

# 造纸黑液与马铃薯淀粉废水对沙性土壤的改良作用

唐晓春, 石辉文\*, 冯泽民, 马祥林, 齐国栋 (兰州大学化学化工学院, 甘肃兰州 730000)

**摘要** [目的]研究造纸黑液和马铃薯淀粉废水混合废液对沙性土壤的改良作用,在解决废水环境污染问题的同时改善生态环境。[方法]将不同体积比的混合废液(马铃薯淀粉废水:造纸黑液=1:1,2:1,3:1,4:1,5:1)经过常温发酵30 d,通过对混合废液pH变化的研究,确定最佳混合比例及混合发酵条件,并考察处理后混合废液对沙性土壤的改良效果。[结果]马铃薯淀粉废水与造纸黑液以体积比2:1比例混合,经过常温发酵15 d后可得到稳定的pH接近中性的混合废液,将其以质量比1:4的比例施入沙性土壤,可提高沙性土壤的pH值,降低干容重,增加土壤有机质含量,有效提高土壤持水能力。[结论]该研究对治理环境污染,废水资源化及生态环境建设具有重要意义。

**关键词** 造纸黑液; 马铃薯淀粉废水; 沙性土壤

**中图分类号** S156.99 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)24-11690-03

## Improving Effect of Paper Making Black Liquor and Potato Starch Wastewater on Sandy Soil

TANG Xiao-chun et al (School of Chemistry and Chemical Engineering, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000)

**Abstract** [Objective] The experiment was designed to study the improving effect of mixed wastewater from paper making black liquor and potato starch wastewater on sandy soil. Its objective was to solve environmental pollution of wastewater and to improve ecological environment. [Method] Mixed wastewater of different volume proportion (Potato starch wastewater: paper making black liquid = 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1) was fermented for 30 days and the changes of pH value was studied to determine the optimum mixture ratio and fermentation condition. The improving effect of mixed wastewater on sandy soil was studied. [Result] The results showed that it could effectively counteract the alkaline of black liquor when the two kinds of wastewater were mixed with the volume ratio of 2:1 and were fermented for 15 days. When the mixed wastewater was fertilized to sandy soil with the mass ratio of 1:4, the dry bulk density were decreased while pH value and organic matter content was increased. And the water-retention capacity of sandy soil was also effectively improved. [Conclusion] The research will have important meaning to reduce environmental pollution and to construct ecological environment.

**Key words** Paper making black liquid; Potato starch wastewater; Sandy soil

造纸黑液是造纸原料(木材、稻麦草、芦苇、甘蔗渣等)经碱液蒸煮脱木质素后排出的废液,是造纸工业最大的污染排放物,其处理难点在于黑液的强碱性<sup>[1]</sup>。马铃薯淀粉废水是淀粉在加工过程中产生的大量含有蛋白质、氨基酸等有机物的高浓度酸性废水<sup>[2]</sup>。现阶段,2种废水均较难处理,造纸厂与淀粉厂若相隔不远,将强碱性黑液与酸性马铃薯淀粉废水混合是完全可行的。将2种废水以适当比例混合,利用马铃薯淀粉废水的酸性及其所含的产酸微生物,可有效中和碱性造纸黑液,且2种废水均富含有机质,有害污染物重金属含量少,将其混合处理后用来改良不保水且肥力极低的沙性

土壤,可适当改善土壤性质<sup>[3]</sup>。为此,试验研究了2种废水的混合处理情况,并考察了其施用于沙性土壤后对土壤性质的影响,为合理处理利用2种废水及维护生态环境提供有效途径。

### 1 材料与方法

**1.1 材料** 废水:造纸黑液取自甘肃某造纸厂;马铃薯淀粉废水取自甘肃某淀粉厂,废水水质测定结果见表1。土样:试验所用沙性土壤采自宁夏中卫,其主要性质如下:pH值8.12,干容重1.64 g/cm<sup>3</sup>,含水量0.23%,有机质0.06%,孔度42.8%。

表1 试验废水水质

Table 1 The properties of test wastewater

试验废水 Test wastewater	外观 Appearance	pH值 pH value	有机质//% Organic matter	固含量//% Total solids	COD <sub>Cr</sub> // mg/L
造纸黑液 Paper making black liquor	黑色黏稠液体 Thick black liquor	12.98	9.39	14.70	154 000
马铃薯淀粉废水 Potato starch wastewater	黄色悬浊液体 Suspension yellow liquor	3.53	1.65	0.20	28 553

**1.2 30 d内不同比例混合废水pH值变化情况考察** 将马铃薯淀粉废水与造纸黑液按照体积比1:1,2:1,3:1,4:1,5:1混合于磨口锥形瓶中,用橡胶塞密封,于室温(25±2)℃放置30 d,每2 d测定各混合废水样品的pH值,考察其随时间变化的情况。

**1.3 混合废水对沙性土壤的改良作用试验** 将混合废水以与沙性土壤质量比1:4的比例施于土壤,使其自然渗透,于室

温(25±2)℃放置30 d,每2 d测定沙样pH值,每10 d测定沙样有机质含量,并于30 d后测定土壤干容重及土壤孔度。

**1.4 改良后的沙性土壤保水能力试验** 将混合废水以与沙性土壤质量比1:4的比例施于土壤,使其自然渗透,同时用自来水做空白试验,土层厚度为5 cm,施加水样后表面无多余游离水分,保持样品表面空气流速及温度条件相同,每隔24 h测定各土样的失水率。

**1.5 测定项目与方法** COD<sub>Cr</sub>采用重铬酸钾法测定;土壤水分含量采用烘干法测定;pH值采用HANNApH221酸度计测定;有机质含量采用重铬酸钾法测定;土壤干容重及孔度采用环刀法测定<sup>[4]</sup>。

**作者简介** 唐晓春(1982-),女,辽宁大连人,硕士研究生,研究方向:应用化学。\*通讯作者,高级工程师。

**收稿日期** 2009-04-14

## 2 结果与分析

2.1 不同比例废水直接混合后的性质 马铃薯淀粉废水和造纸黑液按不同体积比混合所得的混合液直接测定体系 pH 值、有机质含量,结果见表 2。

表 2 2 种废水以不同比例混合后的性质

Table 2 The properties of two kinds of wastewater in different mixed proportion

编号 No.	马铃薯淀粉废水:造纸黑液 (V/V) Potato starch wastewater: Paper making black liquor	pH 值 pH value	有机质含量//% Organic matter content
a	1:1	10.68	5.27
b	2:1	9.20	3.86
c	3:1	6.18	3.21
d	4:1	5.35	2.80
e	5:1	4.84	2.56

由表 1、表 2 可知,由于造纸黑液 pH 值极高,而马铃薯淀粉废水 pH 值较低,两者混合后可以得到不同 pH 值的混合液。随着马铃薯淀粉废水比例的增加,混合废水体系 pH 值持续降低,随着造纸黑液所占比例的增加,有机质含量随之增加。

2.2 混合废水 pH 值随时间的变化 将以上不同比例混合废水放置发酵 30 d,其 pH 值随时间的变化趋势见图 1。由图 1 可知,造纸黑液及马铃薯淀粉废水单独放置 30 d 后 pH 值基本无变化。而马铃薯淀粉废水和造纸黑液以体积比为 1:1 和 2:1 混合时,pH 值随时间延长明显降低,且比例为 2:1 时经过 15 d 后 pH 值基本稳定,接近中性;而当以体积比为 3:1、4:1 和 5:1 混合时,pH 值随时间变化不大。这验证了造纸黑液的 pH 值在适当条件下,可在发酵产酸作用下逐渐降低<sup>[5]</sup>,马铃薯淀粉废水中含有的糖类及氨基酸恰可提供产酸所需的碳源和氮源,使得造纸黑液的 pH 值在一定时间内有效降低。综合考虑 pH 值、有机质含量、混合液稳定性,选择马铃薯淀粉废水和造纸黑液体积比 2:1 为最佳废水混合比例。

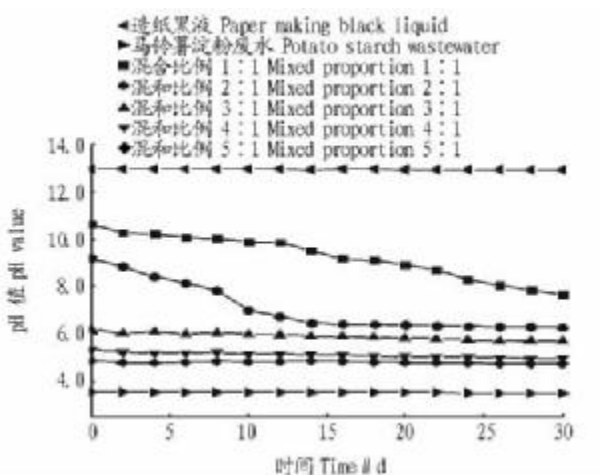


图 1 30 d 内不同比例混合废水 pH 值变化情况

Fig. 1 Changes of pH value in different proportion of mixed wastewater during 30 days

2.3 混合废水对沙性土壤 pH 值的影响 混合体积比为 2:1 的混合废液,经过 15 d 室温发酵稳定后,与沙性土壤以质量比为 1:4 的比例施于土壤,考察其对沙性土壤性质的

影响。混合废水对沙性土壤 pH 值的影响见图 2。由图 2 可以看出,30 d 后土样 pH 值由混合时的 7.38 增加至 7.67。这是由于随着时间的变化,土壤表面的水分有所蒸发,且造纸黑液中的碱性离子  $\text{Na}^+$  与土壤溶液中的  $\text{H}^+$  发生离子交换,使溶液中剩下过量的  $\text{OH}^-$  所致<sup>[6]</sup>。但最终土壤 pH 值趋于稳定,呈现弱碱性状态,低于土壤原 pH 值(8.12)。

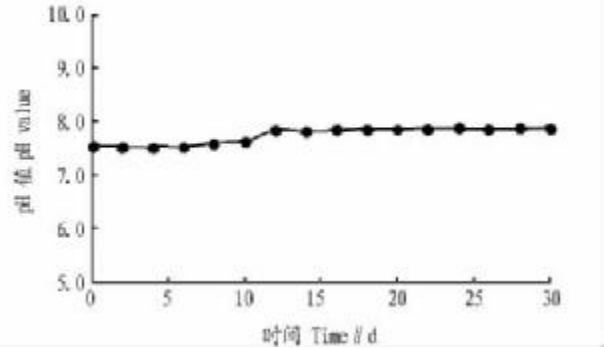


图 2 混合废水对沙性土壤 pH 值的影响

Fig. 2 The effect of mixed wastewater on pH value of sandy soil

2.4 混合废水对沙性土壤有机质含量的影响 混合废水对沙性土壤有机质含量的影响见图 3。由于混合废水富含有机质,施加少量即可提高土壤有机质含量,经过 30 d,土壤的有机质含量稳定且略有增加。有研究表明<sup>[7]</sup>,造纸黑液中富含的木质素被认为有抗有机质分解的能力,而且稳定的有机质或者腐殖化过程很大程度上取决于可利用的氮<sup>[8]</sup>。假设马铃薯淀粉废水能够支持腐殖化过程,因此可以保持土壤中有有机质的稳定。但这个过程是复杂的并且和土壤中的许多因素相关联,其间的复杂作用还有待进一步研究。

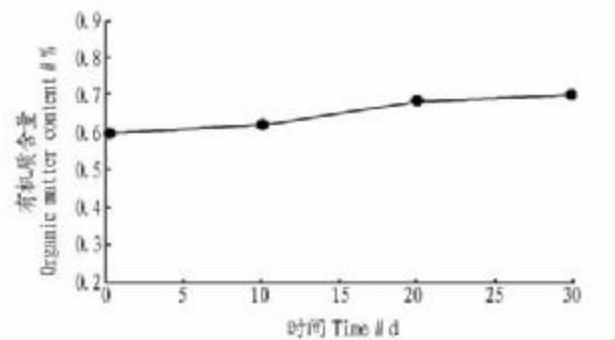


图 3 混合废水对沙性土壤有机质含量的影响

Fig. 3 The effect of mixed wastewater on organic matter content of sandy soil

2.5 混合废水对沙性土壤容重、孔度的影响 施加混合废水后,土壤容重为  $1.38 \text{ g/cm}^3$ ,孔度为 48.41%,相对于原土样,容重变小,孔隙度增加,由此可以得出,马铃薯淀粉废水和造纸黑液以体积比 2:1 混合后的废水施于沙性土壤,可以适当提高沙性土壤的性能。

2.6 混合废水对沙性土壤保水能力的影响 由于试验过程中,土壤表面并无过多游离水分,由表 3 中数据可以看出土样失水率较稳定,且随着时间的增加而逐渐降低。288 h 后空白样品已干,但混合废水处理后的土样含水量仍有 10.09%。这是由于施加混合废水后的沙性土壤有机物含

量提高,且在土样表面形成一定厚度的固结层,可有效抑制土壤表面水分流失。因此,施加混合废水后的沙性土壤保水能力有了较大的提高。

表3 混合废水处理土样失水率

Table 3 Water lose rate of sample after treatment by mixed wastewater %

时间//h Time	土样失水率 Water lose rate of soil sample	
	混合废水	空白
	Mixed wastewater	Blank
0	0	0
24	16.65	17.76
48	14.85	16.30
72	10.29	11.79
96	8.60	9.89
120	11.40	14.62
144	8.53	12.33
168	6.99	9.46
192	4.65	6.31
216	4.02	1.03
240	2.18	0.39
264	1.07	0.12
288	0.68	已干

### 3 结论

研究表明,马铃薯淀粉废水与造纸黑液以体积比2:1混合,经过15 d 常温发酵后可得到pH 稳定、接近中性的混

合废水,有效地消除了造纸黑液的强碱性及马铃薯淀粉废水的酸性,整个过程操作简便,无需添加任何化学试剂,无二次污染。混合处理后的废水应用于沙性土壤的改良,可使沙性土壤的pH 值升高,干容重降低,有机质含量提高,保水能力明显增强。

### 参考文献

- [1] 胡杰,邓宇.草浆黑液的处理方法与回收应用新技术[J].西南造纸,2006,35(4):27-29.
- [2] 张泽俊,苏春元,刘期成.马铃薯淀粉厂工艺废水的综合处理及利用研究[J].食品科学,2004,25(S1):134-137.
- [3] 贾继文,孙克君,彭建安,等.亚硫酸铵制浆造纸黑液对土壤性状及白菜产量品质的影响[J].农业环境保护,2001,20(6):454-456.
- [4] 王荫槐.土壤肥科学[M].北京:农业出版社,1992:5.
- [5] 张小勇,张建安,韩润林,等.碱法造纸黑液木质素生物酸析法[J].应用与环境生物学报,1999,5(6):618-622.
- [6] 杨丹,张玉龙,刘鸣达,等.施用废渣后土壤硅素释放特性及其影响因子的研究Ⅱ.土壤硅素释放特性及其与pH 的关系[J].土壤通报,2008,39(4):726-729.
- [7] CHAREST M H, BEAUCHAMP C J. Composting of de-inking paper sludge with poultry manure at three nitrogen levels using mechanical turning: Behavior of physicochemical parameters[J]. Bioresource Technol, 2002, 81: 7-17.
- [8] LIN C C, ARUN A B, REKHA P D. Application of wastewater from paper and food seasoning industries with green manure to increase soil organic carbon: a laboratory study[J]. Bioresource Technol, 2008, 99: 6190-6197.

(上接第11653页)

### 3 应用前景

**3.1 海南哥纳香属植物在新药开发上的应用前景** 随着生活环境的恶化和工作压力的增加,中青年患恶性肿瘤的几率呈上升的趋势,这一世界性的医学难题目前仍未有很好的解决方法,利用植物天然产物进行新药开发被证实是一有效途径。哥纳香属植物含有对肿瘤有抑制作用的有效化学成分,是极具前景的新药开发植物。海南地处热带北缘地区,哥纳香属植物资源较丰富,但目前仅对海南哥纳香有较多的研究,而对哥纳香、长叶哥纳香研究较少,对保亭哥纳香的研究还未见,仍有待进一步开发利用。这种研究,利用现状与哥纳香属植物在海南的分布种群数量有关,海南哥纳香相对于其他种类数量较多,取材较为容易,哥纳香和长叶哥纳香相对数量少些,而保亭哥纳香则在野外不常见。目前对哥纳香属植物的栽培繁殖未见有研究,在加强野外种群保护的同时,开展这一方面的研究有助于解决药材来源不足的问题,也有利于哥纳香属的保护。

**3.2 海南哥纳香属植物在园林上的应用前景** 海南哥纳香属植物既有高达15 m 的乔木,也有3~4 m 高的灌木,其株形美观,叶色常绿,花有浓郁的芳香,而且花期长,因此也是极具开发利用价值的植物。

哥纳香属植物性喜高温、多湿气候,在园林绿化中可以用于构建热带森林群落,海南哥纳香可作为乔木层,哥纳香、长叶哥纳香则可作为林下灌木层。海南哥纳香几乎全年都能开花,而且花的香味甚浓。构建的群落宜在稍荫蔽、空气

湿度高的地方,不宜在干旱、阳光过足处种植。番荔枝科植物在我国数量较多,分布也广泛,很多种类既具有药用、材用等经济价值,也有观花、观果等观赏价值,因此可以用来构建番荔枝科植物专类园、观果植物专类园、观花植物专类园、芳香植物专类园等。

### 参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志第30卷第2册[M].北京:科学出版社,1979:10-12,63.
- [2] 陈伟球.番荔枝科的地理分布[J].热带亚热带植物学报,1995,3(2):19-35.
- [3] 中国科学院华南植物研究所.广东植物志(第二卷)[M].广州:广东科技出版社,1991:19-21.
- [4] 顾关云,蒋煜.番荔枝科植物细胞毒成分的研究概况Ⅲ[J].国外医药·植物药分册,1995,10(3):104-110.
- [5] 何剑华,叶玉梅,徐承熊.从海南哥纳香种分离的一种新化合物——海南哥纳香醇甲的抗肿瘤作用[J].药学报,1998,33(7):493-497.
- [6] 宋万志,马林.番荔枝科的抗癌植物[J].植物杂志,1998,3:6-7.
- [7] 陈四保,余竟光.大花哥纳香化学成分研究[J].植物学报,1999,41(3):330-333.
- [8] 胡正波,廖名龙,李航,等.大花哥纳香化学成分研究[J].中草药,1999,30(2):81-83.
- [9] 杨立宏,金向群.大花哥纳香根中化学成分研究[J].河北医学,2000,6(5):398-400.
- [10] 杨世林,余竟光,徐丽珍.番荔枝科植物化学成分及其抗肿瘤活性[J].中国医学科学院学报,2000,22(4):376-382.
- [11] 钟利,楼丽广,胥彬.番荔枝科植物抗癌活性成分研究的新结果[J].肿瘤,2003,23(2):162-163.
- [12] 王奇志,何明芳,梁敬钰.哥纳香属植物化学成分和生理活性的研究进展[J].中草药,2003,34(3):277-280.
- [13] 杨早.番荔枝科植物抗肿瘤作用研究概况[J].安徽医药,2005,9(7):484-485.
- [14] 陈若芸,于德泉,马林,等.海南哥纳香抗癌有效成分研究[J].药学报,1998,33(6):453-456.