

江香薷挥发油提取率与提取时间的动力学关系

李景恩, 聂少平*, 邵灯寅, 李昌, 谢明勇

(南昌大学 食品科学与技术国家重点实验室, 江西 南昌 330047)

摘要: 采用 $L_9(3^4)$ 正交试验法, 以料液比、浸泡时间和提取时间为考察因素, 研究得出江香薷挥发油最佳提取工艺条件: 料液比 1:15 g/mL, 浸泡时间 0.5 h, 提取时间 6 h, 提取率为 0.934%。在此条件下, 采用适当的数学模型对提取过程中试验数据进行拟合, 得到挥发油提取率与提取时间的动力学关系式 $\ln(V_0-V) = -0.758 1t + 0.830 8$, $K=0.758 1$, $A=0.830 8$ ($R^2=0.988 4$)。正交试验表明, 提取时间对挥发油的提取率具有显著影响。该动力学方程与挥发油的实际提取过程相似, 可有效反映挥发油提取率与提取时间之间的关系。

关键词: 江香薷; 挥发油; 提取; 正交设计; 动力学

中图分类号: TS 201.2 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2014)03—0308—07

Dynamic Relationship Between Extraction Yield And Extraction Time of Essential Oil from *Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru

LI Jingen, NIE Shaoping*, SHAO Dengyin, LI Chang, XIE Mingyong

(State Key Laboratory of Food Science and Technology, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

Abstract: Using an orthogonal design, this study was carried out to optimize the extraction conditions to extract essential oil from *Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru. The optimum extraction conditions were determined as material to liquid ratio 1:15(g/mL), soaking time 0.5 h and extraction time 6 h, with an extraction yield was 0.934%. After applying an appropriate mathematical model to fit the experimental data during the extraction process under the optimum extraction conditions, the kinetic equation between extraction yield and extraction time could be expressed as $\ln(V_0-V) = -0.758 1t + 0.830 8$, $K=0.758 1$, $A=0.830 8$ ($R^2=0.988 4$). Orthogonal experimental results showed that the extraction time had a statistically significant impact on the extraction yield of essential oil. With successful simulation of the real extraction process, the kinetic equation could effectively reflect the relationship between the extraction yield and extraction time of essential oil from *Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru.

Keywords: *Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru, essential oil, extraction, orthogonal design, dynamics

收稿日期: 2013-06-25

基金项目: 江西省科技计划项目(20121BBF60040); 南昌大学食品科学与技术国家重点实验室青年骨干研究基金项目(SKLF-QN-201103)。

* 通信作者: 聂少平(1978—), 男, 江西丰城人, 工学博士, 教授, 主要从事天然产物分离提取的研究。

E-mail: spnie@ncu.edu.cn; nie68@sina.com

香薷为唇形科(Labiatae)芥苧属(*Mosla*)一年生草本植物。分布于江苏、浙江、福建、湖南、湖北、江西、贵州、广东、广西等地,喜生于山坡、旷野、路旁的干旱地。历史上江西就是香薷的主产区,亦即现时江香薷道地产区所在地。江香薷(*Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru)是香薷类栽培品种。它作为香薷的道地药材,开发价值更大。它有发汗解表、祛暑化湿、利水消肿之功效。中医主要用于恶寒发热、头痛无汗、腹痛吐泻、小便不利等症及暑湿感冒^[1]。近期研究表明,其有效成分为挥发油,具有解热、镇痛、镇静、免疫增强、抗菌及抗病毒作用^[2-8]。卫生部公布的《关于进一步规范保健食品原料管理的通知》中,既是食品又是药品的物品清单中就有香薷。香薷的挥发油不仅可药用,而且可以作为一种天然防腐剂或添香剂,应用于食品生产中^[9]。

关于挥发油的提取方法已见诸很多文献报道,除水蒸气蒸馏法外,还有有机溶剂提取法^[10-11]、微波萃取法^[12-13]和超临界 CO₂ 萃取法等^[14-15]。王立彬等^[16]通过水蒸气蒸馏法提取薄荷油,平均出油率达 1.649 mL/hg,达到薄荷枝叶理论含油量的 91.61%以上。关怀等^[17]比较研究了超临界 CO₂ 萃取法与水蒸气蒸馏法两种提取方法对温莪术挥发油中组分及莪术醇含量的影响,发现挥发油中莪术醇含量以水蒸气蒸馏法所得较高。水蒸气蒸馏法之所以作为一种最常用的挥发油提取方法,是由于其具有操作简单安全,效率高,成本低等优点。作用机理是水携带油,而水对人体无害,是环境友好的溶剂,使得水蒸气蒸馏法提取挥发油在生产中得到了广泛的应用^[18-19]。

目前,江香薷挥发油的提取优化大多是在实验室内进行。陈根顺^[20],罗光明^[21]和杨美艳^[6]等人均采用水蒸气蒸馏法结合正交实验设计或响应曲面法确定江香薷挥发油最佳提取工艺。然而,实验参数是否适用于大批量工业化生产,仍需要进一步验证。本课题研究中利用传统正交法得出水蒸气蒸馏法提取挥发油的最佳提取工艺条件,进一步根据物质传递理论^[22-23],在对挥发油提取过程机理提出合理假设的基础上,对过程动力学特征进行深入探讨,模拟建立江香薷挥发油提取过程理论数学模型,其结果可用于指导工程放大及生产过程中的优化控制,为生产扩大提供可靠的理论依据。

1 材料与方法

1.1 仪器与材料

江香薷,购自江西省樟树市,阴干粉碎后备用。AL-104 型电子天平,梅特勒-托利多仪器上海有限公司制造;N-1001 型旋转蒸发器,上海爱郎仪器有限公司制造;98-1-B 型电子调温电热套,天津市泰斯特仪器有限公司制造;HH-4 型数显恒温水浴锅,金坛市城西晓阳电子仪器有限公司制造。

1.2 实验方法

1.2.1 提取方法 精密称取江香薷粉末 100 g,置圆底烧瓶中,参照《中国药典》一部附录 XD^[24],加数粒玻璃珠防止暴沸,连接挥发油测定器与回流冷凝管,自冷凝管上端加水使得充满挥发油测定器的刻度部分并溢流入烧瓶时为止。将烧瓶置电热套中加热至微沸,控制不同实验时间,停止加热,放置片刻,开启下端活塞将水相缓缓放出,收集挥发油,以挥发油的提取率作为测定指标。

$$\text{挥发油提取率} = \frac{\text{江香薷挥发油质量}}{\text{江香薷原料质量}} \times 100\% \quad (1)$$

1.2.2 单因素分析

1) 浸泡时间:精密称取 100 g 样品,固定料液比为 1:20 g/mL,提取时间 4 h,浸泡时间分别为 0、0.5、1.0、2.0、3.0、5.0 h,按照 1.2.1 的提取方法提取一次,考察浸泡时间对挥发油提取率的影响。实验重复操作 3 次。

2) 料液比:精密称取 100 g 样品,固定提取时间 4 h,浸泡时间 0.5 h,选择料液比分别为 1:10、1:15、1:20、1:25、1:30 g/mL,按照 1.2.1 的提取方法提取一次,考察料液比对挥发油提取率的影响。实验重复操作 3 次。

3) 提取时间:精密称取 100 g 样品,固定料液比为 1:15 g/mL,浸泡时间为 0.5 h,选择提取时间 1、2、4、6、8、10 h,按照 1.2.1 的提取方法提取一次,考察提取时间对挥发油提取率的影响。实验重复操作 3 次。

1.2.3 正交试验优化江香薷挥发油的提取工艺条件 根据单因素实验结果,以挥发油提取率作为考察指标,浸泡时间、料液比和提取时间为 3 个变量因素,每个因素设定 3 个水平,选择 L₉3⁴ 正交表,实验设计见表 1。

表 1 因素水平设计表

Table 1 Design table of factors and levels

水平	A 浸泡时间/h	B 料液比/(g/mL)	C 提取时间/h
1	0	10	4
2	0.5	15	5
3	1.0	20	6

1.2.4 江香薷挥发油提取量与提取时间动力学关系

1) 江香薷挥发油总含量测定:称取江香薷药材 100 g,加水 1.5 L。按 1.2.1 中方法提取江香薷挥发油,蒸馏体系保持微沸状态,连续提取 10 h。以上操作平行进行 3 次,取平均值作为挥发油含量。

2) 提取率—提取时间动力学关系分析:称取江香薷药材 100 g,加水 1.5 L。按 1.2.1 中方法提取江香薷挥发油,蒸馏体系保持微沸状态,每隔一定时间记录挥发油提取率,提取 10 h。以上操作平行进行 3 次,取平均值作为挥发油含量。

2 结果与分析

2.1 单因素实验结果

2.1.1 浸泡时间对江香薷挥发油提取率的影响
在料液比为 1:20 g/mL,提取时间为 4 h 时,研究浸泡时间对江香薷挥发油提取率的影响(图 1)。

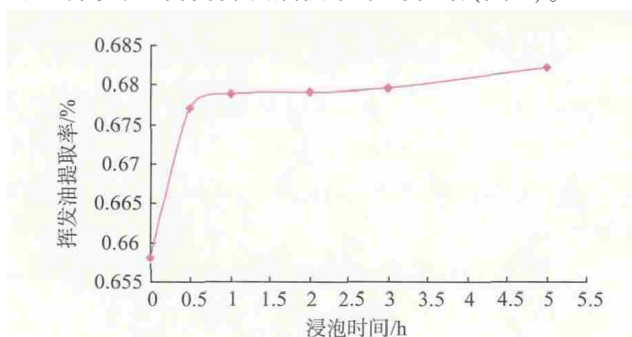


图 1 浸泡时间对江香薷挥发油提取率的影响(n=3)

Fig. 1 Effect of soak time on the extraction yield of essential oil from *Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru (n=3)

结果表明,浸泡时间为 0 h 时,挥发油提取率仅为 0.658%。但是浸泡时间超过 0.5 h 之后,随着浸泡时间的增加,挥发油提取率先增加后趋于稳定,不再显著升高。因此,为了提高提取效率,选择浸泡时间 0.5 h 作为优化条件。

2.1.2 料液比对江香薷挥发油提取率的影响
选择提取时间 4 h,浸泡时间 0.5 h,考察不同的料液比对江香薷挥发油提取率的影响(图 2)。

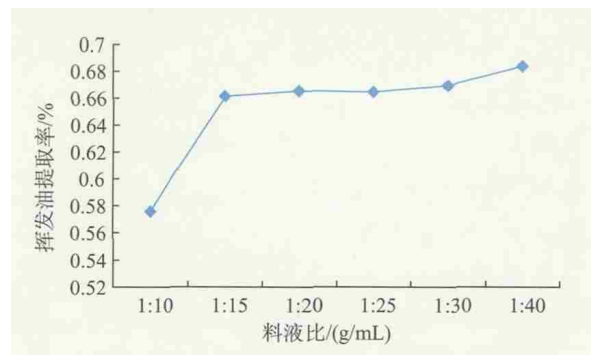


图 2 料液比对江香薷挥发油提取率的影响(n=3)

Fig. 2 Effect of material-liquid ratio on the extraction yield of essential oil from *Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru (n=3)

结果表明,料液比为 1:15 g/mL 时,挥发油提取率较料液比 1:10 g/mL 时有显著增加,挥发油提取率达到 0.664%。之后随着料液比的增加,挥发油提取率呈缓慢上升趋势,从能源节约的角度考虑,选择 1:15 g/mL 作为料液比。

2.1.3 浸泡时间对江香薷挥发油提取率的影响
固定料液比 1:15 g/mL,浸泡时间 0.5 h,研究提取时间对江香薷挥发油提取率的影响(图 3)。

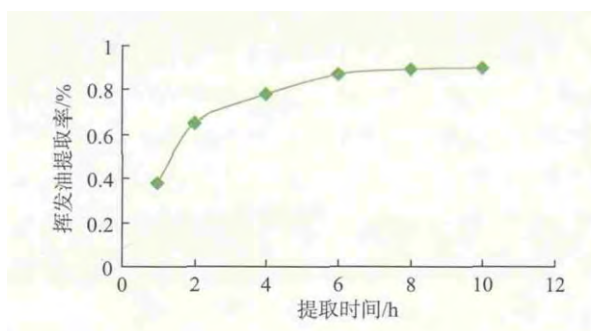


图 3 提取时间对江香薷挥发油提取率的影响(n=3)

Fig. 3 Effect of extraction time on the extraction yield of essential oil from *Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru (n=3)

结果显示,提取时间为 6 h 时,挥发油提取率基本达到最大值。此后随着提取时间的增加,挥发油提取率趋于稳定值,因此选择 6 h 作为提取时间。

2.2 正交试验结果

正交试验影响因素及水平,直观分析结果及方差分析分别见表 2 和表 3。

表 2 正交试验直观分析结果(n=3)

Table 2 Intuitive analysis results(n=3)

试验号	浸泡时间(A)	料液比(B)	提取时间(C)	空白(D)	挥发油提取率/%
1	1	1	1	1	0.536
2	1	2	2	2	0.593
3	1	3	3	3	0.896
4	2	1	2	3	0.755
5	2	2	3	1	0.934
6	2	3	1	2	0.678
7	3	1	3	2	0.736
8	3	2	1	3	0.655
9	3	3	2	1	0.796
K_1	0.675	0.676	0.623	0.755	
K_2	0.789	0.727	0.715	0.669	
K_3	0.729	0.790	0.855	0.769	
极差 R	0.114	0.114	0.232	0.100	

表 3 方差分析表

Table 3 Results of variance analysis

方差来源	偏差平方和	自由度	F 比	F 临界值	显著性(P)
A	0.020	2	0.571	3.110	
B	0.020	2	0.571	3.110	
C	0.082	2	2.343	3.110	<0.10

在正交试验方差分析时,必须估计随机误差,而随机误差是通过正交表上的空白列得到的。由于空白列中没有因素作用,因此正好反映随机因素所引起的误差,该空白列在方差分析中常被称为误差列。因此,在做正交试验方差分析时,正交表的表头必须留下空白列,以确定随机误差引起的离差平方和,因此将表 2 中 D 列设为空白列。其中, K_1 、 K_2 、 K_3 分别表示在各因素各水平下江香薷挥发油提取量的平均值。用同一因素各水平下平均提取量的极差 R (极差=平均提取量的最大值-平均提取量的最小值) 来反映各因素水平变动对实验结果影响的大小。极差大的就表示该因素的水平变动对实验结果的影响大,极差小就表示该因素对实验结果的影响小。由表 2 可知,因素的主次顺序依次为提取时间(C)、料液比(B)和浸泡时间(A)。主要因素应取最好的水平,而次要因素则可根据成本、时间、收益等方面的统筹考虑选择适当的水平。结果表明,最佳因素水平为 $A_2B_2C_3$,即浸泡时间 0.5 h,料液比 1:15 g/mL,提取时间 6 h。江香薷在提取前要进行浸泡,使细胞壁变软,提取时易于挥发油从细胞中浸出,但

浸泡时间不宜过长,以避免药材有效成分变质。

由表 3 可知,因素 C 的 P 值<0.10,即因素 C(提取时间)对实验结果影响显著。因此,因素 C 为主要因素,因素 A 和因素 B 为次要因素。按方差分析的观点,只需对有显著影响的因素选择最佳水平,而其他对实验结果影响较小的因素,可按照实际需要选择适当的水平。因此,本实验中,最佳提取条件为 $A_2B_2C_3$,即浸泡时间为 0.5 h,料液比 1:15 g/mL,提取时间 6 h,结论与直观分析方法相同。

2.3 验证实验

为进一步验证正交试验结果的可靠性与重现性,在 1.2.3 节最佳工艺条件下进行 3 次平行实验,挥发油提取率分别为 0.914%、0.921%、0.927%,平均值为 0.920%,与表 2 中试验号 5 的提取率结果(0.934%)相差不大,说明利用正交试验优化江香薷挥发油的提取工艺是成功的。

2.4 提取过程的动力学分析

2.4.1 江香薷挥发油总含量测定 根据 1.2.1 中操作条件进行提取,固定浸泡时间 0.5 h,料液比 1:15 g/mL,设定提取时间为 10 h,平行测定 3 次,挥发油提取率约为 0.941%。实验中所挥发油呈淡黄色,有特殊浓郁的芳香气味,测定其密度为 0.980 g/mL。

2.4.2 提取率—提取时间动力学关系分析 根据优化结果,固定浸泡时间 0.5 h,料液比 1:15 g/mL,以提取时间(10 h)为横坐标,挥发油提取率为纵坐标,绘制曲线,结果见图 4。可知,江香薷经水蒸气蒸馏提取 6 h 后挥发油提取率趋于最大。此后,随着提取时间的延长,提取率趋于稳定值,不再显著增加。这一结果与正交试验结果(提取时间约 6 h)相一致,证明了正交试验结果的正确性和可靠性。

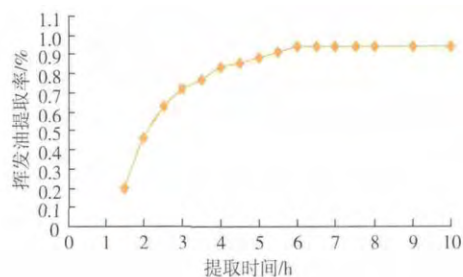


图 4 江香薷挥发油提取过程中提取率—提取时间动力学关系曲线(n=3)

Fig. 4 Dynamics curve between extraction yield and extraction time during the extraction process of essential oil from Mosla Chinensis Maxim cv. Jiangxiangru(n=3)

根据物质传递理论^[22],固相外表面与气相接触处附着有一层很薄的滞留内层,称为气膜。挥发油分子在相际传质过程中的阻力主要集中在气膜中。因此,计算挥发油分子在整个相际传质速率的问题可简化为计算其在气膜中的传质速率。则传质速率方程式为

$$-dq/dt=K_c S/(C_i-C_l) \quad (2)$$

式(2)中: q 为实验材料中挥发油的质量分数,g/g; S 为单位质量药材的表面积,m²/g; t 为时间,min; K_c 为气相传质膜系数,m/s,是常数; C_i 为界面处气相中挥发油质量浓度,g/L; C_l 为气相主体中挥发油质量浓度,g/L。

因界面处挥发油在气固两相中的浓度相互平衡,假定呈线性平衡,即 $C_i=K^0q$ (K^0 为比例尺常数)。另外,进入气相的挥发油被水蒸气不断带出蒸馏体系而进入挥发油收集器,所以蒸馏体系中 $C_l \approx 0$ 。

代入速率方程式(2)得

$$-dq/dt=K_c S(C_i-0)=K_c S \cdot K^0 q,$$

令 $K_c S \cdot K^0 q=K'$,则有

$$-dq/dt=K' t+A' \quad (3)$$

式(3)中 A' 为积分常数。

又因

$$q=\frac{(V_0-V)D}{W} \quad (4)$$

式(4)中: V_0 为实验材料所含挥发油总体积,mL; V 为挥发油提取器中已收集的挥发油体积,mL; D 为挥发油密度,g/mL; W 为实验材料总质量,g。

将式(4)代入式(3)得

$$\ln(V_0-V)=(-K't+A') \cdot \frac{W}{D} \quad (5)$$

在一定实验条件下, K' 、 A' 、 W 、 D 均为常数,因此,

令 $K' \cdot \frac{W}{D}=K$, $A' \cdot \frac{W}{D}=A$,则式(5)简化为

$$\ln(V_0-V)=-Kt+A \quad (6)$$

式(6)即为描述挥发油提取过程动力学特征的数学

模型,揭示了药材中残留挥发油量的对数与提取时间呈线性关系的规律。模型参数 A 为直线的截距, K 为直线的斜率, A 和 K 为常数^[22,25]。

采用最小二乘法对实验数据进行拟合,所得拟合效果用拟合直线的相关系数加以检验。拟合直线见图5。

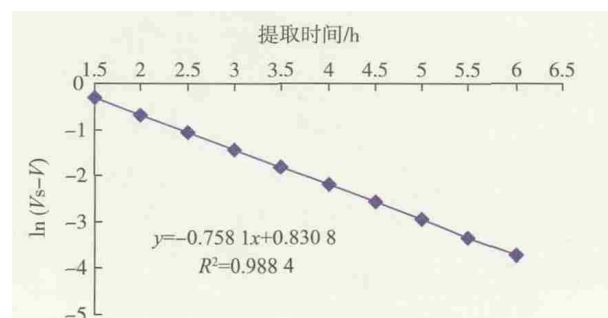


图5 江香薷挥发油提取率-提取时间动力学关系拟合曲线($n=3$)

Fig. 5 Fitting curve of the dynamics relationship between extraction yield and extraction time of essential oil from *Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru($n=3$)

拟合方程为 $\ln(V_0-V)=-0.7581t+0.8308$, $K=0.7581$, $A=0.8308$ ($R^2=0.9884$)。由此可见,回归方程在1.5~6.0 h线形范围内具有显著性。

3 结语

正交试验结果说明,提取时间及浸泡时间对江香薷挥发油的提取率的影响最大,其最佳提取条件为:浸泡时间为0.5 h,料液比1:15 g/mL,提取时间6 h,提取率为0.934%。在最佳提取条件下,推导出来能较好描述该过程的动力学特征的数学模型,即 $\ln(V_0-V)=-0.7581t+0.8308$, $K=0.7581$, $A=0.8308$ ($R^2=0.9884$)。该模型一方面客观地解释和揭示了江香薷挥发油提取量与提取时间之间的相互关系,另一方面动态地模拟了江香薷挥发油的整个提取过程。该模型在操作条件下保持稳定,可用于指导工程放大和生产过程的优化控制。

参考文献:

- [1] 张亚红,刘红宁,朱卫丰. 江香薷研究进展[J]. 中药材,2002,25(2):146-147.
ZHANG Yahong,LIU Hongning,ZHU Weifeng. Research progress of *Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru [J]. **Journal of Chinese Medicinal Materials**,2002,25(2):146-147. (in Chinese)
- [2] 龚慕辛. 香薷的药理研究概况[J]. 北京中医,1997(6):46-48.
GONG Muxin. Overview of the pharmacological studies of *Mosla Chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru [J]. **Beijing Journal of**

- Traditional Chinese Medicine**, 1997(6):46-48. (in Chinese)
- [3] 冯元,刘静. 石香薷挥发油抑菌和免疫应答作用[J]. 氨基酸和生物资源, 2009(3):30-32.
FENG Yuan, LIU Jing. Effects of volatile oil from *Molsa chinensis* Maxim on bacteriostasis and immune response [J]. **Amino Acids and Biotic Resources**, 2009(3):30-32. (in Chinese)
- [4] 葛冰,卢向阳,蒋红梅,等. 石香薷挥发油体外抗菌作用研究[J]. 中兽医学杂志, 2005(2):8-10.
GE Bing, LU Xiangyang, JIANG Hongmei, et al. The antibacterial of volatile oil from *Molsa chinensis* Maxim *in vitro*[J]. **Chinese Journal of Traditional Veterinary Science**, 2005(2):8-10. (in Chinese)
- [5] 葛冰,卢向阳,蒋红梅,等. 石香薷挥发油体外抗病毒作用研究[J]. 中兽医医药杂志, 2005(2):3-5.
GE Bing, LU Xiangyang, JIANG Hongmei, et al. Antiviral effect of volatile oil from *Molae Chinensis* Maxim on NDV *in vitro*[J]. **Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine**, 2005(2):3-5. (in Chinese)
- [6] 杨美艳,聂少平,李景恩,等. 利用响应面分析法优化香薷中挥发油提取工艺[J]. 食品科学, 2008, 29(9):222-225.
YANG Meiyang, NIE Shaoping, LI Jingen, et al. Optimization of extraction conditions of essential oil from Herba *Moslae* by using response surface methodology[J]. **Food Science**, 2008, 29(9):222-225. (in Chinese)
- [7] 严银芳,陈晓,杨小清,等. 石香薷挥发油抗流感病毒活性成分的初步研究[J]. 青岛大学医学院学报, 2002, 38:155-157.
YAN Yinfang, CHEN Xiao, YANG Xiaoqing, et al. Preliminary study of the active ingredients of volatile oil of *Mosla Chinensis* [J]. **Acta Academiae Medical Qingdao Universitatis**, 2002, 38:155-157. (in Chinese)
- [8] 罗琴,李星,谭睿,等. 益智仁挥发油的水蒸气蒸馏法提取工艺优化及其体外抑菌活性的研究[J]. 华西药理学杂志, 2011, 26(2):147-149.
LUO Qin, LI Xing, TAN Rui, et al. Study on optimizing the process of steam distillation for extraction volatile oil from alpinia oxyphylla and its antimicrobial activities *in vitro*[J]. **West China Journal of Pharmaceutical Sciences**, 2011, 26(2):147-149. (in Chinese)
- [9] 谢济运,陈小鹏,李志荣,等. 水蒸气蒸馏法提取湿地松松针中挥发油和莽草酸的研究[J]. 高校化学工程学报, 2011(5):897-903.
XIE Jiyun, CHEN Xiaopeng, LI Zhirong, et al. Study on extraction of the volatile oil and shikimic acid from pinus elliottii engelm needles by steam distillation[J]. **Journal of Chemical Engineering of Chinese Universities**, 2011(5):897-903. (in Chinese)
- [10] Da Porto C, Decorti D, Kikic I. Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: comparison of three different extraction methods[J]. **Food Chemistry**, 2009, 112(4):1072-1078.
- [11] Da Porto C, Decorti D. Ultrasound-assisted extraction coupled with under vacuum distillation of flavour compounds from spearmint (carvone-rich) plants: Comparison with conventional hydrodistillation [J]. **Ultrasonic Sonochemistry**, 2009, 16(6):795-799.
- [12] Golmakani M T, Rezaei K. Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from *Thymus vulgaris* L.[J]. **Food Chemistry**, 2008, 109(4):925-930.
- [13] Bendahou M, Muselli A, Grignon-Dubois M, et al. Antimicrobial activity and chemical composition of *Origanum glandulosum* Desf. essential oil and extract obtained by microwave extraction: Comparison with hydrodistillation[J]. **Food Chemistry**, 2008, 106(1):132-139.
- [14] Safaralie A, Fatemi S, Salimi A. Experimental design on supercritical extraction of essential oil from valerian roots and study of optimal conditions[J]. **Food and Bioproducts Processing**, 2010, 88(2-3):312-318.
- [15] Danh L T, Mammucari R, Truong P, et al. Response surface method applied to supercritical carbon dioxide extraction of *Vetiveria zizanioids* essential oil[J]. **Chemical Engineering Journal**, 2009, 155(3):617-626.
- [16] 王立斌,马永纯,班伟. 水蒸气蒸馏法提取薄荷中挥发油[J]. 通化师范学院学报, 2005, 26(6):56-57.
WANG Libin, MA Yongchun, BAN Wei. Using steam distillation to extract the volatile oil in Chinese Herbal medicine [J]. **Journal of Tonghua Teachers' College**, 2005, 26(6):56-57. (in Chinese)
- [17] 关怀,王地,贾富霞,等. 温莪术挥发油超临界 CO₂ 萃取法与水蒸气蒸馏法提取的比较研究[J]. 北京中医, 2007, 26(2):108-110.
GUAN Huai, WANG Di, JIA Fuxia, et al. The comparative research on extracting the volatile rhizome zedoariae oil with combination methods of extraction of ultra-critical CO₂ and steam distillation [J]. **Beijing Journal of Traditional Chinese**

- Medicine**, 2007, 26(2):108-110. (in Chinese)
- [18] 杨君,张献忠,高宏建,等.天然植物精油提取方法研究进展[J].中国食物与营养,2012,18(9):31-35.
YANG Jun,ZHANG Xianzhong,GAO Hongjian,et al. Research progress of natural plant essential oil extraction methods[J]. **Food and Nutrition in China**, 2012, 18(9):31-35. (in Chinese)
- [19] 张志军,刘西亮,李会珍,等.植物挥发油提取方法及应用研究进展[J].中国粮油学报,2011,26(4):118-122.
ZHANG Zhijun,LIU Xiliang,LI Huizhen,et al. Research progress on application and extraction method of plant volatile oils[J]. **Journal of the Chinese Cereals and Oils Association**, 2011, 26(4):118-122. (in Chinese)
- [20] 陈根顺,李鹏,陈阳,等.江香薷挥发油提取工艺探讨[J].江西中医学院学报,2008,20(5):55-57.
CHEN Genshun,LI Peng,CHEN Yang,et al. Optimization for aromatic oil extraction of *Mosla chinensis* jiangxiangru using orthogonal design[J]. **Jiangxi Journal of Traditional Chinese Medicine**, 2008, 20(5):55-57. (in Chinese)
- [21] 罗光明,杨光义,刘红宁,等.江香薷挥发油提取工艺优化[J].中药材,2006,29(3):284-286.
LUO Guangming,YANG Guangyi,LIU Hongning,et al. Optimization of the extraction technology for the essential oil from *Mosla chinensis* Maxim[J]. **Journal of Chinese Medicinal Materials**, 2006, 29(3):284-286. (in Chinese)
- [22] 成都科技大学化工原理编写组.化工原理:下册[M].成都:成都科技大学科学技术出版社,1991.
- [23] 何兵,田吉.挥发油提取过程动力学模型及其参数的确定[J].泸州医学院学报,2003,26(6):478-481.
HE Bing,TIAN Ji. Dynamic model of medicinal herb extraction process and its parameter [J]. **Journal of Luzhou Medical College**, 2003, 26(6):478-481. (in Chinese)
- [24] 中华人民共和国卫生部药典委员会.中国药典[S].北京:化学工业出版社,2005:附录 57.
- [25] 韩泳平,向永臣,王曙宾,等.挥发油提取过程动力学数学模型研究[J].中成药,2001,23(1):11-13.
HAN Yongping,XIANG Yongchen,WANG Shubin,et al. Relationship between the yield and extraction time of volatile oil[J]. **Chinese Traditional Patent Medicine**, 2001, 23(1):11-13. (in Chinese)

科技信息

我国第三次修订膳食指南

中国营养学会日前在京启动《中国居民膳食指南》修订工作。中国营养学会理事长杨月欣表示,新版指南将在 2015 年完成修订并发布。

我国 1989 年首次发《中国居民膳食指南》,在 1997 年和 2007 年进行修订。杨月欣介绍,10 年来,我国居民营养与健康状况发生十大变化。包括:动物油脂和饱和脂肪酸的摄入量下降;盐的摄入量下降;水果蔬菜摄入水平趋于稳定;蛋类、水产类摄入量有所上升;儿童青少年生长发育水平稳步提高;学龄前儿童营养不良率进一步降低;贫血患病率明显下降;低出生体重率显著下降;全民增加身体活动的比例显著提高;对膳食和营养的认识显著提高。

[信息来源] 人民日报.我国第三次修订膳食指南 [EB/OL]. (2014-2-24). <http://shipin.people.com.cn/n/2014/0224/c85914-24441978.html>.

欧盟拒绝授权部分食品健康声称

据欧盟网站消息,2月20日欧盟发布(EU) No 155/2014号委员会条例,拒绝授权某些食品健康声称,但不包括降低疾病风险和儿童成长、健康有关的声称。

这些健康声称包括酪氨酸是多巴胺天然形成所必需的成分,铁有助防止非更年期妇女脱发,磷虾油可缓解关节不适等。

在本法规生效前已经使用的健康声称,可以在本法规生效后继续使用最多六个月。

本法规自发布之日起第 20 天生效。

[信息来源] 食品伙伴网.欧盟拒绝授权部分食品健康声称 [EB/OL]. (2014-2-21). <http://news.foodmate.net/2014/02/257682.html>.