the sensory evaluation of dry tea shape, tea infusion color, aroma, taste and infused leaf, the highest quality group was selected. [Result] The results showed that the best quality of pan-firing green tea was with the firing temperature of 180℃, and firing time of 2 minutes. The best quality of the steam-firing green tea was with the firing temperature of 118℃, and steaming time of 4 minutes. Compared with fresh leaves, the water extract content of the pan-firing green tea and steam-firing green tea increased by 53.8% and 59.2%; the content of tea polyphenols was reduced by 26.7% and 33.3%, and the content of free amino acids was reduced by 32.7% and 33.2%; the increase of flavonoid content was not obvious. [Conclusion] The *Xanthoceras sorbifolium* leaves can be processed into green tea with high quality.

Key words *Xanthoceras sorbifolium*; Green tea; Pan firing; Steam firing

文冠果(*Xanthoceras sorbifolium* Bunge)是我国特有的木本油料植物,为无患子科文冠果属植物,主要分布在内蒙古、辽宁、陕西、甘肃、宁夏、山东、河南等省(区)^[1-2]。近年来,国内外对文冠果的研究主要集中在育苗、种植和榨油等方面^[3-5]。然而,文冠果叶片中含有丰富的氨基酸、皂苷、挥发油和黄酮类化合物,具有一定的生理活性和较高的开发价值^[6-8]。

每年文冠果叶都是自然脱落,尚未被充分的开发利用,造成一定的资源浪费,而植物的叶子除了具有某些功能外,还含有可溶性糖、维生素、氨基酸、香豆素类、类黄酮、单宁和其他活性物质,具有很高的营养价值和保健功能^[9-10]。将植物叶子开发成茶产品,对于提高其经济附加值具有重要意义。刘静^[11]对枸杞叶参照绿茶的生产工艺进行研究,通过对枸杞叶化学成分的分析,筛选出最适合作为原材料加工成枸杞叶茶的叶片,从原材料选择、清洗、萎凋、杀青、冷却、揉捻、造型、干燥、包装方面,对各个工序的工艺参数进行了控制,从而获得了活性成分更高、感官品质更好的保健茶,深受大众喜爱;吴梦露^[12]以无花果新梢叶片为原料,按照绿茶加工工艺将其加工成茶;张倩等^[13]研究了无花果叶茶的加工

工艺,根据采收期无花果叶的大小、水分含量和组织结构不同的特点,经过反复试验,最终确定了无花果叶的杀青、揉捻、炒制和提香的工艺参数,形成了一套完整的无花果叶绿茶炒制工艺,类似产品还有桂花茶、玫瑰花茶、金银花茶等。鉴于在同类产品中已经有了将枸杞芽、枣芽、无花果叶加工成茶叶的研究^[14-16]。该研究采用手工锅式杀青和蒸汽杀青2种方法,参照传统绿茶的制作工艺将文冠果叶加工成绿茶^[17-18],以期对文冠果叶资源进行深度利用和开发,提高文冠果叶资源的利用率,充分发挥文冠果叶自身的经济价值并提高其附加值,满足消费者对绿茶产品多元化的需求。

1 材料与方法

1.1 试验材料 文冠果鲜叶:文冠一号,宁夏回族自治区吴忠市同心县文冠果种植基地。甲醇:分析纯,东营恒昇化工有限公司;碳酸钠:分析纯,韦伯力扬化学基团;福林酚:分析纯,源叶生物;没食子酸:分析纯,成都得思特生物;磷酸氢二钠:分析纯,韦伯力扬化学基团;磷酸氢二钾:分析纯,兴泰化工;水合茛三酮:分析纯,沈阳晟润捷化工有限公司;氯化亚锡:分析纯,苏州斌顺化工有限公司;磷酸盐:分析纯,山东振华工业股份有限公司;丙酮:分析纯,郑州洋锦商贸有限公司;碳酸钙:分析纯,纳博化学;无水乙醇:分析纯,天津盛通泰化工。

1.2 主要设备 电子分析天平:FA2104B,上海舜宇恒平科学仪器有限公司;鼓风电热恒温干燥箱:DHG-9240,上海一

基金项目 2020年自治区级大学生创新创业计划项目(S2020138-20016)。**作者简介** 陈玮琳(1989—),女,宁夏银川人,助教,硕士,从事食品质量与安全研究。*通信作者,副教授,硕士,从事食品质量与安全研究。**收稿日期** 2020-11-24;修回日期 2021-02-05

恒科学仪器有限公司;高速离心机: TG16-II,长沙平凡;紫外可见分光光度计: 732METASH,上海元析仪器有限公司;皇优高速多功能粉碎机: 800Y,永康市铂欧五金制品有限公司;多功能电磁炉: HK-906XS,广东美的生活电器制造有限公司;富坊 0 涂层真不锈炒锅, CR-1,山东富坊炊具有限公司;树欣三层蒸锅: JBS-ML304ZG001,潮州市潮安区良辰不锈钢制品厂。

1.3 试验方法

1.3.1 文冠果绿茶加工工艺流程。文冠果叶采摘→清洗→沥干→摊放鲜叶→杀青(炒青、蒸青)→摊晾→筛分→干燥→成品。操作要点:采摘时选择 1 年生嫩枝上顶部较嫩叶片;采摘后摊放 2 h,摊放厚度控制在 1~2 cm;杀青是制茶的核心工艺,杀青时需高温快杀,杀透杀匀,以达到彻底钝化氧化酶活性的目的,主要研究炒青和蒸青 2 种杀青方式对其品质的影响。

1.3.2 炒青绿茶加工工艺的优化。设置炒青温度 120、150、180、220、270 °C,炒青时间 2、3、4、5 min,炒青温度和时间组合成 20 组处理,采用 T_{A-B} 的标记方式,其中 T 表示炒青,A 表示炒青温度,B 表示炒青时间(表 1)。最后在 70 °C 下将文冠果叶烘干加工成绿茶,并从外形、汤色、香气、滋味和叶底 5 方面进行感官审评及分析,选择最优炒青加工条件。

1.3.3 蒸青绿茶加工工艺的优化。蒸青温度为锅蒸自然温度(118 °C),控制蒸青时间分别为 1、2、3、4、5 min,蒸青温度

和时间组合成 5 组处理(L₁₋₁、L₁₋₂、L₁₋₃、L₁₋₄、L₁₋₅),采用 L_{C-D} 的标记方式,其中 L 表示蒸青,C 表示蒸青温度,D 表示蒸青时间。最后在 70 °C 下将文冠果叶烘干加工成绿茶,并从外形、汤色、香气、滋味和叶底 5 个方面进行感官审评及分析,选择最优的蒸青加工条件。

表 1 炒青绿茶的加工工艺参数

Table 1 Processing parameters of stir-fried green tea

炒青温度 Pan-firing temperature//°C	炒青时间 Pan-firing time//min			
	2	3	4	5
120	T ₁₋₁	T ₁₋₂	T ₁₋₃	T ₁₋₄
150	T ₂₋₁	T ₂₋₂	T ₂₋₃	T ₂₋₄
180	T ₃₋₁	T ₃₋₂	T ₃₋₃	T ₃₋₄
220	T ₄₋₁	T ₄₋₂	T ₄₋₃	T ₄₋₄
270	T ₅₋₁	T ₅₋₂	T ₅₋₃	T ₅₋₄

1.3.4 感官审评及理化指标测定。

1.3.4.1 感官审评方法。参考茶叶感官审评方法(GB/T 23776—2018),评审员由经前期培训的 20 人组成,包括 10 名女性和 10 名男性,年龄在 21~24 岁,身体健康,无口腔问题和吸烟史,要求审评过程中,写出品质特征的评语,绿茶品质的高低采用记分法来表示,每组样品平行审评 3 次。审评时,规定文冠果绿茶的取样量为 3.00 g,用 150 mL 沸水进行冲泡,冲泡完毕后静置 5 min,最后倒出茶汤,并对其进行审评,结果见表 2。

表 2 绿茶品质评语与各品质因子评分

Table 2 Green tea quality reviews and scores of quality factors

因子 Factors	级别 Level	品质特征 Quality characteristics	得分 Score	评分系数 Scoring coefficient//%
外形 Appearance	甲	造型有特色,色泽嫩绿或翠绿或深绿或鲜绿,油润,匀整,净度好	90~99	20
	乙	造型较有特色,色泽墨绿或黄绿或青绿,较油润,尚匀整,净度较好	80~89	
	丙	造型特色不明显,色泽暗褐或陈灰或灰绿或偏黄,较匀整,净度尚好	70~79	
汤色 Colour of tea	甲	嫩绿明亮或绿明亮	90~99	10
	乙	尚绿明亮或黄绿明亮	80~89	
	丙	深黄或黄绿欠亮或浑浊	70~79	
香气 Aroma	甲	高爽,有明显的清香或者火工香	90~99	30
	乙	清香,尚高爽,火工香	80~89	
	丙	尚纯,熟闷,老火	70~79	
滋味 Taste	甲	甘鲜或鲜醇,醇厚鲜爽,浓醇鲜爽	90~99	30
	乙	清爽,浓尚醇,尚醇厚	80~89	
	丙	尚醇,浓涩,青涩	70~79	
叶底 Leaf base	甲	嫩匀多芽,较嫩绿明亮,匀齐	90~99	10
	乙	嫩匀有芽,绿明亮,尚匀齐	80~89	
	丙	尚嫩,黄绿,欠匀齐	70~79	

1.3.4.2 理化检测方法。根据国标,对加工成的文冠果绿茶理化指标进行检测:水浸出物含量的测定采用全量法(GB/T 8305—2013);氨基酸含量的测定采用茚三酮比色法(GB/T 8314—2013);茶多酚含量的测定采用 Folin 酚比色法(GB/T 8313—2018);黄酮含量的测定采用乙醇浸提法(DB37/T 3123—2018)。

2 结果与分析

2.1 文冠果绿茶不同杀青方式的品质比较

2.1.1 炒青绿茶感官品质比较。由表 3 可知,炒青温度、时

间对文冠果绿茶感官品质影响较大,分析如下:

(1)就茶叶色泽而言,出现鲜绿、墨绿和黄绿 3 种颜色:当炒青温度在 120 和 150 °C,炒青时间在 2~3 min 时,主要以鲜绿色为主,再延长炒青时间就变成鲜绿色和黄绿色;当炒青温度在 180 °C 时,主要以鲜绿色为主;当炒青温度在 220~270 °C 时,主要呈黄绿色,且易产生焦边,影响茶叶品质。由于叶绿素对茶叶色泽有着显著影响,而叶绿素易受温度影响,当炒青温度超过 220 °C 时,鲜叶中叶绿素破坏较多,从而使叶色泛黄,温度过高会使其产生焦边、斑点,导致绿茶品质降低。

(2)就茶汤而言,当炒青温度高于220℃,炒青时间小于3 min,由于温度过高形成的茶叶残渣冲泡到茶汤中,会影响茶汤的清透度,另外温度过高会使茶汤出现烟味、糊味;当炒青温度低于180℃时,由于一些低沸点的挥发油未被除净,茶汤苦涩味明显,有闷青味。

(3)就香气而言,当炒青温度高于220℃时,即炒青温度过高,叶温升高时间小于3 min,茶叶易产生焦边,会出现糊味;低于180℃时,即炒青温度过低,叶温升高时间大于3 min,香气呈现青气或低闷,青气味不易散发出。

在不同炒青温度下,当炒青时间为2 min时,不同茶样感官审评得分分别为91.7、93.1、94.5、91.9、93.1分,均高于其他炒青时间处理的茶样;在炒青时间一定的情况下,如2 min时,当杀青温度小于180℃时,茶样的香气不突出、造型特点不明显;当杀青温度大于180℃时,茶样的焦边现象严重。因此,根据文冠果绿茶炒青工艺对其感官品质的影响结果得出:最佳的炒青温度为180℃,炒青时间为2 min,制得的炒青茶样色泽鲜绿,香气纯正,滋味鲜醇,没有糊味,茶样审评得分最高(94.5分),是理想的杀青条件。

表3 文冠果绿茶炒青处理感官审评结果

Table 3 Sensory evaluation results of *Xanthoceras sorbifolium* green tea roasting treatment

处理 Treatment	色泽 Color and lustre(20%)		汤色 Tea color(10%)		香气 Aroma(30%)		滋味 Taste(30%)		叶底 Leaf base(10%)		总分 Total
	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	
T ₁₋₁	鲜绿	93	黄绿	93	烘烤香	90	无糊味	91	鲜绿	95	91.7
T ₁₋₂	鲜绿	95	黄绿	93	烘烤香	92	无糊味	93	鲜绿	95	91.4
T ₁₋₃	墨绿	91	黄绿	92	烘烤香	91	无糊味	91	鲜绿	94	91.4
T ₁₋₄	黄绿	91	黄绿	90	烘烤香	90	无糊味	90	黄绿	91	91.1
T ₂₋₁	黄绿	93	黄绿	89	烘烤香	94	无糊味	94	黄绿	92	93.1
T ₂₋₂	鲜绿	95	黄绿	91	烘烤香	90	无糊味	90	鲜绿	93	91.5
T ₂₋₃	黄绿	91	黄绿	91	烘烤香	92	无糊味	91	鲜绿	93	92.2
T ₂₋₄	墨绿	91	黄绿	90	烘烤香	92	无糊味	90	鲜绿	95	93.0
T ₃₋₁	鲜绿	93	黄绿	93	烘烤香	95	无糊味	96	黄绿	93	94.5
T ₃₋₂	黄绿	95	黄绿	92	烘烤香	90	无糊味	89	黄绿	90	91.3
T ₃₋₃	鲜绿	89	黄绿	90	烘烤香	91	无糊味	94	鲜绿	91	92.1
T ₃₋₄	鲜绿	89	黄绿	93	烘烤香	95	无糊味	90	鲜绿	96	91.1
T ₄₋₁	墨绿	90	黄绿	94	烘烤香	91	无糊味	93	鲜绿	93	91.9
T ₄₋₂	黄绿	91	黄绿	92	烘烤香	91	无糊味	92	鲜绿	93	90.9
T ₄₋₃	黄绿	89	黄绿	92	烘烤香	89	糊味	92	鲜绿	93	90.6
T ₄₋₄	墨绿	90	黄绿	95	烘烤香	89	无糊味	92	鲜绿	93	88.0
T ₅₋₁	墨绿	91	黄绿	93	烘烤香	93	无糊味	95	鲜绿	92	93.1
T ₅₋₂	黄绿	87	黄绿	91	烘烤香	93	无糊味	92	鲜绿	91	90.9
T ₅₋₃	黄绿,焦边	85	黄绿	89	带糊味	88	糊味	89	黄绿	90	91.2
T ₅₋₄	黄绿,焦边	87	黄绿	87	有糊味	85	糊味	89	黄绿	88	87.1

2.1.2 蒸青绿茶茶样感官品质比较。由表4可知,蒸青时间对文冠果绿茶感官品质影响较大,在蒸锅自然温度(118℃)下:当蒸青时间小于4 min时,茶样造型特点不明显,略有香气;当蒸青时间大于4 min时,茶样造型特点明显,

但茶样色泽偏黄绿色,香气略微突出。因此,根据文冠果绿茶蒸青工艺对其感官品质的影响结果得出,当蒸青时间为4 min时,茶样色泽墨绿、造型特点明显,茶样审评得分最高(93.8分),茶样品质最佳。

表4 不同蒸青时间茶样感官品质比较

Table 4 Comparison of sensory quality of tea samples with different steaming times

处理 Treatment	色泽 Color and lustre(20%)		汤色 Tea color(10%)		香气 Aroma(30%)		滋味 Taste(30%)		叶底 Leaf base(10%)		总分 Total
	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	
L ₁₋₁	鲜绿	91	绿明亮	90	清香	91	清爽	90	鲜绿	90	90.5
L ₁₋₂	鲜绿	93	绿明亮	92	清香	92	清爽	92	鲜绿	90	92.0
L ₁₋₃	墨绿	95	绿明亮	92	清香	92	清爽	94	鲜绿	93	93.6
L ₁₋₄	墨绿	95	绿明亮	94	清香	92	甘鲜	95	鲜绿	93	93.8
L ₁₋₅	黄绿	90	绿明亮	89	清香	91	清爽	92	黄绿	90	90.8

2.1.3 不同杀青方式对文冠果绿茶品质的影响。根据表3、4结果,结合感官审评得分比较炒青和蒸青工艺制成的文冠果绿茶在感官品质上的变化,并从外形、汤色、香气、滋味和

叶底进行综合评价,感官品质的审评结果见表5。由表5可知,不同制备工艺对文冠果绿茶的感官品质存在不同程度的影响,从色泽来看,炒青绿茶的色泽优于蒸青绿茶,但造

型特点也优于蒸青绿茶;从汤色来看,由于炒青绿茶的内含成分变化,致使炒青绿茶的汤色次于蒸青绿茶;从香气和滋味上来看,炒青绿茶呈烘烤香优于蒸青绿茶的清香,炒青绿茶茶汤滋味醇厚,在口感上优于蒸青绿茶。总之,文冠果

炒青绿茶的色泽、汤色稍次于蒸青绿茶,但是其茶滋味醇厚,造型特点突出,在香气和滋味口感上均优于蒸青绿茶,二者各有优点。

表 5 不同杀青方式对文冠果绿茶品质的影响($n=7$)

Table 5 Effects of different curing methods on the quality of *Xanthoceras sorbifolium* green tea ($n=7$)

处理 Treatment	色泽 Color and lustre(20%)		汤色 Tea color(10%)		香气 Aroma(30%)		滋味 Taste(30%)		叶底 Leaf base(10%)		总分 Total
	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	
炒青绿茶 Pan-firing green tea	翠绿	94	浅黄绿明亮	94	烘烤香	95	无糊味	92	翠绿明亮	89	93.2
蒸青绿茶 Steam-firing green tea	深绿	92	嫩绿明亮	95	青草香	90	无糊味	86	绿明亮	90	89.7

2.2 文冠果绿茶理化成分测定 从制成的炒青和蒸青茶样中分别筛选出一组感官评分最高的茶样进行理化指标测定,

测定结果见表 6。由表 6 可知,文冠果绿茶的水浸出物、茶多酚、游离氨基酸、总黄酮的含量分析如下:

表 6 文冠果绿茶内含物质的含量

Table 6 Contents of substances in *Xanthoceras sorbifolium* green tea

处理 Treatment	水浸出物 Water extract %	茶多酚 Tea polyphenols g/kg	游离氨基酸 Free amino acid g/kg	总黄酮 Total flavonoids %
炒青绿茶 Pan-firing green tea	27.84	110.42	20.64	4.11
蒸青绿茶 Steam-firing green tea	28.81	100.44	20.47	4.10
鲜叶 Fresh leaf	18.10	150.60	30.66	4.23

(1) 水浸出物是茶汤中重要的香味物质来源,其含量决定茶汤的厚度和滋味,炒青绿茶和蒸青绿茶相较于鲜叶的水浸出物含量分别增加了 53.8%、59.2%,由于茶叶的加工过程会破坏叶片的细胞壁,导致溶出物较鲜叶高,因此 2 种不同杀青方式的水浸出物含量均呈上升趋势。

(2) 茶多酚是一类苦涩味较重的物质,炒青、蒸青绿茶与鲜叶茶多酚总量比较,分别降低 26.7%、33.3%,2 种不同杀青方式所生产绿茶的茶多酚总量均呈下降趋势,且蒸青绿茶的茶多酚总量低于炒青绿茶,茶多酚的保留率较低,说明在蒸汽杀青的条件下,茶多酚的氧化和水解速度加快。由此表明,采用炒青方式加工的文冠果绿茶有利于茶多酚的保留,且对茶多酚的破坏程度较低,鲜叶中茶多酚由于失活时间短,较大程度上避免了鲜叶中的茶多酚在长时间高温条件下被氧化分解。

(3) 炒青、蒸青绿茶与鲜叶游离氨基酸含量相比较,分别降低了 32.7%、33.2%,2 种不同杀青方式的游离氨基酸含量均呈现下降趋势,这是由于蒸青需要较长的杀青时间,蒸青工艺对新鲜绿茶中氨基酸含量破坏是非常显著的,因此蒸青绿茶游离氨基酸含量低于炒青绿茶,而且杀青时间对绿茶鲜叶中氨基酸的保留量影响很大。

(4) 黄酮的 2 次测定结果无显著变化规律,且与鲜叶黄酮含量相比相差不大。

3 结论

以文冠果鲜叶为原料,按绿茶加工工艺将其加工成文冠果绿茶,对其杀青方式及工艺参数进行控制,分析其感官品

质特征。同时对炒青绿茶和蒸青绿茶的杀青温度和时间进行筛选,利用单因素试验对文冠果绿茶的工艺条件进行优化,确定了最优的绿茶加工工艺参数,即当炒青温度为 180℃、炒青时间 2 min 时,得出炒青绿茶品质最好;当蒸青温度为 118℃,蒸青时间在 4 min 时,加工的蒸青绿茶品质最好。炒青绿茶和蒸青绿茶相较于鲜叶,水浸出物含量分别增加了 53.8%、59.2%,茶多酚含量分别降低了 26.7%、33.3%,游离氨基酸含量分别降低了 32.7%、33.2%,黄酮含量增幅不明显。

参考文献

- [1] 栾森年,侯立群,霍力彬,等. 中国文冠果资源研究开发与实践[M]. 北京:中国林业出版社,2007.
- [2] 牟洪香. 木本能源植物文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge)的调查与研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2006.
- [3] JI X F, CHI T Y, LIU P. The total triterpenoid saponins of *Xanthoceras sorbifolia* improve learning and memory impairments through against oxidative stress and synaptic damage[J]. *Phytomedicine*, 2017, 25: 15-24.
- [4] LING J H, WANG N, WANG S N, et al. Determination and pharmacokinetics of WGA in rat plasma by LC-MS after oral administration of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge extract[J]. *Chromatogr Sci*, 2018, 56(1): 68-73.
- [5] 李永德,李旭,罗广军. 不同类型苗床对文冠果苗木生长状况的影响[J]. *安徽农业科学*, 2014, 42(34): 12139-12141.
- [6] 李俊,郭晓关,庞宏宇,等. 贵州绿茶中咖啡碱和儿茶素含量分析[J]. *茶叶科学*, 2012, 32(6): 480-484.
- [7] 朱丹,王红斗,李霞冰,等. 文冠果叶化学成分初步研究[J]. *中国野生植物*, 1989, 8(3): 32-36.
- [8] 王红斗,李霞冰,邓玉诚. 我国特有植物——文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge)的化学成分生物活性及综合利用的研究概况[J]. *自然资源研究*, 1985(1): 22-26.
- [9] 马金菊,孙江飞,武文浩,等. 响应面法优化无花果叶总黄酮超声辅助提取工艺[J]. *中国酿造*, 2018, 37(3): 140-144.

响的区域较小。

3 成功原因:技术、产品、实践三重创新

下面分析清坪村运用自然能提水设备成功解决饮水安全问题的基本机制。笔者认为,技术、产品与实践的三重创新是最为重要的原因。

苏塞克斯大学科学政策研究所(Science Policy Research Unit,简称SPRU)曾根据重要性将创新进行过划分,划分结果广受认可。依据该所的划分,渐进性的、连续的小创新被称为渐进性创新,开拓全新领域、有重大技术突破的创新属于根本性创新。清坪村自然能提水工程首先体现了技术与产品的双重根本性创新。资料显示,森汇自然能提水装置由企业和大学于2013年合作研发而成。该装置运用了多项创新技术,其中一些技术已获得国家专利技术认证,而装置本身也是通过国家认证的专利产品。基于技术创新而实现的产品创新为减少资源消费、能源消耗、人工耗费以及提高作业速度提供了物质基础。

创新活动规律表明,仅有技术创新或产品创新是不够的,把承载了诸多创新技术的创新产品引入实践、对生活产生实质影响才是创新的出发点和最终落脚点。由于制度惯性和可能的创新风险,“引入”过程通常需要相关行动者极大的勇气和出色的才能。

“技术设备这么贵,动辄百万,够我们开挖几百个窖井了。要是建成后引不来水,我们不仅要被严肃问责,在百姓面前(也会)成为千古罪人”(被访官员a语)。这段话集中表现了当地各级官员面对森汇自然能提水装置的矛盾心理。一方面,在传统方案不能解决饮水安全问题的情况下,自然能提水装置让大家看到了希望;另一方面,各级官员对装置本身的陌生使得对实施效果缺乏信心。据一名负责项目实施的官员介绍,政府部门和2个自然村的村民都非常关心项目建设情况,但是由于大家都缺乏相关技术知识,清坪村自然能提水工程曾一度面临流产的危险。举个例子,在森汇科技公司提交项目设计方案请求论证时,当地政府数次陷入找不到相应领域的专家开展项目论证的困境。面对诸如此类的困难和挑战,当地政府部门、上海援助干部和远在上海负责对口帮扶的干部采取的方法是开展广泛而细致的调查研

(上接第165页)

- [10] 高丽,王燕龙,熊云景,等. HPD-100大孔树脂分离纯化荷叶黄酮的研究[J]. 中国酿造,2012,31(8):127-130.
- [11] 刘静. 枸杞叶茶加工工艺的研究[D]. 保定:河北农业大学,2008:23-25.
- [12] 吴梦露. 无花果(*Ficus carica* L.)叶茶加工技术及品质特点研究[D]. 泰安:山东农业大学,2015:35-37.
- [13] 张倩,张雪丹,杨鹤,等. 无花果叶的生物活性和无花果叶袋泡茶茶的加工工艺[J]. 山东农业科学,2014,46(2):116-118,124.

究,既尊重科学理论,又坚持实践是检验真理的唯一标准,利用上级部门和上海援助干部的社会关系请求国内知名技术专家参与论证、要求森汇科技公司制作模型展示等方法,最终推动工程顺利实施并取得上述良好效果。

4 总结与展望

该研究细致呈现了云南省剑川县清坪村解决饮水安全问题的实践方案,并指出成功的原因是利用了自然能技术、产品和实践三方面的创新。《2019年世界水资源发展报告》指出自20世纪80年代开始,全球用水量每年增长1%^[1]。随着需水量不断增长以及气候变化影响愈加显著,全球范围内的用水压力将持续增加。而应对的有效策略是科学研究、发展、创新以及基于社区的行动。清坪村自然能提水方案不仅包含了科学研究、发展和创新要素,同时又是基于社区所采取的行动,并经实践检验是行之有效的。据此有理由认为,以自然能提水技术为核心的安全饮水方案不仅可以为云贵两省解决饮水安全问题,还存在为更多地区或国家解决饮水难问题的可能性,具有一定的学习和推广价值。当然,参考借鉴时不能忘记“从一个国家的行政环境归纳出来的概论,不能立刻予以普遍化,或应用到另外一个不同的环境的行政管理上去。一个理论是否适用于另一个场合,必须先把那个特殊场合加以研究之后才可以判定”^[10]。

参考文献

- [1] 联合国水机制(UN-water). 2019年世界水资源发展报告[R]. 2019.
- [2] 白江. 农村安全饮水工程配水管网设计分析[J]. 城市建设理论研究(电子版),2019(14):47-48.
- [3] 东美洋. 议如何完善农村饮水安全工程运行管理模式[J]. 农民致富之友,2019(12):230.
- [4] 袁星,孔畅,王利,等. 黄河流域农村饮水安全问题及对策[J]. 资源科学,2020,42(1):69-77.
- [5] 水利部,国务院扶贫办,国家卫生健康委. 关于坚决打赢农村饮水安全脱贫攻坚战的通告:水农[2018]188号[A]. 2018-07-27.
- [6] 尤金·巴达克. 政策分析八步法[M]. 3版. 谢明,肖燕,刘玮,译. 北京:中国人民大学出版社,2020:76.
- [7] 乐红. 高地震烈度区水库枢纽工程主要建筑物设计研究:以箐头河水库枢纽工程为例[D]. 昆明:昆明理工大学,2019.
- [8] 谢桂云,张飞云. 新疆农业水土资源时空匹配研究[J]. 中国农村水利水电,2020(6):58-62.
- [9] 王静,段顺琼,张连根,等. 云南高原城市水源地水资源脆弱性评价研究:以清水海水源地为例[J]. 中国农村水利水电,2019(11):5-9.
- [10] DAHL R A. The science of public administration: Three problem [J]. Public administration review, 1947, 7(1): 1-11.
- [14] 李磊磊. 沙棘叶茶及其不同茶风味速溶粉工艺与品质研究[D]. 福州:福建农林大学,2018:10-13.
- [15] 杨秀荣. 桑叶绿茶加工工艺研究[D]. 武汉:华中农业大学,2009:33-34.
- [16] 叶飞,郑鹏程,高士伟,等. “三青”工艺改善夏秋绿茶品质的研究[J]. 湖南农业科学,2010(23):113-116.
- [17] 孙慕芳,郭桂义,张洁. 蒸青绿茶和炒青信阳毛尖绿茶香气品质的GC-MS分析[J]. 食品科学,2014,35(12):151-155.
- [18] 李小娟. 新型绿茶加工关键工艺技术的研究[D]. 杭州:浙江大学,2012:22-23.