

# LSA—800B 吸附树脂对苹果汁吸附脱色的动力学研究

仇农学<sup>1</sup>, 郭善广<sup>2</sup>

(1. 陕西师范大学食品工程系, 西安 710062; 2. 华南理工大学食品与生物工程学院, 广州 510640)

**摘要:** 该文研究了不同温度(25 ~ 70 )和不同树脂浓度(1, 2, 4, 8 g/L)条件下 LSA—800B 树脂对苹果汁吸附脱色的动力学过程。试验结果表明, 该树脂吸附平衡曲线符合 Langmuir 和 Freundlich 模型, 获得了不同温度下的模型参数值 ( $K_{ad}$ 、 $Q_0$ 、 $K_f$  和  $n$ )。吸附焓变化( $\Delta H$ ) 值为 4.16 kJ/mol 说明这一过程是吸热过程。自由能( $\Delta G$ ) 随温度升高而呈下降趋势说明此过程是自发过程。由试验数据进一步计算出了不同树脂浓度和不同温度下苹果汁吸附脱色的动力学参数。随着温度升高吸附能力提高, 但初始平衡时间有所减少; 在 2~ 4 g/L 的树脂浓度范围内, 吸附效果比较明显, 在 55 时, 树脂达到初始平衡的覆盖率( $\theta$ ) 较高, 据此确定了该树脂对苹果汁吸附脱色的适宜温度和树脂浓度范围分别为 55 , 2~ 4 g/L。

**关键词:** 苹果汁; 吸附树脂; 吸附; 脱色

**中图分类号:** TS255.44

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2004)06-0015-05

## 0 引言

苹果清汁在贮存过程的不稳定性主要表现为褐变和后混浊。引起该变化的主要因素是果汁中的小分子多酚物质<sup>[1]</sup>。

目前已有多种方法可降低果汁发生褐变、后混浊的几率。使用明胶、膨润土对果汁进行絮凝沉淀是保持其稳定性的传统方法<sup>[2]</sup>。聚乙烯吡咯烷酮(PVPP)自 20 世纪 80 年代以来也被用作吸附剂处理经超滤后的果汁, 作为保持果汁稳定性的最终关键工艺<sup>[3]</sup>。但是前者容易造成超滤膜的堵塞, 对膜的使用寿命有很大威胁; 后者运行成本高, 而且 PVPP 回收困难。选用适宜的树脂对果汁吸附, 能有效去除果汁中引起褐变和后混浊的不良成分, 从而提高果汁的澄清度和稳定性。因此, 使用吸附树脂对果汁进行处理受到了果汁行业普遍重视并被应用。

LSA—800B 树脂是一种国产大孔吸附树脂, 近几年来, 它在苹果清汁生产中已有较多的应用。由于尚无该树脂对苹果汁中色素物质吸附动力学的公开报道, 生产中仅凭脱色后果汁 420 nm 处的吸光值  $A_{420}$  或色值来评价脱色工艺, 没有考虑树脂的吸附特性及温度、流速对吸附的影响, 因而没有充分发挥树脂脱色的最大能力, 树脂的工作周期较短, 再生较为频繁。鉴此, 本文研究了该树脂对苹果汁脱色的吸附动力学特性, 确定了不同温度下的吸附等温线, 得到了 Langmuir 和 Freundlich 模型的吸附热动力学参数值, 确定了该树脂对苹果汁的吸附是一个物理过程, 用几何逼近法测定了果汁脱色过程中的动力学参数。希望能为果汁脱色, 优化吸附工艺参数提供理论依据。

## 1 模型

### 1.1 平衡模型

吸附达到平衡时, 液相中溶质的浓度为  $C$ , 固相中溶质的浓度为  $Q$ 。吸附等温线描述的是一定温度下平衡态吸附剂中溶质的浓度  $Q$  (1/g 树脂) 与液相中溶质浓度  $C$  (对果汁吸附定义为吸附终结和开始时其吸光度  $A$  与  $A_0$  的比值, 无量纲) 的关系。

对吸附实验数据的定量解释可用不同的数学模型来表述, 其中 Langmuir 模型和 Freundlich 模型被公认为研究吸附过程的基础。

Langmuir 模型可表述为:

$$Q/Q_0 = K_{ad}C / (1 + K_{ad}C) \quad (1)$$

式中  $Q_0$ ——吸附剂表面的最大吸附浓度, 1/g;  $K_{ad}$ ——吸附平衡常数。

在一定的温度和固定的吸附剂—溶质系统中,  $Q_0$  和  $K_{ad}$  是常数。方程(1)的线性形式可表述为:

$$1/Q = 1/Q_0 + 1/(K_{ad}Q_0C) \quad (2)$$

Freundlich 模型可用下式表述:

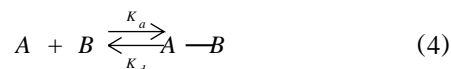
$$Q = K_f C^n \quad (3)$$

式中  $K_f$ ——吸附常数, 1/g;  $n$ ——吸附指数。

$K_f$  和  $n$  同样由温度和吸附剂—吸附溶质系统确定。

### 1.2 动力学模型

吸附和解吸反应大多可描述为



式中  $k_a$ ——吸附速率常数,  $m \cdot min^{-1}$ ;  $k_d$ ——解吸速率常数,  $m \cdot min^{-1}$ ;  $A$ ——吸附剂;  $B$ ——吸附质;  $A-B$ ——吸附质吸附于吸附剂上。

Langmuir 把吸附和解吸的动力学公式表述为<sup>[4]</sup>:

$$r_a = k_a C (1 - \theta) \quad (5)$$

$$r_d = k_d \theta \quad (6)$$

式中  $\theta(Q/Q_0)$ ——覆盖系数(0  $\theta$  1);  $C$ ——溶质的平衡浓度, 无量纲;  $r_a$ ——吸附速率,  $m \cdot min^{-1}$ ;  $r_d$ ——解吸速率,  $m \cdot min^{-1}$ 。

因为计算动力学参数必需测定平衡常数, 而吸附和

收稿日期: 2004-02-19 修订日期: 2004-08-19

基金项目: 科技部十五攻关项目(2001BA 501A)

作者简介: 仇农学(1945-), 男, 陕西富平人, 教授, 博士生导师, CSAE 高级会员, 主要从事现代果汁加工技术研究。西安 陕西师范大学食品工程系, 710062

解吸速率常数又不能独立测定, 所以需用到 Kuan 等人<sup>[5]</sup>采用的几何逼近法分别确定吸附和解吸常数。

$\theta$  对时间 ( $t$ ) 作图后可描述吸附速率, 它分为初始阶段和后期缓慢阶段。初始阶段的回归分析曲线产生的斜率  $K_0$  ( $\text{m in}^{-1}$ ) 可作为初始阶段的吸附速率; 后期缓慢阶段的截距即为平衡覆盖系数 ( $\Theta$ )

$$\theta = K_0 t \quad (7)$$

$$\theta = \Theta \quad (8)$$

联立方程 (7) 和 (8) 可导出

$$t_{ie} = \Theta / K_0 \quad (9)$$

式中  $t_{ie}$ ——初始平衡时间,  $\text{m in}$ 。

用方程 (7) 替换方程 (5) 和 (6) 中的  $\theta$  可导出

$$r_a = K_a C (1 - K_0 t) \quad (10)$$

$$r_d = K_d K_0 t \quad (11)$$

在平衡态时  $r_a$  等于  $r_d$  即

$$K_a C (1 - K_0 t) = K_d K_0 t \quad (12)$$

平衡时的覆盖系数 ( $\Theta$ ) 可表示为:

$$\Theta = \int_0^{t_{ie}} (r_a - r_d) dt \quad (13)$$

由方程 (10) 和 (11) 分别替换  $r_a$  和  $r_d$  得

$$\Theta = \int_0^{t_{ie}} [K_a C (1 - K_0 t) - K_d K_0 t] dt \quad (14)$$

积分上式并由方程 (12) 整理得

$$\Theta = (1/2) C K_a t_{ie} \quad (15)$$

$$\Theta = (1/2) K_d K_0 (t_{ie})^2 / (1 - K_0 t_{ie}) \quad (16)$$

由方程 (9), 可将方程 (15)、(16) 整理为

$$K_a = 2 K_0 / C \quad (17)$$

$$K_d = 2(1 - K_0 t_{ie}) / t_{ie} \quad (18)$$

至此可求得吸附和解吸速率常数。

## 2 材料与方法

本试验中所用果汁由陕西恒兴果汁饮料公司眉县分公司提供, 可溶性固形物含量为 70.0 Brix。

试验所用 LSA-800B 型果汁脱色树脂由西安蓝深吸附交换材料公司提供, 为棕褐色圆球状颗粒; 比表面积: 800~1000  $\text{m}^2/\text{g}$ ; 粒度: 0.3~1.2 mm; 湿真密度: 1.05~1.15  $\text{g/mL}$ 。

苹果浓缩汁用蒸馏水稀释到 10.0 Brix。并经滤纸过滤。吸光值用 Unic 2000 型可见光分光光度计测定。将初始吸光值  $A_0$  (420 nm) 调控为 1.2。分别取 1 L 该吸光值果汁置于 5 个锥形瓶中, 其中 4 个锥形瓶各加入 1、2、4、8 g 树脂, 则果汁的树脂浓度各为 1、2、4、8  $\text{g/L}$ , 以未加树脂果汁作为对照。根据苹果汁加工工艺要求, 在保证其流动性的前提下, 希望温度尽可能低, 所以实验选择在 25、40、55、70 下进行。所有的锥形瓶放入固定温度水浴中每隔 30 min 振摇一次, 根据预实验, 24 h 树脂可达到吸附平衡状态。在吸附过程中, 分别在 0、15、30、45、60、180、360、540、720、1260 和 1440 min 时刻测定 420 nm 时的吸光值  $A_{420}$ 。所有样品在测定时经 0.45  $\mu\text{m}$  针筒滤膜过滤, 脱色果汁的吸光值均以同条件下对对照进行校正, 消除温度对吸光值的影响。

## 3 结果与分析

### 3.1 吸附效率

树脂对苹果汁的吸附效率由下式计算:

$$\text{吸附效率}(\%) = [(A_0 - A) / A_0] \times 100 \quad (19)$$

式中  $A_0$ ——果汁的初始吸光值, %;  $A$ ——果汁经吸附 1440 min 后的吸光值, %。

图 1 表示的是吸附效率在不同的树脂浓度和不同温度下的变化。可以看出吸附效率随着温度的升高而呈升高的趋势。这是因为提高温度降低了果汁粘度, 加快了色素物质的热运动, 从而促进了其在树脂表面及内部的吸附。但由图中亦可看出 40 与 55 的吸附效率差异不太明显, 在树脂浓度超过 4  $\text{g/L}$  时两条效率曲线基本重合。这可能是由于在此温度范围吸附体系内果汁粘度与被吸附物质分子的热运动处于一个相对平衡的状态。随着温度的进一步升高, 打破了这一态势, 吸附效率又有所提高。另外, 吸附效率也随着树脂浓度的提高而提高, 这是因为树脂浓度的增大也意味着吸附面积增大, 但是单位质量树脂的吸附效率却有所下降。Carabasa<sup>[6]</sup>曾作过在桃汁中用活性炭吸附脱色的类似报道, 王重等人<sup>[7]</sup>用酚醛型吸附树脂吸附维生素 B<sub>12</sub> 的研究中亦有类似结论。但是也有学者认为增加温度加快分子热运动使得已被吸附的物质易于解吸从而降低树脂的吸附能力<sup>[8]</sup>。其原因可以用树脂从果汁中吸附色素的传质过程来解释<sup>[9]</sup>: 在吸附过程中, 文献[6]、[7]和文献[8]描述的两种相反的作用会同时存在, 但在某一温度下, 一种作用往往处于优势地位而导致吸附能力提高或降低。在本试验中, 吸附效率随温度升高而升高, 可以推断: 温度升高时果汁中色素物质的热运动效应大于被 LSA-800B 树脂吸附色素物质的热运动效应, 导致了外扩散速度和内扩散速度同时加快, 色素物质更容易到达并吸附于吸附剂的表面。

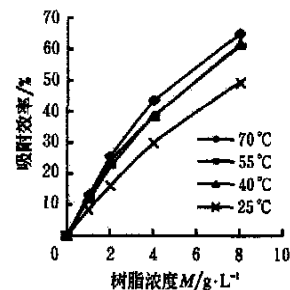


图 1 树脂浓度 ( $M$ ) 和温度对吸附效率的影响

Fig. 1 Effect of adsorbent resin concentration ( $M$ ) and temperature on the adsorption efficiency

### 3.2 吸附等温线

当温度一定时, 吸附量只和浓度有关, 吸附量与溶质浓度函数关系的图形表示称为吸附等温线。吸附等温线表示温度一定时的平衡吸附量, 并可用来推断吸附热和其它理化特性<sup>[10,11]</sup>。目前, 还没有成熟的理论用于估计流体-固体的吸附平衡, 因此必须通过实验测定特定系统的平衡数据, 并绘制吸附剂上负载的吸附量对液相

中溶质的浓度之间关系的吸附等温线。

在苹果汁吸附脱色中, 吸附等温线与吸附达到平衡时树脂吸附的色素物质浓度  $Q$  和果汁中残留的色素物质浓度  $C$  有关, 它们都可以通过测定果汁的  $A_{420}$  来确定。这里,  $C$  代表  $(A/A_0)$ ,  $Q$  代表  $[(A_0 - A)/A_0]/m$ , 式中  $m$  —— 树脂的质量,  $g$ 。

图 2 是由  $Q$  对  $C$  作图的结果。根据吸附等温线的分类<sup>[11]</sup>, 这种上凸曲线属于典型的等温曲线图, 是优惠吸附。该图表示吸附剂在较低溶质浓度的液相中可吸附、富集到较高浓度的溶质。

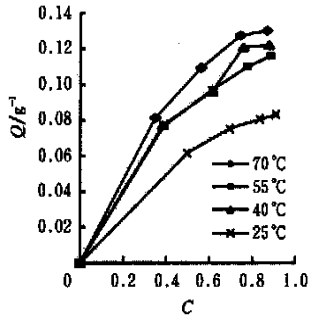


图 2 不同温度下树脂吸附色素等温线

Fig 2 Adsorption isotherms of adsorbent resin decolorization at different temperatures

### 3.3 吸附模型

根据 Langmuir 模型和 Freundlich 模型对吸附数据进行分析, 考察吸附数据与这两个模型的符合程度。结果表明, 吸附数据符合 Langmuir 模型。

根据 Langmuir 模型的线性描述方程(2),  $1/Q$  (g) 对  $1/C$  (无量纲) 作图得图 3。直线在  $1/Q$  轴上的截距为  $1/Q_0$ ,  $Q_0$  表示树脂最大吸附能力。其斜率为  $1/K_{ad}Q_0$ , 吸附平衡常数  $K_{ad}$  和拟合方程决定系数  $r^2$  由表 1 给出。

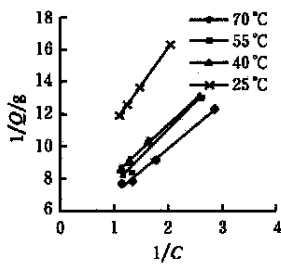


图 3 Langmuir 等温线

Fig 3 Langmuir isotherm

表 1 Langmuir 模型参数

Table 1 Langmuir parameters

温度/	$Q_0/g^{-1}$	$K_{ad}$	$r^2$
25	0.1465	1.2741	0.9934
40	0.1935	1.4722	0.9616
55	0.2325	1.5262	0.9987
70	0.2347	1.6784	0.9941

当  $\alpha = 0.05, n = 4$  时, 相关系数  $r$  的临界值为 0.95。表 1 中, 拟合方程的决定系数  $r^2$  均大于 0.95, 说明线性

相关关系显著, 由此可以看出吸附过程符合 Langmuir 模型。  $Q_0$  随温度提高而增高显示此过程是吸热反应。平衡常数  $K_{ad}$  随着温度升高而升高同样证明随温度升高吸附能力提高, 但是, 由于吸附工序在超滤之后进行, 其温度要受超滤的制约, 一般不能超过 55。  $K_{ad} > 1$  证明这一过程是一个良好的吸附过程。

试验数据也符合 Freundlich 模型方程:

$$\ln Q = \ln K_f + n \ln C \quad (20)$$

依据  $\ln C$  描绘  $\ln Q$  即可获得 Freundlich 模型等温线, 如图 4 所示。直线的截距  $K_f$ 、斜率  $n$  和拟合方程决定系数  $r^2$  见表 2。

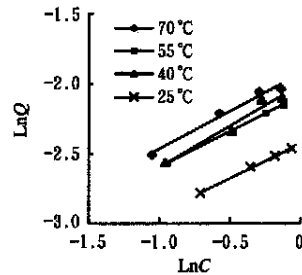


图 4 Freundlich 等温线

Fig 4 Freundlich isotherm

表 2 Freundlich 模型参数

Table 2 Freundlich parameters

温度/	$K_f/g^{-1}$	$n$	$r^2$
25	11.3487	0.4957	0.9846
40	7.4294	0.5916	0.9599
55	8.0386	0.5110	0.9910
70	6.8729	0.5381	0.9800

以上结果清楚显示, 树脂对苹果汁吸附脱色的数据符合 Langmuir 模型和 Freundlich 模型。

### 3.4 热力学参数

表 3 给出了利用树脂对苹果汁吸附脱色试验中的热力学参数 Gibbs 自由能  $\Delta G$  (kJ/mol), 焓变  $\Delta H$  (kJ/mol) 和熵变  $\Delta S$  (kJ/(mol·K)) 的值。

表 3 树脂吸附脱色过程热力学参数

Table 3 Thermodynamic parameters for the adsorption process of adsorbent resin decolorization

温度/	$K_{ad}$	$\Delta G$ /kJ·mol <sup>-1</sup>	$\Delta H$ /kJ·mol <sup>-1</sup>	$\Delta S$ /kJ·(mol·K) <sup>-1</sup>	$r^2$
25	1.2741	-0.9587			
40	1.4722	-0.6305	4.1557	0.0162	0.9393
55	1.5262	-1.4128			
70	1.6784	-1.2063			

$\Delta G$  由下式计算

$$\Delta G = -RT \ln K_{ad} \quad (21)$$

式中  $K_{ad}$  —— 吸附平衡常数 (由 Langmuir 模型得出);  $T$  —— 绝对温度, K;  $R$  —— 气体常数  $8.3144 \times 10^{-3}$  kJ/(mol·K)。

$K_{ad}$  和热力学参数  $\Delta H$  及  $\Delta S$  的关系可由 Van't Hoff 公式描述

$$\ln K_{ad} = \Delta S / R - \Delta H / RT \quad (22)$$

这样  $\Delta H$  和  $\Delta S$  可分别由图 5 中 Van't Hoff 直线的斜率和截距得到。  $\Delta H$  为正值证明树脂吸附果汁中色素过程为吸热反应。此外由计算值  $\Delta H = 41557 \text{ kJ/mol}$  可知上述过程是以物理吸附为主, 化学吸附属不显著效应。因此, 可以认为, 该吸附过程符合 CAC (联合国食品法典委员会) 关于果汁生产过程只能采用物理方法的规定<sup>[12]</sup>;  $\Delta G$  是负值且总趋势呈现负增长, 证明上述过程是自发过程;  $\Delta S$  为正值显示该过程是熵增过程。

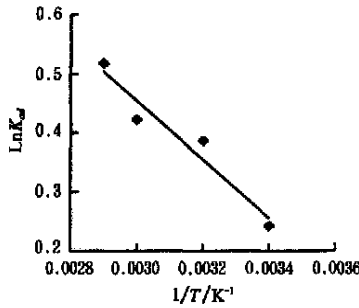


图 5 Van't Hoff 直线

Fig 5 Van't Hoff plot

### 3.5 吸附动力学曲线

实验获得了设定温度(25、40、55 和 70 )和树脂浓度(1, 2, 4 和 8 g/L)下的 16 组吸附脱色动力学曲线, 考虑到果汁是经超滤后进行吸附的, 超滤后果汁温度一般不超过 55 , 如果吸附温度再高则还需要增添加热装置, 又囿于本文篇幅, 故图 6 给出的是 55 、树脂浓度为 4 g/L, 吸附脱色时覆盖率 ( $\theta$ ) 随时间 ( $t$ ) 的变化曲线。依据统计软件 (ORIGIN 6.1) 对数据 ( $\theta$  和  $t$ ) 进行几何逼近处理, 结果符合增长模型  $\theta = a(b - e^{-ct})$ , 这里  $a$ 、 $b$  和  $c$  为常数。曲线在  $t = 0$  时的导数即为初始吸附速率 ( $K_0$ )。初始平衡时间 ( $t_{ie}$ ) 可按公式 (9) 计算。平衡覆盖率 ( $\theta$ ) 可依据吸附后期逼近直线的截距算出, 根据曲线逼近法及公式 (17)、(18) 可分别计算出不同树脂浓度和不同温度下的  $K_0$ 、 $t_{ie}$ 、 $\theta$ 、 $K_a$  和  $K_d$  值及拟合方程决定系数  $r^2$ 。表 4 仅给出了树脂浓度为 4 g/L 时不同吸附温度下的动力学参数值, 其它树脂浓度下的动力学参数值不再赘述。

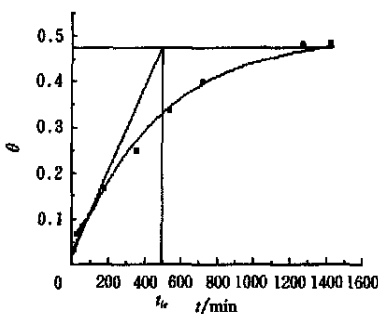


图 6 树脂吸附动力学曲线(55 4 g/L)

Fig 6 Typical example of geometric approach of the kinetic data(4 g/L at 55 )

表 4 树脂吸附脱色动力学参数(树脂浓度 4 g/L)

Table 4 Kinetic parameters for the adsorption process of adsorbent resin decolorization (resin concentration is 4 g/L)

温度 /	$\theta$	$K_0$ / /m in <sup>-1</sup>	$t_{ie}$ / /m in	$K_a$ / /m in <sup>-1</sup>	$K_d$ / /m in <sup>-1</sup>	$r^2$
25	0.480	0.00081	592.59	0.0023	0.0018	0.9747
40	0.389	0.00074	525.68	0.0024	0.0023	0.9888
55	0.499	0.00100	499.00	0.0033	0.0020	0.9909
70	0.405	0.00099	408.08	0.0035	0.0029	0.9959

综合图 6 及表 4 可看出, 树脂的吸附速率随时间延长而减小, 而在实际生产中果汁大多采用恒定流速通过吸附柱进行脱色吸附, 这不利于提高树脂吸附脱色的效率, 可考虑在树脂的一个吸附脱色—再生周期内采用由高到低的渐变流速; 由  $K_a$  的变化趋势看出, 树脂的吸附能力可在 25 ~ 70 一个较为宽泛的温度范围内保持在较高水平, 并且也使得采用渐变流速进行脱色变得可行; 如前所述, 随温度升高吸附能力提高, 但是初始平衡时间 ( $t_{ie}$ ) 却减少, 这意味着树脂再生周期变短, 是生产中所不希望的, 再考虑到果汁是经超滤后进行吸附的, 超滤后果汁温度一般不超过 55 , 所以 55 是适宜的吸附温度, 这可以使得超滤后的果汁无需经过再加热而直接进行脱色。

### 4 结论

研究结果表明: 树脂对苹果汁的吸附脱色为吸热过程, 主要表现为物理吸附; 通过几何逼近法计算, 分别得出了树脂对苹果汁吸附脱色的吸附和解吸速率常数; 随温度升高吸附能力提高; 不同树脂浓度, 25 时吸附初始平衡时间平均为 9.73 h, 但是随着试验温度提高, 初始平衡时间有所减少; 在 2~ 4 g/L 的树脂浓度范围内, 吸附效果比较明显, 超过此范围则单位质量树脂吸附效率有所下降; 在 70 和 55 时, 树脂达到初始平衡的覆盖率 ( $\theta$ ) 较高, 但是温度 70 与果汁生产工艺相悖。因此, 按照苹果汁生产的合理工艺要求和超滤后果汁的实际温度, 使用吸附树脂对苹果汁吸附脱色的适宜温度和树脂浓度分别为 55 , 2~ 4 g/L。

### 参考文献

- [1] Constenla D T, Lozano J E Effect of ultrafiltration on concentrated apple juice colour and turbidity [J]. International Journal of Food Science and Technology, 1995, (3): 23- 30
- [2] 胡小松, 李积宏, 崔雨林, 等. 现代果蔬汁加工工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997: 71- 73
- [3] Hum s N, Krug K, Heess E Die Stabilisierung von apfelsaft mit polyvinylpyrrolidone (PVPP) in recycling[J]. Flussiges Obst, 1980, 47: 283- 287.
- [4] Langmuir I The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum [J]. Journal of the American Chemical Society, 1918, 40: 1361- 1403
- [5] Kuan W H, Lo S L, Chang C M, et al A geometric approach to determine adsorption and desorption kinetic

- constants[J]. *Chemosphere*, 2000, 41: 1741- 1747.
- [6] Carabasa M, Ibarz A, Garza S, et al Removal of dark compounds from clarified fruit juices by adsorption processes[J]. *Journal of Food Engineering*, 1998, 37: 25-41.
- [7] 王重, 史作清. 酚醛型吸附树脂吸附 $V_{B_{12}}$ 的热力学研究[J]. *功能高分子学报*, 2003, 16(1): 1- 5.
- [8] Fischer K P, Hofsommer H J. Application of the adsorption technique in the fruit juice industry [J]. *Confructa Studien*, 1992, 36 (3/4): 101- 107.
- [9] 蒋维钧, 雷良恒, 刘茂林, 等. 化工原理(第2版, 下册)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 406- 407.
- [10] 顾惕人, 朱步瑶, 李外郎, 等. 表面化学[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 322- 324.
- [11] 严希康. 生化分离工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001: 256- 257.
- [12] [http://www.codexalimentarius.net/web/index\\_en.jsp](http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp)

## Kinetic studies on the adsorption of dark colored compounds from apple juice using LSA—800B adsorbent resin

Qiu Nongxue<sup>1</sup>, Guo Shanguang<sup>2</sup>

(1. Food Engineering Department, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;

2. College of Food and Bioengineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** The kinetic process of adsorption and decolorization for apple juice by using LSA - 800B adsorbent resin were studied at different concentrations (1, 2, 4, 8 g adsorbent resin per liter of apple juice) and temperature (25~ 70 ). The results showed that the adsorption data of LSA—800B adsorbent resin fitted well with both Langmuir and Freundlich models. The parameters of the models ( $K_{ad}$ ,  $Q_0$ ,  $K_f$  and  $n$ ) were also obtained at different temperatures. The changes of adsorption enthalpy value ( $\Delta H$ ) of 4.16 kJ/mol indicated the endothermic nature of the adsorption process. A decrease of Gibbs free energy ( $\Delta G$ ) with temperature increase also indicated the spontaneous nature of the process. The kinetic parameters of the adsorption and decolorization for apple juice at different temperatures using adsorbent resin of different concentrations were also determined. The adsorption ability was improved with increasing temperature, but the initial equilibrium time was decreased. The adsorption effect was comparatively evident at 2~ 4 g/L resin concentration, also the cover rate ( $\theta$ ) reached to initial equilibrium was higher at 55 . Hereby, the suitable temperature and concentration for the adsorption and decolorization of apple juice by using the resin can be defined as 55 and 2~ 4 g/L.

**Key words:** apple juice; adsorbent resin; adsorption decolorization