

β - 环糊精和染料木黄酮包合作用的研究

程霜¹, 杜凌云², 牛梅菊², 朱明才¹

(1.聊城大学食品科学与工程系, 山东 聊城 252059; 2.聊城大学化学系, 山东 聊城 252059)

摘要: 以 β - 环糊精与染料木黄酮的摩尔比、包合温度及包合时间为变量设计正交试验优化 β - 环糊精与染料木黄酮的包合反应工艺参数, 利用紫外和红外吸收光谱、热重和导数热重分析、差示扫描量热分析等测试方法对 β - 环糊精与染料木黄酮的包合物和主、客体分子进行了表征; 比较了包合物与游离主、客体的光谱性质的差异, 实验结果表明: β - 环糊精与染料木黄酮能形成摩尔比为 1:1 的水溶性好、热稳定性强的包合物, 该包合物可广泛应用于多个领域。

关键词: β - 环糊精; 染料木黄酮; 包合作用; 热稳定性; 水溶性

Study on Inclusion Interaction of β -Cyclodextrin and Genistein

CHENG Shuang¹, DU Ling-yun², NIU Mei-ju², ZHU Ming-cai¹

(1.Department of Food Science and Engineering, Liaocheng University, Liaocheng 252059, China;

2.Department of Chemistry, Liaocheng University, Liaocheng 252059, China)

Abstract: Inclusion complexes of genistein with β -cyclodextrin were prepared. An orthogonal test with three factors including molar ratio of β -CD versus genistein, inclusion temperature and stirring time was designed to investigate the optimum technology

收稿日期: 2005-02-28

作者简介: 程霜(1970-), 男, 博士, 研究方向为膳食黄酮与健康。

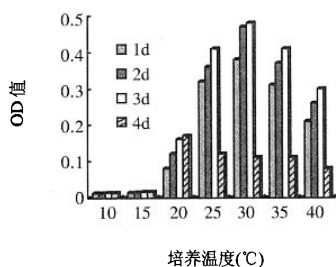


图4 L-6菌株生长与温度关系

Fig.4 The effects of temperature on L-6

由图2、图3和图4可见, L-7、L-8菌株的最适生长温度为30~35℃, L-6菌株的最适生长温度为25~30℃。

2.2.3.3 运动性检查结果

通过半固体洋菜穿刺法对L-7、L-8和L-6菌株的运动性检查结果可见, 三菌株均生长于接种的穿刺线上, 边缘清晰, 无扩散现象。表明L-7、L-8和L-6均无运动性。

3 结论

从自然发酵酸菜汁中分离得到3株高产酸菌株。经纸层析法测定所产酸为乳酸, 鉴定该3株高产酸菌株为乳酸菌。采用经典细菌学分类鉴定方法, 经一步的生态学鉴定、生理生化特性鉴定和运动性鉴定, 确定该3株高产酸菌分别为: 肠膜明串珠菌(*Leuconostoc mesenteroides*, Lm)、短乳杆菌(*Lactobacillus brevis*, Lb)和植物乳酸杆菌(*Lactobacillus plantarum*, Lp)。

参考文献:

- [1] 钟之绚, 郭剑. 酸白菜发酵中乳酸菌群的分布[J]. 微生物学报, 1995, 31(1): 74-76.
- [2] 任涛, 王英. 微生物对蔬菜研制风味及品质的影响[J]. 中国调味品, 1989, (7): 5-8.
- [3] 侯红漫, 宋海波, 刘扬, 等. 酸菜汁中乳酸菌的分布[J]. 食品科学, 1997, 18(1): 29-32.
- [4] 杨洁彬, 郭兴华, 等. 乳酸菌—生物学基础及应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996.
- [5] 凌代之, 东秀珠. 乳酸细菌分类鉴定及实验方法[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.
- [6] 布坎南 R. E, 吉本斯 R. E, 等. 伯杰细菌鉴定手册(第八版)[M]. 北京: 科学出版社, 1984.

for the inclusion reaction of genistein with β -Cyclodextrin (β -CD). The complex was characterized with UV and IR absorption spectrometry, thermogravimetry (TG) analysis, derivative thermogravimetry (DTG) and differential scanning calorimetry (DSC) in comparison with the corresponding hosts and guests. The present study also examined the stability of the complex that was stored at special temperature by monitoring the change of genistein with time. The results obtained in this paper indicate that both β -Cyclodextrin and the host genistein molecule formed molar ratio of 1:1 complex. Its thermal stability and water-solubility are improved significantly and the information can serve as an important basic data for further processing in further application fields.

Key words: β -Cyclodextrin; genistein; inclusion reaction; thermal stability; water-solubility

中图分类号: TS201.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)02-0094-06

β -环糊精(β -Cyclodextrin, β -CD)由7个葡萄糖分子以 α -1,4糖苷键连接而成,主体构象是一个中间有空洞,两端不封闭的圆筒其显著的结构特征是存在一个立体筒状手性疏水空腔,特殊的非极性疏水环境能以范德瓦尔斯力、疏水作用和氢键等作用力,与一些极性、大小、形状及性质相匹配的客体分子或某些客体分子的疏水性基团,形成稳定的超分子包合化合物。这种包合作用可改变被包合客体分子的理化性质,能弥补客体物质对光、热、氧及碱稳定性的不足,提高药物稳定性,增加难溶性物质的溶解度和生物利用度,减少药物副作用,掩盖不良气味等,使得它能够在一些特殊领域得以应用^[1];包合技术的应用为药物新制剂、新剂型的发展提供了有效手段,近年来环糊精包合技术在医药制剂和食品研究和开发中的应用日益广泛。

大豆提取物——染料木黄酮(genistein)是异黄酮类化合物,它广泛存在于包括大豆在内的多种蔬菜和水果中,其化学名为4',5,7'-三羟基异黄酮,染料木黄酮具有防止早期动脉粥样硬化、慢性心血管疾病、雌激素相关癌症及骨质疏松症等多种药理作用及生物活性^[2~4],但染料木黄酮在水中的溶解度较小,限制了该药物的应用范围,将染料木黄酮制成 β -环糊精包合物后,能改善其溶解度,提高生物利用度。本文采用正交试验法优选了染料木黄酮的 β -环糊精的包合工艺,并利用热分析和红外光谱方法对包合物进行了表征。

1 材料与方法

1.1 材料和仪器

1.1.1 材料

染料木黄酮 美国Sigma公司; β -环糊精 中国医药上海化学试剂公司,用前三蒸水反复结晶。

1.1.2 仪器

HP8453型紫外-可见分光光度计 美国惠普公司;
Nicolet-460型傅立叶红外光谱仪 美国尼高立公司;
Agilent 1100 HPLC系统 美国安捷伦公司;Pyris 1型DSC、Pyris 1型TGA热分析仪 美国珀金埃尔默公司。

1.2 方法

1.2.1 包合条件的优选

采用水溶液包合法制备染料木黄酮的 β -环糊精包合物,根据单因素试验结果,选择对包合影响的主要因素: β -环糊精与染料木黄酮的摩尔比、包合温度及包合时间,选用 $L_9(3^4)$ 正交表进行正交试验。各因素水平见表1。称取一定量 β -环糊精制成设计温度下的水溶液,在 N_2 保护下连续搅拌,用微量进样器缓慢注入一定量染料木黄酮-甲醇溶液,恒温搅拌设定时间后,放入保温瓶中缓慢冷却至室温,然后转入4℃冰箱中过夜,抽滤,用4℃甲醇、水各洗三次,真空干燥,得黄色无定形粉末状包合物,参考文献[5]略加改变,提纯包合物:粉末状包合物用4℃的50%甲醇溶液超声10s,以除去尚未包合吸附于 β -环糊精表面的染料木黄酮,3000r/min 4℃离心10min,重复3次,收集淡黄白色包合物,将得到的包合物溶于50%甲醇中,用甲醇将 β -CD与染料木黄酮包合物中的染料木黄酮全部解离出来,分析包合物中的染料木黄酮的量,在260nm处测

表1 β -CD、染料木黄酮包合因素、水平表及试验结果
Table 1 Orthogonal test of temperature, time and ratio β -cyclodextrin to genistein and results

试验号	A 温度	B 时间	C β -环糊精:染料木黄酮 (mol:mol)	包合率 (%)
1	1(50℃)	1(60min)	1(1:1)	42.63
2	1	2(90min)	2(2:1)	56.39
3	1	3(120min)	3(3:1)	61.35
4	2(60℃)	1	2	62.13
5	2	2	3	66.63
6	2	3	1	46.39
7	3(70℃)	1	3	61.32
8	3	2	1	45.63
9	3	3	2	60.85
K ₁	160.37	166.08	134.65	
K ₂	175.15	168.65	179.37	
K ₃	167.8	168.59	189.3	
k ₁	53.46	55.36	44.88	
k ₂	58.38	56.22	59.79	
k ₃	55.93	56.20	63.10	
R	14.78	2.57	18.22	

吸光度值,根据染料木黄酮标准曲线,计算包合物中染料木黄酮的摩尔数及其包合率。通过精确称取 1.0mg 该包合物,加入 25.0ml 60% 甲醇溶液 50℃ 超声 10min, 3000r/min 离心 5min, 收集上清,残渣重复提取两次,合并上清,定容至 100.0ml,于 260nm 测定吸光度值确定包合物中的染料木黄酮的量,计算包合物中 β -环糊精与染料木黄酮的摩尔比。

1.2.2 染料木黄酮标准曲线制作

精密移取不同体积的标准液于 10ml 量瓶中,加甲醇至刻度,摇匀,配制成 100、200、300、400、500、600、700、800 $\mu\text{g/L}$ 的样品标准液,于紫外可见分光光度计 260nm 处测定吸光度,实验数据经回归处理得到线性方程: $A=1.368 \times 10^{-4}C-0.0103$, $R^2=0.9921$ ($p < 0.001$)。

1.2.3 溶解度测定

精密称取染料木黄酮- β -环糊精包合物约 50mg,置 10ml 具磨口塞的试管中,加入双蒸水配成过饱和溶液,25℃ 条件下于混合器上剧烈震荡,恒温放置 12h,间歇剧烈震荡,3000r/min 离心 10min,吸取上清液,用甲醇稀释定容,测定 260nm 吸光值,对应标准曲线计算染料木黄酮 β -环糊精包合物在 25℃ 水中的溶解度。

1.2.4 包合物的表征

1.2.4.1 红外吸收光谱

对染料木黄酮、 β -CD、染料木黄酮- β -CD 包合物 3 种物质用 KBr 压片,400~4000 cm^{-1} 扫描测定物的吸收峰。

1.2.4.2 包合物热分析

精密称取染料木黄酮和 β -环糊精及其包合物,于 Pyris 1 型 DSC 仪上扫描差示量热曲线:起始温度:50℃,程序升温 2℃/min 至 350℃。Pyris 1 型 TGA 热分析仪进行热重分析,起始温度:50℃,程序升温 2℃/min 至 400℃。

1.2.5 包合物的稳定性

精密称取染料木黄酮和染料木黄酮- β -环糊精包合物溶于双蒸水中,置于特制耐高温螺旋塞试管中,于烘箱中 60℃ 加热,间隔一定时间取样,用甲醇抽提出染料木黄酮用 HPLC 测定其含量变化,绘制包合物热稳定性曲线。

HPLC 条件:色谱柱为 Zorbax SB-C₁₈(4.6mmi.d × 250mm, 5 μm),流动相为 A: 0.1% H₃PO₄-H₂O; B: 0.1% H₃PO₄-CH₃CN, 线性梯度洗脱: 0~20min, 20%B~80%B, 20~40min, 80%B~20%B, 流速: 1.0ml/min, 柱温为室温,进样量为 20 μl ,二极管阵列检测器(DAD)检测,检测波长为 260nm。

2 结果与分析

2.1 正交试验

试验结果表明(表 1),影响包合率的因素依次为 β -环糊精与染料木黄酮摩尔比;包合温度;搅拌时间。由试验结果可以看出,在一定的温度范围内(单因素试验结果提示,结果未提供),提高包合温度能为 β -环糊精和染料木黄酮提供动能,促进二者的相互碰撞几率,有利于包合物的生成,提高包合率;但当包合达到平衡后,过高的温度也对已经形成的包合物提供更多的能量促进包合物分子的热运动,导致已形成包合物的分解。同样,增加包合时间能为 β -环糊精和染料木黄酮提供更多的相互碰撞机会,有利于包合物的生成,提高包合率;但当包合物充分形成后,增加包合时间,不会对尚未参与饱和的游离单体共更多的结合位点,促进包合物的在生成。 β -环糊精与染料木黄酮摩尔比是影响最大的因素,随着 β -环糊精摩尔量的增加,包合率显著提高,但是单因素试验结果提示:当 β -环糊精与染料木黄酮摩尔比超过 2.5h 后,包合率增加率显著降低(结果未提供),与正交试验结果相符,因此,根据正交试验结果确定 β -环糊精与染料木黄酮摩尔比为 3:1,在此基础上再提高摩尔比,对包合率的贡献甚微,同时导致大量的未参与包合的 β -环糊精残留于洗涤液中,对纯化工艺造成不必要的压力,同时浪费大量的 β -环糊精,造成生产成本的无谓提高。因此,根据试验结果确定试验方案:最佳组合为 A₃B₂C₃,即包合温度为 60℃,包合时间为 1.5h, β -环糊精与染料木黄酮摩尔比为 3:1;重复试验结果显示,在此实验条件下, β -环糊精与染料木黄酮的包合率为 $68.98 \pm 3.21\%$ ($n=5$)。通过试验测定, 1g 包合物中染料木黄酮的含量为 $183.62 \pm 13.51\text{mg}$,由此可推算出, β -环糊精与染料木黄酮的包合摩尔比为 1:1。

2.2 包合物的红外光谱

实验中为验证 β -CD 与染料木黄酮的包合情况,考察了染料木黄酮、 β -CD 及其包合物的红外光谱变化情况,染料木黄酮样品的红外光谱提供了大量的指纹吸收峰(图 1-A),出现染料木黄酮的特征峰; β -CD 在 3331.94(O-H 的伸缩振动)、2924.55(C-H 的伸缩振动)、1647.36、1419.01(O-H 的平面弯曲)、1198.52(O-H 的伸缩振动)、1124、1027.92(C-O 拉伸/C-C 拉伸)、971.58 cm^{-1} (C-O 伸缩振动)(图 1-B)等强吸收峰的 β -CD 的红外光谱^[6], β -CD-染料木黄酮包合物的红外光谱图整体显示 β -CD 红外光谱的特征,峰的位置同 β -CD 的基本一致,与游离的客体相比,包合物的红外吸收光谱中的苯环和羰基发色团的吸收强度明显减弱,这是由于主客体之间有非共价的弱作用力产生,使发色团的振动减弱,包合物红外光谱上出现了一个染料木黄酮羰基吸收峰 1619.25 cm^{-1} ,该峰是证实染料木黄酮客体分子进入 β -CD 空腔的有力

证据^[1], 证明了 β -CD 与染料木黄酮包合物的形成; 染料木黄酮其余的特征峰基本上都消失了。 β -CD-染料木黄酮包合物呈现 3394.81, 2923.93, 1656.41, 1383.70, 1157.20, 1029.72 cm^{-1} 等强吸收峰(图 1-C)表明包合过程并没有破坏 β -CD 结构; 包合物在 3394 cm^{-1} 的峰(β -CD 的 -OH 伸缩振动峰)较 β -CD 在 3331.84 cm^{-1} 明显加强、加宽, 表明 β -CD 与染料木黄酮之间形成分子间氢键, 而且 1198.62 cm^{-1} (O-H 的伸缩振动)移到 1157.20 cm^{-1} , 暗示染料木黄酮与 β -CD 有较强的分子间氢键相互作用。

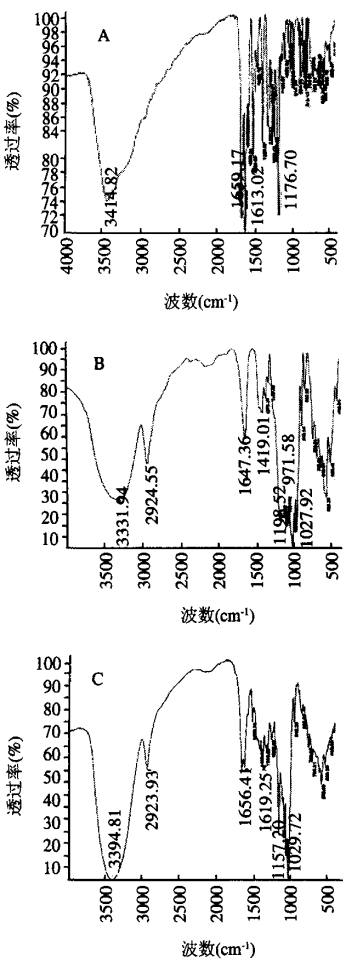


图1 染料木黄酮(A)、 β -环糊精(B)及其包合物(C)的红外光谱
Fig.1 The IR spectrum of genistein (A), β -cyclodextrin (B) and inclusion complexes (C)

2.3 包合物的热重(TG、DTG)变化

通过样品的热重分析(TG)和微商热重即导数分析热重(DTG)曲线可以反映待测样品是包合物还是混合物以及样品中客体分子所处的包合状态和百分比^[1]。 β -CD 在 255.45 $^{\circ}\text{C}$ 开始失重, 温度升至 354.55 $^{\circ}\text{C}$, 总失重率为 79.38%, 最大失重速率温度为 340 $^{\circ}\text{C}$ (图 2-A); 染料

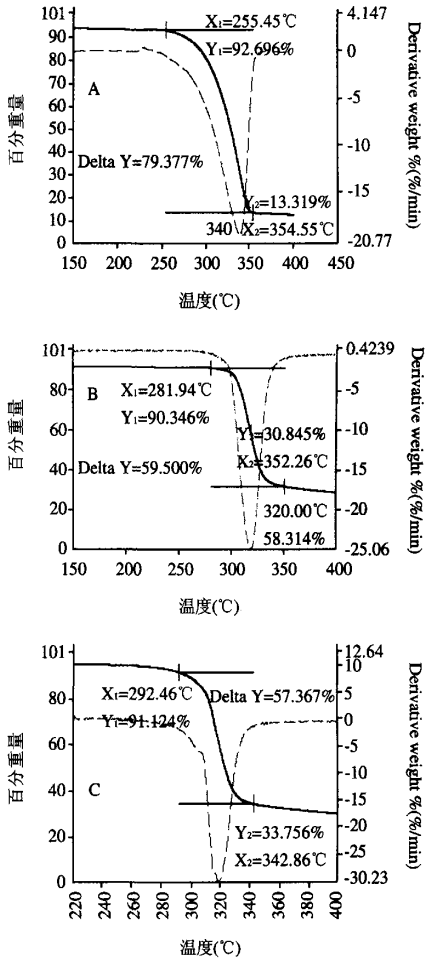


图2 β -环糊精(A)、染料木黄酮(B)及其包合物(C)的热重分析(TG)和导数热重(DTG)变化曲线
Fig.2 The thermogravimetry (TG) and derivative thermogravimetry (DTG) curve of β -cyclodextrin (A), genistein (B) and inclusion complexes (C)

木黄酮在 281.94 $^{\circ}\text{C}$ 开始失重, 温度升至 352.26 $^{\circ}\text{C}$, 总失重率为 59.50% 最大失重速率温度为 320 $^{\circ}\text{C}$ (图 2-B); β -CD-染料木黄酮包合物在 292.46 $^{\circ}\text{C}$ 开始失重, 温度升至 342.86 $^{\circ}\text{C}$, 总失重率为 57.39%, 最大失重速率温度为 321 $^{\circ}\text{C}$ (图 2-C), 包合物总失重率显著低于 β -CD 的总失重率为 (79.38%), 也略低于染料木黄酮的总失重率为 (59.50%), β -CD-染料木黄酮包合物失重温度明显提高, 总失重率下降, 表明 β -CD 与染料木黄酮之间有较强的相互作用力, 同时也说明染料木黄酮与 β -CD 发生包合后热稳定性得以提高。

2.4 差示扫描量热分析(DSC)

对染料木黄酮、 β -CD 及包合物 3 种物质进行差示扫描量热分析, 染料木黄酮在 128.86 $^{\circ}\text{C}$ 、260.65 $^{\circ}\text{C}$ 和 273.23 $^{\circ}\text{C}$ 有三个吸热峰(图 3-B); 其中 260.65 $^{\circ}\text{C}$ 和 273.23 $^{\circ}\text{C}$

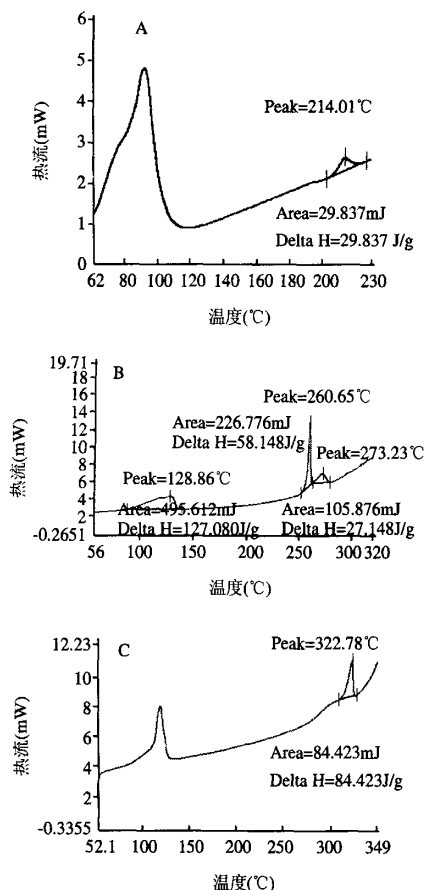


图3 β-环糊精(A)、染料木黄酮(B)及其包合物(C)的热重分析(TG)和导数分析热重(DTG)变化曲线

Fig.3 The differential scanning calorimetry (DSC) curve of β-cyclodextrin (A), genistein (B) and inclusion complexes (C)

为染料木黄酮的熔融分解峰; β-CD 在 92.3°C 有一个失水峰, 在 214.01°C 有一个熔融分解峰(图 3-A); 当与染料木黄酮形成包合物后, 完全形成一个新的差示扫描量热分析图(图 3-C), β-CD 在 214.01°C 的熔融分解峰和染料木黄酮在 260.65°C 和 273.23°C 的熔融分解峰完全消失, 取而代之的是在 322.78°C 出现一个全新的吸热峰; 较染料木黄酮的熔融分解峰提高了 60~70°C, 与文献[6]所报道的黄酮与 β-CD 包合后熔融分解温度提高的数值相一致, 结果表明染料木黄酮与 β-CD 的确发生了包合反应, 而且形成的包合物热稳定性明显加强, 与热重(TG、DTG)分析结果一致, 包合过程中各成分的热焓 ΔH 也发生了明显变化, 所形成的包合物的 ΔH 为 84.423 J/g(按包合物的生成摩尔比为 1:1 计算, ΔH 为: 84.423 J/g × 1405 g/mol = 118.614 kJ/mol, 较 β-CD 的 ΔH(33.865 kJ/mol, 计算方法同上)有明显提高, 也显著高于染料木黄酮的熔融分解热焓 ΔH(23.03 kJ/mol, 计算方法同上), 表明

染料木黄酮与 β-CD 发生包合的确构成了新的物相。

2.5 包合物的溶解度变化

包合反应发生后, 由于 β-CD 空腔外部为亲水性, 相对地增加了客体分子的亲水性。因此染料木黄酮通过包合, 其亲水性得到增加。实验中采用紫外-可见吸收分光光度法测定, 染料木黄酮及其 β-CD 包合物在 25°C 水中溶解度, 分别为 $21.09 \pm 3.65 \text{ mg/L}$ 和 $361.06 \pm 39.61 \text{ mg/L}$ ($n=3$), 说明染料木黄酮通过包合后在水中溶解度得到了显著提高, 通过包合过程可以拓宽染料木黄酮的应用范围, 可以利用环糊精制备微囊化、高稳定性的水溶性染料木黄酮粉末, 为开发染料木黄酮的应用前景提供了理论参考。

2.6 包合物的稳定性

包合物可能影响客体分子理化性质, 本实验比较了染料木黄酮包合前后的吸收光谱, 光谱显示, 染料木黄酮包合后吸收强度有所下降, 但吸收峰形状和特征吸收(260 nm)没有发生改变(图 4), 结果表明, 染料木黄酮与 β-CD 生成包合物并不会改变染料木黄酮的化学结构和生物活性, 但可能会改变(提高)其生物利用率。此外, 在一定温度(60°C)下, 对染料木黄酮及其 β-CD 包合物加热处理, 考查其热稳定性, 实验结果显示, 包合物经过 60°C 热处理 24 h 后, 无明显的降解产物生成(图 5-B), 相比, 未经环糊精饱和的游离染料木黄酮经过 60°C 热处理 24 h 后产生大量的未知降解产物(图 5-C), 稳定性明显低于包合物, 染料木黄酮经过包合后, 其热稳定性得到较大的改善(图 6), 降解速率显著下降, 抗热能力明显增强, 显然, 同前述的包合物的热分析结果较好地吻合。

3 讨论

染料木黄酮具有清除自由基、抗氧化活性^[7,8], 作为具有多种生物活性生物小分子, 染料木黄酮受到越来越多的重视和研究, 其与雌激素有相似的结构和作用,

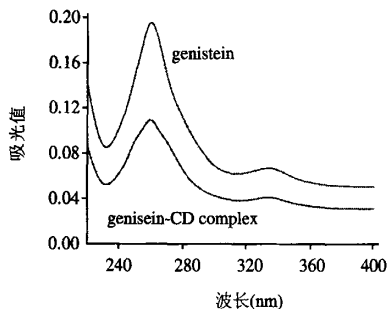


图4 染料木黄酮及其β-环糊精包合物的吸收光谱
Fig.4 The absorption spectrum of inclusion complexes and native genistein

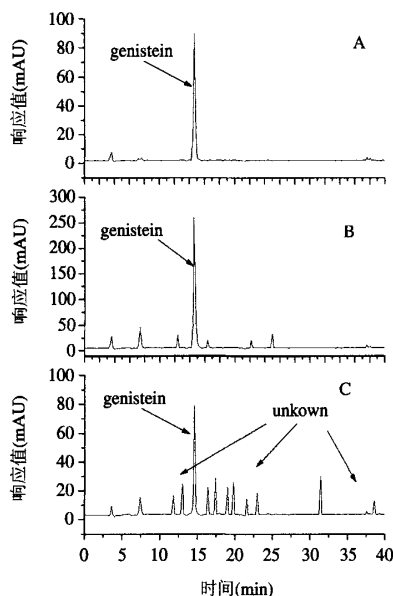


图5 染料木黄酮标准(A)、加热(60℃)处理24h后染料木黄酮(C)及其β-CD包合物(B)的HPLC图谱

Fig.5 The HPLC chromatogram of degradations heated of genistein (C) and inclusion complexes(B)

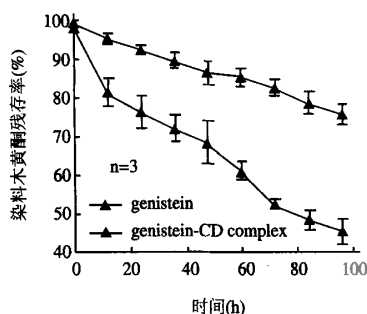


图6 染料木黄酮(▼)及其β-CD包合物(△)加热(60℃)处理染料木黄酮含量变化曲线

Fig.6 Effect of heat (at 60℃) on content of genistein in native sample(▼) and in inclusion complex(△)

能改善妇女更年期障碍和骨质疏松症防止骨密度下降, 减低诱发骨质疏松症; 染料木黄酮能降低体内胆固醇和脂肪量, 并能影响脂肪代谢, 防止低密度脂蛋白氧化, 预防心血管疾病的发生和发展^[9,10], 染料木黄酮能改善记忆功能^[11], 染料木黄酮不仅仅作为药物, 而且还作为食品原料, 特别是作为功能性原料在功能性食品中发挥重要作用。通过环糊精包合后, 染料木黄酮的理化性质发生了重大改变, 但其化学结构和生物活性没有变化, 染料木黄酮的溶解度和热稳定有显著提高, 大大拓宽了染料木黄酮的应用范围。

参考文献:

- [1] 童林芸. 环糊精化学——基础与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [2] Barnes S. Effect of genistein on *in vitro* and *in vivo* models of cancer[J]. J Nutr, 1995, 125: 777S-783S.
- [3] Park O J, Surh Y J. Chemopreventive potential of epigallocatechin gallate and genistein: evidence from epidemiological and laboratory studies[J]. Toxicology Letters, 2004, 150: 43-56.
- [4] Demlow BE, Duncan A M, Wangen K E. Soy isoflavones improve plasma lipids in normocholesterolemic, premenopausal women[J]. Am J Clint Nutr, 2000, 71: 1462-1469.
- [5] Park CW, Kim SJ, Park SJ, et al. Inclusion complex of Conjugated Linoleic Acid(CLA) with Cyclodextrins[J]. J Agri Food Chem, 2002, 50: 2977-2983.
- [6] 宋晓虹, 刘晓红, 陈荣礼, 等. 黄酮类化合物与β-环糊精包合物的光谱学表征[J]. 分析测试学报, 2004, 23(1): 36-38.
- [7] Record I R, Dreosti I E, McInerney K M. The antioxidant activity of genistein *in vitro*[J]. Nutritional Biochemistry, 1995, (6): 481-485.
- [8] Zielonka J, Gebicki J, Gryniewicz G. Radical scavenging properties of genistein[J]. Free Radical Biology & Medicine, 2003, 35(8): 958-965.
- [9] Dixon R A, Ferreira D. Molecules of interest——genistein[J]. Phytochemistry, 2002, 60: 205-211.
- [10] Kerry N, Abbey M. The isoflavone genistein inhibits copper and peroxy radical mediated low-density lipoprotein oxidation *in vitro*[J]. Atherosclerosis, 1998, 140: 341-347.
- [11] File S E, Jarrett N, Fluck E. Eating soya improves human memory[J]. Psychopharmacology, 2001, 157: 430-436.

信息

严重传染病诊断基因芯片研究获进展

“严重传染病诊断基因芯片的开发研究”项目在云南省通过三年的实施, 目前在乙肝、丙肝、艾滋病的基因芯片联合诊断技术研究方面取得了进展。

云南大学和一家公司合作承担的该项目, 开展了乙型肝炎病毒、丙型肝炎病毒和艾滋病病毒基因芯片联合检测的研究, 样品已完成了新药审批前的全部研究, 其性能达到临床使用要求, 价格比荧光定量PCR检测低三分之一左右。

项目针对每种病毒选出一些有效的特异检测靶点, 建立了联合检测基因芯片的生产工艺、制造及检定规程, 完成了临床检测方法的研究, 并进行了临床考核。样品通过中国药品生物制品检定所检定, 质量符合国家相关质量标准。