

刘 鹏,侯书林. 南疆棉秆热解工艺及不同温度制得棉秆炭发热量测定[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):514-516.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.152

南疆棉秆热解工艺及不同温度制得棉秆炭发热量测定

刘 鹏,侯书林

(塔里木大学机械电气化工程学院/新疆维吾尔自治区普通高等学校现代农业工程重点实验室,新疆阿拉尔 843300)

摘要:为研究不同温度的南疆棉秆炭发热量的变化,以南疆棉秆为研究对象,对南疆棉秆进行粉碎热解炭化,热解炭化温度分别为 300、350、400、450、500 ℃,保温时间为 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 h。结果显示,在热解炭化温度方面,300~500 ℃之间,随着温度的升高棉秆得炭率也逐渐提高,到 400 ℃达到峰值。在保温时间方面,0.5~2.5 h 之间,随着保温时间的加长,在 1 h 时得炭率最高。南疆棉秆在热解炭化温度为 400 ℃、保温时间为 1 h 时棉秆得炭率最高,热解炭化得到的棉秆炭发热量也是最高。本研究为今后研究作物秸秆高品质能源炭的应用提供参考。

关键词:棉秆炭;热解炭化;得炭率;发热量;高品质

中图分类号:S216.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)12-0514-02

棉花秸秆(简称棉秆)是棉花收获之后的副产物,棉秆富含纤维素、木质素和多缩戊糖等物质,是重要的农业可再生资源,具有很高的开发利用价值,目前已被广泛开发应用于饲料、燃料、肥料、工业原料、食用菌基料、活性炭等多种用途^[1-3]。我国是世界上最大的棉花生产国,棉花产量约占年度全球棉花总产量的 30%,新疆棉花产量约占全国总产量的 55.84%,新疆棉花产量约占新疆总产量的 65%^[4]。新疆棉秆资源非常丰富。合理高效开发利用棉秆资源,对于促进新疆经济发展、改善生态环境具有积极意义。

2014 年全国棉秆产量 3 149.5 万 t,新疆棉秆产量 1 758.77 万 t^[5],若按照 3:1 的比例将棉秆制成棉秆炭,则会制成大约 527.63 万 t 棉秆炭,可以减轻中国煤炭供求的压力。棉秆炭也是烧烤行业和锅炉行业的主要燃料,它以燃烧时间长、热值高、无烟、不发爆等优点而深受广大用户的喜爱。其发展适合中国新能源发展的趋势,发展前景不可估量,市场前景良好。比起国外较为成熟的生物质燃烧技术^[6-8],中国在生物质燃烧特性方面的研究还较为不足。司耀辉等研究了华中地区典型农业秸秆的燃烧特性^[9],吕薇等研究了不同升温速率和不同载气气分对玉米秸秆的燃烧特性的影响^[10]。发热量是评定燃料品质的标准之一,以棉秆炭发热量的研究也就是以棉秆炭作为燃料,以其品质进行研究。

1 材料与与方法

1.1 试验材料

以南疆棉花秸秆为试验原料,对其进行粉碎、烘干。将粉碎后的棉秆加入炭化主反应器,进行热解炭化。

1.2 试验方法设计

1.2.1 棉秆炭制备方法 将粉碎后的棉秆放入设定好的炭化主反应器,棉秆热解的温度分别为 300、350、400、450、500 ℃。热解保温时间为 0.5、1、1.5、2、2.5。升温速率设定为 8、18 ℃/min。在炭化主反应器确保每组具有相同质量的粉末棉秆(20 g),保证炭化主反应器在无氧或少氧的环境对粉末棉秆进行炭化。

1.2.2 棉秆性质测定 分别对棉秆水分、灰分、挥发分、有机炭含量、发热量进行测定。

水分的测定采用空气干燥法。称取一定量的空气干燥粉末棉秆样品,置于 105~110 ℃干燥箱内,于空气流中干燥到质量恒定。根据粉末棉秆样品的质量损失计算出水分的质量分数。空气干燥水分计算公式为

$$Mad = m_1/m \times 100\% \quad (1)$$

式中: Mad 为空气干燥粉末棉秆样品水分(%); m_1 为粉末棉秆样品干燥后失去的质量(g); m 为粉末棉秆样品的质量(g)。

灰分的测定采用缓慢灰化法。称取一定量的空气干燥棉秆样,放入马弗炉中,以一定的速度加热到(815±10) ℃,灰化并灼烧至质量恒定。以残留物的质量占粉末棉秆样品质量的百分数作为棉秆样的灰分。灰分测定法计算公式为

$$Aad = m_2/m \times 100\% \quad (2)$$

式中: Aad 为空气干燥粉末棉秆样品灰分(%); m_2 为灼烧后残留物的质量(g); m 为粉末棉秆样品的质量(g)。

挥发分的测定是称取一定量的空气干燥粉末棉秆样品,放在带盖的瓷坩埚中,在(900±10) ℃下,隔绝空气加热 7 min,以减少的质量占粉末棉秆样品质量的百分数,减去该棉秆样的水分含量作为粉末棉秆样品的挥发分。挥发分测定法计算公式为

$$Vad = (m_3/m) \times 100\% - Mad \quad (3)$$

式中: Vad 为空气干燥粉末棉秆样品挥发分(%); m_3 为粉末棉秆样品加热后减少质量(g); m 为粉末棉秆样品质量(g)。

固定炭含量的计算公式为

$$FCad = 100\% - (Mad + Aad + Vad) \quad (4)$$

收稿日期:2015-10-10

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201503135-19);塔里木大学校长基金(编号:TDZKPY201502)。

作者简介:刘 鹏(1990—),男,山东青岛人,硕士研究生,研究方向为生物质资源化利用。E-mail:liupeng603010@163.com。

通信作者:侯书林,教授,博士生导师,研究方向为农机装备设计制造。E-mail:hsl010@126.com。

热容量测定利用 FRL-2000 发热量测定仪进行测量。

1.2.3 数据分析 文中所有数据采用 Origin 9.0 软件进行数据统计与分析,图表中的数据均采用平均值表示,见表 1。

表 1 棉花秸秆样品的工业分析

样品	W(%)				Q _{gr} (MJ/kg)
	M	V	A	FC	
棉秆	3.92	52.56	3.89	39.63	14.98

注:W 为质量分数;M 为棉秆样品水分;V 为棉秆样品挥发分;A 为棉秆样品灰分;FC 为固定炭;Q_{gr} 为高位发热量。

2 结果与分析

2.1 新疆棉秆样品的工业分析

在平均升温速率 8 °C/min 的条件下,热解温度分别为 300、350、400、450、500 °C 分别对粉末棉秆进行热解炭化。由图 1 可见,300~400 °C 出炭率逐步升高,在 400 °C 时出炭率达到最高,然后随着温度继续升高出炭率逐渐降低。Yang 等研究表明,生物质中半纤维素首先在 220~315 °C 分解,而 315~400 °C 则为纤维素分解区,大于 400 °C 木质素开始大量分解^[1]。

2.2 热解温度对出炭率的影响

在平均升温速率 18 °C/min 的条件下,热解温度为 300、350、400、450、500 °C 分别对粉末棉秆进行热解炭化。由图 2 可见,在平均升温速率 18 °C/min 的条件下,300~400 °C 出炭率逐步升高,在 400 °C 时出炭率达到最高,然后随着温度继续升高出炭率逐渐降低。这与平均升温速率 8 °C/min 的条件

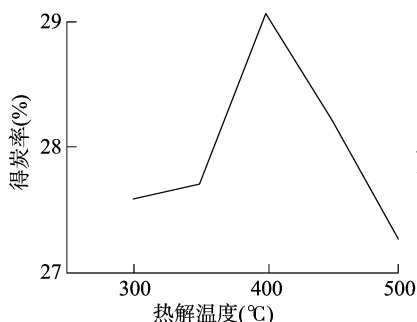


图2 在平均升温速率18 °C/min 的条件下温度对得炭率的影响

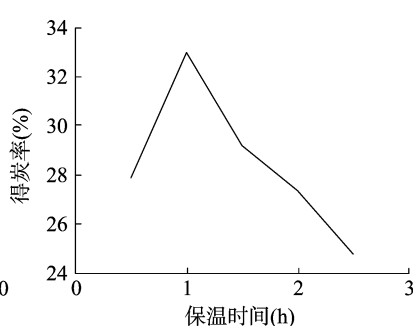


图3 在平均升温速率8 °C/min的条件下温度对得炭率的影响

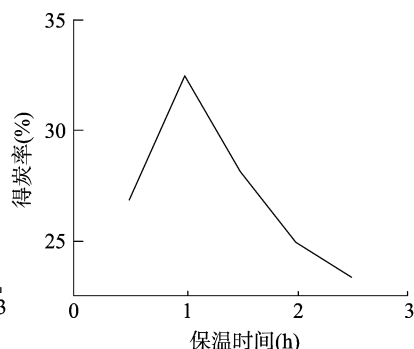


图4 在平均升温速率18 °C/min的条件下温度对得炭率的影响

2.4 棉秆炭发热量分析

发热量是评定燃料品质的标准之一,利用 FRL-2000 发热量测定仪对不同热解炭化温度产生的棉秆炭进行测定其热容量。由图 5 可见,由热解温度 300 °C 产生的棉秆炭到 400 °C 产生的棉秆炭,其发热量逐渐升高。但热解温度 400 °C 以后产生的棉秆炭发热量逐渐降低。说明在热解炭化温度为 400 °C 的情况下,产生的棉秆炭发热量最高。

3 结论

新疆南疆棉秆全水分含量比普通内地棉秆含量低。内地棉秆的 Mad 为 6.38%,而南疆棉秆只有 3.92%。

在热解炭化温度方面,300~500 °C 之间,随着温度的升高棉秆得炭率也逐渐提高,到 400 °C 达到峰值。在保温时间方面,0.5~2.5 h 之间,随着保温时间的加长,在 1 h 时得炭率最高。

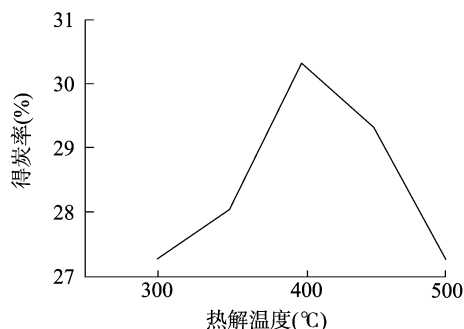


图1 在平均升温速率8 °C/min的条件下温度对得炭率的影响

下得出的结论一致。

综上所述,在平均升温速率和保温时间一定的情况下,在 400 °C 时出炭率最高。

2.3 保温时间对出炭率的影响

在平均升温速率 8 °C/min 的条件下,热解保温时间分别为 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 h 分别对粉末棉秆进行热解炭化。由图 3 可见,在平均升温速率和热解温度一定的情况下,保温时间为 1 h 时出炭率达到最高,然后随着时间的推移出炭率逐渐降低。在平均升温速率 18 °C/min 的条件下,热解保温时间分别为 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 h 分别对粉末棉秆进行热解炭化。由图 4 可见,在平均升温速率和热解温度一定的情况下,保温时间为 1 h 时出炭率达到最高,然后随着时间的推移出炭率逐渐降低。综上所述,在平均升温速率和热解温度一定的情况下,保温时间为 1 h 时出炭率最高。

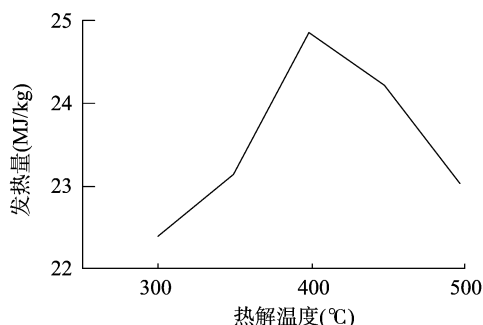


图5 热解温度对棉秆炭发热量的影响

发热量是评定燃料品质的标准之一,不同热解温度下得到的棉秆炭发热量也是不同的,相同质量下棉秆炭发热量越大,它的品质越高,越适合做生物质能源燃料。由热解温度

李文利,傅以钢,刘征宇,等. 基于溶藻效果的溶藻细菌 A21 培养基成分优化[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):516-520.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.513

基于溶藻效果的溶藻细菌 A21 培养基成分优化

李文利¹, 傅以钢², 刘征宇¹, 章忠辉¹, 陆雅雅¹, 李晓晖¹

(1. 上海海洋大学上海水产品加工及贮藏工程技术研究中心, 上海 201306; 2. 同济大学环境科学与工程学院, 上海 200092)

摘要:蓝藻“水华”的暴发对人体健康、水产养殖等造成了严重影响,微生物法是一种安全、有效的水华防治方法。通过碳源及氮源的单因素试验、Plackett-Burman 试验设计、响应面试验分析对 A21 菌株的培养基进行优化,最佳培养基配方为蔗糖 6.5 g/L、酵母膏 13 g/L、NaCl 0.5 g/L、K₃PO₄ 0.5 g/L、MgSO₄ · 3H₂O 0.5 g/L、FeSO₄ · 7H₂O 0.2 g/L、CaCl₂ 0.15 g/L、MnSO₄ 0.5 g/L、pH 值 8.2。该培养基使 A21 菌株对铜绿微囊藻的叶绿素 a(叶绿素 a)清除效率提高了 5.18%。

关键词:蓝藻;溶藻细菌;培养基;优化;Plackett-Burman 试验;响应面分析

中图分类号: S182 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)12-0516-05

人为因素导致太湖水体富营养化进程加速,于 2007 年暴发了大规模“水华”,给当地居民带来了恐慌^[1]。近年来的监测结果显示,60% 太湖水域的营养化水平处于中度污染以上,东莱水系等甚至达到重度污染,其余水域均为轻度污染^[2-4]。微囊藻是太湖蓝藻“水华”的优势藻类,铜绿微囊藻(*Microcystis aeruginosa*)是其代表藻株,其细胞内含有多种色素蛋白,生长速度极快,并产生对人体有害的微囊藻毒素^[5-6]。水体富营养化水平持续偏高带来的“水华”现象令人堪忧,寻求一种

高效、环保的抑藻物质迫在眉睫。

从“水华”暴发水体中分离安全、有效的溶藻细菌是一种有效的防治手段和途径,为水污染治理提供了新的研究思路^[7-9]。现已报道多株分离自太湖水域的溶藻细菌,为抑制蓝藻“水华”现象提供了良好基础,但大多处于分离鉴定阶段,对于抑藻物质制备成本高、生物活性低且不稳定、二次污染等生物安全性问题尚有待进一步研究,以期实现溶藻微生物在治理“水华”中的应用^[10]。

本研究通过优化溶藻菌株 A21 的培养基成分,提高对 *M. aeruginosa* 905 生物量的清除率。在单因素试验的基础上进行 Plackett-Burman (PB) 设计,选择出溶藻菌株 A21 溶藻效果的主要影响成分;根据 PB 试验结果进行响应面试验设计(response surface methodology, RSM),建立预估模型,得到估算的最佳培养基配方;根据实际情况进行调整,得到溶藻菌株 A21 的最佳培养基配方。

收稿日期:2015-04-08

基金项目:国家自然科学基金(编号:21277101);上海海洋大学横向课题(编号:D-8006-13-0117)。

作者简介:李文利(1988—),女,江苏徐州人,硕士,主要从事食品微生物研究。E-mail:1067349333@qq.com。

通信作者:李晓晖,博士,副教授,主要从事食品生物技术研究。E-mail:xhli@shou.edu.cn。

300 ℃ 产生的棉秆炭到 400 ℃ 产生的棉秆炭,其发热量逐渐升高。但热解温度在 400 ℃ 以后产生的棉秆炭发热量逐渐降低。说明在热解炭化温度为 400 ℃ 的情况下,产生的棉秆炭发热量最高。因此,南疆棉秆在热解炭化温度为 400 ℃、保温时间为 1 h 时棉秆得炭率最高,热解炭化得到的棉秆炭发热量也是最高。

参考文献:

- [1] Akdeniz R C, Acaroglu M, Hepbasli A. Cotton stalk as a potential energy source[J]. Energy Sources, 2004, 26(1): 65-75.
- [2] Du S K, Zhu X N, Wang H, et al. High pressure assist-alkali pretreatment of cotton stalk and physiochemical characterization of biomass[J]. Bioresource Technology, 2013, 148(8): 494-500.
- [3] 邓辉, 查志华, 张根林, 等. 氯化锌活化棉秆制备活性炭及孔结构表征[J]. 石河子大学学报:自然科学版, 2009, 27(6): 760-763.
- [4] Jiang W, Chang S L, Li H Q, et al. Liquid hot water pretreatment on different parts of cotton stalk to facilitate ethanol production[J].

Bioresource Technology, 2015, 176: 175-180.

- [5] 左旭, 毕于运, 王红彦, 等. 中国棉秆资源量估算及其自然适宜性评价[J]. 中国人口资源与环境, 2015, 25(6): 159-166.
- [6] Sait H H, Hussain A, Salema A A, et al. Pyrolysis and combustion kinetics of date palm biomass using thermogravimetric analysis[J]. Bioresource Technology, 2012, 118(1): 382-389.
- [7] Zheng G, Kozin S J. Thermal events occurring during the combustion of biomass residue[J]. Fuel, 2000, 79(2): 181-192.
- [8] Sahu S G, Sarkar P, Chakraborty N, et al. Thermogravimetric assessment of combustion characteristics of blends of a coal with different biomass chars[J]. Fuel Processing Technology, 2010, 91(3): 369-378.
- [9] 司耀辉, 陈汉平, 王贤华, 等. 农业秸秆燃烧特性及动力学分析[J]. 华中科技大学学报:自然科学版, 2012, 40(1): 128-132.
- [10] 吕薇, 李彦栋, 柳建华, 等. 生物质秸秆燃烧动力学特性分析[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2010, 15(5): 129-131.
- [11] Yang H P, Yan R, Chen H P, et al. In-depth investigation of biomass pyrolysis based on three major components: hemicellulose, cellulose and lignin[J]. Energy and Fuels, 2006, 20(1): 388-393.