

黑小豆沙加工工艺研究

Processing technology of black adzuki bean paste

张雪路

阮长青

孙记涛

李 芳

刘文静

ZHANG Xue-lu RUAN Chang-qing LI Fang SUN Jitao LIU Wen-jing

(黑龙江八一农垦大学食品学院, 黑龙江 大庆 163319)

(College of Food Science, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

摘要:以黑小豆不同浸泡温度和时间下的吸水率、不同蒸煮时间下黑小豆沙的出沙率、感官评价及质构特性为指标,研究黑小豆沙的最佳加工工艺。结果表明:黑小豆沙加工的最佳工艺参数为浸泡温度 40 ℃,浸泡时间 150 min,蒸煮时间 40 min,该工艺条件下黑小豆沙出沙率为 $(72.93 \pm 1.53)\%$,且质地均匀、柔软、豆香浓郁。蒸煮对硬度、黏着性、弹性、内聚性、胶黏性、咀嚼性、回复性的影响显著($P < 0.05$),黑小豆的蒸煮程度直接影响豆沙的品质。本研究扩大了目前豆沙原料的来源,可为黑小豆沙的工业化生产提供依据。

关键词:黑小豆;豆沙;吸水率;出沙率;感官评价;质构特性

Abstract:To make full use of the black adzuki bean resources and make black adzuki bean paste with high nutritional value, the water absorption of black adzuki beans with different soaking temperatures and time, the bean paste rate, sensory evaluation and the texture profile of different cooking time of black adzuki beans paste were determined. The research showed that the optimum process parameters of black adzuki bean paste were: soaking temperature 40 ℃, soaking time 150 min, cooked time 40 min; under this condition, the yield rate of bean paste reached $72.93\% \pm 1.53\%$. The making black adzuki bean paste was estimated uniform texture, soft, strong bean smell under the condition of in this process. Different cooking time had significant effects on the hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness, resilience ($P < 0.05$). The quality of black adzuki bean paste was influenced by the cooked degree of black adzuki beans. Black adzuki bean could be used to peel and black adzuki bean paste with the skin to take advantage of raw material. The study has expanded the present source of raw material, and provided the basis for the industrial productions of black adzuki bean paste.

Keywords:black adzuki bean; bean paste; water absorption; bean

paste rate; sensory evaluation; texture profile analysis

黑小豆是菜豆族(*Phascoleae*)豇豆属(*Vigna*)小豆种,主要在亚洲种植,美洲、非洲及欧洲也有种植,在中国主要分布在东北、华北和黄河及长江中下游^[1]。黑小豆富含 18 种氨基酸、较多的纤维素和可溶性纤维^[2],且不含胆固醇,含有不被人体吸收利用的植物固醇,故小豆有降胆固醇的作用^[3]。黑小豆还有净化血液、解除心脏疲劳、通便、利尿、益肾等功效^[4]。

黑小豆与红小豆有着相似的营养成分、加工特性,豆皮中含有丰富的花色苷、黄酮、酚类物质等成分^[5-6],具有开发利用价值。豆沙为中式甜点常用原材料,将豆子蒸煮熟制,去皮或带皮制成沙状加糖而成。优质豆沙香甜适口、细腻润滑、入口即化,深受广大消费者的喜爱。制作过程中,豆沙的综合口感受硬度、黏着性、胶黏性、咀嚼性等多种质构因素影响,而豆子的蒸煮时间与制沙时是否带皮是影响质构特性的主要因素。目前关于豆沙的研究^[7-9]多集中于配方、添加剂和工艺方面,原料以红小豆、绿豆为主。

中国黑小豆资源丰富,但对黑小豆的开发和利用较少,产品种类也不多。因此,本研究拟以黑小豆为原料,通过吸水率、出沙率、结合质构分析及感官评价确定带皮、去皮两种黑小豆沙产品的加工工艺条件,以提高其经济价值。

1 材料与方法

1.1 材料

黑小豆:产地绥化市。

1.2 仪器及设备

高速万能粉碎机:FW-80 型,北京市永光明医疗厂;

循环水式真空泵:SH-D(Ⅲ)型,巩义市英峪予华仪器有限公司;

数显恒温水浴锅:HH-4 型,苏州威尔实验室用品有限公司;

电热恒温鼓风干燥箱:DGG-9030A 型,上海森信实验室

作者简介:张雪路,女,黑龙江八一农垦大学在读硕士研究生。

通讯作者:阮长青(1968—),男,黑龙江八一农垦大学教授,博士。

E-mail:cqruan@163.com

收稿日期:2015-12-14

仪器有限公司；

电磁炉:C21-RK2106 型,广东美的生活电器制造有限公司；

电饭煲:PF30J-B(Ⅱ) 型,上海奔腾企业有限公司；

物性测试仪:TA.XT.plus 型,英国 StableMicro System 公司。

1.3 试验方法

1.3.1 试验过程 将黑小豆筛选、清洗,在不同温度(30~70℃)条件下浸泡(30~240 min),每 30 min 测一次吸水率,用物性测定仪测定其不同浸泡时间的质构性质。浸泡后黑小豆放入电饭锅中蒸煮(料液质量比 1:5),将蒸煮后的黑小豆用组织捣碎机捣碎,过筛(60 目),去皮,用纱布过滤、洗沙;另将豆皮干燥,粉碎,过筛(80 目)后,与上述豆沙全部混合得到带皮豆沙。两种豆沙用小火炒制使豆沙成品水分含量控制在 15%~25%,并分别测定其出沙率和质构性质。

1.3.2 黑小豆水分含量测定 按 GB/T 5497—1985 执行。

1.3.3 黑小豆的浸泡 分别取 50 g 黑小豆,洗净后置于烧杯内,按 1:2 的质量比加水,分别于 30,40,50,60,70℃下的恒温水浴锅内浸泡 30,60,90,120,150,180,210,240 min;取出,放入筛子中沥干(20 min)黑小豆表面水分,称重,平行 3 次,根据式(1)计算黑小豆的吸水率^[10]。

$$X = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\%,$$

式中:

X——吸水率,%;

m₀——浸泡前黑小豆质量,g;

m₁——浸泡后黑小豆质量,g。

1.3.4 蒸煮及制沙 取 50 g 黑小豆放入铝盒中,在一定温度及时间下浸泡后放入锅内蒸煮 15,20,25,30,35,40,45 min。将煮熟的黑小豆粒放入 60 目筛中研磨并洗沙,并将豆皮和豆沙分离,豆沙放入离心机内离心(3 000 r/min,10 min),除去上层清液,将下层豆沙在 80℃烘箱中烘干至恒重^[11]。每个样品设 3 次重复。按式(2)计算出沙率。

$$Y = \frac{w}{m_0(1 - X)} \times 100\%,$$

式中:

Y——出沙率,%;

w——豆沙质量,g;

m₀——供试黑小豆质量,g;

X——供试黑小豆含水量,%。

1.3.5 感官品质评定 由 10 位有经验的品评员根据样品的黏性、砂质感、咀嚼性和气味进行综合评定。样品随机提供给 10 位品评员,分别打分,取平均分作为评分分数^[12]。感官评分标准见表 1。

1.3.6 质构分析(TPA) 参照肖东等^[13]的方法进行改进,方法如下:将豆沙制成 Φ 30 mm×20 mm 的圆柱,用质构仪测定其质构特性。参数设定为:取 P50 探头;测试前速度 6 cm/min;测试速度 6 cm/min;测试后速度 30 cm/min;测试距离 50%(样品厚度百分数);停留时间 5 s;触发力 0.1 N。

表 1 感官评分标准				
Table 1 Sensory score standard				
等级	黏性	砂质感	咀嚼性	气味
好 (20~25 分)	黏度适口、 润滑	沙粒均匀、 细小且 顺滑	柔软细滑、咀 嚼性适中	香气浓郁,下 咽后口中留有 余香
一般 (15~20 分)	黏度一般	沙粒细小,微 过 于 柔 软 均 匀 度 略 有 下 降	或 轻 微 耐 嚼	香气一般,下 咽后余香较轻
差 (15 分以下)	黏度过低 或过大、难 以下咽	沙粒过大, 均匀度差	过于柔软或 咀嚼性过大, 适口感差	香气微弱,下 咽后全无余香

测定指标:硬度(N)、黏着性、弹性(g)、内聚性、胶黏性、咀嚼性(g)、回复性。平行 3 次。

1.3.7 数据处理 数据采用 Excel 2003 及 SPSS 19.0 进行分析,P<0.05 表示差异显著,P<0.01 表示差异极显著。

2 结果与讨论

2.1 浸泡条件的确定

经测定,原料黑小豆含水量为(9.93±0.03)%。由图 1 可知,随着浸泡温度与浸泡时间的增加,黑小豆的吸水率逐渐上升。随着浸泡温度的升高黑小豆吸水越来越快。浸泡温度低于 40℃时,黑小豆吸水缓慢需要时间长。由于温度高于 50℃时,可导致豆皮的色素和豆粒中的内容物溶出,造成营养成分流失^[14],因此选择 40℃为最佳浸泡温度。浸泡 150 min 后,不同温度下的吸水率差异不显著(P>0.05),由于浸泡后的黑小豆含水率低于 90%时,豆子无法充分吸水膨胀,不利于后期蒸煮时淀粉的糊化,而浸泡时间过长引起营养成分溶出,因此选择 150 min 为最佳的浸泡时间。

2.2 蒸煮时间对出沙率的影响

黑小豆 50 g,浸泡 150 min 后在电饭锅中分别蒸煮不同时间后制沙,并做 3 次平行试验。由图 2 可知,当蒸煮时间小于 40 min 时,出沙率逐渐上升,蒸煮 40 min 时出沙率达到(72.93±1.53)%,40 min 后趋于平缓,且 40,45,50 min 的出沙率差异不显著(P>0.05),所以确定 40 min 为最佳蒸煮时间。与红小豆平均出沙率(68.08%)相比较,黑小豆的出沙率较高,可能是黑小豆的蛋白质含量高于红小豆引起的^[15]。

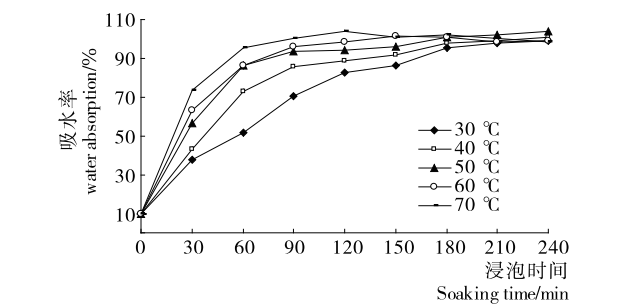


图 1 浸泡温度和浸泡时间对吸水率的影响

Figure 1 Effect of soaking temperature and time on water absorption

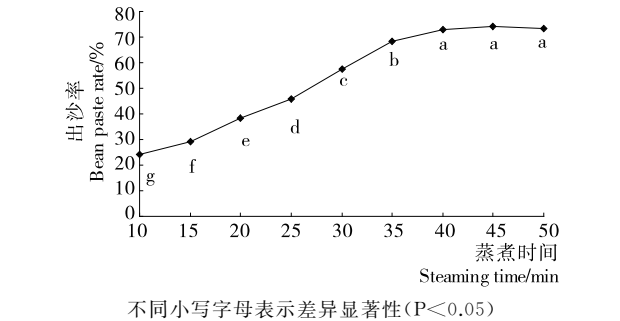


图 2 蒸煮时间对出沙率的影响

Figure 2 Effect of cooking time on black adzuki bean paste

2.3 蒸煮时间对黑小豆感官品质的影响

将黑小豆在 40 ℃ 浸泡 150 min,蒸煮 45 min,制得带皮和去皮黑小豆沙。感官评分见表 2。

由表 2 可知,两种豆沙的感官评分相差不大,且随着蒸煮时间的增加感官评分先逐渐增大后下降,蒸煮 40 min 时感官评分最高,此时两种豆沙的质地柔软、颗粒细小均匀、咀嚼性及气味最佳。两种黑小豆沙相比,去皮黑小豆沙黏性更高,砂质感更强,带皮黑小豆沙的咀嚼性更好。

2.4 蒸煮时间对黑小豆沙质构特性的影响

黑小豆在 40 ℃ 浸泡 150 min,不同蒸煮时间下两种黑小豆沙的质构特性见表 3、4。

由表 3、4 可知,蒸煮时间对质构特性的影响显著(P<0.05)。随着蒸煮时间的增加,去皮和带皮豆沙的硬度、胶黏性和咀嚼性逐渐减小,黏着性明显逐渐增大。同时可以看

表 2 蒸煮时间对黑小豆感官品质的影响						
Table 2 Effect of cooking time on sensory quality						
黑小豆沙	蒸煮时间/min	黏性	砂质感	咀嚼性	气味	总分
去皮	15	17	17	18	18	70
	20	18	18	17	18	71
	25	19	20	18	19	76
	30	21	21	19	20	81
	35	23	22	21	21	87
	40	24	23	23	21	91
	45	24	21	22	22	89
带皮	15	17	16	18	17	68
	20	17	16	19	18	70
	25	18	18	20	19	75
	30	22	20	21	19	83
	35	24	23	22	20	89
	40	24	24	21	21	90
	45	23	22	20	20	85

出,去皮与带皮黑小豆沙随着蒸煮时间增加黏着性的变化,当蒸煮时间由 15 min 增加到 35 min 时黏着性缓慢变大,40 min时黏着性显著增大(P<0.05),40 min 之后变化不显著(P>0.05);15~25 min 两种黑小豆沙咀嚼性数值较大、豆沙颗粒较硬,30~40 min 黑小豆沙颗粒细小、质地柔软、咀嚼性适中,从表3可看出此时去皮黑小豆沙咀嚼性数值在60

表 3 不同蒸煮时间下去皮豆沙的质构特性 [†]							
Table 3 The texture of peeled black adzuki bean paste with different cooking time							
蒸煮时间/min	硬度/N	黏着性/(g·s)	弹性/g	内聚性	胶黏性	咀嚼性/g	回复性
15	38.33±2.81 ^a	—10.35±0.33 ^a	0.18±0.01 ^{bc}	0.21±0.01 ^a	818.19±55.44 ^a	149.05±15.56 ^a	0.06±0.00 ^a
20	36.98±2.10 ^a	—7.19±10.02 ^a	0.21±0.02 ^{ab}	0.21±0.01 ^a	780.89±27.37 ^a	164.34±19.15 ^a	0.06±0.00 ^a
25	23.84±5.10 ^b	—12.49±3.21 ^a	0.21±0.02 ^{ab}	0.11±0.00 ^d	305.72±46.88 ^b	95.52±47.74 ^b	0.04±0.00 ^{ab}
30	21.53±1.18 ^{bc}	—22.32±10.09 ^a	0.25±0.04 ^a	0.13±0.01 ^{bc}	285.71±46.24 ^b	75.67±10.42 ^{bc}	0.04±0.01 ^{ab}
35	21.00±1.84 ^{bc}	—20.80±3.10 ^a	0.17±0.15 ^c	0.14±0.00 ^b	282.18±17.78 ^{bc}	62.00±2.70 ^{bc}	0.04±0.00 ^a
40	22.01±3.30 ^{bc}	—60.51±16.88 ^b	0.23±0.03 ^a	0.13±0.00 ^c	266.18±65.13 ^{bc}	60.06±11.09 ^{bc}	0.04±0.00 ^b
45	18.07±1.85 ^c	—61.15±8.02 ^b	0.18±0.01 ^{bc}	0.11±0.01 ^d	202.09±29.35 ^c	36.12±7.04 ^c	0.03±0.00 ^c

[†] 同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

表 4 不同蒸煮时间下带皮豆沙的质构特性 [†]							
Table 4 The texture of skin black adzuki bean paste with different cooking time							
蒸煮时间/min	硬度/N	黏着性/(g·s)	弹性/g	内聚性	胶黏性	咀嚼性/g	回复性
15	42.25±3.95 ^a	—8.28±4.47 ^a	0.19±0.00 ^a	0.17±0.00 ^a	720.28±63.34 ^a	137.45±14.38 ^{ab}	0.06±0.00 ^a
20	41.42±2.35 ^a	—6.29±7.77 ^a	0.23±0.02 ^a	0.18±0.00 ^a	743.78±31.57 ^a	171.12±15.88 ^a	0.05±0.00 ^a
25	29.33±6.07 ^b	—24.01±16.51 ^a	0.24±0.03 ^a	0.14±0.03 ^b	434.62±152.00 ^b	105.24±44.00 ^{bc}	0.05±0.01 ^a
30	24.30±2.69 ^{bc}	—21.62±10.64 ^a	0.26±0.04 ^a	0.12±0.01 ^c	305.77±39.20 ^c	78.62±23.96 ^{cd}	0.04±0.00 ^b
35	23.85±2.11 ^{bc}	—18.43±12.65 ^a	0.29±0.02 ^a	0.14±0.01 ^{bc}	301.15±73.08 ^c	72.71±16.24 ^{cd}	0.04±0.00 ^b
40	23.78±3.11 ^{bc}	—47.86±20.78 ^b	0.30±0.10 ^a	0.12±0.01 ^c	281.11±35.94 ^c	77.10±3.22 ^{cd}	0.04±0.00 ^b
45	22.20±0.74 ^c	—59.52±12.19 ^b	0.19±0.01 ^a	0.12±0.00 ^c	272.40±6.67 ^c	51.51±1.23 ^d	0.04±0.00 ^b

[†] 同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

左右,从表 4 看出此时带皮黑小豆沙咀嚼性在 77 左右,最佳咀嚼性数值在 60~70 左右。蒸煮时间 45 min 时,豆沙组织结构松散、软烂。蒸煮 40 min 时的黑小豆沙柔软黏度适口、砂质细小均匀、咀嚼性最佳,与感官评价符合。综上所述,选择 40 min 为制备两种豆沙时的最佳蒸煮时间。

在蒸煮 40 min 时与去皮豆沙相比较,带皮豆沙的硬度和咀嚼性较高,黏着性更低,并且在试验过程中观察到带皮黑小豆沙颜色更深,这是由于豆皮中含有许多纤维素^[16]和花色苷色素类物质的原因。带皮黑小豆沙利用了豆皮中的膳食纤维、花色苷等物质,使得黑小豆沙营养品质有所提高。带皮豆沙营养价值丰富,口感佳,建议日常食用或工厂化生产时,将豆皮一起加工食用。

3 结论

采用黑小豆为主原料,经过浸泡、蒸煮等工艺条件最终得到带皮、去皮两种优质黑小豆沙,并确定了最佳工艺参数为:浸泡温度 40 ℃,浸泡时间 150 min,蒸煮时间 40 min。且带皮和去皮黑小豆沙加工工艺参数相同,带皮豆沙充分利用了黑小豆皮中的纤维素、花色苷等物质,使黑小豆沙营养价值增高。本研究为黑小豆蒸煮食品的开发利用提供了试验依据。

参考文献

[1] 郑卓杰. 中国食用豆类学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 173-178.

[2] 赵二劳, 王璐. 膳食纤维的保健功能及其制备研究进展[J]. 食品与机械, 2011, 27(3): 165-168.

[3] 李安智. 中国食用豆类营养品质鉴定与评价[M]. 北京: 中国农业出版社, 1993: 317.

(上接第 57 页)

参考文献

[1] 宋鲁彬, 黄建安, 刘仲华, 等. 中国黑茶对消化道肿瘤的作用[J]. 茶叶科学, 2009, 29(3): 191-195.

[2] 胡蝶, 王克勤, 刘仲华, 等. ⁶⁰Co-γ 辐照对安化黑茶“千两茶”品质与功能成分的影响[J]. 食品与机械, 2014, 30(3): 127-131.

[3] 吴朝比, 黄建安, 刘仲华, 等. 黑茶调节高脂血症作用及机理研究进展[J]. 食品科学, 2011, 32(19): 307.

[4] 王竹天. 食品污染物监测及其健康影响评价的研究简介[J]. 中国食品卫生杂志, 2004(2): 99-103.

[5] 王泽科, 程水连. 微波消解—原子荧光光谱法测定紧压茶叶中的锌、硒[J]. 食品与机械, 2011, 27(3): 79-81.

[6] 殷钢. 微波消解—石墨炉原子吸收光谱法测定茶叶中的铅[J]. 江苏预防医学, 2009, 20(2): 69-70.

[7] 陶健, 蒋艳丽, 王晖, 等. 石墨炉原子吸收光谱法测定茶叶中铅含量的方法学研究[J]. 中国食品学报, 2010(6): 208-212.

[8] 王小平, 马以瑾, 徐元春. 原子荧光光谱法测定不同产地茶叶中 As、Se、Hg 和 Bi 四种元素含量[J]. 光谱学与光谱分析, 2008, 28(7): 1 653-1 657.

[9] 马金晶, 罗雯, 张龙旺, 等. 微波消解—电感耦合等离子体质谱法测定人果树中的重金属元素[J]. 分析实验室, 2012, 31(7): 32-35.

[4] 龙静宜, 林黎奋, 侯修身, 等. 食用豆类植物[M]. 北京: 科学出版社, 1989: 171.

[5] 任顺成, 王鹏, 王国良, 等. 常见食用豆类中黄酮类化合物含量的测定[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(7): 132-137.

[6] TAKAHAMA U, YAMAUCHI R, HIROTA S. Isolation and characterization of a cyanidin-catechin pigment from adzuki bean (*Vigna angularis*) [J]. Food Chemistry, 2013, 141(1): 282-288.

[7] 解蕊. 红豆沙加工工艺的研究[J]. 粮油食品科技, 2010, 18(4): 38-41.

[8] 姜梅, 张艳芬, 王善荣. 红豆沙的加工新工艺及其最佳配方的试验研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(2): 56-57.

[9] 陈雪峰, 吴丽萍, 杨大庆, 等. 月饼馅料的研制[J]. 食品科技, 2004(10): 27-30.

[10] 张永清, 顾振新, 张颖, 等. 豆芽生产中大豆浸泡条件与吸水率和发芽率的关系研究[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(11): 26-29.

[11] 曹志敏, 刘长友, 范保杰, 等. 小豆出沙率及其相关性分析[J]. 河北农业大学学报, 2012, 35(1): 23-26.

[12] 姚丽丽, 林丽军, 严蓓蓓. 月饼豆沙馅料乳化性能改良与物性品质的评价[J]. 食品工业, 2011(8): 13-16.

[13] 肖东, 周文化, 邓航, 等. 3 种食品添加剂对鲜湿面抗老化作用研究[J]. 食品与机械, 2015, 31(6): 142-145, 189.

[14] 王立东, 张桂芳, 包国风. α-化快熟红小豆制备工艺研究及质构特性分析[J]. 农产品加工, 2015, 14(7): 43-46.

[15] 武晓娟, 薛文通, 王小东, 等. 红豆沙加工工艺及功能特性研究进展[J]. 食品工业科技, 2011, 32(3): 453-455.

[16] 王炜华, 黄丽, 刘成梅, 等. 米糠膳食纤维对强化大米质构的影响[J]. 食品与机械, 2011, 27(3): 16-18, 31.

[10] 孙耀帆, 李群, 江志刚, 等. 电感耦合等离子体质谱法测定花生中 34 种元素[J]. 分析实验室, 2012, 31(6): 108-112.

[11] LIU Yong-sheng, HU Zhao-chu, LI Ming, et al. Applications of LA—ICP—MS in the elemental analyses of geological samples[J]. Chinese Science Bulletin, 2013, 58(32): 3 863-3 878.

[12] 王斌, 徐银峰, 李国强, 等. 微波消解/ICP—MS 法测定二色补血草中 27 种元素[J]. 光谱学与光谱分析, 2009(11): 3 138-3 140.

[13] 李刚, 高明远, 诸堃. 微波消解—电感耦合等离子体质谱法测定植物样品中微量元素[J]. 岩矿测试, 2010, 29(1): 17-22.

[14] 邱丽, 施意华, 杨仲平, 等. ICP—MS 法测定隐伏矿床植物中的多种微量元素[J]. 广西科学院学报, 2010(3): 303-305.

[15] 诸堃, 王君, 李刚. 微波消解—ICP—AES 测定植物样品中多种微量元素[J]. 光谱实验室, 2009(5): 1 168-1 171.

[16] 谭惠仁. ICP—AES, ICP—MS, AFS, IC 分析技术在茶叶中微量元素的分析研究[D]. 广州: 中山大学, 2013: 36-44.

[17] 徐子刚, 姚琪, 林少美. 微波消解—电感耦合等离子体质谱法测定茶叶中的稀土元素[J]. 浙江大学学报: 理学版, 2007, 34(2): 197-200.

[18] 施力玮, 宋景景, 闫秀丽. 微波消解—电感耦合等离子体质谱(ICP—MS) 测定茶叶中稀土元素[J]. 湖北大学学报: 自然科学版, 2015, 37(4): 396-399.

[19] 林少美, 陈璐洛, 王超, 等. 电感耦合等离子体质谱法测定香菇中的 20 种元素[J]. 中国卫生检验杂志, 2014, 24(5): 670-673.