

利用模糊数学评定杏仁油提取方法的研究

虎义平¹, 张清安², 钟盛华^{1*}

(1. 江西农业大学 理学院, 江西 南昌 330045; 2. 陕西师范大学 食品工程系, 陕西 西安 710062)

摘要: 分别用索氏提取法、超声波辅助提取法从杏仁中提取杏仁油。首先从石油醚、正己烷、乙酸乙酯中3种溶剂选择出较好的提取溶剂, 然后对不同的超声波温度、时间、料液比等提取条件提取杏仁油设计正交试验, 测定其理化指标, 对每个理化指标评判得分, 最后对杏仁油进行综合模糊评定。结果表明: 不同的温度、时间、料液比对提取率及油的理化指标均有不同程度的影响, 推荐最佳工艺为: 以正己烷作为提取溶剂, 超声波温度为40℃, 处理时间30 min, 料液比为1:6。

关键词: 杏仁油; 超声波; 模糊评定

中图分类号: TS225.1⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2008)11-0113-03

杏仁油是营养价值丰富的木本油性种子油, 很早就被食用。一般采用压榨法或溶剂萃取法提取, 含蛋白质25%, 粗脂肪50%左右, 含有大量不饱和脂肪酸, 以油酸和亚油酸为主, 占脂肪酸总量的90%以上, 还含维生素E 658 mg/kg^[1,2]。杏仁油具有抗衰老、防动脉硬化和心血管疾病的香味和天然润肤性, 能迅速吸入皮肤等特点, 大量用于化妆品。杏仁油在-10℃保持澄清, 在-20℃下不凝结, 可作精密仪器的润滑油、医用药油、高级涂料等^[3,4]。由于植物油的化学成分比较复杂, 在不同提取工艺条件下部分理化指标易发生变化^[5]。

模糊数学是现代数学中的新理论, 能很好处理模糊问题, 已经应用于模糊控制、模糊识别、模糊聚类分析、模糊决策、模糊评判、系统理论、信息检索、医学、生物学等各个方面^[6~8]。

目前, 陈锦屏等^[9]仅以杏仁油的提取率为指标, 评定最佳工艺。本研究用索氏提取法、超声波辅助提取法提取杏仁油, 通过测定其提取率和提取的杏仁油酸价、碘价、过氧化值、折光指数、色泽指数等理化指标, 用模糊数学评定, 探讨选择杏仁油提取的最佳工艺条件。

1 材料和方法

1.1 材料

扁杏仁: 陕西榆林产。

1.2 仪器设备和试剂

VIS-7220 可见分光光度计: 上海瑞利分析仪器有限公司; 阿贝氏折射仪: 上海精密科学仪器有限公司; 石油醚、乙醚、三氯甲烷、乙酸乙酯、无水乙醇、正己烷、冰乙酸等均为分析纯。

1.3 方法

1.3.1 索氏提取法 称取一定量的粉碎的杏仁放入滤纸筒, 然后将滤纸筒放入脂肪提取器的抽提筒内, 连接已干燥至恒量的接收瓶, 从抽提器冷凝管上端分别加入正己烷、石油醚、乙酸乙酯3种溶剂至瓶内容积的2/3处, 在适宜的温度下使溶剂不断回流, 一般提取6~12 h。取下接收瓶回收溶剂, 待接收瓶内溶剂剩下1~2 mL时在水浴上蒸干, 再于95~105℃干燥2 min, 放干燥器内冷却0.5 min后称量。

1.3.2 超声波辅助提取法 称取一定量的粉碎杏仁放入圆底烧瓶中, 按正交试验设定的料液比例加入所用溶剂。然后将烧瓶置于超声波发生器中, 向超声波发生器加水, 使水的液面高于烧瓶中溶剂液面。设定超声的温度和时间, 进行超声波处理。处理结束后, 用真空泵抽滤, 滤液用旋转蒸发仪回收溶剂。滤渣放入(105±1)℃鼓风干燥箱内烘30 s, 待冷却后称量。按下式计算杏仁油的提取率。

提取率(脂肪) = 提取物重量(g) ÷ 样品重量(g) × 100%

1.4 杏仁油理化指标测定

酸价、碘价、过氧化值和折光指数等的测定参见

收稿日期: 2008-06-20

基金项目: 江西省自然科学基金资助项目(0420053)

作者简介: 虎义平(1983-), 男, 宁夏彭阳人, 在读硕士研究生, 研究方向: 生物分离与提取。

通讯作者: 钟盛华(1960-), 男, 江西宁都人, 副教授, 主要从事分离化学、生物分离与提取研究。

GB5530—85.

色泽指数测定^[10]:样品在 25 ~ 30 ℃, 分别以波长 460 nm, 550 nm, 620 nm 和 670 nm 用分光光度计测定吸光度。

色泽指数 = 1.29A₄₆₀ + 69.7A₅₅₀ + 41.2A₆₂₀ - 56.4A₆₇₀

1.5 杏仁油品质的模糊综合评价

对不同条件下提取杏仁油, 以提取率和产品为理化指标; 酸价、碘价、过氧化值、折光指数、色泽指数, 用模糊数学综合分析评定其品质, 以选择最佳工艺条件。根据每个指标对杏仁油品质影响大小, 确定各指标在综合评定中所占的权重是: 提取率 0.50、过氧化值 0.15、酸价 0.15、折光指数 0.05、色泽指数 0.05、碘价 0.10。这些指标中酸价、过氧化值、折光指数越小油的品质越好, 用 $(1 - Z/W) \times 100$ 计算, 再乘它们各自的权重得到本指标在试验中的得分(Z 为每个试验中该指标所测的数据; W 为一个正交试验中每个指标测的数据之和); 因为提取率、碘价、色泽指数越大油的品质就越好, 用 $Z \div W \times 100$ 计算, 再乘它们各自的权重得到该指标在试验中的得分。

2 结果与分析

2.1 不同溶剂对索氏提取法提取杏仁油的影响

用正己烷、石油醚、乙酸乙酯 3 种溶剂进行索氏提取法提取杏仁油。它们的提取率和产品理化指标及经模糊数学评定结果见表 1。由表 1 可以看出,

石油醚提取杏仁油的模糊综合评定分最高(46.9), 正己烷次之。石油醚、正己烷是常用溶剂, 石油醚的沸点低, 毒性小, 价格也较低, 本试验以石油醚和正己烷作溶剂提取杏仁油。

表 1 索氏提取法提取杏仁油的提取率及产品理化指标

溶剂	提取率 (%)	酸价	碘价	过氧化值	折光指数	色泽指数	总评
石油醚	59.00	0.780	101.0	0.017	1.450	1.204	46.9
正己烷	55.75	0.899	103.8	0.022	1.459	1.389	44.4
乙酸乙酯	55.00	2.520	105.2	0.008	1.463	1.748	43.2

2.2 不同因素对超声波辅助提取杏仁油的影响

考察多因素综合效应, 对超声波温度、时间、料液比、溶剂等不同因素进行正交试验, 观察它们对提取杏仁油的提取率及产品理化指标的影响。

2.2.1 用石油醚溶剂提取杏仁油 以石油醚提取杏仁油的正交试验及模糊评定结果见表 2。对表 2 中的总评数据进行方差分析, 结果表明, 超声波温度对提取杏仁油有显著的影响; 处理时间、料液比对超声波提取杏仁油的影响不显著, 其影响大小为: 温度大于提取时间和料液比。

2.2.2 用正己烷溶剂提取杏仁油 正己烷提取杏仁油正交试验及结果见表 3。从表 3 可以看出, 处理 6 总评得分较高, 对表 3 中的总评数据进行方差分析, 结果表明, 该试验中各种因素对超声波提取杏仁油的影响不显著。

表 2 用石油醚溶剂超声波辅助提取杏仁油

处理序号	温度 (℃)	料液比	时间 (min)	空列	提取率 (%)	酸价	碘价	过氧化值	折光指数	色泽指数	总评
1	1(30)	1(1 : 4)	1(30)	1	29.75	0.557	95.7	0.988	1.4620	0.5449	37.3
2	1	2(1 : 6)	2(40)	2	42.75	0.423	103.8	1.172	1.4536	0.9357	39.0
3	1	3(1 : 8)	3(50)	3	39.00	1.060	104.7	0.806	1.4605	1.8273	38.8
4	2(40)	1	2	3	30.25	0.478	98.1	0.554	1.4666	2.3735	39.1
5	2	2	3	2	41.25	1.242	101.4	1.014	1.4552	0.9207	37.8
6	2	3	1	1	33.75	0.344	105.9	1.162	1.4581	1.7604	38.6
7	3(50)	1	3	2	33.50	1.112	100.6	0.627	1.4636	0.3332	37.4
8	3	2	1	3	34.50	1.108	95.0	0.602	1.4575	2.2250	38.4
9	3	3	2	1	31.25	0.911	94.2	1.012	1.4670	2.8671	37.5
X	115.1	113.8	114.3	112.6							
XI	115.5	115.2	115.6	115.0							
XII	113.9	114.9	114.0	116.3							
K1	38.4	37.9	38.1	37.5							
K2	38.5	38.4	38.5	38.3							
K3	37.8	38.3	38.0	38.8							
R	0.7	0.5	0.5	1.3							

表 3 用正己烷溶剂超声波辅助提取杏仁油

处理序号	温度 (℃)	料液比	时间 (min)	空列	提取率 (%)	酸价	碘价	过氧化值	折光指数	色泽指数	总评
1	1(30)	1(1 : 4)	1(30)	1	31. 50	1. 258	80. 69	0. 408	1. 4629	3. 8287	37. 4
2	1	2(1 : 5)	2(40)	2	26. 75	0. 919	89. 67	0. 378	1. 4684	3. 2484	37. 6
3	1	3(1 : 6)	3(50)	3	32. 75	0. 792	83. 46	0. 354	1. 4662	3. 5329	38. 8
4	2(40)	1	2	3	33. 00	0. 879	79. 68	0. 381	1. 4471	1. 0759	37. 9
5	2	2	3	1	24. 00	0. 933	79. 40	0. 391	1. 4610	4. 1023	36. 9
6	2	3	1	2	42. 75	0. 614	56. 97	0. 227	1. 4250	2. 9761	41. 0
7	3(50)	1	3	2	37. 00	0. 526	73. 36	0. 333	1. 4512	1. 7153	39. 6
8	3	2	1	3	30. 00	0. 850	87. 44	0. 346	1. 4600	2. 0670	38. 0
9	3	3	2	1	34. 75	1. 019	99. 88	0. 627	1. 4630	1. 9699	37. 2
X	113. 8	114. 9	116. 4	112. 5							
XI	115. 8	112. 5	112. 7	118. 2							
XII	114. 8	117. 0	115. 3	114. 7							
K1	37. 9	38. 3	38. 8	37. 2							
K2	38. 6	37. 5	37. 6	39. 4							
K3	38. 3	39. 0	38. 4	38. 2							
R	0. 7	1. 5	1. 2	2. 2							

从表 2、表 3 中找出的最大总评为 41.0, 它是模糊评定结果最高的。其对应的提取杏仁油工艺也就是最佳的。因此, 最佳工艺条件为: 提取溶剂正己烷, 超声温度为 40℃, 料液比为 1 : 6, 处理时间为 30 min。

3 结论与讨论

1)以石油醚为提取剂, 其碘价、过氧化值比以正己烷为提取剂的大, 色泽指数较小, 指标酸价、折光指数相当。表明不同提取溶剂对杏仁油提取的理化指标有一定的影响。石油醚索氏提取杏仁油提取率为 59.00%, 正己烷索氏提取杏仁油提取率为 55.75%, 乙酸乙酯索氏提取杏仁油提取率为 55.00%, 并综合其他因素, 认为石油醚、正己烷是较好的提取溶剂。

2)杏仁油的化学成分比较复杂, 在温度、料液比、超声波等不同提取工艺条件下, 部分理化指标会发生变化, 所以油脂提取的最佳工艺, 不能仅以提取率来确定, 应以综合指标评定。本研究利用模糊数学, 以杏仁油的提取率、酸价、碘价、过氧化值、折光指数、色泽指数为选择最佳工艺的评定指标, 比仅以杏仁油的提取率为评定指标更合理。不过, 各项评定指标所占权重可以进一步优化调整。本试验结果表明, 杏仁油提取的推荐工艺为: 以正己烷为提取溶剂, 超声温度为 40℃, 料液比为 1 : 6, 处理时间为 30 min。

参考文献:

[1] 李淑芳, 郝利平, 殷晓鹏, 等. 酶法提取杏仁油工艺的优化研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2003(2): 40—41.

[2] Shengmin Sang, Hiroe Kikuzaku, Karen Lapsley, *et al.* Sphingo lipid and other constituents from almond nuts (*Prunus amygdalus* Batsch)[J]. J Agric Food Chem, 2002, 50: 4709—4712.

[3] 李强, 陈锦屏, 崔国庭, 等. 杏仁油的提取及精炼[J]. 粮食与食品工业, 2006, 13(1): 7—11.

[4] 桑雅清. 苦杏仁及其混淆品的鉴别[J]. 中国药业, 2007 16(4): 61—62.

[5] 万忠民, 郑刚, 张红萍. 微波辐射下植物油脂酸值的变化[J]. 中国油脂, 2003(2): 37—39.

[6] 曹冬梅, 王淑娟, 王静. 模糊数学在豆浆感官评定中的应用[J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 35(1): 39—41.

[7] 姜军, 宋保维, 潘光, 等. 基于集对分析的模糊综合评判[J]. 西北工业大学学报, 2007, 25(3): 421—424.

[8] 刘利华, 强西怀, 罗晓民, 等. 模糊评判在皮革及其制品质量评定中的应用[J]. 中国皮革, 2005, 34(7): 43—46.

[9] 陈锦屏, 李强, 李紫颖, 等. 小白杏杏仁油超声波强化提取与脂肪酸组成分析[J]. 粮食油脂, 2005(6): 20—22.

[10] Suzanne Niellen S. 食品分析[M]. 2 版. 杨严峻, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2002.