中国煤炭行业知识服务平台（中国煤炭期刊网）
CHINA COAL INDUSTRY KNOWLEDGE SERVICE PLATFORM

推荐阅读：

广西城市污水处理厂污泥产生及处置现状分析

平顶山市煤矿区土壤重金属污染程度评价

基于灰色关联分析法的宜昌市空气质量影响因素分析

废旧锂离子电池流向及管理现状调研

生物法处理气态污染物的研究现状与应用前景

环境敏感区农村生活污水处理工艺设计案例分析

氨法脱硫+低温 SCR 脱硝工艺在焦炉烟气净化中的应用

反渗透双膜工艺处理印染废水研究进展

重金属污染土壤修复技术研究进展

基于 SARIMA 模型的二氧化氮时间序列预测研究

碳基功能材料在土壤修复中的应用

虾蟹壳对水中刚果红吸附性能的研究

农村生活垃圾生物质热解和燃烧气相数值模拟

基于灰色 GM(1,1)模型的成都市大气污染物浓度预测

江苏省非道路移动源大气污染排放清单研究

欧盟 15 国污水污泥产生量与处理处置方法对比

基于 Hydrus-1D 的粉煤灰堆场 Cr(Ⅵ)在包气带中迁移规律的研究

工业废水活性炭深度处理的研究

中国煤炭行业知识服务平台www.chinacaj.net

移动扫码阅读

谢伟雪,张永合,王维,等.餐厨垃圾油水分离工艺条件优化试验研究[J].能源环境保护,2020,34(3):24-28.

XIE Weixue,ZHANG Yonghe,WANG Wei,et al.Study on optimization of oil-water separation process conditions for kitchen waste[J].Energy Environmental Protection,2020,34(3):24-28.

餐厨垃圾油水分离工艺条件优化试验研究

谢伟雪,张永合,王　维,刘玉英

(兰州资源环境职业技术学院,甘肃 兰州 730021)

摘要:为优化餐厨垃圾油水分离工艺条件,采用单因素试验考察了原液加水量、pH 值、加热温度、搅拌强度和工业盐用量等条件对油水分离效果的影响,最佳参数通过 $L_9(3^4)$ 正交试验确定。结果表明:原液加水量、加热温度、pH 值、搅拌时间、工业盐用量宜分别控制在 40%、75~85 ℃、1.0~3.0、20 min 和 1.0%~2.0%;影响油水分离效果的因素显著性关系为 pH 值>加水量>加热温度>工业盐用量;最佳油水分离条件为加水量 40%、pH 值 3.0,工业盐用量 2.0%、加热温度 80 ℃、搅拌时间 20 min,在此条件下的分离出的油量为 234.93 g/L。

关键词:餐厨垃圾;油水分离技术;工艺条件;优化

中图分类号:X703　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1006-8759(2020)03-0024-05

Study on optimization of oil-water separation process conditions for kitchen waste

XIE Weixue,ZHANG Yonghe,WANG Wei,LIU Yuying

(*Lanzhou Resources and Environment Voc-Tech College*,*Lanzhou* 730021,*China*)

Abstract:In order to optimize the conditions of oil-water separation process for kitchen waste,the effects of water addition,pH,temperature,stirring intensity and industrial salt dosage on the separation of oil-water were investigated by single factor experiment.The optimum parameters were determined by $L_9(3^4)$ orthogonal test.The results showed that the water addition,temperature,pH,stirring time and industrial salt dosage were suggested to be controlled at 40%,75~85 ℃,1.0~3.0,20 min and 1.0%~2.0%,respectively.The significant relationship influencing the oil-water separation effect is pH>water addition>temperature>industrial salt dosage.The optimal oil-water separation conditions are:water addition=40%,pH=3.0,industrial salt dosage=2.0%,heating temperature=80 ℃,stirring time=20 min.Under such conditions,the amount of oil separated is 234.93 g/L.

Key Words:Kitchen waste;Oil-water separation technology;Process conditions;Optimization

0　引言

随着居民生活消费的提高和城市化进程的快速发展,餐厨垃圾产出量逐渐增多,属于有机湿垃圾,极易腐烂变质,散发恶臭,传播细菌和病毒,对环境造成很大的影响。目前,大部分城市餐厨垃圾直接作为饲料供给养殖场喂猪,导致动物和人类疾病的互相感染。少量的餐厨垃圾未经处理直接排入下水道,造成水污染和出现地沟油重回餐桌的现象。同时餐厨垃圾含有可降解利用的高有机物、高含水率、高油、高盐分等,还含有蛋白质、纤维素、淀粉、脂肪和富含氮、磷、钾、钙及各种微量元素。因此餐厨垃圾属于较高的资源型废弃物,是一种高回收价值的重要资源和能源,如熊

收稿日期:2020-02-10
基金项目:2018 年兰州资源环境职业技术学院科研项目(Y2018A-02);2019 年甘肃省职业教育教学改革研究项目(2019gszyjy-5)
第一作者简介:谢伟雪(1982-),女,汉族,甘肃甘谷人,硕士研究生,副教授,研究方向为固体废物处理与资源化。E-mail:xieweixue1982@126.com

中国煤炭行业知识服务平台www.chinacaj.net

婷[1]在城市餐厨垃圾资源化处理必要性研究中指出可以利用餐厨垃圾高温处理制备动物饲料、好氧堆肥制备有机肥料、厌氧发酵制备生物能源等。杨国华[2]在地沟油回收利用工艺浅析中提到将地沟油水解为脂肪酸,可以有效处理能够避免地沟油重回餐桌,保证食品卫生安全和人民身体健康同时,还可以回收脂肪酸。

如能合理处理利用餐厨垃圾中油水、废水、废渣及其它有机物,将其变废为宝,可以降低餐厨垃圾对环境的污染,提高城市环境的质量,保证食品安全,实现餐厨垃圾减量化、无害化和资源化利用。因此,为了合理处理餐厨垃圾中的油水分离及实现餐厨垃圾的减量化和资源化利用,本文以食堂新鲜餐厨垃圾为研究对象,首先对餐厨垃圾进行预处理和原料的测定,然后采用单因素法,主要考察原液加水量、pH 值、加热温度、搅拌时间和工业盐用量对油水分离的效果和条件,最后通过正交试验法 $L_9(3^4)$ 确定出餐厨垃圾油水分离的最佳工艺条件及含油量。

1　材料与方法

1.1　试剂与仪器

实验所用的餐厨垃圾来自兰州资源环境职业技术学院金谷苑食堂,所用试剂有磷酸、工业盐、去离子水等,磷酸为分析纯。

主要仪器:彩屏混凝试验搅拌仪器 MY3000-6M(武汉市梅宇仪器有限公司)、电热鼓风干燥箱(郑州红焱仪器设备有限公司),温度控制器、pHSJ-5 型 pH 计(上海仪电科学仪器股份有限公司)、电子天平、岛津 AP225WD 分析天平(万分之一)、筛子一套等。

1.2　餐厨垃圾的预处理

将取来的新鲜半固态餐厨垃圾手工分拣去除骨头、鱼刺、筷子等,进行过滤分离固态物质和油水,分离后的油水手工再过 20 目筛子去除辣椒、花椒等残渣后,装入瓶中备用。

1.3　餐厨油含量的测定

实验采用磷酸脱胶水洗法进行油水分离:在油水中加入 10%~40%的水,加热到 70~85 ℃,开启搅拌,缓慢滴加磷酸使 pH 值为 2~3,搅拌 15~30 min,加入 0.5%~2%的工业用盐,再搅拌 20 min 后,装入分液漏斗中静置分层。分层后得到的分离油进行称重。含油量的计算如下式:

$$C=m/V\times100\%$$

式中:C——为餐厨油水中所含油量 g/L;

m——为餐厨油水中油的质量 g;

V——为所取油水的体积 L。

1.4　实验方法

单因素法:本研究首先采用单因素法进行实验,主要考察原液加水量、pH 值、加热温度、搅拌时间和工业盐用量 5 个因素对油水分离效果的影响,为后续正交试验法提供合理的数据范围。5 个因素的取值为:原液加水量为原液的 10%、20%、30%和 40%,pH 值为 1.0、2.0、3.0 和 4.0,加热温度为 70 ℃、75 ℃、80 ℃和 85 ℃,搅拌时间为 15、20、25 和 30 min,工业盐用量为原液的 0.5%、1.0%、1.5%和 2.0%。

正交试验法:本研究依据单因素法得到的数据结果,筛选出原液加水量、pH 值、工业盐用量、加热温度 4 因素,相应的 3 水平取值为:原液加水量为原液的 30%、40%、50%,pH 值为 1.0、2.0、3.0,工业盐用量为原液的 1.0%、1.5%、2.0%,加热温度为 75 ℃、80 ℃、85 ℃。然后选用 $L_9(3^4)$ 正交试验表进行实验。

2　结果与讨论

2.1　原液加水量对分离油量的影响

加热温度 85 ℃,调节油水 pH 值 2.0,搅拌时间 30 min,工业盐用量 2.0%,原液加水量分别为 10%、20%、30%和 40%时,采用 1.2 中处理方法得到分离油量,结果如图 1。

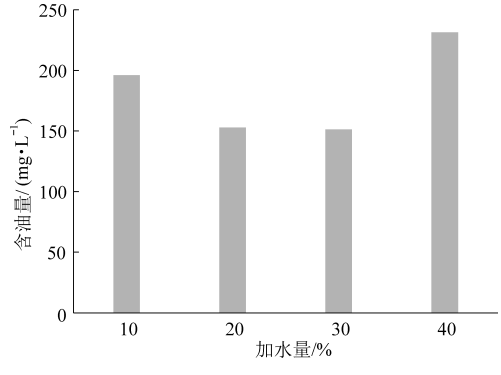

图 1　原液加水量对分离油量的影响

由图 1 可以看出,含油量随原液加水量的变化而变化,加水量为 10%时,含油量为 196.02 g/L。加水量从 10%增加到 20%到 30%时,含油量有明显的减小。加水量从 30%增加到 40%时,含油量反而增大,含油量为 231.33 g/L,含油量增加了 80.13 g/L。结果表明,原液加水量对油水中含油产率影响是比较最显著的,油水分离过程主要以

中国煤炭行业知识服务平台www.chinacaj.net

含油率为目标产物,就需在保证含油产率的同时控制其性能,因而选择合适的原液加水量很重要。原液加水量选择在 40%。

2.2 加热温度对分离油量影响

原液加水量 40%,调节油水 pH 值 2.0,搅拌时间 30 min,工业盐用量 2.0%,加热温度分别为 70 ℃、75 ℃、80 ℃和85 ℃时,采用 1.2 中处理方法得到分离油量,结果如图 2。

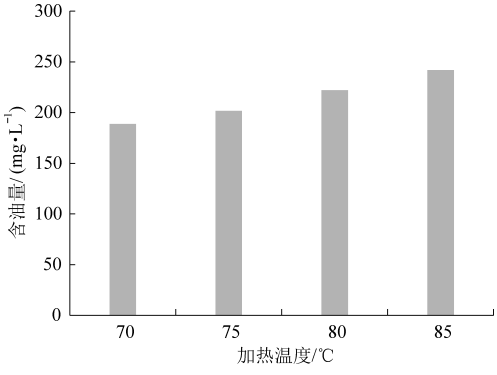

图 2 加热温度对分离油量的影响

由图 2 可以看出,含油量随加热温度的变化而变化,随着加热温度的升高提取油量增加。加热温度从 70 ℃增加到 85 ℃时,油量从 188.68 g/L 增加到 241.8 g/L。结果表明,加热温度升高有利于油水的分离,增加油量。这可能是因为油水中含有淀粉,升高温度有利于淀粉的溶解,从而使得油从淀粉等物质中释放出来,有利于油水的分层。根据加热温度和设备的特点,加热温度选择 75~85 ℃。

2.3 油水 pH 值对分离油量的影响

原液加水量 40%,加热温度为 80℃,搅拌时间 30 min,工业盐用量 2.0%,调节油水 pH 值分别为 1.0、2.0、3.0 和 4.0 时,采用 1.2 小节中处理方法得到油量,结果如图 3。

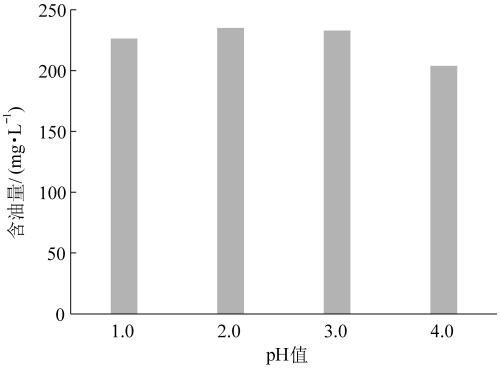

图 3 pH 值对分离油量的影响

由图 3 可以看出,含油量随 pH 值的变化而变化。pH 值从 1.0 增加到 2.0 时,油量增加了 8.70 g/L,pH 值从 1.0 增加到 3.0 时,油量增加了 6.57 g/L,pH 值从 1.0 增加到 4.0 时,油量减少了 22.35 g/L。结果表明,pH 值为 2.0~3.0 时,分离出油量较大。根据酸的特点,pH 值选择 1.0~3.0。

2.4 搅拌时间对分离油量的影响

原液加水量 40%,加热温度为 80 ℃,调节油水 pH 值 3.0,工业盐用量 2.0%,搅拌时间分别为 15、20、25 和 30 min 时,采用 1.2 中处理方法得到油量,结果如图 4。

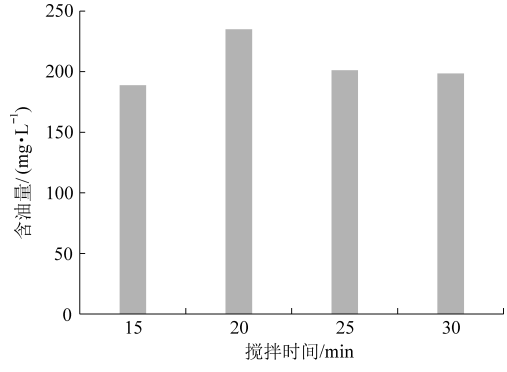

图 4 搅拌时间对分离油量的影响

由图 4 可以看出,含油量随搅拌时间的变化而变化。搅拌时间从 15 min 增加到 20 min 时,油量增加了 46.15 g/L,搅拌时间 20 min 到 25 min 反而减少了 33.80 g/L,搅拌时间 20 min 到 30 min 减少了 36.52 g/L。结果表明,搅拌时间选择 20 min。

2.5 工业盐用量对分离油量的影响

原液加水量 40%,加热温度为 80 ℃,调节油水 pH 值 3.0,搅拌时间 20 min,工业盐用量分别为 0.5%、1%、1.5%和 2%时,采用 1.2 中处理方法得到油量,结果如图 5。

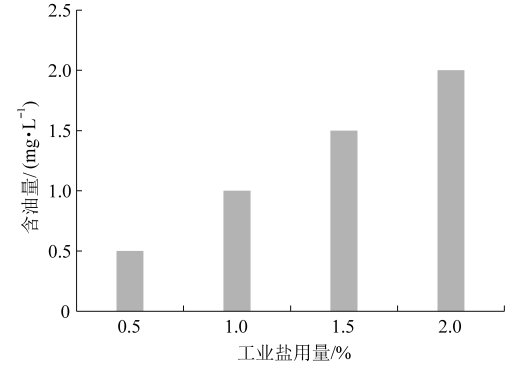

图 5 工业盐用量对分离油量的影响

由图 5 可以看出,含油量随工业盐用量的变化而变化。工业盐用量从 1.0%增加到 2.0%时,含油量呈现递增过程,增加了 41.15 g/L。结果表明,工业盐用量选择 1.0%~2.0%。

中国煤炭行业知识服务平台www.chinacaj.net

2.6　正交试验法对油水分离中油量工艺的选择

根据 2.1～2.5 单因素法影响因素的结果分析,综合考虑具有特征性的因素,因此筛选出加水量、pH 值、工业盐用量、加热温度 4 因素及相应的 3 水平。考察 4 因素 3 水平,选择 $L_9(3^4)$ 正交表进行实验分析,见表 1～2。

表 1　试验因素水平表

水平	A	B	C	D
	加水量/%	pH	工业盐用量/%	加热温度/℃
1	30	1.0	1	75
2	40	2.0	1.5	80
3	50	3.0	2.0	85

表 2　$L_9(3^4)$ 正交试验设计表及其结果

试验号	A	B	C	D	分离油量/(g·L^{-1})
1	1	1	1	1	188.74
2	1	2	2	2	145.67
3	1	3	3	3	184.93
4	2	1	2	3	149.41
5	2	2	3	1	144.34
6	2	3	1	2	183.76
7	3	1	3	2	209.10
8	3	2	1	3	148.71
9	3	3	2	1	189.78
K_1	173.113	182.417	173.737	174.287	/
K_2	159.170	146.240	161.620	179.510	/
K_3	182.530	186.157	179.457	161.017	/
R	23.360	39.917	17.837	18.493	/

通过正交试验数据可以看出,4 个影响因素对餐厨垃圾中油水分离的主次顺序为 B>A>D>C,即 pH 值>加水量>加热温度>工业盐用量,pH 值对餐厨垃圾中油水分离的影响最大,由正交试验分析可知,$A_3>A_1>A_2$, $B_3>B_1>B_2$, $C_3>C_1>C_2$, $D_2>D_1>D_3$,从而选出最佳油水分离工艺方案 $A_3B_3C_3D_2$,即加水量 40%,pH 值为 3.0,工业盐用量为 2.0%,加热温度为 80 ℃。

以正交试验优选出的最佳油水分离工艺方案 $A_3B_3C_3D_2$ 进行验证实验,为了减少误差平行做实验 2 次。第 1 次分离出油量 235.84 g/L,第 2 次分离出油量 234.02 g/L。因此采用最佳油水分离工艺方案 $A_3B_3C_3D_2$,可以分离得到油量为 234.93 g/L。

3　结论

(1)单因素法实验结果表明,原液加水量选择 40%,加热温度选择 75～85℃,pH 值选择 1.0～3.0,搅拌时间选择 20 min,工业盐用量选择 1.0%～2.0%。

(2)正交实验结果表明,4 因素对油水中油的分离影响因素由大到小依次为 pH 值、加水量、加热温度和工业盐用量。pH 值和加水量对油水分离效果影响较大,为主要影响因素。加热温度和工业盐用量对油水分离效果影响较小,为次要因素。

(3)油水中油的最佳分离条件优化为加水量 40%,pH 值 3.0,工业盐用量 2.0%,加热温度 80 ℃,搅拌时间 20 min。在此条件下,可以分离出 234.93 g/L 的油量。

参考文献

[1] 熊婷, 霍文冕, 窦立宝, 等. 城市餐厨垃圾资源化处理必要性研究 [J]. 环境科学与管理, 2010, 35 (2): 148-152.

[2] 杨国华. 地沟油回收利用工艺浅析 [J]. 沪天化科技, 2016 (2): 130-132+138.

[3] 曹书翰, 陈立功, 刘先杰, 等. 餐厨垃圾油水分离技术与方法研究 [J]. 环境卫生工程, 2012, 20 (2): 39-42.

[4] 钟庆有. 餐厨垃圾油水分离过程探讨 [J]. 环境与安全, 2014 (4): 257-258.

[5] 呼斯泠, 刘峻珲, 贾挨兵, 等. 餐厨垃圾处理及资源化利用——以乌审旗餐厨垃圾处理厂为例 [J]. 环境与发展, 2018, 30 (1): 67-68.

[6] 谢伟雪, 刘孝敏. 活性炭吸附兰州市污水最佳条件的优化 [J]. 环境保护与循环经济, 2015, 35 (7): 28-30.

[7] 任连海, 聂永丰. 餐厨废油高效分离回收工艺研究 [J]. 城市管理技术, 2009, 11 (4): 52-55.

[8] 刘红霞, 何亮. 餐厨垃圾预处理工艺研究-以南宫餐厨垃圾处理厂为例 [J]. 绿色科技, 2016, 5 (10): 96-97.

[9] 魏红江, 赵志军, 刘自平, 等. 城市餐饮泔水油分离方法的研究 [J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2011, 26 (2): 249-253.

[10] 农传江, 徐智, 汤利, 等. 餐厨垃圾特性及处理技术分析 [J]. 环境工程, 2014, 32 (S1): 626-629+692.

[11] 谢伟雪, 李小东, 刘孝敏, 等. 混凝技术处理兰州段黄河水最佳工艺条件的优化 [J]. 资源节约与环保, 2015 (1): 157-158.

[12] 谢伟雪, 李小东, 刘孝敏, 等. 废头发制备角蛋白基生

中国煤炭行业知识服务平台www.chinacaj.net

物炭工艺条件的优化［J］. 环境保护与循环经济，2018，38（10）：26-29.

［13］ 王巧玲，陈泽智，龚惠娟，等. 含油量对餐厨垃圾厌氧发酵的影响［J］. 环境工程学报，2012，6（12）：4637-4640.

［14］ 陈彬，刘阁，张贤明，等. 温度对油水分离的影响研究［J］. 机械科学与技术，2014，33（2）：233-238.

［15］ 汪波. 我国城市发展新能源的评价指标体系和案例应用研究［D］. 北京：清华大学，2013：1-10.