

王 岩,张志勇,张迎颖,等.一种新型水葫芦脱水方式的探索[J].江苏农业科学,2013,41(10):286-288.

一种新型水葫芦脱水方式的探索

王 岩,张志勇,张迎颖,闻学政,王亚雷,严少华

(江苏省农业科学院农业资源与环境研究所,江苏南京 20014)

摘要:首次将辊轮式压榨机应用于水葫芦脱水,通过分析不同脱水次数和不同进样物料形状条件下出渣含水量以及固液分离过程中的养分分布,对水葫芦脱水效果进行比较。结果表明:经 3 次压榨脱水后,水葫芦渣的含水率降至 65%~68%,其脱水效果优于目前已知的其他脱水干燥方法;随着挤压次数的增加,水葫芦中氮、磷、钾含量严重流失,大量营养元素进入挤压液。建议在利用此种脱水方式进行产业化生产时,从营养分配和运行成本的角度考虑,对水葫芦进行 2 道压榨即可;同时,增加前续破碎装置和物料均配装置,以降低初次进样堵塞进料口的可能性;对辊轮垫片适当调节,使其更适应水葫芦的物理特性,从而提高机械对水葫芦的破碎和脱水效果。

关键词:辊轮式压榨机;水葫芦;脱水

中图分类号: S555⁺.5;X52 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)10-0286-03

水葫芦(*Eichhornia crassipes*)是一种繁殖力强,对氮、磷、钾、钙等营养元素和部分有机污染物有较强富集、吸收和促进降解能力的水生植物^[1-2],与沉水植物、挺水植物和浮叶植物相比,它治理水体污染的效果具有明显优势,在污染水体治理研究及工程实践中已逐步被认可^[3-5]。然而,因其强大的繁殖力和宽耐受性,曾经一度泛滥的水葫芦也被冠以“水上绿魔”的称呼。近几年的研究结果表明,有计划地对水葫芦实施规模化控制性种养、机械化采收,并科学合理地后续处置,可以有效改善富营养化水体水质和规避二次污染的威胁^[6-7]。

水葫芦植株含水量高达 90% 以上,脱水处置是其后续资源化、无害化利用的关键,脱水程度成为制约其后续处理的瓶颈^[5,8-10]。国内很多文章和专利针对水葫芦二次利用的脱水干燥作了相关介绍^[11-13]。与传统的风干、自然晾晒相比,机械脱水不仅占地小、效率高、处理及时,而且产生的水葫芦汁便于收集,不会产生二次污染。查国君等在水葫芦固液分离后产沼气研究中提及水葫芦脱水残渣的含水率为 83.18%,但脱水的设备及技术未作说明^[11]。Akendo 等研究设计了适合的烘干设备,虽然可以将水葫芦含水率降至 91%,但是成本比较昂贵^[12]。杜静等采用螺旋挤压方式对水葫芦进行脱水,脱水后水葫芦渣含水率为 86.23%^[13],这种螺旋压榨机已申请相关专利,并已在太湖和滇池水葫芦治理污染水体生态工程中示范应用,但单机日处理能力较低,还不足以满足大规模水葫芦脱水处理的需求。因此,亟需研发更加高效脱水的

新型方式和设备,将水葫芦渣的含水率降至更低,提高设备处理能力,降低脱水成本,为水葫芦的后续利用提供技术支撑。

辊轮式压榨技术在甘蔗脱水方面的应用已有较长的历史,其本身已经发展得十分成熟。蓝志豪在 1991 年就曾进行了此类末座光辊压榨机运行 10 年的相关介绍^[14],但尚未有人将辊轮脱水技术应用于水葫芦脱水方面。本试验选用辊轮式小型甘蔗压榨机(型号为 YZJ220×300)为基础,对水葫芦进行脱水试验,通过比较不同脱水次数和进样物料形状条件下水葫芦的脱水效果,寻找一种脱水效果更好的水葫芦机械脱水方式。

1 材料与方法

1.1 试验仪器及原料

本试验在江苏省农业科学院甘蔗研究所进行,所用的小型甘蔗压榨机为辊轮式压榨机,型号 YZJ220×300,处理能力为 900 kg/h,功率 15 kW,重量 1 550 kg,外形尺寸 2 150 mm×1 223 mm×910 mm,其结构示意图见图 1。试验所用水葫芦采自江苏省农业科学院周边池塘,整株长度在 40~55 cm 之间,破碎水葫芦平均长度为 12 cm(人工铡刀破碎),样品平均含水率为 92.9%。

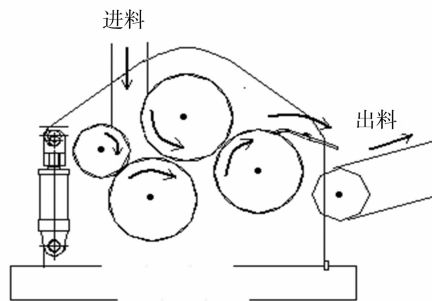


图1 辊轮式压榨机结构

1.2 试验设计

整个试验流程如图 2 所示,将整株水葫芦和破碎后水葫芦每 20 kg 为 1 批次,分别进行一次挤压,收集挤压液和挤压

收稿日期:2013-05-16

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(11)2038];“十二五”滇池水专项(编号:2012ZX07102-004-002-003)。

作者简介:王 岩(1984—),女,河北石家庄人,硕士,助理研究员,主要从事水污染防治研究。Tel:(025)84390182;E-mail:wangyan19840425@126.com。

通信作者:严少华,硕士,研究员,主要从事富营养化水体生物治理与资源化利用等方面的研究。Tel:(025)84390002;E-mail:shyan@jaas.ac.cn。

渣。将一次挤压液用 2 mm 滤网进行过滤,得到一次滤液和一次滤渣。以一次挤压渣为原料进行二次挤压进样,重复上述过程,得到二次挤压渣、二次滤液和二次滤渣。以二次挤压

渣为原料进行三次挤压,得到三次挤压渣和三次挤压液。以上试验过程重复 3 次,并对初始进样水葫芦、所有的挤压渣、和滤渣进行含水率分析和全氮、全磷、全钾含量分析。

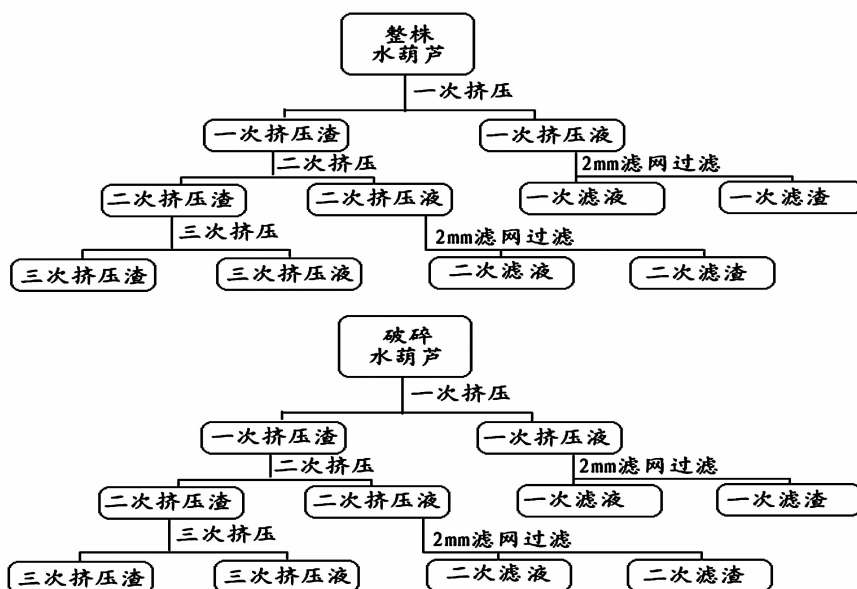


图2 水葫芦脱水试验流程

1.3 测定方法

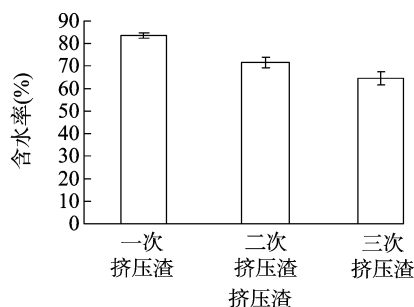
含水量测定采用常压恒重干燥法;植物采用硫酸-双氧水扩散法消煮,全氮含量使用凯氏定氮仪测定、全磷含量测定采用钼锑抗比色法、全钾含量测定采用火焰光度计^[15]。

2 结果与分析

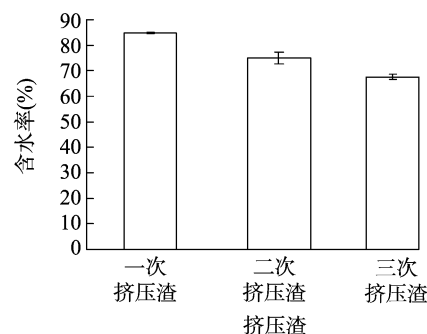
2.1 进样物料形状对水葫芦脱水效果的影响

如图 3 所示,整株水葫芦在经过 3 次挤压后,每次挤压后的挤压渣含水量分别为 83.5%、71.6%、64.5%,每次挤压前后重量减少了 65.4%、53.5%、40.3%;破碎后水葫芦的挤压渣含水量则分别为 84.8%、74.9%、67.6%,其 3 次挤压前后重量减少了 60.0%、54.9%、30.8%。目前水葫芦加工处置示范工程中采用 2 道机械破碎,破碎后水葫芦长度不超过 2 cm,但因本试验条件所限,只能采用人工铡刀破碎,且水葫芦加工处置示范工程挤压脱水后水葫芦含水量为 79%~85%,低于本试验的脱水率。

杜静等研究证明,加大对水葫芦组织细胞的破坏程度,有利于水葫芦脱水^[10],而辊轮式压榨机的工作原理就是通过 2 个辊轮之间的挤压将物料进行彻底的破碎,所以随着挤压次数的增加,水葫芦挤压渣呈肉糜状,其含水量明显减少,由最初的 92.9% 分别降低到整株的 64.5% 和破碎的 67.6%,而整体重量从一开始的 20 kg,降低至 3 次挤压后的不足 2 kg,大大减少了水葫芦渣的体积和重量,脱水效果远好于查国君等^[11,13]的脱水效果,说明多道辊轮式压榨机串联对水葫芦进行挤压脱水是一个值得研究的可行的新型脱水方式。从数据上看,整株挤压效果略好于破碎挤压效果,但从未来生产的操作性上看,在未超过机器处理能力的前提下,整株水葫芦初次进料必须人工辅助,不能自动连续进样,但是破碎水葫芦的初次进样不需要人工推挤,可实现自动连续进样。建议在将来



a. 整株不同挤压渣含水率的变化



b. 破碎后不同挤压渣含水率的变化

图3 整株水葫芦和破碎后水葫芦三次挤压渣的含水率变化

挤压脱水设备的研发中增加前续破碎装置和物料均配装置,以降低初次进样堵塞进样口的可能性。

2.2 固液分离过程中的养分分布

水葫芦经压榨机多次压榨脱水后,出渣中氮、磷、钾 3 种营养元素的含量见表 1。全氮含量由初始植株的 16.30 g/kg 下降到 11.47、11.70 g/kg,全磷由 5.85 g/kg 下降到 4.83、3.70 g/kg,全钾由 63.06 g/kg 下降到 13.36、27.37 g/kg。试

验中水葫芦初始重量为 20.00 kg,经 3 次压榨后平均出渣量约 2 kg,压榨汁约 18.00 kg。结合压榨前后水葫芦植株和压榨渣中养分含量变化可知,水葫芦植株中氮、磷、钾养分绝大部分进入了压榨汁液中,其中以全钾含量最多(即整株水葫芦全钾含量的 98% 和破碎水葫芦全钾含量的 94% 进入压榨液),全磷含量次之(即整株水葫芦全磷含量的 92% 和破碎水葫芦全磷含量的 91% 进入挤压液),而全氮含量最低(即整株

水葫芦全氮含量的 93% 和破碎水葫芦全氮含量的 90% 进入挤压液),这与前人的研究规律^[13]一致。因为随着挤压次数的增加,水葫芦植物细胞的被破坏程度加大,氮、磷、钾营养元素的流失量增加,大量养分进入压榨液,因此,在后续处理时需注重养分均衡,建议根据水葫芦固、液材料利用的途径适当控制压榨次数,或通过对挤压液的收集达到营养素的二次利用,避免不必要的污染和浪费。

表 1 不同前处理水葫芦渣中养分含量的分布

挤压渣	整株水葫芦			破碎水葫芦		
	全氮含量 (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	全钾含量 (g/kg)	全氮含量 (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	全钾含量 (g/kg)
未挤压	16.30 ± 0.11	5.85 ± 0.06	63.06 ± 0.85	16.30 ± 0.11	5.85 ± 0.06	63.06 ± 0.85
一次挤压渣	13.43 ± 0.06	5.87 ± 0.13	30.35 ± 12.54	14.20 ± 0.03	5.00 ± 0.05	46.50 ± 2.15
二次挤压渣	11.93 ± 0.01	5.40 ± 0.06	17.35 ± 7.77	11.93 ± 0.04	4.03 ± 0.05	28.18 ± 3.64
三次挤压渣	11.47 ± 0.04	4.83 ± 0.05	13.36 ± 6.90	11.70 ± 0.04	3.70 ± 0.06	27.37 ± 5.72

3 结论与讨论

辊轮式压榨机在甘蔗脱水方面的技术较为成熟,但是在水葫芦脱水方面的应用还是一片空白。本试验首次将辊轮式压榨机应用于水葫芦脱水,经 3 次挤压后,水葫芦渣的含水量 65% ~ 68%,远远低于前人的研究结果。如果将这种脱水技术应用于水葫芦脱水方面,将大大减少水葫芦打捞后的运输、储存成本,缩短后续堆肥时间,使其适应更广范围的二次利用的含水条件,所以辊轮脱水技术在水葫芦脱水方面的应用具有广阔的前景。在未来的设备研发中,增加考虑适当的前续破碎设备和物料均配设备有利于进料的自动连续性;增加后续粗滤可得到单纯的水葫芦挤压液;增加出料掩蔽设计,可保证工作卫生条件和人员安全;通过对垫片的调节实现针对水葫芦物理特性的更高效率的破碎和脱水。

目前,水葫芦渣一个主要的利用途径是堆制商品有机肥,因此从脱水试验结果看,考虑设备投资、运行成本和资源化利用目的,将来在工业化推广时水葫芦仅进行 2 道压榨即可,既可满足有机肥堆制需求,又可快速发酵腐熟,缩短制肥周期和节省场地。

本试验所使用的机器原本是针对木质素含量较高(约为 18.6%)的甘蔗进行压榨脱水的,并没有配套的过滤装置,但是水葫芦木质素含量较低(约 2.97%),经挤压后容易形成轻小的絮状碎屑,随挤压液流走,所以在收集挤压液后人为增加 1 道 2 mm 滤网进行粗滤。将收集到的滤渣烘干称重,其重量约占总进样水葫芦总干重的 5%。如果只针对营养元素含量较高的挤压液进行二次利用,可适当增加过滤装置,防止挤压液收集管道的堵塞。

辊轮式压榨机是可以通过垫片调节辊轮之间距离,进而控制进样速度、出料孔径和破碎程度的,建议在新设备完成后对垫片进行适当的调整,找到更合适的辊轮距离,使其更适合水葫芦的物理特征,并与前端破碎和分配设备更加匹配,从而提高水葫芦的脱水效率。

参考文献:

[1] Reddy K R, Campbell K L, Graetz D A, et al. Use of biological filters

for treating agricultural drainage effluents[J]. Journal of Environment Quality, 1982, 11(4): 591 - 595.

[2] Pinto C L R, Caconia A, Souza M M. Utilization of water hyacinth for removal and recovery of silver from industrial wastewater[J]. Water Science and Technology, 1987, 19(10): 89 - 101.

[3] 袁 蓉, 刘建武, 成旦红, 等. 凤眼莲对多环芳烃(萘)有机废水的净化[J]. 上海大学学报: 自然科学版, 2004, 10(3): 272 - 276.

[4] 夏会龙, 吴良欢, 陶勤南. 凤眼莲植物修复水溶液中甲基对硫磷的效果与机理研究[J]. 环境科学学报, 2002, 22(3): 329 - 332.

[5] 王云英, 周洪文, 彭 慧, 等. 水葫芦污水治理及资源化利用研究进展[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(7): 313 - 317.

[6] Wang Z, Zhang Z, Zhang J, et al. Large - scale utilization of water hyacinth for nutrient removal in Lake Dianchi in China: the effects on the water quality, macrozoobenthos and zooplankton [J]. Chemosphere, 2012, 89(10): 1255 - 1261.

[7] 严少华, 王 岩, 王 智, 等. 水葫芦治污试验性工程对滇池草海水体修复的效果[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(5): 1025 - 1030.

[8] 孙 山. 水葫芦和脱水污泥混合发酵制备有机肥的方法: 中国, 200910025088[P]. 2009 - 02 - 18.

[9] 石伟勇, 罗光恩, 石沁吟, 等. 一种水葫芦生产有机肥的方法: 中国, 201010168881[P]. 2010 - 05 - 10.

[10] 杜 静, 常志州, 黄红英, 等. 水葫芦脱水工艺参数优化研究[J]. 江苏农业科学, 2010(2): 267 - 269.

[11] 中科院成都生物研究所. 沼气常规分析方法[M]. 北京: 科技出版社, 1979: 17 - 21.

[12] Akendo I C O, Gumbe L O, Gitau A N. Dewatering and drying characteristics of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) part II. Drying characteristics[J]. Agricultural Engineering in Ternational, 2008, 3(6): 7 - 33.

[13] 杜 静, 常志州, 叶小梅, 等. 水葫芦粉碎程度对脱水效果影响的中试[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 207 - 212.

[14] 蓝志豪. 采用末座光辊提高压榨效能[J]. 甘蔗糖业, 1991(1): 52 - 55.

[15] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 302 - 315.