

ປະເມີນປະສິດທິພາບຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງຂີ້ເຫຍື້ອໃນຮູບແບບ RDF-5 ທີ່ມະຫາວິທະຍາໄລສະຫວັນນະເຂດ

ສະຫວັດ ສິດທິວິງ*, ພຸດທະສອນ ຄວງວິຈິດ, ມະໂນລິມ ວົງແສນແກ້ວ, ພູຄຳ ນິຣາວັນ ແລະ ລັດຕະນາ ແກ້ວສິວິສາ
ພາກວິຊາ ວິທະຍາສາດສິ່ງແວດລ້ອມ, ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມ, ມະຫາວິທະຍາໄລ ສະຫວັນນະເຂດ

ບົດຄັດຫຍໍ້

ການສຶກສາຄັ້ງນີ້ ມີຈຸດປະສົງເພື່ອສຶກສາປະສິດທິພາບຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງຂີ້ເຫຍື້ອ RDF-5 ທີ່ຜະລິດຈາກເສດວັດສະດຸທຳມະຊາດ ແລະ ວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ ໄດ້ແກ່ ໃບໄມ້, ກະໂປະໜາກພ້າວ ແລະ ເຈ້ຍ ໂດຍມຸ່ງເນັ້ນການວິເຄາະຄ່າຄວາມຮ້ອນ ແລະ ຄຸນລັກສະນະທາງກາຍະພາບຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟ ຈາກສູດປະສົມ 3 ຮູບແບບ ຄື T1, T2 ແລະ T3 ການວິເຄາະຄ່າຄວາມຮ້ອນ ໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງ Bomb Calorimeter ຕາມມາດຕະຖານຂອງ (ASTM 04809) ຜົນການທົດລອງພົບວ່າ ກ້ອນເຊື້ອໄຟ RDF-5 ສູດ T1, T2 ແລະ T3 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນເທົ່າກັບ 4,090 Kcal/Kg, 5,697 Kcal/Kg ແລະ 6,096 Kcal/Kg ຕາມລຳດັບ. ຈາກຜົນການສຶກສາພົບວ່າ: ກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງ (RDF-5) ທີ່ມີປະສິດທິພາບສູງສຸດ ແລະ ມີຄຸນສົມບັດທີ່ເໝາະສົມຕາມເກນມາດຕະຖານ ແມ່ນສູດສ່ວນປະສົມສູດ T3 ຊຶ່ງສູດນີ້ແມ່ນໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງ ແລະ ຄຸນລັກສະນະທາງກາຍະພາບທີ່ດີກວ່າສູດ T1, T2 ໃນການທົດລອງຄັ້ງນີ້. ນອກຈາກນັ້ນ ຜົນຂອງການວິເຄາະຄຸນລັກສະນະທາງກາຍະພາບ ພົບວ່າ: ເປີເຊັນຄວາມຊຸ່ມ T1, T2, T3 ມີຄ່າເທົ່າກັບ 10.26%, 16.26% ແລະ 17.95%, ເປີເຊັນຄ່າສານລະເຫີຍ ມີຄ່າເທົ່າກັບ 46.87%, 56.36% ແລະ 64.21%, ເປີເຊັນຂີ້ເຖົ້າ ມີຄ່າເທົ່າກັບ 21.95%, 13.69% ແລະ 8.92%, ເປີເຊັນຄາບອນໃນກ້ອນຖ່ານ ເທົ່າກັບ 43.36%, 47.95% ແລະ 50.60% ຕາມລຳດັບ. ຈາກການພິຈາລະນາຜົນການສຶກສາ ໂດຍລວມສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ ກ້ອນເຊື້ອໄຟ RDF-5 ສູດ T3 ມີປະສິດທິພາບດ້ານຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງ ແລະ ຄຸນລັກສະນະທາງກາຍະພາບດີກວ່າສູດອື່ນ ສ່ວນຜົນຂອງການວິເຄາະທາງສະຖິຕິພົບວ່າ ຄວາມສຳພັນໄປໃນທິດທາງບວກລະຫວ່າງຄ່າຄວາມຮ້ອນກັບປະລິມານຄາບອນ ແລະ ສານລະເຫີຍ ໃນຂະນະດຽວກັນພົບວ່າ ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າສິ່ງຜົນໃນທິດທາງລົບຕໍ່ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟ.

ຄຳສັບສຳຄັນ: ກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງຂີ້ເຫຍື້ອ RDF-5, ຄ່າຄວາມຮ້ອນ, ການຈັດການສິ່ງເສດເຫຼືອຂອງແຂງ, ຖ່ານອັດແຫ່ງຊີວະມວນ, ພະລັງງານໜຸນວຽນ

ຂໍ້ມູນບົດຄວາມ

*ຕິດຕໍ່ພົວພັນ: ສະຫວັດ ສິດທິວິງ; ເບີໂທ: 020 77746783; ອີເມວ: svs1987sku@gmail.com

Received 15 December 2025

Received in revised form 15

January 2026

Accepted 24 January 2026

Efficiency Assessment of Refuse Derived Fuel (RDF-5) at Savannakhet University

Savath SITHTHIVONG*, Phouthasone KHOUANGVICHIT, Manolom VONGSENEKEO
Phoukham NIRAVANH, and Lattana KEOSEVONGSA

Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture and Environment, Savannakhet University

Abstract

This study aims to investigate the efficiency of Refuse Derived Fuel (RDF-5) briquettes produced from natural organic waste and residues—specifically leaves, coconut shells, and paper. The research focuses on analysing the heating value and physical characteristics of the fuel briquettes across three distinct mixture formulations: T1, T2, and T3. Heating value analysis was conducted using a Bomb Calorimeter in accordance with ASTM D4809 standards. The experimental results indicated that the heating values for RDF-5 formulations T1, T2, and T3 were 4,090 kcal/kg, 5,697 kcal/kg, and 6,096 kcal/kg, respectively. The findings revealed that the T3 formulation exhibited the highest efficiency and met the standard criteria for suitable fuel properties. Specifically, T3 demonstrated a superior heating value and more favourable physical characteristics compared to formulations T1 and T2 in this experiment. Furthermore, the physical characteristic analysis yielded the following results for formulations T1, T2, and T3, respectively: moisture content of 10.26%, 16.26%, and 17.95%; volatile matter of 46.87%, 56.36%, and 64.21%; ash content of 21.95%, 13.69%, and 8.92%; and fixed carbon content of 43.36%, 47.95%, and 50.60%. Based on the overall assessment, it can be concluded that the T3 RDF-5 formulation possesses superior heating efficiency and physical characteristics compared to the other formulations. Additionally, statistical analysis indicated a positive correlation between heating value and both fixed carbon and volatile matter content. Conversely, ash content was found to have a negative correlation with the heating value of the fuel briquettes.

Keywords: Refuse Derived Fuel (RDF-5), Heating Value, Solid Waste Management, Biomass, Briquettes, Renewable Energy.

* Correspondence: Savath Sitthivong; Tel: 020 77746783;
Email: sv51987sku@gmail.com

ARTICLE INFO

Received 15 December 2025
Received in revised form 15
January 2026
Accepted 24 January 2026

1. ພາກສະເໜີ

1.1 ຄວາມເປັນມາ ແລະ ຄວາມສໍາຄັນຂອງບັນຫາ

ພະລັງງານເປັນປັດໃຈພື້ນຖານໃນການພັດທະນາປະເທດ ການເຕີບໂຕທາງເສດຖະກິດ ແລະ ການເພີ່ມຈໍານວນປະຊາກອນ ໂລກ ມີຜົນໃຫ້ຄວາມຕ້ອງການໃຊ້ພະລັງງານເພີ່ມຂຶ້ນ ໃນປີ 1988 ໂລກມີຄວາມຕ້ອງການໃຊ້ນໍ້າມັນດິບປະມານ 63.2 ລ້ານ ບາເຣວຕໍ່ມື້ ແລະ ອົງການພະລັງງານສາກົນ (IEA: International Energy Agency) ໄດ້ຄາດຄະເນວ່າ ຄວາມຕ້ອງການໃຊ້ນໍ້າມັນ ຂອງໂລກຈະເພີ່ມຂຶ້ນເຖິງລະດັບ 90 ລ້ານບາເຣວຕໍ່ມື້ ໃນປີ 2010 ແລະ ຈະເພີ່ມຂຶ້ນເຖິງ 120.9 ລ້ານບາເຣວຕໍ່ມື້ ໃນປີ 2025. ເນື່ອງ ຈາກຄວາມຕ້ອງການນໍ້າມັນດິບທີ່ເພີ່ມສູງຂຶ້ນຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງຂອງ ຫຼາຍໆ ປະເທດ ເຊັ່ນ ສາທາລະນະລັດປະຊາຊົນຈີນ ທີ່ມີຄວາມ ຕ້ອງການໃຊ້ນໍ້າມັນປີໂຕຣເລຍມເພີ່ມຂຶ້ນປະມານ 3 ເທົ່າ ເມື່ອ ທຽບກັບຄວາມຕ້ອງການນໍ້າມັນປີໂຕຣເລຍມໃນປີ 2003 ດ້ວຍ ເຫດຜົນຕ່າງໆ ເຫຼົ່ານີ້ ເຮັດໃຫ້ລາຄານໍ້າມັນດິບເພີ່ມສູງຂຶ້ນຈາກ ປະມານ 22 ໂດລາສະຫະລັດຕໍ່ບາເຣວ ຂຶ້ນມາຢູ່ປະມານ 70–80 ໂດລາສະຫະລັດຕໍ່ບາເຣວ ໃນປັດຈຸບັນ ແລະ ມີແນວໂນ້ມທີ່ຈະ

ເພີ່ມສູງຂຶ້ນອີກ. ໃນອະດີດທີ່ຜ່ານມາການນໍາຂີ້ເຫຍື້ອມາໃຊ້ເປັນ ເຊື້ອໄຟ ສ່ວນໃຫຍ່ມັກຈະນໍາຂີ້ເຫຍື້ອມາເຜົາໂດຍກົງ ຫຼື ນໍາໄປ ຜະລິດແກັສ ເຊິ່ງຍັງໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນຕໍ່າ ເນື່ອງຈາກຂີ້ເຫຍື້ອສິດ ມີປະລິມານຄວາມຊຸ່ມສູງພໍສົມຄວນ. ດັ່ງນັ້ນ, ການວິໄຈນີ້ຈຶ່ງໄດ້ ມຸ່ງເນັ້ນການສຶກສາ ແລະ ພັດທະນາເຊື້ອໄຟຈາກຂີ້ເຫຍື້ອທີ່ຜ່ານ ຂະບວນການບໍາບັດແບບຊີວະພາບ (Biological Waste Treatment). ອີງຕາມການສຶກສາເບື້ອງຕົ້ນຂອງ ສົມຊາຍ ມະນີ ວັນ (2018) ພົບວ່າ: ຂີ້ເຫຍື້ອທີ່ຜ່ານຂະບວນການບໍາບັດທາງກົນ ຈັກ ແລະ ຊີວະພາບ (Mechanical Biological Treatment: MBT) ຈະມີຄ່າຄວາມຊຸ່ມຂຶ້ນຂ້າງຕໍ່າ ແລະ ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນ ສູງປະມານ 4,000–8,000 kcal/kg. ຂໍ້ມູນດັ່ງກ່າວໄດ້ນໍາມາເປັນ ແນວທາງໃນການຜະລິດເຊື້ອໄຟ RDF-5 ໃຫ້ມີຄວາມໜາແໜ້ນ ຫຼາຍກວ່າ 600 kg/m³ ໂດຍການປະສົມຮ່ວມກັບກາກຕະກອນ ນໍ້າມັນດິບ (ຈາກແຫຼ່ງລາຄາຄ່າ, ແຂອງກໍາແພງເພັດ) ພ້ອມ ທັງສຶກສາຮູບແບບເຕັກໂນໂລຊີທີ່ເໝາະສົມສໍາລັບການນໍາ RDF-5 ໄປໃຊ້ເປັນພະລັງງານໃນການຜະລິດໄຟຟ້າ ແລະ ຄວາມຮ້ອນ.

ປະຈຸບັນ ປະເທດລາວກຳລັງປະສົບບັນຫາການຜັນຜວນຂອງລາຄາພະລັງງານ ແລະ ຄວາມບໍ່ໝັ້ນຄົງໃນຕະຫຼາດພະລັງງານໂລກ ການຂາດແຄນຊັບພະຍາກອນທຳມະຊາດ ແລະ ການພິ່ງພາການນຳເຂົ້ານໍ້າມັນ ແລະ ກາສ ທຳໃຫ້ຕົ້ນທຶນການໃຊ້ພະລັງງານໃນຄົວເຮືອນ ແລະ ອຸດສາຫະ ກຳສູງຂຶ້ນຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງ. ດັ່ງນັ້ນ ການພັດທະນາແຫຼ່ງພະລັງງານທົດແທນຈາກວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ ເຊັ່ນ ຂີ້ເຫຍື້ອຄົວເຮືອນ, ຂີ້ເຫຍື້ອກະສິກຳ (ເຊັ່ນ ກະໂປະໜາກພ້າວ, ໃບໄມ້, ວັດຊະພືດ), ເຈ້ຍ ແລະ ພລາສຕິກ ເປັນທາງເລືອກທີ່ມີທ່າແຮງ ໃນການຫຼຸດຜ່ອນຕົ້ນທຶນ ແລະ ຫຼຸດຜ່ອນການ ພິ່ງພາຈາກ ພາຍນອກ. ໜຶ່ງໃນແນວທາງທີ່ເໝາະສົມ ແລະ ເປັນທີ່ນິຍົມໃນປະຈຸບັນ ຄື ການແປຮູບຂີ້ເຫຍື້ອເປັນເຊື້ອໄຟ RDF-5 (Refuse Derived Fuel – Type 5).

ປັດຈຸບັນ, ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ ພົບກັບສິ່ງທ້າທາຍໃນການຄຸ້ມຄອງຂີ້ເຫຍື້ອທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນ ຕາມການຂະຫຍາຍຕົວຂອງເສດຖະກິດ, ໂດຍສະເພາະແມ່ນການຖິ້ມຂີ້ເຫຍື້ອແບບເປີດ (Open Dumping) ທີ່ຍັງຂາດການແຍກປະເພດຢ່າງມີປະສິດທິພາບ. ໃນເຂດມະຫາວິທະຍາໄລສະຫວັນນະເຂດ ພົບວ່າມີເສດວັດສະດຸທຳມະຊາດ ແລະ ເຈ້ຍ ເປັນຈຳນວນຫຼາຍໃນແຕ່ລະວັນ ເຊິ່ງສິ່ງຜົນກະທົບຕໍ່ສິ່ງແວດລ້ອມ ແລະ ສຸນເສຍຊັບພະຍາກອນທີ່ສາມາດນຳມາໃຊ້ປະໂຫຍດໄດ້. ດັ່ງນັ້ນ, ການປ່ຽນຂີ້ເຫຍື້ອເຫຼົ່ານີ້ໃຫ້ເປັນເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງ (RDF-5) ດ້ວຍຂະບວນການບຳບັດທາງຊີວະພາບ ຈິ່ງເປັນທາງເລືອກທີ່ມີທ່າແຮງໃນການຫຼຸດຜ່ອນຕົ້ນທຶນການກຳຈັດ ແລະ ສ້າງພະລັງງານທົດແທນທີ່ຍືນຍົງໃຫ້ແກ່ທ້ອງຖິ່ນ. RDF-5 ແມ່ນການນຳຂີ້ເຫຍື້ອທີ່ຜ່ານການຄັດແຍກ ແລະ ປັບປຸງຄຸນນະພາບທາງກາຍະພາບ-ເຄມີໃຫ້ເໝາະສົມຕໍ່ການໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟ ຂະບວນການນີ້ບໍ່ພຽງແຕ່ຊ່ວຍຫຼຸດຜ່ອນປະລິມານຂີ້ເຫຍື້ອ ແຕ່ຍັງສາມາດຜະລິດພະລັງງານໄດ້ຫຼາຍຮູບແບບ ເຊັ່ນ ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນ ແລະ ພະລັງງານໄຟຟ້າ. ດ້ວຍຄວາມສຳຄັນເຫຼົ່ານີ້ ຜູ້ສຶກສາຈິ່ງໄດ້ດຳເນີນການສຶກສາກ່ຽວກັບການຜະລິດເຊື້ອໄຟຈາກກ້ອນຂີ້ເຫຍື້ອອັດແທ່ງໃນຮູບແບບ RDF-5 ໂດຍມຸ່ງເນັ້ນການຫາອັດຕາສ່ວນທີ່ເໝາະສົມລະຫວ່າງຂີ້ເຫຍື້ອ ແລະ ຕົວປະສານ ເພື່ອເຮັດໃຫ້ໄດ້ຜະລິດຕະພັນເຊື້ອໄຟທີ່ມີຄຸນນະພາບດີ ແລະ ຜ່ານການວິເຄາະຄ່າຄວາມຮ້ອນ ເພື່ອປະເມີນສັກຍະພາບຂອງການນຳໃຊ້ ຜົນການສຶກສານີ້ສາມາດເປັນທາງເລືອກໃນການຈັດການຂີ້ເຫຍື້ອຢ່າງຖືກຕ້ອງ ແລະ ຊ່ວຍຫຼຸດຜ່ອນຜົນກະທົບທາງສິ່ງແວດລ້ອມໄດ້ຢ່າງມີປະສິດທິຜົນ.

1.2. ຄຳຖາມຂອງການຄົ້ນຄ້ວາ

ກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງຈາກເສດວັດສະດຸທຳມະຊາດ ແລະ ວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ ໄດ້ແກ່: ໃບໄມ້, ກະໂປະໜາກພ້າວ ແລະ ເຈ້ຍ ມີຄ່າຄວາມຫຼາຍປານໃດ?

1.3. ຈຸດປະສົງຂອງການຄົ້ນຄ້ວາ

ເພື່ອວິເຄາະຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງຈາກເສດວັດສະດຸທຳມະຊາດ ແລະ ວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ ໄດ້ແກ່: ໃບໄມ້, ກະໂປະໜາກພ້າວ ແລະ ເຈ້ຍ.

2. ບົດຄົ້ນຄ້ວາທີ່ກ່ຽວຂ້ອງ

ໃນພາກນີ້ທີມງານວິໄຈໄດ້ຄົ້ນຄ້ວາເອກະສານແນວຄວາມຄິດ ແລະ ທິດສະດີທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບຫົວຂໍ້ຄົ້ນຄ້ວາດັ່ງນີ້:

2.1 ປະເພດຂອງເຊື້ອໄຟຈາກຂີ້ເຫຍື້ອມູນຝ່ອຍ RDF

ປະເພດຂອງຂີ້ເຫຍື້ອເຊື້ອໄຟ RDF ຕາມມາດຕະຖານ ASTM ເຊິ່ງເປັນການແບ່ງຕາມລັກສະນະຂອງຂີ້ເຫຍື້ອເຊື້ອໄຟ ແລະ ຂະບວນການຈັດການຂີ້ເຫຍື້ອ ສາມາດແບ່ງອອກເປັນ 7 ປະເພດ ດັ່ງນີ້

RDF-1 ແມ່ນ ການນຳຂີ້ເຫຍື້ອມາໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟໃນສະພາບເດີມທີ່ເກັບຮວບຮວມມາ ໂດຍບໍ່ຜ່ານຂະບວນການແປຮູບ ແຕ່ອາດຈະມີການແຍກຊັ້ນສ່ວນທີ່ມີຂະໜາດໃຫຍ່ອອກດ້ວຍມື

RDF-2 ແມ່ນ ການນຳຂີ້ເຫຍື້ອທີ່ເກັບຮວບຮວມໄດ້ມາຜ່ານຂະບວນການຄັດແຍກສ່ວນທີ່ບໍ່ສາມາດເຜົາໄໝ້ໄດ້ ເຊັ່ນ ໂລຫະ ແລະ ແກ້ວ ຈາກນັ້ນນຳໄປຫຼຸດຂະໜາດມໂດຍການບີດ ຫຼື ຕັດຂີ້ເຫຍື້ອຢ່າງຫຍາບ

RDF-3 ແມ່ນ ການນຳຂີ້ເຫຍື້ອມາຜ່ານຂະບວນການເຊັ່ນດຽວກັນກັບ RDF-2 ແຕ່ຈະມີການຫຼຸດຂະໜາດໃຫ້ນ້ອຍລົງ ຈົນເຮັດໃຫ້ 95% ຂອງຂີ້ເຫຍື້ອມູນຝ່ອຍທີ່ຄັດແຍກແລ້ວ ມີຂະໜາດນ້ອຍກວ່າ

RDF-4 ແມ່ນ ການນຳຂີ້ເຫຍື້ອມູນຝ່ອຍສ່ວນທີ່ເຜົາໄໝ້ໄດ້ ມາເຮັດໃຫ້ຢູ່ໃນຮູບຂອງຝຸ່ນລະອຽດ ໂດຍມີຂະໜາດນ້ອຍກວ່າ

RDF-5 ແມ່ນ ການນຳຂີ້ເຫຍື້ອມູນຝ່ອຍສ່ວນທີ່ເຜົາໄໝ້ໄດ້ ມາຜ່ານຂະບວນການອັດແທ່ງ ໃຫ້ມີຄວາມໜາແໜ້ນຫຼາຍກວ່າ 600 kg/m³ ໂດຍອາດຈະມີການເພີ່ມສ່ວນປະກອບອື່ນໆ ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຄຸນສົມບັດຕາມທີ່ຕ້ອງການ

RDF-6 ແມ່ນ ການນຳຂີ້ເຫຍື້ອມູນຝ່ອຍສ່ວນທີ່ເຜົາໄໝ້ໄດ້ ມາຜ່ານຂະບວນການໃຫ້ຢູ່ໃນຮູບຂອງເຊື້ອໄຟແຫຼວ ຫຼື ເຄິ່ງແຂງເຄິ່ງແຫຼວ

RDF-7 ແມ່ນ ການນຳຂີ້ເຫຍື້ອມູນຝ່ອຍສ່ວນທີ່ເຜົາໄໝ້ໄດ້ ມາຜ່ານຂະບວນການແປຮູບເປັນແກັສ (Gasification) ເພື່ອຜະລິດ

ແກັສສັງເຄາະ (Syngas) ທີ່ສາມາດນຳໄປໃຊ້ເປັນແກັສເຊື້ອໄຟ ໄດ້

ກົມພັດທະນາພະລັງງານທົດແທນ ແລະ ອະນຸລັກ ພະລັງງານ (2014) ໄດ້ກ່າວວ່າ: ການເຜົາໄໝ້ແມ່ນປະຕິກິລິຍາ ທາງເຄມີ ທີ່ເກີດຈາກປະຕິກິລິຍາອົກຊີເດຊັນ (Oxidation) ລະຫວ່າງເຊື້ອໄຟ ແລະ ອົກຊີເຈນ (O_2) ເຊິ່ງຈະມີການປົດປ່ອຍ ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນອອກມາ. ໃນຂະນະດຽວກັນ, ສານເຕີມຈະ ປ່ຽນສະພາບໄປເປັນສານປະກອບອັອກໄຊດ໌ (Oxides) ຫຼື ຜະລິດຕະພັນທີ່ໄດ້ຈາກການເຜົາໄໝ້ ເຊັ່ນ: ຄາບອນໄດອັອກໄຊດ໌ (CO_2) ແລະ ນ້ຳ (H_2O). ທັງນີ້, ຫາກການເຜົາໄໝ້ບໍ່ສົມບູນ ຈະ ສົ່ງຜົນໃຫ້ເກີດການສິ້ນເບືອງເຊື້ອໄຟ ແລະ ກໍ່ໃຫ້ເກີດມົນລະພິດ ທາງອາກາດ. Anptec (2013) ໄດ້ໃຫ້ທິດສະດີກ່ຽວກັບເຊື້ອໄຟ ວ່າ: ເຊື້ອໄຟແມ່ນສານທີ່ເຜົາໄໝ້ ແລະ ໃຫ້ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນ ອອກຫຼາຍແລ້ວນຳໄປໃຊ້ປະໂຫຍດໄດ້ ແລະ ອັດຕາການເກີດ ປະຕິກິລິຍາການເຜົາໄໝ້ນັ້ນສາມາດຄວບຄຸມໄດ້ ໂດຍທີ່ເຊື້ອໄຟ ເປັນສານປະກອບມີຄາບອນ ແລະ ໄນໂຕເຈນ ປະກອບເປັນສ່ວນ ໃຫຍ່ ແລະ ເມື່ອເກີດການເຜົາໄໝ້ຈະໄດ້ຄາບອນໄດອັອກໄຊ. ມູນລະນິທິພະລັງງານເພື່ອສິ່ງແວດລ້ອມ (2010) ໄດ້ໃຫ້ນິຍາມ ວ່າ: ຂີ້ເຫຍື້ອເຊື້ອໄຟ (Refuse Derived Fuel: RDF) ໝາຍ ເຖິງ ເປັນຮູບແບບຂອງການຈັດການຂີ້ເຫຍື້ອເພື່ອນຳມາໃຊ້ເປັນ ເຊື້ອໄຟໂດຍການປັບປຸງ ແລະ ປ່ຽນແປງສະພາບຂອງຂີ້ເຫຍື້ອໃຫ້ ເປັນເຊື້ອໄຟແຂງທີ່ມີຄຸນສົມບັດໃນດ້ານຄ່າຄວາມຮ້ອນ, ຄວາມ ຊຸ່ມ, ຂະໜາດ ແລະ ຄວາມໜາແໜ້ນເໝາະສົມໃນການໃຊ້ເປັນ ເຊື້ອໄຟ.

ຂີ້ເຫຍື້ອເຊື້ອໄຟ ຫຼື Refuse Derived fuel ທີ່ນິຍົມ ຮ້ອງກັນວ່າ RDF ໝາຍເຖິງຂີ້ເຫຍື້ອທີ່ຜ່ານຂະບວນການຈັດການ ຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ການຄັດແຍກວັດຖຸທີ່ເຜົາໄໝ້ໄດ້ອອກ ດ້ວຍການບິດ ຫຼື ຕັດຂີ້ເຫຍື້ອເພື່ອຫຼຸດຂະໜາດໃຫ້ນ້ອຍລົງ ເພື່ອເປັນການປັບປຸງ ແລະ ແປສະພາບໃນການຜະລິດເຊື້ອໄຟໃຫ້ເປັນກ້ອນແຂງທີ່ມີ ຄຸນສົມບັດທາງດ້ານຄ່າຄວາມຮ້ອນ, ຄວາມຊຸ່ມ, ຄວາມໜາແໜ້ນ ທີ່ເໝາະສົມໃນການໃຊ້ເຊື້ອໄຟ. ສຳນັກງານມາດຕະຖານ ຜະລິດຕະພັນອຸດສາຫະກຳ (2004) ໄດ້ໃຫ້ນິຍາມວ່າ: ຄ່າຄວາມ ຮ້ອນ (Heating Value) ໝາຍເຖິງ ພະລັງງານຮ້ອນທີ່ໄດ້ຈາກ ການເຜົາຖ່ານໜັກ 1 g ມີຫົວໜ່ວຍເປັນ Kcal/g ຕ້ອງບໍ່ໜ້ອຍ ກວ່າ 5,000 Kcal/g ໃຊ້ການທົດສອບຕາມ ASTM D 5865. ປະລິມານຄວາມຊຸ່ມ (Moisture Content) ໝາຍເຖິງ ນ້ຳໜັກ ທີ່ຢູ່ໃນໄມ້ ແລະ ວັດຊະພຶດມີຄວາມສຳພັນຕໍ່ຄຸນສົມບັດຂອງໄມ້ ແລະ ວັດຊະພຶດໃນດ້ານຕ່າງໆ. ປະລິມານຄວາມຊຸ່ມຕ້ອງບໍ່ເກີນ 8%. ສຸທິລາ ສຸນທາລາລັກ (2014) ໄດ້ໃຫ້ນິຍາມວ່າ: ປະລິມານ

ສານລະເຫີຍ (Volatile Matter) ໝາຍເຖິງ ສ່ວນຂອງເຊື້ອໄຟ ອັດແທ່ງແຫ້ງ ທີ່ລົດເຫີຍ ໄດ້ເມື່ອນຳໄປອົບທີ່ອຸນຫະພູມ $750^{\circ}C$ ເປັນເວລາ 1 ຊົ່ວໂມງ ເຊິ່ງເປັນສານປະກອບທີ່ມີຄາບອນ, ອັອກຊີ ເຈນ ແລະ ໄຮໂດຣເຈນ. ມະຫາວິທະຍາໄລຮາຊະພັດຍະລາ (2011) ໄດ້ໃຫ້ນິຍາມວ່າ: ຄວາມໜາແໜ້ນ (Density) ໝາຍ ເຖິງ ອັດຕາສ່ວນນ້ຳໜັກຕໍ່ໜ່ວຍປະລິມານທີ່ວັດຖຸມີຄວາມໜາແ ໜ້ນຫຼາຍຂຶ້ນ ມວນສານຕໍ່ໜ່ວຍບໍລິມາດກໍ່ຍັງຫຼາຍຂຶ້ນ. ວັດຖຸທີ່ມີ ຄວາມໜາແໜ້ນສູງຈະມີບໍລິມາດໜ້ອຍກວ່າ ວັດຖຸທີ່ມີຄວາມໜ າແໜ້ນຕໍ່າທີ່ມີມວນສານເທົ່າກັນ. ສຳນັກງານມາດຕະຖານ ຜະລິດຕະພັນອຸດສາຫະກຳ (2004) ໄດ້ໃຫ້ນິຍາມວ່າ: ປະລິມານ ເຖົ່າ (Ash Content) ໝາຍເຖິງ ຮ້ອຍລະປະລິມານສານທີ່ເຫຼືອ ຈາກການເຜົາຖ່ານຈົນມີນ້ຳໜັກຄົງທີ່ທີ່ອຸນຫະພູມ $700-750^{\circ}C$ ການວິເຄາະຕາມມາດຕະຖານ ASTM D 5142 ໂດຍຕົວຢ່າງຈະ ຖືກເຜົາຈົນກະທັ່ງໄດ້ນ້ຳໜັກຂອງຖ້ວຍທົນໄຟລວມກັບນ້ຳໜັກ ຂອງເທົ່າທີ່ເຫຼືອຄົງທີ່ແລ້ວຄຳນວນປະລິມານເທົ່າຈາກນ້ຳໜັກ ຕົວຢ່າງທີ່ເຫຼືອຢູ່ພາຍຫຼັງການເຜົາສຳເລັດ. ສຳນັກງານມາດຕະຖານ ຜະລິດຕະພັນອຸດສາຫະກຳ (2004) ໄດ້ໃຫ້ນິຍາມວ່າ: ປະລິມານ ຄາບອນຄົງທີ່ (Fixed Carbon) ໝາຍເຖິງ ປະລິມານຄາບອນທີ່ ມີຄ່າຄົງຕົວສູງຂຶ້ນ ຖ່ານມີຄວາມໜາແໜ້ນ ແລະ ໜັກຂຶ້ນຈຶ່ງລຸກໄ ໝ້ໄດ້ດີນ ຄ່າສານລະເຫີຍຈະຫຼຸດລົງເຮັດໃຫ້ເປັນເຊື້ອໄຟທີ່ມີ ຄຸນະພາບບໍ່ແຕກງ່າຍ ແລະ ໃຫ້ຄວັນໜ້ອຍ.

2.2 ບົດຄົ້ນຄວ້າທີ່ກ່ຽວຂ້ອງ

ວັດສະລາພອນ ແລະ ດາລິວັນ (2017) ໄດ້ສຶກສາ ປຽບທຽບຄຸນສົມບັດຂອງເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງຈາກເສດໃບໄມ້ ໂດຍ ການນຳໃຊ້ເຄື່ອງອັດກິນຈັກສົມທຽບກັບການອັດດ້ວຍມື. ໃນ ການວິໄຈໄດ້ນຳໃຊ້ແບັງມັນຕົ້ນ ແລະ ນ້ຳຢາງພາລາເປັນຕົວ ປະສານ ໂດຍກຳນົດອັດຕາສ່ວນລະຫວ່າງເສດໃບໄມ້ຕໍ່ຕົວ ປະສານ 5 ລະດັບ ຄື: 1:1, 1:1.1, 1:1.2, 1:1.3 ແລະ 1:1.4 (kg/L). ຄຸນສົມບັດທາງດ້ານເຊື້ອໄຟໄດ້ຖືກວິເຄາະຕາມ ມາດຕະຖານ ASTM ແລະ ນຳໄປສົມທຽບກັບມາດຕະຖານ ຜະລິດຕະພັນຊຸມຊົນ (ມຜຊ) ສຳລັບຖ່ານອັດແທ່ງ (ມຜຊ. 236/2004) ແລະ ຖ່ານໄມ້ຫຼຸງຕົ້ມ (ມຜຊ. 657/2004). ຜົນ ການວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງເຊື້ອໄຟພົບວ່າ: ເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງທີ່ ຜະລິດດ້ວຍວິທີການອັດດ້ວຍມື ມີຄວາມແຂງແຮງທາງກາຍະ ພາບສູງ ແລະ ບໍ່ແຕກຫັກງ່າຍ. ເມື່ອພິຈາລະນາດ້ານຄຸນສົມບັດ ຂອງເຊື້ອໄຟຕາມມາດຕະຖານ ASTM ພົບວ່າ: ເຊື້ອໄຟທີ່ນຳໃຊ້ ນ້ຳຢາງພາລາ ເປັນຕົວປະສານ ມີຄຸນສົມບັດຜ່ານຕາມມາດຕະຖານ ທັງໝົດ, ໃນຂະນະທີ່ເຊື້ອໄຟທີ່ນຳໃຊ້ ແບັງມັນຕົ້ນ ມີຄ່າຄວາມ ຮ້ອນຕໍ່າກວ່າມາດຕະຖານເລັກນ້ອຍ. ເຖິງຢ່າງໃດກໍ່ຕາມ, ສຳລັບ

ການນໍາໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟທົດແທນພືນໃນຊຸມຊົນ, ເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງທີ່ນໍາໃຊ້ແປງມັນຕົ້ນ (ວິທີອັດດ້ວຍມື) ຖືວ່າມີຄວາມເໝາະສົມທີ່ສຸດ ໂດຍສະເພາະແມ່ນອັດຕາສ່ວນໃບໄມ້ 1 kg ຕໍ່ຕົວປະສານ 1.4 L. ເຊິ່ງໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງເຖິງ 3,975.47 kcal/kg, ຄ່າຄວາມຊຸ່ມ 4.24%, ປະລິມານສານລະເຫີຍ 3.31% ແລະ ປະລິມານເຊື້ອໄຟ 7.47%. ຜົນການທົດສອບການເຜົາໄໝ້ພົບວ່າ ມີໄລຍະເວລາການຕິດໄຟຍາວນານເຖິງ 24.48 ນາທີ. ຈາກການທົດສອບຄວາມສໍາພັນລະຫວ່າງຄ່າຄວາມຮ້ອນກັບປະລິມານອັດຕາສ່ວນຂອງຕົວປະສານທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນ T2 ມີຄ່າ 0.9456 ມີຄວາມສໍາພັນກັນໃນທາງສະຖິຕິ. ວະສັນ ແລະ ດວງກະມິນ (2016) ໄດ້ສຶກສາການນໍາຂີ້ເຫຍື້ອຊຸມຊົນມາແປຮູບເປັນເຊື້ອໄຟແຂງ ໂດຍມີຈຸດປະສົງເພື່ອສ້າງຕົວແບບສາທິດການຜະລິດເຊື້ອໄຟ RDF-5 ຈາກຂີ້ເຫຍື້ອພາຍໃນມະຫາວິທະຍາໄລຮາຊະພັດມະຫາສາລາຄາມ. ນອກຈາກການສຶກສາກະບວນການຜະລິດແລ້ວ, ງານວິໄຈດັ່ງກ່າວ ຍັງໄດ້ວິເຄາະເຖິງຕົ້ນທຶນການຜະລິດເຊື້ອໄຟ RDF-5 ເພື່ອປະເມີນຄວາມເປັນໄປໄດ້ໃນການນໍາໃຊ້ເປັນພະລັງງານທົດແທນພາຍໃນສະຖາບັນການສຶກສາຢ່າງຍິນຍົງ. ຜົນການວິໄຈພົບວ່າສາມາດຜະລິດເຊື້ອໄຟ RDF-5 ໄດ້ ແລະ ມີຄຸນສົມບັດຕ່າງໆຂອງເຊື້ອໄຟເປັນໄປຕາມຄ່າມາດຕະຖານການຜະລິດເຊື້ອໄຟຂີ້ເຫຍື້ອ RDF-5 ເປັນການນໍາຂີ້ເຫຍື້ອພາຍໃນມະຫາວິທະຍາໄລມາຜະລິດເປັນກ້ອນເຊື້ອໄຟ RDF-5 ເຊິ່ງຂີ້ເຫຍື້ອທີ່ນໍາມາໃຊ້ໃນການຜະລິດເຊື້ອໄຟຂີ້ເຫຍື້ອ RDF-5 ປະກອບດ້ວຍ: ພລາສຕິກ, ໃບໄມ້ ແລະ ເຈ້ຍ ໂດຍໃຊ້ແປງມັນ ແລະ ປຸນຂາວເປັນຕົວປະສົມ ໂດຍເຮັດການສຶກສາ 5 ອັດຕາສ່ວນຄື: 1:1:1/0.0:2, 1.5:1:1/0.1:0.1, 1:1.5:1/0.1:0.1, 1:1:1.5/0.1:0.1, 1:1:1/0.1:0.1 ຈາກການສຶກສານີ້ພົບວ່າເຊື້ອໄຟຂີ້ເຫຍື້ອ RDF-5 ອັດຕາສ່ວນທີ່ 1:1:1/0.1:0.1 ເປັນອັດຕາສ່ວນທີ່ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງສຸດທີ່ 26.352 MJ/Kg ເຊິ່ງບໍ່ຄວນໜ້ອຍກວ່າ 19.00 MJ/Kg ຕາມຂໍ້ກຳນົດໃນມາດຕະຖານ ASTM ແລະ ພົບວ່າຕົ້ນທຶນການຜະລິດຂອງເຊື້ອໄຟ RDF-5 ຢູ່ທີ່ 2.645 ບາດ ຕໍ່ກ້ອນ. ທັນວະຣັດ ແລະ ຄະນະ (2016) ໄດ້ສຶກສາແນວທາງການນໍາໃຊ້ປະໂຫຍດຈາກຂີ້ເຫຍື້ອພາຍໃນມະຫາວິທະຍາໄລຮາຊະພັດພິບຸນສິງຄາມ ເພື່ອຜະລິດເປັນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງ (RDF-5). ໃນການທົດລອງໄດ້ນໍາໃຊ້ຕົວປະສານ 2 ຊະນິດ ຄື: ແປງມັນຕົ້ນ ແລະ ປຸນຂາວ ໂດຍກຳນົດອັດຕາສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງ ໃບໄມ້, ເຈ້ຍ, ພລາສຕິກ ແລະ ຕົວປະສານ ເທົ່າກັບ 1:1:1:0.6 ໂດຍນໍາໜັກແຫ້ງ. ຂະບວນການຜະລິດແມ່ນນໍາໃຊ້ເຄື່ອງອັດແບບກຽວ (Screw Press) ແລະ ນໍາຜະລິດຕະພັນທີ່ໄດ້ໄປວິເຄາະຄຸນສົມບັດຕາມມາດຕະຖານ ເຊິ່ງປະກອບມີ: ການຫາຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນ, ຄ່າ

ຄວາມຮ້ອນ ແລະ ປະລິມານເຊື້ອໄຟ ເພື່ອປະເມີນປະສິດທິພາບຂອງເຊື້ອໄຟ ຜົນການສຶກສາພົບວ່າ: ເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງຂີ້ເຫຍື້ອຈາກຕົວປະສານແປງມັນ ມີຄ່າຄວາມໜາ ແໜ້ນ, ຄ່າຄວາມຮ້ອນ ແລະ ຂີ້ເຖົ້າ ເທົ່າກັບ 444.71±28.83 kg/m³, 5,521.35±33.41 kcal/kg ແລະ 0.78±0.0058g/g ຕາມລຳດັບ.

3. ວິທີດຳເນີນການຄົ້ນຄວ້າ

ການສຶກສານີ້ເປັນການ ທົດສອບກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງທີ່ຜະລິດຈາກເສດວັດສະດຸທຳມະຊາດ ແລະ ວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ໄດ້ແກ່: ໃບໄມ້, ກະໂປະໜາກພ້າວ ແລະ ເຈ້ຍ ພ້ອມທັງໃຊ້ຕົວປະສານຈາກແປງມັນຕົ້ນ, ປຸນຂາວ ແລະ ນໍ້າ. ການສຶກສາໄດ້ຖືກແບ່ງອອກ ດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້:

ການວິເຄາະຄຸນນະສົມບັດຂອງວັດສະດຸຕັ້ງຕົ້ນ

ດຳເນີນການວິເຄາະຄຸນນະສົມບັດຂອງເສດເຈ້ຍ, ໃບໄມ້, ກະໂປະໜາກພ້າວ ແລະ ຕົວປະສານ ໂດຍການວິເຄາະຫາ:

- ຄ່າຄວາມຮ້ອນ ຕາມມາດຕະຖານ ASTM D4809 ໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງ Bomb Calorimeter
- ປະລິມານຄວາມຊຸ່ມ (Moisture Content) ໂດຍໃຊ້ Drying Oven Drying oven (BOV – F136F) ຂັ້ນຕອນນີ້ມີເປົ້າໝາຍເພື່ອປະເມີນຄຸນນະພາບ ແລະ ຄວາມເໝາະສົມຂອງວັດສະດຸກ່ອນການນໍາໄປອັດແຫ່ງເປັນເຊື້ອໄຟ.

ການວິເຄາະຄຸນນະພາບຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງ

ຫຼັງຈາກການຜະລິດກ້ອນເຊື້ອໄຟໄດ້ວິເຄາະຄຸນນະພາບຕາມມາດຕະຖານ ASTM D4809 ເພື່ອກວດວັດຄ່າຕ່າງໆ ດັ່ງນີ້:

- ຄ່າຄວາມຊຸ່ມ (Moisture)
- ຄ່າຄາບອນແຂງ (Fixed Carbon)
- ປະລິມານສານລະເຫີຍ (Volatile Matter)
- ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າ (Ash Content)
- ຄວາມໜາແໜ້ນ (Density)
- ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງ ໂດຍເຄື່ອງ Bomb Calorimeter

ການວິເຄາະນີ້ເປັນປັດໄຈສຳຄັນໃນການປະເມີນປະສິດທິພາບການເຜົາແລະຄຸນນະພາບຂອງເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງ.

3.1 ເຄື່ອງມື ແລະ ອຸປະກອນ

- ເຄື່ອງອັດແຫ່ງ: ໃຊ້ເຂົ້າໃນການອັດແຫ່ງຂີ້ເຫຍື້ອເພື່ອໃຫ້ມີຄວາມແໜ້ນ.
- ມິດຕັດ ຫຼື ເຄື່ອງບີດ: ໃຊ້ເຂົ້າໃນການຕັດເຈ້ຍ, ກະໂປະ ໜາກພ້າວ, ໃບໄມ້.
- ເຕົາເຜົາ: ໃຊ້ໄວ້ເຜົາກະໂປະໜາກພ້າວ.

- ຕູ້ອົບໄຟຟ້າ (Bio base Electric hot air Oven).
- ເຄື່ອງ (Bomb Calorimeter).
- ຖ້ວຍສຳລັບໃສ່ຕົວຢ່າງ (Crucible).

3.2 ວິທີເກັບກຳຂໍ້ມູນ

ການສຶກສາຄັ້ງນີ້ ເປັນການເກັບກຳຂໍ້ມູນຂັ້ນພື້ນຖານ (Primary Data)

ໂດຍມີການລວບລວມຂໍ້ມູນຈາກຜົນຂອງການວິເຄາະ ຈາກ ຫ້ອງທົດລອງ ເຊັ່ນ: ຂໍ້ມູນກ່ຽວກັບຄ່າຄວາມຮ້ອນ, ຄວາມຊຸ່ມ (Moisture), ປະລິມານຂີ້ເຖົ່າ (Ash), ສານລະເຫີຍໄດ້ (Volatile Matter), ຄາບອນ (Fixed Carbon), ຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນ (Density) ແລະໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້

3.3. ການວິເຄາະຂໍ້ມູນ

ກ. ການວິເຄາະຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟ RDF-5

ນຳເຊື້ອໄຟຂີ້ເຫຍື້ອໃນແຕ່ລະກ້ອນມາວິເຄາະຫາ ປະສິດທິພາບຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟ RDF-5 ຕາມມາດຕະຖານຂອງ (ASTM 04809) ຄື: ຄ່າຄວາມຮ້ອນ ໂດຍການນຳຕົວຢ່າງຂີ້ເຫຍື້ອເຊື້ອໄຟມາວິເຄາະໂດຍວິທີ Bomb Calorific Method ຄ່າຄວາມຮ້ອນທີ່ໄດ້ເອີ້ນວ່າ Dry Said Calorific Value (DSCV) ເປັນຄ່າຄວາມຮ້ອນທີ່ໄດ້ຈາກການເຜົາໄໝ້ຢ່າງສົມບູນ.

ຂ. ການທົດສອບຫາຄຸນສົມບັດທາງກາຍະພາບ ແລະ ຄຸນສົມບັດທາງດ້ານຄວາມຮ້ອນ

- ວິເຄາະຫາຄ່າຄວາມຊຸ່ມວິເຄາະຫາຄ່າຄວາມຊຸ່ມຂອງເຊື້ອໄຟ ທັງ 3 ສູດ ໂດຍນຳກ້ອນເຊື້ອໄຟໄປອົບໃນຕູ້ແຫ້ງ Drying oven (BOV – F136F) ພາຍໃຕ້ອຸນຫະພູມປະມານ 103 °c ໂດຍໃຊ້ເວລາ 1 ຊົ່ວໂມງ.

- ສູດການຄິດໄລ່ຄວາມຊຸ່ມ

$$M = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$$

M = ປະລິມານຄວາມຊຸ່ມ (%)

W₁ = ນ້ຳໜັກຂອງຖ້ວຍ ແລະ ຕົວຢ່າງກ່ອນອົບ (g)

W₂ = ນ້ຳໜັກຂອງຖ້ວຍ ແລະ ຕົວຢ່າງຫຼັງອົບ (g)

- ສູດຄິດໄລ່ສານລະເຫີຍ

ນ້ຳໜັກທີ່ເສຍໄປ (weight loss), % = [(A – B)/A] × 100

A = ນ້ຳໜັກຕົວຢ່າງກ່ອນເຜົາ

B = ນ້ຳໜັກຕົວຢ່າງຫຼັງເຜົາ

(Volatile matter), % = C – D - Ash

C = ນ້ຳໜັກຕົວຢ່າງທີ່ເສຍໄປ (%)

D = ຄວາມຊຸ່ມ (%)

- ສູດຄິດໄລ່ຂີ້ເຖົ່າ (ສຳລານ, 2012)

Ash (%) = ນ້ຳໜັກຂີ້ເຖົ່າ (g) × 100 / ນ້ຳໜັກກ່ອນເຜົາ (g)

- ສູດຄິດໄລ່ຄາບອນຄົງທີ່ (Adams et al.,1951)

$$\% \text{ Carbon} = (100 - \text{Ash}) / 1.8$$

- ວິເຄາະຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງສຸດຂອງເຊື້ອໄຟຂີ້ເຫຍື້ອ RDF-5 ໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງ (Bomb Calorimeter) ຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນທີ່ໄດ້ເອີ້ນວ່າ Ory Solid Calaric Value (OSCV) ຕາມມາດຕະຖານ ASTM 0480 ໂດຍການນຳເຊື້ອໄຟແຕ່ລະຕົວຢ່າງມາບິດໃຫ້ລະອຽດ ແລ້ວອົບເພື່ອໄລຄວາມຊຸ່ມ ແລ້ວອັດເປັນແຫ່ງກ່ອນນຳເຂົ້າເຄື່ອງວິເຄາະ.

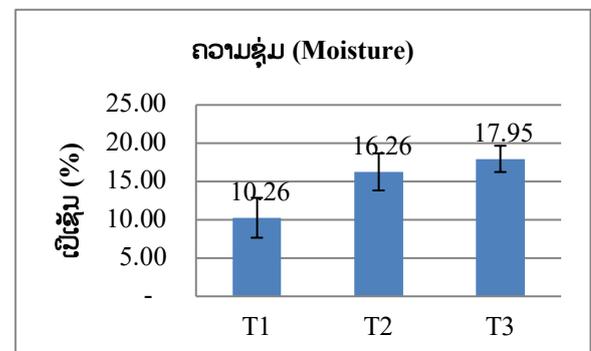
- ການວິເຄາະຂໍ້ມູນໃຊ້ໂປຣແກຣມ Microsoft Excel ເພື່ອວິເຄາະຫາຄ່າເປີເຊັນ ຂອງປະລິມານຄວາມຊຸ່ມ (Moisture), ຄາບອນ (Fixed Carbon), ສານລະເຫີຍໄດ້ (Volatile Matter), ປະລິມານຂີ້ເຖົ່າ (Ash), ຜົນທົດລອງແມ່ນຈະໄດ້ມາວິເຄາະຫາຄວາມຄວາມສຳພັນລະຫວ່າງຄວາມຮ້ອນກັບຄວາມຊຸ່ມ, ຄາບອນ, ສານລະເຫີຍ, ປະລິມານຂີ້ເຖົ່າ ໂດຍໃຊ້ສະຖິຕິ Correlations ໃນການວິເຄາະ.

4. ຜົນການຄົ້ນຄວ້າ

4.1 ວິເຄາະຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງຈາກເສດວັດສະດຸທຳມະຊາດ ແລະ ວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ ໄດ້ແກ່: ໃບໄມ້, ກະໂປະໜາກພ້າວ ແລະ ເຈ້ຍ

- ເປີເຊັນຄວາມຊຸ່ມ

ຈາກຜົນຂອງການວິເຄາະຄວາມຊຸ່ມ ຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງຂີ້ເຫຍື້ອ RDF-5 ດ້ວຍຕູ້ອົບ Drying oven (BOV – F136F) ທີ່ອຸນຫະພູມ 103°C ໂດຍໃຊ້ເວລາໃນການອົບ 1 ຊົ່ວໂມງ ພົບວ່າ ເປີເຊັນ ຄ່າຄວາມຊຸ່ມຂອງ T1, T2, T3 ມີຄ່າເທົ່າກັບ 10.26%, 16.26% ແລະ 17.96%; ຕາມລຳດັບ ຜົນຂອງສຶກສາພົບວ່າກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງ ຂອງ T1, T2, T3 ຍັງມີຄ່າຄວາມຊຸ່ມສູງ.

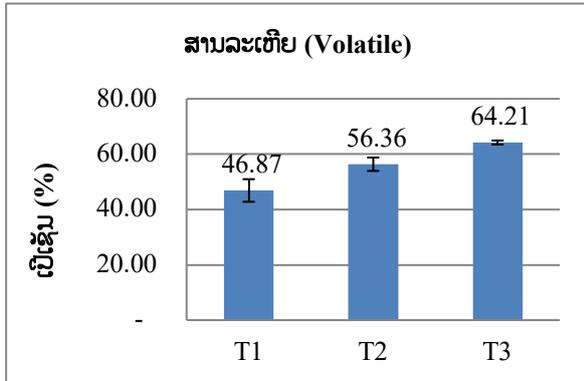


ຮູບ 1 ຜົນຂອງການວິເຄາະເປີເຊັນຂອງຄ່າຄວາມຊຸ່ມ

- ເປີເຊັນສານລະເຫີຍ

ຈາກຜົນຂອງການວິເຄາະຫາເປີເຊັນຄ່າສານລະເຫີຍໃນກ້ອນຖ່ານຈາກສິ່ງທົດລອງທັງສາມສູດ T1, T2, T3 ໂດຍໃຊ້ເຕົາເຜົາ

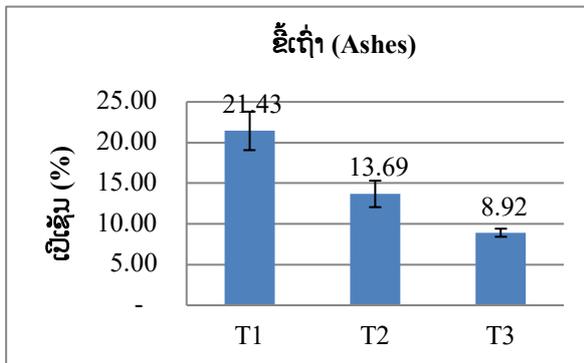
ພົບວ່າ ເປີເຊັນສານລະເຫີຍຂອງສິ່ງທົດລອງ ມີຄ່າເທົ່າກັບ 46.87%, 56.36% ແລະ 64.21% ຈາກຜົນການສຶກສາພົບວ່າ ເປີເຊັນສານລະເຫີຍຂອງສິ່ງທົດລອງ T2 ແລະ T3 ມີຄ່າສູງກວ່າ T1 .



ຮູບ 2 ຜົນຂອງການວິເຄາະເປີເຊັນຂອງເປີເຊັນສານລະເຫີຍ

- ເປີເຊັນຂີ້ເຖົ້າ

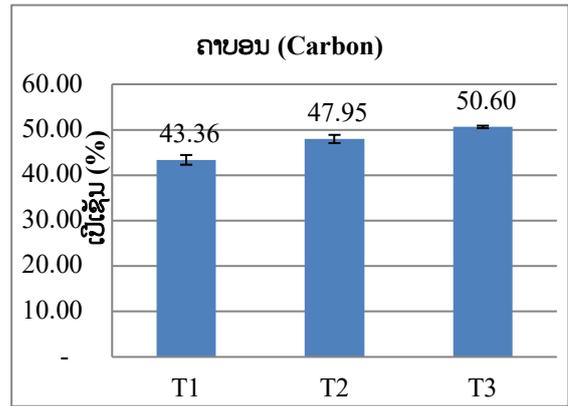
ຈາກການວິເຄາະຫາເປີເຊັນຂີ້ເຖົ້າໃນກ້ອນຖ່ານຈາກສິ່ງທົດລອງ T1, T2, T3 ພົບວ່າ ເປີເຊັນຂີ້ເຖົ້າຂອງສິ່ງທົດລອງ ເຊິ່ງມີຄ່າເທົ່າກັບ 21.43%, 13.69% ແລະ 8.92%; ຈາກຜົນການສຶກສາ ແທ້ໆ ເປີເຊັນຂີ້ເຖົ້າຂອງສິ່ງທົດລອງ T3 ມີຄ່າຕໍ່າກວ່າ T1, T2.



ຮູບ 3 ຜົນຂອງການວິເຄາະເປີເຊັນຂອງຂີ້ເຖົ້າ

- ເປີເຊັນຄາບອນ

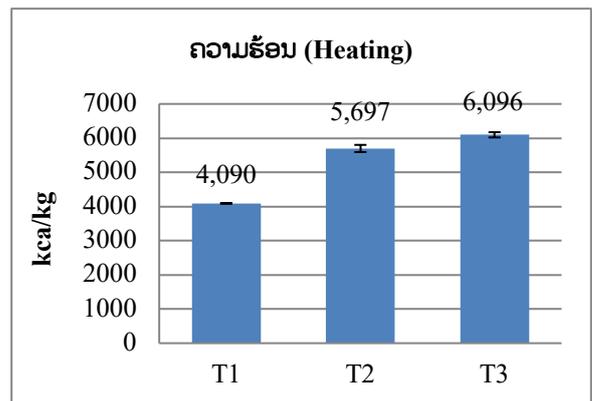
ການວິເຄາະຫາເປີເຊັນຄາບອນໃນກ້ອນຖ່ານຈາກສິ່ງທົດລອງ T1, T2, T3 ພົບວ່າ ເປີເຊັນຄາບອນມີຄ່າ ເທົ່າກັບ 43.36%, 47.95% ແລະ 50.60% ຕາມລຳດັບ, ໃນການສຶກສາ ພົບວ່າເປີເຊັນຄາບອນໃນສິ່ງທົດລອງ T2 ແລະ T3 ສູງກວ່າ T1.



ຮູບ 4 ຜົນຂອງການວິເຄາະເປີເຊັນຂອງເປີເຊັນຄາບອນ

- ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງ

ຈາກຜົນຂອງການວິເຄາະຄ່າຄວາມຮ້ອນ ໂດຍໃຊ້ວິທີການວິເຄາະໃນຮູບແບບຂອງ Bomb Calorific meter ທີ່ເອີ້ນວ່າ Ory Solid Caloric Value (OSCV) ຕາມມາດຕະຖານ ASTM 04809 ພົບວ່າຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງສິ່ງທົດລອງ T1, T2, T3 ມີຄ່າເທົ່າກັບ 4,090 Kcal/Kg, 5,697 Kcal/Kg ແລະ 6,096 Kcal/Kg. ເຊິ່ງຜົນຂອງການສຶກສາ ພົບວ່າ ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງສິ່ງທົດລອງ T2, T3 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງກວ່າ T1 ແລະ ຈາກຜົນການສຶກສາພົບວ່າ: ກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງ (RDF-5) ທີ່ມີປະສິດທິພາບສູງສຸດ ແລະ ມີຄຸນສົມບັດທີ່ເໝາະສົມຕາມ ເກນມາດຕະຖານ ແມ່ນສຸດສ່ວນປະສົມ T2 ແລະ T3. ເຊິ່ງທັງສອງສູດນີ້ໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນ ແລະ ຄຸນລັກສະນະທາງກາຍະພາບ ທີ່ດີກວ່າສູດອື່ນໆ ໃນການທົດລອງ.



ຮູບ 5 ຜົນຂອງການວິເຄາະຄ່າຄວາມຮ້ອນ

4.2 ສົມທຽບປະສິດທິພາບຄ່າທາງສະຖິຕິຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງຂີ້ເຫຍື້ອ RDF-5

ຈາກຜົນຂອງການວິເຄາະສະຖິຕິໃນຮູບແບບຂອງ Correlations ໂດຍນຳຕົວປຽນຕົ້ນຄິ ຄວາມຊຸ່ມ ແລະ ຕົວປຽນຕາມ ຄິ ຄວາມຮ້ອນ ພົບວ່າ ຄວາມສຳພັນທັງສອງໄປໃນທິດທາງບວກ 0.861 ໝາຍຄວາມວ່າ ເມື່ອພິຈາລະນາຜົນການທົດລອງ

ຂອງສູດທີ 3 ເຫັນວ່າ ເປີເຊັນຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າ ສິ່ງຜົນໃຫ້ຄ່າຄວາມ ຮ້ອນຂອງສູດທີ 3 ສູງຂຶ້ນຕາມ ແລະ ເມື່ອພິຈາລະນາສໍາປະສິດ ການພະຍາກອນ ພົບວ່າຄ່າ $R^2=0.74$ ນັ້ນໝາຍຄວາມວ່າ ຄວາມ ຊຸ່ມ ມີຄວາມສໍາພັນໄດ້ເຖິງ 74%.

ຄວາມສໍາພັນລະຫວ່າງຄາບອນ ແລະ ຄວາມຮ້ອນ ພົບ ວ່າ ຄວາມສໍາພັນໄປໃນທິດທາງບວກ 0.941 ເມື່ອພິຈາລະນາຈາກ ຜົນການທົດລອງຂອງສູດທີ 3 ເຫັນວ່າ ເປີເຊັນຄາບອນສູງ ສິ່ງຜົນ ໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງສູດທີ 3 ສູງຂຶ້ນຕາມ ເມື່ອພິຈາລະນາສໍາ ປະສິດການພະຍາກອນ ພົບວ່າຄ່າ $R^2=0.88$ ນັ້ນໝາຍຄວາມວ່າ ຄາບອນ ມີຄວາມສໍາພັນໄດ້ເຖິງ 88%.

ຄວາມສໍາພັນລະຫວ່າງສານລະເຫີຍ ແລະ ຄວາມຮ້ອນ ພົບວ່າ ຄວາມສໍາພັນໄປໃນທິດທາງບວກ 0.911 ເມື່ອພິຈາລະນາ ຈາກຜົນການທົດລອງຂອງສູດທີ 3 ເຫັນວ່າ ເປີເຊັນສານລະ ເຫີຍຕໍ່າ ສິ່ງຜົນໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງສູດທີ 3 ສູງຂຶ້ນຕາມ ເມື່ອ ພິຈາລະນາສໍາປະສິດການພະຍາກອນ ພົບວ່າຄ່າ $R^2=0.88$ ນັ້ນ ໝາຍຄວາມວ່າ ສານລະເຫີຍ ມີຄວາມສໍາພັນໄດ້ເຖິງ 88%.

ຄວາມສໍາພັນລະຫວ່າງຂີ້ເຖົ້າ ແລະ ຄວາມຮ້ອນ ແມ່ນມີ ຄວາມສໍາພັນໄປໃນທິດທາງລົບ -0.94 ເມື່ອພິຈາລະນາຈາກຜົນ ການທົດລອງຂອງສູດທີ 3 ເຫັນວ່າ ເປີເຊັນຂີ້ເຖົ້າຕໍ່າ ສິ່ງຜົນໃຫ້ຄ່າ ຄວາມຮ້ອນຂອງສູດທີ 3 ສູງຂຶ້ນຕາມ ເມື່ອພິຈາລະນາສໍາປະສິດ ການພະຍາກອນ ພົບວ່າຄ່າ $R^2=0.88$ ນັ້ນໝາຍຄວາມວ່າ ຂີ້ເຖົ້າ ມີຄວາມສໍາພັນໄດ້ເຖິງ 88%.

5. ອະພິປາຍຜົນ

ຈາກຜົນຂອງການທົດລອງຄັ້ງນີ້ ຈະເຫັນວ່າ ເປີເຊັນຄວາມ ຊຸ່ມຂອງກ້ອງເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງຂ້ອນຂ້າງຈະມີເປີເຊັນຄວາມຊຸ່ມສູງ ເນື່ອງຈາກວ່າຂັ້ນຕອນຂອງການອົບແມ່ນໃຊ້ອຸນຫະພູມໃນການ ອົບທີ່ຕໍ່າກວ່າ 150°C ແລະ ໃຊ້ເວລາໃນການອົບໜ້ອຍ ເຊິ່ງສິ່ງ ຜົນໃຫ້ກ້ອນເຊື້ອໄຟມີຄວາມຊຸ່ມສູງ ນອກຈາກນີ້ ສູດທີ 2 ແລະ ສູດທີ 3 ທີ່ມີເປີເຊັນຄວາມຊຸ່ມສູງກວ່າສູດ 1 ແມ່ນຂຶ້ນກັບຊະນິດວັດຖຸ ດິບທີ່ນໍາມາໃຊ້ໃນການເຮັດກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງ ແລະ ເມື່ອນໍາ ມາປຽບທຽບກັບຜົນການສຶກສາຂອງ ການ ວິລຸນພັນ ພ້ອມຄະ ນະ (2017) ພົບວ່າ ປະລິມານຄວາມຊຸ່ມ (Moisture content) ຄືການອົບທີ່ມີອຸນຫະພູມສູງ 150°C ເປັນເວລາ 24 ຊົ່ວໂມງ ຫຼື ອົບຈົນໃຫ້ນໍ້າໜັກຄືງທີ່ ຜົນທົດລອງໂດຍມີຄ່າຄວາມຊຸ່ມຢູ່ທີ່ 6.07%.

ຜົນການສຶກສາ ເປີເຊັນສານລະເຫີຍຂອງກ້ອນຖ່ານອັດ ແຫ່ງທັງສາມສູດແມ່ນມີຄ່າເປີເຊັນແຕກຕ່າງກັນ ເຊິ່ງເປີເຊັນສານ ລະເຫີຍຂອງສູດ (T3) ມີຄ່າສູງກວ່າ T2 ແລະ T1 ຕາມລຳດັບ

ເມື່ອພິຈາລະນາຜົນການສຶກສາພົບວ່າ ສູດທີ່ມີສ່ວນປະສົມຂອງ ກະໂປະໜາກພ້າວຫຼາຍແມ່ນມີເປີເຊັນສານລະເຫີຍສູງກວ່າສູດທີ່ ມີສ່ວນປະສົມທີ່ມີໃບໄມ້ ແລະ ເຈ້ຍ ເມື່ອປຽບທຽບຜົນການສຶກ ສາ ພົບວ່າ ມີເປີເຊັນສານລະເຫີຍຂອງກ້ອນຖ່ານອັດແຫ່ງຢູ່ທີ່ 46.87%, ເຊິ່ງມີຄວາມໃກ້ຄຽງກັບ ຜົນການສຶກສາຂອງ ປະຖົມ ສິກ (2019) ມີເປີເຊັນຂອງສານລະເຫີຍເທົ່າກັບ 46.67%.

ຈາກການວິເຄາະຫາຄ່າເປີເຊັນຂີ້ເຖົ້າຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟ ອັດແຫ່ງທັງສາມສິ່ງທົດລອງ ເຫັນວ່າ T3 ມີຄ່າເປີເຊັນເທົ່າ 8.92% ນ້ອຍກວ່າ T2 ແລະ T1 ຈາກຜົນຂອງການທົດລອງໄດ້ ຊີ້ໃຫ້ເຫັນວ່າ ສິ່ງທົດລອງທີ່ມີສ່ວນປະສົມຂອງກະໂປະໜາກພ້າວ ຫຼາຍ ຈະເຮັດໃຫ້ເປີເຊັນຂີ້ເຖົ້າຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງຕໍ່າກວ່າ ສິ່ງທົດລອງທີ່ມີສ່ວນປະສົມຂອງໃບໄມ້ ແລະ ເຈ້ຍ ເມື່ອທຽບ ຈາກຜົນການສຶກສາ ເຫັນວ່າ ເປີເຊັນຂີ້ເຖົ້າຂອງສິ່ງທົດລອງ T3 ແມ່ນມີຄວາມໃກ້ຄຽງກັບຜົນການສຶກສາຂອງ (ການ ແລະ ຄະນະ , 2017) ທີ່ໄດ້ສຶກສາການຜະລິດເຊື້ອໄຟຖ່ານອັດແຫ່ງ ຈາກເສດ ວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ ພົບວ່າເປີເຊັນຂີ້ເຖົ້າ 10.42%.

ຄ່າເປີເຊັນຄາບອນ ຂອງສິ່ງທົດລອງ T3 ມີຄ່າເທົ່າກັບ 50.60% ສູງກວ່າ T1 ແລະ T2 ເນື່ອງຈາກວ່າສູດ T3 ມີສ່ວນ ປະສົມກະໂປະໜາກພ້າວຫຼາຍກວ່າ ເຮັດໃຫ້ມີເປີເຊັນຄາບອນ ຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງສູງຂຶ້ນ ແລະ ສິ່ງຜົນໃຫ້ເກີດການເຜົາ ໄໝ້ເພີ່ມຂຶ້ນ, ຄວາມຮ້ອນເພີ່ມ ຜົນການສຶກສາຄັ້ງນີ້ແມ່ນຄວາມ ແຕກຕ່າງກັບຜົນການສຶກສາຂອງ ນະພາດາ ວິຊຽນພິງ ພ້ອມດ້ວຍ ຄະນະ (2020) ທີ່ພົບວ່າມີເປີເຊັນຄາບອນຄືງຕົວຢູ່ລະຫວ່າງ 13.14%.

ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງ ທັງ 3 ສິ່ງ ທົດລອງ ພົບວ່າ (T3) ສູງກວ່າ T2 ແລະ T1 ຈາກຜົນຂອງ ການວິເຄາະໄດ້ຊີ້ໃຫ້ເຫັນວ່າ ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດ ແຫ່ງ ທີ່ມີສ່ວນປະສົມຂອງກະໂປະໜາກພ້າວຫຼາຍ ສິ່ງຜົນໃຫ້ຄ່າ ຄວາມຮ້ອນສູງກວ່າ ຜົນຂອງການສຶກສາຄັ້ງນີ້ ພົບວ່າ ຄ່າຄວາມ ຮ້ອນທັງສາມສູດສູງກວ່າ ຜົນການສຶກສາຂອງ ນະພາດາ (2020) ພົບວ່າຄ່າຄວາມຮ້ອນຢູ່ລະຫວ່າງ 3,583, 4,225 Kcal/Kg ແລະ ຜົນການສຶກສາຂອງ ສຸພະໄຊ ທໍາມະສິລິຊັບ (2015) ພົບວ່າ ຄ່າ ຄວາມຮ້ອນແມ່ນຢູ່ລະຫວ່າງ 3,915.2 Kcal/Kg, 3,887.1 Kcal/Kg, 3,878.55 Kcal/Kg ແລະ 3,813.6 Kcal/Kg.

6. ສະຫຼຸບຜົນ

ການສຶກສາ ປະສິດທິພາບຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແຫ່ງຂີ້ ເຫຍື້ອ RDF-5 ຈາກເສດວັດສະດຸທໍາມະຊາດ ແລະ ວັດສະດຸ ເຫຼືອໃຊ້ ໄດ້ແກ່: ໃບໄມ້, ກະໂປະໜາກພ້າວ ແລະ ເຈ້ຍ ທີ່ມີ ອັດຕາສ່ວນປະສົມທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ໂດຍວິເຄາະຫາ ຄ່າຄວາມ

ຮ້ອນ, ເປີເຊັນຄວາມຊຸ່ມ, ເປີເຊັນສານລະເຫີຍ, ເປີເຊັນຄາບອນ ແລະ ເປີເຊັນຂີ້ເທົ່າ ເຊິ່ງຜົນຂອງການສຶກສາ ພົບວ່າ: ກ້ອນເຊື້ອໄຟ RDF-5 ສູດ T1, T2 ແລະ T3 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນເທົ່າກັບ 4,090 Kcal/Kg, 5,697 Kcal/Kg ແລະ 6,096 Kcal/Kg ຕາມລຳດັບ. ຈາກຜົນການສຶກສາພົບວ່າ: ກ້ອນເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງ (RDF-5) ທີ່ມີປະສິດທິພາບສູງສຸດ ແລະ ມີຄຸນສົມບັດທີ່ເໝາະສົມຕາມ ແກນມາດຕະຖານ ແມ່ນສູດສ່ວນປະສົມສູດ T3 ຊຶ່ງສູດນີ້ແມ່ນ ໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງ ແລະ ຄຸນລັກສະນະທາງກາຍະພາບທີ່ດີກວ່າສູດ T1, T2 ໃນການທົດລອງຄັ້ງນີ້. ນອກຈາກນັ້ນ ຜົນຂອງ ການວິເຄາະຄຸນລັກສະນະທາງກາຍະພາບ ພົບວ່າ: ເປີເຊັນຄວາມ ຊຸ່ມ T1, T2, T3 ມີຄ່າເທົ່າກັບ 10.26%, 16.26% ແລະ 17.95%; ເປີເຊັນຄ່າສານລະເຫີຍ ມີຄ່າເທົ່າກັບ 46.87%, 56.36% ແລະ 64.21%; ເປີເຊັນຂີ້ເທົ່າ ມີຄ່າເທົ່າກັບ 21.95%, 13.69%; ແລະ 8.92%, ເປີເຊັນຄາບອນໃນກ້ອນຖ່ານ ເທົ່າກັບ 43.36%, 47.95% ແລະ 50.60%; ຕາມລຳດັບ.. ຈາກການ ພິຈາລະນາຜົນການສຶກສາໂດຍລວມສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ ກ້ອນ ເຊື້ອໄຟ RDF-5 ສູດ T3 ມີປະສິດທິພາບດ້ານຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງ ແລະ ຄຸນລັກສະນະທາງກາຍະພາບດີກວ່າສູດອື່ນ ສ່ວນຜົນຂອງ ການວິເຄາະທາງສະຖິຕິພົບວ່າ ຄວາມສຳພັນໄປໃນທິດທາງບວກ ລະຫວ່າງຄ່າຄວາມຮ້ອນກັບປະລິມານຄາບອນ ແລະ ສານລະເຫີຍ

9. ເອກະສານອ້າງອີງ

- ກິດຕິພົງ ລາລຸນ, ສິມໂພດ ສຸດາຈັນ ແລະ ໄຊຍັນ ຈັນສິລິ. (2012). ການສຶກສາການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງຈາກຜົງຖ່ານ 3 ຊະນິດດ້ວຍກຽວອັດ ຖ່ານອັດແທ່ງ. ພາກວິຊາວິສະວະກຳກະເສດ, ຄະນະວິສະວະກຳສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລຂອນແກ່ນ (ພາສາໄທ).
- ການ ວິລຸນພັນ, ທະນາລັກ ສາຍປ່ຽນ ແລະ ພາກພູມ ໃຈສິມພູ. (2017). ການຜະລິດເຊື້ອໄຟຖ່ານອັດແທ່ງຈາກເສດວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ໃນການ ຜະລິດຂີ້ເທົ່າ. ສາຂາວິສະວະກຳອຸດສາຫະການ, ຄະນະວິສະວະກຳສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລເຕັກໂນໂລຊີຣາດຊະມິງຄິນລ້ານນາ ຕາກ (ພາສາໄທ).
- ສຸພະໄຊ ທຳມະສິລິຊັບ. (2015). ການສຶກສາການຜະລິດເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງຈາກຫຍ້າເນເປຍ ຄະນະວິທະຍາສາດ ມະຫາວິທະຍາໄລບຸລະພາ. ໜ. 10. (ພາສາໄທ).
- ສຳນັກງານມາດຕະຖານຜະລິດຕະພັນອຸດສາຫະກຳ (2004). ປະລິມານຄາບອນ. ໜ. 1 – 3. (ພາສາໄທ)
- ສຸທິລາ ສຸນທາລາລັກ. (2014). ປະລິມານສານລະເຫີຍ. ໜ. 1. (ພາສາໄທ).
- ນະພາດາ ວິຊຽນພົງ, ທະວິຊັບ ເຈືອພານິດ ແລະ ພອນນິພາ ມຽງແກ. (2020). ການຜະລິດເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງຈາກຍອງໜາກພ້າວປະສົມຊົມວນ ເຫຼືອຖິ້ມ ເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງຈາກຍອງໜາກພ້າວ ແລະ ຊົມວນສິ່ງເສດເຫຼືອ, ຄະນະວິທະຍາສາດ ແລະ ເຕັກໂນໂລຊີ ມະຫາວິທະຍາໄລຣາດຊະພັດຣາດຊະນະຄະລິນ. ໜ. 1. (ພາສາໄທ).

ໃນຂະນະດຽວກັນພົບວ່າ ປະລິມານຂີ້ເທົ່າສິ່ງຜົນໃນທິດທາງລົບຕໍ່ ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟ.

7. ຂໍ້ສະເໜີແນະ

ຜົນງານວິໄຈເປັນຖານຂໍ້ມູນໃຫ້ແກ່ການວາງແຜນໃນການ ຈັດການສິ່ງເສດເຫຼືອໃນອະນາຄົດເພື່ອຮອງຮັບການປ່ຽນແປງ ພະລັງງານ ແລະ ເປັນປະໂຫຍດຕໍ່ປະຊາຊົນໃນດ້ານການນຳໃຊ້ ປະໂຫຍດຈາກວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ໃນຄົວເຮືອນ.

ສຳລັບການຄົ້ນຄວ້າວິໄຈ ແມ່ນສະເໜີໃຫ້ມີການສຶກສາ ຄວາມຄຸ້ມທາງດ້ານຕົ້ນທຶນການຜະລິດ ແລະ ສະເໜີໃຫ້ມີການ ສຶກສາການນຳໃຊ້ສິ່ງເສດເຫຼືອຊະນິດອື່ນ ເພື່ອເປັນທາງເລືອກໃຫ້ ແກ່ປະຊາຊົນນຳເອົາໃຊ້ໃນການຜະລິດພະລັງງານທົດແທນໃນ ອະນາຄົດ.

8. ຂໍ້ຈຳກັດຂອງການຄົ້ນຄວ້າ

ການຄົ້ນຄວ້າຄັ້ງນີ້ແມ່ນກ່ຽວຂ້ອງການວິເຄາະຈາກຫ້ອງທົດ ລອງ ເຊິ່ງໄດ້ເຮັດໃຫ້ ມີຂໍ້ຈຳກັດ ແລະ ຂໍ້ຫຍຸ້ງຍາກຫຼາຍດ້ານ ເນື່ອງຈາກຍັງຂາດອຸປະກອນ ແລະ ເຄື່ອງມືທີ່ທັນສະໄໝ ແລະ ມີ ຂີດຈຳກັດໃນການເຂົ້າເຖິງແຫຼ່ງຂໍ້ມູນ ເປັນຕົ້ນ.