

苹果渣及板栗渣黄芪酒加工工艺研究

冯子瑶¹, 张平平^{1*}, 张灿¹, 王娟娟², 邵倩³

(1. 天津农学院 食品科学与生物工程学院, 天津 300392; 2. 甘肃峰果纯素科技有限公司, 甘肃 平凉 743400; 3. 甘肃贡禾食品有限责任公司, 甘肃 平凉 744600)

摘要:以苹果渣和板栗渣为主要原料, 添加黄芪提取液, 研究配制酒的最佳前处理条件。苹果渣和板栗渣分别经前处理、酶解后, 按比例混合发酵后经常压蒸馏制酒, 考察黄芪提取液的最佳制备工艺, 将其添加到蒸馏酒中配制成苹果渣板栗渣黄芪配制酒。结果表明, 最佳苹果渣前处理条件为蒸煮时间 30 min、果胶酶添加量 0.3%、酶解时间 3 h、酶解温度 55 ℃。黄芪提取液最佳制备工艺为浸提液酒精浓度 60%、浸泡时间 16 h、料液比 1:40 (g/mL)。蒸馏酒与黄芪提取液的最佳体积比为 3:1 所得配制酒的酒精度为 42% vol、皂苷 2.08%、多糖 1.2%、黄酮 0.04%, 色泽浅黄透明, 酒香浓郁且与黄芪味协调。

关键词: 苹果渣; 板栗渣; 酶解; 黄芪; 酒

Study on Processing Technology of Astragalus Liquor from Apple and Chestnut Pomaces

FENG Zi-yao¹, ZHANG Ping-ping^{1*}, ZHANG Can¹, WANG Juan-juan², SHAO Qian³

(1. College of Food Science and Bioengineering, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300392, China; 2. Gansu Fengguochunsu Technology Limited Company, Pingliang 743400, Gansu, China; 3. Gansu Gonghe Food Limited Company, Pingliang 744600, Gansu, China)

Abstract: The pretreatment conditions for the production of *Astragalus* liquor were optimized using apple and chestnut pomaces as the main raw materials, and *Astragalus* extract as an additive. Apple and chestnut pomaces were pretreated and enzymolyzed, respectively, and were subsequently mixed and fermented according to a specified ratio. Distillation was conducted under ambient pressure. Additionally, the optimal conditions for obtaining the *Astragalus* extract were determined, and the final liquor was prepared by adding the *Astragalus* extract to the distilled liquor. The results showed that the optimal pretreatment conditions for apple pomaces included 30 min of cooking time, 0.3% pectinase, 3 h of enzymolysis time, and an enzymolysis temperature of 55 ℃. The best preparation process using *Astragalus* membranous extract was as follows: 60% alcohol, 16 h soaking time, and solid:liquid volume ratio of 1:40 (g/mL). The optimal volume ratio of distilled liquor and astragalus extract was 3:1. The prepared liquor had an alcohol content of 42% vol, 2.08% saponin, 1.2% polysaccharide, and 0.04% flavone. The liquor color was light yellow and transparent. The aroma of the liquor was rich and coordinated with the flavor of the *Astragalus*.

Key words: apple pomace; chestnut pomace; enzymolysis; *Astragalus* membranaceus; liquor

引文格式:

冯子瑶, 张平平, 张灿, 等. 苹果渣及板栗渣黄芪酒加工工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(15): 47-52.

FENG Ziyao, ZHANG Pingping, ZHANG Can, et al. Study on Processing Technology of *Astragalus* Liquor from Apple and Chestnut Pomaces[J]. Food Research and Development, 2021, 42(15): 47-52.

基金项目: 天津市科技计划项目(20ZYCGSN00450); 中央引导地方科技发展专项(20ZYCGSN00450)

作者简介: 冯子瑶(1996—), 女(汉), 在读硕士研究生, 研究方向: 农产品加工。

* 通信作者: 张平平(1970—), 女(汉), 教授, 博士, 研究方向: 食品科学。

苹果榨汁后会产生大量的苹果渣,除少量被直接利用外,绝大部分被遗弃,造成巨大的资源浪费和严重的环境污染^[1-2]。苹果渣富含可溶性糖等营养物质,可作为生产酒的原材料^[3-5]。随着板栗种植技术的不断提升及板栗产量的增加,每年有大量机械脱壳后的板栗渣产生^[6-7],而其中也含有一部分板栗肉,大多被当作废弃物丢弃,其主要营养成分是淀粉和糖类^[8],可以作为蒸馏酒的原料。黄芪是豆科草本植物蒙古黄芪、膜荚黄芪的干燥根茎^[9],是一种药食同源的食物,其中含有多糖、皂苷、黄酮及微量元素等多种有效成分,在增强机体免疫能力、调节血压等方面具有重要作用^[10-13]。

本研究利用苹果渣和板栗渣与黄芪结合研制成配制酒,确定最佳前处理工艺,并对其主要活性物质进行分析。该研究能解决企业生产难题,生产出低成本的新产品——苹果渣及板栗渣黄芪酒,在开发新型功能性食品领域有较好前景。

1 材料与方

1.1 材料与试剂

苹果:产自甘肃平凉市;板栗:产自山东日照市;黄芪:产自甘肃定西市岷县;酿酒曲:安琪酵母股份有限公司;果胶酶(30 000 U/g)、 α -淀粉酶(50 000 U/g)、糖化酶(100 000 U/g):河南优宝嘉食品有限公司;食用酒精:河南鑫河阳有限公司;芦丁标准品(纯度 $\geq 98\%$)、人参皂苷(纯度 $\geq 99.0\%$):合肥博美生物技术有限公司;硝酸铝、亚硝酸钠、无水乙醇、香草醛、高氯酸、苯酚、硫酸(均为分析纯):南京化学试剂一厂。

1.2 仪器及设备

L3660D 型低速离心机:上海知信实验仪器技术有限公司;HWS28 型电热恒温水浴锅:上海恒科学仪器有限公司;HWS-100F 恒温培养箱:上海向帆仪器有限公司;SI-0246 漩涡振荡仪:上海左乐仪器有限公司;BL-Y968C 冰箱:上海叶琪电器有限公司;K-803 粉碎机:广州美的电器制造有限公司;RE-2000A 旋转蒸发仪:上海荣亚仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 苹果渣及板栗渣黄芪酒制作工艺流程及操作要点

苹果渣常压蒸煮→酶解→灭酶
板栗渣常压蒸煮→酶解→灭酶
混合发酵→常压蒸馏→蒸馏酒→配制酒
↑
黄芪粉碎→浸提→提取液

操作要点如下。

1) 苹果渣酶解:苹果渣与蒸馏水按质量比 2:3 混合,静置 20 min 使其充分吸水,100 ℃常压蒸煮,冷却至室温 25 ℃后,加入果胶酶酶解,80 ℃灭酶 20 min 后备用。

2) 板栗渣酶解:板栗渣与蒸馏水按质量比 1:5 混合,静置 30 min,100 ℃常压蒸煮 5 min,冷却至室温 25 ℃后加 0.02% 无水氯化钙和 0.3% α -淀粉酶 55 ℃酶解 3.5 h,再加入 0.1% 糖化酶 55 ℃酶解 120 min,灭酶后备用。

3) 发酵:灭酶后的苹果渣和板栗渣按质量比 1:1 混合,调 pH 值到 4.5,加入适量用 2% 的糖水 35 ℃下活化 1 h 的酿酒曲,发酵 7 d~10 d 得发酵液。

4) 蒸馏酒制备:将发酵液在 90 ℃(微沸状态)进行蒸馏,去酒头酒尾,得蒸馏酒。

5) 黄芪提取液制备:挑选品质优良的黄芪,经粉碎过筛,用不同浓度食用酒精浸提,抽滤得黄芪提取液,并测其中黄酮、皂苷和多糖含量。

6) 配制:将黄芪提取液与蒸馏酒按不同比例调配,以感官评分及活性物质为标准,确定最佳配比。

1.3.2 苹果渣酶解工艺优化

1.3.2.1 单因素试验

在其它条件不变的前提下,分别考察蒸煮时间(10、20、30、40 min);果胶酶添加量(0%、0.3%、0.6%、0.9%);酶解时间(1、2、3、4 h);酶解温度(35、45、55、65 ℃)对苹果渣还原糖含量的影响,确定最佳单因素酶解条件。

1.3.2.2 正交试验

根据单因素试验结果,进行正交试验,因素水平见表 1。

表 1 苹果渣酶解正交试验因素水平设计
Table 1 Factor level design of orthogonal experiment for enzymatic hydrolysis of apple pomace

水 平	因素			
	A 蒸煮时间/min	B 酶添加量/%	C 酶解时间/h	D 酶解温度/℃
1	20	0.3	2	45
2	30	0.6	3	55
3	40	0.9	4	65

1.3.3 黄芪提取液制备工艺优化

1.3.3.1 单因素试验

在其它条件不变的前提下,考察食用酒精浓度(30%、40%、50%、60%、70%);浸泡时间(2 h~24 h)(每隔 2 h 测定);料液比[1:10、1:20、1:30、1:40、1:50(g/mL)]对黄芪活性物质得率的影响,确定最佳单因素制备条件。

1.3.3.2 正交试验

根据单因素试验结果,进行正交试验,因素水平见表2。

表2 黄芪提取液正交试验因素水平设计
Table 2 Factor level design of orthogonal experiment of Astragalus extract

水平	因素		
	A 食用酒精浓度/%	B 浸泡时间/h	C 料液比/(g/mL)
1	50	16	1:20
2	60	18	1:30
3	70	20	1:40

1.3.4 酒的评价方法

将黄芪提取液添加到蒸馏酒中配制成苹果渣板栗渣黄芪酒,选10名从事酿酒专业的人员组成评定小组,对酒的色泽、香气、滋味、典型性进行综合感官评分,从而选择最佳添加比例,其标准见表3。并测定酒中相关活性物质多糖、黄酮、皂苷等的含量。

表3 苹果渣板栗渣黄芪酒感官评分标准
Table 3 Sensory evaluation standard of Astragalus liquor from apple and chestnut residue

指标	评分标准	分值
色泽(30分)	浅黄色、透明澄清	21~30
	光泽较暗、无明显悬浮物	11~20
	浑浊、不清亮	1~10
香气(30分)	酒香浓郁、黄芪香味协调	21~30
	酒香良好、黄芪香味较协调	11~20
	无酒香、黄芪香味不协调	1~10
口感(30分)	酒体丰满、口感醇厚	21~30
	口感较细腻	11~20
	口感粗糙	1~10
典型性(10分)	典型性完美、有独特风格	6~10
	无典型性	1~5

2 结果与分析

2.1 苹果渣酶解工艺优化结果

苹果渣酶解工艺中蒸煮时间、果胶酶添加量、酶解时间、酶解温度对还原糖含量的影响结果见图1~图4。

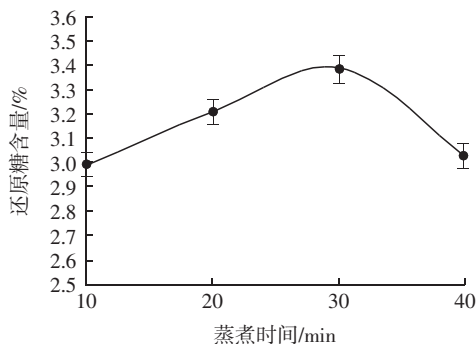


图1 蒸煮时间对苹果渣还原糖含量的影响

Fig.1 Effects of cooking time on reducing sugar content in apple pomace

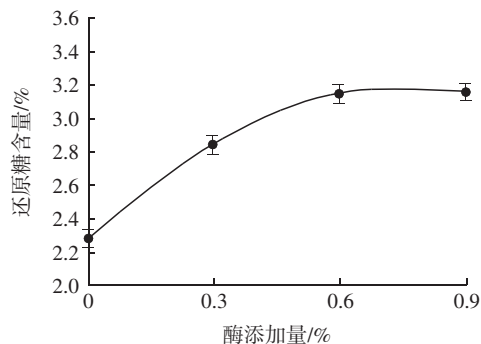


图2 酶添加量对苹果渣还原糖含量的影响

Fig.2 Effect of enzyme addition on reducing sugar content in apple pomace

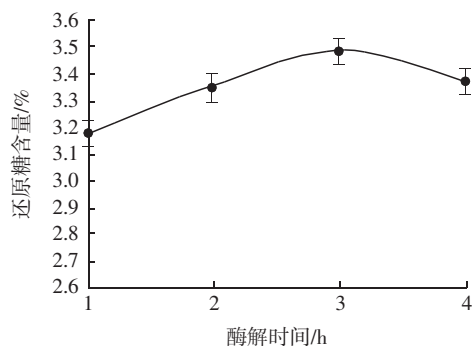


图3 酶解时间对苹果渣还原糖含量的影响

Fig.3 Effect of enzymolysis time on reducing sugar content of apple pomace

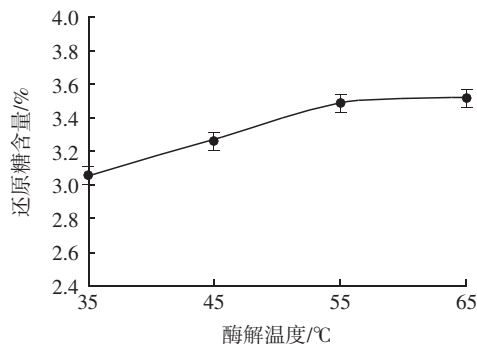


图4 酶解温度对苹果渣还原糖含量的影响

Fig.4 Effect of enzymolysis temperature on reducing sugar content of apple pomace

由图1~图4可知,蒸煮时间为30 min时,还原糖含量最高为3.39%。果胶酶添加量为0.6%和0.9%时,还原糖含量无显著性差异($P>0.05$)且考虑到成本问题,选取最佳酶添加量为0.6%。酶解时间为3 h时,还原糖含量最高为3.48%,酶解时间过长可能会导致复合反应的发生,阻碍糖化效果。酶解温度达到55℃和65℃时,还原糖含量无显著性差异($P>0.05$),酶解温度在55℃以后对糖化效果不明显。综合考虑初步确定蒸煮时间30 min,果胶酶添加量0.6%,55℃酶解3 h进行正交试验设计。

苹果渣酶解正交试验结果和方差分析见表4和表5。

表4 苹果渣酶解正交试验结果

Table 4 Results of orthogonal experiment on enzymatic hydrolysis of apple pomacet

试验号	A 蒸煮时间	B 酶添加量	C 酶解时间	D 酶解温度	还原糖含量
1	1	1	1	1	2.95
2	1	2	2	2	3.15
3	1	3	3	3	3.05
4	2	1	2	3	3.48
5	2	2	3	1	3.32
6	2	3	1	2	3.51
7	3	1	3	2	3.27
8	3	2	1	3	3.19
9	3	3	2	1	3.03
K ₁	9.15	9.7	9.65	9.3	
K ₂	10.31	9.66	9.66	9.93	
K ₃	9.49	9.59	9.64	9.72	
k ₁	3.05	3.23	3.22	3.10	
k ₂	3.44	3.22	3.22	3.31	
k ₃	3.16	3.19	3.21	3.24	
极差 R	0.39	0.04	0.01	0.21	

表5 苹果渣酶解正交试验方差分析

Table 5 Variance analysis of orthogonal experiment on enzymatic hydrolysis of apple pomace

变异来源	偏差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
A	0.688	2	0.344	4 220.364	0.000
B	0.004	2	0.002	26.773	0.000
C	0.000	2	0.000	1.409	0.270
D	0.214	2	0.107	1 313.773	0.000
误差	0.001	18			
总计	280.404	27			
校正的总计	0.908	26			

注: $P < 0.05$ 表示差异显著, $P > 0.05$ 表示差异不显著。

由表4正交试验结果知,从极差R值可以看出各因素对苹果渣中还原糖含量的影响大小为蒸煮时间>酶解温度>酶添加量>酶解时间。由表5方差分析知,蒸煮时间、酶添加量、酶解温度均对苹果渣中还原糖含量有显著性影响,酶解时间对还原糖含量不显著。 $A_2B_1C_2D_2$ 组中还原糖含量最高为最优组合,但此组合没有出现在设计的9组试验中,通过验证试验可知最佳工艺条件为蒸煮时间30 min,酶添加量为0.3%,酶解时间为3 h,酶解温度为55℃,此时还原糖含量为3.68%。

2.2 黄芪提取液制备试验结果与分析

黄芪提取液制备工艺中食用酒精浓度、浸泡时间、料液比对黄芪活性物质黄酮、皂苷、多糖得率的影响

结果见图5~图7。

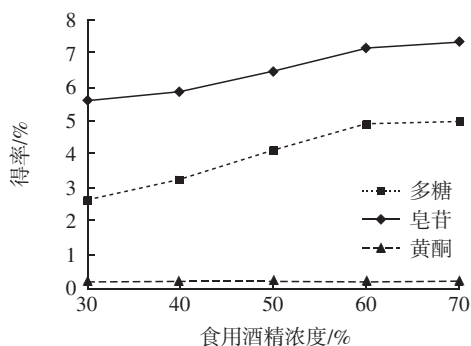


图5 酒精浓度对黄芪活性物质得率的影响

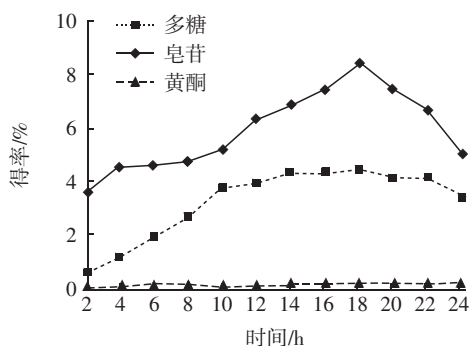
Fig.5 Effect of alcohol concentration on the yield of active substances from *Astragalus membranaceus*

图6 浸泡时间对黄芪活性物质得率的影响

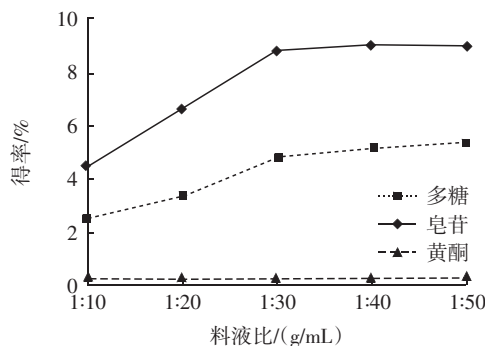
Fig.6 Effect of soaking time on the yield of active substances of *Astragalus membranaceus*

图7 料液比对黄芪活性物质得率的影响

Fig.7 Effect of material liquid ratio on the yield of active substances from *Astragalus membranaceus*

由图5~图7可知,当食用酒精浓度达到60%和70%时,黄芪提取液中黄酮、皂苷、多糖得率无显著性差异($P > 0.05$),增加浓度对提取效果不明显。随着浸泡时间增加黄芪提取液中活性物质也不断升高,达到18 h三者得率较高,但随着时间增加会导致酒精挥发从而降低了提取率,故选择18 h为最佳浸泡时间。当料液比为1:30、1:40、1:50(g/mL)时三者得率无显著性差异($P > 0.05$),从提取效果和节约成本综合考虑,选择最佳料液比1:30(g/mL)。综合考虑确定料液比

1:30(g/mL)的食用酒精浓度 60%,常温浸泡 18 h 进行正交试验设计。

黄芪提取液制备工艺正交试验和方差分析结果见表 6 和表 7。

表 6 黄芪提取液正交试验结果

Table 6 The results of orthogonal experiment of Astragalus extract

试验号	A 食用酒精浓度	B 浸泡时间	C 料液比	皂苷含量/%	多糖含量/%	黄酮含量/%	综合评价
1	1	1	1	6.62	4.21	0.198	4.61
2	1	2	2	6.41	4.01	0.201	4.45
3	1	3	3	6.01	3.98	0.187	4.24
4	2	1	2	7.21	4.25	0.205	4.92
5	2	2	3	6.92	4.65	0.221	4.89
6	2	3	1	5.56	3.85	0.195	3.97
7	3	1	3	6.21	3.89	0.211	4.31
8	3	2	1	6.03	4.34	0.205	4.36
9	3	3	2	5.73	3.75	0.207	4.03
K ₁	13.3	13.84	12.94				
K ₂	13.78	13.7	13.4				
K ₃	12.7	12.24	13.44				
k ₁	4.43	4.61	4.31				
k ₂	4.59	4.57	4.47				
k ₃	4.23	4.08	4.48				
极差 R	0.36	0.53	0.17				

表 7 黄芪提取液正交试验方差分析

Table 7 Variance analysis of orthogonal experiment of Astragalus extract

变异来源	偏差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
A	0.607	2	0.303	12.395	0.000
B	1.465	2	0.732	29.918	0.000
C	0.168	2	0.084	3.442	0.052
误差	0.490	20			
总计	532.247	27			
校正的总计	2.729	26			

注: $P < 0.05$ 表示差异显著, $P > 0.05$ 表示差异不显著。

由表 6 正交试验结果可知,从极差 R 值可以看出各因素对黄芪提取液中活性物质得率的影响大小为浸泡时间>食用酒精浓度>料液比。由表 7 方差分析表知,食用酒精浓度和浸泡时间对黄芪提取液的综合评价有显著性影响,料液比对其影响不显著。 $A_2B_1C_3$ 综合评分最高为最优组合,但此组合没有出现在设计的 9 组试验中,通过验证实验可知最佳提取条件是添加食用酒精浓度为 60%,料液比为 1:40(g/mL),浸泡时间为 16 h,此时皂苷含量 7.35%,多糖含量 4.85%,黄酮含量 0.251%。

2.3 苹果渣及板栗渣黄芪酒的质量结果与分析

以蒸馏酒为酒基,将黄芪提取液按一定体积比进行添加,通过感官评分确定最佳添加比例,结果见表 8。

表 8 苹果渣板栗渣黄芪酒感官评价

Table 8 Sensory evaluation of Astragalus membranaceus liquor from apple and chestnut residue

蒸馏酒与黄芪提取液体积比	综合评分
2:1	71
3:1	85
4:1	75
5:1	73

当添加体积比为 2:1 时,配制酒中黄芪味过重、颜色过深从而影响整体感官。当添加体积比为 4:1 和 5:1 时,由于添加量小导致黄芪香气较小,影响整体协调性。添加体积比为 3:1 时,酒体浅黄色、透明澄清;酒香浓郁、黄芪香味协调;口感醇厚且风格有典型性。故选择 3:1 为最佳添加体积比。其酒精度为 42%vol、总酸为 0.06 g/L、还原糖残余量 0.7%、皂苷 2.08%、多糖 1.2%、黄酮 0.04%,甲醇含量为 231.5 mg/L,无污染微生物检出,均符合 GB2757—2012《食品安全国家标准 蒸馏酒及其配制酒》的要求。

3 结论

以苹果渣、板栗渣和黄芪为原料研制出制酒,探究最佳苹果渣前处理条件:苹果渣 100 ℃常压蒸煮 30 min、添加活力 30 000 U/g 果胶酶 0.3%、55 ℃酶解 3 h、80 ℃灭酶 20 min。黄芪提取液最佳制备工艺:按 1:40(g/mL)料液比加入浓度 60%的食用酒精,浸泡 16 h 得黄芪提取液。以蒸馏酒为酒基,按 3:1(体积比)加入黄芪提取液,制得苹果渣及板栗渣黄芪酒。其酒精度为 42%vol、总酸为 0.06 g/L、还原糖残余量 0.7%、皂苷 2.08%、多糖 1.2%、黄酮 0.04%。酒体浅黄澄清,酒香浓郁,黄芪香味典型,有独特风格。

参考文献:

[1] 王阳. 苹果渣发酵蒸馏酒工艺优化研究及挥发性香气成分分析[D]. 保定:河北农业大学,2012.
WANG Yang. Research on the process optimization and volatile aroma component analysis of apple pomace fermentation distilled wine [D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2012.

[2] 林英庭,王利华. 苹果渣的营养成分评价与估测[J]. 饲料工业, 2010,31(5):47-49.
LIN Yingting, WANG Lihua. Evaluation and estimation of nutritional components in apple pomace[J]. Feed industry, 2010,31(5):47-49.

[3] 马艳萍,马惠玲,陈长友,等. 苹果渣固态酒精发酵工艺研究[J]. 西

- 北农林科技大学学报(自然科学版),2004,32(11):81-84.
- MA Yanping, MA Huiling, CHEN Changyou, et al. Study on the ethanol fermentation of apple pomace[J]. Journal of Northwest Sci-Tech A University of Agriculture and Forestry, 2004(11):81-84.
- [4] 于滨,吴茂玉,朱凤涛,等.苹果渣综合利用研究进展[J].中国果菜, 2012,32(12):31-34.
- YU Bin, WU Maoyu, ZHU Fengtao, et al. Apple pomace comprehensive utilization research[J]. China Fruit Vegetable, 2012, 32(12): 31-34.
- [5] HANG Y D, LEE C Y, WOODAMS E E, et al. Production of alcohol from apple pomace[J]. Applied and Environmental Microbiology, 1981, 42(6):1128-1129.
- [6] 王蔚新,付晓燕,程水明.板栗酒生产中糖化工艺研究[J].中国酿造, 2011(1):177-179.
- WANG Weixin, FU Xiaoyan, CHENG Shuiming. Optimization of saccharification process in the production of Chinese chestnut wine[J]. China Brewing, 2011, 30(1):177-179
- [7] 杨芙莲,梁萍,朱姐板,等.板栗去壳方法及设备的研究[J].食品工业科技, 2006, 27(10):149-150, 152.
- YANG Fulian, LIANG Ping, ZHU Niu, et al. Study on the method and equipment of chestnut shelling[J]. Science and Technology of Food Industry, 2006, 27(10):149-150, 152.
- [8] 葛伟楠,李斌,范晓燕,等.板栗的功能性成分及加工利用研究进展[J].河北科技师范学院学报, 2018, 32(4):18-23.
- GE Yinan, LI Bin, FAN Xiaoyan, et al. Research progress on functional components and processing chestnut[J]. Journal of Hebei Normal University of Science & Technology, 2018, 32(4): 18-23.
- [9] 刘洋,杜婧,沈颜红. 10种药用黄芪属植物化学成分及药理作用的研究进展[J]. 中国试验方剂学杂志, 2017, 23(18):222-234.
- LIU Yang, DU Jing, SHEN Yanhong. Research progress on chemical constituents and pharmacology of 10 kinds medicinal plants of *Astragalus*[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2017, 23(18):222-234.
- [10] 文喜艳,王兰霞,邵晶,等.黄芪炮制品中化学成分和药理活性研究[J]. 亚太传统医药, 2016, 12(11):54-56.
- WEN Xiyan, WANG Lanxia, SHAO Jing, et al. Study on chemical constituents and pharmacological activities of research[J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2016, 12(11):54-56.
- [11] GUO Z Z, LOU Y M, KONG M Y, et al. A systematic review of phytochemistry, pharmacology and pharmacokinetics on *Astragalus* radix implications for *Astragalus* radix as a personalized medicine[J]. International journal of molecular sciences, 2019, 20(6):1463
- [12] 杨林. 黄芪总黄酮对氧损伤小鼠胚胎 ROS 水平及抗氧化酶表达的影响[D]. 延吉:延边大学, 2019.
- YANG Lin. Effects of total flavonoids of *Astragalus* on ROS level and antioxidant enzymes expression in oxidative damage mouse embryos[D]. Yanji:Yanbian University, 2019.
- [13] 王静,习素荣,黄亚东,等.黄芪红景天银杏发酵型保健酒研究[J]. 酿酒科技, 2015(11):98-101.
- WANG Jing, XI Surong, HUANG Yadong, et al. Research on *Astragalus-Rhodiola rosea-Ginkgo* fermented healthcare wine[J]. Liquor-Making Science & Technology, 2015(11):98-101.

加工编辑:张璐

收稿日期:2021-01-30