

ສົມທຽບລັກສະນະການເຜົາໃໝ້ຖ່ານດຳໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕາມຊະນິດຝັນໄມ້

ເບິ່ນ ດອນສະຫວັນ^{*1}, ໄຟວັນ ເພັດດອນໂມ², ບຸນເຮືອງ ຈັນນາງ³, ແສງຄຳ ຜົນຈະເລີນ⁴, ປະເຊີນ ບົວຜາແກ້ວ⁵

ພາກວິຊາ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້, ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ, ສປປ ລາວ

^{*1}ຜູ້ຕິດຕໍ່ພົວພັນ:

ເບິ່ນ ດອນສະຫວັນ, ພາກວິຊາ

ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້, ຄະນະ

ກະເສດສາດ ແລະ ຊັບພະຍາກອນ

ປ່າໄມ້,

ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ, ເບີໂທ:

+85620-59229319, ອີເມວ:

bsv.vanh@gmail.com

^{2,3,4,5} ພາກວິຊາ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້

, ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ

ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້,

ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ, ສປປ

ລາວ

ຂໍ້ມູນບົດຄວາມ:

ການສົ່ງບົດ: 30 ມັງກອນ 2023

ການປັບປຸງ: 19 ສິງຫາ 2023

ການຕອບຮັບ: 10 ກັນຍາ 2023

ບົດຄັດຫຍໍ້

ລັກສະນະການເຜົາໃໝ້ຖ່ານດຳໄມ້ຄັ້ງນີ້ ແມ່ນການສຶກສາກ່ຽວກັບເວລາໃນການຈຸດ ແລະ ເຜົາໃໝ້, ອຸນຫະພູມຖ່ານດຳໄມ້ເມື່ອນຳມາຕິດໄຟ ແລະ ຂີ້ເຖົ້າທີ່ເຫຼືອຈາກການຕິດໄຟ ຂອງຖ່ານດຳໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງຊະນິດຝັນ ເຊິ່ງປະກອບມີ ຖ່ານດຳໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ, ໄມ້ປ່ອງ ແລະ ໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປຕາມຕະຫຼາດ, ການສຶກສາມີຈຸດປະສົງສຶກສາລັກສະນະການເຜົາໃໝ້ຂອງຖ່ານດຳໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ເຊິ່ງການທົດລອງຄັ້ງນີ້ແມ່ນໄດ້ເລືອກເອົາຖ່ານ ສາມ ຊະນິດໄມ້ຈາກລະບົບເຕົ້າເຜົາຖ່ານແບບອາກາດໝູນວຽນໃນຕົວເຕົ້າຖັງ 200 ລິດ ຫຼື ເອີ້ນລະບົບນີ້ວ່າ Gasifier system ແລະ ຖ່ານປະສົມທົ່ວໄປທີ່ບໍ່ຮູ້ແຫຼ່ງທີ່ມາ, ເຊິ່ງຂໍ້ມູນແມ່ນທາງດ້ານປະລິມານ ນຳມາວິເຄາະດ້ວຍຄຳສະຖິຕິຝັນຖານ Descriptive Analysis ແລະ One-Way ANOVA (Analysis of variance) ເພື່ອວິເຄາະຫາຄວາມແຕກຕ່າງກັນຂອງຖ່ານດຳໄມ້ຊະນິດທີ່ແຕກຕ່າງກັນ.

ຜົນການສຶກສາກຸ່ມໄມ້ຖ່ານດຳ 4 ຊະນິດ ໂດຍມີນ້ຳໜັກສະເລ່ຍແມ່ນ 297.50 ກູ້າມ ນຳມາເປັນຕົວຢ່າງໃນການທົດສອບ ຫາລັກສະນະທີ່ກຳນົດໄວ້, ການວັດແທກຄ່າຖ່ານດຳໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ, ໄມ້ປ່ອງ ແລະ ປະສົມທົ່ວໄປ ມີຄ່າເວລາໃນການຕິດໄຟແມ່ນ 2.66, 3.00, 4.66 ແລະ 4.25 ນາທີ, ຕາມດ້ວຍເວລາໃນການເຜົາຖ່ານດຳແມ່ນ 65.66, 57.33, 60 ແລະ 65.25 ນາທີ, ຕາມລຳດັບ. ນອກຈາກນີ້ ຜົນການສຶກສາຍັງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ອຸນຫະພູມຂອງໄມ້ຖ່ານດຳ ແມ່ນ 677.67, 649.57, 557.86, ແລະ 647.02 ອົງສາເຊລຊຽສ ຕາມລຳດັບ, ແລະ ຂີ້ເຖົ້າທີ່ເຫຼືອຈາກການໃໝ້ແມ່ນ 5.13, 15.01, 17.85 ແລະ 9.50 ສ່ວນຮ້ອຍ, ຕາມລຳດັບ. ຈາກຜົນການສຶກສາລັກສະນະຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານອຸນຫະພູມໃນການເຜົາໃໝ້ຂອງໄມ້ຖ່ານດຳທັງສີ່ກຸ່ມ ເຫັນໄດ້ວ່າ ຖ່ານດຳໄມ້ປ່ອງມີຄວາມສຳຄັນທາງດ້ານສະຖິຕິທີ່ $P\text{-value} \leq 0.05$ ແລະ $P\text{-value} \leq 0.01$, ໝາຍຄວາມວ່າ ຖ່ານດຳໄມ້ປ່ອງມີຄວາມແຕກຕ່າງຈາກໄມ້ທຸກກຸ່ມຄື ຖ່ານດຳກຸ່ມໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ ແລະ ໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປ, ນອກຈາກນີ້ຍັງພົບເຫັນວ່າ ຖ່ານດຳໄມ້ສັກມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນກັບຖ່ານໄມ້ກະຖິນນະລົງ ທີ່ຄວາມສຳຄັນທາງດ້ານສະຖິຕິ $P\text{-value} \leq 0.05$ ແລະ $P\text{-value} \leq 0.01$. ເຊິ່ງຜົນການສຶກສາຄັ້ງນີ້ ສະແດງໃຫ້ເຫັນເຖິງຄວາມສຳຄັນຂອງຊະນິດຝັນໄມ້ ແລະ ລັກສະນະຂອງການເຜົາໃໝ້ຂອງຖ່ານດຳ ໂດຍສະເພາະເວລາ ແລະ ອຸນຫະພູມໃນການເຜົາໃໝ້, ໂດຍສະເພາະ ໄມ້ກະຖິນນະລົງ ແລະ ໄມ້ສັກ ເປັນໄມ້ທີ່ປຸກງ່າຍ ຈະເລີນເຕີບໂຕໄວ ແລະ ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນໃນການເຜົາໃໝ້ຖ່ານຢູ່ໃນລະດັບໄກ້ຄຽງກັນ, ຄວນມີການສົ່ງເສີມການປູກເພື່ອໃຫ້ໄດ້ເນື້ອໄມ້ ແລະ ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນໃຫ້ແກ່ຊາວສວນ ແລະ ຜູ້ປະກອບການ.

ຄຳສັບທີ່ສຳຄັນ: ຖ່ານໄມ້ດຳ, ຄວາມແຕກຕ່າງຊະນິດຝັນໄມ້, ລັກສະນະການເຜົາໃໝ້, ລະບົບເຕົ້າເຜົາແບບ Gasifier.

A comparison characteristic on wood charcoal combustion in different wood species

Beun DONSAVANH^{*1}, Phaivanh PHETHDONEMO², Bounheuang CHANNANG³, Sengkham PHONCHALUEN⁴, Pazeun BOUAPHAKEO⁵

Department of Forest Resource, Faculty of Agriculture and Forest Resource, Souphanouvong University, Luang Prabang, Lao PDR

***Correspondence:** Beun

DONSAVANH, Department of Forest Resource, Faculty of Agriculture and Forest Resource, Souphanouvong University, Luang Prabang, Lao PDR, Tel: +85620-59229319, E-mail: bsv.vanh@gmail.com

^{2,3,4,5}Department of Forest Resource, Faculty of Agriculture and Forest Resource, Souphanouvong University

Article Info:

Submitted: Jan 30, 2023

Revised: Aug 19, 2023

Accepted: Sep 10, 2023

Abstract

A study on characteristics of wood charcoal combustion focuses on the time of fire appearing and burned, the temperature during firing, and ash after burning of the four groups of wood charcoal species, including Earleaf acacia, Teak, Bamboo, and Mixed Wood Charcoal from different market. The objective was to measure about characteristics of wood charcoal combustion time in a minute, the temperature in Celsius degree, and ash in grams with three samples of wood charcoal such as Earleaf acacia, Teak, and Bamboo by the gasifier system with a metal tank 200 liters and one that is mixed wood charcoal from the market. In addition, the experiment collects quantitative measurement data to analyze descriptive statistics and One-Way ANOVA (Analysis of variance) for the result in different significant statistics.

As a result, the four groups of wood charcoal combustion were weight averages of 297.50 grams to measure the value of time, temperature, and ash of Earleaf acacia, Teak, Bamboo, and mixed charcoal. The time of fire appearance spent about 2.66, 3.00, 4.66, and 4.25 minutes, followed by a time of burned of 65.66, 57.33, 60, and 65.25 minutes, respectively. Moreover, this research found that the temperature during burned of wood charcoal were about 677.67, 649.57, 557.86, and 647.02 Celsius degree, respectively. Part of the ash of wood charcoal in four groups were 5.13, 15.01, 17.85, and 9.50 percent, separately. Importantly, the study on characteristics of wood charcoal in different plant species tested temperature during burning by One-Way ANOVA, found that the charcoal of bamboo was significant at p-value value ≤ 0.05 and p-value ≤ 0.01 , implying that the bamboo charcoal is significantly different from the temperature in Celsius degree between Earleaf acacia, Teak, and mixed charcoal, this research found additionally significant in statistic at p-value ≤ 0.05 and P-value ≤ 0.01 between the Earleaf acacia and Teak. As a result, this study showed the importance of the diversity of woody plants and bamboo properties for charcoal combustion, they are especially the time and temperature of combustion of Earleaf acacia, and Teak, which are properly tree growth for plantation and these trees' species can grow rapidly, and it is releasing heat of combustion in the same level. Lastly, the organization involvement should promote the Earleaf acacia, and Teak for wood supply in terms of energy to farmers and entrepreneurs.

Keywords: Wood Charcoal, Woody species, Characteristic of combustion, Gasifier system

1. ພາກສະເໜີ

ປະຊາກອນທົ່ວໂລກ ໃນບັນດາປະເທດກຳລັງພັດທະນາຫຼາຍກວ່າສອງຕື້ຄົນ ທີ່ອາໄສຜະລິດງານຈາກໄມ້ ສຳລັບການແຕ່ງຢູ່ຄົວກິນ ແລະ ໃຫ້ຜະລິດງານຄວາມຮ້ອນໃນຄົວເຮືອນ (CIFOR, 2012). ຈາກການປະເມີນຕົວເລກສະຖິຕິຢູ່ໃນທົ່ວໂລກເຫັນໄດ້ວ່າ ການບໍລິໂພກຜະລິດງານຈາກໄມ້ນີ້ ໃນແຕ່ລະທະວີບມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນຄື ທະວີບອາຊີ 43.6, ແອັບຟຼິກາ 21.1, ອາເມລິກາເໜືອ 11.8, ອາເມລິກາໃຕ້ 11.7, ເອີຣົບ 8.5 ແລະ ຝື້ນທີ່ອື່ນໆແມ່ນ 3.4 ສ່ວນຮ້ອຍ, ຕາມລຳດັບ. ເຊິ່ງຂໍ້ມູນເຫຼົ່ານີ້ ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ທະວີບອາຊີ ແລະ ແອັບຟຼິກາ ຫຼາຍກວ່າຝື້ນທີ່ອື່ນໃນໂລກ, ຕາມລຳດັບ (Trossero, 2002). ດັ່ງນັ້ນ, ການຜະລິດຖ່ານ ແມ່ນສາມາດຜະລິດໄດ້ຈາກຫຼາຍແຫຼ່ງຂອງມວນສານຊີວະພາບເປັນຕົ້ນແມ່ນ ລຳໄມ້, ຕົ້ນໄມ້, ເສດໄມ້ ຈາກການກະສິກຳ, ເສດຜົນຜະລິດກະສິກຳ, ແລະ ກາບຂອງເປືອກຟິດຜົນທີ່ແຂງຈາກຜົນລະປູກ (ຕົວຢ່າງ ແກນສາລີ, ຍອງໝາກຜ້າວ, ກະໂປະໝາກຜ້າວ ແລະ ອື່ນໆ) ໂດຍການນຳມາໃຊ້ຄວາມຮູ້ເຜົາໃໝ່ແບບຊ້າໆ ເຊິ່ງໃນຮູບແບບຂະບວນການ carbonization ທີ່ນຳໃຊ້ເຕົາອົບອາກາດ ຫຼື ແບບປັດອາກາດ. ເຊິ່ງຖ່ານທີ່ໄດ້ຈາກການເຜົາແບບນີ້ ແມ່ນມີຜົນປະໂຫຍດຫຼາຍໃນດ້ານ ການປັບປຸງດິນ, ການປູກຝັດ, ການຍຶດທາດກາກບອນໃນດິນ ເປັນຕົ້ນ (Demirbas et al., 2016).

ຖ່ານໄມ້ (Wood Charcoal) ແມ່ນຜົນຜະລິດຈາກການເຜົາໄໝ້ຂອງໄມ້, ຖ່ານໄມ້ທີ່ໄດ້ ມີລັກສະນະເປັນສີດຳ, ນ້ຳໜັກເບົາກວ່າເມື່ອຕອນເປັນໄມ້ ທີ່ຖືກຄວາມຮ້ອນແລະ ໄຟເຜົາໃໝ່ ເຮັດໃຫ້ມີການປ່ອຍນ້ຳ, ຄວາມຊຸ່ມບັນຈຸອອກຈາກເນື້ອໄມ້ ພ້ອມດ້ວຍທາດສານອື່ນໆ. ຖ່ານໄມ້ ມີລັກສະນະທີ່ແຕກຕ່າງກັນໄປຕາມຊະນິດຝັນຂອງໄມ້ ໂດຍສະເພາະແມ່ນໄມ້ປະເພດໄມ້ເນື້ອແຂງຫຼາຍ, ຄວາມແຂງປານກາງ ແລະ ຄວາມແຂງໜ້ອຍ, ຜົນຜະລິດຂອງຖ່ານທີ່ໄດ້ ກໍ່ຈະມີຄຸນລັກສະນະການໃໝ່ຂອງຖ່ານທີ່ ແຕກຕ່າງກັນ (Christiana et al., 2014). ການນຳໃຊ້ຜະລິດງານຄວາມຮ້ອນ ຂອງປະຊາຊົນລາວບັນດາເຜົ່າທົ່ວປະເທດ ແມ່ນນຳໃຊ້ໄມ້ຝົນເປັນເຊື້ອເຝິງ ສຳລັບການດຳລົງຊີວິດປະຈຳວັນ ມີເຖິງ 80 ສ່ວນຮ້ອຍ, ເນື່ອງຈາກ ປະຊາກອນສ່ວນໃຫຍ່ ແມ່ນອາໄສຊີບຜະຍາກອນປ່າໄມ້ເປັນຫລັກ, ແລະ ຍັງມີທ່າອ່ຽງສູງຂຶ້ນເລື້ອຍໆ ຈາກການນຳໃຊ້ຝົນ ແລະ ຖ່ານໄມ້ (UNDP and Ministry of Energy and Mines, 2016) ແລະ ຕາມການໃຊ້ງານຂອງຖ່ານໄມ້ ທັງໝົດແມ່ນ 64 ສ່ວນຮ້ອຍ, ແຍກການນຳໃຊ້ຖ່ານໄມ້ໃນຕົວເມືອງ 42

ສ່ວນຮ້ອຍ ແລະ ໃນເຂດຊົນນະບົດແມ່ນ 22 ສ່ວນຮ້ອຍ (Study team, 2021).

ລັດຖະບານແຫ່ງ ສປປ ລາວ ກໍ່ຄືກະຊວງກະສິກຳ ແລະ ປ່າໄມ້ ໄດ້ອອກແຈ້ງການເລກທີ 0117/ກມ ລົງວັນທີ 17 ມັງກອນ 2022, ເຊິ່ງເປັນການແຈ້ງເຖິງບັນດາຫ້ອງການທີ່ກ່ຽວຂ້ອງທັງສູນກາງ ແລະ ທ້ອງຖິ່ນ ໃຫ້ດຳເນີນວຽກງານການກວດກາຄືນ ສຳລັບຫົວໜ່ວຍຜະລິດຖ່ານທົ່ວປະເທດ ເພື່ອຢຸດຕິສຳລັບຫົວໜ່ວຍທຸລະກິດທີ່ບໍ່ຖືກຕ້ອງ ແລະ ບໍ່ໄດ້ຮັບອະນຸຍາດທີ່ຖືກຕ້ອງຕາມກົດໝາຍ ເນື່ອງຈາກວ່າ ກຸ່ມການຜະລິດເຫຼົ່ານີ້ ແມ່ນສວຍໃຊ້ຂໍ້ອ້າງໃນການຊຸດຄົ້ນໄມ້ປູກ ແລະ ໄມ້ເສດຈາກໂຮງງານ ແຕ່ໃນທາງກົງກັນຂ້າມ ເຫັນໄດ້ວ່າ ພວກເຂົາແມ່ນນຳໃຊ້ວັດຖຸດິບຈາກປ່າທຳມະຊາດ (MoAF, 2022). ແຕ່ໃນທາງກົງກັນຂ້າມ, ລັດຖະບານລາວ ກໍ່ໄດ້ມີນະໂຍບາຍສົ່ງເສີມການປູກໄມ້ເປັນສິນຄ້າເລກທີ 247/ລບ ລົງວັນທີ 20 ສິງຫາ 2019 ໄດ້ກຳນົດນະໂຍບາຍ ແລະ ມາດຕະການສົ່ງເສີມ ການປູກໄມ້ທຸກຊະນິດ ເຂົ້າໃນການປູກໄມ້ເປັນສິນຄ້າ ເພື່ອຮັບປະກັນການສະໜອງວັດຖຸດິບເຂົ້າໃນການປຸງແຕ່ງ, ສ້າງລາຍຮັບ ແລະ ຄວາມຕ້ອງການຂອງຕະຫຼາດ ທັງພາຍໃນ ແລະ ຕ່າງປະເທດ ບໍ່ວ່າຈະເປັນບຸກຄົນ, ນິຕິບຸກຄົນ ແລະ ອົງການຈັດຕັ້ງ ສາມາດລົງທຶນໃສ່ກິດຈະກຳດ້ານນີ້ຕາມກຳລັງແຮງຂອງຕົນໄດ້ ເພື່ອຜະລິດເປັນສິນຄ້າເພື່ອຕອບສະໜອງຄວາມຕ້ອງ ການພາຍໃນ ແລະ ຕ່າງປະເທດ (Lao Government Office, 2019). ດ້ວຍເຫດນັ້ນ, ລັດຖະບານຈຶ່ງໄດ້ອະນຸຍາດໃຫ້ສະເພາະຫົວໜ່ວຍທຸລະກິດທີ່ຂຶ້ນຖະບຽນ ແລະ ຖືກຕ້ອງຕາມກົດໝາຍ ສາມາດດຳເນີນກິດຈະກຳຜະລິດຖ່ານໄດ້ ບໍ່ວ່າຈະເປັນຖ່ານຈາກໄມ້ຕົ້ວ, ຖ່ານອັດແຫ່ງ ຫຼື ຖ່ານອັດເມັດຂີ້ເລື້ອຍ ແມ່ນສາມາດຜະລິດເປັນສິນຄ້າເພື່ອສົ່ງອອກໄດ້, ໂດຍສະເພາະ ໄມ້ຕົ້ວທີ່ເປັນໄມ້ຕາມທຳມະຊາດ ຕ້ອງໄດ້ມີການໄດ້ຮັບໂຄຕ້າບໍລິມາດໄມ້ໃນການຊຸດຄົ້ນ ແລະ ຕ້ອງໄດ້ມີການຊຸກຍູ້ ແລະ ສົ່ງເສີມການປູກໄມ້ຕົ້ວ ເພື່ອສະໜອງການຜະລິດຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງ (MoAF, 2022).

ດ້ວຍເຫດນັ້ນ ການສຶກສາລັກສະນະຂອງຖ່ານໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຂອງຊະນິດຝັນໄມ້ ຈຶ່ງມີຄວາມສຳຄັນ ແລະ ຈຳເປັນຢ່າງຍິ່ງໃນການຄົ້ນຄວ້າ ເພື່ອຫາຄຳຕອບໃນການຕອບສະໜອງລັກສະນະຂອງຖ່ານໄມ້ໃນການເຜົາໃໝ່ ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຄຸນລັກສະນະຂອງຖ່ານໄມ້ ຈາກໄມ້ປູກຄື: ໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ, ໄມ້ປ່ອງ ແລະ ໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປຕາມທ້ອງຕະຫຼາດ. ເນື່ອງຈາກວ່າ ແຂວງຫຼວງພະບາງ ຖືວ່າເປັນແຂວງໜຶ່ງທີ່ມີປະລິມານສວນປູກໄມ້ສັກຫຼາຍກວ່າ 10.000 ເຮັກຕ້າ ແລະ ໄດ້ມີໄມ້ເສດຈຳນວນຫຼາຍຈາກບັນດາໂຮງ

ງານ, ໄມ້ກະຖິນນະລົງ ແມ່ນສາມາດຈະເລີນເຕີບໂຕໄດ້ນີ້ ໃນສະພາບແວດລ້ອມຂອງແຂວງຫຼວງພະບາງ ແລະ ຍັງມີ ພື້ນທີ່ໄມ້ປ່ອງທີ່ມີຢູ່ທົ່ວໄປ ໃນພື້ນທີ່ປ່າເຫຼົ່າແກ່ ແລະ ປ່າທຳ ມະຊາດຂອງແຂວງ. ດັ່ງນັ້ນ, ການສຶກສານີ້ ຈຶ່ງມີຈຸດປະສົງ ໃນການສຶກສາຄວາມແຕກຕ່າງກັນຂອງຖ່ານໄມ້ທີ່ຕ່າງຊະ ນິດພັນ ເພື່ອຊອກຫາປະລິມານອຸນຫະພູມ, ເວລາໃນການ ໄມ້ຂອງຖ່ານ ແລະ ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າທີ່ເຫຼືອຈາກການໄໝ້ ເພື່ອໃຫ້ຮູ້ລັກສະນະການໃໝ້ຂອງຖ່ານໄມ້ ທີ່ເປັນຂໍ້ມູນໃຫ້ ແກ່ການສົ່ງເສີມການປູກໄມ້ເປັນສິນຄ້າ ເພື່ອຊົມໃຊ້ຝາຍໃນ ແລະ ສົ່ງອອກຕ່າງປະເທດ.

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການສຶກສາ

2.1 ສະຖານທີ່ການສຶກສາ

ການທົດລອງຈຸດ ຫຼື ເຜົາຖ່ານດຳໄມ້ແຕ່ລະຊະນິດ ພັນໄມ້ຄັ້ງນີ້ ແມ່ນໄດ້ດຳເນີນການທົດລອງທີ່ສ່ວນກ້າ ຂອງ ພາກວິຊາຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້ ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບ ພະຍາກອນປ່າໄມ້ ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ, ແຂວງ ຫຼວງພະບາງ.

2.2 ອຸປະກອນການສຶກສາ

ການຄົ້ນຄວ້ານີ້ ໄດ້ນຳໃຊ້ເຄື່ອງມື ແລະ ອຸປະກອນ ສຳລັບການທົດລອງມີສິ່ງທົດລອງຄື: ຖ່ານໄມ້ປະກອບມີ ຖ່ານໄມ້ ກະຖິນນະລົງໄມ້ (*Acacia auriculiformis*, *Earleaf acacia*), ສັກ (*Tectona grandis*, *Teak*), ໄມ້ ປ່ອງ (*Bambusa blumeana*, *Bamboo*) ແລະ ຖ່ານໄມ້ ປະສົມທົ່ວໄປຈາກຈະຫຼາດ (Mixed Wood Charcoal), ອຸປະກອນ ແລະ ເຄື່ອງມືມີ ເຕົາດັງໄຟ, ເຄື່ອງວັດອຸນຫະພູມ, ຊີງຊັງນ້ຳໜັກດິຈະຕອນ, ເຄື່ອງຈັບເວລາ, ແບບຟອມ ບັນທຶກ. ຖ່ານໄມ້ແຕ່ລະຊະນິດ ແມ່ນນຳມາຈາກເຕົາເຜົາ ຖ່ານທີ່ແຕກຕ່າງກັນຄື ເຕົາເຜົາຖ່ານແບບພື້ນບ້ານໃຊ້ຖັງຝຸຍ ແລະ ແບບລະບົບອົບຄວັນທີ່ໃຊ້ຖັງຝຸນ 200 ລິດ ແຕ່ວ່າ ຖ່ານໄມ້ທົ່ວໄປຈາກຕະຫຼາດບໍ່ສາມາດຮູ້ໄດ້ຈາກເຕົາເຜົາ ຖ່ານແບບໃດ. ເຕົາດັງໄຟ ແມ່ນນຳໃຊ້ເຕົາຊະນິດດຽວກັນ ໃນການທົດລອງຄວາມຮ້ອນຂອງຖ່ານໄມ້ແຕ່ລະຊະນິດ ໂດຍຖືກວັດອຸນຫະພູມດ້ວຍເຄື່ອງມືວັດແທກອຸນຫະພູມ ແບບ INFRARED THERMOMETER ທີ່ສາມາດວັດ ແທກອຸນຫະພູມໄດ້ຫຼາຍກວ່າ 1000 ອົງສາເຊ. ຊີງຊັງນ້ຳ ໜັກ ນຳໃຊ້ເພື່ອວັດແທກນ້ຳໜັກຕົວຢ່າງກ່ອນການເຜົາໄໝ້ ຖ່ານໄມ້, ການເຜົາຖ່ານແຕ່ລະຄັ້ງແມ່ນໄດ້ຈັບເວລາໃນການ ເຜົາໃໝ້ຖ່ານ ແຕ່ເລີ່ມຕົ້ນຈົນຮອດສິ້ນສຸດການໃໝ້ຂອງ ຖ່ານ ແລະ ທຸກຂັ້ນຕອນແມ່ນໄດ້ບັນທຶກລົງໃສ່ແບບຟອມ ບັນທຶກ.

2.3 ວິທີການສຶກສາ

2.3.1 ການອອກແບບການທົດລອງ

ການທົດລອງການເຜົາໃໝ້ຖ່ານໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ໄດ້ກຳນົດຕົວຢ່າງສຳລັບການທົດລອງຄັ້ງນີ້ ອອກເປັນ 4 ກຸ່ມ ອີງຕາມຊະນິດພັນໄມ້ຄື: ໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ, ໄມ້ປ່ອງ ແລະ ໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປຕາມຕະຫຼາດ (ຕາຕະລາງທີ 1). ແຕ່ລະ ກຸ່ມຕົວຢ່າງ ກຳນົດເປັນປັດໄຈທີ່ຄົງທີ່ (Fixed Factors) ເຂົ້າໃນການທົດລອງນອກຫ້ອງປະຕິບັດການ ເຮັດໃຫ້ການ ທົດລອງຄັ້ງນີ້ຈຳເປັນຕ້ອງໄດ້ກຳນົດເງື່ອນໄຂການທົດລອງຄື: ກຳນົດເຕົາເຜົາໃໝ້ຖ່ານເປັນອັນດຽວກັນ, ສະພາບພາບແວດ ລ້ອມແມ່ນຢູ່ໃນຮົ່ມທີ່ມີຫຼັງຄາເປັນອາລຸຊິງ, ສະພາບອາກາດ ແມ່ນບໍ່ສາມາດຄວບຄຸມໄດ້ ແລະ ກຳນົດນ້ຳໜັກຂອງຖ່ານໄມ້ ແຕ່ລະຊະນິດທີ່ຈະນຳໄປເຜົາໃໝ້ນັ້ນ ຢູ່ໃນລະຫວ່າງ 250- 350 ກຼາມ ຂອງແຕ່ລະຕົວຢ່າງ. ຕົວຢ່າງຖ່ານດຳໄມ້ ສາມ ຊະ ນິດຄື ໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ ແລະ ໄມ້ໃຜ່ບ້ານ ຈາກລະບົບ ເຕົາເຜົາຖ່ານແບບ Gasifier system ແລະ ໜຶ່ງກຸ່ມຖ່ານດຳ ໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປ ຈາກຕະຫຼາດ.

2.3.2 ລັກສະນະຂອງເຕົາເຜົາແບບ Gasifier system

ລະບົບການເຜົາໄໝ້ແບບ Gasifier system ຫຼື Gasification ໝາຍເຖິງການແຕກຕົວຂອງສານປະກອບ ໄຮໂດຼກາກບອນ Hydrocarbon ໃນພາວະທີ່ມີການຄວບ ຄຸມປະລິມານອອກຊີເຈນໃນສັດສ່ວນທີ່ຕ່ຳກວ່າຄ່າທີ່ເຮັດ ໃຫ້ເກີດການເຜົາໃໝ້ສົມບູນ ເຊິ່ງຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ແມ່ນ Carbon dioxide, Hydrogen, ແລະ Methane ເອີ້ນວ່າ ແກັສສັງເຄາະ (Synthesis gas), ເທົ່າກັບໂລຊີ Gasification ສາມາດຮອງຮັບວັດຖຸດົບໄດ້ຫຼາກຫຼາຍ ຊະນິດ ເຊັ່ນ: ໄມ້ ແລະ ສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກການກະສິກຳ. ຂະ ບວນການ Gasification ເປັນຂະບວນການປ່ຽນອົງ ປະກອບຂອງ Hydrocarbon ທີ່ມີຢູ່ໃນເຊື້ອເຝິງຊີວະພາບ ມາເປັນຮູບແບບແກັສທີ່ສາມາດຕິດໄຟໄດ້ ແລະ ມີຄ່າຄວາມ ຮ້ອນສູງ ໂດຍອາໄສປະຕິກິລິຍາທາງເຄມີ (Thermo- chemical Reaction) ເຊິ່ງແກັສທີ່ໄດ້ແມ່ນ ແກັສກາກ ບອນມອນດອກໄຊ (CO), ໄຮໂດຼເຈນ (H), ແລະ ແກັສເມ ເທນ (CH₄) ເຊິ່ງເອີ້ນການເຜົາໃໝ້ແບບນີ້ວ່າ ບໍ່ສົມບູນ ເພາະຖືກຄວບຄຸມອາກາດ (Liplab P., et al., 2017).

ຕາມການສຶກສາ ແລະ ອອກແບບເຕົາເຜົາຖ່ານ ທີ່ ເອີ້ນກັນວ່າ Gasifier ຫຼື ເຕົາປອດຄ້ວນ ດ້ວຍຖັງໂລຫະ 200 ລິດ ເຊິ່ງການດັດແປງເປັນເຕົາເຜົາຖ່ານໄໝ້ ໂດຍແບ່ງ ສ່ວນອອກເປັນ 3 ສ່ວນຄື: ເຕົາເຊື້ອເຝິງ, ເຕົາເຜົາ ຫຼື ບ່ອນ ຈຸດເຊື້ອເຝິງ, ແລະ ທ່ຳນຳແກັສ ເຊິ່ງທ່ຳນຳແກັສນີ້ ເຮັດໜ້າທີ່ ໃນການສັງເກດ ທີ່ເກີດຂຶ້ນໃນຂະບວນການ

Carbonization ເຂົ້າສູ່ເຕົາເຊື້ອເຟີງເຊິ່ງແກ້ສ ກຸ່ມທີ່ຕິດໄຟໄດ້ ຈະເປັນເຊື້ອເຟີງເສີມໃນການຜະລິດຖານ, ແລະ ສ່ວນແກ້ສທີ່ເປັນພິດຈະຖືກກຳຈັດດ້ວຍການເຜົາໃນບໍລິເວນປ່ອນຈຸດເຊື້ອເຟີງ (Sataklang T, et al.,. 2019).

ການທົດລອງຄັ້ງນີ້ ໄດ້ນຳໃຊ້ຖົງໂລຫະ 200 ລິດ ນຳມາຕັດແປງໃຫ້ເປັນເຕົາເຜົາແບບ Gasifier ທີ່ປອດຄ້ວນ, ເຊິ່ງວັດຖຸດິບໃນຄັ້ງນີ້ ປະກອບມີທັງ ໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ເສດໄມ້ສັກ, ໄມ້ປ່ອງ ເຊິ່ງນຳເປັນໄມ້ຕາຍແຫ້ງສົມບູນດີ. ເຕົາເຜົາຕົວນີ້ ມີຂະໜາດລວງສູງ 89 ແລະ ລວງກວ້າງ 59 ຊັງຕີແມັດ, ນຳມາເຈາະກາງຖົງ ທັງພື້ນ ແລະ ຟາຖົງ ຕ້ອງໃຫ້ຢູ່ຈຸດດຽວກັນ ເພື່ອໃສ່ທໍ່ສົ່ງຄວັນ ແລະ ແກ້ສ, ລາຍລະອຽດມີດັ່ງຮູບທີ 1.

2.3.3 ຄຸນສົມບັດໄມ້ທາງກາຍະພາບ

ຕາຕະລາງ 1: ຄຸນສົມບັດໄມ້ດ້ານຄວາມໜາແໜ້ນ ແລະ ຄວາມຖ່ວງຈຳເພາະ

ຊະນິດພັນໄມ້	ຊື່ວິທະຍາສາດ	ຄວາມໜາແໜ້ນ (kg/m ³)	ຄວາມຖ່ວງ ຈຳເພາະ	ຜູ້ຄົ້ນຄວ້າ	ສະຖານທີ່ຄົ້ນຄວ້າ
ໄມ້ກະຖິນນະລົງ (Earleaf acacia)	<i>Acacia auriculiformis</i>	N/A	0.56	Sahri et al., 1998	Australia
ໄມ້ສັກ (Teak) ອາຍຸ 20 ປີ	<i>Tectona grandis</i>	708.54	0.68	Wanneng et al., 2014	Laos
ໄມ້ໃຜ່ບ້ານ (bamboo)	<i>Bambusa blumeana</i>	570	N/A	Salzer et al, 2018.	Philippines

ໝາຍເຫດ: kg/m³ ໝາຍເຖິງກິໂລກຼາມຕໍ່ແມັດກ້ອນ, N/A ແມ່ນບໍ່ຮູ້

2.3.4 ການເກັບກຳຂໍ້ມູນ

ການທົດລອງລັກສະນະການເຜົາໃໝ່ຂອງຖານໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ເຊິ່ງເປັນການທົດລອງແບບກຳນົດປັດໄຈຄົງທີ່ ທີ່ຕ້ອງການພິສູດຫາຄວາມແຕກຕ່າງກັນຂອງຄ່າສະເລ່ຍຕົວຢ່າງແຕ່ລະກຸ່ມຖານໄມ້ (ຕາຕະລາງ 2) ທີ່ກຳນົດໃຫ້ຄ່າຄົງທີ່ດັ່ງກ່າວເປັນປະລິມານ ແລະ ຄ່າຕົວແປຕາມກໍ່ເປັນຂໍ້ມູນດ້ານປະລິມານ ເຊິ່ງຕົວແປຕາມປະກອບມີຄື: ອຸນຫະພູມ, ເວລາໃນການເຜົາໃໝ່, ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າ ຂອງການເຜົາ/ໄໝ້ຖານໄມ້ແຕ່ລະກຸ່ມ. ອຸນຫະພູມແມ່ນວັດແທກດ້ວຍເຄື່ອງວັດແບບ INFRARED THERMOMETER ທີ່ເປັນອົງສາເຊລຊຽສ (°C), ເວລາໃນການເຜົາໃໝ່ແມ່ນເປັນນາທີ (Minute) ແລະ ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າທີ່ເຫຼືອຈາກການໃໝ່ໝົດຂອງຖານໄມ້ ເປັນກຼາມ (gram).

2.3.5 ການວິເຄາະຂໍ້ມູນ

ການວິເຄາະຂໍ້ມູນສຳລັບການທົດລອງນີ້ ແມ່ນໄດ້ຂໍ້ມູນ ດ້ານປະລິມານຂອງແຕ່ລະກຸ່ມ ຈາກອຸນຫະພູມ, ເວລາໃນການເຜົາໃໝ່ ແລະ ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າ ເພື່ອນຳມາຄຳນວນ

ຄຸນສົມບັດໄມ້ທາງກາຍະພາບ ເຊິ່ງແມ່ນຄຸນລັກສະນະສະເພາະຂອງໄມ້ຊະນິດໃດໜຶ່ງ ທີ່ມີເປັນກະລັກສະເພາະທາງດ້ານຄວາມຊຸ່ມບັນຈຸ, ຄວາມໜ້າແໜ້ນ, ຄວາມຖ່ວງຈຳເພາະ, ການຫົດຕົວ ແລະ ການຍືດຕົວ ເປັນຕົ້ນ. ເຊິ່ງໄມ້ແຕ່ລະພາກສ່ວນຂອງເນື້ອໄມ້ຂອງຊະນິດດຽວກັນ ແລະ ຊະນິດພັນໄມ້ທີ່ຕ່າງຊະນິດພັນກັນ ແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນດ້ານຄຸນສົມບັດທາງກາຍະພາບ, ເຊິ່ງຄຸນສົມບັດດັ່ງກ່າວແມ່ນມີຜົນຕໍ່ການໃຫ້ຄວາມແຂງແຮງ, ທົນທານ (Senalik, and Farber, 2021), ໃຫ້ຜະລິງງານຄວາມຮ້ອນ, ການຊັກນຳໄຟຟ້າ ແລະ ອື່ນໆ, ເຊິ່ງສິ່ງທີ່ສຳຄັນ ແມ່ນຄຸນສົມບັດທາງດ້ານຄວາມຊຸ່ມບັນຈຸ ແລະ ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງເນື້ອໄມ້ ທີ່ເຮັດໃຫ້ຄຸນສົມບັດທີ່ແຕກຕ່າງກັນ (Glass, and Zelinka, 2021)

ຫາຄ່າສະຖິຕິທາງພັນລະນາ (Descriptive) ແລະ ວິເຄາະຫາຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຄ່າສະເລ່ຍ (ANOVA Analysis) ທີ່ເປັນແບບ LSD ຂອງ One-Way ANOVA ທີ່ຄວາມເຊື່ອໝັ້ນ 95 ສ່ວນຮ້ອຍ (p-value ≤ 0.05) ເພື່ອພິສູດຫາຄວາມແຕກຕ່າງກັນຂອງແຕ່ລະກຸ່ມ ແລະ ເປັນຕົວຊີ້ວັດເຖິງລັກສະນະການເຜົາໃໝ່ຂອງຖານແຕ່ລະກຸ່ມໄມ້ທີ່ກ່ຽວພັນກັບອຸນຫະພູມ, ເວລາການເຜົາໃໝ່ ແລະ ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າ.

3. ຜົນໄດ້ຮັບ

3.1 ລັກສະນະການເຜົາໃໝ່ຂອງຖານໄມ້ແຕ່ລະຊະນິດ

ລັກສະນະການໃໝ່ຂອງຖານໄມ້ທີ່ເປັນຖານດຳແມ່ນຖານທີ່ໄດ້ຈາກໄມ້ທີ່ນຳເຂົ້າເຜົາໃນເຕົາຖົງຝຸ່ຍໂລຫະຂະໜາດ 200 ລິດ ຂອງຊະນິດໄມ້ ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ ແລະ ໄມ້ປ່ອງ, ສ່ວນຖານໄມ້ປະສົມ ແມ່ນນຳມາຈາກຕະຫຼາດທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ເຊິ່ງເຜົາດ້ວຍເຕົາດິນແບບຝື່ນບ້ານ. ລັກສະນະການໃໝ່ຂອງຖານໄມ້ ການທົດລອງນີ້ໄດ້ກຳນົດສາມ ລັກສະນະຄື: ເວລາໃນການເຜົາໃໝ່, ອຸນຫະພູມ ແລະ ຂີ້ເຖົ້າຂອງຖານໄມ້.

ເວລາໃນການເຜົາໃໝ່ຂອງຖ່ານໄມ້

ລັກສະນະຂອງເວລາໃນການເຜົາໃໝ່ຂອງຖ່ານໄມ້ທີ່ເປັນຖ່ານດຳນີ້ ແມ່ນການຈັບເວລາທີ່ວັດແທກເປັນນາທີ ເຊິ່ງໄດ້ເລີ່ມວັກແທກຢູ່ສອງກໍລະນີຄື: ເວລາຕິດໄຟ ແລະ ເວລາໃໝ່. ເວລາຕິດໄຟ ໝາຍເຖິງເວລາທີ່ຫຼັງຈາກທີ່ໄດ້ເລີ່ມຈຸດ ແລະ ຖ່ານໄມ້ໄດ້ມີການຕິດໄຟ ແລະ ແຜ່ຄວາມຮູ້ ຮ້ອນສູ່ຖ່ານກ່ອນອື່ນໆໃນເຕົາ ແລະ ເວລາທີ່ໃໝ່ ໝາຍເຖິງເວລາທີ່ຖ່ານໄມ້ນັ້ນໄດ້ໃໝ່ໝົດສົມບູນ ແລະ ເຫຼືອໄວ້ແຕ່ຂີ້ເຖົ້າ.

ການສຶກສານີ້ໄດ້ທົດສອບ ເວລາໃນການຕິດໄຟຕໍ່ສິ່ງທົດລອງທັງໝົດ 4 ກຸ່ມ ເຫັນໄດ້ວ່າ ຖ່ານດຳຈາກໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ, ໄມ້ຜີບ້ານ ແລະ ປະສົມທົ່ວໄປ ໄດ້ໃຊ້ເວລາໃນການຕິດໄຟຄື: 2.66, 3.00, 4.66 ແລະ 4.25 ນາທີ ຕາມລຳດັບ (ຕາຕະລາງ 2). ເຊິ່ງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ເວລາທີ່ຕິດໄຟໄວທີ່ສຸດແມ່ນ ໄມ້ກະຖິນນະລົງ 2.66 Mn ແລະ ຕາມດ້ວຍ ຖ່ານໄມ້ສັກ 3 ນາທີ ແລະ ໃຊ້ເວລາໃນການຕິດໄຟດົນທີ່ສຸດຄື ຫຼາຍກວ່າ 4 ນາທີ ທີ່ເປັນຖ່ານໄມ້ຜີບ້ານ ແລະ ຖ່ານໄມ້ປະສົມຕາມທ້ອງຕະຫລາດ.

ດັ່ງໃນຕາຕະລາງ 2 ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ເວລາການເຜົາໃໝ່ຂອງຖ່ານດຳທັງ 4 ກຸ່ມ, ຖ່ານໄມ້ກະຖິນນະລົງ ແລະ ຖ່ານໄມ້ທົ່ວໄປຕາມຕະຫຼາດ ແມ່ນໃຊ້ເວລາໃນການເຜົາໃໝ່ຫລາຍກວ່າ 65 ນາທີ, ຕາມດ້ວຍຖ່ານໄມ້ຜີບ້ານ ແລະ ຖ່ານໄມ້ສັກແມ່ນ 60 ແລະ 57.33 ນາທີ, ຕາມລຳດັບ.

ອຸນຫະພູມຂອງຖ່ານ

ລັກສະນະຂອງຖ່ານດຳຂອງໄມ້ທັງ 4 ກຸ່ມ ທີ່ເຜົາໃໝ່ແຕ່ເລີ່ມຕົ້ນເຖິງສິ້ນສຸດຄື ໄດ້ແບ່ງອອກເປັນຈຳນວນ 5 ຄັ້ງ (ຕາຕະລາງທີ 3) ເຊິ່ງເລີ່ມແຕ່ຖ່ານດຳໄດ້ຕິດໄຟ ແລະ ເຜົາໃໝ່ໄດ້ດີຈົນເຖິງການເຜົາໃໝ່ໄກ້ຈະສິ້ນສຸດລົງ, ການທົດລອງຄັ້ງນີ້ ໄດ້ຖືກທົດສອບຫາຄວາມຮ້ອນໂດຍການນຳໃຊ້ເຄື່ອງວັດແທກອຸນຫະພູມແບບ INFRARED THERMOMETER ທີ່ກຳນົດຫົວໜ່ວຍວັດແທກເປັນ ອົງສາເຊວຊຽສ ($^{\circ}\text{C}$) ມາທົດສອບຫາຄວາມຮ້ອນສະເພາະທີ່ເປັນອຸນຫະພູມພຽງຢ່າງດຽວ.

ຜົນການສຶກສາພົບວ່າ ຖ່ານໄມ້ທັງ 4 ກຸ່ມຄື ຖ່ານໄມ້ກະຖິນ, ໄມ້ສັກ, ໄມ້ຜີບ້ານ ແລະ ໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປຕາມຮ້ານຄ້າ ແລະ ໄດ້ວັດອຸນຫະພູມຢູ່ 5 ຄັ້ງໂດຍຄ່າສະເລ່ຍໃນນ້ຳໜັກຕົວຢ່າງແມ່ນ 677.67, 649.57, 557.86 ແລະ 647.02 $^{\circ}\text{C}$, ຕາມລຳດັບ. ຖ່ານດຳແຕ່ລະກຸ່ມເຫັນໄດ້ວ່າ ຄ່າອຸນຫະພູມທີ່ສູງສຸດແມ່ນ ຖ່ານໄມ້ກະຖິນນະລົງ ຄ່າຖອດສະເລ່ຍແມ່ນ 677.67 $^{\circ}\text{C}$, ແລະ ສູງທີ່ສຸດແມ່ນຄັ້ງທີ 3 ແມ່ນ 804.97 $^{\circ}\text{C}$. ສ່ວນອຸນຫະພູມທີ່ຕ່ຳສຸດແມ່ນ ຖ່ານດຳ

ຈາກໄມ້ປ່ອງ (ໄມ້ຜີບ້ານ) ແລະ ໄມ້ສັກ ມີຄ່າແມ່ນ 294.17 $^{\circ}\text{C}$ ຂອງອຸນຫະພູມເມື່ອເລີ່ມເຜົາໃໝ່. ໃນທາງດຽວກັນ ເມື່ອເລີ່ມປະລິມານຖ່ານດຳໃຫ້ເປັນ 1 ກິໂລກຣາມ ເຫັນໄດ້ວ່າ ອຸນຫະພູມຂອງຖ່ານດຳທີ່ເຮັດຈາກໄມ້ ແມ່ນໃຫ້ອຸນຫະພູມສູງຫລາຍກວ່າ 2000 $^{\circ}\text{C}$, ແຕ່ຖ່ານດຳຂອງໄມ້ຜີບ້ານ ແມ່ນຕ່ຳກວ່າ 2000 $^{\circ}\text{C}$ ຄື 1896.41 $^{\circ}\text{C}$.

ຂີ້ເຖົ້າຈາກຖ່ານທີ່ເຜົາໃໝ່

ຂີ້ເຖົ້າຂອງຖ່ານໄມ້ ແມ່ນສິ່ງທີ່ເຫຼືອຈາກການເຜົາໃໝ່ສົມບູນຂອງຖ່ານຢ່າງສົມບູນດີ ທີ່ມີລັກສະນະເປັນສີຂາວຫຼື ສີເທົາ ຢູ່ກັ້ນເຕົາເຜົາຕົວຢ່າງ, ທັງໝົດຂີ້ເຖົ້າຂອງແຕ່ລະກຸ່ມ ໄດ້ຖືກເກັບກວດໃສ່ສິ່ງບັນຈຸ ແລະ ນຳມາສັ່ງນ້ຳໜັກທີ່ວັດແທກເປັນ ກຣາມ ເພື່ອຫາປະລິມານສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກການເຜົາໃໝ່. ຜົນການສຶກສາສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ຖ່ານໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ, ໄມ້ຜີບ້ານ ແລະ ໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປ ແມ່ນມີນ້ຳໜັກຂີ້ເຖົ້າຄື 15.33, 44.17, 52.50 ແລະ 28.75 gram (ຕາຕະລາງ 4), ຕາມລະດັບ.

ຜົນການສຶກສາຂີ້ເຖົ້າຂອງຖ່ານໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກຸ່ມກັນ ເຫັນໄດ້ວ່າ ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າທີ່ເຫຼືອໜ້ອຍທີ່ສຸດແມ່ນຂີ້ເຖົ້າຈາກຖ່ານໄມ້ກະຖິນນະລົງ ມີພຽງແຕ່ 15.33 ກຣາມ ເທົ່າກັບ 51.22 kg ຫຼື 5.13 ສ່ວນຮ້ອຍ, ຕາມດ້ວຍຂີ້ເຖົ້າຂອງຖ່ານໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປແມ່ນ 9.5 ສ່ວນຮ້ອຍ ແລະ ຫລາຍທີ່ສຸດແມ່ນ ຂີ້ເຖົ້າຈາກໄມ້ສັກ 17.85 ສ່ວນຮ້ອຍ.

3.2 ຄວາມແຕກຕ່າງກັນຂອງຖ່ານໄມ້

ການສຶກສາລັກສະນະຖ່ານດຳຂອງໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງຊະນິດພັນໄມ້ຄື ຖ່ານດຳຈາກໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ, ໄມ້ຜີບ້ານ ແລະ ຖ່ານໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປຈາກຕະຫຼາດ. ຖ່ານດຳຈາກໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ, ແລະ ໄມ້ຜີບ້ານ ແມ່ນເຜົາໃນເຕົາລະບົບ Gasifier ໂດຍນຳໃຊ້ຖັງຝຸຍໂລຫະໃນການເຜົາໄມ້ໃຫ້ເປັນຖ່ານ ເຊິ່ງຜົນການເຜົາຖ່ານທີ່ໄດ້ ຖືກນຳມາທົດສອບຫາອຸນຫະພູມຂອງຖ່ານເມື່ອນຳມາເຜົາທີ່ເຕົາຕິດໄຟອັນດຽວກັນ ພາຍໃຕ້ອາກາດໃນຮົ່ມ ທີ່ບໍ່ສາມາດຄວບຄຸມໄດ້.

ຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຖ່ານດຳແຕ່ລະຊະນິດ ທີ່ນຳມາທົດສອບຫາຄວາມແຕກຕ່າງດ້ວຍວິທີ LSD ຂອງການວິເຄາະຂໍ້ມູນດ້ວຍ One-Way ANOVA (ຕາຕະລາງທີ 5) ເຫັນໄດ້ວ່າ ແຕ່ລະກຸ່ມຂອງຖ່ານດຳທີ່ນຳມາທົດສອບ ຜົນທີ່ໄດ້ແມ່ນ ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນລະຫວ່າງກຸ່ມຄື ມີຄວາມສຳຄັນທາງສະຖິຕິທີ່ລະດັບຄວາມເຊື່ອໝັ້ນ 0.05 ຫລື ອະທິບາຍໄດ້ວ່າ $p\text{-value} \leq 0.05$ ໂດຍທີ່ມີຄ່າຂອງ df ແມ່ນ 3 ແລະ ຄ່າຂອງ F ແມ່ນ 3.72.

ຜົນການສຶກສາໄດ້ໃຫ້ຮູ້ວ່າ ຖານດຳແຕ່ລະຊະນິດຂອງກຸ່ມໄມ້ທີ່ເປັນວັດຖຸດິບ ແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທີ່ຄວາມສຳຄັນ $P\text{-value} \leq 0.05$ ທາງສະຖິຕິທີ່ຄວາມເຊື່ອໝັ້ນ 95 ສ່ວນຮ້ອຍ, ໂດຍແຍກຕາມຊະນິດໄມ້ເຫັນໄດ້ວ່າ ກຸ່ມໄມ້ກະຖິນນະລົງແມ່ນຖານໄມ້ໃຜ່ບ້ານທີ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິ, ກຸ່ມຖານໄມ້ສັກແມ່ນມີຖານໄມ້ໃຜ່ທີ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິ, ຖານໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງສະຖິຕິກັບໄມ້ໃຜ່, ສ່ວນກຸ່ມຖານຂອງໄມ້ໃຜ່ ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນກັບທຸກກຸ່ມຖານໄມ້ທີ່ລະດັບຄວາມເຊື່ອໝັ້ນທີ່ 0.05 (ຕາຕະລາງທີ 6).

4. ວິພາກຜົນ

ຖານດຳທີ່ຜະລິດຈາກໄມ້ ຫຼື ເອີ້ນວ່າ ຖານໄມ້ ແມ່ນເປັນພະລັງງານໜຶ່ງທີ່ມີຄວາມຕ້ອງການຢ່າງຫຼວງຫຼາຍ ໃນລະດັບໂລກ, ພາກພື້ນ ແລະ ໃນປະເທດ. ປະຊາຊົນລາວ ມີຄວາມສາມາດໃນການຜະລິດຖານດຳຈາກໄມ້ ໂດຍນຳໃຊ້ຮູບແບບເຕົາດິນແບບດັ້ງເດີມ ຜົນລະທົດທີ່ໄດ້ແມ່ນມີຄຸນນະພາບຕ່ຳ ໃຫ້ອຸນຫະພູມບໍ່ສູງ ແລະ ຍັງມີຄວັນໃນເວລາດັງ, ດັ່ງນັ້ນ ຈຶ່ງເກີດມີການເຮັດການທົດລອງຜະລິດຖານໄມ້ໂດຍນຳໃຊ້ເທັກໂນໂລຊີໃໝ່ຄື ນຳໃຊ້ຖັງຜຸຍໂລຫະຂະໜາດ 200 ລິດ ດ້ວຍລະບົບແບບ Gasifier, ອະທິບາຍໄດ້ວ່າ ແມ່ນການໄດ້ຖານດຳ ໂດຍທີ່ນຳໃຊ້ຄວາມຮ້ອນ ແລະ ບໍ່ປ່ອຍຄວັນອາຍພິດອອກສູ່ບັນຍາກາດ. ລະບົບນີ້ແມ່ນໄດ້ໝູນວຽນທາດອາຍແກັສທີ່ປ່ອຍອອກຈາກໄມ້ ແລ້ວນຳມາເຜົາໃນຕົວເຕົາອີກເທື່ອໜຶ່ງ ເພື່ອເກີດພະລັງງານຄວາມຮ້ອນໃນການເຜົາໃໝ່ໄມ້ໃຫ້ກາຍເປັນຖານ, ດ້ວຍເຫດນີ້ ການສຶກສານີ້ຈຶ່ງສາມາດຊ່ວຍແກ້ໄຂບັນຫາດ້ານຄຸນນະພາບຂອງຖານ ແລະ ເປັນການຮັກສາສະພາບແວດລ້ອມໄດ້ດີ. ດັ່ງນັ້ນ ຈຶ່ງມີຈຸດປະສົງສຶກສາຄວາມແຕກຕ່າງກັນຂອງຖານດຳໄມ້ທີ່ຕ່າງຊະນິດພັນ ເພື່ອຊອກຫາປະລິມານອຸນຫະພູມ, ເວລາໃນການໄມ້ຂອງຖານ ແລະ ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າທີ່ເຫຼືອຈາກການໄໝ້ເພື່ອໃຫ້ຮູ້ລັກສະນະການໃໝ່ຂອງຖານໄມ້ໂດຍມີເປົ້າໝາຍນຳສະເໜີຂໍ້ມູນພື້ນຖານ ເພື່ອໃຫ້ຮັບຮູ້ເຖິງລັກສະນະທົ່ວໄປ ແລະ ຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຄວາມຮ້ອນທີ່ແມ່ນອຸນຫະພູມ ແລະ ບໍ່ໄດ້ສົມທຽບໃດໆກັບມາດຕະຖານຂອງຄຸນສົມບັດຖານຈາກສາກົນ ເພື່ອງ່າຍຕໍ່ສັງຄົມໃນການປະຍຸກໃຊ້ເຕົາເຜົາຖານແບບທັນສະໄໝໄດ້.

ນ້ຳໜັກຂອງຖານດຳໄມ້ 4 ກຸ່ມ ຈາກສອງແຫຼ່ງທີ່ມາຫຼັກໆຄື: ສາມຊະນິດຖານດຳໄມ້ ໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ ແລະ ໄມ້ໃຜ່ ຈາກເຕົາເຜົາແບບ Gasifier ແລະ ຖານດຳປະສົມທົ່ວໄປ ຈາກຕາມທ້ອງຕະຫຼາດທົ່ວໄປ ໃນການທົດ

ລອງນີ້ ໂດຍສະເລ່ຍແມ່ນ 297.50 ກຼາມ ເພື່ອນຳມາທົດສອບຫາເວລາໃນການຕິດໄຟ ແລະ ເວລາໃນການເຜົາໃຫມ້, ອຸນຫະພູມ ແລະ ເສດຂີ້ເຖົ້າ. ເວລາໃນການຕິດໄຟ ຂອງຖານດຳໄມ້ 4 ກຸ່ມນີ້ ເຫັນວ່າ ຖານທີ່ຕິດໄຟໄວທີ່ສຸດແມ່ນຖານດຳຈາກໄມ້ກະຖິນ ແລະ ຕາມລຳດັບດ້ວຍຖານດຳໄມ້ສັກ, ແຕ່ວ່າ ຖານດຳໄມ້ໃຜ່ ແມ່ນໃຊ້ເວລາໃນການຕິດໄຟຫຼາຍກວ່າຖານດຳໄມ້ຊະນິດອື່ນ. ໃນທາງກົງກັນຂ້າມ ເວລາໃນການເຜົາໃໝ່ຂອງຖານດຳ ຫຼື ເອີ້ນໄດ້ວ່າ ເວລາໃນການແຜ່ຄວາມຮ້ອນຂອງຖານໄມ້ກະຖິນນະລົງ ແລະ ໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປ ໃຊ້ເວລາທັງໝົດຫຼາຍກວ່າ 1 ຊົ່ວໂມງ ແລະ ເວລາທີ່ໄກ່ຄຽງ 1 ຊົ່ວໂມງແມ່ນຖານດຳຂອງໄມ້ສັກ ແລະ ໄມ້ໃຜ່, ໝາຍຄວາມວ່າ ຖານທີ່ໄດ້ສາມາດໃຫ້ຄວາມຮ້ອນໄດ້ດີໃນການຫຼຸດຜູກໃນຄົວເຮືອນ.

ສຳລັບການທົດສອບຫາອຸນຫະພູມຂອງຖານດຳໄມ້ທັງ 4 ກຸ່ມ ໂດຍສະເລ່ຍແມ່ນ 633.03 °C ຕໍ່ນ້ຳໜັກສະເລ່ຍ 297.50 ກຼາມ, ອຸນຫະພູມທີ່ນ້ຳໜັກຂອງຖານລະດັບ 1 ກິໂລກຼາມແມ່ນ 2127.16 °C. ຜົນການສຶກສາສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ຖານແຕ່ລະກຸ່ມມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິທີ່ລະດັບຄວາມເຊື່ອໝັ້ນ 0.05, ແຕ່ລະກຸ່ມຖານດຳໄມ້ແມ່ນຖານໄມ້ໃຜ່ ທີ່ມີຄວາມສຳຄັນທາງດ້ານສະຖິຕິ, ໝາຍຄວາມວ່າ ຖານດຳໄມ້ໃຜ່ ສາມາດໃຫ້ຄວາມຮ້ອນໄດ້ໜ້ອຍກວ່າຖານດຳໄມ້ສະຊະນິດອື່ນ ພາຍໃຕ້ນ້ຳໜັກຂອງຖານໄມ້ປ່ອງ 294.17 ກຼາມ ເທົ່າກັບນ້ຳໜັກຂອງຖານຈາກໄມ້ສັກ ແຕ່ໃຫ້ຜົນຂອງອຸນຫະພູມຕ່ຳກວ່າໝູ່, ເນື່ອງຈາກວ່າ ເມື່ອນຳຖານໄມ້ປູກສອງຊະນິດຄື ຖານດຳໄມ້ກະຖິນນະລົງ ແລະ ໄມ້ສັກ ຈາກການທົດລອງນີ້ ແມ່ນມີຜົນຕາມຄຸນສົມບັດທາງດ້ານຄວາມໜ້າແໜ້ນຂອງເນື້ອໄມ້ (Ijagbemi et al., 2014).

ຂີ້ເຖົ້າ ຖານໄມ້ທັງ 4 ກຸ່ມ ເຫັນໄດ້ວ່າ ຖານໄມ້ກະຖິນນະລົງແມ່ນເຫຼືອໜ້ອຍກວ່າ ຖານໄມ້ຊະນິດອື່ນ ມີພຽງແຕ່ 5.13 ສ່ວນຮ້ອຍ ແລະ ຕາມດ້ວຍຂີ້ເຖົ້າທີ່ເຫຼືອຈາກການເຜົາໃໝ່ຂອງຖານໄມ້ທົ່ວໄປຕາມຕະຫຼາດ 9.50 ສ່ວນຮ້ອຍ, ໝາຍຄວາມວ່າ ມວນສານຂອງຂີ້ເຖົ້າມີຄວາມສຳພັນກັບຄວາມໜ້າແໜ້ນຂອງເນື້ອໄມ້, ເນື່ອງຈາກວ່າ ໄມ້ມີລັກສະນະແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານໂຄງສ້າງເນື້ອໄມ້ທາງກາຍະພາບ ແລະ ຕາມຊະນິດພັນ. ແຕ່ວ່າ ຂີ້ເຖົ້າຈາກໄມ້ສັກ ແລະ ໄມ້ປ່ອງ ເຫັນໄດ້ວ່າ ມີປະລິມານທີ່ໄກ່ຄຽງກັນແມ່ນ 15.01 ແລະ 17.85 ສ່ວນຮ້ອຍ ຕາມລຳດັບ, ສັງເກດເຫັນວ່າ ໂຄງສ້າງເນື້ອໄມ້ທີ່ຄວາມໜ້າແໜ້ນບໍ່ສູງ ແລະ ນ້ຳໜັກເບົາ ເມື່ອນຳມາເຜົາເປັນຖານ ແລະ ເຜົາໄມ້ ຂີ້ເຖົ້າແມ່ນມີມວນສານຫຼາຍກວ່າ ໄມ້ທີ່ມີຄວາມໜ້າແໜ້ນຫຼາຍກວ່າ. ການສຶກສາ

ນີ້ເຫັນໄດ້ວ່າ ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າຫຼາຍກວ່າການທົດລອງຖານດຳ ແລະ ຖານຂາວຄື 0.9 ແລະ 2.4 ສ່ວນຮ້ອຍ ຕາມລຳດັບ (Rattanawut J., et al., 2017).

ຜ່ານການນຳຖານທັງ 4 ກຸ່ມ ມາທົດສອບຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ໃນການໃຫ້ອຸນຫະພູມ ເຫັນໄດ້ວ່າ ມີລັກສະນະໃນການເຜົາໃໝ່ທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ໄປຕາມຊະນິດພັນໄມ້, ໂດຍສະເພາະ ໄມ້ກະຖິນນະລົງ ແລະ ໄມ້ທົ່ວໄປຕາມຕະຫຼາດທີ່ມີນ້ຳໜັກ ແລະ ມວນສານທີ່ຫຼາຍກວ່າ ແມ່ນຈະໃຫ້ອຸນຫະພູມຫຼາຍກວ່າ ໃຊ້ເວລາໃນການເຜົາໃໝ່ດົນກວ່າ ຂີ້ເຖົ້າທີ່ເຫຼືອແມ່ນໜ້ອຍກວ່າ ໄມ້ສັກ ແລະ ໄມ້ປ່ອງ. ດັ່ງນັ້ນ, ການສຶກສານີ້ ຈຶ່ງມີຜົນປະໂຫຍດທີ່ດີໃນການຜົນການສຶກສາໄປໃຊ້ ດ້ານການຈຳແນກ ແລະ ເລືອກໃຊ້ຊະນິດພັນໄມ້ ໃນການເຜົາຖານ ຕາມລະບົບທີ່ເໝາະສົມໃນການເຜົາຖານ.

5. ສະຫຼຸບຜົນ

ການສຶກສາ ລັກສະນະການໄໝ້ຂອງຖານໄມ້ ທີ່ແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານຊະນິດພັນ ເຊິ່ງໄດ້ສຶກສາເວລາໃນການຕິດໄຟ ແລະ ເຜົາໃໝ່, ອຸນຫະພູມ ແລະ ຂີ້ເຖົ້າທີ່ເຫຼືອຈາກການເຜົາໃໝ່ ຂອງໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ, ໄມ້ປ່ອງ ແລະ ຖານໄມ້ທົ່ວໄປຈາກຕະຫຼາດ, ສະເພາະຖານດຳໄມ້ກະຖິນນະລົງ, ໄມ້ສັກ ແລະ ໄມ້ປ່ອງ ແມ່ນເຜົາໃຫ້ເປັນຖານດ້ວຍລະບົບເຕົາເຜົາດຽວກັນແມ່ນ Gasifier system (ລະບົບແກັສໝູນວຽນ). ເຊິ່ງຜົນການສຶກສາ ເຫັນໄດ້ວ່າ ມີລັກສະນະທີ່ເຜົາໃໝ່ແຕກຕ່າງກັນ ໄປຕາມຊະນິດພັນໄມ້, ໂດຍສະເພາະຖານດຳໄມ້ກະຖິນນະລົງ ແມ່ນໃຊ້ເວລາໃນການເຜົາໃໝ່ທີ່ດົນເຖິງ 1 ຊົ່ວໂມງ, ໃຫ້ອຸນຫະພູມສູງເຖິງ 677.67 °C, ແລະ ຂີ້ເຖົ້າໜ້ອຍກວ່າກຸ່ມອື່ນ ເຊິ່ງສາມາດອະທິບາຍໄດ້ວ່າ ຖານໄມ້ກະຖິນນະລົງ ສາມາດນຳມາເຜົາຖານດຳໄດ້ດີກວ່າ ຖານດຳໄມ້ສັກ, ໄມ້ປ່ອງ ແລະ ຖານໄມ້ທົ່ວໄປຂອງໄມ້ຊະນິດອື່ນ.

ຂໍ້ຈຳກັດໃນການທົດລອງ: ການທົດລອງລັກສະນະການເຜົາໃໝ່ຂອງຖານໄມ້ຄັ້ງນີ້ ແມ່ນມີຂໍ້ຈຳກັດທາງດ້ານເຄື່ອງມື ແລະ ອຸປະກອນໃນການທົດສອບຫາໃນຫ້ອງທົດລອງ ຄວາມຊຸ່ມຊື່ນບັນຈຸໃນຖານ (%), ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງໄມ້, ເຄື່ອງມືວັດແທກພະລັງງານຄວາມຮ້ອນທີ່ເປັນ kcal/ກິໂລກຣາມ, ການລະເຫີຍ (%), Ash (%), Fixed Carbon (%).

6. ຂໍ້ຄັດແຍ່ງ

ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິບາຍຕົນວ່າ ຂໍ້ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອົາປະໂຫຍດໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໃດ

ພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດ ໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

7. ຄຳຂອບໃຈ

ການສຶກສານີ້ ໄດ້ຮັບຜົນສຳເລັດການຈັດຕັ້ງກິດຈະກຳ ແລະ ໄດ້ໂອກາດໃນການເຜີຍແຜ່ຜົນງານທາງວິຊາການ ໂດຍການສະໜັບສະໜູນຂອງທຶນຈາກລັດຖະບານແຫ່ງສປປ ລາວ ໂດຍຜ່ານການຈັດສັນຜ່ານ ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ ສິກປີ 2021.

8. ເອກະສານອ້າງອີງ

Christiana Ijagbemi O., Adepo S., Olusegun and Kazeem Ademola, (2014). Evaluation of combustion characteristics of charcoal from different tropical wood species. IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN), Vol. 04, Issue 04, V6. PP 50-57.

CIFOR. (2012). Fact Sheet, Fuel Wood and Charcoal, Forests, fuel wood and charcoal. Available Online at: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/factsheet/4063-factsheet.pdf

Demirbas Ayhan, Ahmad Waqar, Alamoudi Rami, and Sheikh Manzoor, (2016). Sustainable charcoal production from biomass. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. 2016, VOL. 38, NO. 13, 1882–1889. Available Online at: <http://dx.doi.org/10.1080/15567036.2014.1002955>

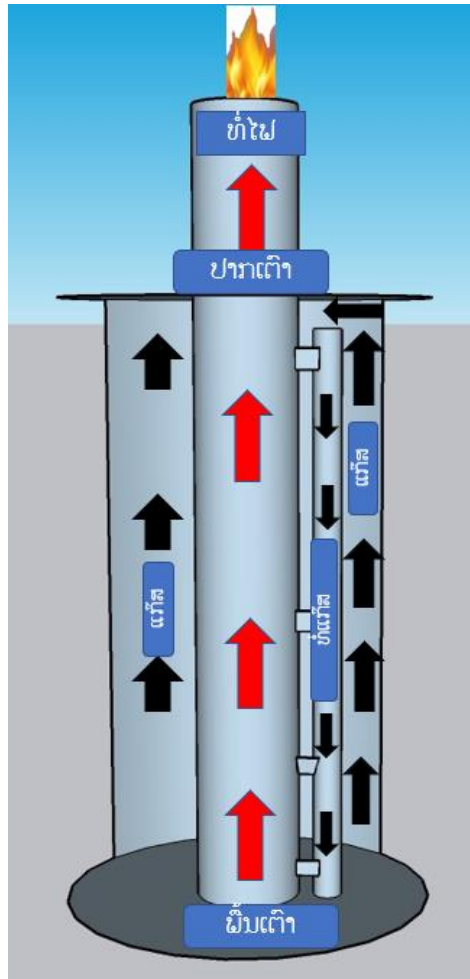
Glass, S.V.; Zelinka, S.L. (2021). Chapter 4: Moisture relations and physical properties of wood. In: Wood handbook wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-282. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 22 pp. Available at <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/62243>

Ijagbemi, C. O., Adepo, S. O., & Ademol, K. S. (2014). Evaluation of combustion characteristic of charcoal from different tropical wood species. IOSR Journal of Engineering, 4(4), 50-57. Available at [http://www.iosrjen.org/Papers/vol4_issue4%20\(part-6\)/I04465764.pdf](http://www.iosrjen.org/Papers/vol4_issue4%20(part-6)/I04465764.pdf)

MoAF, (2022). Announcement of suspension exporting wood charcoal to foreign countries. Ministry of Agriculture and Forestry.

- Lao Government Office, (2019). Decree on the promotion of commercial timber cultivation.
- Liplab P.; Praphakarn N.; Jirakkakul P.; Nooyaem S.; Mookkan T.; Sannarok P.; Pansripong S.; Sukithang N.; Hinsui T.; Khamhom S.; Chaohuaymak P.; Duangsisen W.; Rongmueang K.; Lomvichai K.; Rubsombuj K.; Phasinam K.; Kongkapee N. and Boonnom T., (2017). Design and Testing of a Hybrid Updraft-Downdraft Biomass Gasifier for Grain Drying and Engine-Generator Applications). Suranaree University of Technology. Thailand. Available at <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/bitstream/123456789/3555/2/SUT7-703-46-12-32.pdf>
- Rattanawut J, Todsadee A., & Koh-en Yamauchi, (2017). Effects of bamboo charcoal powder including vinegar supplementation on performance, eggshell quality, alterations of intestinal villi and intestinal pathogenic bacteria populations of aged laying hens, Italian Journal of Animal Science, 16:2, 259-265, DOI: 10.1080/1828051X.2017.1283544
- Sataklang T, Kongkrapan P, and Intaniwet A, (2019). The Study of Fumeless Charcoal Retort with Rectangular Fin Installation for Thermal Efficiency and Energy Saving Optimization, 12th Conference on Energy Network of Thailand (E-NETT). Maejo University. Thailand. Page 632-637. Available at <https://erp.mju.ac.th/openFile.aspx?id=MzA5NDZ>
- Sahri, M.H., Ashaari, Z., Kader, R.A., & Mohmod, A.L. (1998). Physical And Mechanical Properties of Acacia mangium and Acacia Auriculiformis from Different Provenances.
- Salzer, C., Wallbaum, H., Alipon, M., and Lopez, L. (2018). "Determining material suitability for low-rise housing in the Philippines: Physical and mechanical properties of the bamboo species *Bambusa blumeana*," *BioRes.* 13(1), 346-369. Available at <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/62243>
- Study team, (2021). Biomass Consumption and Survey in the Household Sector, in Kimura, S. and H. Phoumin (eds.), Establishment of Energy Statistics Regulation in Lao PDR. Ministry of Energy and Mines, Lao PDR. ERIA Research Project Report FY2021 No. 05, Jakarta: ERIA, pp.107-117.
- Senalik, C.A.; Farber, B. (2021). Chapter 5: Mechanical properties of wood. In: Wood handbook wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-282. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 46 pp.
- Trossero M.A. (2002). Wood energy: the way ahead, *Unasylva* 211, Vol. 53, 2002. Available Online at: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/005/y4450e/y4450e02.pdf>
- UNDP and Ministry of Energy and Mines, (2016). NAMA FOR THE RENEWABLE ENERGY SECTOR OF LAO PDR.
- Wanneng, P., Ozarska, B., & Daian, M. (2014). PHYSICAL PROPERTIES OF TECTONA GRANDIS GROWN IN LAOS. *Journal of Tropical Forest Science*, 26(3), 389–396. <http://www.jstor.org/stable/43150921>

ຮູບທີ 1: ລັກສະນະໂຄງສ້າງຂອງລະບົບເຕົ້າແບບ Gasifier



ຕາຕະລາງທີ 2: ຂໍ້ມູນພື້ນຖານຂອງກຸ່ມຕົວຢ່າງ ສໍາລັບການທົດລອງ.

ສິ່ງທົດລອງ (Fixed Factors)	N	ປັດໄຈການທົດລອງ (Mean and S.E)				
		ນ້ຳໜັກ (gram)	ເວລາຕິດໄຟ (Minute)	ເວລາໃໝ້ (Minute)	ອຸນຫະພູມ (°C)	ຂີ້ເຖົ້າ (gram)
ກະຖິນນະລົງ	6	299.16 (±2.38)	2.66 (±0.49)	65.66 (±5.16)	677.67 (±24.43)	15.33 (±1.49)
ໄມ້ສັກ	6	294.16 (±11.13)	3.00 (±0.25)	57.33 (±1.70)	649.57 (±23.60)	44.16 (±14.57)
ໄມ້ໃຜ່ບ້ານ	6	294.16 (±6.24)	4.66 (±0.66)	60.00 (±2.59)	557.86 (±33.42)	52.50 (±4.95)
ປະສົມທົ່ວໄປ	4	302.50 (±2.50)	4.25 (±0.75)	65.25 (±4.67)	647.01 (±28.41)	28.75 (±5.54)

ຕາຕະລາງທີ 3: ອຸນຫະພູມຂອງຖ່ານທີ່ເຜົາໄໝ້

ຊະນິດ ຖ່ານ	ນ້ຳໜັກ (gram)	ຄັ້ງທີຂອງອຸນຫະພູມ (°C)					ສະເລ່ຍ	ອຸນຫະພູມ/ kg
		1	2	3	4	5		
ກະຖິນ	299.17	581.65	804.05	804.97	635.10	562.58	677.67	2265.19
ສັກ	294.17	448.97	776.22	845.62	640.22	536.83	649.57	2208.16
ໄມ້ປ່ອງ	294.17	360.40	564.05	779.88	595.37	489.62	557.86	1896.41
ປະສົມ	302.50	445.75	744.40	799.23	674.95	570.75	647.02	2138.89

ສະເລ່ຍ 297.50 459.192 722.18 807.42 636.41 539.94 633.03 2127.16

ຕາຕະລາງທີ 4: ຂີ້ເຖົ້າຂອງຖານໄມ້

ກຸ່ມຖານດຳ	ນ້ຳໜັກ (gram)	ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າ (gram)	ຂີ້ເຖົ້າຂອງຖານ/kg	ສ່ວນຮ້ອຍ
ກະຖິນ	299.17	15.33	51.22	5.13
ສັກ	294.17	44.17	152.32	15.01
ໄມ້ປ່ອງ	294.17	52.50	179.54	17.85
ປະສົມ	302.50	28.75	95.16	9.50

ຕາຕະລາງທີ 5: ຄວາມແຕກຕ່າງກັນຂອງຖານໄມ້ແຕ່ລະກຸ່ມດ້ວຍວິທີ LSD ຂອງ One-Way ANOVA.

Factors	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ລະຫວ່າງກຸ່ມ	48244.709	3	16081.570	3.720	0.031
ພາຍໃນກຸ່ມ	77824.319	18	4323.573		
ຜົນລວມ	126069.028	21			

ຕາຕະລາງທີ 6: ປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ຄວາມແຕກຕ່າງກັນຂອງແຕ່ລະກຸ່ມຖານດຳ

Factors	Mean Difference	Std. Error	Sig.
ຖານໄມ້ສັກ	28.1	37.96	0.469
	119.806*	37.96	0.005
	30.655	42.44	0.479
ຖານໄມ້ກະຖິນ	-28.1	37.96	0.469
	91.706*	37.96	0.027
	2.555	42.44	0.953
ຖານໄມ້ປະສົມທົ່ວໄປ	-119.806*	37.96	0.005
	-91.706*	37.96	0.027
	-89.152*	42.44	0.05
ຖານໄມ້ກະຖິນ	-30.655	42.44	0.479
	-2.555	42.44	0.953
	89.152*	42.44	0.05

ໝາຍເຫດ: * The mean difference is significant at the 0.05 level (* ໝາຍເຖິງຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຄ່າສະເລ່ຍທີ່ມີຄວາມສໍາຄັນທາງສະຖິຕິທີ່ລະດັບຄວາມເຊື່ອໝັ້ນ 95 ສ່ວນຮ້ອຍ)