

富含芦丁的苦荞啤酒的糖化工艺优化

卞小稳^{1,2,3}, 孙军勇^{2,3}, 陆 健^{*1,2,3,4}

(1. 江南大学 工业生物技术教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2. 粮食发酵工艺与技术国家工程实验室, 江南大学, 江苏 无锡 214122; 3. 江南大学 生物工程学院, 江苏 无锡 214122; 4. 宿迁市江南大学产业技术研究院, 江苏 宿迁 223800)

摘要: 采用反相高效液相色谱法对苦荞麦汁中的芦丁进行定量检测, 研究芦丁降解酶的热稳定性、糖化工艺参数对其含量的影响, 最终确定富含芦丁的苦荞啤酒的糖化工艺: 糊化锅苦荞投料温度 90 ℃, 苦荞添加量为总投料量的 40%, 料水比 1:6, 耐高温 α -淀粉酶添加量 8 U/g, 保温 10 min; 糖化锅大麦芽投料温度 45 ℃, 料水比 1:4, 中性蛋白酶添加量 0.01%, 保温 30 min 后, 与糊化锅并醪, 进行后续糖化程序。通过对苦荞啤酒生产工艺的优化, 使得 12 °P 麦汁中芦丁质量浓度从 15 mg/L 上升到 611 mg/L, 其他麦汁常规理化指标与大麦芽麦汁差异不大, 且实验室酿造的 10 °P 苦荞啤酒中芦丁质量浓度由 0.2 mg/L 上升到 220 mg/L。

关键词: 苦荞; 芦丁; 糖化工艺; 啤酒

中图分类号: Q 815 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2018)11—1141—07

Optimization of Mashing Process to Produce Rutin-Rich Buckwheat Beer

BIAN Xiaowen^{1,2,3}, SUN Junyong^{2,3}, LU Jian^{*1,2,3,4}

(1. Key Laboratory of Industrial Biotechnology, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. National Engineering Laboratory for Cereal Fermentation Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 3. School of Biotechnology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 4. Industrial Technology Research Institute of Jiangnan University in Suqian, Suqian 223800, China)

Abstract: The quantitative detection of rutin in tartary buckwheat wort was performed by the high performance liquid chromatography in this study. The thermal stability of rutin hydrolase and mashing process were carried out to determine the optimum technical parameters as follows: mashing-in temperature was 90 °C in mash copper, the added ratio of tartary buckwheat was 40%, the ratio of material to water was 1:6, and the adding level of thermostable α -amylase was 8 U/g, incubation for 10 min; mashing-in temperature was 45 °C in mash tun, the ratio of material to water was 1:4, and the adding level of neutral protease was 0.01%, incubation for 30 min, then combined and completed the following mash procedure. The content of rutin was increased from 15 mg/L to 611 mg/L after optimization in 12 °P wort. Meanwhile, the conventional physical and chemical

收稿日期: 2016-03-01

基金项目: 国家 863 计划项目(2013AA102109); 国家 973 计划项目(2013CB733602); 高等学校学科创新引智计划(111 计划)项目(111-2-06); 江苏高校优势学科建设工程项目。

* 通信作者: 陆 健(1968—), 男, 江苏太仓人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事啤酒方面的研究。E-mail: jlu@jiangnan.edu.cn

引用本文: 卞小稳, 孙军勇, 陆健. 富含芦丁的苦荞啤酒的糖化工艺优化[J]. 食品与生物技术学报, 2018, 37(11): 1141-1147.

indexes were analyzed, and the indexes were similar to the indexes of wort. The content of rutin was increased from 0.2 mg/L to 220 mg/L in 10 °P tartary buckwheat beer brewed in laboratory.

Keywords: tartary buckwheat, rutin, mashing process, beer

我国是啤酒产销大国,但是啤酒市场同质化问题严重,急需开发具有典型特征的新型啤酒。荞麦,作为一种营养丰富的粗粮作物,富含各种蛋白质、脂肪酸、维生素、矿物质、碳水化合物等营养成分。因此,它也有着“五谷之王”的美誉^[1],有广阔的开发前景,作为酿酒原料也越来越受欢迎^[2-3]。

苦荞中富含独特的生物活性成分——黄酮类化合物^[4],其中 70%~90%为芦丁^[5],芦丁具有多种生理功能,如降血糖、防治糖尿病;降血脂,预防心血管疾病;清除自由基,抗氧化等^[6-7]。但苦荞中含有高活性、高耐受性的芦丁降解酶,最适作用 pH 值为 5.0,最适作用温度为 50 °C^[8],湿热条件下容易失活^[9],该酶能够专一性地降解芦丁^[10]。张燕莉^[2]研究发现,麦汁制备过程中芦丁含量大幅减少,以致成品啤酒中芦丁含量甚微,添加 50%苦荞麦芽酿造的混合啤酒以及 100%苦荞麦芽酿造的全荞麦啤酒中芦丁质量浓度为 0.02 mg/L。本文通过预实验,研究发现采用优化前的工艺,以 30%的苦荞添加量制备的苦荞麦汁中芦丁含量仅为 15 mg/L,酿造的苦荞啤酒中芦丁质量浓度仅为 0.2 mg/L,与张燕莉的研究结论一致。由预实验研究发现,糖化阶段是造成芦丁大量损失的过程。因此,本文以苦荞为研究对象,采用反相高效液相色谱法(HPLC)定量检测芦丁质量浓度,重点研究糖化工艺对芦丁降解酶的影响,优化糖化工艺,提高麦汁中芦丁的质量浓度,同时,确保采用高添加量的苦荞制备的麦汁能够正常发酵,最终酿造出富含芦丁的苦荞啤酒。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

澳麦麦芽由中粮麦芽(江阴)有限公司提供;苦荞(tartary buckwheat) 2014 年收获于甘肃;芦丁、槲皮素标准品(纯度≥98%)购自艾科公司;耐高温 α-淀粉酶购自广州裕立宝公司。

麦芽标准粉碎机,北京德之杰啤酒技术有限责任公司;自动糖化仪,轻工部西安轻机所光电公司;WGZ-2-PJ 型浊度计,上海听瑞仪器仪表有限公司;

KjeItec2300 凯氏定氮仪,瑞典 FOSS 分析仪器有限公司;KQ3200DB 型数控超声波清洗器,昆山课桌超声仪器有限公司(舒美牌);Thermo Hypersil ODS C18 色谱柱(250 mm×4.0 mm,5 μm),上海安谱实验科技股份有限公司;日立高效液相色谱仪,日立公司;Haake 落球式黏度计,Thermo 公司;UV-2100 型紫外可见分光光度计,尤尼柯仪器有限公司;H1850R 台式高速冷冻离心机,长沙湘仪离心机仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 芦丁检测方法 芦丁检测方法参考文献[11]。

1.2.2 芦丁含量的测定 准确称取 100 mg 芦丁标准品,用甲醇定容至 10 mL 作为母液,然后分别配制成 25、50、100、200、400、800 mg/L 的标准溶液,经 0.45 μm 微孔滤膜过滤,4 °C 避光保存,待测。

苦荞预处理:使用麦芽标准粉碎机,将苦荞原料细粉,准确称取 2 g 苦荞粉,置具塞锥形瓶中,加入 50 mL 体积分数为 65%的乙醇溶液,72 °C 浸提 4 h,取上清,用 0.45 μm 微孔滤膜过滤,室温避光放置,待测。

麦汁预处理:取 1 mL 麦汁加入 4 mL 甲醇,充分混匀,10 000 r/min 离心 10 min,取上清,采用 0.45 μm 微孔滤膜过滤,室温避光放置,待测。

麦糟预处理:麦糟于 50 °C 下烘至恒重,准确称取 1.00 g 干麦糟,加入 10 mL 甲醇,72 °C 浸提 4 h,取上清,采用 0.45 μm 微孔滤膜过滤,室温避光放置,待测。

1.2.3 芦丁降解酶热稳定性 粗酶液的制备参考文献[12]。

芦丁的酶解:参照徐宝才等人^[13]的方法,并略作修改。准确称取 100 mg 芦丁,溶于 20 mL 甲醇,混匀溶解,用水稀释 5 倍后作为底物使用。移取 1 mL 经适当稀释的粗酶液于 50、60、70、80、90、95 °C 保温 1 h,分别加入 4 mL 底物液于 50 °C 酶解 3 min,加 20 mL 甲醇终止反应,采用 0.45 μm 微孔滤膜过滤,HPLC 测定芦丁含量,将 1 min 内降解 1 μmol 芦丁所需要的芦丁降解酶的酶量定义为一个酶活力

单位(U),计算芦丁降解酶酶活,并根据式(1)测定芦丁保留率。

$$R = \frac{m_1}{m_2} \times 100\% \quad (1)$$

式中, R 为芦丁保留率; m_1 为芦丁保留量; m_2 为芦丁总量。

1.2.4 糖化工艺的优化 (1)糖化过程中芦丁降解酶灭酶工艺。优化前糖化工艺曲线如图1所示。

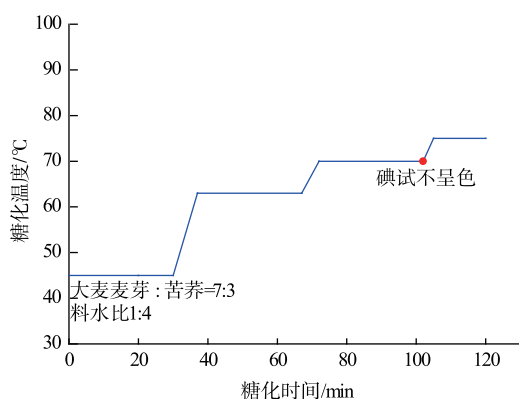


图1 优化前糖化工艺曲线

Fig. 1 Profiles of mashing process before optimization

糖化过程中芦丁降解酶的灭酶工艺:将苦荞与大麦麦芽分开投料,以芦丁保留率为考察对象,选取灭酶温度和灭酶时间为单因素实验。首先,苦荞分别于45、70、80、90℃在糊化锅投料,并加入8 U/g的耐高温 α -淀粉酶,保温1 h,而后与糖化醪并醪,进行后续的糖化程序;荞麦于80、90℃投料,分别保温10、20、30、40、50、60 min,而后与糖化醪并醪,进行后续的糖化程序。分别测定麦汁和麦糟中的芦丁含量,计算芦丁保留率。

(2)常规糖化参数的确定。以芦丁及 α -氨基氮浓度为考察对象,选取常规糖化参数苦荞料水比、苦荞添加量和中性蛋白酶的添加量为单因素设计实验。首先,分别选取料水比为1:3、1:4、1:5、1:6、1:7、1:8,固定苦荞作为辅料的添加量为30%,糊化锅加入8 U/g的耐高温 α -淀粉酶,大麦麦芽料水比为1:4;选取苦荞添加量为10%、20%、30%、40%、50%、60%,控制苦荞料水比和大麦麦芽料水比均为1:4,糊化锅加入8 U/g的耐高温 α -淀粉酶;确定苦荞料水比及添加量之后,选取糖化锅中性蛋白酶的添加量为0、0.01%、0.02%、0.03%,研究中性蛋白酶的添加量对 α -氨基氮含量的影响。

(3)常规麦汁理化指标。采用优化后的糖化工

艺制备苦荞麦汁,以全大麦麦芽制备的麦汁为对照样组,分析麦汁的常规指标:麦汁浓度、浊度、色度、pH、黏度、 α -氨基氮、总酸、总可溶性氮、高分子氮、中分子氮、低分子氮按照文献[14]的方法进行检测、总黄酮按照文献[11]的方法进行检测。

1.2.5 发酵 发酵实验参照文献[15],酿造10 °P啤酒,以全大麦麦芽汁酿造的啤酒为对照组,测定啤酒中的芦丁和总黄酮含量。

2 结果与讨论

由于苦荞中存在高活性、高耐受性的芦丁降解酶,能够专一性地降解芦丁,导致芦丁含量大幅降低,且在糖化过程中芦丁降解酶以粗酶液的形式存在。因此,从苦荞中提取芦丁降解酶粗酶液并进行酶解实验,研究其热稳定性。

2.1 芦丁降解酶热稳定性

按照1.2.3节的方法,提取芦丁降解酶并进行酶解实验,结果如图2所示:随着温度的升高,芦丁降解酶的活力降低,使得部分芦丁未被降解,得以保留下来,芦丁保留率呈上升趋势。当温度超过60℃

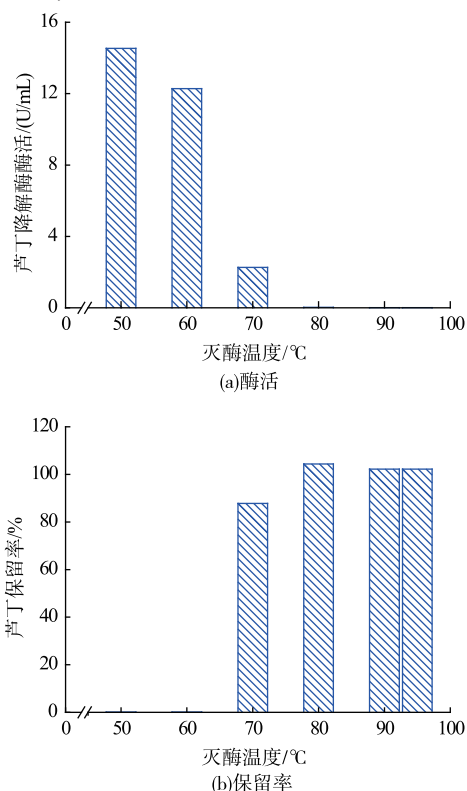


图2 灭酶温度对芦丁降解酶酶活及芦丁保留率的影响

Fig. 2 Effect of temperature on the activity of rutin hydrolase and the ratio of residual rutin

时,芦丁降解酶快速失活,芦丁保留率增加,温度达到 70 ℃时,芦丁降解酶酶活为 2.27 U/mL,芦丁保留率达到 87%,随后缓慢上升,温度达到 80 ℃以上时,芦丁保留率为 100%,达到稳定,此时芦丁降解酶酶活为 0.008 U/mL,被完全灭活。王改玲等人^[10]研究表明,温度大于 60 ℃时,芦丁降解酶开始失活,芦丁得以较好保存,高于 70 ℃时芦丁保留率更高,该结论与本文的研究结果基本一致。

2.2 糖化工艺优化

2.2.1 糖化过程中芦丁降解酶灭酶工艺 按照优化前糖化工艺制备苦荞麦汁,麦汁中芦丁质量浓度仅为 15 mg/L。这是由于苦荞与大麦麦芽于 45 ℃共同投料,糖化用水 pH 为 5.2,该工艺条件接近芦丁降解酶的最适 pH 值 5.0,最适温度 50 ℃^[8],导致芦丁大幅减少。故将芦丁降解酶的灭酶工艺与糖化工艺结合起来,将苦荞与大麦麦芽分开投料,苦荞在高温下投料,边糊化边灭酶。基于前期芦丁降解酶的热稳定性的研究,研究苦荞的投料温度以及保温时间,确定芦丁降解酶灭酶工艺。由图 3 可以看出,投料温度为 80 ℃及以上时,芦丁保留率接近 100%,说明温度高于 80 ℃,保温 1 h,即可完全灭酶,与前期研究芦丁降解酶的热稳定性的结论一致。

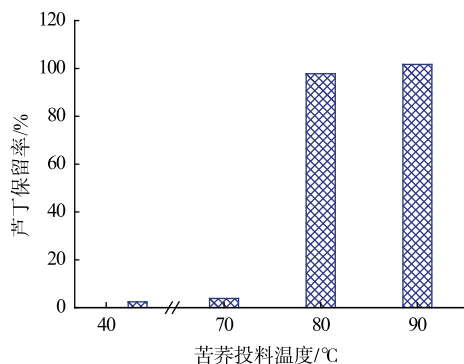


图 3 苦荞投料温度对芦丁保留率的影响

Fig. 3 Effect of mashing-in temperature of tartary buckwheat on the ratio of residual rutin

在确定 80、90 ℃投料保温 1 h 即可将苦荞内的芦丁降解酶完全灭活后,进一步分别研究 80、90 ℃时,将芦丁降解酶完全灭活的最短时间。图 4 为 80 ℃投料,保温时间对芦丁保留率的影响结果,发现保温时间为 30 min 时,芦丁保留率接近 100%,说明 80 ℃投料,保温 30 min,芦丁降解酶即可被完全灭活。

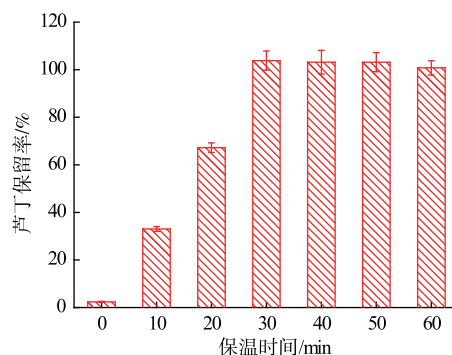


图 4 80 ℃条件下保温时间对芦丁保留率的影响

Fig. 4 Effect of incubation time on the ratio of residual rutin at 80 ℃

苦荞于 90 ℃在糊化锅投料,保温时间对芦丁保留率的影响结果如图 5 所示。当保温时间为 10 min 时,芦丁保留率即为 100%,表明芦丁降解酶被完全灭活。考虑到实际生产中的设备周转问题,综合考虑采用高温短时的灭酶方式,最终确定苦荞于 90 ℃投料,保温 10 min,进行灭酶。糖化过程中芦丁降解酶的灭酶工艺为:苦荞与大麦麦芽分开投料,苦荞于 90 ℃在糊化锅投料,保温 10 min,加入 8 U/g 的耐高温 α -淀粉酶,大麦麦芽于 45 ℃在糖化锅投料,保温 30 min 后并醪,进行后续的糖化程序。

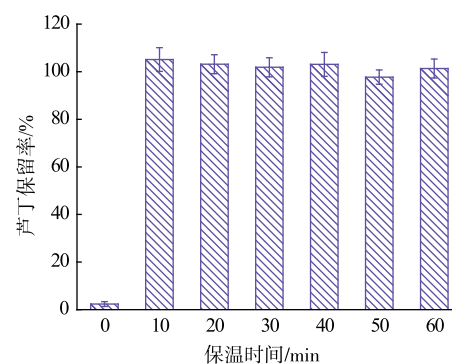


图 5 90 ℃保温时间对芦丁保留率的影响

Fig. 5 Effect of incubation time on the ratio of residual rutin at 90 ℃

2.2.2 常规糖化参数的确定 确定芦丁降解酶的灭酶工艺之后,对常规糖化参数进行研究。单因素实验结果(图 6)显示当料水比为 1:6 时,芦丁质量浓度达到峰值 608 mg/L,故选取苦荞料水比为 1:6,此时 12 °P 麦汁苦荞麦汁中 α -氨基氮的质量浓度为 179 mg/L,基本满足发酵需求^[16],为了使数据具有可比性,本文芦丁、 α -氨基氮质量浓度均归一化为

12 °P 麦汁浓度时的含量;随着苦荞添加量的增加,芦丁质量浓度逐渐增加, α -氨基氮逐渐下降,兼顾芦丁质量浓度以及啤酒发酵所需氮源的要求,最终确定苦荞添加量为 40%,料水比为 1:6。

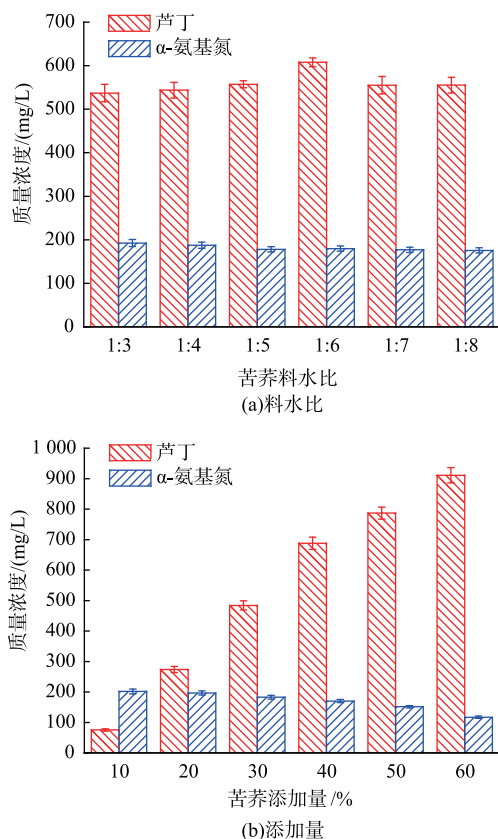


图 6 苦荞料水比及添加量对麦汁中芦丁及 α -氨基氮质量浓度的影响

Fig. 6 Effect of the ratio of tartary buckwheat to water and the added ratio of tartary buckwheat on the contents of rutin and α -amino acid nitrogen in wort

苦荞在 90 °C 下投料,因不经过蛋白质休止阶段,麦汁中的 α -氨基氮质量浓度可能会偏低。由图 6 可知,采用 40% 的苦荞添加量制备的 12 °P 麦汁中 α -氨基氮为 170 mg/L,略低于 180 mg/L。所以,在确定荞麦料水比及辅料比之后,研究中性蛋白酶的添加量对 α -氨基氮含量的影响。由图 7 可以看出,当中性蛋白酶添加量质量分数为 0.01% 时,麦汁中 α -氨基氮质量浓度为 183 mg/L,满足发酵需求,所以确定中性蛋白酶的添加量为 0.01%。

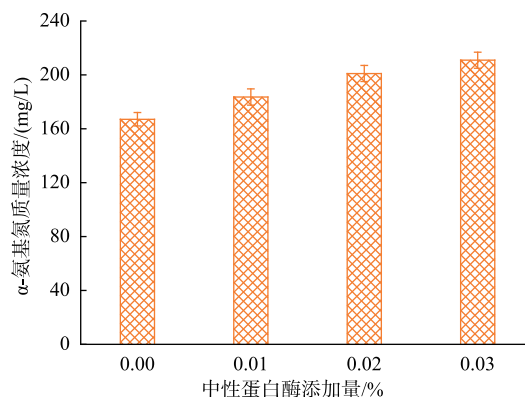


图 7 中性蛋白酶的添加量对麦汁中 α -氨基氮质量浓度的影响

Fig. 7 Effect of the adding level of neutral protease on the contents of α -amino acid nitrogen in wort

综上所述,优化后的糖化工艺曲线如图 8 所示。

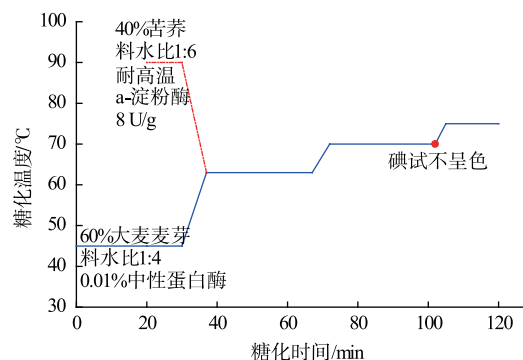


图 8 优化后的糖化工艺曲线

Fig. 8 Profiles of mashing process after optimization

2.2.3 麦汁理化指标分析 采用优化后的糖化工艺制备苦荞麦汁,并以全大麦麦芽汁为对照样品,对常规理化指标的分析结果如表 1 所示。加入 40% 的苦荞使得麦汁浓度、浊度、总酸及 α -氨基氮降低,黏度增加,pH 几乎相同。与对照组相比,由于苦荞是在 90 °C 下投料,不经过蛋白质休止阶段,苦荞麦汁中的总可溶性氮质量浓度大幅降低,不同分子量的可溶性氮的比例有所变化,中分子可溶性氮大幅减少,高分子、低分子可溶性氮增加。但是与对照组相比,添加苦荞的 12 °P 麦汁中芦丁质量浓度大幅提高,从 0 mg/L 增加到 611 mg/L,总黄酮的质量浓度变化较大,从 16 mg/L 增加到 650 mg/L,增加 30 倍。与优化前的糖化工艺制备的苦荞麦汁相比,芦丁的质量浓度从 15 mg/L 增加到 611 mg/L,增加约 41 倍。

表 1 麦汁理化指标分析表
Table 1 Physical and chemical indexes of wort

指标	浊度/ EBC	pH	总酸/ (mL/mL)	黏度/ (MPa·s)	α-氨基氮/ (mg/L)	总可溶性氮/ (mg N/mL)	高分子可溶性 氮占总可溶性 氮百分比/%	中分子可溶性 氮占总可溶性 氮百分比/%	低分子可溶性 氮占总可溶性 氮百分比/%	芦丁/ (mg/L)	总黄酮/ (mg/L)
对照(100% 大麦芽)	4.56	5.64	0.012 4	1.69	266	1.181 5	9.21	26.88	63.91	0	16
40%苦荞+ 60%大麦芽	2.28	5.67	0.014 1	2.26	183	0.916 0	17.19	10.93	71.88	611	650

注:为了使数据具有可比性,均归一化为 12 °P 麦汁浓度时的数据

2.3 啤酒中芦丁和总黄酮的检测

检测实验室条件下酿造的 2 种啤酒中芦丁和总黄酮的质量浓度(见图 9)。由图 9 可知,添加 40% 苦荞酿造的 10 °P 苦荞啤酒中,芦丁和总黄酮的质量浓度均大幅提高。随着后酵降温,啤酒发酵液中逐渐有芦丁结晶析出,最终使得苦荞麦汁中约 40% 的芦丁随着发酵进入苦荞啤酒中,10 °P 苦荞啤酒中芦丁总量达 220 mg/L,约为对照组的 52 倍;总黄酮的质量浓度为 363 mg/L,约为对照组的 10 倍。与优化前的工艺酿造的苦荞啤酒相比,芦丁的质量浓度从 0.2 mg/L 增加到 220 mg/L。研究表明,芦丁的分子结构,决定了其具有清除自由基,抗氧化的功效^[17],据报道具有明显药理作用的芦丁摄入量为 180~350 mg/d^[18]。因此,富含芦丁的苦荞啤酒是一种较好的摄入芦丁的饮品。

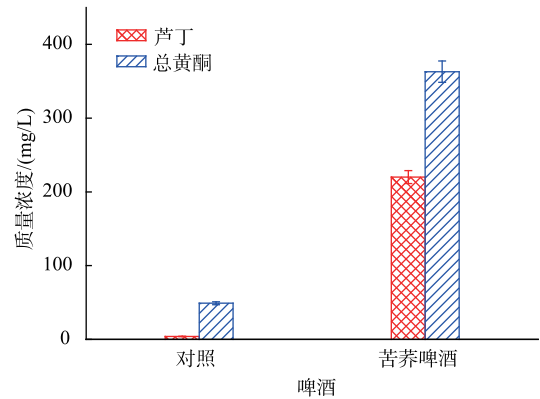


图 9 啤酒中芦丁和总黄酮的含量

Fig. 9 Contents of rutin and flavonoids in beers

参考文献:

[1] WANG Q,OGURA T,WANG L. Research and development of new products from bitter-buckwheat [J]. **Current Advances in Buckwheat Research**, 1995, 1: 873-879.
[2] 张燕莉. 苦荞啤酒浸麦、糖化工艺优化及酿造过程活性成分变化研究[D]. 合肥:安徽农业大学, 2013.

3 结 语

苦荞中含有的高活性的芦丁降解酶在糖化过程中能够专一性地降解芦丁,导致麦汁中芦丁含量降低。采用 HPLC 对苦荞麦汁中的芦丁进行定量检测,研究芦丁降解酶的热稳定性,最终确定糖化过程中芦丁降解酶的灭酶工艺,苦荞的投料方式由 45 °C 共同投料调整为 90 °C 在糊化锅进行投料,在糊化的同时,将芦丁降解酶完全灭活。确定酿造苦荞啤酒的最优糖化工艺:糊化锅苦荞投料温度 90 °C,苦荞添加量 40%,料水比 1:6,耐高温 α-淀粉酶添加量 8 U/g,保温 10 min;糖化锅大麦麦芽投料温度 45 °C,料水比 1:4,中性蛋白酶添加量 0.01%,保温 30 min 后,并醪,进行后续糖化程序。通过对苦荞啤酒生产工艺的优化,使得 12 °P 麦汁中芦丁的质量浓度从 15 mg/L 增加到 611 mg/L,增加约 41 倍,其他麦汁常规理化指标与大麦麦芽麦汁差异不大,且实验室酿造的 10 °P 苦荞啤酒中芦丁质量浓度由 0.2 mg/L 上升到 220 mg/L。苦荞啤酒中的芦丁及总黄酮的质量浓度大幅提高,能够提高苦荞啤酒的抗氧化性,下一步需要在这方面进行深入分析。

- [3] ARENDT E K. Cereal grains for the food and beverage industries [M]. 1st Edition. England: Woodhead Publishing, 2013: 369-408.
- [4] WAN Ping, ZHANG Yu, ZHAO Gang, et al. Optimization of main fermentation technology for buckwheat dry rice wine by response surface method[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2015, 11(34): 1785-1191. (in Chinese)
- [5] 安守强. 栽培环境对荞麦黄酮含量的影响[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2007.
- [6] MA Rong, PANG Guangchang. Role of rutin in modern civilization diseases [J]. **Food Science**, 2013, 34, (7): 307-311. (in Chinese)
- [7] LUE B M. Antioxidant properties of modified rutin esters by DPPH, reducing power, iron chelation and human low density lipoprotein assays[J]. **Food Chemistry**, 2010, 123: 221-230.
- [8] 顾继娟. 苦荞籽粒芦丁降解酶的纯化与其酶学性质研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2010.
- [9] LI D. A process for preventing enzymatic degradation of rutin in tartary buckwheat (*fagopyrum tataricum* gaertn) flour[J]. **Food Sci Biotechnol**, 2008, 17(1): 118-122.
- [10] WANG Gailing, ZHOU Le, LIANG Ran, et al. Effect of different extraction conditions on rutin hydrolysis of *fagopyrum tataricum* seeds[J]. **Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica**, 2005, 25(5): 1035-1038. (in Chinese)
- [11] XU Baocai, DING Xiaolin. The quantitative methods of flavonoids in buckwheat (*fagopyrum tataricum*) [J]. **Journal of Wuxi University of Light Industry**, 2003, 22(2): 98-101. (in Chinese)
- [12] HUANG Haiyan, XU Deping. Effect of different extraction conditions on rutin of tartary buckwheat flour [J]. **Food and Fermentation Industries**, 2007, 34(6): 172-175. (in Chinese)
- [13] XU Baocai, DING Xiaolin. Study on extracting flavonoids from tartary buckwheat shell [J]. **Science and technology of Food Industry**, 2002, 23(8): 40-43. (in Chinese)
- [14] 管敦仪. 啤酒工业手册(中册)[M]. 北京: 轻工业出版社, 1982.
- [15] HAN Dan, WANG Xiaodan, ZHAO Changxin, et al. Study on malt production and beer fermentation process of tartary buckwheat[J]. **Food and Machinery**, 2010, 26(1): 125-128. (in Chinese)
- [16] 顾国贤. 酿造酒工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996.
- [17] WANG Qiao, ZOU Yang, ZHONG Geng, et al. Study on the antioxidant activities of polyphenol monomer [J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2011, 32(1): 137-145. (in Chinese)
- [18] SCHILCHER H, PATZ B, SCHIMMEL K C. Klinische studie miteinem phytopharmakon zur behandlung von mikrozkirkulationsstorungen[J]. **Arztezeitschrift fur Naturheilverfahren**, 1990, 31: 819-826.

会 议 消 息

2018 年食品安全与环境工程国际研讨会 (FSEE 2018)

会议时间: 2018-11-30 至 2018-12-02

会议地点: 广东广州

主办单位: 广东食品药品职业学院 广东省国际学术交流研究院

联系人: 徐老师 电话: +8618819373035

Email: FSEE@gdaiae.org 官方网址: <http://www.gdaiae.org/FSEE2018>

会议简介: 2018 年食品安全与环境工程国际研讨会 (FSEE2018) 将于 2018 年 11 月 30 日-12 月 20 日在中国广州隆重举行, 由广东食品药品职业学院与广东省国际学术交流研究院联合主办。本次论坛旨在为从事食品安全与环境工程研究的专家学者、工程技术人员、技术研发人员提供一个共享科研成果和前沿技术, 了解学术发展趋势, 拓宽研究思路, 加强学术研究和探讨, 促进学术成果产业化合作的平台。

本届大会将继续遵循学术性、国际性的原则, 特邀国内外食品安全与环境工程领域内的学者专家前来参会, 并做出精彩的报告。本次大会旨在为行业内专家和学者分享技术进步和业务经验, 聚焦食品安全与环境工程学术领域的前沿研究, 提供一个交流的平台。