

Decoloring Research on Sweet Potato Leaf

Fenling Li, Lanfang Chen

Hanshan Normal University, Chaozhou Guangdong
Email: lfl8832@126.com

Received: Sep. 8th, 2016; accepted: Sep. 27th, 2016; published: Sep. 30th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

With sweet potato leaves as raw material, the ultrasonic assisted extraction has been used to refine polysaccharide through setting the kaolin clay, activated carbon and hydrogen peroxide amount to carry on the decolorizing reaction, using spectrophotometry after decolorizing absorbance, and decoloring rate calculation. Some research results show that the sweet potato leaves have good decolorization effect in kaolin clay, activated carbon, hydrogen peroxide solution, under appropriate conditions.

Keywords

Sweet Potato Leaves, Kaolin, Activated Carbon, Hydrogen Peroxide, Absorbancy

番薯叶的脱色研究

李粉玲, 陈兰芳

广东韩山师范学院, 广东 潮州
Email: lfl8832@126.com

收稿日期: 2016年9月8日; 录用日期: 2016年9月27日; 发布日期: 2016年9月30日

摘要

以番薯叶为原料, 采用超声波辅助提取精制多糖, 通过高岭土、活性炭、过氧化氢设置各个量进行脱色

文章引用: 李粉玲, 陈兰芳. 番薯叶的脱色研究[J]. 有机化学研究, 2016, 4(3): 82-92.
<http://dx.doi.org/10.12677/jocr.2016.43012>

反应, 以及采用分光光度法测定脱色后的吸光度, 计算脱色率。研究结果表明番薯叶在高岭土、活性炭、过氧化氢溶液中, 在适宜条件下均有较好的脱色效果, 其中, 活性炭的脱色效果最好。

关键词

番薯叶, 高岭土, 活性炭, 过氧化氢, 吸光度

1. 引言

番薯叶(sweet potato leaves), 有提高免疫力、止血、降糖、解毒、防治夜盲症等保健功能[1]。番薯叶可使肌肤变光滑, 经常食用有预防便秘、保护视力的作用, 还能保持皮肤细腻、延缓衰老。在欧美、日本、香港等地掀起一股“番薯叶热”。番薯是长寿保健食品, 而番薯叶却被废弃或作为饲料。经研究发现番薯叶的蛋白质、维生素、矿物质元素含量极高[2]。

多糖(polysaccharide)是一类天然大分子化合物, 由单糖基通过糖苷糖键连接而成, 其性质不同于单糖, 是除核酸和蛋白质以外的另一个重要的生命物质, 具有调节细胞生长和衰老等多种复杂的功能。近年来, 多糖作为抗氧化药物已得到了广泛的应用[3]。另外, 随着分子生物化学的发展, 人们对多糖的认识有了质的飞跃, 意识到多糖是除核酸和蛋白质以外的另一个重要的生命物质, 涉及到多细胞生命的全部时间与空间。以及有调节细胞生长与衰老等多种复杂的功能[4]。而色素会对多糖的提取造成一定的影响[5], 因此, 研究如何更好地对番薯叶进行脱色十分重要。

本研究以高岭土、活性炭、过氧化氢为脱色剂, 考察脱色时间、脱色温度、pH 和用量及过氧化氢浓度等因素对多糖脱色效果的影响, 为多糖的分离纯化和香菇的开发利用提供理论与实践依据。

2. 材料与amp;方法

2.1. 材料

番薯叶, 采自潮州社光村当地番薯叶种植户。

2.2. 主要试剂

无水乙醇、丙酮、正丁醇、石油醚、高岭土、30%过氧化氢、三羟甲基氨基甲烷(Tris)、醋酸、醋酸钠、磷酸氢二钠、磷酸二氢钠、铁氰化钾、三氯乙酸, 均为国产分析纯。

2.3. 仪器与设备

722SP 可见分光光度计(上海棱光科学仪器有限公司);

TDL80-2B 型离心机(广州广一科学仪器有限公司);

KDM 型调温电热套(山东省鄞城永兴仪器厂);

DJ-10A 倾倒式粉碎机(上海定久中药机械制造有限公司);

101-1A 型数显电热鼓风干燥箱(上海协达计控设备公司通州医科仪器厂);

玻璃仪器气流烘干机(巩义市予华仪器有限责任公司);

KS 康氏振荡器(金坛市医疗仪器厂);

HH-2 数显恒温水浴锅(国华电器有限公司);

移液管、锥形瓶、振荡器、离心机、离心管、试管、容量瓶、碘量瓶若干。

2.4. 番薯叶多糖的制备

2.4.1. 预处理

原料番薯叶→电热鼓风干燥箱→倾倒式粉碎机→番薯叶粉末(过 40 目筛)。

10 g 番薯叶粉末→索氏提取器→石油醚回流脱脂 2 次→无水乙醇回流脱脂 2 次(回流时间 1 h/次, 试剂用量 60 ml/次)→烘干恒重(提取率为 93.40%)。

2.4.2. 粗多糖的制备[6]-[8]

碘量瓶(番薯叶粉末:蒸馏水质量比为 1:5)→超声波清洗仪浸提 20 min (温度 60℃、超声波功率 50%、料液比 1:30)→减压抽滤→调温电热套(加热浓缩至 1~2 ml)→趁热加入为浓缩液 4 倍体积的 95%乙醇, 置 4℃冰箱过夜→离心收集其沉淀, 沉淀物依次用无水乙醇、丙酮、洗涤→真空干燥。

2.4.3. 粗多糖精制[9]-[15]

粗多糖用 50 ml 蒸馏水溶解, 加入 Sevage 试剂脱蛋白(6%三氯乙酸)→振荡 30 min, 静置→加 4 倍量 95%乙醇, 置 4℃冰箱过夜→离心收集沉淀, 用 95%乙醇、丙酮洗涤沉淀→真空干燥。

2.5. 最大吸收波长的测定及脱色率的计算

将粗多糖溶解, 测定其最大吸收波长为 344 nm, 此时吸光度为 0.422。实验中, 采取计算脱色率的方法:

$$\text{脱色率}(\%) = \frac{A_{344\text{脱色前}} - A_{344\text{脱色后}}}{A_{344\text{脱色前}}} \times 100\%$$

3. 番薯叶的脱色方法研究

3.1. 活性炭脱色法的工艺条件研究

3.1.1. 脱色温度对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于五个碘量瓶中, 每个碘量瓶各添加活性炭 3 mg, 在 10℃, 20℃, 30℃, 40℃, 50℃条件下, 恒温振荡脱色 60 min, 离心后取上清液, 测定吸光度。

3.1.2. 活性炭用量对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于五个碘量瓶中, 各添加 1 mg, 2 mg, 3 mg, 4 mg, 5 mg 活性炭, 在 30℃下恒温振荡脱色 40 min 后, 离心取上清液, 测定吸光度。

3.1.3. 脱色时间对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于五个碘量瓶中, 每个碘量瓶加入 3 mg 活性炭, 在 30℃下, 恒温振荡脱色 15 min, 30 min, 45 min, 60 min, 75 min 后, 离心取上清液, 测定吸光度。

3.1.4. 样液 pH 对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于碘量瓶中, 每个碘量瓶加入 1.5 mg 活性炭, 调节溶液 pH 为 3.70, 4.60, 7.00, 7.80, 10.00, 在 30℃恒温振荡脱色 60 min 后, 离心取上清液, 测定吸光度。

3.1.5. 活性炭脱色工艺的正交试验

在单因素试验的基础上, 选取脱色温度、脱色时间、pH、活性炭用量 4 个单因素 L₉(3⁴)进行正交试验。将一定体积的番薯叶多糖提取液, 按设定的比例加入活性炭, 在对应温度下, 水浴振荡, 一定时间后, 离心, 在 344 nm 测定吸光度, 计算脱色率(表 1)。

Table 1. The decolorizing activated carbon influence factors**表 1.** 活性炭脱色影响因素

水平	A 活性炭用量(mg)	B 时间(min)	C 温度(°C)	D pH值
1	2	30	30	3.70
2	3	60	20	4.60
3	4	45	40	7.00

3.2. 高岭土的脱色法工艺研究

3.2.1. 脱色温度对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于五个碘量瓶中, 每个碘量瓶各添加高岭土 3 mg, 分别在 15°C, 30°C, 45°C, 60°C, 75°C 条件下, 恒温振荡脱色 60 min, 离心取上清液, 测定吸光度。

3.2.2. 高岭土用量对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于五个碘量瓶中, 各添加 1 mg, 2 mg, 3 mg, 4 mg, 5 mg 高岭土, 在 30°C 下恒温振荡脱色 40 min 后, 离心取上清液, 测定吸光度。

3.2.3. 脱色时间对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于五个碘量瓶中, 每个碘量瓶添加 3 mg 高岭土, 在 30°C 下, 恒温振荡脱色 30 min, 60 min, 90 min, 120 min, 150 min 后, 离心取上清液, 测定吸光度。

3.2.4. 样液 pH 对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于碘量瓶中, 每个碘量瓶添加 3 mg 高岭土, 调节溶液 pH 分别为 3.70, 4.60, 7.00, 7.80, 10.00, 在 30°C 恒温振荡脱色 40 min 后, 离心取上清液, 测定吸光度。

3.2.5. 高岭土脱色工艺的正交试验

在单因素试验的基础上, 选取脱色温度、脱色时间、pH、高岭土用量 4 个单因素 L₉(3⁴) 进行正交试验, 将一定体积的番薯叶多糖提取液, 按设定的比例加入高岭土, 在对应温度下, 水浴振荡, 一定时间后, 离心, 在 344 nm 测定吸光度, 计算脱色率(表 2)。

3.3. 过氧化氢的脱色法工艺研究

3.3.1. 脱色温度对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于五个碘量瓶中, 每个碘量瓶加入 0.3 ml 的过氧化氢, 在 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C 条件下, 恒温振荡脱色 60 min, 离心取上清液, 测定吸光度。

3.3.2. 过氧化氢浓度对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于五个碘量瓶中, 加入 0.05 ml, 0.10 ml, 0.15 ml, 0.20 ml, 0.25 ml 的 30% 过氧化氢, 在 30°C 下恒温振荡脱色 60 min 后, 离心取上清液, 测定吸光度。

3.3.3. 脱色时间对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于五个碘量瓶中, 每个碘量瓶按 0.15 ml 加入 30% 过氧化氢, 在 30°C 下, 恒温振荡脱色 2 h, 3 h, 4 h, 5 h, 6 h 后, 离心取上清液, 测定吸光度。

3.3.4. 过氧化氢脱色工艺的正交试验

在单因素试验的基础上, 选取脱色温度、脱色时间、过氧化氢用量 4 个单因素 L₉(3⁴) 进行正交试验。

Table 2. Kaolin decolorizing influence factors
表 2. 高岭土脱色影响因素

水平	A高岭土用量(mg)	B时间(min)	C温度(°C)	D pH值
1	2	60	15	3.70
2	3	90	30	4.60
3	4	120	45	7.00

将一定体积的番薯叶多糖提取液,按设定的比例加入过氧化氢,在对应温度下,水浴振荡,一定时间后,离心,在 344 nm 测定吸光度,计算脱色率(表 3)。

4. 结果与分析

4.1. 色素最大吸收波长的确定

由图 1 可知,色素在 344 nm 处有最大吸收峰,结合文献以及颜色观察,实验选定 344 nm 为检验脱色的吸光度。

4.2. 活性炭对番薯叶多糖的脱色效果

4.2.1. 脱色温度对番薯叶多糖脱色效果的影响

由图 2 可知,在 20°C~40°C 时,吸光度较低,脱色率较高,因此选择 20°C、30°C、40°C 进行正交实验。

4.2.2. 活性炭用量对番薯叶多糖脱色效果的影响

由图 3 可知,活性炭用量在 3 mg~5 mg 吸光度较低,脱色率较高,因此选择 2 mg、3 mg、4 mg 进行正交实验。

4.2.3. 脱色时间对番薯叶多糖脱色效果的影响

由图 4 可知,时间在 30 min~60 min 吸光度较低,脱色率较高,因此选择 30 min、45 min、60 min 进行正交实验。

4.2.4. 样液 pH 对番薯叶多糖脱色效果的影响

由图 5 可知,pH 在 3.70~7.00 吸光度较低,脱色率较高,因此选择 pH 为 3.70、4.60、7.00 进行正交实验。

4.2.5. 活性炭脱色工艺的正交试验

本实验利用活性炭研究对番薯叶的脱色效果,在单因素试验的基础上,选取脱色温度、时间、pH 以及用量 4 个单因素 L9(3⁴)进行正交试验,脱色率结果分析见表。

从表 4 的结果分析可知,各因素对活性炭脱色的影响顺序为 C > D > A > B,即对活性炭影响的主次顺序为温度 > pH > 活性炭用量 > 时间;由此可确定最优水平为 A2B2C3D1,此时温度 40°C,时间为 60 min,活性炭用量 3 mg, pH 3.70。

4.3. 高岭土对番薯叶多糖的脱色效果

4.3.1. 脱色温度对番薯叶多糖脱色效果的影响

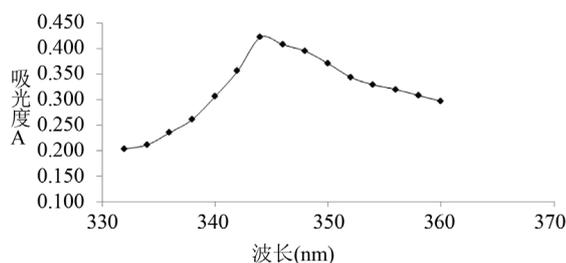
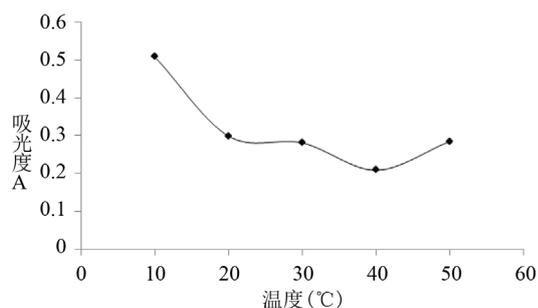
由图 6 可知,温度在 15°C~45°C 吸光度较低,脱色率较高,因此选择温度为 15°C、30°C、45°C 进行正交实验。

Table 3. Hydrogen peroxide bleaching influencing factors**表 3.** 过氧化氢脱色影响因素

水平	C 温度(°C)	B 时间(h)	A 过氧化氢的用量(ml)
1	40	3	0.05
2	50	4	0.10
3	60	5	0.15

Table 4. The orthogonal experimental results of active carbon decoloring rate**表 4.** 活性炭脱色率正交实验结果

实验号	A 活性炭用量(mg)	B 时间(min)	C 温度(°C)	D pH 值	脱色率(%)
1	1	1	1	1	30.0
2	1	2	2	2	31.2
3	1	3	3	3	38.0
4	2	1	2	3	25.4
5	2	2	3	1	43.1
6	2	3	1	2	24.5
7	3	1	3	2	40.4
8	3	2	1	3	21.5
9	3	3	2	1	39.0
k1	33.067	31.933	25.333	37.367	
k2	31.000	31.933	31.867	32.033	
k3	33.633	33.833	40.500	28.300	
R	2.633	1.900	15.167	9.067	

**Figure 1.** Sweet potato leaf polysaccharide solution corresponding to different wavelength absorbance**图 1.** 番薯叶多糖溶液不同波长对应的吸光度**Figure 2.** Activated carbon for decolorization perfance sweet potato leaves at different temperatures**图 2.** 不同温度下活性炭对番薯叶的脱色效果

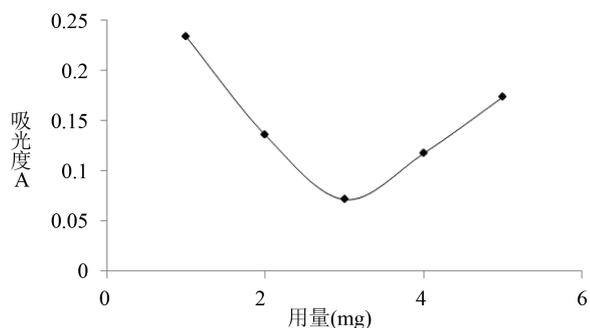


Figure 3. Different dosage of activated carbon decoloring effect for the sweet potato leaves

图 3. 活性炭不同用量对应番薯叶的脱色效果

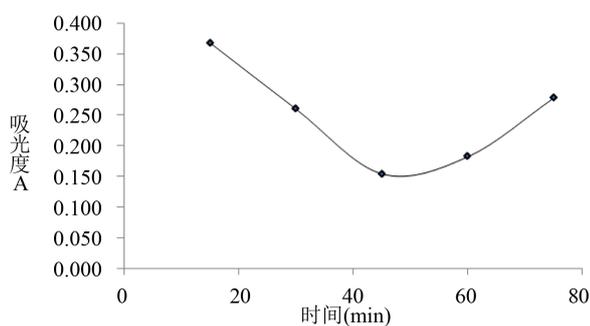


Figure 4. Decoloring effect of activated carbon on sweet potato leaves in different time

图 4. 不同时间活性炭对番薯叶的脱色效果

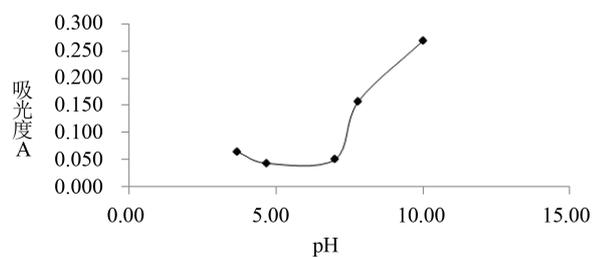


Figure 5. Different pH activated carbon decoloring effect of sweet potato leaves

图 5. 不同 pH 活性炭对番薯叶的脱色效果

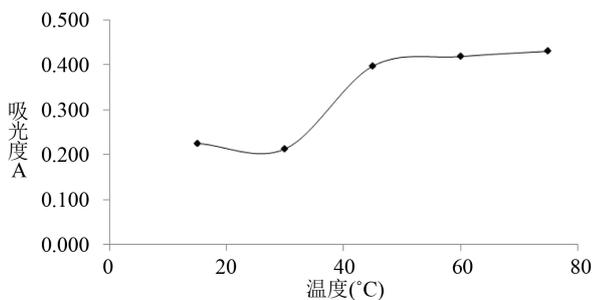


Figure 6. Different temperature kaolin decoloring effect of sweet potato leaves

图 6. 不同温度高岭土对番薯叶的脱色效果

4.3.2. 用量对番薯叶多糖脱色效果的影响

由图 7 可知, 高岭土用量在 2 mg~3 mg 吸光度较低, 脱色率较高, 因此选择用量为 2 mg、3 mg、4 mg 进行正交实验。

4.3.3. 脱色时间对番薯叶多糖脱色效果的影响

由图 8 知, 时间在 60~120 min 吸光度较低, 脱色率较高, 因此选择时间为 60 min、90 min、120 min 进行正交实验。

4.3.4. 样液 pH 对番薯叶多糖脱色效果的影响

由图 9 可知, pH 在 3.70~7.00 吸光度较低, 脱色率较高, 因此选择 pH 为 3.70、4.60、7.00 进行正交实验。

4.3.5. 高岭土脱色工艺的正交试验

本实验利用高岭土研究对番薯叶的脱色效果, 在单因素试验的基础上, 选取脱色温度、时间、pH 以及用量 4 个单因素 $L_9(3^4)$ 进行正交试验, 脱色率结果分析见表。

从表 5 的结果分析可知, 各因素对高岭土脱色的影响顺序为 $C > D > A > B$, 即对高岭土影响的主次顺序为温度 $>$ pH $>$ 高岭土用量 $>$ 时间; 由此可确定最优水平为 $A_2B_2C_3D_1$, 此时温度 45°C , 时间为 90 min, 高岭土用量 3 mg, pH 3.70。

4.4. 过氧化氢对番薯叶多糖的脱色效果

4.4.1. 脱色温度对番薯叶多糖脱色效果的影响

由图 10 可知, 温度在 40°C ~ 60°C 吸光度较低, 脱色率较高, 因此选择温度为 40°C 、 50°C 、 60°C 进行正交实验。

4.4.2. 过氧化氢用量对番薯叶多糖脱色效果的影响

由图 11 可知, 过氧化氢浓度在 0.05 ml~0.15 ml 吸光度较低, 脱色率较高, 因此选择过氧化氢用量为 0.05 ml、0.10 ml、0.15 ml 进行正交实验。

4.4.3. 脱色时间对番薯叶多糖脱色效果的影响

分别取番薯叶多糖溶液 10.0 mL 置于五个碘量瓶中, 每个碘量瓶加入 0.15 ml 过氧化氢, 在 30°C 下, 分别恒温振荡脱色 2 h, 3 h, 4 h, 5 h, 6 h 后, 离心取上清液, 测定脱色率。

由图 12 可知, 时间在 3 h~5 h 吸光度较低, 脱色率较高, 因此选择时间为 3 h、4 h、5 h 进行正交实验。

4.4.4. 过氧化氢脱色工艺的正交试验

本实验利用过氧化氢研究对番薯叶的脱色效果, 在单因素试验的基础上, 选取脱色温度、时间、pH 以及用量 4 个单因素 $L_9(3^4)$ 进行正交试验, 脱色率结果分析见表。

从表 6 的分析结果可知, 各因素对过氧化氢脱色效果的影响的顺序为 $A > C > B > D$, 即脱色温度 $>$ 过氧化氢浓度 $>$ 时间 $>$ pH; 最优水平为 $A_3B_3C_2D_1$, 即温度 50°C , 时间 5 h, 过氧化氢用量为 0.15 ml, pH 3.70。

5. 结论

本实验采用的是超声波浸提法, 通过去离子水作为提取剂对番薯叶中的多糖进行提取。超声提取法具有提取时间短、提取率高、低温提取有利于热敏成分、成本低、污染较小等优点。

Table 5. The orthogonal experimental results of kaolin decolorization rate

表 5. 高岭土脱色率正交实验结果

实验号	A 高岭土用量(mg)	B 时间(min)	C 温度(°C)	D pH 值	脱色率(%)
1	1	1	1	1	28.5
2	1	2	2	2	32.4
3	1	3	3	3	37.6
4	2	1	2	3	25.4
5	2	2	3	1	43.0
6	2	3	1	2	26.0
7	3	1	3	2	41.0
8	3	2	1	3	22.4
9	3	3	2	1	40.1
k1	32.833	31.633	25.633	37.200	
k2	31.467	32.600	32.633	33.133	
k3	34.500	34.567	40.533	28.467	
R	3.033	2.934	14.900	8.733	

Table 6. The orthogonal experimental results of hydrogen peroxide bleaching rate

表 6. 过氧化氢脱色率正交实验结果

实验号	A 过氧化氢的用量(ml)	B 时间(h)	C 温度(°C)	D (pH 值)	脱色率(%)
1	1	1	1	1	2.9
2	1	2	2	2	8.1
3	1	3	3	3	13.2
4	2	1	2	3	8.4
5	2	2	3	1	19.5
6	2	3	1	2	12.4
7	3	1	3	2	20.1
8	3	2	1	3	15.5
9	3	3	2	1	22.0
k1	8.067	10.467	10.267	14.800	
k2	13.433	14.367	12.833	13.533	
k3	19.200	15.867	17.600	12.367	
R	11.133	5.400	7.333	2.433	

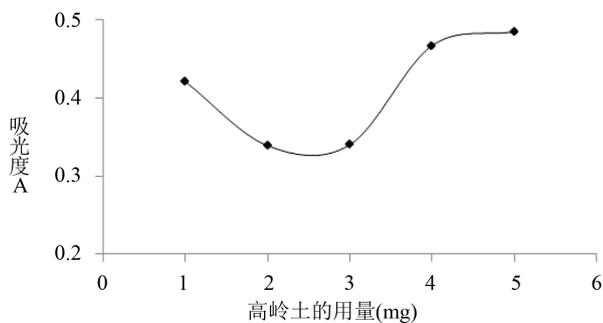


Figure 7. The amount of kaolin different decolorization effect of sweet potato leaves

图 7. 高岭土不同用量对番薯叶的脱色效果

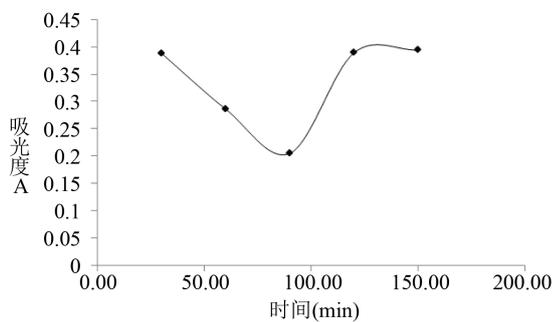


Figure 8. Different time kaolin decoloring effect of sweet potato leaves

图 8. 不同时间高岭土对番薯叶的脱色效果

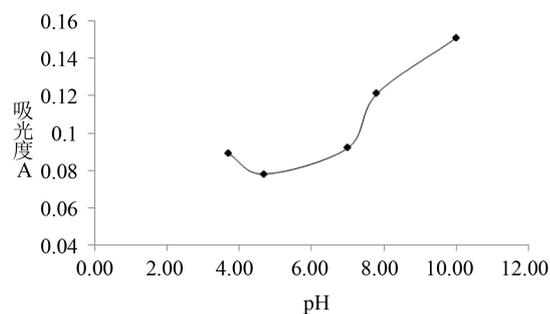


Figure 9. Different pH kaolin decoloring effect of sweet potato leaves

图 9. 不同 pH 高岭土对番薯叶的脱色效果

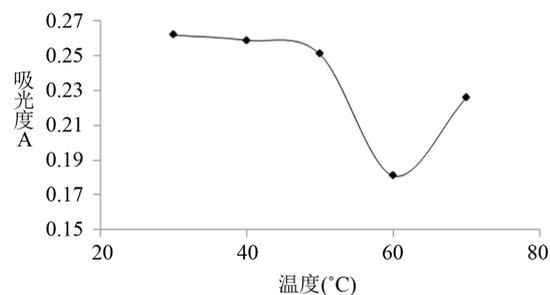


Figure 10. Different temperature kaolin decoloring effect of sweet potato leaves

图 10. 不同温度高岭土对番薯叶的脱色效果

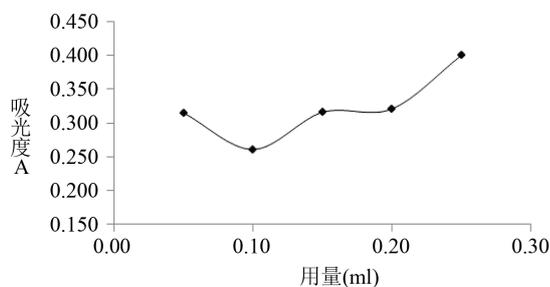


Figure 11. Hydrogen peroxide concentration on decolorization effect of sweet potato leaves

图 11. 过氧化氢不同用量对番薯叶的脱色效果

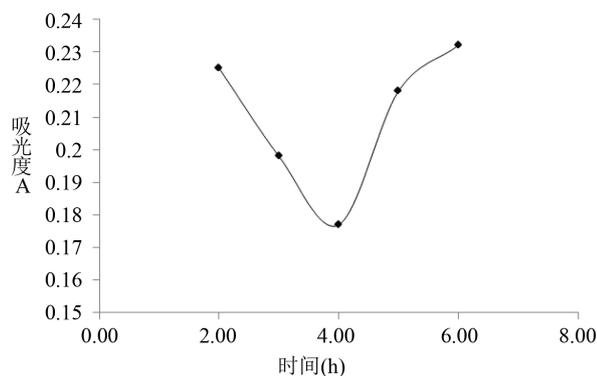


Figure 12. Different time hydrogen peroxide bleaching effect of sweet potato leaves

图 12. 不同时间过氧化氢对番薯叶的脱色效果

实验探究了活性炭、高岭土、过氧化氢脱除番薯叶多糖色素的适宜条件, 在脱色时间、脱色温度、用量和 pH 量等单因素实验的基础上, 设计 4 因素 3 水平的正交实验, 实验结果经极差分析发现, 活性炭的最佳脱色条件为: 温度 40℃, 时间为 60 min, 活性炭用量 3 mg, pH 3.70; 高岭土的最佳脱色条件为: 温度 45℃, 时间为 90 min, 高岭土用量 3 mg, pH 3.70; 过氧化氢的最佳脱色条件为: 温度 50℃, 时间 5 h, 过氧化氢用量为 0.15 ml。由于色素会对多糖的提取造成一定的影响, 而在活性炭、高岭土、过氧化氢的处理下, 脱色率均比较高, 脱色效果好, 其中, 活性炭的脱色效果最好。因此, 对以后番薯叶进行脱色具有理论上的指导作用。

参考文献 (References)

- [1] 石颖岚, 吴敏松, 田慧, 林清强. 番薯叶营养乳饮的工艺研究[J]. 黑龙江科技信息, 2015(23): 104-106.
- [2] 张国治, 何健. 甘薯叶系列产品的研制与开发[J]. 中国食物与营养, 2001(5): 40-42.
- [3] 丁保金, 金丽琴, 吕建新. 多糖生物活性研究进展[J]. 中国药学杂志, 2004, 39(8): 561-564.
- [4] 余薇, 汪晖, 吴基良, 等. 中药多糖的研究进展[J]. 咸宁学院学报(医学版), 2007(6): 548-551.
- [5] 付学鹏, 杨晓杰. 植物多糖脱色技术的研究[J]. 食品研究与开发, 2007(11): 166-169.
- [6] 许丽丽, 庄晓文. 超声波辅助提取松针多糖的工艺研究[J]. 现代食品科技, 2012, 28(10): 1376-1379.
- [7] 吕明生, 王淑军, 房耀维, 等. 超声波提取雪莲薯多糖工艺优化及其对羟自由基的清除[J]. 食品科学, 2011, 32(2): 24-27.
- [8] 车荣珍, 吴艳, 艾连中, 等. 超声波辅助提取板蓝根多糖的工艺优化[J]. 时珍国医国药, 2011, 10(22): 2498-2501.
- [9] 李粉玲, 蔡汉权, 何纯哲. 荔枝叶片多糖的提取及抗氧化性研究[J]. 中国南方果树, 2014(4): 6-10.
- [10] 王维香, 王晓君, 黄潇, 杨文字. 川芎多糖脱色方法比较[J]. 离子交换与吸附, 2010(1): 74-82.
- [11] 陈健, 耿安静, 徐晓飞. 香菇多糖的过氧化氢脱色工艺研究[J]. 食品工业科技, 2010(3): 293-295.
- [12] 黄盛蓝, 张家豪, 梁冰雪, 李林, 熊银胜, 周玲. 红薯叶应用价值及开发利用现状[J]. 现代农业科技, 2014(19): 309-311, 313.
- [13] 张芳, 刘群莲, 薛俊, 曹宏. 高岭土的脱色工艺研究[J]. 中国陶瓷工业, 2010(6): 6-9.
- [14] 刘丽香. 甘薯叶中多酚提纯工艺及抗氧化活性研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2008.
- [15] 廖春燕, 杨远萍. 桔梗多糖活性炭脱色工艺研究[J]. 食品工业, 2011(11): 22-24.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：jocr@hanspub.org