

整棉仁轧坯萃取制备高蛋白棉粕的工艺研究

王如南^{1,2}, 朱丹丹^{1,2}, 田令善¹, 张亚辉¹, 韩文杰¹

(1. 晨光生物科技集团股份有限公司, 河北 邯郸 057250; 2. 邯郸市棉籽综合开发工程技术研究中心, 河北 邯郸 057250)

摘要:以整棉仁为原料, 利用油脂浸出工艺, 进行破碎、软化、轧坯和萃取得到高蛋白的棉粕。通过单因素实验考察了整棉仁 16 目筛透过率、软化时间、正己烷萃取次数和正己烷萃取料液比对棉粕质量的影响。结果表明: 整棉仁破碎至 16 目筛透过率 10% ~ 20%, 在 90 °C 条件下软化 60 min, 进行溶剂的多次萃取, 可得到粗蛋白含量为 60% ~ 62% 的棉粕。

关键词:整棉仁; 高含量蛋白; 棉粕; 棉籽加工

中图分类号: TS229; TS225.1 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2020)01-0073-03

Preparation of cottonseed meal with high protein content by flaking and extraction of whole cotton kernel

WANG Runan^{1,2}, ZHU Dandan^{1,2}, TIAN Lingshan¹, ZHANG Yahui¹, HAN Wenjie¹

(1. Chenguang Biotech Group Co., Ltd., Handan 057250, Hebei, China; 2. Handan City Cottonseed Comprehensive Development Engineering Technology Research Center, Handan 057250, Hebei, China)

Abstract: Using oil leaching process, cottonseed meal with high protein content was obtained by breaking, softening, flaking and extraction with whole cottonseed kernel as raw material. The effects of 16 meshes screen transmittance of cottonseed kernel, softening time, extraction times and solid-liquid ratio of *n*-hexane extraction on quality of cottonseed meal were investigated by single factor experiment. The results showed that the whole cottonseed kernel was pulverized that 10% - 20% cottonseed kernel could go through 16 meshes screen, softened at 90 °C for 60 min, and then extracted for multiple times, and the cottonseed meal with 60% - 62% crude protein content was obtained.

Key words: whole cottonseed kernel; high protein content; cotton meal; cottonseed processing

棉籽蛋白是一种营养价值高、品质优良的植物蛋白, 在食品行业有着广泛的应用^[1]。棉粕中蛋白质含量的高低不仅影响其在饲料中的添加量, 同时也影响棉粕的利用价值^[2]。

樊文端等^[3]通过提高仁壳筛分的效果以及加强对棉籽加工过程中各个关键点的控制, 可得到粗蛋白含量 60% ~ 62% 的棉粕。童惠英等^[4]选择膨化浸出生产工艺, 以棉籽为原料, 经过清理、剥壳、仁壳分离、软化、轧坯、调质、膨化、冷却、浸出、蒸脱、研磨、筛分过程, 最后得到蛋白质含量 50% ~ 53% 的

棉粕。

棉壳中的蛋白质含量很低, 蛋白质主要集中在棉仁中。棉籽剥壳后, 仁中含壳量的多少是影响棉粕蛋白质含量高低的主要因素^[5], 棉仁中棉壳的含量偏高, 增加了棉粕中粗纤维的含量, 直接降低了棉粕中蛋白质的含量, 同时也影响浸出棉籽油的质量^[6]。为提高棉粕蛋白质含量, 生产过程中降低棉仁中含壳量是关键, 目前已有破碎度小、仁中含壳量低的剥壳设备, 类似于徐安平^[7]报道的刀板式剥壳机, 可得到较为完整的棉仁。经过生产线筛分工艺筛分后得到含壳率在 2% 左右的棉仁, 可满足高蛋白含量的生产原料要求。

当棉仁较完整时, 仁壳分离效果好, 棉仁中含壳量较少, 提高了对后续工艺控制的要求。针对原料情况, 本文选取整棉仁为原料, 利用现有棉籽浸出工

收稿日期: 2019-05-08; 修回日期: 2019-08-26

作者简介: 王如南(1992), 女, 助理工程师, 主要从事油料资源综合利用方面的研究工作 (E-mail) wangrunan18@126.com。

通信作者: 田令善, 工程师 (E-mail) 290185240@qq.com。

艺以及生产线可调控的工艺条件,进行破碎、软化、轧坯和萃取,通过改变棉仁破碎程度、软化时间、正己烷萃取时间和次数等反应条件,分析比较确定最佳工艺参数,旨在为生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

整棉仁(16目筛透过率3.55%,含壳率2%左右)、生产线脱脂棉粕(脱脂浸出器出料)、正己烷、甲醇,晨光生物科技集团股份有限公司提供。

16目标准筛,30目标准筛,电热鼓风干燥箱,轧坯机,液相色谱质谱联用仪,UV1101紫外可见分光光度计,旋转蒸发器,循环水式真空泵,FW-80粉碎机,凯氏定氮仪,喷淋柱(自制)。

1.2 实验方法

1.2.1 整棉仁轧坯萃取制备高蛋白含量棉粕

取一定量整棉仁,破碎、调棉仁水分至13%,置于自封袋中,将自封袋置于90℃的烘箱内一定时间后取出。取出后物料经过轧坯机轧坯后,形成棉坯(坯片厚度0.3~0.4mm)。使用正己烷按一定料液比对棉坯萃取一定次数,每次淋液一定时间进行脱脂,使用90%甲醇按照料液比1:1萃取5次,每次淋液15min进行脱酚,萃取后湿粕在130℃下烘干50min。

1.2.2 棉粕质量指标的测定

参照GB/T 6432—2018测定粗蛋白含量;参照GB/T 6433—2006测定残油;参照GB 13086—1991测定游离棉酚含量;参照GB/T 19541—2004测定氢氧化钾溶解度。

2 结果与讨论

2.1 脱脂后棉坯的韧度

整棉仁是否适用于生产线生产,首要考虑轧坯后粉末度变化对浸出器淋液效果的影响,主要是对脱酚效果是否产生影响。分别取整棉仁萃取实验脱脂棉粕与生产线脱脂棉粕(脱脂浸出器出料)于容器内搅拌一定时间,晾干,测粉末度,结果如表1所示。

表1 脱脂后棉坯的韧度

物料	搅拌时间/min	16目筛透过率/%	30目筛透过率/%
生产线脱脂棉粕	0	26.22	10.07
	2	31.16	11.25
	5	35.46	14.05
整棉仁实验脱脂棉粕	0	11.66	4.59
	2	22.35	8.80
	5	28.69	10.92

由表1可知,借助相同外力搅拌物料,生产线脱脂棉粕比整棉仁实验脱脂棉粕的坯片小,即整棉仁实验得到的坯片较大(粉末度低),韧度较差。但因整棉仁实验脱脂棉粕粉末度低,搅拌后的物料粉末度仍比生产线脱脂棉粕的低,表明整棉仁萃取后物料可满足生产条件,不影响脱酚过程。

2.2 整棉仁破碎程度的影响

调整整棉仁破碎程度分别为16目筛透过率3.55%、10.89%、21.44%、33.77%,其他条件(棉仁水分13%,软化温度90℃,软化时间30min,轧坯后坯片厚度0.3~0.4mm,按照料液比1:2添加正己烷,萃取7次,每次淋液15min,脱脂后按照料液比1:1添加90%的甲醇,萃取5次,每次淋液15min,溶剂萃取后湿粕在130℃烘干50min)不变,进行实验,结果如表2所示。

表2 棉仁破碎程度对棉粕质量的影响

16目筛透过率/%	粗蛋白/%	残油/%	游离棉酚/(mg/kg)	氢氧化钾溶解度/%
3.55	59.98	3.00	717.00	76.67
10.89	59.42	2.42	653.00	77.16
21.44	58.65	1.24	590.00	79.40
33.71	62.50	0.96	494.00	46.47

由表2可知,随着物料破碎程度不断增加,物料脱脂、脱酚效果也越好。当整棉仁破碎至16目筛透过率为33.71%时,棉粕残油和游离棉酚降低最明显,但此时氢氧化钾溶解度也最低。这是因为物料颗粒粒径减小导致物料表面积和孔隙率大幅度增加,物料与萃取溶剂接触面积增加,交换速率增加,物料中残油量及棉酚含量降低^[8]。但在此脱酚过程中,甲醇溶液则会逐渐渗入到蛋白质基团的内部,甲醇的亲水性羟基导致蛋白质基团变性,从而降低了脱酚后物料氢氧化钾溶解度^[9]。

结合表1和表2可得出,若要满足生产条件,对整棉仁破碎程度有一定的限制,综合考虑当整棉仁破碎至16目筛透过率10%~20%时,有利于生产线生产,且棉粕质量指标较为稳定。

2.3 棉仁软化时间的影响

调整整棉仁软化时间分别为30、60、90min,其他条件(软化温度90℃,整棉仁粉末度为16目筛透过率2%~4%,棉仁水分13%,轧坯后坯片厚度0.3~0.4mm,按照料液比1:2添加正己烷,萃取7次,每次淋液15min,脱脂后按照料液比1:1添加90%的甲醇,萃取5次,每次淋液15min,溶剂萃取后湿粕在130℃烘干50min)不变,进行实验,结果如表3所示。

表3 棉仁软化时间对棉粕质量的影响

软化时间/min	粗蛋白/%	残油/%	游离棉酚/(mg/kg)	氢氧化钾溶解度/%
30	59.98	3.00	717.00	76.67
60	59.79	1.73	408.00	78.02
90	61.38	1.54	546.00	78.13

由表3可知,当软化时间在30~60 min内,随着棉仁软化时间的延长,物料萃取效果越好。分析认为,随着软化时间的延长,棉仁细胞壁破坏程度较大,经过轧坯、溶剂萃取,物料残油降低,棉酚脱除效果较好。当软化时间超过60 min后,物料软化效果基本变化不大。因此,认为物料软化时间为60 min时效果最佳。

2.4 棉仁轧坯后萃取条件的影响

2.4.1 正己烷萃取次数的影响

总萃取时间一定的条件下,调节整棉仁萃取过程中正己烷萃取次数分别为7、9、11次,其他条件(整棉仁粉末度为16目筛透过率2%~4%,棉仁水分13%,软化温度90℃,软化时间30 min,轧坯后坯片厚度0.3~0.4 mm,按照料液比1:2添加正己烷萃取,总萃取时间105 min,脱脂后按照料液比1:1添加90%的甲醇,萃取5次,每次淋液15 min,溶剂萃取后湿粕在130℃烘干50 min)不变,进行实验,结果如表4所示。

表4 正己烷萃取次数对棉粕质量的影响

萃取次数	粗蛋白/%	残油/%	游离棉酚/(mg/kg)	氢氧化钾溶解度/%
7	59.98	3.00	717.00	76.67
9	58.87	1.63	388.00	70.75
11	60.70	1.16	651.00	77.04

由表4可知,在正己烷总萃取时间一定的条件下,随着萃取次数的增加,棉粕残油明显降低。结果表明,缩短单次萃取时间,增加萃取次数有利于降低棉粕残油。

2.4.2 正己烷萃取料液比的影响

调整整棉仁萃取过程中正己烷萃取料液比分别为1:2、1:3、1:4,其他条件(整棉仁粉末度为16目筛透过率2%~4%,棉仁水分13%,软化温度90℃,软化时间30 min,轧坯后坯片厚度0.3~0.4 mm,添加正己烷萃取7次,每次淋液15 min,脱脂后按照料液比1:1添加90%的甲醇,萃取5次,每次淋液15 min,溶剂萃取后湿粕在130℃烘干50 min)不变,进行实验,结果如表5所示。

由表5可知,当正己烷萃取料液比增加时,物料

萃取过程中总溶剂量增加,棉粕残油明显降低,粗蛋白含量升高。结果表明,增加正己烷萃取料液比有利于降低棉粕残油。

表5 正己烷萃取料液比的影响

萃取料液比	粗蛋白/%	残油/%	游离棉酚/(mg/kg)	氢氧化钾溶解度/%
1:2	59.49	0.96	479	77.1
1:3	59.86	0.70	500	74.6
1:4	61.01	0.62	518	78.8

2.5 验证实验

根据单因素实验结果可知,以整棉仁为原料得到的棉粕蛋白质含量较高。在整棉仁破碎至16目筛透过率12%、软化时间60 min、正己烷萃取次数9次、正己烷萃取料液比1:3条件下进行验证实验,棉粕的粗蛋白含量为61.31%。因此,整棉仁破碎至16目筛透过率10%~20%,在90℃条件下软化60 min,进行溶剂的多次萃取,可得到粗蛋白含量为60%~62%的棉粕。

3 结论

将整棉仁轧坯萃取工艺运用于生产中,整棉仁中含壳量在2%左右,可保证高蛋白含量棉粕的稳定生产。得出最佳工艺条件为:整棉仁破碎至16目筛透过率10%~20%,在90℃条件下软化60 min,进行溶剂的多次萃取,可得到粗蛋白含量为60%~62%的棉粕。

参考文献:

- [1] 王品,何明,黄帮裕,等.棉籽蛋白的研究进展[J].广州化工,2012,40(15):22-23,26.
- [2] 刘玉刚.对影响棉粕蛋白含量因素的探讨[J].中国油脂,2007,32(9):17-18.
- [3] 樊文端,韩文杰,张军,等.高蛋白含量棉粕的生产工艺探讨[J].中国油脂,2018,43(5):52-53.
- [4] 童惠英,秦健,许姣皎,等.高蛋白棉粕的制取工艺设计及实践[J].粮食与食品工业,2016,23(4):42-44.
- [5] 周人楷,张文龙,童惠英,等.棉籽加工中棉粕蛋白质含量和棉籽油色泽的控制[J].中国油脂,2017,42(5):149-151.
- [6] 邵会,陈云霞,崔平永,等.棉籽加工过程中仁壳分离工艺的研究[J].中国油脂,2013,38(9):95-97.
- [7] 徐安平.完善棉籽剥壳及仁壳分离工艺条件[J].中国油脂,2001,26(1):57-59.
- [8] 朱丹丹,田令善,张亚辉,等.超微粉碎萃取技术与湿法粉碎萃取技术在棉籽蛋白加工中的应用探索[J].中国油脂,2019,44(3):58-60,64.
- [9] 邵会,韩文杰,韩建峰,等.影响低温棉籽蛋白KOH蛋白质溶解度因素的研究[J].中国油脂,2016,41(5):30-33.