

黑木耳提取液流变学性质研究

王 鹏, 郭 丽, 周凤超, 王广慧, 李 杨, 宋相周

(绥化学院 食品与制药工程学院, 黑龙江 绥化 152061)

摘 要:以不同等级黑木耳为原料,采用热水浸提法制备黑木耳提取液,测定了黑木耳多糖提取液多糖含量,并研究了温度、多糖浓度、pH 值和金属离子对黑木耳提取液流变学的影响。结果表明:在 95℃、pH 6,加热时间为 90 min 的条件下,一级黑木耳提取液提取多糖含量最高,为 70.30%。在 pH 6~7 时,黑木耳提取液多糖含量较高;金属离子 Fe^{2+} 可提高黑木耳提取液黏度, K^+ 可降低黑木耳提取液黏度。

关键词:黑木耳;多糖;黏度

中图分类号:S 646.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)24-0146-04

我国是世界上主要的黑木耳生产国,年产黑木耳量占世界总产量的 90%以上,黑木耳(*Auricularia auricula*)属担子菌亚门层菌纲木耳目木耳科木耳属,又名细木耳、川耳、云耳。黑木耳富含蛋白质、多种氨基酸和活性多糖,含有色素和钙铁等微量元素。黑木耳子实体多糖具有降血脂、防治动脉硬化、高血压和眼底出血、增强免疫和抗肿瘤等多种生理作用,因此,近年来黑木耳药用食用量日益增多^[1-4]。

黑木耳的提取大多是将黑木耳子实体用热水浸提,黑木耳提取液在食品加工中的应用主要取决于其黏度,其流变特性是多糖类胶质物质应用于食品加工过程中极为重要的问题。该试验采用热水浸提法制备黑木耳提取液,研究温度、多糖浓度、pH 值和金属离子对黑木耳提取液黏度的影响,以期了解黑木耳提取液流变性能及变化规律,该流变学参数可作为食品工程物理特性的重要参数,也可用于黑木耳加工工程设计、生产工艺和产品质量的控制。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为黑龙江省绥化市产林科 916 黑木耳;葡萄糖、硫酸、苯酚、 FeCl_3 、 CaCl_2 、 KCl 、 NaCl 、 BaCl_2 、 FeCl_2 、 MgCl_2 等均为分析纯。

仪器与设备:ESJ205-4 型高速万能粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司);DK-98-1 型电热恒温水浴锅(天津市泰斯特仪器有限公司);JB90-D 型强力电动搅拌机(上海标本模型厂);101-2A 型电热鼓风干燥箱(天津市

泰斯特仪器有限公司);752 型紫外分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司);DV2 型粘度计(美国博力飞 Brookfield 公司);XB120A 分析天平(瑞士普利塞斯公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 黑木耳感官鉴别 按照 GB/T 6192-2008^[5] 黑木耳感官检验,测定形态大小、耳片厚度、杂质,观察色泽,辨别气味,对黑木耳原料进行分类。

1.2.2 黑木耳多糖提取液制备及检测 选取不同等级黑木耳,粉碎至 60 目,以料液比 1:50 配制提取液,在 pH 4、5、6、7、8 条件下,于 75、85、95℃ 分别提取 3、2、2 h,每 30 min 取样 1 次,测定其粗多糖含量。选择上述试验中提取多糖的最佳参数进行黑木耳提取液流变学性质研究。

1.2.3 不同条件下对黑木耳提取液流变学性质的研究

温度对黑木耳提取液流变性质的影响:取相同体积多糖含量为 4%、8%、12%、16%、20% 的黑木耳提取液,经 95℃ 处理后,将其冷却,测定冷却过程中不同温度下各提取液的黏度行为曲线,分析温度对黑木耳提取液流变性质的影响。浓度对黑木耳提取液流变性质的影响:配制成不同多糖含量(4%、8%、12%、16%、20%)的黑木耳溶液,经不同温度(20、40、60、80、100℃)处理,将其冷却至室温,测定不同浓度下黑木耳提取液的流变行为。pH 值对黑木耳提取液流变性质的影响:配制 pH 4~8 的多糖含量为 12% 的黑木耳提取液,分别置于烧杯中静置 12 h,直至溶液的 pH 值稳定,然后于 25℃ 测定不同 pH 值对黑木耳提取液的流变性质的影响。进一步细化 pH 值,取 pH 6.0、6.4 测定处理不同时间下黑木耳提取液的黏度变化。金属离子对黑木耳提取液的流变性质的影响:配制多糖含量为 12% 的黑木耳提取液,分别加入 FeCl_3 、 CaCl_2 、 KCl 、 NaCl 、 BaCl_2 、 FeCl_2 、 MgCl_2 。取相同体

第一作者简介:王鹏(1981-),男,黑龙江牡丹江人,硕士,副教授,研究方向为食品工程。E-mail:ljdrq@sina.com。

基金项目:黑龙江省教育厅科学技术研究资助项目(12533076)。

收稿日期:2013-09-09

积的黑木耳提取液于烧杯中,在 95℃ 加热,取出后在室温下测其黏度;配制含有不同浓度金属离子 Fe^{2+} 和 K^{+} 的黑木耳提取液,在 95℃ 加热,15 min 取出 1 次,共 4 次,取出后在室温下测其黏度。

1.3 项目测定

采用 GB/T 15672-2009 进行黑木耳提取液总糖含量的测定^[6]。使用 DV2 型粘度计测定黑木耳提取液的黏度变化。

2 结果与分析

2.1 黑木耳提取液多糖的测定

2.1.1 75℃ 不同 pH 值、不同提取时间黑木耳提取液多糖含量的变化 由图 1 可知,提取 60 min 时,一级黑木耳提取液多糖含量呈先升高后降低趋势,在 pH 值 6、7 条件下多糖含量较高;在 90~180 min 提取时间下一级黑木耳提取液多糖含量呈逐渐上升趋势,在 pH 6~8 时多糖含量较高。一级黑木耳在 pH 8、加热 120 min 时,总糖含量达到最高,为 80.47%。但此提取液感官状态差,不适合做产品。由图 2 可知,三级黑木耳提取液多糖含量在 pH 6~8 时较高,在 pH 5 时较低;随着提取时间的延长,多糖含量呈先下降后缓慢上升的趋势。其中在 pH 7、加热时间为 60 min 的条件下多糖含量最高,为 32.10%。

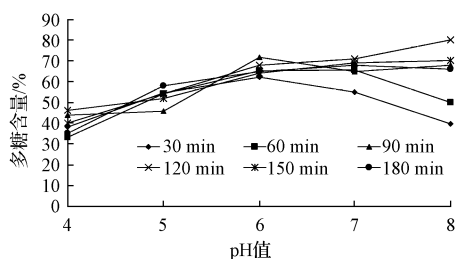


图 1 一级黑木耳液 75℃ 不同时间提取下多糖含量随 pH 值变化关系

Fig. 1 Polysaccharide content of the first-class black fungus extract treated with different pH at 75℃

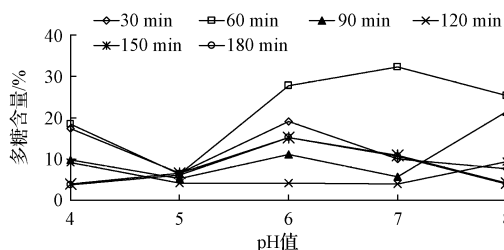


图 2 三级黑木耳液 75℃ 不同时间提取下多糖含量随 pH 值变化关系

Fig. 2 Polysaccharide content of the third-class black fungus extract treated with different pH at 75℃

2.1.2 85℃ 不同 pH、不同提取时间黑木耳提取液多糖含量的变化 经试验操作表明,在较高温度下提取 150 min 以上会造成提取液中水分蒸发损失,影响多糖含量,因

此在 85℃ 和 95℃ 提取时选择提取时间为 0~120 min。由图 3 可知,在不同提取时间下一级黑木耳提取液多糖含量呈先上升后下降趋势。其中在 pH 6、加热时间为 90 min 的条件下多糖含量最高,为 53.29%。由图 4 可知,三级黑木耳提取液多糖含量总体呈先上升后略微下降趋势。其中 pH 8、加热时间为 60 min 的条件下多糖含量达到最高,为 33.96%。

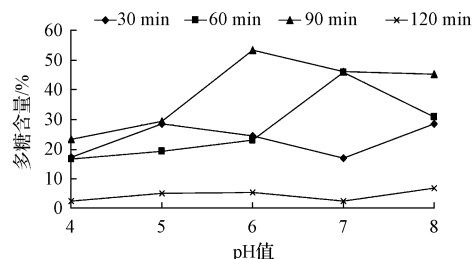


图 3 一级黑木耳液 85℃ 不同时间提取下多糖含量随 pH 值变化关系

Fig. 3 Polysaccharide content of the first-class black fungus extract treated with different pH at 85℃

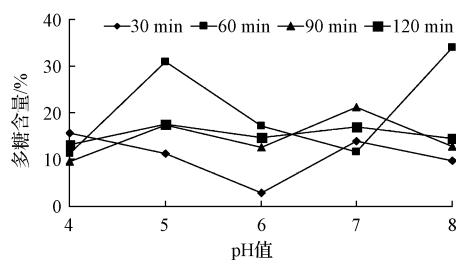


图 4 三级黑木耳液 85℃ 不同时间提取下多糖含量随 pH 变化关系

Fig. 4 Polysaccharide content of the third-class black fungus extract treated with different pH at 85℃

2.1.3 95℃ 不同 pH、不同提取时间黑木耳提取液多糖含量的变化 由图 5 可知,一级黑木耳提取液多糖含量总体呈先上升后下降趋势。在 pH 6、加热 90 min 时多糖含量最高,为 70.30%。由图 6 可知,三级黑木耳提取液多糖含量呈逐渐上升趋势。在 pH 值 6、加热时间为 120 min 的条件下多糖含量达到最高点,为 18.93%。

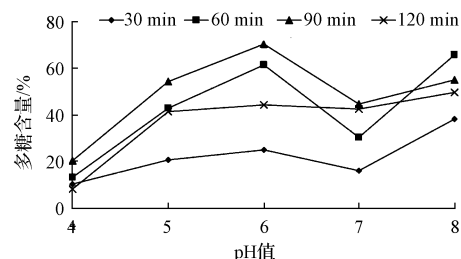


图 5 一级黑木耳液 95℃ 不同时间提取下多糖含量随 pH 值变化关系

Fig. 5 Polysaccharide content of the first-class black fungus extract treated with different pH at 95℃

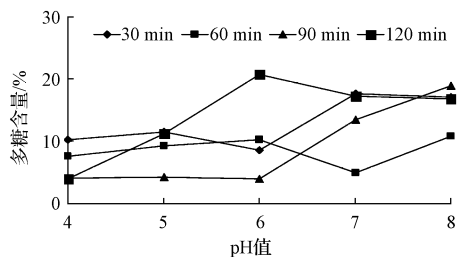


图6 三级黑木耳液 95℃不同时间提取下多糖含量随 pH 变化关系

Fig. 6 Polysaccharide content of the third-class black fungus extract treated with different pH at 95℃

由图1~6可知,在95℃、pH 6,加热时间为90 min的条件下,一级黑木耳提取液提取多糖含量最高,为70.30%。故选择该条件下黑木耳提取液进行流变学性质研究。

2.2 黑木耳提取液流变学性质研究

2.2.1 温度对黑木耳提取液黏度的影响 由图7可知,5种不同浓度的黑木耳提取液的黏度均随温度的降低呈上升趋势,且浓度越高黏度越大。由此可以说明黑木耳提取液的流变性质随温度变化的规律是温度越低黏度越大;而且在室温下多糖浓度为20%时黏度最大,为76 Pa·s。分析原因为升温过程中分子热运动加快,分子间距离扩大,从而使分子间的黏滞阻力降低,表现为多糖溶液黏度下降。纵伟等^[7]研究温度对红枣多糖黏度特性的影响发现,随着温度升高,多糖溶液的黏度呈下降趋势,其研究结果与该试验一致。其原因是热力作用破坏了多糖分子侧链间的氢键和离子键,使多糖的多聚体结构变成低聚体,多糖聚合度的下降导致了黏度的下降。

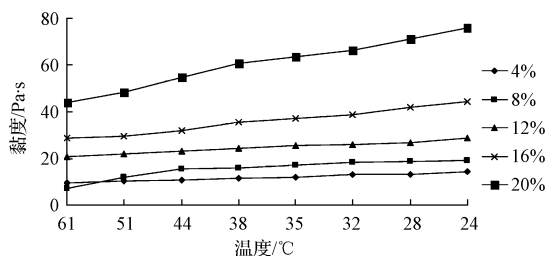


图7 温度对一级黑木耳提取液黏度的影响

Fig. 7 Effect of temperature on the viscosity of the first-class black fungus extract

2.2.2 浓度对黑木耳提取液黏度的影响 由图8可知,一级黑木耳提取液黏度随浓度增大呈上升趋势,可见黑木耳提取液浓度越高,黏度越大。在黑木耳提取液浓度小于12%时黏度增加缓慢,在12%~20%随浓度增加黏度上升幅度较大。梁建忠等^[8]研究大豆多糖溶液黏度的结果表明,多糖溶液的黏度随着多糖溶液浓度的增加而增加,在浓度小于15%时,随着浓度的增加,其黏度增加缓慢;当浓度大于20%时,其黏度随着浓度的增加而快速上升,这与该试验的研究相近。分析多糖溶液浓度

的增加引起黏度增大的原因可能是浓度增加造成水溶性多糖大分子的相互缠结,分子间的摩擦力也在增大,而且这些溶液在20℃都不发生胶凝作用。

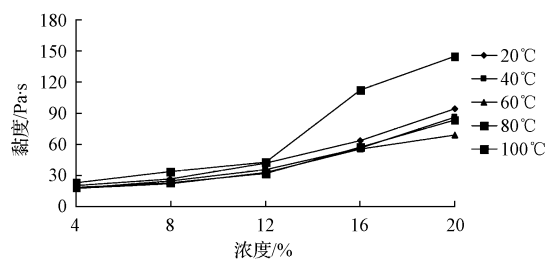


图8 浓度对一级黑木耳提取液黏度的影响

Fig. 8 Effect of concentration on the viscosity of the first-class fungus extract

2.2.3 pH值对黑木耳提取液黏度的影响 由图9可知,一级黑木耳提取液黏度在pH 4~7时呈现先上升后下降趋势,在pH 8时黏度又出现增加,但在pH 6.0时多糖含量达到最高。在pH 6.0、6.4条件下研究提取液黏度变化(图9右上小图),随提取时间延长黏度逐渐增加,pH 6.4的黏度整体趋势均大于pH 6.0。在较低pH值下黏度变小的原因可能是过量的酸根离子起到静电屏蔽作用削弱了分子间的静电引力,而使单个高分子无规则线团紧缩,流体力学体积减少的结果使黑木耳多糖的黏度下降。

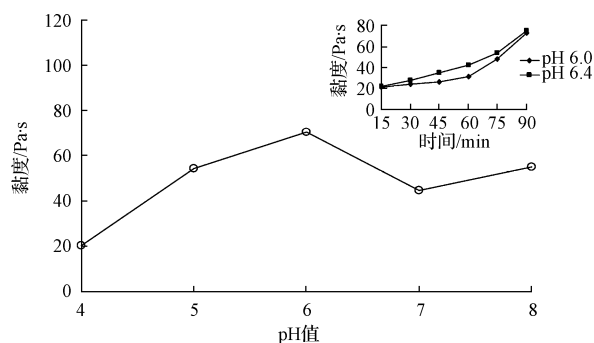


图9 pH值对一级黑木耳提取液黏度的影响

Fig. 9 Effect of pH on the viscosity of the first-class black fungus extract

2.2.4 部分无机盐对黑木耳提取液黏度的影响 由图10可知,加入不同金属离子的黑木耳提取液的黏度均呈

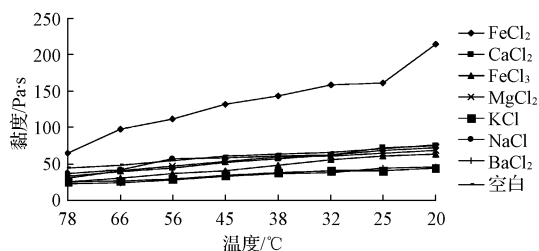


图10 部分无机盐对一级黑木耳提取液黏度的影响

Fig. 10 Effect of some inorganic salt on the viscosity of the first-class black fungus extract

上升趋势,其中添加 Fe^{2+} 对黑木耳提取液的黏度影响较大且黏度最大;其余金属离子与空白相比,均低于空白黑木耳提取液的黏度,其中添加 K^+ 对黑木耳提取液的黏度影响较大且黏度最小。分析金属离子加入到黑木耳提取液中可能会改变提取液的电荷特性,导致提取液多糖分子之间的相互作用加强或者减弱,从而使黏度增大或者减小^[9-10]。

配制不同浓度 Fe^{2+} 和 K^+ 加入黑木耳提取液,在 95°C 下加热,每隔 15 min 取出 1 次研究其黏度变化。如图 11 所示,随着 Fe^{2+} 浓度的不断增加,黑木耳提取液黏度整体都呈上升趋势,可见金属离子 Fe^{2+} 加入可起到显著的增稠效应,其增稠效果与离子浓度呈正相关。

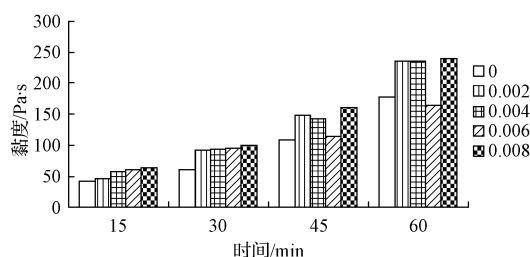


图 11 Fe^{2+} 对一级黑木耳提取液黏度的影响

Fig. 11 Effect of Fe^{2+} on the viscosity of the first-class black fungus extract

由图 12 可知,随着 K^+ 浓度的不断增加,黑木耳提取液黏度下降幅度增大,可见随着 K^+ 浓度的增加,导致分子链净电荷间的作用力减弱,降低了黑木耳多糖分子间的缔合度,从而使溶液的黏度下降^[8]。

3 结论

采用热水浸提法制备黑木耳提取液,在 95°C 、加热时间 90 min、pH 6 的条件下,黑木耳提取液多糖含量最高,最高值为 70.30%。温度、多糖浓度、pH 值和金属离子均会影响黑木耳提取液流变学性质。黑木耳提取液随温度升高,黏度变小;黑木耳提取液多糖含量越高,黏

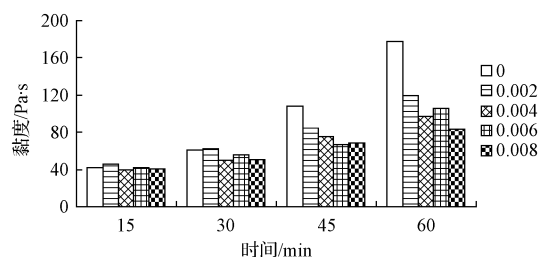


图 12 K^+ 对一级黑木耳提取液黏度的影响

Fig. 12 Effect of K^+ on the viscosity of the first-class black fungus extract

度越大;pH 值 6.4 黑木耳提取液黏度最大;金属离子 Fe^{2+} 加入可起到显著的增稠效应,其增稠效果与离子浓度呈正相关。 K^+ 的浓度变化与黑木耳提取液的黏度变化幅度成反比。

参考文献

- [1] 杨海龙,活泼,肖彩霞,等.药用真菌深层发酵技术[M].北京:化学工业出版社,2009:197-200.
- [2] Harki E, Talou T, Dargent R. Purification, characterization and analysis of melanin extracted from *Tuber melanosporum* Vitt[J]. Food Chemistry, 1997, 58(1/2): 69-73.
- [3] 郭平,卢家炯,林海霞.黑木耳多糖功效与提取方法[J].中国林副特产, 2006, 85(6): 72-74.
- [4] 安东,李新胜,王朝川,等.黑木耳营养保健功能[J].中国果菜, 2012(3): 51-55.
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 6192-2008 黑木耳[S]. 北京:中国标准出版社, 2008.
- [6] 中华人民共和国农业部. NY/T 1676-2008 食用菌中粗多糖含量的测定[S]. 北京:中国标准出版社, 2008.
- [7] 纵伟,王会晓,石勇,等.红枣多糖黏度特性的研究[J].食品研究与开发, 2011, 36(2): 70.
- [8] 梁建忠,顾苒,高红亮,等.大豆水溶性多糖的黏度性质及其应用研究[J].华北农学报, 2007(22): 143-145.
- [9] 高春燕,卢跃红,田呈瑞.枸杞多糖流变学特性研究[J].食品科学, 2009, 30(21): 28-31.
- [10] 涂国云,王正武,顾瑾.假酸浆子胶溶液的流变特征[J].林产化学与工业, 2008, 28(2): 38-42.

Study on Rheological Properties of Black Fungus Extract

WANG Peng, GUO Li, ZHOU Feng-chao, WANG Guang-hui, LI Yang, SONG Xiang-zhou

(Department of Biotechnology and Food Engineering, Suihua University, Suihua, Heilongjiang 152061)

Abstract: With different levels of black fungus as materials, its extract was made by hot water extraction method. The polysaccharide content of black fungus was determined, and the effect of temperature, polysaccharide concentration, pH and metal ions on viscosity were studied. The results showed that the black fungus extract polysaccharide content was the highest with 70.30% at pH 6 by heating at 95°C for 90 min. The black fungus extract polysaccharide content was higher at pH 6~7. The viscosity of black fungus extract increased by Fe^{2+} , while it reduced by K^+ .

Key words: black fungus; polysaccharides; viscosity