

ສຶກສາການກຳຈັດຊີນໃນນ້ຳເສຍສັງເຄາະດ້ວຍຖ່ານກຳມັນຈາກເປືອກແກ່ນຢາງພາລາໂດຍກະຕຸ້ນດ້ວຍ ສັງກະສີກູ່ຣົວ

ພິດສະຫວາດ ແກ້ວມີໄຊ^a, XingMing Jia^b, ShaoYun Shan^b, Yu Bao Chen^c

^a ຫ້ອງການວິທະຍາສາດທຳມະຊາດ, ວິທະຍາໄລຄູຫຼວງນ້ຳທາ, ສປປ ລາວ; ^b ຄະນະວິສາວະກຳເຄມີ ມະຫາວິທະຍາໄລ
ວິທະຍາສາດ ແລະ ເທັກໂນໂລຢີຄຸນໝັງ, ຄຸນໝັງ 650093, ສປ ຈີນ

* ຜູ້ຕິດຕໍ່ພົວພັນ:

ພິດສະຫວາດ ແກ້ວມີໄຊ
ຫ້ອງການວິທະຍາສາດທຳມະຊາດ,
ວິທະຍາໄລຄູຫຼວງນ້ຳທາ, ສປປ
ລາວ. ໂທ +85620 99799720,
Email:
vard139@hotmail.com

ມູນບົດຄວາມ:

ການສົ່ງບົດ: 13 ກຸມພາ 2024
ການປັບປຸງ: 19 ມີນາ 2024
ການຕອບຮັບ: 27 ມີນາ 2024

ບົດຄັດຫຍໍ້

ການວິໄຈຄັ້ງນີ້ມີເປົ້າໝາຍເພື່ອສຶກສາການກຳຈັດຊີນໃນນ້ຳດ້ວຍຖ່ານກຳມັນຈາກເປືອກແກ່ນຢາງພາລາທີ່ກະຕຸ້ນດ້ວຍ ສັງກະສີກູ່ຣົວ ໂດຍມີການທົດລອງປ່ຽນແປງອັດຕາສ່ວນໂດຍນ້ຳໜັກຂອງເປືອກແກ່ນຢາງພາລາຕໍ່ທາດເຄມີທີ່ໃຊ້ ແລະ ການປ່ຽນແປງອຸນຫະພູມທີ່ໃຊ້ເຜົາກະຕຸ້ນ, ເຮັດການປຽບທຽບຄ່າເລກອິອົດຂອງຖ່ານກຳມັນທີ່ກຽມໄດ້ ແລ້ວຄັດເລືອກຖ່ານກຳມັນໂຕທີ່ເໝາະສົມທີ່ສຸດຈາກການກະຕຸ້ນດ້ວຍສັງກະສີກູ່ຣົວ, ເພື່ອເຮັດການສຶກສາລັກສະນະຕ່າງໆ ແລະ ປຽບທຽບປະສິດທິພາບໃນການກຳຈັດຊີນໃນນ້ຳເສຍສັງເຄາະຂອງຖ່ານກຳມັນທີ່ກຽມໄດ້.

ຈາກຜົນການທົດລອງພົບວ່າ ພາວະການປຸງແຕ່ງຖ່ານກຳມັນຈາກເປືອກແກ່ນຢາງພາລາທີ່ເໝາະສົມຄື: ອັດຕາສ່ວນໂດຍນ້ຳໜັກຂອງສັງກະສີກູ່ຣົວກັບເປືອກແກ່ນຢາງພາລາແມ່ນເທົ່າກັບ 1:1 ແລະ ອຸນຫະພູມການເຜົາກະຕຸ້ນທີ່ 800°C ເປັນເວລາ 1 ຊົ່ວໂມງ. ຈາກນັ້ນເຮັດການລ້າງທາດເຄມີອອກຈາກຖ່ານກຳມັນທີ່ໄດ້ດ້ວຍນ້ຳກັນ, ນ້ຳຮ້ອນ ແລະ ນ້ຳກັນອີກຄັ້ງຈະໄດ້ຖ່ານກຳມັນທີ່ມີຄ່າເລກອິອົດເທົ່າກັບ 1113.1 mg/g ແລະ ມີຄ່າພື້ນທີ່ຜິວເທົ່າກັບ 1574.46 m²/g ຕາມລຳດັບ, ຖ່ານກຳມັນທີ່ປຸງແຕ່ງໄດ້ຖືກນຳໄປທົດສອບຫາຄຸນລັກສະນະສະເພາະດ້ວຍເຄື່ອງ SEM, XRD ແລະ FT-IR. ປະສິດທິພາບໃນການກຳຈັດຊີນໃນນ້ຳເສຍສັງເຄາະທີ່ pH 6, 7, 8 ແລະ 9 ມີຄ່າເທົ່າກັບ 99.77%, 99.92%, 99.65% ແລະ 99.92%.

ຜົນການວິໄຈຊີ້ໃຫ້ເຫັນວ່າຖ່ານກຳມັນທີ່ໄດ້ມາຈາກເປືອກແກ່ນຢາງພາລາໂດຍການກະຕຸ້ນດ້ວຍສັງກະສີກູ່ຣົວ ເປັນວັດສະດຸທີ່ມີລັກສະນະຍາພາບ ສຳລັບການກຳຈັດຊີນອອກຈາກນ້ຳເສຍ, ເຮັດໃຫ້ເກີດການປະຍຸກໃຊ້ທີ່ມີລັກສະນະຍາພາບໃນຂະບວນການບຳບັດນ້ຳເສຍເພື່ອການຟື້ນຟູສິ່ງແວດລ້ອມ.

ຄຳສັບສຳຄັນ: ຖ່ານກຳມັນ, ການດູດຊັບ, ແກ່ນຢາງພາລາ, ຊີນ, ສັງກະສີກູ່ຣົວ

Study of the lead (Pb) removal from synthetic wastewater by activated carbon from rubber seed shell by activation with ZnCl_2

Phidsavard KEOMEESAY^a, QingMing Jia^b, ShaoYun Shan^b, Yu Bao Chen^c

^a Louangnamtha Teacher Training College, Laos PDR; ^b School of Chemical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China

*Correspondence:

Phidsavard KEOMEESAY,
Department of Natural
Science, Louangnamtha
Teacher Training College
Tel: +8562099799720,
Email:
vard139@hotmail.com

^b School of Chemical
Engineering, Kunming
University of Science and
Technology, Kunming
650093, China

Submitted: Feb 13, 2024

Revised: Mar 19, 2024

Accepted: Mar 27, 2024

Abstract

The purpose of this research was to study the lead (Pb) removal from synthetic wastewater by activating carbon from rubber seed shells with ZnCl_2 . The effects of the preparation variable were impregnation ratio (ZnCl_2 : rubber seed shell), activation temperature, and activation time. This study was to compare the iodine number and select the best suitable condition for activated carbons. The efficiency of lead removal from synthetic wastewater by using each kind of activated carbon was also studied.

The result was that the activated carbon was suitable for activating with ZnCl_2 using the ratio of rubber seed shell: ZnCl_2 = 1:1 at an activating temperature of 800 °C for 1 hour. Then the residue of activated carbon was washed with hot water and distilled water. The iodine number of activated carbon was 1113.1 mg/g, and the surface area was 1574.46 m^2/g , respectively. The efficiency for lead removal at pH 6, 7, 8, and 9 was 99.77%, 99.92%, 99.65%, and 99.92% for activated carbon with activation by ZnCl_2 , respectively.

Overall, the results point to activated carbon made from rubber seed shells activated with zinc chloride (ZnCl_2) as a viable material for Pb removal from wastewater, with potential uses in environmental remediation water treatment procedures.

Keywords: Activated carbon; Adsorption; Rubber seed shell; Lead, Zinc chloride

1. ພາກສະເໜີ

ກາກບອນກຳມັນ ຫຼື ຖ່ານກຳມັນ (activated carbon ຫຼື activated charcoal) ເປັນທາດກາກບອນທີ່ມີໂຄງສ້າງຮູບພູນ ແລະ ພື້ນທີ່ຜິວຈຳເພາະພາຍໃນສູງ ປະກອບດ້ວຍທາດກາກບອນເປັນຫຼັກ (87 ເຖິງ 97 ສ່ວນຮ້ອຍ) ແລະ ມີທາດອື່ນໆເປັນອົງປະກອບຢູ່ນ້ຳເຊັ່ນ: ອີກຊີແຊນ, ຮີໂດຣແຊນ, ມາດ ແລະ ນິໂຕຣແຊນ. ລວມທັງທາດປະສົມຕ່າງໆ, ທັງທີ່ມີຢູ່ເກົ່າແລ້ວໃນວັດຖຸດິບຕັ້ງຕົ້ນທີ່ໃຊ້ໃນການຜະລິດ ຫຼື ທາດທີ່ມີຕື່ມເຂົ້າໄປໃນລະຫວ່າງຂະບວນການຜະລິດ (DiPanfilo and Egiebor, 1996; Prahas et al., 2008; Olorundare et al., 2012) ໂດຍກາກບອນກຳມັນອາດມີແຮ່ທາດທີ່ບໍ່ມີປະໂຫຍດເປັນອົງປະກອບໃນປະລິມານ 1 ເຖິງ 20 ສ່ວນຮ້ອຍ ເຊິ່ງທາດ

ເຫຼົ່ານີ້ປົກກະຕິຈະຖືກກຳຈັດອອກໄປ ແລະ ຍັງຄົງຢູ່ໃນຮູບແບບຂອງຂີ້ເຖົ້າປະມານ 0.1-0.2 ສ່ວນຮ້ອຍ (Cheung et al., 2012). ທັງນີ້ກາກບອນກຳມັນມີຄວາມສາມາດໃນການດູດຊັບທາດຕ່າງໆ, ເຮັດໃຫ້ສາມາດກັກເກັບໂມເລກຸນຕ່າງໆໃນພື້ນຜິວພາຍໃນໄດ້ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ກາກບອນກຳມັນເປັນທາດດູດຊັບທີ່ໃຊ້ກັນຢ່າງແພ່ຫຼາຍ ໂດຍປົກກະຕິບໍລິມາດຮູບພູນລວມຂອງກາກບອນກຳມັນມີຫຼາຍກວ່າ 0.2 cm^3/g ແລະ ມີຫຼາຍກວ່າ 1 cm^3/g ມີພື້ນທີ່ຜິວຈຳເພາະພາຍໃນຫຼາຍກວ່າ 400 m^2/g ແລະ ບາງຊະນິດອາດມີໄດ້ເຖິງ 1000-2500 m^2/g ແລະ ມີຄວາມກວ້າງຮູບພູນຢູ່ໃນຊ່ວງ 0.3 ນາໂນແມັດເຖິງຫຼາຍພັນນາໂນແມັດ (Choma and Jaroniec, 2006).

ການບອນກຳມັນໄດ້ໃຊ້ເປັນທາດດູດຊັບທັງໃນ ວັດທະພາກແກັສ ແລະ ຂອງແຫຼວເຊັ່ນ: ຟອກສີໃນອຸດ ສາຫະກຳຜະລິດນ້ຳຕານ (Menéndez-Díaz and Martín-Gullón, 2006) ໃຊ້ໃນຂະບວນການບຳບັດ ຫຼື ເຮັດໃຫ້ທາດລະລາຍນ້ຳຕ່າງໆບໍລິສຸດເຊັ່ນ: ການກຳຈັດ ທາດມົນລະພິດອາກາດ, ສີ, ທາດປະສົມອົງຄະທາດລະ ເຫຼີຍ່າຍ ແລະ ໂລຫະໝັກ (Dias et al., 2007).

ເພາະວ່າການບອນກຳມັນເປັນວັດສະດຸກາກ ບອນທີ່ມີໂຄງສ້າງບໍ່ເປັນລະບຽບທີ່ຕ່າງຈາກກາກຟິດ, ດັ່ງນັ້ນວັດສະດຸຂອງແຂງກາກບອນທັງຫຼາຍສາມາດປ່ຽນ ໄປເປັນກາກບອນກຳມັນໄດ້ເຊັ່ນ: ຊີວະມວນ, ເຊລູໂລສ , ຟິດ, ລິກໄນ ແລະ ຖ່ານຫີນ. ເຊິ່ງກາກບອນກຳມັນທາງ ການຄ້າເປັນທາດດູດຊັບທີ່ມີການໃຊ້ກາກບອນກຳມັນຢ່າງ ກວ້າງຂວາງຈະກ່ຽວກັບລາຄາເປັນຫຼັກ ໂດຍສະເພາະທາງ ເລືອກໃນການໃຊ້ວັດຖຸດິບຕັ້ງຕົ້ນໃນການຜະລິດກາກ ບອນກຳມັນຈາກວັດຖຸທົບທຳມະຊາດທີ່ມີລາຄາຖູກ ແລະ ເປັນມິດກັບສິ່ງແວດລ້ອມ ເຊິ່ງເປັນວັດຖຸປະສົງທີ່ດີທາງເຄ ມີວັດສະດຸໃນປັດຈຸບັນ ໂດຍເລັ່ງໄປທີ່ຊີວະມວນເຊັ່ນ: ແກບເຂົ້າ (Ahmedna et al., 2000) ເຊິ່ງໄດ້ທາດກາກ ບອນທີ່ມີລາຄາຖືກ ແລະ ຍັງຢືນ, ມີໂຄງສ້າງນາໂນຂອງຊີ ລິກາ, ມີກົນໄກການຜະລິດທີ່ວ່ອງໄວ ແລະ ມີຄວາມຈຸໃນ ການດູດຊັບທີ່ ເໝາະສົມ, ສາມາດນຳພື້ນສະພາບໃ ໝໄດ້ ແລະ ນຳໄປໃຊ້ປະໂຫຍດໄດ້ຢ່າງກວ້າງຂວາງເຊັ່ນ: ເປັນຕົວເລັ່ງເສີມເປັນຂວັນໄຟຟ້າ, ຕົວເກັບປະຈຸ ແລະ ການເກັບແກັສ (Chen et al., 2011). ນອກຈາກນີ້ວັດ ສະດຸເສດເຫຼືອຈາກການກະເສດ ຫຼື ສິ່ງເສດເຫຼືອຂອງຜົນ ຜະລິດທີ່ໄດ້ຈາກການກະເສດອີກຫຼາກຫຼາຍທີ່ເປັນວັດຖຸ ດິບຕັ້ງຕົ້ນສຳລັບໃຊ້ໃນການຜະລິດກາກບອນກຳມັນ ເຊິ່ງ ເປັນການເພີ່ມມູນຄ່າໃຫ້ກັບຊີວະມວນທີ່ເປັນເສຍເຊັ່ນ: ແກ່ນພູ ທະລາ (Omri et al., 2012), ໄມ້ແປກ (Malaika and Koztowski, 2010), ກະລາໝາກພ້າວ (Maroto-Valer et al., 2006), ເປືອກກ້ວຍ ແລະ ງວງ ເຄືອກ້ວຍ (Mopoung, 2007), ແກ່ນລຳໃຍ (Mopoung and Nogklai, 2008), ກາກນ້ຳເຕົ້າຫູ້ (Mopoung and Preechachan, 2010) ຊີວະມວນທີ່

ເຫຼືອຈາກຂະບວນການແປສະພາບເປັນແກັສ (gasification) ຂອງຖ່ານຫີນ (García-García et al., 2003), ແລະ ສາຫລ່າຍສີຂຽວແກມຟ້າ (Zhang et al., 2010).

ການວິໄຈນີ້ເປັນການສຶກສາການກຳຈັດຊີນໃນນ້ຳ ດ້ວຍຖ່ານກຳມັນຈາກເປືອກແກ່ນຢາງພາລາທີ່ກະຕຸ້ນ ດ້ວຍທາດເຄມີສັງກະສີກູ່ຣິວ ໂດຍມີການທົດລອງ ປ່ຽນແປງອັດຕາສ່ວນໂດຍນ້ຳໜັກຂອງເປືອກແກ່ນ ຢາງພາລາຕໍ່ທາດເຄມີທີ່ໃຊ້ ແລະ ການປ່ຽນແປງ ອຸນຫະພູມທີ່ໃຊ້ເຜົາກະຕຸ້ນ, ເຮັດການປຽບທຽບຄ່າເລກອີ ອິດຂອງຖ່ານກຳມັນທີ່ກຽມໄດ້ແລ້ວຄັດເລືອກຖ່ານກຳມັນ ໂຕທີ່ເໝາະສົມທີ່ສຸດຈາກການກະຕຸ້ນດ້ວຍທາດເຄມີທັງ ສອງຊະນິດ, ເພື່ອເຮັດການສຶກສາລັກສະນະຕ່າງໆ ແລະ ປຽບທຽບປະສິດທິພາບໃນການກຳຈັດຊີນໃນນ້ຳເສຍສັງ ເຄາະຂອງຖ່ານກຳມັນທີ່ກຽມໄດ້.

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ

2.1 ວັດຖຸດິບ

ປະກອບມີເປືອກແກ່ນຢາງພາລາທີ່ໄດ້ນຳມາ ຈາກສວນຢາງພາລາຂອງເມືອງ ແລະ ແຂວງຫຼວງນ້ຳທາ ໂດຍນຳມາລ້າງໃຫ້ສະອາດ, ແລ້ວນຳມາອົບໃຫ້ແຫ້ງຈົນນຳ ໄປບິດລະອຽດ ແລະ ຮ່ອນຜ່ານຕາໜ່າງໃຫ້ໄດ້ຂະໜາດ ນ້ອຍກວ່າ $<300 \mu\text{m}$ ຫຼັງຈາກນັ້ນທຳຄວາມສະອາດ ດ້ວຍນ້ຳກັນ ແລະ ອົບໃຫ້ແຫ້ງທີ່ອຸນຫະພູມ 110°C ເປັນ ເວລາ 2 ຊົ່ວໂມງ.

2.2 ການປຸງແຕ່ງຖ່ານກຳມັນ

ນຳເອົາເປືອກແກ່ນຢາງພາລາທີ່ຜ່ານການບິດ ແລ້ວຮອນຜ່ານຕາໜ່າງມາກະຕຸ້ນດ້ວຍ ZnCl_2 ດ້ວຍ ອັດຕາສ່ວນນ້ຳໜັກວັດຖຸດິບຕໍ່ສັງກະສີກູ່ຣິວ 1:1, 1:2, 1:3 ແລະ 1:4, ນຳໄປແຊ່ໄວ້ເປັນເວລາ 24 h, ແລ້ວນຳ ເອົາທາດຕົວຢ່າງໄປອົບແຫ້ງທີ່ອຸນຫະພູມ $105-110^{\circ}\text{C}$ ເປັນເວລາ 3h. ຫຼັງຈາກນັ້ນນຳເອົາໄປປັ້ນຈຸໃນພາຊະນະ ດິນເຜົາ, ປິດຝາ ແລ້ວນຳເຂົ້າສູ່ຂະບວນການເຜົາ ແລະ ກະ ຕຸ້ນໃນເຕົາເຜົາທີ່ອຸນຫະພູມ 500, 600, 700 ແລະ 800°C ເປັນເວລາ 1 h. ຫຼັງຈາກການເຜົານຳຖ່ານກຳມັນ ມາລ້າງສານກະຕຸ້ນທີ່ເຫຼືອຈາກການເຜົາໂດຍການແຊ່ນ້ຳ

ຄ້າງຄືນໄວ້ໜຶ່ງຄືນ, ຫຼັງຈາກນັ້ນລ້າງຖ່ານດ້ວຍນ້ຳຮ້ອນ ແລະ ນ້ຳກັນ ເພື່ອລ້າງສັງກະສີກູ້ຣົວອອກ ຈົນມີຄ່າ $\text{pH} = 7$ ນຳໄປອົບແຫ້ງ ແລ້ວບິດລະອຽດ ຈົນສາມາດຮ້ອນຜ່ານ ຕະໜ່າງຄັດຂະໜາດເບີ 100 mesh ໄດ້ 95%.

2.3 ການວິເຄາະຫາຄ່າການດູດຊັບອີອີດ (Iodine Number) ຂອງຖ່ານກຳມັນ

ການທົດລອງນີ້ເປັນການຊອກຫາປະລິມານການ ດູດຊັບຂອງຖ່ານກຳມັນ ຈາກຄວາມສາມາດໃນການດູດ ຊັບອີອີດເທິງພື້ນທີ່ຜິວຂອງຖ່ານກຳມັນ, ຄ່າການດູດຊັບອີ ອີດມີຫົວໜ່ວຍເປັນມິລິກຣາມຕໍ່ກຣາມຂອງຖ່ານກຳມັນ (mg/g) (ມານິບ 2545) ນຳຖ່ານກຳມັນທີ່ປຸງແຕ່ງໄດ້ມາ ລ້າງດ້ວຍນ້ຳຮ້ອນ ແລະ ນ້ຳກັນ ຈົນຖ່ານກຳມັນທີ່ໄດ້ມີຄ່າ pH ຄືງ່ຳທີ່ ສະພາບເປັນກາງ ຫຼື ມີຄ່າ pH ຢູ່ໃນຊ່ວງ 6.5 – 7.5 ຈາກນັ້ນເຮັດການອົບແຫ້ງທີ່ອຸນຫະພູມ 110 – 120 °C ແລ້ວປະໄວ້ໃຫ້ເຢັນທີ່ອຸນຫະພູມປົກກະຕິໃນຫ້ອງໃນ ໂຖດູດຄວາມຊຸ່ມ. ຫຼັງຈາກນັ້ນນຳຖ່ານກຳມັນທີ່ປຸງແຕ່ງໄດ້ ມາບິດລະອຽດຈົນສາມາດຮ້ອນຕາໜ່າງມາດຕະຖານເບີ 300 ໄດ້, ເຮັດການອົບແຫ້ງທີ່ອຸນຫະພູມ 110 – 120°C ແລ້ວນຳໄປເກັບໄວ້ໃຫ້ເຢັນທີ່ອຸນຫະພູມຫ້ອງໃນ ໂຖດູດຄວາມຊຸ່ມ, ຈາກນັ້ນນຳໄປວິເຄາະຫາຄ່າເລກອີອີດ, ຕາມວິທີມາດຕະຖານ ASTM D4607-94, 1996 (ASTM Committee on Standard, 1998a), ເພື່ອ ປຽບທຽບ ແລະ ຄັດເລືອກຖ່ານກຳມັນທີ່ມີຄວາມເໝາະ ສົມທີ່ສຸດທີ່ປຸງແຕ່ງໄດ້ໄປໃຊ້ທົດລອງ ແລະ ທົດສອບ ລັກສະນະອື່ນໆຕໍ່ໄປ.

2.4 ການຊອກຫາພື້ນທີ່ຜິວຂອງຖ່ານກຳມັນ

ນຳເອົາຖ່ານກຳມັນທີ່ປຸງແຕ່ງໄດ້ ແລະ ຄັດເລືອກ ວ່າເໝາະສົມທີ່ສຸດແລ້ວຈາກຄ່າເລກອີອີດທີ່ປຸງແຕ່ງໄດ້ໄປ ທົດສອບຫາຄ່າພື້ນທີ່ຜິວ, ບໍລິມາດຮູ ແລະ ຂະໜາດຮູ ສະເລ່ຍ ໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງ specific surface area analyzer ຍີ່ຫໍ້ VERTEAX 70 ປະເທດເຢຍລະມັນ ດ້ວຍວິທີ BET (Brunauer-Emmett-Teller). ໂດຍ ການວັດປະລິມານແກັສນິໂຕຣແຊນທີ່ຖືກເກັບໄວ້ໂດຍ ຖ່ານກຳມັນ.

2.5 ການທົດສອບລັກສະນະສະເພາະຂອງຖ່ານກຳມັນ

ນຳຖ່ານກຳມັນທີ່ປຸງແຕ່ງໄດ້ທົດສອບຫາ ລັກສະນະສັນຖານວິທະຍາດ້ວຍກ້ອງຈຸລະທັດເອ ເລັກຕຣົງແບບສ່ອງກາດ (Scanning Electron Microscope, SEM) ຍີ່ຫໍ້ Vega-3SBH. ຫຼັງຈາກ ນັ້ນນຳເອົາຕົວຢ່າງໄປຊອກຫາໂຄງສ້າງຜິວໂດຍເຄື່ອງເອັກ ສະເລດິບແຟັກໂຕແມັດເຕີ (X-ray diffractometer; XRD) ຍີ່ຫໍ້ Xper PRO, ແລ້ວຈົນນຳເອົາທາດຕົວຢ່າງໄປ ທົດສອບຫາກຸ່ມພັງຊັ້ນນໍ້ (functional groups) ຢູ່ທີ່ ເຄື່ອງພື້ນຜິວດ້ວຍເຄື່ອງຟູເຣຍທຣານຟອມອິນຟຣາເຣດ ສະເປັກໂທຣສະໂກປີ (fourier transform infrared spectroscopy; FT-IR) ຍີ່ຫໍ້ VERTEAX 70 ຂອງ ປະເທດເຢຍລະມັນ.

3. ຜົນການທົດລອງ ແລະ ອະທິບາຍຜົນ

3.1 ຜົນຂອງການປຸງແຕ່ງຖ່ານກຳມັນ

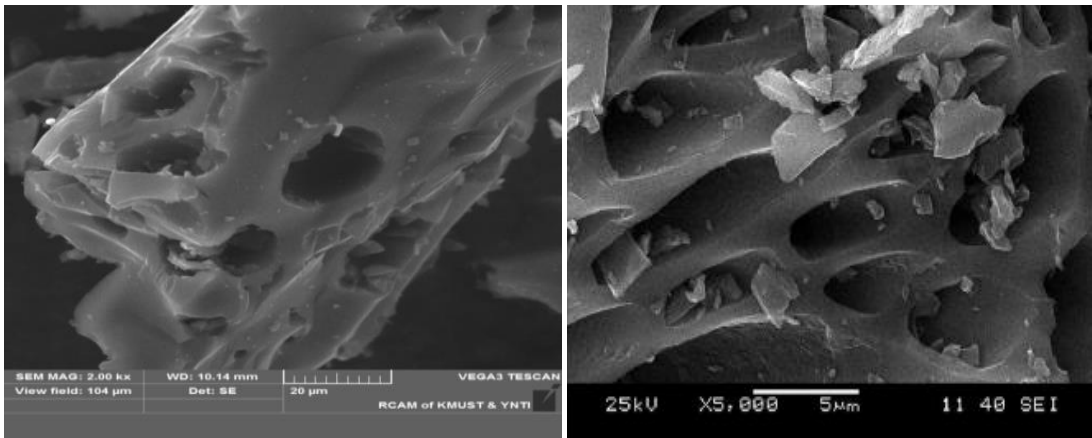
ໃນຂະບວນການກະຕຸ້ນດ້ວຍຄວາມຮ້ອນຂອງ ວັດຖຸດິບໃນເຊລລູໂລສິກທີ່ມີສ່ວນປະສົມ ZnCl_2 ມີການ ສະຫຼາຍທາງຄວາມຮ້ອນສາມຊ່ວງຄື: ຊ່ວງທຳອິດ 30°C ເຖິງ 400°C ຈະມີການສູນເສຍນ້ຳໜັກຈຳນວນຫຼາຍ ເຊິ່ງ ເກີດຈາກໄຟໂຮໄລຊິສທາດລິກໂນເຊລລູໂລສິກທີ່ເປັນ ທາດລະເຫີຍ, ສຳລັບໃນຊ່ວງທີ່ເກີດການສູນເສຍນ້ຳໜັກ ຫຼາຍປານໃດທີ່ 400-800°C ເຊິ່ງເປັນການສະຫຼາຍທາດ ລະເຫີຍງ່າຍເພີ່ມອີກໃນປະລິມານໜ້ອຍກັບການສະຫຼາຍ ຂອງ ZnCl_2 ແລະ ຊ່ວງທີສາມທີ່ 800-900°C ມີການ ສູນເສຍນ້ຳໜັກໜ້ອຍຫຼາຍ, ທັງນີ້ການກະຕຸ້ນຫຼັກຈະເກີດ ຂຶ້ນທີ່ປະມານ 500°C ໂດຍທີ່ພາວະນີ້, ຄວາມພຸ້ນສ່ວນ ຫຼາຍເກີດຂຶ້ນຈາກຊ່ອງວ່າງທີ່ເກີດຈາກ ZnCl_2 ຖືກກຳຈັດ ອອກໄປ, ຫຼັງຈາກລ້າງດ້ວຍນ້ຳກັນ ແລະ ອາຊິດຫຼາຍກວ່າ ເກີດຈາກການລະເຫີຍຂອງ ZnCl_2 ເຊິ່ງມີຈຸດຟືດທີ່ 732°C, ດັ່ງນັ້ນພຣະພຸ້ນທີ່ເກີດຂຶ້ນທີ່ອຸນຫະພູມເກືອບ 800°C ຈະເກີດຈາກການລະເຫີຍຂອງ ZnCl_2 ດັ່ງເຊັ່ນ: ການກະຕຸ້ນຕົ້ນຖ້ວເຫຼືອງດ້ວຍສັງກະສີກູ້ຣົວທີ່ອຸນຫະພູມ 800°C (Miao, et al., 2013) ໄດ້ກາກບອນກຳມັນທີ່ມີ ຂະໜາດຮູພຸ້ນຢູ່ໃນຊ່ວງນາໂນແມັດເຖິງໄມໂຄແມັດ ເປັນ ລັກສະນະຮູພຸ້ນຕາແຫ, ພື້ນທີ່ຜິວພາຍນອກເປີດເຕັມ, ເຮັດໃຫ້ມີພື້ນທີ່ຜິວກວ້າງ ແລະ ບໍລິມາດຮູພຸ້ນສູງ ເຊິ່ງເກີດ

ຈາກການລະເຫີຍຂອງ $ZnCl_2$ ລະຫວ່າງການຄາບໄນເຊຊັນ ໂດຍເກີດຊ່ອງວ່າງບໍລິເວນທີ່ $ZnCl_2$ ຢູ່ແລ້ວ, ແຕ່ການສະຫຼາຍເກີດຂຶ້ນໜ້ອຍຫຼາຍຫຼັງຈາກອຸນຫະພູມ $800^{\circ}C$.

ຖານກຳມັນກະຕຸ້ນດ້ວຍ $ZnCl_2$ ທີ່ອັດຕາສ່ວນນ້ຳໜັກ 1:1 ແລະ ເຜົາທີ່ອຸນຫະພູມ $800^{\circ}C$ ຈະໃຫ້ຄ່າເລກໄອໂອດິນສູງເຖິງ 1113.1 mg/g ເຊິ່ງມີຄ່າສູງກວ່າມາດຕະຖານກຳມັນ ແລະ ສູງກວ່າການເຜົາທີ່ອຸນຫະພູມອື່ນໆໃນອັດຕາສ່ວນນ້ຳໜັກທີ່ເທົ່າກັນ ອີກທັງເປັນການໃຊ້ທາດເຄມີໃນອັດຕາສ່ວນນ້ຳໜັກທີ່ຕ່ຳສຸດ, ໃນຂະນະທີ່ຜົນຜະລິດມີຄ່າສູງເຖິງ 25.48 ສ່ວນຮ້ອຍ ແລະ ພົບວ່າໄດ້ຖານກຳມັນທີ່ມີພື້ນທີ່ຜິວເທົ່າກັບ $1574.46\text{ m}^2/\text{g}$.

3.2 ຜົນການສຶກສາໂຄງສ້າງອະສັນຖານວິທະຍາດ້ວຍກ້ອງຈຸລະທັດເອເລັກຕຣົງແບບສ່ອງກາດ

ຈາກການສຶກສາລັກສະນະໂຄງສ້າງອະສັນຖານວິທະຍາ (morphology) ແລະ ຮູບຮ່າງລັກສະນະຂອງຖານກຳມັນດ້ວຍກ້ອງຈຸລະທັດເອເລັກຕຣົງແບບສ່ອງກາດ (SEM) ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 1, ຈາກຮູບພາບທີ 1 ຈະເຫັນວ່າຜົນຖານກຳມັນມີອະນຸພາກຂະໜາດໜ້ອຍຂອງສິ່ງປົນເປື້ອນເທິງພື້ນຜິວພາຍນອກ ແລະ ພາຍໃນຮູບຂອງຖານກຳມັນ, ສຳລັບຖານກຳມັນຈະມີສິ່ງປົນເປື້ອນເລັກໜ້ອຍ, ຖານກຳມັນທີ່ປຸງແຕ່ງໄດ້ມີຮູບຮ່າງຢູ່ໃນຊ່ວງ $3-10\text{ }\mu\text{m}$ ເຊິ່ງຮູບຮ່າງສ່ວນຫຼາຍຈະເປັນຮູບຮ່າງຂະໜາດກາງ (mesopore) ແລະ ຮູບຮ່າງຂະໜາດໃຫຍ່ (macropore).



ຮູບພາບທີ 1 ຮູບພາບຖ່າຍກ້ອງຈຸລະທັດເອເລັກຕຣົງແບບສ່ອງກາດຂອງຖານກຳມັນ

3.3 ຜົນການກວດຫາໂຄງສ້າງຜຶກດ້ວຍເຄື່ອງເອັກສະເຣດິຟແຟັດໂຕມິຕິ

ຈາກການກວດສອບຫາໂຄງສ້າງຂອງຖານກຳມັນທີ່ກະຕຸ້ນດ້ວຍສັງກະສິກຳດ້ວຍເຄື່ອງເອັກສະເຣດິຟແຟັກໂຕມິຕິ (XRD) ໄດ້ຮູບແບບການລ້ຽວເບນ (diffraction pattern) ສະແດງດັ່ງຮູບພາບທີ 2 ເຫັນໄດ້ວ່າຮູບແບບການລ້ຽວເບນຂອງຖານກຳມັນຕຳແໜ່ງຈຸດສູງສຸດປາກົດທີ່ມູມເຕຕາ (theta, θ) ຕຳແໜ່ງຂອງຈຸດສູງສຸດສະແດງໃນຕຳແໜ່ງທີ່ 7° (ໜ້າພຽງ 002) ແລະ 38° ສະແດງວ່າຖານກຳມັນທີ່ລັກສະນະໂຄງສ້າງເສັ້ນສະແດງຜຶກທີ່ຊັດເຈນ (Mopoung, 2011b), ຈາກການ

ລາຍງານຂອງ Christina et al., 2012 ວ່າການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນທີ່ສູງຂຶ້ນຂອງການຄາບອນໄນ ແລະ ການກຳມັນຈະເຮັດໃຫ້ມີຜຶກຂະໜາດນ້ອຍຂອງກາຣາຟິດມີຄວາມສົມບູນຂຶ້ນ ແລະ ສິ່ງຜົນຕໍ່ຄ່າພື້ນທີ່ຂອງເສັ້ນສະແດງຈຸດສູງສຸດມີຄວາມສົມບູນຂຶ້ນ ແລະ ສິ່ງຜົນຕໍ່ຄ່າພື້ນທີ່ຈຸດສູງສຸດຈຳເພາະທີ່ດີຂຶ້ນ.

3.4 ຜົນຂອງການກວດຫາກຸ່ມຟັງຊັນນໍຂອງຖານກຳມັນ

ຈາກການສຶກສາການທົດສອບຫາກຸ່ມຟັງຊັນນໍຂອງຖານກຳມັນທີ່ກຳມັນທາງເຄມີແບບແຫ້ງທີ່ນຳມາວິເຄາະດ້ວຍເຫດເທັກນິກຟູເຣຍທຣານຟອມອິນຟຣາເຣດສະເປັກໂທສະໂກປີ (FT-IR) ໃນຊ່ວງຄື້ນ $4000-500\text{ cm}^{-1}$

¹ ພົບສະເປັກຕຳທີ່ເໝາະສົມໃນການກວດວິເຄາະສະແດງ ດັ່ງຮູບພາບທີ 3.

3.5 ຜົນຕໍ່ການດູດຕິດຜິວຊີນໃນນ້ຳເສຍສັງຄະຂອງ ຖ່ານກຳມັນທີ່ປຸງແຕ່ງໄດ້

3.5.1 ຜົນຂອງ pH

ຈາກຜົນການທົດລອງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າຜົນ ປະສິດທິພາບການດູດຕິດຜິວຊີນທີ່ pH 6-9 ບໍ່ແຕກຕ່າງ ກັນຫຼາຍຄື: ມີປະສິດທິພາບການດູດຕິດຜິວຫຼາຍກວ່າ 99.65 ຂຶ້ນໄປ ແລະ ປະສິດທິພາບການດູດຕິດຜິວດີທີ່ສຸດ ທີ່ pH ເທົ່າກັບ 7.0 ເຊິ່ງມີຄ່າ 99.92 ສ່ວນຮ້ອຍ, ສະແດງ ໃນຕາຕະລາງທີ 2.

3.5.2 ຜົນຂອງເວລາສຳຜັດ

ຈາກຜົນການທົດລອງເຫັນວ່າເວລາສຳຜັດຂອງນ້ຳ ເສຍກັບຖ່ານກຳມັນທີ່ເວລາ 15-120 ນາທີເປັນດັ່ງນີ້: ເວລາສຳຜັດດັ່ງກ່າວບໍ່ມີຜົນ ຫຼື ບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ໂດຍມີຄ່າປະສິດທິພາບການກຳຈັດຊີນຢູ່ໃນຊ່ວງ 99.7010-99.7943 ສະແດງໃນຕາຕະລາງທີ 3.

3.5.3 ຜົນຂອງຄວາມແຮງອີອົງ

ຈາກຜົນການທົດລອງພົບວ່າຄວາມແຮງຂອງອີອົງ Na^+ ແລະ NO_3^- ຈາກ NaNO_3 ໃນຊ່ວງຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນ ທີ່ຕື່ມຄື: 0, 0.010, 0.025, 0.050, 0.075 ແລະ 0.10 M ຕາມລຳດັບ, ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າບໍ່ມີຜົນກະທົບ ຫຼື ບໍ່ ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ, ເມື່ອຄວາມແຮງອີອົງເພີ່ມຂຶ້ນ ໂດຍຍັງຄົງມີປະສິດທິພາບການກຳຈັດຊີນຢູ່ໃນຊ່ວງໃກ້ ຄຽງກັນຫຼາຍຄື 99.74-99.81 ສະແດງໃນຕາຕະລາງທີ 4.

3.5.4 ການທົດສອບ Freundrich isotherm

ຈາກການທົດລອງ ກາຟ Freundrich isotherm ຕາຕະລາງທີ 5 ຈະໄດ້ຄ່າຄົງທີ່ $\log K$ ແລະ $1/n$ ດັ່ງສະແດງໃນຕາຕະລາງທີ 6 ສະແດງໃຫ້ເຫັນເຖິງ ຄວາມສາມາດໃນການດູດຕິດຜິວຂອງຖ່ານກຳມັນ ເຊິ່ງມີ ຄວາມສອດຄ່ອງກັບການທົດລອງຄຸນລັກສະນະການດູດ ຕິດຜິວຊີນຂອງຖ່ານກຳມັນທີ່ປຸງແຕ່ງໄດ້ໃນຊ່ວງຕົ້ນໆທີ່ ຜ່ານມາ. ຕົວຢ່າງເຊັ່ນ: ຄ່າເລກອີອົດ, ພື້ນທີ່ຜິວ, ປະສິດທິພາບການດູດຊັບຜິວຊີນ ແລະ ປະສິດທິພາບ ການກຳຈັດຊີນຂອງຖ່ານກຳມັນ.

4. ວິພາກຜົນ

ທາດລະລາຍສັງກະສີກູ່ຮົວ (ZnCl_2) ມີປະລິມານ ການດູດຊັບເພີ່ມຂຶ້ນຢ່າງໄວວາໃນຊ່ວງເວລາ 0-45 ນາທີ ແລະ ເລີ່ມຄົງທີ່ທີ່ປະມານໄລຍະເວລາສຳຜັດເຂົ້າໃກ້ 60 ນາທີສອດຄ່ອງກັບງານວິໄຈຂອງ Üçer et al. (2006) ເຊິ່ງລາຍງານວ່າການດູດຊັບອີອົງໂລຫະໜັກ ໂດຍໃຊ້ຖ່ານ ກຳມັນພົບວ່າອີອົງຂອງໂລຫະໜັກທຸກໂຕມີໄລຍະເວລາ ສຳຜັດທີ່ເໝາະສົມທີ່ 60 ນາທີ ແລະ ສອດຄ່ອງກັບ Kula et al. (2008) ທີ່ລາຍງານວ່າການດູດຊັບໂລຫະໜັກຈາກ ທາດລະລາຍໂດຍການດູດຊັບຈາກຖ່ານກຳມັນຈາກຫີນໝາກກອກທີ່ປຸງແຕ່ງໂດຍການກະຕຸ້ນດ້ວຍສັງກະສີກູ່ຮົວພົບ ວ່າ ເວລາສຳຜັດທີ່ເໝາະສົມແມ່ນ 60 ນາທີ ແລະ ສອດຄ່ອງກັບງານວິໄຈຂອງ Hasar (2003) ໄດ້ລາຍງານ ວ່າ ໄລຍະເວລາສຳຜັດທີ່ເໝາະສົມສຳລັບການດູດຊັບ ໂລຫະໜັກເທິງຖ່ານກຳມັນທີ່ປຸງແຕ່ງຈາກເປືອກອັລ ມອນດ໌ເທົ່າກັບ 50 ນາທີ.

ທາດລະລາຍສັງກະສີກູ່ຮົວ (ZnCl_2) ມີປະລິມານ ການດູດຊັບເພີ່ມຂຶ້ນຕາມຄ່າ pH ທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນ ສອດຄ່ອງ ກັບງານວິໄຈຂອງ Üçer et al. (2006); Kobya et al. (2005) ແລະ Patnukao et al. (2008). ດັ່ງນັ້ນກິນໄກ ການດູດຊັບໂລຫະໜັກທີ່ pH ຕ່າງໆພົບວ່າ pH ທີ່ເໝາະ ສົມຢູ່ລະຫວ່າງ 3-6 ເຊິ່ງກິນໄກການດູດຊັບອີອົນຂອງ ໂລຫະໜັກເກີດຈາກການແລກປ່ຽນອີອົງ ແລະ ຂະບວນ ການເກີດທີ່ຊັບຊ້ອນ, ສຳລັບທີ່ pH ຫຼາຍກວ່າ 6 ຈະເກີດ ທັງການແລກປ່ຽນອີອົງ ແລະ ເກີດຮີດຮີກຊິດຂອງໂລຫະ ລະລາຍຢູ່ ຫຼື ອາດຈະຕົກຜິກເຮັດໃຫ້ປະລິມານການດູດ ຊັບຫຼຸດລົງ ຫຼື ມີຄວາມຊັບຊ້ອນຕໍ່ການອະທິບາຍ ແລະ ເປັນກິນໄກທີ່ມີຕົວເລກສຳຄັນໃນການຂະບວນການດຳ ຈັດໂລຫະໜັກ ແລະ ທີ່ pH >6 ເຖິງວ່າປະລິມານການ ດູດຊັບຈະສູງກວ່າ, ແຕ່ຈະເກີດຜິກທີ່ບໍາລະລາຍນ້ຳຂອງ ຮີດຮີກຊິດຂອງໂລຫະເຊັ່ນ $(\text{CuOH})^+$ ແລະ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ Patnukao et al. (2008).

ການດູດຊັບຊີນໃນຖ່ານກຳມັນຈາກເບືອກແກ່ນຢາງພາລາເປັນໄປຕາມໄອໂຊເທີມການດູດຊັບແບບແລ້ງເມຍສອດຄ້ອງກັບການຄົ້ນຄວ້າຂອງ Shawabkeh et al. (2007) ທີ່ໄດ້ຄົ້ນຄວ້າກ່ຽວກັບການດູດຊັບເຟໂນລ ແລະ ເມຕີແລນສີຟ້າດ້ວຍຖ່ານກຳມັນຈາກເບືອກພິແຄນ ແລະ ຜົນການຄົ້ນຄວ້າຂອງລາວພົບວ່າສາມາດກຳຈັດເມຕີແລນສີຟ້າໄດ້ດີດ້ວຍຄວາມສາມາດໃນການດູດຊັບ 410 mg/g ທີ່ pH 9 ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍ 35 mg/l, ເມື່ອປຽບທຽບຜົນຂອງອຸນຫະພູມໃນການຄາໂບໄນທີ່ມີຜົນຕໍ່ຄ່າເລກອີອິດກັບຄ່າພື້ນທີ່ຜິວຈຳເພາະຂອງຖ່ານກຳມັນຈາກເບືອກແກ່ນຢາງພາລາພົບວ່າທີ່ອຸນຫະພູມ 800°C ຈະມີຄ່າເລກອີອິດກັບຄ່າພື້ນທີ່ຜິວຈຳເພາະຂອງຖ່ານກຳມັນສູງສຸດ, ຮອງລົງມາໄດ້ແກ່ທີ່ອຸນຫະພູມ 700, 600 ແລະ 500°C ຕາມລຳດັບ ເຊິ່ງຈະເຫັນວ່າການເພີ່ມອຸນຫະພູມຫຼາຍຂຶ້ນ, ຈະເຮັດໃຫ້ຄ່າເລກອີອິດກັບຄ່າພື້ນທີ່ຜິວຈຳເພາະເພີ່ມຂຶ້ນ, ສອດຄ້ອງກັບງານວິໄຈຂອງ Sudaryanto et al. (2006) ແລະ Antonio-Cisneros and Elizalde-Gonzalez (2010) ທີ່ລາຍງານໄວ້ວ່າພື້ນທີ່ຜິວຈຳເພາະຂອງຖ່ານກຳມັນທີ່ປຸງແຕ່ງຈາກເບືອກແກ່ນຢາງພາລາຈະມີຄ່າເພີ່ມຂຶ້ນຕາມລຳດັບ.

ນອກຈາກນີ້ຍັງມີການວິເຄາະ FT-IR ຂອງຖ່ານກຳມັນເບືອກແກ່ນຢາງພາລາຄ່າສູງສຸດຂອງການດູດຊັບຂອງຖ່ານກຳມັນຫຼຸດລົງຫຼາຍ ແລະ ຄວາມແຂງແຮງອ່ອນກວ່າຫຼາຍໃນສະເປັກຕຳຂອງຖ່ານກຳມັນ, ຄ່າຈຸດສູງສຸດຂອງການດູດຊັບທີ່ແຂງແຮງແມ່ນທີ່ 2432 cm^{-1} ຄືຄວາມຖີ່ຂອງການສັ່ນໃນຮູບແບບຂອງການຈັບ (stretching vibration) ທີ່ເກີດຈາກພັນທະ -OH ທີ່ສອດຄ້ອງກັບບົດວິໄຈຂອງ Reddy, et al. (2012), ຈາກຜົນການວິເຄາະທາດສາມາດເຫັນໄດ້ວ່າ ປະລິມານອີກຊີແຊນຂອງຖ່ານກຳມັນຫຼຸດລົງ 43.7% ແລະ ປະລິມານຮີໂດຣແຊນຫຼຸດລົງ 5.9%.

ໂດຍລວມແລ້ວ ສິ່ງທີ່ຄົ້ນພົບຈາກການສຶກສາຄັ້ງນີ້ຊີ້ໃຫ້ເຫັນວ່າຖ່ານກຳມັນທີ່ໄດ້ມາຈາກເບືອກແກ່ນ

ຢາງພາລາໂດຍການກະຕຸ້ນດ້ວຍສັງກະສີກູ້ຣົວເປັນວັດສະດຸທີ່ມີທ່າແຮງ ແລະ ຍັງຢືນສຳລັບການກຳຈັດຊີນອອກຈາກນ້ຳເສຍ, ຄຸນລັກສະນະສະເພາະຕົວຂອງຖ່ານກຳມັນ, ລວມກັບຄວາມສາມາດໃນການດູດຊັບສູງ ແລະ ກົນລະສາດທີ່ມີປະສິດທິພາບ ເຮັດໃຫ້ຖ່ານກຳມັນເປັນຕົວເລືອກທີ່ເໝາະສົມສຳລັບຂະບວນການຟື້ນຟູສິ່ງແວດລ້ອມ ແລະ ບຳບັດນ້ຳ.

5. ສະຫຼຸບ

ຈາກການສຶກສາພົບວ່າເບືອກແກ່ນຢາງພາລາເປັນຊີວະມວນທີ່ມີສັກກະຍາພາບທີ່ເໝາະສົມສຳລັບການຜະລິດຖ່ານກຳມັນ, ເນື່ອງຈາກມີການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງຮູບຮ່າງຊັດເຈນ, ມີພາວະທີ່ເໝາະສົມສຳລັບການປຸງແຕ່ງຖ່ານກຳມັນຈາກເບືອກແກ່ນຢາງພາລາ (ເບືອກແກ່ນຢາງພາລາ : ZnCl_2) ໂດຍໃຊ້ເວລາໃຫ້ຄວາມຮ້ອນເປັນເວລາ 3 ຊົ່ວໂມງ. ຜົນການທົດລອງໄດ້ເລກອີອິດສູງສຸດແມ່ນ 1113.1 mg/g, ຜົນຜະລິດຂອງຖ່ານກຳມັນແມ່ນ 25.4%, ພື້ນທີ່ຜິວແມ່ນ 1574.46 m^2/g . pH ປະສິດທິພາບການດູດຖິດຜິວທີ່ມີຄ່າສູງສຸດແມ່ນ pH = 7.0, ມີປະສິດທິພາບການດູດຖິດຜິວເທົ່າກັບ 99.92%, ເວລາດູດຊັບສູງສຸດແມ່ນເວລາ 60 ນາທີ, ປະສິດທິພາບການກຳຈັດ COD_{Pb} ແມ່ນ 99.80%, ຄວາມແຮງອີອິງໃນຊ່ວງ 0.010-0.10 M ບໍ່ມີຜົນຕໍ່ປະສິດທິພາບການກຳຈັດຊີນ.

6. ຂໍ້ຂັດແຍ້ງ

ພວກເຮົາທົດລອງນັກຄົ້ນຄວ້າຂໍປະຕິບັດວ່າ ຂໍ້ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂັດແຍ້ງທາງຜົນປະໂຫຍດໃດໆທັງນັ້ນ, ກໍລະນີ ມີການລະເມີດໃນຮູບການໃດກໍຕາມພວກເຮົາມີຄວາມຍິນດີ ຂໍຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຝ່າຍດຽວ.

7. ເອກະສານອ້າງອີງ

Ahmedna, M., Marshallm W.E. & Rao, R.M. (2000). Production of granular activated carbons from select agricultural by-products and evaluation of their physical,

- p>chemical and adsorption properties.
- Bioresour Technology*
- , 71, 113-223.
- Antonio-Cisneros, C.M. & Elizalde-Gonzalez, M.P. (2010). Characterization of Manihot residues and preparation of activated carbon. *Biomass and Bioenergy*, 1–7.
- Chen, Y., Zhu, Y., Wang, Z., Li, Y., Wang, L., Gao, X., Ma, Y. & Guo, Y. (2011). Application studies of activated carbon derives from rice husks produced by chemical-thermal process-A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 163, 39-52.
- Cheung, W.H., Lau, S.S.Y., Leung, S.Y., Ip, A.W.M., McKay, G. (2012). Characteristics of chemical modified activated carbons from bamboo scaffolding. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 20, 515-523.
- Choma, J. & Jaroniec, M (2006). *Characterization of nanoporous carbons by using gas adsorption isotherms. In Activated carbon surfaces in environmental remediation* (pp.107-158). Amsterdam, Netherlands: Elsevier Ltd.
- Christina, C.S, Zaher, H. & Ania, C.U. (2012). *Preparation and characterization of activated carbon from oil sands coke*. *Fuel* 92: 69-76.
- Dias, J.M., A;vim-Ferraz, M.C.M., Almeida, M.F., Rivera-Utrilla, J. and Sánchez-Polo, M. (2007). Waste materials for activated carbon preparation and its use in aqueous-phase treatment: A review. *Journal of Environmental Management*, 85, 833-846.
- Dipanfilo, R. & Egiebor, N.O. (1996). Activated carbon production from synthetic crude coke. *Fuel Processing Technology*, 46, 157-169.
- García-García, A., Gregório, A., Franco, C., Pinto, F., Boavida, D. & Gulyurtlu, I. (2003). Unconverted chars obtained during biomass gasification on a pilot-scale gasifier as a source of activated carbon production. *Bioresour Technology*, 88, 27-32.
- Hasar H. (2003). Adsorption of nickel (II) from aqueous solution onto activated carbon prepared from almond husk. *Journal of Hazardous Materials*. B97, 49-57.
- Kobya M., Demirbas E., Senturk E., Ince M. (2005). Adsorption of heavy metal ions from aqueous solutions by activated carbon prepared from apricot stone. *Bioresour Technology*. 96, 1518-1521.
- Kula I., Ugurlu M., Karaoglu H., Celik A. (2008). Adsorption of Cd (II) ions from aqueous solutions using activated carbon prepared from olive stone by ZnCl₂ activation. *Bioresour Technology*. 99, 492-501.
- Malaika, A. & Kozłowski, M. (2010). Hydrogen production by propylene-assisted decomposition of methane over activated carbon catalysts. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35, 10302-10310.
- Maroto-Valer, M.M., Dranca, I., Clifford, D., Lupascu, T., Nastas, R. & Leond, C.A.L. (2006). Thermal regeneration of activated carbons saturated with ortho- and meta-chlorophenols. *Thermochimica Acta*, 444, 148-156.
- Menéndez-Díaz, J.A. & Martín-Gullón, I. 2006. Types of carbon adsorbents and their production. *Interface Science and Technology*, 7, 1-47.
- Mopoung, S. (2007). Surface properties of granulated active charcoal prepared from

- peels and bunch- talks of banana charcoal. *NU Science Journal*, 4, 113-122.
- Mopoung, S. & Nogklai, W. (2008). Chemical and surface properties of longan seed activated charcoal. *International Journal of Physical Sciences*, 3, 234-239.
- Mopoung, S. & Preechachan, P. (2010). Properties of charcoal and activated carbon prepared from soybean milk residue. *NU Science Journal*, 6, 135-146.
- Mopoung, S. (2011b). The effects of phosphoric acid and pyrolysis temperature to the formation of flaky graphite from lignite. *Scientific Research and Essay*, 6, 4464-4468.
- Olorundare, O.F., Krause, R.W.M., Okonkwo, J.O. & Mamba, B.B. (2012). Potential application of activated carbon from maize tassel for the removal of heavy metals in water. *Physics and Chemistry of Earth*, 50, 104-110.
- Omri, A., Wali, A. & Benzina, M. (2012). Adsorption of bentazon on activated carbon prepared from Lawsonia inermis wood: Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. *Arabian Journal of Chemistry*, 1-11.
- Patnukao P., Kongsuwan A., Pavasant P. (2008). Batch studies of adsorption of copper and lead on activated carbon from Eucalyptus camaldulensis Dehn. Bark. *Journal of Environmental Sciences*. 20, 1028-1034.
- Prahas, D., Kartika, Y., Indraswati, N. & Ismadji, S. (2008). Activated carbon from jackfruit peel wasted by H_3PO_4 chemical activation: Pore structure and surface chemistry characterization. *Chemical Engineering Journal*, 140, 32-42.
- Reddy, K.S.K., Shoaibi, A.A. & Srinivasakannan, C. (2012). A comparison of microstructure and adsorption characteristics of activated carbons by CO_2 and H_3PO_4 activation from date palm pits. *New Carbon Materials*, 27, 344-351.
- Shawabkeh, R. A. & Abu-Nameh, E. S. M. (2007) Adsorption of Phenol and Methylene Blue by Activated Carbon from Pecan Shells. *Colloid Journal*, (69), 355–359.
- Sudaryanto, Y., Hartono, S.B., Irawaty, W., Hindarso, H. & Ismadji, S. (2006). High surface area activated carbon prepared from cassava peel by chemical activation. *Bioresource Technology*, 97, 734-739.
- Üçer, A. Uyanik, & Aygün.Ş.F. (2006). Adsorption of Cu (II), Cd (II), Zn (II), Mn (II) and Fe (III) ions by tannic acid immobilized activated carbon. *Separation and Purification Technology*, 47(3), 113-118.
- Zhang, H., Tang, Y., Cai, D., Liu, X., Wang, X., Huang, Yu, Z. (2010). Hexavalent chromium removal from aqueous solution by algal bloom residue derived activated carbon: Equilibrium and kinetic studies. *Journal of Hazardous Materials*, 181, 801-808.

ຕາຕະລາງທີ 1 ຜົນຜະລິດຂອງຖ່ານກຳມັນຈາກເປືອກແກ່ນຢາງພາລາທີ່ກະຕຸ້ນດ້ວຍ $ZnCl_2$

Activated	Percentage of Production	Iodine Number
-----------	--------------------------	---------------

Temperature (°C)	RSS : Chemical	Activated by ZnCl ₂	Activated by ZnCl ₂
500	1:1	77.7	905.7
	1:2	73.56	323.9
	1:3	87.62	764.4
	1:4	88.66	345.8
	1:1	64.94	1000.8
600	1:2	61.48	1026.2
	1:3	60.56	822.3
	1:4	60.88	996.7
	1:1	28.48	985.0
	1:2	26.31	985.4
700	1:3	24.28	1085.2
	1:4	25.66	1023.0
	1:1	25.48	1113.1
	1:2	15	1021.3
	1:3	11.24	1079.0
800	1:4	10.18	1006.5

ຕາຕະລາງທີ 2 ປະສິດທິພາບການດູດຕິດຜົວຊີນໃນນ້ຳເສຍສັງເຄາະທີ່ pH ຕ່າງໆ

ຖ່ານກຳ ມັນ	pH	pH	ປະລິມານຊີນທີ່ເຫຼືອ (mg/L)				ປະສິດ ທິພາບ (%)
	(ເລີ່ມ ຕົ້ນ)	(ສຸດທ້າຍ)	ຄັ້ງທີ 1	ຄັ້ງທີ 2	ຄັ້ງທີ 3	ສະເລ່ຍ	ການ ດູດຕິດ ຜົວຊີນ
1Z8R (0.10g)	6.0	6.35-6.53	0.0243	0.0212	0.0231	0.0229	99.77
	7.0	6.86-6.94	0.0074	0.0076	0.0088	0.0079	99.92
	8.0	6.91-7.02	0.0276	0.0391	0.0395	0.0354	99.65
	9.0	6.96-7.00	0.006	0.011	0.0064	0.0083	99.91

ຕາຕະລາງທີ 3 ປະສິດທິພາບການກຳຈັດຊີນໃນນ້ຳເສຍສັງເຄາະທີ່ເວລາສຳຜັດຕ່າງໆກັນ

ຖ່ານກຳ ມັນ	ເວລາສຳ ຜັດ (min)	pH ນ້ຳເສຍ ຫຼັງສັ່ນ	ປະລິມານຊີນທີ່ເຫຼືອ (mg/L)				ປະສິດທິພາບ (%) ການກຳ
			ຄັ້ງທີ 1	ຄັ້ງທີ 2	ຄັ້ງທີ 3	ສະເລ່ຍ	

							ຈັດຊື່ (COD)
1Z8R	0	7	3.2	3.47	3.72	3.4633	63.3667
	15	7.02-7.17	0.0500	0.00207	0.0190	0.0299	99.7010
	30	6.88-7.03	0.0256	0.0216	0.0145	0.0206	99.7943
	45	6.80-6.98	0.0277	0.0212	0.0174	0.0221	99.7790
	60	7.07-7.13	0.0257	0.0169	0.0180	0.0202	99.7980
	90	6.90-7.07	0.0262	0.021	0.0285	0.0252	99.7477
	120	7.16-7.21	0.0159	0.0272	0.0308	0.0246	99.7537

ຕາຕະລາງທີ 4 ປະສິດທິພາບການກຳຈັດຊີນໃນນ້ຳເສຍສັງເຄາະທີ່ຕື່ມ NaNO_3 ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຕ່າງກັນ

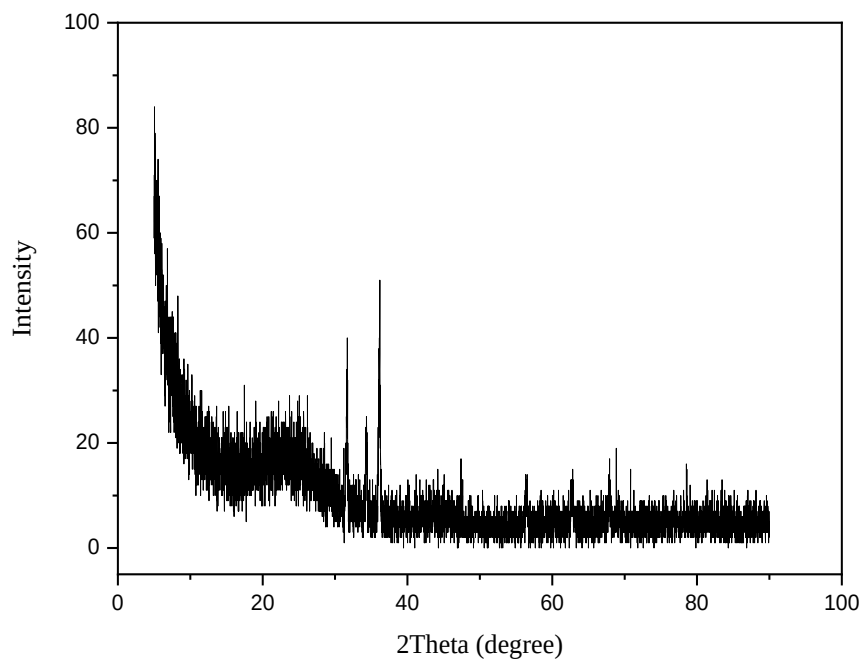
ຖ່ານກຳມັນ	NaNO ₃	pH ນໍ້າເສຍ	ປະລິມານຊີນທີ່ເຫຼືອ (mg/L)				pH ນໍ້າເສຍ
	(M)	ຫຼັງສັ່ນ	ຄັ້ງທີ 1	ຄັ້ງທີ 2	ຄັ້ງທີ 3	ຫຼັງສັ່ນ	
1Z8R	0.000	7.13-7.16	0.0123	0.0424	0.0118	0.0222	99.78
	0.010	7.14-7.16	0.0105	0.0288	0.0389	0.0261	99.74
	0.025	7.14-7.16	0.0129	0.0161	0.0287	0.0192	99.81
	0.050	7.11-7.16	0.0101	0.0106	0.0426	0.0211	99.79
	0.075	7.12-7.16	0.0179	0.0272	0.014	0.0197	99.80
	0.100	7.14-7.19	0.0118	0.0187	0.0299	0.0201	99.80

ຕາຕະລາງທີ 5 ການທົດສອບການດູດຊັບແບບ Freundrich isotherm ຂອງຖ່ານກຳມັນ

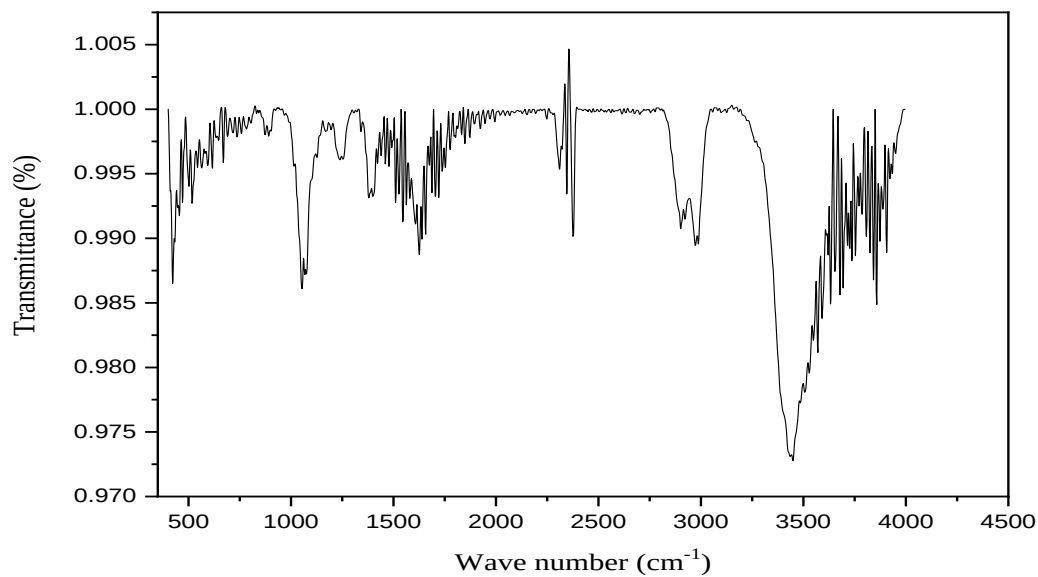
ຖ່ານກຳມັນ (g)	pH ນ້ຳເສຍຫຼັງ ສັ່ນ	ປະລິມານຊີນທີ່ເຫຼືອ	C (mg)	X (mg)	X/m (mg/g)
		ສະເລ່ຍ (mg/L)			
0.00	7.0	3.37	0.337	-	-
0.01	7.06-7.13	0.947	0.0947	0.2423	24.23
0.02	7.06-7.16	0.243	0.0243	0.3127	15.635
0.04	7.101-7.19	0.257	0.0257	0.3113	7.7825
0.08	7.078-7.23	0.129	0.0129	0.3241	4.0513
0.10	7.08-7.26	0.025	0.0025	0.3345	3.345

ຕາຕະລາງທີ 6 ຄ່າຄົງທີ່ໄອໂຊເທີມແບບຟຣຸນດລິຊຂອງຖ່ານກຳມັນ

ຖ່ານກຳມັນ	logK	1/n
1Z8R	22.271	3.8776



ຮູບພາບທີ 2 ຮູບແບບການລ້ຽວເບນລັງສີເອັກຂອງຖ່ານກຳມັນ



ຮູບພາບທີ 3 ສະເປັກຕຳ FT-IR ຂອງຖ່ານກຳມັນທີ່ກຳມັນທາງເຄມີແບບແຫ້ງໃນຊ່ວງເລກຄື້ນ 4000-500 cm^{-1}