

多孔氧化镁的制备及其对糖汁的吸附性能研究

冯淑娟^{1,2,3,4}, 李利军^{1,2,3,4*}, 夏兆博^{1,2,3,4}, 程昊^{1,2,3,4}, 黄文艺^{1,2,3,4}, 李彦青^{1,2,3,4}

1(广西科技大学 生物与化学工程学院, 广西 柳州, 545006) 2(广西糖资源绿色加工重点实验室(广西科技大学), 广西 柳州, 545006)

3(广西蔗糖产业协同创新中心, 广西 南宁, 530004) 4(广西高校糖资源加工重点实验室(广西科技大学), 广西 柳州, 545006)

摘 要 采用搅拌-陈化法制备了多孔碱式 MgCO_3 , 在 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 下灼烧 3 h , 得到了多孔 MgO 。以赤砂糖回溶糖浆为研究对象, 探讨多孔 MgO 对赤砂糖回溶糖浆的脱色性能, 并以脱色率为指标, 考察了多孔 MgO 用量、吸附时间、吸附温度、吸附 pH 值对赤砂糖回溶糖浆脱色性能的影响。结果表明: 在用量为 0.1 g 、吸附时间为 60 min 、吸附温度为 $60\text{ }^\circ\text{C}$ 、pH 值为 8.00 时, 多孔 MgO 对糖汁的脱色率为 84.7% 。用多孔 MgO 进行静态吸附动力学和吸附等温线研究。结果表明, 多孔 MgO 吸附动力学符合准二级反应动力学模型, 相关系数 R^2 值最高 ($R^2 = 0.999$), 说明其能更好的模拟多孔 MgO 对糖汁中非糖物质的吸附行为。吸附等温线符合 Langmuir 吸附等温方程。

关键词 多孔 MgO ; 吸附; 脱色; 动力学

赤砂糖是制糖生产的末端产物, 杂质多、色值高, 含糖约为 90% ^[1], 糖汁的清净化处理是制造高品质糖的一道重要工序。用活性炭、大孔树脂作为吸附剂对糖汁进行脱色除杂已成为经典的方法, 在国内外的甘蔗糖厂和淀粉糖厂已广泛使用。

分等级多孔金属氧化物由于其特殊的形貌结构、表面性质, 在催化、吸附分离、医药、功能助剂等领域具有广泛的应用前景, 特别是在吸附领域表现出优异的性能。尤其是多孔结构的金属氧化物具有高的比表面积、活泼的反应活性位点、许多的传输与扩散孔道、可控的稳定性^[2], 这些特点使得多孔氧化物在吸附性能方面比一般氧化物表现了更好的优越性。 MgO 是一种重要的无机化工原料, 在国民经济中占有重要的地位, 在化工、轻工、食品、医药、催化、陶瓷、耐火材料、涂料和超导材料等领域中有着广泛的应用^[3]。分等级多孔 MgO 作为一种碱性金属氧化物, 其表面具有较强的碱性, MgO 晶面上的缺陷, 使其具有较强的化学吸附能力。早期的日本就将 MgO 用于精制糖, 取得了很好的脱色效果。但 MgO 吸附剂不易过滤, 故在工业上就难以将之分离出来; 其次, 与消石灰等相比, MgO 吸附剂的价格较高, 必须再生回收; 再者, MgO 滤饼中的糖分损失较大。后有日本专利报道, 将 MgO 与珍珠岩或硅藻土混合后, 可除去糖

溶液中所含的有色物, 脱色率达 $40\% \sim 90\%$ 。并且煅烧过的混合物可以循环用于精制糖溶液, 而且还发现, 损失的糖分也明显减少^[4]。鉴于 MgO 对糖汁脱色具有很好的效果。本研究通过制备的多孔 MgO , 以实现用量少也能达到很好的脱色效果, 且与市售的 MgO 对糖汁进行脱色试验研究对比, 来优化多孔 MgO 对糖汁脱色工艺。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

一级赤砂糖: 柳州市露塘糖业有限责任公司糖厂, 实验室配制 6.00°Bx ; MgCl_2 、 Na_2CO_3 , AR, 西陇化工股份有限公司; HCl 、 NaOH , 无水乙醇, AR, 成都市科龙化工试剂厂。

JJ500 型电子天平, 东莞市新阳仪器设备有限公司; AR124CN 型分析天平, 奥豪斯仪器(上海)有限公司; 2WAJ-改型阿贝折射仪, 上海物理学仪器厂; pH5-25 型 pH 计, 上海雷磁仪器厂; 恒温磁力搅拌器, 巩义市予华仪器有限责任公司; 微孔膜过滤器, 天津市津腾实验设备有限公司; UV-2000 型可见紫外分光光度计, 上海精密仪器仪表有限公司; XD-3 型 X 射线衍射仪; ZEISS 扫描电镜, 德国; SSA-4300 孔径及比表面积分析仪, 北京比奥德电子技术有限公司; Nexus470 型傅里叶变换红外光谱仪, 美国 Nicolet 公司; SLX-1008 程控箱式电阻炉, 杭州卓驰仪器有限公司。

第一作者: 硕士研究生(李利军教授为通讯作者, E-mail: lili-jun0562@sina.com)。

基金项目: 国家自然科学基金项目(No. 31560466)资助

收稿日期: 2015-12-04, 改回日期: 2016-01-08

1.2 实验方法

1.2.1 多孔 MgO 的制备

借鉴祁敏佳^[5]用搅拌-静置法制备碱式碳酸镁的方法,配置 0.2 mol/L 的 Na_2CO_3 和 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 溶液各 200 mL,分别恒温至 65 ℃,一次性快速混合(3~4 s),在水浴条件下一速度搅拌 1 min,静置 3 h,陈化一段时间,在 60 ℃ 下烘干至恒重,在 500 ℃ 下焙烧 3 h,得到了多孔 MgO。

1.2.2 空白试验

分别取 0.3 g 市售 MgO 和 0.1 g 自制多孔 MgO,在 pH 值为 5.0、温度为 30 ℃ 的条件下反应 120 min,测定脱色率。

1.2.3 静态吸附实验

分别取 6.00°Brix 的赤砂糖回溶糖浆回溶糖浆各 100 mL,以多孔 MgO 为吸附剂进行静态吸附试验。

(1) 用量的影响:在 pH 值为 5.0,温度为 30 ℃,反应时间 120 min,考察吸附剂的不同用量(0.05、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 g)对糖汁脱色率的影响。

(2) 温度的影响:多孔 MgO 吸附剂用量为 0.1 g, pH 值为 5.0,反应时间 120 min,考察不同吸附温度对糖汁脱色率的影响。

(3) 时间的影响:多孔 MgO 吸附剂用量为 0.1 g, pH 值为 5.0,温度 60 ℃,考察不同反应时间对糖汁脱色率的影响。

(4) pH 的影响:多孔 MgO 吸附剂用量为 0.1 g,确定温度 60 ℃,反应时间 60 min,考察不同 pH 值对糖汁脱色率的影响。

(5) 吸附动力学:取 0.3 g 的多孔 MgO,在温度为 60 ℃, pH 值为 8.0,测定不同吸附时间(15、30、45、60、75、90 min)下,测定多孔 MgO 对糖汁脱色后的色值。

(6) 吸附等温线:取不同用量(0.05、0.1、0.2、0.3、0.4 g),在温度为 60 ℃, pH 值为 8.0,时间为 90 min,测定多孔 MgO 对糖汁脱色后的色值。

1.2.4 色值测定

依照国际机构 ICUMSA(糖品分析统一方法国际委员会)的统一规定进行色值测定。调节糖液 pH 值至 7.00 后,将其过滤,收集滤液测其在 560 nm 波长下的吸光度、折光锤度以及溶液温度。从而计算出糖液色值。

计算公式如下所示:

$$\text{IU}_{560} = [A_{560} / (b \times \rho)] \times 1\,000 \quad (1)$$

其中: IU_{560} , 色值; A_{560} , 波长为 560 nm 下所测得的吸光度; b , 比色皿的厚度(cm); ρ , 样液溶质的浓度, g/mL, 可用下式计算: $\rho = \text{清汁折光锤度} \times \text{相应视密度}(20\text{ }^\circ\text{C}) / 100$ 。

脱色率由公式(2)计算得出:

$$D/\% = [(\text{IU}_{\text{前}} - \text{IU}_{\text{后}}) / \text{IU}_{\text{前}}] \times 100 \quad (2)$$

其中: D , 脱色率, %; $\text{IU}_{\text{前}}$, 处理前糖液色值; $\text{IU}_{\text{后}}$, 处理后糖液色值。

1.2.5 吸附量计算[公式(3)]^[6]

$$q = (1 - C) / m \quad (3)$$

式中: q 为单位质量 MgO 的色值从初始色值降为最终色值的吸附量; C 为糖汁中色素的残留浓度, 即以 S_1 / S_0 表示, S_0 为脱色前色值, S_1 为脱色后色值; m 为多孔 MgO 的质量, g。

2 结果与分析

2.1 样品表征

2.1.1 SEM 图

图 1-a 为市售的 MgO 电镜图。由图 1-a 可知, 该 MgO 由簇状物堆积而成, 没有规则的形貌特征。图 1-b 和图 1-c 是自制的 MgO 整体图, 由图 1-b 可知, 制得的 MgO 都呈球形, 且粒径分布较均一。由图 1-c 可知, 自制的 MgO 内部呈中空状, 整体呈开口的空心状球形颗粒。图 1-d 为自制的 MgO 局部放大图, 由图 1-d 可知, MgO 外表面是由

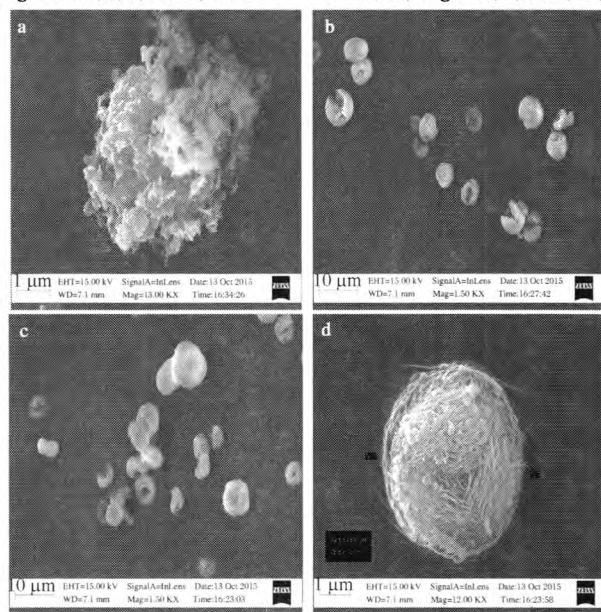


图 1 市售的 MgO 和自制的多孔 MgO 电镜图

Fig.1 SEM image of the magnisium oxide of available and porous

纳米片状堆积而成的多孔结构,且粒径为 $4.6\ \mu\text{m}$ 。由此可知,自制的 MgO 是外部由纳米片状堆积而成内部呈中空状的球形颗粒,且粒径分布较均一,这样特殊的结构对糖汁的吸附脱色有一定的效果。

2.1.2 XRD 图

图2中衍射峰位和标准 MgO XRD 衍射峰位置一致($2\theta = 37.0, 43.0, 62.4, 74.8, 78.7$),说明所制备的样品为 MgO 且纯度较高。从图2中可以看出, MgO 典型的(111), (200)和(220)衍射峰的存在,其强而尖锐的衍射峰可以归结为方镁石特征峰(JCPDS)^[7]。所制备样品的衍射图谱上几乎没有杂峰,说明制得的 MgO 产物纯度极高。在衍射角 30° 以前,样品的基线有些不平,这表明该 MgO 晶体表面的晶格畸变很大,所得的样品缺乏长程有序,晶体缺陷也较多。

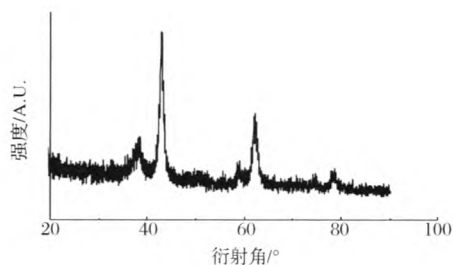


图2 多孔 MgO 的 X 射线衍射图

Fig.2 XRD pattern of the synthesized porous magnesium oxide

2.1.3 FTIR 图

图3为 MgO 样品的红外吸收谱图,如图3所示, $3\ 430\ \text{cm}^{-1}$ 左右处吸收峰属于水分子中—OH 的伸缩振动峰, $1\ 000\ \text{cm}^{-1}$ 以内是 MgO 的特征吸收振动峰, $1\ 630\ \text{cm}^{-1}$ 左右处吸收峰属于水分子中—OH 的弯曲振动峰, $1\ 450\ \text{cm}^{-1}$ 左右处吸收峰属于 CO_3^{2-} 的特征吸收峰,煅烧后所得的 MgO 由于其碱性和活性的增强, MgO 非常容易吸收空气中的 CO_2 和水,导致在 $3\ 700\ \text{cm}^{-1}$ 左右处出现 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的振动吸收峰^[8-11]。

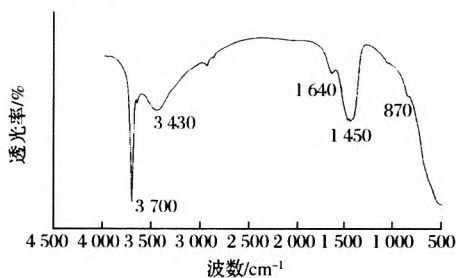


图3 多孔 MgO 的傅里叶红外光谱图

Fig.3 FTIR peetrao of the synthesized porous magnesium oxide

2.1.4 BET 图

根据吸附-脱附等温线属于国际理论与应用化学联合会(IUPAC)分类的IV型等温线。产生的滞后环属于H3型,反映出典型的具有平行壁的狭缝状毛细孔结构。在相对压力较小的低压段,吸附曲线比较平缓,这是氮气分子以单层吸附于孔道表面所致;在 $P/P_0 \leq 0.5$ 时,中孔内发生了毛细管凝聚现象,使得 N_2 的吸附量增加速度加快,并产生了滞后回线,这是由于氮气分子有单层、多层吸附至介孔孔道内毛细管凝聚引起;在相对压力为 $0.5 \sim 1.0$ 区间,可以看到一个狭窄的滞回环,表明在片状颗粒之间形成了较大的孔结构之后吸附量随相对压力增大缓慢递增,表明吸附逐渐达到饱和。由BJH孔径图可知,多孔 MgO 的孔径主要分布在 $20\ \text{nm}$ 和 $80\ \text{nm}$ 左右。总的来说,孔径分布还是较均匀的。

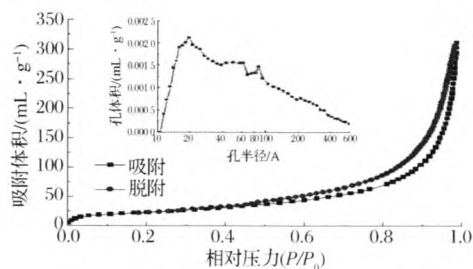


图4 氮气吸脱附等温线及孔径分布图

Fig.4 N_2 adsorption and desorption isotherms

and The pore size distribution curve

根据 BET 和 Langmuir 公式计算,多孔 MgO 的 BET 比表面积、平均孔径、平均孔容如表1所示,可知多孔 MgO 属于大介孔材料。

表1 多孔 MgO 的相关参数

Table 1 Correlation parameter of the porous magnesime oxide

样品	比表面积/ ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	平均孔径/nm	平均孔容/ ($\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$)
多孔 MgO	81.517	18.85	0.4832

2.2 结果

2.2.1 初步对比试验

图5-A代表自制的多孔 MgO ,图5-B代表市售的 MgO 。由图5可知,在相同条件下,自制的多孔 MgO 对糖汁的脱色率要远远高于市售的 MgO 。一方面因为多孔 MgO 具有较高的比表面积,而晶面存在缺陷,使得多孔 MgO 的吸附能力很强,能吸附糖汁中

的非糖物质,从而达到很好的脱色效果;另一方面自制的 MgO 表面是由纳米片状组成的多孔形貌,且内部是中空状,既起到了纳米粒子的吸附作用,又因具有多孔结构而使得吸附能力增强。这是市售 MgO 所不具备的,因为它是无定型的。以下实验都是对自制的多孔 MgO 进行糖汁脱色实验。

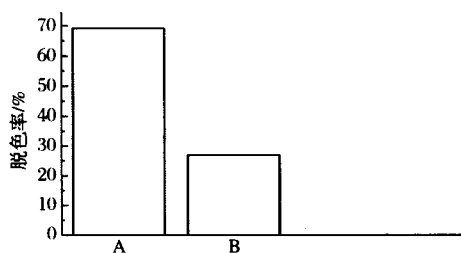


图5 2种MgO对糖汁脱色率的影响

Fig. 5 Effect of different magnesime oxide on decolorization rate of remelt syrup

2.2.2 多孔MgO用量对赤砂糖回溶糖浆脱色率的影响

由图6可知,随着多孔MgO的用量增加,糖汁的脱色率也随之增加。这可能是因为随着多孔MgO添加量的增大,糖汁中可供色素物质吸附的比表面积以及可利用的吸附位点增大,所以脱色率随多孔MgO添加量的增加而增大。当多孔MgO用量为0.1g时,脱色率达到了68.2%,主要归因于该MgO具有高的比表面积和孔容,以及介孔结构和中空结构。综合考虑成本问题,确定多孔MgO用量选用0.1g。

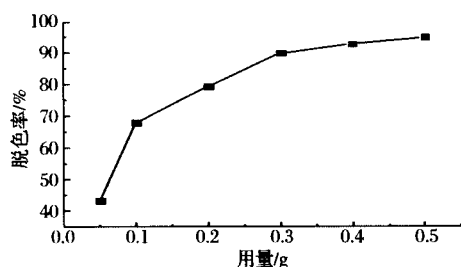


图6 多孔MgO用量对糖汁脱色率的影响

Fig. 6 Effect of dosage of porous magnesime oxide on decolorization rate of remelt syrup

2.2.3 吸附温度对赤砂糖回溶糖浆脱色率的影响

由图7可知,当温度为60℃时,多孔MgO对糖汁的脱色效果最好,脱色率为83%。再随着温度的升高,脱色率降低。原因是糖汁中色素分子的扩散速率与温度成正比,温度高,扩散速率大,当吸附温度升高,分子热运动加剧,糖液的黏度降低,有利于色素分

子与多孔MgO的碰撞吸附。同时,温度的升高,也有利于胶体及蛋白质的凝聚,从而提高脱色率。当温度过高,会造成多孔MgO吸附和解析的动态过程,吸附的色素又会被释放出来,使脱色率降低。最终确定多孔MgO的吸附温度为60℃。

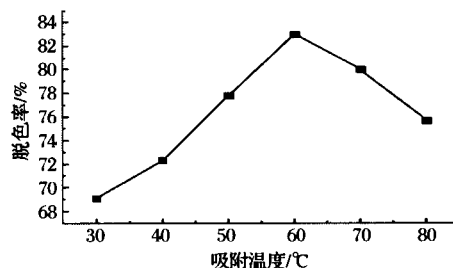


图7 吸附温度对糖汁脱色率的影响

Fig. 7 Effect of porous magnesime oxide adsorption temperature on decolorization rate of remelt syrup

2.2.4 吸附时间对赤砂糖回溶糖浆脱色率的影响

由图8可知,脱色率随吸附时间增加而增大,当吸附时间达到60min时,脱色率几乎达到最大值,继续延长吸附时间,脱色率几乎不变,说明在60min内,多孔MgO对非糖物质的吸附达到饱和状态。这归因于多孔MgO由纳米片状堆积而成,而且具有内部呈中空状的大介孔结构。综合考虑,应选最优吸附时间为60min。

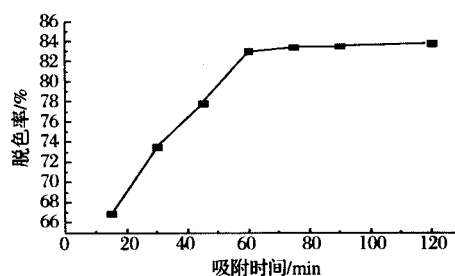


图8 吸附时间对糖汁脱色率的影响

Fig. 8 Effect of porous magnesime oxide adsorption time on decolorization rate of remelt syrup

2.2.5 吸附pH值对赤砂糖回溶糖浆脱色率的影响

由图9可知,随着pH值的升高,多孔MgO对糖汁的脱色率呈上下波动趋势。在pH偏酸性条件时,脱色率相对较低,在偏碱性条件脱色率略有增长。因MgO的 $pH_{PZC} = 10.9$ (零电势点),在pH值小于10.5时,多孔MgO带正电荷^[12],在初始pH值小于10时,表面带电荷的多孔MgO通过静电引力和糖汁中带负电的胶体及色素分子结合而达到脱色效果。因为MgO本身呈碱性,在偏酸性条件下,有一小部分MgO

会溶解于糖汁溶液中而形成 Mg^{2+} , 会将 Mg^{2+} 引入糖汁中产生不良影响, 同时也会影响脱色效果; 在过碱性条件下, OH^- 浓度增大, 扩散作用使 OH^- 进一步吸附到带正电的 MgO 表面, 和带负电的胶体、色素产生竞争吸附使脱色率降低。所以, 最终确定 pH 值为 8.0。

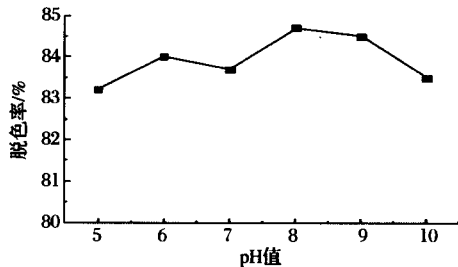


图 9 pH 值对糖汁脱色率的影响
Fig. 9 Effect of porous magnesime oxide pH on decolorization rate of remelt syrup

综合考虑, 多孔 MgO 用量为 0.1 g、温度为 60 $^{\circ}C$ 、pH 值为 8.0、吸附时间为 60 min, 多孔 MgO 的吸附性能最好。

3 吸附模型

分别采用颗粒内扩散模型、准一级动力学模型和准二级动力学模型研究多孔 MgO 对赤砂糖回溶糖浆中非糖物质的吸附动力学曲线, 颗粒内扩散速率可由 Weber-Morris 扩散模型方程求出式(4):

$$q_t = k_d t^{1/2} \quad (4)$$

式中: k_d 为代表颗粒内扩散速率常数 [$(g \cdot \min^{1/2})^{-1}$]。

Lagergren 准一级动力学方程式为

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1}{2.303} t \quad (5)$$

Lagergren 准二级动力学方程式为:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (6)$$

式(5)和式(6)中, q_e 与 q_t 分别为平衡时刻和 t 时刻多孔 MgO 的吸附量 (g^{-1}); k_1 、 k_2 为准一级、准二级吸附速率常数。

多孔 MgO 的动力学模拟图形见图 10、图 11 和图 12:

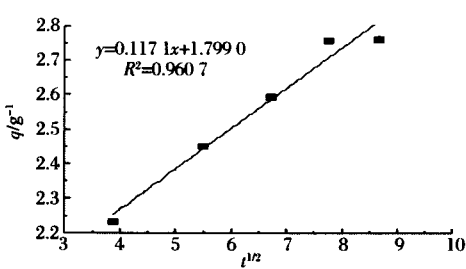


图 10 pH 值对糖汁脱色率的影响
Fig. 10 Effect of porous magnesime oxide pH on decolorization rate of remelt syrup

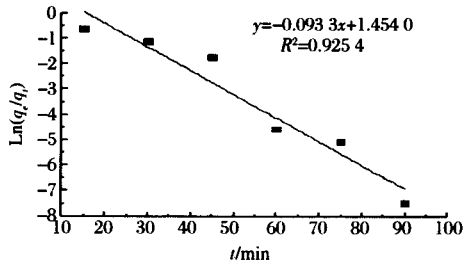


图 11 Lagergren 准一级反应动力学方程
Fig. 11 Lagergren first order reaction kinetics equation

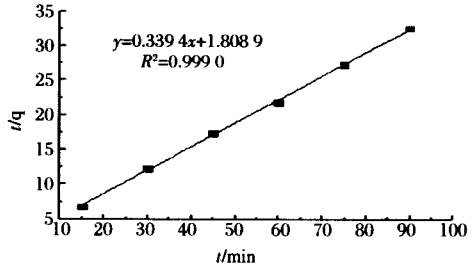


图 12 Lagergren 准二级动力学模拟方程
Fig. 12 Lagergren second order reaction kinetics equation

表 2 Lagergren 准二级动力学模拟方程参数

Table 2 Lagergren second order reaction kinetics equation simulation parameters

样品	R^2	k
内扩散模拟方程	0.960 7	0.117 1
一级动力学模拟方程	0.925 4	0.093 3
二级动力学模拟方程	0.999 0	0.339 4

由上述 3 个模拟方程可知: Lagergren 准二级动力学的相关系数 $R^2 = 0.999 0$, 所以多孔 MgO 对糖汁中非糖物质的吸附过程符合 Lagergren 准二级动力学模拟方程。

为了研究多孔 MgO 对糖汁色素的最大吸附量, 采用 Langmuir 等温吸附方程和 Freundlich 等温吸附方程来拟合吸附过程。

Langmuir 等温吸附方程为:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{q_m} + \frac{1}{q_m b} \quad (7)$$

Freundlich 等温吸附方程为:

$$\ln q_e = \ln K_f + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (8)$$

式中, C_e 为吸附平衡时糖汁色素的浓度, q_e 为平衡吸附量 (g^{-1}), b 为饱和吸附量 (g^{-1}), k 和 n 为吸附特征常数。

取多孔 MgO 0.05、0.1、0.2、0.3、0.4 g, 分别加入到装有 100 mL 糖汁的烧杯中, 在 60 °C 水浴中反应 90 min, 使其充分达到吸附平衡。测定脱色后糖汁色值, 由式(3)计算出平衡吸附量 q_e 和平衡浓度 C_e (色值之比), q_e 对 C_e 作图可得图 13。

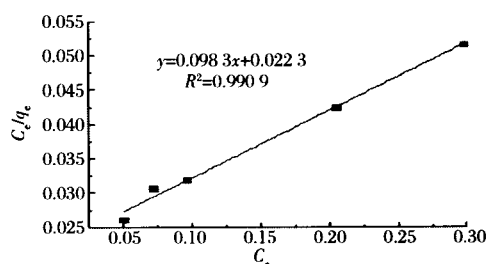


图 13 Langmuir 等温吸附方程

Fig. 13 Langmuir isothermal adsorption equation

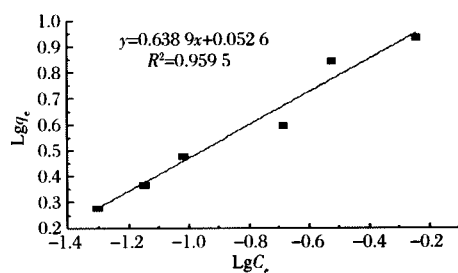


图 14 Freundlich 等温吸附方程

Fig. 14 Freundlich isothermal adsorption equation

由图 13、图 14 可知, 多孔 MgO 对糖汁非糖物质的等温吸附模拟方程更符合 Langmuir 等温吸附方程, 其相关系数 R^2 可达到 0.9909。说明吸附属于单分子层吸附。

3 结论

本研究用搅拌-陈化法制备了分等级的多孔 MgO, 该 MgO 有几种结构优势: 内部呈中空状、外部是由纳米片状堆积而成、整体结构为多孔球形。且粒径分布较均一, 约为 4.6 μm , 其比表面积为 81.5 m^2/g , 孔径为 18.85 nm。与市售的 MgO 相比, 多孔 MgO 对糖汁的脱色效果尤为明显。通过优化多孔 MgO 在

糖汁脱色中各个工艺条件, 用量为 0.1%, 脱色率达到 84.7%。这为多孔 MgO 在制糖工业中的应用提供了一定的理论依据。

参 考 文 献

- [1] 曹绍俊, 刘慧霞, 陆海勤, 等. 赤砂糖的特性及其变化规律的研究[J]. 甘蔗糖业, 2010, 9(3): 23-28.
- [2] HAITAO Y, JING Jiang. Sacrificial template-directed synthesis of mesoporous manganese oxide architectures with superior performance for organic dye adsorption[J]. Nanoscale, 2012, 4(17): 5401-5408.
- [3] ZHAO Zhenxuan, DAI Hongxing, DU Yucheng, et al. Solvo-or hydrothermal fabrication and excellent carbon dioxide adsorption behaviors of magnesium oxides with multiple morphologies and porous structures[J]. Materials Chemistry and Physics, 2011, 128(3): 348-356.
- [4] 李琳等. MgO 澄清新工艺在炼糖中的应用[J]. 甜菜糖业, 1990, 302(3): 47-54.
- [5] 祁敏佳, 杨晨. 微波对碱式碳酸镁结晶过程的影响[J]. 无机化学学报, 2012, 28(1): 1-7.
- [6] 钟坚, 黄永春, 杨峰, 等. 大孔树脂对甘蔗清汁脱色性能的影响[J]. 食品科学, 2009, 22(30): 84-87.
- [7] VERMA R, NAIK K K. Morphology, mechanism and optical properties of nanometer-sized MgO synthesized via facile wet chemical method[J]. Materials Chemistry and Physics, 2014, 148(3): 1064-1070.
- [8] Rhee S. H., Y. Yang, H. S. Choi, J. M. Myoung & K. Kim. Low-temperature deposition of highly [100]-oriented MgO films using charged liquid cluster beam[J]. Thin Solid Films, 2001, 396(2): 23-28.
- [9] JUNG H. S., J. K. LEE, J. Y. KIM & K. S. HONG. Crystallization behaviors of nanosized MgO particles from magnesium alkoxides[J]. J. Colloid Interface Sci, 2003, 259(3): 127-132.
- [10] THOMS H, M EPPLE & A. RELLERA. Magnesium diolates as precursors for MgO: A low-temperature route[J]. Thermochim. Acta, 1997, 302(2): 195-200.
- [11] OLIVEIRA E. F. D. & Y. HASE. Infrared study and isotopic effect of magnesium hydroxide[J]. Vib. Spectrosc. 2001, 25(1): 53-56.
- [12] HAITAO Yue, JING Jiang. Sacrificial template-directed synthesis of mesoporous manganese oxide architectures with superior performance for organic dye adsorption[J]. Nanoscale, 2012, 4(17): 5401-5408.

Preparation of porous magnesium oxide and its clarification performance in sugar juice industry

FENG Shu-juan^{1,2,3,4}, LI Li-jun^{1,2,3,4*}, XIA Zhao-bo^{1,2,3,4}, CHENG Hao^{1,2,3,4},
HUANG Wen-yi^{1,2,3,4}, LI Yan-qing^{1,2,3,4}

1 (College of Biological and Chemical Engineering, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou 545006, China);

2 (Guangxi Key Laboratory of Green Processing of Sugar Resources, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou 545006, China);

3 (Collaborative Innovation Center of Guangxi Sugar Industry, Nanning 530004, China);

4 (Key Laboratory for Processing of Sugar Resources of Guangxi Higher Education Institutes,
Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou 545006, China)

ABSTRACT Understanding the adsorption properties of the porous magnesium oxide provided a theoretical basis for its application in sugar industry. The porous magnesium oxide was synthesized by hydromagnesite with a stir-ageing method. Brown granulated sugar syrup was used in exploring the feasibility of de-colorization process by the porous magnesium oxide. The de-colorization rate was used as an index to evaluate affecting parameters such as the porous magnesium oxide dosage, pH value, adsorption time and adsorption temperature. The results showed that the optimal process conditions were: the porous magnesium oxide dosage: 0.1 g, adsorption temperature 60 °C, adsorption time: 60 min, and pH value: 8.00. Under these optimal conditions, the de-colorization rate was 84.7%. Further studies show that the adsorption kinetics of the porous magnesium oxide obeys Lagergren equation. Moreover, the adsorption isotherm complied with the Langmuir equation.

Key words porous magnesium oxide; adsorption; decolorization; adsorption kinetics