

豆腐柴叶凝胶的影响因素研究

徐安书 (重庆工贸职业技术学院, 重庆 408000)

摘要 [目的]研究不同季节采摘原料及不同干燥方法对豆腐柴叶凝胶形成的影响。[方法]以5月(春)、7月(夏)、10月及以后(秋)不同季节采摘重庆市涪陵区义和镇豆腐柴试验基地的豆腐柴鲜叶为原料,采用微波干燥、普通热风干燥和自然干燥3种干燥方法,对豆腐柴叶凝胶形成的影响因素进行了分析。[结果]不同季节采摘的鲜叶,以5—10月采摘为宜;11月以后采摘的鲜叶难以形成凝胶;干燥方法以普通热风温度50~60℃合适;微波干燥次之,自然干燥最差;豆腐柴叶干粉料液比为1:20~1:25(g:mL)较合适;添加盐离子浓度0.06%~0.08% Mg^{2+} 能形成凝胶强度适中的豆腐, Cl^- 、 CO_3^{2-} 促凝作用较弱;豆腐柴叶滤汁的pH为5~6能够形成较好的凝胶。[结论]影响豆腐柴叶凝胶形成的主要因素有采摘原料、干燥方法、精粉料液比、盐离子及豆腐柴叶滤汁的pH。

关键词 豆腐柴叶;干燥;凝胶;分析

中图分类号 TS201.7 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)02-0172-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.02.047



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Influencing Factors of Bean Curd Leaf Gel

XU An-shu (Chongqing Industry & Trade Polytechnic, Chongqing 408000)

Abstract [Objective] To study the effects of picking materials in different seasons and drying methods on the formation of bean curd gel. [Method] In May (spring), July (summer), October, and after (fall) picking Chongqing Fuling righteousness in different seasons and town firewood test base of bean curd wood leaf as raw material, microwave drying, hot air drying, and natural drying three methods of drying, the wood leaf gel formation of the main influence factors were analyzed. [Result] For fresh leaves picked in different seasons, the most suitable leaves were picked from May to October. Fresh leaves picked after November were difficult to gel; The most suitable drying method was the hot air temperature of common drying oven of 50 - 60 °C. Microwave drying was the next, and sun drying was the worst. The ratio of dry powder to liquid of bean curd firewood leaves is 1 : 20 - 1 : 25 (g : mL). Adding 0.06% - 0.08% Mg^{2+} could form wood leaf with moderate gel strength, but the coagulation promoting effect of Cl^- and CO_3^{2-} was weak. When the pH value of bean curd leaf filter juice is 5 - 6, it can form a good gel. [Conclusion] The main factors affecting the formation of wood leaf gel include picked materials, drying method, dry powder material liquid ratio, salt ions and tofu sticks leaf filter juice pH value.

Key words Bean curd wood leaf; Dry; Gel; Analysis

豆腐柴(*Premna microphylla* Turcz)又名腐婢,豆腐木,臭黄荆,亦称“神仙叶”,属马鞭草科豆腐柴属多年生落叶灌木,主野生分布于我国华东、华中、中南各省区的山区、丘陵海拔400~1400m的林缘,林下沟边,阴坡多于阳坡,微酸性至酸性土,资源丰富,根、茎、叶均可入药,生长周期长^[1]。野生豆腐柴每年3月底枝条萌发,11月底开始脱落,花期5—6月,果期7—10月,一年可采2~3次叶,其叶片含有丰富的营养成分和药用成分,含有19种(如木栓酮、氨基酸等)食药成分等,具有较高的药用食用价值^[2-6]。豆腐柴叶中果胶含量可达30%~40%,可作为安全性的绿色食品开发,也可作为天然食品添加剂,广泛应用于食品、化妆品和医药行业^[7-8]。豆腐柴叶安全无毒,是一种药食兼用植物^[9-11]。

由于豆腐柴有较高的药用价值和食用价值,具有广阔的市场前景,亟待开发。为此,笔者在重庆市涪陵区通过引种和驯化野生豆腐柴资源,建立了一片豆腐柴苗木基地。目前民间多用豆腐柴鲜叶和草木灰制作豆腐柴叶豆腐,量少且食品安全和质量得不到保证,难以实现规模化工厂化生产。笔者利用基地的原料生产出豆腐柴鲜叶豆腐,以下简称“柴豆腐”^[12],在此基础上进一步对形成柴豆腐的影响因子进行研究,采用干燥箱(普通)热风干燥、微波干燥和自然晒干的方法

对新鲜豆腐柴叶进行干燥,并利用干燥后的豆腐柴叶精粉制作凝胶,分析凝胶形成的主要影响因素,实现柴豆腐食品全年生产不受季节因素影响^[13],也为更好地实现工业化与机械化周年性生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂 豆腐柴鲜叶:2020年5月至落叶前陆续采摘于重庆市涪陵区义和镇石岭村9社豆腐柴苗木基地;豆腐柴干粉(鲜叶→清洗→护绿→漂烫→干燥→粉碎→过筛)。草木灰:市售。试剂:氯化钙、碳酸钙、氯化镁、柠檬酸、氢氧化钠均为分析纯,均为市售。

1.2 仪器与设备 仪器:HH-1数显恒温水浴锅(常州澳华仪器有限公司),WD800G格兰仕微波炉(广东格兰仕有限公司),食物电热烘干机Y5-yf-pxj02(长沙光合太阳能有限公司),高速多功能粉碎机JP-300B(浙江省永康市久品工贸有限公司),pHS-25数字式pH计(上海日岛科学仪器有限公司),80目标标准检验筛(浙江上虞市肖金筛具厂)。

1.3 方法

1.3.1 叶片预处理。将7、9月和11月采摘的豆腐柴鲜叶分别清洗干净,按料液比1:4分别称取500g豆腐柴鲜叶置于漂烫液中,于95℃漂烫1min,捞出后放入清水中冷却,防止余热破坏叶片中的叶绿素和其他营养成分。按比例称取20g食盐、2g柠檬酸溶于2000mL水中^[14],使其充分溶解,并及时把漂烫好的叶片浸在护色液中20min,捞出,沥干,备用。

1.3.2 豆腐柴叶精粉制作。将上述预处理后的豆腐柴叶片

基金项目 重庆市涪陵区科技局2020年农业与社会事业领域科研项目(FLKJ,2020ABB2015)。

作者简介 徐安书(1964—),女,重庆人,教授,从事食品加工、微生物发酵技术研究。

收稿日期 2021-04-29

各称取 200 g, 分别按照以下几种干燥方法进行干燥: ①普通热风干燥。将叶片分别放在 50、55、60 °C 的干燥箱中烘干至安全水分含量(10%)。②微波干燥(110 °C)。采用微波炉将叶片干燥至安全水分含量(10%)。③自然晒干。在晴好天气将叶片松散地薄摊于竹帘上曝晒, 使之达到安全含水量(10%)。将干燥后的叶片分别进行粉碎后过 80 目筛, 取筛下料得到精粉, 备用。

1.3.3 豆腐柴叶精粉制备凝胶。取 2 000 mL 烧杯 1 个, 内装蒸馏水 1 000 mL, 加入 5 g 草木灰搅拌, 静置, 备用。另取 200 mL 烧杯 5 个, 按 3 种干燥方法分别进行编号, 将上述备用的豆腐柴叶精粉各称取 3.0 g 置于烧杯中, 加入上述含 0.5% 草木灰的上清液 150 mL, 搅拌均匀后置于水浴锅中控制水温不超过 60 °C, 静置浸提约 10 min 后倒出残渣置于筛网沥干后称重, 浸提液静置凝固并记录浸提液体积, 随后每天观察浸提液并记录凝固时间。按上述方法重复 4 次。

豆腐柴叶精粉的复水性主要用复水比来衡量, 而复水比直接影响柴豆腐凝胶的形成速度和凝胶质量^[15]。复水比 $R = G/W$, 其中, G 为精粉复水后沥干质量(g), W 为豆腐柴叶精粉样品质量(g)。

1.3.4 料液比对豆腐柴叶凝胶形成的影响。取一定量的豆腐柴叶精粉, 按料液比为 1:10、1:15、1:20、1:25(g:mL) 加入含 0.05% 草木灰水溶液上清液浸提 30 min 后静置形成凝胶,

以成型好, 硬度适中, 渗出液少、口感滑嫩为品质评判标准, 确定合适的料液比。

1.3.5 盐离子对豆腐柴叶凝胶形成的影响。分别配制 1% 的氯化钙、碳酸钙、氯化镁溶液, 按不同添加量加入到 100 mL 等体积的豆腐柴滤汁中, 使滤汁中含盐浓度分别为 0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.06%、0.07%、0.08%。以形成的柴豆腐可切割加工, 有一定的胶凝强度, 柔韧性好, 渗出液少为标准, 确定合适的盐类和添加量^[16]。

渗出液的评判标准: 静置 2 h 后, 倒出渗出液, 量体积 (mL)。

1.3.6 pH 对豆腐柴鲜叶凝胶形成品质的影响。以合适的料液比滤汁溶液, 用 0.5 mol/L 柠檬酸和 0.5 mol/L 氢氧化钠溶液将滤汁的 pH 分别调至 3、4、5、6、7、8^[17]。采用“1.3.5”豆腐柴叶凝胶的评判标准, 确定合适 pH。

1.4 测定方法

1.4.1 凝胶强度的测定。分别以承载砝码的重量来测定凝胶强度。

1.4.2 渗出液的测定^[18]。待成品凝固好后, 室温条件下放置 2 h 后, 将渗出液倒出, 测量渗出液的体积。

1.4.3 感官指标。以形成的凝胶肉质细腻透明, 爽口嫩滑, 饱满, 富有弹性, 颜色呈墨绿色, 可切割加工, 有一定的胶凝强度, 韧性好, 渗出液少为标准。具体评分标准见表 1。

表 1 柴豆腐感官评定标准

Table 1 Criteria for sensory evaluation of chai tofu

等级 Grade	口感 Texture (30 分)	凝胶强度 Gel strength (30 分)	外观 Appearance (20 分)	凝固时间 Setting time (20 分)
1	口感细腻, 味纯正, 清香浓郁, 无异味(20~30 分)	承重 100~150 g 砝码(20~30 分)	色泽翠绿透明有光泽, 表面光滑(15~20 分)	2~<4 h(14~20 分)
2	口感一般, 清香较淡(10~19 分)	承重 50~<100 g 砝码(10~19 分)	色泽深绿暗淡不透明, 表面不平整(8~14 分)	4~<6 h(8~13 分)
3	有异味, 清香味很淡(<10)	承重 20~<50 g 砝码(<10 分)	色泽墨绿不透明, 表面粗糙(<8 分)	6~8 h(<8 分)

1.5 数据处理方法^[19] 所有试验均重复 3 次, 利用 Excel 软件对试验结果进行分析。

2 结果与分析

2.1 干燥条件对豆腐柴叶凝胶形成的影响 由表 2 可知, 微波干燥所需时间比其他几种方法短, 叶片的色泽较好。微波发生器将微波辐射到叶片, 当微波射入叶内部时, 诱使叶片中的极性分子随微波的频率作同步高速旋转, 使叶片瞬时产生摩擦热, 导致叶片表面和内部同时升温, 使大量的水分子从叶片中逸出蒸发, 达到干燥叶片的效果。普通热风干燥的

叶片与微波干燥处理获得的叶片干燥度相差不大, 但所需干燥时间要长一些^[15]。普通热风干燥温度 50~60 °C 对豆腐柴叶凝胶形成影响区别不大。因为水分所需热量必须从物料表面逐步传递到内部, 这样在干燥阶段, 物料的外层变得干燥, 内部水分向外传递的阻力增大, 导致水分蒸发量大幅降低, 干燥温度如果太低, 干燥周期加长, 使叶片变色, 生产效率大大降低; 自然晒干的叶片色泽暗淡偏黄, 所需干燥时间也较长。

表 2 几种干燥方法对豆腐柴叶凝胶形成的影响

Table 2 Effects of several drying methods on the gel formation of bean curd leaves

方法 Drying methods	温度 Temperature//°C	鲜重 Fresh weight//g	干重 Dry weight//g	干燥时间 Drying time//h	失水率 Water loss rate//%	色泽 Color and lustre
普通热风 Ordinary hot air	50	200	36.70	6.00	81.65	深绿
	55	200	39.50	6.00	80.25	深绿
	60	200	38.66	5.50	80.67	深绿
微波干燥 Microwave drying	110	200	34.00	0.15	83.00	墨绿
自然晒干 Natural drying	25	200	33.10	11.50	83.45	黄褐

2.2 干燥条件对豆腐柴叶精粉复水性的影响 由图 1 可知,随着干燥温度升高干制品的复水比降低,复水性变差;反之,温度越低如自然晒干,其干制品的复水比就越大,复水性也就越好。有资料显示,随着复水时间的延长,风温对干制品的影响更加明显^[20]。造成这种现象的原因:①温度越高,干燥时间越短,叶片在初始干制过程中的失水速率就越大,叶组织细胞破坏越严重,干制品体积收缩就越大,干制品吸水性越差。如微波干燥温度达 100 ℃ 以上,干燥只需要几分钟即可。②温度适当偏低,叶片中水分缓慢蒸发,干燥后吸水性好,复水比自然就高。但是干燥温度不能过低,如自然晒干(25 ℃),当温度太低,叶片进入降速干燥阶段后,需要很长时间才能干燥完全,这时干制品的颜色已经氧化过度而偏黄,影响柴豆腐制品的感官品质。因此,过高温和过低温条件下干燥,得到的干制品都较硬,且复水后的制品颜色较

浅偏黄。具体试验数据见表 3。

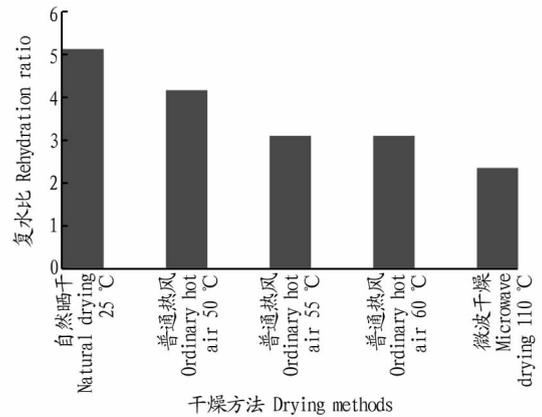


图 1 不同干燥方法对豆腐柴叶精粉的复水比比较

Fig.1 Comparison of rehydration ratio of different drying methods

表 3 干燥条件对豆腐柴叶精粉复水比的影响

Table 3 Effect of drying conditions on rehydration of bean curd firewood leaf powder

干燥方法 Drying methods	温度 Temperature ℃	复水沥干后平均质量 Average weight after rehydration and drainage (G) // g	精粉样品质量 Weight of refined powder sample (W) // g	复水比 Rehydration ratio (R=G/W)	凝固时间 Setting time min
普通热风 Ordinary hot air	50	12.53	3	4.18	30
	55	9.32	3	3.11	30
	60	9.36	3	3.12	30
微波干燥 Microwave drying	110	7.11	3	2.37	30
自然晒干 Natural drying	25	15.39	3	5.13	30

2.3 不同季节采摘的豆腐柴鲜叶在 55 ℃ 普通热风干燥后对凝胶形成的影响 用不同季节采摘的豆腐柴鲜叶经过 55 ℃ 的普通热风干燥,粉碎后过 80 目筛得到精粉备用。由豆腐柴叶精粉料液比为 1:20 制成凝胶,分别测定其凝胶强度和渗出液,并进行感官分析。由表 4 可知,10、11 月采摘的豆腐柴叶精粉几乎不能形成凝胶,静置后液体分层,豆腐不易成型,而春夏季采摘的鲜叶精粉均能形成凝胶。这是由于秋季气温逐渐降低,随着叶片的老化和成熟,加上根系吸水率降低,豆腐柴鲜叶含水量和果胶含量大大降低,极大影响豆腐柴叶精粉凝胶的形成。因此,豆腐柴鲜叶采摘季节适宜在 5—10 月,要用秋季以后甚至落叶前采摘的鲜叶干粉制作柴豆腐须添加促凝剂。

表 4 不同季节采摘的豆腐柴鲜叶在 55 ℃ 普通热风干燥后对凝胶形成的影响

Table 4 Effect of fresh bean curd leaves picked in different seasons on gel formation after drying in ordinary hot air at 55 °C

采摘月份 Picking month	渗出液 Exudate mL/kg	凝胶强度 Gel strength (承重砝码 g)	颜色 Colour	形态 Form	感官评分 Sensory score
6	275	100	深绿	固体透明	85
7	100	200	黑绿	固体透明	90
8	160	200	黑绿	固体透明	90
9	200	100	黑绿	固体透明	86
10	—	溶胶	翠绿	半固体	65
11	—	溶胶	翠绿	液体	30

2.4 料液比对豆腐柴叶凝胶形成的影响 由表 5 可知,料液比在 1:10 时,滤汁过稠,难以过滤,产生气泡悬浮于滤汁中,形成的豆腐较硬,似果冻,有气泡,影响感官和口味,豆腐得率小;料液比过大,如 1:30,滤汁过稀,豆腐不易成型,凝胶强度小,呈溶胶状态。因此,豆腐柴叶干粉料液比控制在 1:20~1:25 为宜,此时形成的柴豆腐颜色翠绿,渗出液少,凝胶强度高,硬度适中,感官品质较好。这说明豆腐柴鲜叶匀浆和干叶精粉浸提程度对柴豆腐的质量也有影响,干叶粉用 50~60 ℃ 温水采用二次浸提合并滤汁比采用冷水一次性浸提得到的滤汁稠度高,形成的豆腐柴叶凝胶强度高,渗出液少^[18]。

表 5 料液比对豆腐柴叶凝胶形成的影响

Table 5 Effect of solid-liquid ratio on the formation of bean curd leaf gel

料液比 Solid-liquid ratio g:mL	渗出液 Exudate mL/kg	凝胶强度 Gel strength (承重砝码 g)	颜色 Colour	形态 Form	感官 评分 Sensory score
1:10	0	400	墨绿	似果冻,硬,有气泡	70
1:15	70	200	深绿	似果冻	77
1:20	130	120	翠绿	晶莹透明	100
1:25	160	100	翠绿	晶莹透明	84
1:30	—	溶胶	绿	溶胶	30

2.5 不同盐类离子浓度对豆腐柴叶凝胶形成的影响 配制 1% 的碳酸钙、氯化镁、氯化钙试剂各 50 mL,每份加 0.01%、

0.02%、0.03%、0.04%、0.06%、0.07%、0.08%至豆腐柴过滤汁(每份 10 mL)中。碳酸钙、氯化钙、氯化镁对柴豆腐的促凝胶效果见表 6。由表 6 可知,盐类离子浓度越大,柴豆腐的凝胶强度越大,渗出液增多,盐离子浓度控制在 0.04%~0.08%,形成的柴豆腐承重力好, Mg^{2+} 对柴豆腐的促凝效果优于 Ca^{2+} 。氯化钙可溶于水,使柴豆腐成型快,40 min 左右即成型,且渗出液较多,形成的豆腐老嫩不均匀,影响感官品质。碳酸钙是难溶于水的物质,易沉淀,取用时需摇匀,才能保证滤汁溶液中获得必要浓度的盐离子^[18]。因此,选用氯化镁为凝固剂,添加量为 0.06%~0.08%。

表 6 钙盐和镁盐添加量对豆腐柴叶凝胶形成的影响

Table 6 Effect of calcium salt and magnesium salt on the formation of bean curd leaf gel

盐类 Salt	盐离子浓度 Salt ion concentration %	渗出液 Exudate mL/kg	凝胶强度 (承重砝码) Gel strength (Bearing weight) // g	颜色 Colour	形态 Form
碳酸钙 Calcium carbonate	0.02	105	50	深绿	晶莹透明
	0.04	118	100	深绿	晶莹透明
	0.06	188	200	深绿	晶莹透明
	0.08	150	>200	翠绿	晶莹透明
氯化钙 Calcium chloride	0.02	185	20	深绿	晶莹透明
	0.04	150	100	深绿	晶莹透明
	0.06	178	200	深绿	晶莹透明
	0.08	225	>200	翠绿	晶莹透明
氯化镁 Magnesium chloride	0.02	35	100	深绿	晶莹透明
	0.04	52	200	深绿	晶莹透明
	0.06	73	300	深绿	晶莹透明
	0.08	81	>300	翠绿	晶莹透明

2.6 pH 对豆腐柴叶凝胶形成的影响 按合适料液比例得到的滤汁 pH 为 6.5,用酸碱分别调整 pH 为 3、4、5、6、7、8,观察凝胶形成情况,结果见表 7。由表 7 可知,pH 过大或过小,柴豆腐的凝胶强度都减少,渗出液多。因此,豆腐柴叶滤汁的 pH 为 5.6 能够形成凝胶,且凝胶质量较好。 H^+ 离子浓度对滤汁的促凝作用强而快速,在 pH 调节过程中,应以低浓度的酸缓缓加入,快速搅拌才能得到质地均匀的柴豆腐^[12]。

表 7 pH 对豆腐柴叶凝胶形成的影响

Table 7 Effect of pH value on the gel formation of bean curd leaf gel

pH	渗出液 Exudate mL/kg	凝胶强度 Gel strength (承重砝码 g)	颜色 Colour	形态 Form	感官评分 Sensory score
3	溶胶	溶胶	黄绿	溶胶	28
4	溶胶	溶胶	黑绿	溶胶	32
5	330	100	翠绿	半固体	85
6	220	200	翠绿	固体透明	100
7	溶胶	溶胶	翠绿	半固体	43
8	溶胶	溶胶	翠绿	溶胶	30

3 结论

豆腐柴叶凝胶形成受多种因素的影响,尤其是秋季豆腐柴鲜叶由于老化,水分和果胶成分与春季相比大幅下降,豆腐柴鲜叶随着气温下降而逐渐脱落。通过分析豆腐柴叶干燥条件和料液比、盐离子及 pH 等因素对豆腐柴叶凝胶形成的影响,可以延长柴豆腐加工季节,提高柴豆腐产量,为全年更好利用豆腐柴叶提供理论基础。影响豆腐柴叶凝胶形成的因素很多,其中关键因素主要有原料质量、干燥条件、料液比、pH、盐离子凝胶促凝剂等。通过对以上因素进行单因素试验,以复水比、凝胶强度、渗出液等测定指标,以产品口感、凝胶强度、外观和凝固时间等感官指标为评分标准,分析得出影响豆腐柴叶凝胶形成的主要因素。

结果表明,采摘鲜叶以 5—10 月为宜,秋季至落叶前采摘的鲜叶由于老化、水分和果胶成分下降,影响豆腐柴叶凝胶的形成;对豆腐柴叶采取以普通热风 50~60 °C 干燥方法适宜,自然晒干效果最差;豆腐柴叶精粉以料液比为 1:20~1:25, pH 5~6,盐类(氯化镁)0.06%~0.08%为宜。

参考文献

- [1] 毕淑峰,朱显灵.豆腐柴资源及其开发利用[J].林业实用技术,2005(4):37-38.
- [2] 李月文,杜红,王显琼,等.重庆豆腐柴叶营养成分测定及分析评价[J].中国林副特产,2011(6):18-20.
- [3] 曹稳根,蔡红,高贵珍,等.野生豆腐柴营养成分分析[J].生物学杂志,2001,18(4):23-24.
- [4] 高贵珍,曹稳根,蔡红,等.野生豆腐柴叶营养成分分析及评价[J].植物资源与环境学报,2003,12(1):60-61.
- [5] 王燕,许锋,张凤霞,等.豆腐柴研究进展[J].中国野生植物资源,2007,26(4):12-14.
- [6] 张驰,吴永尧,彭振坤,等.豆腐柴中有效成分复合分离提取研究[J].食品科学,2005,26(8):234-238.
- [7] 刘世彪,朱杰英,李国民,等.豆腐柴及其开发利用初步研究[J].中国野生植物资源,2001,20(4):11-12,34.
- [8] 罗曼,蒋立科,杨永年.豆腐柴叶蛋白营养及安全性研究[J].应用与环境生物学报,1999,5(3):283-287.
- [9] 石丽敏,楼尚成,郭勇,等.野生豆腐柴资源的开发利用[J].安徽农学通报,2008,14(19):127,96.
- [10] 高燕妮,路锋,高昂,等.豆腐柴药理学研究概况[J].安徽农业科学,2011,39(32):19811-19812.
- [11] 蒋立科,王世强.豆腐柴叶的毒性[J].食品科学,1990,11(11):41-42.
- [12] 徐安书,刘健.秋季豆腐柴鲜叶豆腐加工工艺条件研究[J].食品研究与开发,2019,40(23):133-137.
- [13] 王世强,贾孟.外界因子对豆腐柴叶豆腐形成的影响[J].中国林副特产,2006(5):15-17.
- [14] 李勇,牛永春.基于琼脂糖凝胶电泳的小麦 SSR 扩增体系优化[J].华北农学报,2009,24(6):174-177.
- [15] 霍艳荣,高前欣.不同干燥方法对豆腐柴叶凝胶特性的影响[J].安徽农业科学,2010,38(36):20628-20629,20632.
- [16] 叶荣飞.大豆分离蛋白凝胶性影响因素研究进展[J].畜牧与饲料科学,2009,30(1):29-30,32.
- [17] BLACK S A, SMIT C J B. The grading of low-ester pectin for use in dessert gels[J]. Journal of food science, 1972, 37(5): 726-729.
- [18] 罗东升,余萍,阙建全.豆腐柴鲜叶豆腐的工艺条件优化[J].食品科学,2013,34(24):313-317.
- [19] COULTATE T P. Food: The chemistry of its components[M]. London: The Royal Society of Chemistry, 1990: 137-149.
- [20] 陈文贤,王玲玲.不同干燥方法对热带牧草 WSC 等营养成分的影响[J].畜牧与饲料科学,2010,31(5):28-30.