

亚麻籽酶解脱胶工艺研究

宋喜霞¹, 张莉莉², 陈 晶¹, 康庆华¹, 吴广文¹, 姜卫东¹, 袁红梅¹

(1. 黑龙江省农业科学院 经济作物研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院 浆果研究所, 黑龙江 绥化 152200)

摘要:为探索亚麻籽最优脱胶工艺参数, 采用果胶酶对亚麻籽进行脱胶, 以亚麻籽脱胶率为衡量指标。在单因素试验的基础上, 通过正交分析得出在不同的工艺条件下, 果胶酶对亚麻籽进行脱胶效果的影响。结果表明: 酶解温度 34 ℃、酶解时间 3 h、加酶量 1 500 U·g⁻¹、pH 为 7 时, 脱胶率最高, 为 93.3%。

关键词:亚麻籽; 果胶酶; 脱胶率; 工艺条件

中图分类号:TS221 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)12-0067-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.12.0067

亚麻籽是一种产于我国西北和东北寒冷高原地区的特色油料, 富含油脂和 α -亚麻酸、亚麻木酚素、亚麻籽胶、亚麻籽膳食纤维等多种生物活性功能成分。这些活性成分具有明显的保健作用和药理活性, 现代医学研究证明亚麻籽具有调节血脂血糖、抗癌、抗过敏、抗衰老、改善记忆和皮肤屏障功能等诸多生理活性和药理活性, 是一种具有综合加工开发利用价值和应用潜力的天然功能性食品原料。然而, 亚麻籽与其它种子不同, 在亚麻籽表层含有一层亚麻胶, 占种籽总质量的 10% 左右, 它具有很强的吸水性, 吸水后黏结成一团, 影响后续加工效果, 并且胶体会阻碍人体对其营养的消化吸收, 因此亚麻籽脱胶是亚麻籽深加工的一道重要工序。

本试验采用果胶酶对亚麻籽进行脱胶, 以亚麻籽脱胶率为衡量指标。在单因素试验的基础上, 通过正交分析得出在不同的工艺条件下, 果胶酶对亚麻籽进行脱胶效果的影响, 研究不同工艺条件对亚麻籽脱胶率的影响, 并找出最优的脱胶工艺参数, 为后续的亚麻籽加工提供相应工艺参数和一定理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试亚麻种子为黑亚 22 种子, 由黑龙江省农

业科学院经济作物研究所提供。试剂为果胶酶(酶活力 10 000 U·mL⁻¹)。

主要仪器设备有: 双层玻璃反应釜(上海申生科技有限公司); IKA RV-05 BASIC 旋转蒸发器(广州仪科实验室技术有限公司); pH 计(梅特勒-托利多上海仪器有限公司); 分析天平(赛多利斯科学仪器北京有限公司); SHB-III 循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司); LGJ-22 型冷冻干燥机(长沙湘仪离心机仪器有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 单因素及正交试验设计 对酶解温度、酶解时间、加酶量、pH 进行单因素分析, 然后根据单因素试验结果, 进行正交试验, 确定最佳的脱胶工艺条件。利用果胶酶对亚麻种子进行脱胶处理: 酶解温度分别设定为 30、32、34、36、38 ℃, 酶解时间为 2.5、3.0、3.5、4.0、4.5 h, 加酶量为 500、1 000、1 500、2 000、2 500 U·g⁻¹, pH 为 6、7、8、9、10。

1.2.2 原料亚麻籽的含胶量测定 称取一定质量的亚麻籽(记为 m_1), 以料液比 1 g:20 mL 的比例, 100 ℃ 蒸煮 60 min, 绢布过滤(400 目), 过滤出的亚麻籽再同上操作, 重复 4 次, 所得过滤液混合, 真空浓缩, 70% 的乙醇溶液进行沉淀, 重复 3 次, 用无水乙醇洗涤 2 次, 直至无沉淀析出。所得沉淀物 60 ℃ 条件下烘干 1 h, 再在 105 ℃ 条件下烘干至恒重, 冷却, 称重(记为 m_2)。

亚麻籽的含胶量 = 干燥至恒重的胶体质量 m_2 / 亚麻籽质量 $m_1 \times 100\%$

1.2.3 脱胶率测定方法 不同条件下处理的亚麻籽经绢布(400 目)过滤后得到的过滤液, 真空浓缩, 方法同上得干物质质量 M 。

收稿日期: 2017-10-13

基金项目: 哈尔滨市科技局创新人才资助项目(2015 RAQYJ051); 农业部东北亚麻科学观测实验站资助项目; 国家麻类改良中心亚麻分中心资助项目; 国家麻类产业技术体系亚麻育种岗位专家资助项目(CARS-16-E04)

第一作者简介: 宋喜霞(1979-), 女, 吉林省白山市人, 硕士, 助理研究员, 从事亚麻育种、病害防治研究。E-mail: jjzwyjs@163.com。

通讯作者: 吴广文(1964-), 男, 黑龙江省哈尔滨市人, 硕士, 研究员, 从事麻类育种研究。E-mail: wuguangwenflax@163.com。

脱胶率=干物质质量 M / (亚麻籽含胶量×亚麻籽质量)×100%

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 酶解温度对亚麻种子脱胶率的影响 在酶解时间 3.5 h、加酶量 1 500 U·g⁻¹、pH 为 8 的条件下,酶解温度分别为 30、32、34、36、38 ℃,脱胶率随着温度的上升呈现先增加后减小的趋势(见图 1)。

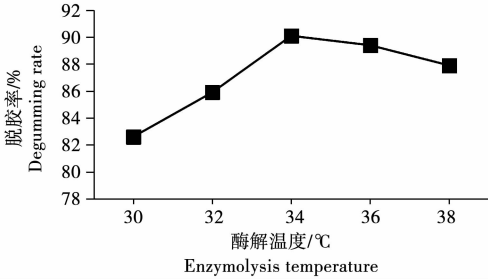


图 1 酶解温度对亚麻种子脱胶率的影响

Fig. 1 Effects of enzymolysis temperature on degumming rate of flax seeds

2.1.2 酶解时间对亚麻种子脱胶率的影响 在酶解温度 34 ℃、加酶量 1 500 U·g⁻¹、pH 为 8 的条件下,酶解时间分别为 2.5、3.0、3.5、4.0、4.5 h。可见,脱胶率随着酶解时间的增长而呈现先增加后减小的趋势(见图 2)。

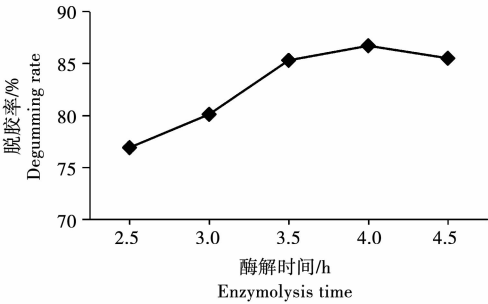


图 2 酶解时间对亚麻种子脱胶率的影响

Fig. 2 Effects of enzymolysis time on degumming rate of flax seeds

2.1.3 加酶量对亚麻种子脱胶率的影响 在酶解时间 3.5 h,酶解温度 34 ℃,pH 为 8 的条件下,加酶量分别为 500、1 000、1 500、2 000、2 500 U·g⁻¹。可见,脱胶率随着酶解浓度的增高而呈现先增加后减小的趋势(见图 3)。

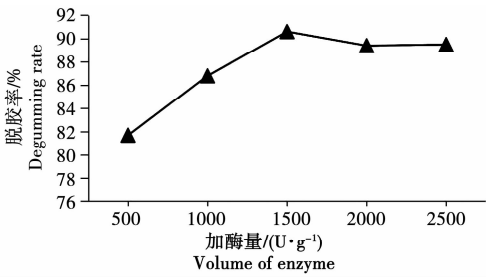


图 3 加酶量对亚麻种子脱胶率的影响

Fig. 3 Effects of amount of enzyme on degumming rate of flax seeds

2.1.4 pH 对亚麻种子脱胶率的影响 在酶解时间 3.5 h,酶解温度 34 ℃,加酶量为 1 500 U·g⁻¹的条件下,pH 分别为 6、7、8、9、10。可见,脱胶率随着酶解浓度的增高而呈现先增加后减小的趋势(见图 4)。

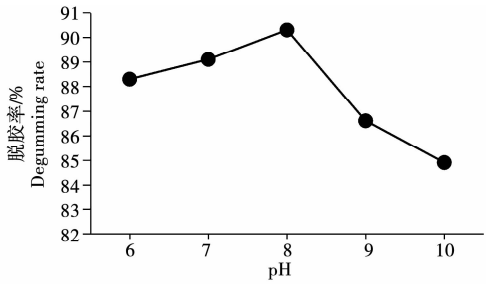


图 4 pH 对亚麻种子脱胶率的影响

Fig. 4 Effects of pH on degumming rate of flax seeds

2.2 正交试验优化结果

在单因素试验基础上,选取酶解温度、酶解时间、加酶量、pH 这 4 个因素及其对应的 3 个较优水平(见表 1),采用 L₉(3⁴)正交试验对脱胶率的工艺条件进行优化。试验结果见表 2,由表 2 可知,4 因素对脱胶率的影响大小为 A>C>B>D,比较 4 个因素不同水平下的组合,发现理论最优方案为 A₂B₁C₂D₁,即酶解温度为 34 ℃、酶解时间为 3 h、加酶量为 1 500 U·g⁻¹、pH 为 7。

表 1 L₉(3⁴)正交试验因素水平

Table 1 L₉(3⁴)factor and levels of orthogonal test

水平 Level	A 酶解温度/℃ Enzymolysis temperature	B 酶解时间/h Enzymolysis time	C 加酶量/ (U·g ⁻¹) Amount of enzyme	D pH
1	32	3.0	1000	7
2	34	3.5	1500	8
3	36	4.0	2000	9

由于正交试验中并没有最优组合,因此还需进行验证试验确认最优组合的脱胶率,对最优组合和正交试验最大值 A₁B₃C₃D₃组进行比较。验证结果显示最优组合的脱胶率为 93.3%,大于正交试验最大值组,符合试验结果。因此可以确定脱胶率最优条件为 A₂B₁C₂D₁,即酶解温度 34 ℃、

酶解时间 3 h、加酶量 1 500 U·g⁻¹、pH 为 7。

表 2 脱胶率正交优化结果与极差分析
Table 2 Orthogonal optimization results and difference analysis of degumming rate of flaxseed

组别 Treatments	A	B	C	D	脱胶率/% Degumming rate
1	1	1	1	1	75.7
2	1	2	2	2	83.9
3	1	3	3	3	92.2
4	2	1	2	3	85.5
5	2	2	3	1	88.6
6	2	3	1	2	89.2
7	3	1	3	2	88.2
8	3	2	1	3	90.5
9	3	3	2	1	88.7
k ₁	79.810	81.304	75.886	79.503	
k ₂	86.341	75.623	85.653	63.581	
k ₃	81.563	69.115	70.920	70.339	
R	60.841	50.489	55.162	48.124	

3 结论

本试验采用果胶酶对亚麻籽进行脱胶,以亚麻籽脱胶率为衡量指标。在单因素试验的基础上,通过正交分析得出在不同的工艺条件下,果胶酶对亚麻籽进行脱胶效果的影响,通过正交试验进一步优化脱胶工艺。结果表明,在酶解温度 34 ℃、酶解时间 3 h、加酶量 1 500 U·g⁻¹、pH 为 7 时,脱胶率最高,为 93.3%。说明采用果胶酶对亚麻籽进行脱胶效果显著。为后续的亚麻籽生产和应用提供了一定的理论依据。

Study on Degumming Process of Flaxseed by Enzymatic Hydrolysis

SONG Xi-xia¹, ZHANG Li-li², CHEN Jing¹, KANG Qing-hua¹, WU Guang-wen¹, JIANG Wei-dong¹, YUAN Hong-mei¹
(1. Institute of Industrial Crops of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Institute of Berries, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suiling, Heilongjiang 152200)

Abstract: In order to explore the optimal degumming process parameters of flaxseed, pectinase was used to degummy flax seed, and the degumming rate of flaxseed was a measure. On the basis of single factor experiment, orthogonal analysis in different process conditions, effect of pectinase on degumming of flax seed was analyzed. The results showed that the hydrolysis temperature of 34 ℃, the hydrolysis time was 3 h, the amount of enzyme was 1 500 U·g⁻¹, the pH was 7, the highest rate of degumming, the degumming rate was 93.3%.

Keywords: flaxseed; pectinase; degumming rate; process conditions

参考文献:

[1] 陈海华. 亚麻籽的营养成分及开发利用[J]. 中国油脂, 2004(29)6:72-75.

[2] 林凤英,林志光,邱国亮,等. 亚麻籽的功能成分及应用研究进展[J]. 食品工业,2014,35(2):220-223.

[3] Pay En T J. Prom oting better health with flaxseed in bread[J]. Cereal Foods World,2000,45(3):102-104.

[4] 鹿保鑫,杨健,刘婷婷. 亚麻胶提取工艺的研究[J]. 黑龙江农业科学,2007(3):95-97.

[5] Dai Q, Fran Keaa, Jin F, et al. U rinary excretion of phytoestrogens and risk of breast cancer among Chinese women in shanghai[J]. Cancer Epidem iology, Biom Arkers and Prevention,2002,11(9): 815-821.

[6] 邓乾春,黄凤洪,黄庆德,等. 亚麻籽油软胶囊缓解视疲劳作用[J]. 食品研究与开发,2011,32(1): 118-122.

[7] 邱财生,郭媛,龙松,等. 华亚麻籽的营养及开发研究进展[J]. 食品研究与开发,2014,35(17): 122-126.

[8] Sainvitu P, Nott K, Richard G, et al. Structure, properties and obtention routes of flaxseed lignan secoisolaricresinol: a review[J]. Biotechnologie, Agronomie, Societe et Environnement,2012,16(1):115-124.

[9] Sugasini D, Lokesh B R. Uptake of α-linolenic acid and its conversion to long chain omega-3 fatty acids in rats fed microemulsions of linseed oil [J]. Lipids, 2012, 47 (12): 1155-1167.

[10] Poudyal H, Panchal S K, Ward L C, et al. Effects of ALA, EPA and DHA in high-carbohydrate, high-fat diet-induced metabolic syndrome in rats[J]. The Journal of Nutritional Biochemistry, 2013, 24(6):1041-1052.

[11] Thakur G, Mitra A, Pal K, et al. Effect of flaxseed gum on reduction of blood glucose and cholesterol in type 2 diabetic patients[J]. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2009, 60 (S6): 126-136.

[12] 赵利,党占海,李毅,等. 亚麻籽的保健功能及开发利用[J]. 中国油脂,2006,31(3):71-74.

(该文作者还有吴建忠,单位同第一作者)