



Fuel Production from Para-Rubber Dung by Pyrolysis

Outhan Taylithy*¹, Somsavath Leuangtakoun², Lemthong Lathdavong³

Department of Physics, Faculty of Natural Sciences, National University of Laos, Lao PDR

Correspondence: Lemthong Lathdavong, Department of Physics, Faculty of Natural Sciences, National University of Laos, Tel: +856 2055120723; E-mail: l.lathdavong@nuol.edu.la

Article Info:

Submitted: November 20, 2025

Revised: December 10, 2025

Accepted: December 18, 2025

Abstract

This research aims to produce fuel from rubber using the pyrolysis method by studying three temperature levels (300, 350, and 400°C) and 20 kg of scrap rubber was used as a sample in the reactor. Using a slow pyrolysis process to evaluate their effects on the yield and properties of the fuel. Twenty kilograms of scrap rubber were processed in a stationary reactor. The reactor heating technique is to heat the hot steam box at 100°C with a fuel oil burner and control the temperature of the control unit at 30°C. The reactor operation takes 3 hours. The results showed that pyrolysis temperatures of 300°C, 350°C, and 400°C produced maximum fuel yields of 65wt%, 72wt%, and 61wt% by weight, respectively. From the analysis of fuel properties, it was found that the fuel obtained by pyrolysis at 350°C had the highest heating value of 39.1MJ/kg, high density and low viscosity, flash point-fire point at the temperature 25°C, and a minimum ash content of 0.5wt%. While the fuel obtained by pyrolysis at 400°C has a heating value of 36.8MJ/kg, low density, high viscosity and a maximum ash content of 1.3wt%. Therefore, for the pyrolysis of para-rubber dung, a temperature of 350°C is considered an appropriate temperature and can produce a relatively high amount of fuel.

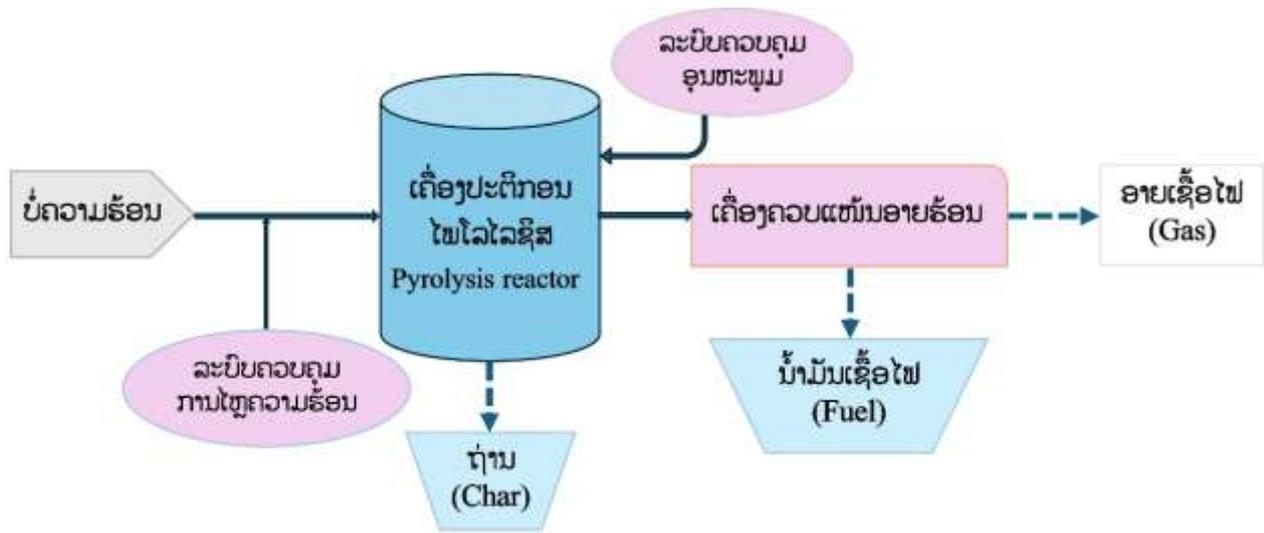
Keywords: Liquid fuel, Pyrolysis, Pyrolysis oil, Natural rubber

1. ພາກສະໜີ

ໃນປັດຈຸບັນ ສປປ ລາວ ມີການນຳໃຊ້ນ້ຳມັນເຊື້ອໄຟຈາກຍີໂຕລຽມເປັນຈຳນວນຫຼວງຫຼາຍ ທັງໃນພາກອຸດສະຫະກຳຕ່າງໆ ແລະ ການຂົນສົ່ງ ເຊິ່ງກຳລັງການຜະລິດນ້ຳມັນຢູ່ພາຍໃນປະເທດມີໜ້ອຍ ບໍ່ພຽງພໍຕາມຄວາມຕ້ອງການ, ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງຕ້ອງມີການນຳເຂົ້ານ້ຳມັນເຊື້ອໄຟຈາກຕ່າງປະເທດ. ຢ່າງໃດກໍຕາມ ປະລິມານນ້ຳມັນຈາກແຫຼ່ງຜະລິດຕາມທຳມະຊາດຢູ່ໃນໂລກມີແນວໂນ້ມທີ່ຈະລຸດລົງ ຈົນເຮັດໃຫ້ທົ່ວໂລກຫັນມາໃຫ້ຄວາມສຳຄັນໃນການນຳໃຊ້ນ້ຳມັນຢ່າງປະຢັດ ແລະ ສະແຫວງຫາຜະລັງງານທາງເລືອກ ຫຼື ຜະລັງງານທົດແທນເພື່ອນຳມາໃຊ້ແທນນ້ຳມັນເຊື້ອໄຟດັ່ງກ່າວ. ນ້ຳມັນຊີວະພາບທີ່ສາ ມາດຜະລິດໄດ້ໂດຍໃຊ້ວັດສະດຸຊີວະພາບ ຫຼື ຊີວະມວນ ເຊັ່ນ ວັດສະດຸທາງການກະສິກຳຕ່າງໆທີ່ຜ່ານຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ (pyrolysis process) ຈຶ່ງເປັນທາງເລືອກໜຶ່ງທີ່ໜ້າສົນໃຈໃນການນຳມາໃຊ້ເປັນຜະລັງງານທົດແທນ. ນອກຈາກມີການນຳໃຊ້ນ້ຳມັນຊີວະພາບໃນຊີວິດຕົວຈິງແລ້ວຍັງເປັນການຊ່ວຍລົດບັນຫາທາງສິ່ງແວດລ້ອມຈາກວັດສະດຸທີ່ເສດເຫຼືອໂດຍຈະຖືກນຳມາແປຮູບໃຫ້ເປັນວັດສະດຸທີ່ມີມູນຄ່າອີກດ້ວຍ.

ຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ເປັນຂະບວນທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບການແປຮູບຂອງກາກອຸດສະຫະກຳ ຫຼື ຜົນຜະລິດທາງກະສິກຳ, ເປັນຂະບວນການທາງເຄມີທີ່ເກີດມາຈາກການລະລາຍຕົວຂອງສານອິນຊີ ຫຼື ການລະລາຍໂມເລກຸນຂອງສານປະກອບ ຫຼື ວັດຖຸຕ່າງໆ ໃນສະພາວະຈຳກັດອັກຊີເຈນ ຫຼື ມີປະລິມານອັກຊີເຈນທີ່ໜ້ອຍຫຼາຍ, ໄລຍະເວລາທີ່ຢູ່ຂອງທາດອາຍແມ່ນສັ້ນ ດ້ວຍການຄວບແໜ້ນທາດອາຍທີ່ຜະລິດຈາກເຕົາປະຕິກອນຢ່າງໄວ-ກະທັນຫັນ ໂດຍບໍ່ມີການເຜົາ ໄໝ້ພາຍໃນລະບົບ ຈຶ່ງບໍ່ສົ່ງຜົນກະທົບທາງກົນອອກມາ, (Paul, 2013), (Rumaihi, 2022), (Sunil, 2022). ເຕັກໂນໂລຊີ ໄຟໂລໄລຊິສ ຊ່ວຍຢ່ອຍສະຫຼາຍຢ່າງ ຫຼື ຂີ້ເຫຍື້ອອິນຊີອື່ນໆດ້ວຍຄວາມຮ້ອນ ໃນສະພາບທີ່ບໍ່ມີອາກາດ ຫຼື ມີໜ້ອຍຫຼາຍ ທີ່ອຸນຫະພູມ ໃນລະຫວ່າງ 350-550° ຫຼື ສູງກວ່ານັ້ນ, (Bridgwater, 1999), (Miguel, 2013), (Lah, 2013). ໃນຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ກັບວັດສະດຸ ຫຼື ສິ່ງເສດເຫຼືອທາງອຸດສະຫະກຳ ສ່ວນຫຼາຍຈະໃຊ້ໃນອຸນຫະພູມສູງເຖິງ 900°C, (Danon, 2015), (Sung-seen, 2022), (Watcharapo, 2024).

ຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ໂດຍທົ່ວໄປມີຂັ້ນຕອນຂອງລະບົບການເຮັດວຽກ ດັ່ງສະແດງໃນແຜນວາດຮູບທີ 1.



ຮູບທີ 1. ສະແດງເຖິງຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ

ໃນຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ໄດ້ແບ່ງອອກເປັນ 3 ປະເພດຄື: ໄຟໂລໄລຊິສແບບຊ້າ (Slow Pyrolysis), ແບບໄວ (Fast Pyrolysis) ແລະ ແບບໄວຫຼາຍ (Flash pyrolysis) ທີ່ແຕກຕ່າງກັນໄປໃນແຕ່ງຂອງຂະບວນການ ແລະ ປະລິມານຜົນໄດ້ຮັບຂອງຜະລິດຕະພັນ, (Paj, 2023).

ຕາຕະລາງ 1. ສະແດງເຖິງປະເພດຂອງຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ

ປະເພດ	ຊ່ວງອຸນຫະພູມ [°C]	ອັດຕາໃຫ້ຄວາມຮ້ອນ [°C/mn]	ເວລາປະຕິກິລິຍາອາຍຮ້ອນ	ຜະຫຼິດຕະພັນຫຼັກ
ແບບຊ້າ	300 - 600	ຕໍ່າກວ່າ 80	1 ຫຼື ຫຼາຍກວ່າ 6 ຊົ່ວໂມງ	ຖ່ານ, ນ້ຳມັນ ແລະ ທາດອາຍ
ແບບໄວ	450-550	100-200	1-2 ວິນາທີ	ນ້ຳມັນ ແລະ ທາດອາຍ
ແບບໄວຫຼາຍ	600-1000	>1000	< 1 ວິນາທີ	ທາດອາຍ ແລະ ນ້ຳມັນ

ຜ່ານມາໄດ້ມີການສຶກສາຄົ້ນຄວ້າຢ່າງຫຼວງຫຼາຍກ່ຽວກັບຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ຂອງວັດສະດຸຢາງ ແລະ ຫຼາກຫຼາຍວັດສະດຸທາງກະສິກໍາ ໂດຍໃຊ້ເງື່ອນໄຂໃນຂະບວນການທີ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນເປັນຕົ້ນແມ່ນການໃຊ້ອັດຕາສ່ວນຂອງວັດຖຸດິບທີ່ນໍາມາເຜົາໄໝ້, (Khosravanipour, 2018); ອັດຕາການໄຫຼຂອງເຊື້ອໄຟທີ່ສິ່ງເຂົ້າໃນເຕົາປະຕິກອນເພື່ອເຜົາໄໝ້ວັດຖຸດິບ, (Rumaihi, 2022); ອຸນຫະພູມໃນການເຜົາໄໝ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນມ (Praveen, 2022), ແລະ ການຄວບຄຸມອຸນຫະພູມໃນການຄວບແໜ້ນທາດອາຍຮ້ອນ ເຫຼົ່ານີ້ເປັນຕົ້ນ.

(Montoya, 2015) ໄດ້ດໍາເນີນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ສໍາລັບເປືອກອ້ອຍ ໃນປະເທດ ໂຄໂລມເບຍ ໂດຍໃຊ້ເຕົາປະຕິກອນແບບ ຝລູໄດເບດ (fluidized bed), ໃນສະພາວະຂອງການ ໄຟໂລໄລຊິສ ແມ່ນໃຊ້ອຸນຫະພູມຢູ່ທີ່ 500°C, ອັດຕາການໄຫຼຂອງທາດອາຍ 5 L/min ແລະ ອັດຕາການປ້ອນຊີວະມວນແມ່ນ 2 kg/h. ຜົນການທົດລອງສາມາດໄດ້ຮັບຜະລິດຕະພັນນໍ້າມັນ 72.94 wt% ແລະ ໄດ້ປະລິມານເຕົາ 0.23 wt% ແລະ ທາດອາຍ. ຕົວປ່ຽນທີ່ສິ່ງຜົນຕໍ່ການ ໄຟໂລໄລຊິສ ແມ່ນອຸນຫະພູມ, ເມື່ອເພີ່ມອຸນຫະພູມຂຶ້ນ ຈະໄດ້ຮັບປະລິມານນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟເພີ່ມຂຶ້ນ.

(Mullen, 2021) ໄດ້ດໍາເນີນການຜະລິດນໍ້າມັນຊີວະພາບ ແລະ ຖ່ານ ຈາກແກນເຂົ້າໂຜດ ແລະ ຕົ້ນເຂົ້າໂຜດ ໂດຍໃຊ້ຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ, ໃຊ້ອຸນຫະພູມຢູ່ໃນເຕົາປະຕິກອນ 500°C. ຈາກຜົນການທົດລອງ ພົບວ່າ ປະລິມານຜົນຜະລິດນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟຈາກການ ໄຟ

ໂລໄລຊິສ ຕົ້ນເຂົ້າໂຜດ ແມ່ນ 60 wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ ແລະ ຄ່າຄວາມຮ້ອນ 20 MJ/kg, ແລະ ຄວາມໜາແໜ້ນຫຼາຍກວ່າ 1000 kg/m³; ສ່ວນຄວາມໜາແໜ້ນທີ່ໄດ້ ເມື່ອທຽບກັບຄວາມໜາແໜ້ນຂອງນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟ ຈາກການໄຟໂລໄລຊິສ ແກນເຂົ້າໂຜດ ມີຄ່າສູງກວ່າ 20-32 ເທົ່າ, ສ່ວນປະລິມານ ຖ່ານ ທີ່ໄດ້ຈາກຕົ້ນເຂົ້າໂຜດ ແມ່ນ 17.0 wt% ແລະ ໄດ້ຈາກ ແກນເຂົ້າໂຜດ ແມ່ນ 18.9 wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ.

(Oratai, 2016) ໄດ້ຜະລິດນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟຊີວະພາບ, ຖ່ານ ແລະ ທາດອາຍ ດ້ວຍຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ຈາກສິ່ງເສດເຫຼືອທາງການກະສິກໍາ 3 ຊະນິດ ໃນທ້ອງຖິ່ນ ແຂວງນະຄອນປະຕິມ (ໄທ) ຄື ເປືອກໜາກກ້ຽງ, ກາກອ້ອຍ (ເຫຍື້ອອ້ອຍ) ແລະ ເປືອກໜາກຂີ້ຫູດ ໃນອຸນຫະພູມຂອງເຕົາປະຕິກອນ 400°C. ໃນຂະບວນການໃຫ້ອັດຕາການໄຫຼຂອງເຊື້ອໄຟເຂົ້າໃນເຕົາປະຕິກອນ ດ້ວຍອັດຕາ 30 L/min ຜື່ອໄລ່ອາກາດອອກ ເປັນເວລາ 30 mn. ຜົນການທົດລອງພົບວ່າ ປະລິມານນໍ້າມັນທີ່ໄດ້ຈາກ ເປືອກໜາກຂີ້ຫູດ, ເປືອກໜາກກ້ຽງ ແລະ ກາກອ້ອຍ ແມ່ນ 33.16 wt%, 28.40 wt% ແລະ 20.10 wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ, ຕາມລຳດັບ. ໃນຂະນະທີ່ ເປືອກໜາກກ້ຽງມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງສຸດ ເທົ່າກັບ 22.39 MJ/kg ເຊິ່ງມີຄ່າສູງກວ່າ ເປືອກໜາກຂີ້ຫູດ ແລະ ກາກອ້ອຍ.

(Ahmad, 2015) ໄດ້ສຶກສາ ການໄຟໂລໄລຊິສ ຂີ້ເຫຍື້ອຢ່າງພລາສະຕິກ (ຖືງຢ່າງພລາສະຕິກແບບຫຸ້ງຫົ່ວ ເຊິ່ງຖືວ່າເປັນ polyethylene ທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ນຕໍ່າ) ເພື່ອຜະລິດນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟ.

ເຕົາປະຕິກອນໃຊ້ເຄື່ອງທຳຄວາມຮ້ອນດ້ວຍໄຟຟ້າ, ມີເຄື່ອງຄວບຄຸມອຸນຫະພູມຄວບແໜ້ນ ແລະ ລະບົບແປວໄຟ. ຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ແມ່ນດຳເນີນໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມ 300-450°C. ການທົດລອງໄດ້ໃຊ້ເວລາໃນການເດີນເຄື່ອງເຕົາປະຕິກອນ 1h ໂດຍການບັນທຶກເວລາເລີ່ມຈາກການເກີດແປວໄຟ. ຜົນການທົດລອງຜົບວ່າ ອຸນຫະພູມທີ່ເໝາະສົມທີ່ສຸດສຳລັບ ການໄຟໂລໄລຊິສ ຂີ້ເຫຍື້ອຢາງຜລາສະຕິກນີ້ ແມ່ນ 350°C ເຊິ່ງໃນອຸນຫະພູມນີ້ ສາມາດໄດ້ປະລິມານນ້ຳມັນເຊື້ອໄຟສູງສຸດ 52.6 wt% ໂດຍນ້ຳໜັກ. ນອກຈາກນີ້, ການວິເຄາະຫາຄຸນສົມບັດທາງກາຍະພາບຂອງນ້ຳມັນເຊື້ອໄຟທີ່ຜະລິດໄດ້ ມີຄວາມໃກ້ຄຽງກັບຄຸນສົມບັດຂອງນ້ຳມັນ Gasoline ຫຼາຍກວ່າຄຸນສົມບັດຂອງເຊື້ອໄຟໃນທາງການຄ້າອື່ນໆ.

ຈຸດປະສົງຂອງການຄົ້ນຄວ້າໃນຄັ້ງນີ້ ແມ່ນໄດ້ສຶກສາ ແລະ ວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງນ້ຳມັນເຊື້ອໄຟຈາກເສດຢາງຜລາ ດ້ວຍຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ. ອຸນຫະພູມ ໄຟໂລໄລຊິສ ແມ່ນ 300°C, 350°C ແລະ 400°C, ຕາມລຳດັບ. ໃນການສຶກສາຄັ້ງນີ້ ແມ່ນໃຊ້ອຸນຫະພູມໃນແຜງກອງຄວາມຮ້ອນ 100°C ແລະ ຜົນຂອງອຸນຫະພູມຄວບແໜ້ນ ແມ່ນຢູ່ທີ່ 30°C. ການສຶກສາໃນຄັ້ງນີ້ ແມ່ນຈະໄດ້ສຶກສາກ່ຽວກັບຜົນຜະລິດຂອງນ້ຳມັນເຊື້ອໄຟ, ຄຸນສົມບັດຕ່າງໆຂອງເຊື້ອໄຟ ເຊັ່ນ: ຄ່າຄວາມຮ້ອນ (Heating value), ຄວາມໜາແໜ້ນ (Density), ຄວາມໜຽວ (Kinetic viscosity), ຈຸດວາບໄຟ-ຈຸດຕິດໄຟ (Flash point-Fire point) ແລະ ປະລິມານ ເຖົ້າ (Ash) ທີ່ໄດ້ຈາກຂະບວນການ.

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ
2.1 ວັດຖຸດິບ

ເສດຢາງຜລາ ຄືຢາງທີ່ຕິດຢູ່ຕາມຮີດກົດຂອງຕົ້ນຢາງ, ຢາງທີ່ຕິດໃນກິ້ນຖ້ວຍ, ຢາງທີ່ຕິດກລົງຕາມຜົນ, ຢາງທີ່ຕິດຕາມພັດຊະນະບັນຈຸ, ຢາງທີ່ເສດເຫຼືອຈາກການແປຮູບທາງອຸດສະຫະກຳ, ເສດແຜ່ນຢາງຜລາດິບ,...



ຮູບທີ 2. ສະແດງຮູບຢາງຜລາແຕ່ລະປະເພດ.

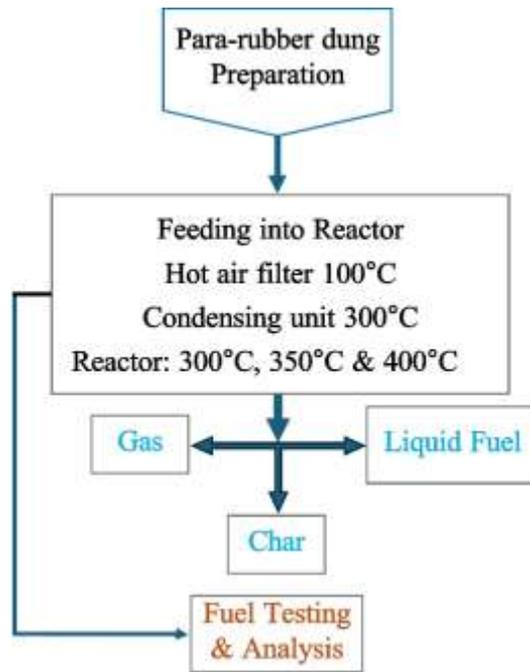
2.2 ຂັ້ນຕອນການທົດລອງ

ການກະກຽມຕົວຢາງ ເສດຢາງຜລາ ທີ່ນຳມາຈາກນ້ຳເສດຢາງຜລາຈາກການຂີດຢາງ, ເສດຢາງຈາກການແປຮູບໃນໂຮງງານອຸດສະຫະກຳ, ມາຕັດເປັນທ່ອນນ້ອຍໆໃຫ້ມີຂະໜາດ (ລວງກວ້າງ 2-3 cm, ລວງຍາວ 5-10 cm). ນ້ຳທ່ອນເສດຢາງທີ່ຕັດແລ້ວມາທຳຄວາມສະອາດ ແລະ ຫຼັງຈາກນັ້ນນຳໄປອົບດ້ວຍອຸນຫະພູມ 50-60°C ເພື່ອໄລ່ຄວາມຊຸ່ມ.



ຮູບທີ 3. ສະແດງຮູບ ເສດຢາງຜລາທີ່ອົບແຫ້ງ.

ການຜະລິດນ້ຳມັນເຊື້ອໄຟດ້ວຍຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ໄດ້ສະແດງຂັ້ນຕອນດຳເນີນການດັ່ງນີ້:



ຮູບທີ 3. ສະແດງ ຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ, (Nattadon, 2023).

ຂັ້ນຕອນໃນດໍາເນີນການ ໄຟໂລໄລຊິສ:

1. ດໍາເນີນການໃນການປະກອບຊຸດປະຕິກອນເພື່ອທໍາການ ໄຟໂລໄລຊິສ
2. ນໍາໃຊ້ຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສແບບຊ້າ (Slow pyrolysis process) ໃນອຸນຫະພູມຢູ່ລະຫວ່າງ 300-600 °C
3. ນໍາເອົາຕົວຢ່າງ ເສດຢາງຜະລາຈໍານວນ 20kg ໃສ່ລົງໃນຖັງປະຕິກອນ
4. ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນກັບກ່ອງອາຍຮ້ອນທີ່ອຸນຫະພູມ 100°C ດ້ວຍຊຸດເຕົາຄວາມຮ້ອນ ທີ່ໃຊ້ທາດອາຍເປັນເຊື້ອໄຟ ແລະ ຄວບຄຸມອຸນຫະພູມຂອງຊຸດຄວບແໜ້ນທີ່ອຸນຫະພູມ 30°C
5. ເມື່ອອຸນຫະພູມທັງສອງຈຸດໄດ້ຕາມຄໍາກໍານົດແລ້ວ, ເລີ່ມໃຫ້ຄວາມຮ້ອນກັບເຄື່ອງປະຕິກອນຕາມເງື່ອນໄຂ ໂດຍຈະຄວບແໜ້ນອາຍ

ຮ້ອນຈາກເຄື່ອງປະຕິກອນໃນອຸນຫະພູມ 300, 350 ແລະ 400°C, ຕາມລໍາດັບ

6. ເວລາໃນການເດີນເຄື່ອງເຕົາປະຕິກອນ ແມ່ນ 3 ຊົ່ວໂມງ
7. ປິດການທໍາງານຂອງເຕົາປະຕິກອນ, ປິດກ່ອງອາຍຮ້ອນ ແລະ ຢຸດການຄວບຄຸມຊຸດ ຄວບແໜ້ນ, ປ່ອຍໃຫ້ເຄື່ອງເຢັນຕົວລົງ ຈົນເຖິງອຸນຫະພູມທ້ອງທົດລອງ ແລ້ວຈຶ່ງນໍາເອົາ ນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ໄດ້ອອກຈາກເຕົາປະຕິກອນ
8. ນໍາເອົານໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ກັ່ນໄດ້ ໄປດໍາເນີນການວິເຄາະຫາຄຸນສົມບັດຕ່າງໆ ຢູ່ໃນຫ້ອງທົດລອງ.

2.3 ການວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງຜະລິດຕະພັນ

ນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ໄດ້ຈາກຂະບວນການຜະລິດ ແມ່ນໄດ້ດໍາເນີນການວິເຄາະຄຸນສົມບັດຕ່າງໆດ້ວຍເຄື່ອງມືທີ່ໄດ້ຕາມມາດຕະຖານ ດັ່ງສະແດງໃນຕາຕະລາງ 1.

ຕາຕະລາງ 1. ການວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງເຊື້ອໄຟ

ການວິເຄາະ (analysis)	ມາດຕະຖານ (standard)	ເຄື່ອງມື (instruments)
ຄ່າຄວາມຮ້ອນ (Heating value)	DIN 51900	Torino Bomb Calorimeter
ຄວາມໜາແໜ້ນ (Density)	ASTM D4052	Digital Scales
ຄວາມໜຽວ (Kinetic viscosity)	ASTM D445	Kinetic Viscosity Analyzer
ຈຸດວາຍໄຟ-ຈຸດຕິດໄຟ (Flash point-Fire point)	ASTM D93	Flash point - Fire point Set
ເຕົ້າ (Ash)	DIN EN7

3. ຜົນໄດ້ຮັບ

ການຜະລິດນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟຈາກຂະບວນການໄຟໂລໄລຊິສ ເຊິ່ງໄດ້ສຶກສາໃນອຸນຫະພູມ 300°C, 350°C ແລະ 400°C, ຕາມລໍາດັບ. ຜົນການທົດລອງ ໄດ້ປະລິມານນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟສະແດງໃນຕາຕະລາງ 2 ແລະ ຄ່າວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟ ສະແດງໃນຕາຕະລາງ 3.

ຈາກຕາຕະລາງ 2, ຜົນການທົດລອງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ອຸນຫະພູມ ໄຟໂລໄລຊິສທີ່ 300°C, 350°C ແລະ 400°C ໃຫ້ຜົນ

ຜະລິດເຊື້ອນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟໄດ້ປະລິມານສູງສຸດ 65wt%, 72wt%, and 61wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ, ຕາມລໍາດັບ.

ຈາກຕາຕະລາງ 3, ຜົນການວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟພົບວ່າ ນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ໄດ້ຈາກການໄຟໂລໄລຊິສໃນອຸນຫະພູມ 350°C ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງສຸດທີ່ 39.1MJ/kg, ມີຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນສູງ ແລະ ຄວາມໜຽວຕໍ່າ, ຄ່າຄວາມໜຽວເທົ່າ 1.3 cSt; ສໍາລັບຈຸດວາຍໄຟ-ຈຸດຕິດໄຟ ໃນອຸນຫະພູມໄຟໂລໄລຊິສ 350°C ນີ້ມີຄ່າ ຢູ່ທີ່ອຸນຫະພູມ 25°C ເຊິ່ງມີຄ່າເທົ່າກັນໃນທຸກອຸນຫະພູມທີ່ໄຟໂລໄລຊິສ

ໃນການທົດລອງ 300°C ແລະ 400°C, ແລະ ປະລິມານເຖົ້າມີຄ່າຕໍ່າສຸດ 0.525 wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ. ໃນຂະນະທີ່ນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ໄດ້ຈາກການໄຟໂລໄລຊິສໃນອຸນຫະພູມ 300°C ແລະ 400°C ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນ 37.9MJ/kg ແລະ 36.89MJ/kg, ຕາມລຳດັບ ແລະ ມີຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນຕໍ່າ. ສ່ວນຄ່າຄວາມໜຽວໃນອຸນຫະພູມ 300°C ແລະ 400°C ມີຄ່າເທົ່າ 1.6 cSt ແລະ 2.3cSt, ຕາມລຳດັບ. ປະລິມານເຖົ້າໃນອຸນຫະພູມ 350°C ມີຄ່າ 0.525wt%, ສ່ວນໃນອຸນຫະພູມ 300°C ມີຄ່າ 0.625wt%, ແລະ ສ່ວນໃນອຸນຫະພູມ 400°C ມີຄ່າສູງສຸດເຖິງ 1.3%wt ເມື່ອປຽບທຽບກັບໃນເງື່ອນໄຂອຸນຫະພູມ 350°C ແມ່ນມີຄ່າສູງກວ່າ 50%.

4. ວິພາກຜົນ

ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້ເມື່ອປຽບທຽບກັບ ການໄຟໂລໄລຊິສ ຂີ້ເຫຍື້ອຢາງພລາສະຕິກ ເພື່ອຜະລິດນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟ, (Ahmad, 2015) ເຊິ່ງຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ດັ່ງກ່າວ ແມ່ນດຳເນີນໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມ 300°C - 450°C. ຜົນການທົດລອງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ອຸນຫະພູມທີ່ເໝາະສົມທີ່ສຸດສຳລັບ ການໄຟໂລໄລຊິສ ຂີ້ເຫຍື້ອຢາງພລາສະຕິກແມ່ນ 350°C ເຊິ່ງແມ່ນອຸນຫະພູມທີ່ສາມາດໄດ້ປະລິມານນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟ 52.6 wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ. ເມື່ອປຽບທຽບກັບຜົນການທົດລອງ ທີ່ເອົາເສດຢາງພະລາມາທຳການ ໄຟໂລໄລຊິສ ແລະ ໃນເງື່ອນໄຂອຸນຫະພູມ 350°C ເທົ່າກັນ, ແຕ່ໄດ້ຜະລິດຕະຜົນນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟມີປະລິມານສູງເຖິງ 72wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ ເຊິ່ງມີປະລິມານທີ່ສູງກວ່າເຖິງ 27%. ດັ່ງນັ້ນ ສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ ຢາງພະລາ ມີໂອກາດທີ່ໃຫ້ປະລິມານເຊື້ອໄຟທີ່ສູງກວ່າ ຢາງພລາສະຕິກ;

ການທົດລອງທີ່ໃຊ້ການ ໄຟໂລໄລຊິສ ໃນເງື່ອນໄຂອຸນຫະພູມເຕົາປະຕິກອນ 400°C, (Oratai, 2016) ທີ່ໄດ້ຜະລິດນໍ້າມັນຊີວະພາບຈາກສິ່ງເສດເຫຼືອທາງກະສິກຳເຊັ່ນ ໃຊ້ເປືອກໝາກກ້ຽງ, ກາກອ້ອຍ ແລະ ເປືອກໝາກຂີ້ຫູດ. ຜົນການທົດລອງແມ່ນໄດ້ປະລິມານນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ສູງສຸດແມ່ນ 33.16 wt%, 28.40 wt% ແລະ 20.10 wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ, ຕາມລຳດັບ. ໃນຂະນະທີ່ ເປືອກໝາກກ້ຽງມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງສຸດກວ່າໝູ່ ເທົ່າກັບ 22.39 MJ/kg, ເມື່ອປຽບທຽບກັບການ ໄຟໂລໄລຊິສ ເສດຢາງພະລາໃນຄັ້ງນີ້ ທີ່ໄດ້ປະລິມານນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟສູງເຖິງ 72wt% ແລະ ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງເຖິງ 39.1MJ/kg ເຊິ່ງມີຄ່າສູງກວ່າຫຼາຍ. ສະແດງວ່າ ເສດຢາງພະລາໃນຄັ້ງນີ້ ມີໂອກາດທີ່ໃຫ້ປະລິມານນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟສູງກວ່າສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກກະສິກຳ;

ອີກໜຶ່ງການທົດລອງທີ່ໃຊ້ການ ໄຟໂລໄລຊິສ, ແຕ່ໃຊ້ເງື່ອນໄຂອຸນຫະພູມຂອງເຕົາປະຕິກອນ 500°C, (Mullen, 2021) ເຊິ່ງແມ່ນອຸນຫະພູມທີ່ສູງກວ່າໃນການທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້ ແລະ ໄດ້ໃຊ້ແຖນເຂົ້າໂຜດ ແລະ ຕົ້ນເຂົ້າໂຜດ ເປັນຕົວຢ່າງໃນການທົດລອງ. ຈາກຜົນການທົດລອງພົບວ່າ ປະລິມານນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ໄດ້ສູງສຸດແມ່ນຕົ້ນເຂົ້າໂຜດ ມີຄ່າສູງເຖິງ 60 wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ, ແລະ ຄ່າຄວາມຮ້ອນ 20 MJ/kg. ເມື່ອປຽບທຽບກັບຜົນການທົດລອງໂດຍໃຊ້ຢາງພະລາໃນຄັ້ງຄັ້ງນີ້ ກໍຍັງມີຄ່າທີ່ຕໍ່າກວ່າ.

5. ສະຫຼຸບ

ການຜະລິດນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟຈາກເສດຢາງພະລາດ້ວຍຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊິສ ໃນຄັ້ງນີ້, ປະລິມານນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ໄດ້ຮັບໃນ

ອຸນຫະພູມການເຜົາໄໝ້ 300°C, 350°C ແລະ 400°C ມີຄ່າສູງສຸດເທົ່າ 65wt%, 72wt% ແລະ 61wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ, ຕາມລຳດັບ. ການວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟພົບວ່າ ນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ໄດ້ຈາກອຸນຫະພູມ ໄຟໂລໄລຊິສທີ່ອຸນຫະພູມ 350°C ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງສຸດ 39.1MJ/kg, ສຳລັບຈຸດວາບໄຟ-ຈຸດຕິດໄຟ ມີຄ່າຢູ່ທີ່ອຸນຫະພູມ 25°C ເຊິ່ງມີຄ່າເທົ່າກັນໃນທຸກອຸນຫະພູມທີ່ ໄຟໂລໄລຊິສໃນຄັ້ງນີ້, ແລະ ປະລິມານເຖົ້າມີຄ່າຕໍ່າສຸດ 0.525 wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ. ໃນຂະນະທີ່ນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ໄດ້ຈາກອຸນຫະພູມ ໄຟໂລໄລຊິສ ໃນອຸນຫະພູມ 400°C ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນ 36.8MJ/kg, ຄວາມໜາແໜ້ນຕໍ່າ, ຄວາມໜຽວມີຄ່າສູງ, ປະລິມານເຖົ້າມີຄ່າສູງສຸດເຖິງ 1.3wt% ໂດຍນໍ້າໜັກ. ດັ່ງນັ້ນ ຈຶ່ງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ອຸນຫະພູມທີ່ເໝາະສົມສຳລັບ ຂະບວນການໄຟໂລໄລຊິດຈາກເສດຢາງພະລາ ທີ່ອຸນຫະພູມ 350°C ສາມາດໄດ້ນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟ ໃນປະລິມານທີ່ສູງ ແລະ ປະລິມານເຖົ້າມີໜ້ອຍ, ແລະ ເປັນອຸນຫະພູມທີ່ດີທີ່ສຸດ ສຳລັບຂະບວນການເຜົາໄໝ້ໃນການດຳເນີນການທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້.

6. ຄຳຂອບໃຈ

ຂໍຂອບໃຈເປັນຢ່າງສູງຕໍ່ ບໍລິສັດສະແຕນດາດລາວ ຄອນໂທລຈຳກັດ ທີ່ໄດ້ປະກອບສ່ວນໃຫ້ທຶນສະໜັບສະໜູນອຸປະກອນການທົດລອງທີ່ຄິດຊຸດໃຫ້ແກ່ການວິໄຈໃນຄັ້ງນີ້ ແລະ ຍັງໄດ້ອໍານວຍຄວາມສະດວກໃນການນຳໃຊ້ເຄື່ອງມືທີ່ມີຄຸນນະພາບສູງ ແລະ ໄດ້ມາດຕະຖານສາກົນ ໃນການວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟ ໃນຄັ້ງນີ້ດ້ວຍ.

7. ຂໍ້ຄັດແຍ້ງ

ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິຍານຕົນວ່າ ຂໍ້ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ້ງທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອປະໂຫຍດໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໃດພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດ ໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

8. ເອກະສານອ້າງອີງ

Ahmad, T. Y., Agus, P., Muhammad, A. A. and Rizki, L. (2015). Pyrolysis of plastic waste to produce pyrolysis oil as an alternative Fuel. *International Journal of Technology*, 7, 1076-1083.

Bridgwater, D., Meier, A. D. and Radlein, D. (1999). An overview of fast pyrolysis of biomass. *Organic geochemistry*, 30(12), 1479-1493.

Danon, B., De Villiers, A. and Gørgen, J. F. (2015). Elucidation of the different devolatilization zones of type rubber pyrolysis using TGA-MS. *Thermochimica Acta*, 6(14), 59-61.

Khosravanipour, M., Ali, S., Drogui, P. and Tyagi, R. D. (2018). A review of recent research and developments in fast pyrolysis and bio-oil upgrading. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 8(3), 739-773.

- Lah, B., Klinar, D. and Likozar, B. (2013). Pyrolysis of natural, butadiene, styrene–butadiene rubber and tires components: Modelling kinetics and transport phenomena at different heating rates and formulations. *Chemical Engineering Science*, 87, 01-13.
- Miguel, M., Cabrita, R., Gulyurtlu, I. and Cabrita, I. (2013). Pyrolysis of rubber tyres wastes: A kinetic study. *Fuel*, 103, 542-552.
- Montoya, J. I., Valdes, C., Chejne, F., Gomez, C. A., Blanco, A. and Marrugo, G. (2015). Bio-oil production from Colombian bagasse by fast pyrolysis in a fluidized bed: An experimental study. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 112, 379-387.
- Mullen, C. A., Boateng, A. A., Goldberg, N. M., Lima, I. M., Laird, D. A. and Hicks, K. B. (2021). Bio-oil and bio-char production from corn cobs and stover by fast pyrolysis. *Biomass and Bioenergy*, 34(1), 67-74.
- Nattadon, P., Keyoon, D., Snunkhaem, E., Chinnapat, T., Kumpanat, C. and Phadungsak, R. (2023). Improving fuel quality from plastic bag waste pyrolysis by controlling condensation temperature. *Science Direct*, 9, 125-138.
- Oratai, W., Maliwan, U., Chonthicha, C. and Ekarachan, C. (2016). Pyrolysis of agricultural residues in the local area of Nakhon Pathom Province. *Journal of Thai Interdisciplinary Research*, 11(3), 46-53.
- Paj, M., Korhonen, A., Saarimaa, P. and Fagerlund, T. (2023). A Review of Pyrolysis Technologies and the Effect of Process Parameters on Biocarbon Properties. *Energies*, 16(9), 6936.
- Paul, T. W., Sun, L. M. and Wu, C. (2013). Pyrolysis of waste tyres: A review. *Waste Management*, 33(8), 1714-1728.
- Praveen, K. G., Amit, K., Krishna, M., Wei-Hsin, C., Alok, P. and Leonidas, M. (2022). Experimental Investigation on Pyrolysis of Domestic Plastic Wastes for Fuel Grade Hydrocarbons. *Processes*, 11(1), 01-15.
- Rumaihi, A. Al., Muhammad, G., Gordon, M., Hamish, M. and Tareq, A. (2022). A review of pyrolysis technologies and feedstock: A blending approach for plastic and biomass towards optimum biochar yield. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 112-715.
- Sung-seen, C. (2022). Characteristic of the pyrolysis patterns of styrene-butadiene rubbers with differing microstructures. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 62(2), 319-330.
- Sunil, S. and Anchal, C. (2022). Fuels from Plastic Waste a Renewable Source: A Review. *Advances in Applied Science*, 11(11), 01-09.
- Watcharapo, P., Aphichit, S., Chokchai, S., Phitsanu, P., Surasak, K., Thongsook, P., Chinnapat, T., Kumpanat, C. and Keyoon, D. (2024). Production of Fuel from Rubber Dung by Pyrolysis. *Journal of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University*, 2, 11-22.

ຕາຕະລາງ 2. ປະລິມານນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ຜະລິດໄດ້ຈາກຂະບວນການ ໄຟໂລໄລຊີສ ເສດຢາງຜະລາ.

Temperature (°C)	Fuel Yield (wt%)
300	65
350	72
400	61

ຕາຕະລາງ 3. ຄຸນສົມບັດຂອງນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟ.

Temperature (°C)	Heating Value (MJ/kg)	Density (kg/m ³)	Viscosity (cSt)	Flash Point (°C)	Ash Content (wt%)
300	37.9	824.1±3.6	1.6±0.2	25±0.3	0.625±0.1
350	39.1	830.23±2.4	1.3±0.7	25±0.2	0.525±0.1
400	36.8	813.32±2.8	2.3±0.4	25±0.5	1.325±0.1

