



ບົດວິທະຍານິພົນປະລິນຍາໂທ

ການສຶກສາການອັດຖ່ານທີ່ໃຫ້ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນຍາວກວ່າຖ່ານ  
ອັດທຳມະດາດ້ວຍການນຳໃຊ້ແຫຼ່ງວັດຖຸດິບທີ່ແຕກຕ່າງກັນ  
**A Study of Coal Briquettes Produces more Heat  
Energy than Conventional Briquettes by Using  
Different Sources of Raw Materials**

ຂຽນໂດຍ

ທ້າວ ກອນ ນັກຄະວົງ

ສາຂາວິຊາ ກະສິກຳ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມປ່າໄມ້

ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້

ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ

2024

ການສຶກສາການອັດຖ່ານທີ່ໃຫ້ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນຍາວກວ່າຖ່ານ  
ອັດທຳມະດາດ້ວຍການນຳໃຊ້ແຫຼ່ງວັດຖຸດິບທີ່ແຕກຕ່າງກັນ  
**A Study of Coal Briquettes Produces more Heat  
Energy than Conventional Briquettes by Using  
Different Sources of Raw Materials**

ພາຍໃຕ້ການຊີ້ນຳ-ນຳພາ ໂດຍ:

ອາຈານທີ່ປຶກສາ: ຮສ.ປອ. ວົງປະສິດ ຈັນທະຄຸນ

ອາຈານຜູ້ຊ່ວຍທີ່ປຶກສາ: ອຈ.ປທ. ເບີນ ດອນສະຫວັນ

ວິທະຍານິພົນເຫຼັ້ມນີ້

ເປັນຜົນງານການສຶກສາ ຕາມເງື່ອນໄຂການສຳເລັດຫຼັກສູດ

ລະດັບປະລິນຍາໂທ

ສາຂາວິຊາ ກະສິກຳ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມປ່າໄມ້

ຄະນະວິຊາ ກະເສດສາດ ແລະ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້

ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ

ຂຽນໂດຍ

ທ້າວ ກອນ ນັກຄະວົງ

# **A Study of Coal Briquettes Produces more Heat Energy than Conventional Briquettes by Using Different Sources of Raw Materials**

**Under the Guidance of**

**Advisor: Assoc. Prof. Dr. Vongpasith Chanthakhoun**

**Co-advisor: Bern Donesavanh, M.A**

**Thesis Submitted**

**In Partial Fulfillment of the Requirements**

**For the Degree of**

**Master Program in Agriculture and Forestry**

**Environment**

**Agriculture and Forest Environment Program**

**Faculty of Agriculture and Forest Resource**

**Souphanouvong University**

**By**

**Kone NACKAVONG**

**2024**

ການສຶກສາການອັດຖ່ານທີ່ໃຫ້ຜະລິດງານຄວາມຮ້ອນຍາວກວ່າຖ່ານອັດ  
ທຳມະດາດ້ວຍການນຳໃຊ້ແຫຼ່ງວັດຖຸດິບທີ່ແຕກຕ່າງກັນ  
ຂຽນໂດຍ  
ທ້າວ ກອນ ນັກຄະວົງ

ຄະນະກຳມະການຮັບຮອງບົດວິທະຍານິພົນ

ທີ່ປຶກສາວິທະຍານິພົນ

1. ທ່ານ ຮສ. ປອ. ວົງປະສິດ ຈັນທະຄຸນ .....

ຜູ້ຊ່ວຍທີ່ປຶກສາວິທະຍານິພົນ

2. ທ່ານ ອຈ. ປທ. ເບີ້ນ ດອນສະຫວັນ .....

ຄະນະກຳມະການ ປ້ອງກັນບົດວິທະຍານິພົນ

1. ທ່ານ ອຈ. ປອ. ຊຸ່ງ ເບຣ່ຍເຕຍ .....

2. ທ່ານ ອຈ. ປອ. ພອນສະຫວັນ ພຸດທະໄຊ .....

3. ທ່ານ ອຈ. ປອ. ນ. ຄານຕາວັນ ພິມລາຊາບຸດ .....

4. ທ່ານ ປອ. ອຸໄທ ສຸກຂີ້ .....

5. ທ່ານ ອຈ. ປອ. ພອນວິໄລ ສິລິວົງ .....

ວັນທີ.....

ຄະນະບໍດີ

**ການສຶກສາການອັດຖານທີ່ໃຫ້ຜະລິດງານຄວາມຮ້ອນຍາວກວ່າຖານ  
ອັດທຳມະດາດ້ວຍການນຳໃຊ້ແຫຼ່ງວັດຖຸດິບທີ່ແຕກຕ່າງກັນ**

**ທ້າວ ກອນ ນັກຄະວົງ**

**ສາຂາ ວິຊາກະສິກຳ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມປ່າໄມ້, ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້  
ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ**

**ບົດຄັດຫຍໍ້**

ການສຶກສາທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້ ແມ່ນມີຈຸດປະສົງ (1) ເພື່ອສຶກສາຄວາມເປັນໄປໄດ້ຂອງແຫຼ່ງໄມ້ວັດຖຸດິບ (ໄມ້ສັກ, ໄມ້ດູ່ ແລະ ໄມ້ຕົ້ວ) ມາເປັນສ່ວນປະສົມຂອງຖານອັດແທ່ງ ແລະ (2) ເພື່ອປຽບທຽບການນຳໃຊ້ສັດສ່ວນປະສົມທີ່ແຕກຕ່າງກັນໃນການເຮັດຖານອັດແທ່ງ ເຊິ່ງໄດ້ປະຕິບັດຢູ່ພື້ນທີ່ສາທິດການທົດລອງ ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ, ແຂວງຫຼວງພະບາງ ໂດຍໄດ້ໃຊ້ເວລາທັງໝົດ 91 ວັນ ເລີ່ມແຕ່ 12/09-12/12/2023 ຈຶ່ງສຳເລັດ. ການທົດລອງ ໄດ້ແບ່ງອອກເປັນ 2 ການທົດລອງຄື: ການທົດລອງທີ 1: ສຶກສາຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຖານໃນການໃຫ້ຜະລິດງານຄວາມຮ້ອນ, ໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ ແລະ ອຸນຫະພູມເວລານໍ້າຝົດ ດ້ວຍການນຳໃຊ້ປະເພດຖານໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ເຊິ່ງໄດ້ນຳໃຊ້ຮູບແບບການທົດລອງ Completely Randomized Design (CRD) ປະກອບມີ 3 ສິ່ງທົດລອງ ແລະ 3 ຊໍ້າ. ສຳລັບສິ່ງທົດລອງປະກອບດ້ວຍ: T1 = ຖານໄມ້ສັກ, T2 = ຖານໄມ້ດູ່ ແລະ T3 = ຖານໄມ້ຕົ້ວ ທີ່ມີປະລິມານຂອງແຕ່ລະສິ່ງທົດລອງແມ່ນ 500 ກຼາມ. ສ່ວນການທົດລອງ 2: ສຶກສາຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຖານໃນການໃຫ້ຜະລິດງານຄວາມຮ້ອນ, ໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ ແລະ ອຸນຫະພູມເວລານໍ້າຝົດ ດ້ວຍການນຳໃຊ້ຖານອັດແທ່ງ ດ້ວຍການນຳໃຊ້ຮູບແບບທົດລອງ Completely Randomized Design (CRD) ປະກອບມີ 4 ສິ່ງທົດລອງ ແລະ 3 ຊໍ້າ. ເຊິ່ງແຕ່ລະສິ່ງທົດລອງ ແມ່ນປະກອບມີສ່ວນປະສົມ (ຖານໄມ້ສັກບົດ, ແກບເຜົາ, ຖານຫີນບົດ, ແປ້ງມັນຕົ້ນ ແລະ ປູນຊີມັງ) ໃນອັດຕາສ່ວນແຕກຕ່າງກັນ.

ຜົນໄດ້ຮັບໃນການທົດລອງທີ 1 ພົບວ່າໄລຍະເວລາຂອງຖານໃນການຕິດໄຟ ແມ່ນຖານໄມ້ສັກຕິດໄຟໄວກວ່າໝູ່ໂດຍໃຊ້ເວລາ 1.03ນາທີ, ຖານໄມ້ຕົ້ວໃຊ້ເວລາ 1.17ນາທີ ແລະ ຖານໄມ້ດູ່ໃຊ້ເວລາ 1.23ນາທີ; ສ່ວນອຸນຫະພູມຂອງໄຟໄລຍະຖານຖືກໄໝ້ຈົນໝົດສູງກວ່າໝູ່ ແມ່ນຖານໄມ້ສັກຢູ່ທີ່ 508.5, ຖານໄມ້ຕົ້ວ 486.1, ຖານໄມ້ດູ່ 471.5; ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖານໝົດຈົນກາຍເປັນຂີ້ເຖົ້າຖານ ໄມ້ສັກໃຊ້ເວລາດົນກວ່າໝູ່ ໂດຍໃຊ້ເວລາ 3.23 ຊົ່ວໂມງ, ຖານໄມ້ຕົ້ວໃຊ້ເວລາ 3.13 ຊົ່ວໂມງ, ຖານໄມ້ດູ່ໃຊ້ເວລາ 3.03 ຊົ່ວໂມງ. ຈາກຜົນການທົດລອງສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ T1 = ຖານໄມ້ສັກ ແມ່ນໃຫ້ຄວາມຮ້ອນ ແລະ ໃຊ້ເວລາເຜົາໄໝ້ດົນກວ່າໝູ່.

ຜົນການທົດສອບໃນການທົດລອງທີ 2 ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າໄລຍະເວລາຂອງຖານໃນການຕິດໄຟ ແມ່ນ T1 ຕິດໄຟໄວກວ່າໝູ່ໂດຍໃຊ້ເວລາ 4.1 ນາທີ, T2 ໃຊ້ເວລາ 6.3 ນາທີ, T3 ໃຊ້ເວລາ 7.3 ນາທີ ແລະ T4ໃຊ້ເວລາ 8.6 ນາທີ; ອຸນຫະພູມຂອງໄຟໄລຍະຖານຖືກໄໝ້ຈົນໝົດສູງກວ່າໝູ່ ແມ່ນ T1 ຢູ່ທີ່ 364.1, T3 ຢູ່ທີ່ 355.6, T4 ຢູ່ທີ່ 316.8 ແລະ T2 ຢູ່ທີ່ 306.1; ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖານໝົດຈົນກາຍເປັນຂີ້ເຖົ້າ T1 ໃຊ້ເວລາດົນກວ່າໝູ່ ໂດຍໃຊ້ເວລາ 4.4 ຊົ່ວໂມງ, T4 ໃຊ້ເວລາ 3.8 ຊົ່ວໂມງ, T2 ໃຊ້ເວລາ 3.7 ຊົ່ວໂມງ ແລະ T3 ໃຊ້ເວລາ 3.7 ຊົ່ວໂມງ; ອຸນຫະພູມຂອງນໍ້າໄລຍະສະເລ່ຍສູງກວ່າໝູ່ ແມ່ນ T3 ຢູ່ທີ່ 84.6, T4 ຢູ່ທີ່ 84.1, T1 ຢູ່ທີ່ 83.3 ແລະ T2 ຢູ່ທີ່ 81; ຄວາມຊຸ່ມຂອງຖານໂດຍວັດຈາກເຄື່ອງພາລາມີເຕີເຫັນວ່າ T1ມີຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າກວ່າໝູ່ຢູ່ທີ່ 7.3%, T4 ມີຄວາມຊຸ່ມຢູ່ທີ່ 8.1%, T3 ມີຄວາມຊຸ່ມຢູ່ທີ່ 9.5% ແລະ T2 ມີຄວາມຊຸ່ມຢູ່ທີ່ 11.1%; ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າສູງກວ່າໝູ່ ແມ່ນ T4 ມີປະລິມານຢູ່ທີ່ 451.5 ກຼາມ, T2 ມີປະລິມານຢູ່ທີ່ 324.7 ກຼາມ, T3 ມີປະລິມານຂີ້ເຖົ້າຢູ່ທີ່ 322.7 ກຼາມ

ແລະ T1 ມີປະລິມານຂີ້ເຖົ້າຢູ່ທີ່ 247.7 ກຼາມ; ຜົນຈາກການວິໄຈຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນຈາກຫ້ອງວິໄຈເຫັນວ່າ T1 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງກວ່າໝູ່ຢູ່ທີ່ 3,580 ແຄຣໍລີ/ກຼາມ, T3 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນຢູ່ທີ່ 3,429 ແຄຣໍລີ/ກຼາມ, T2 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນຢູ່ທີ່ 3,223 ແຄຣໍລີ/ກຼາມ ແລະ T4 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນຢູ່ທີ່ 2,797 ແຄຣໍລີ/ກຼາມ; ຜົນຈາກການວິໄຈຫາຄ່າຄາບອນຈາກຫ້ອງວິໄຈເຫັນວ່າ T1 ມີຄ່າຄາບອນສູງກວ່າໝູ່ຢູ່ທີ່ 43.6%, T3 ມີຄ່າຄາບອນຢູ່ທີ່ 39.6%, T2 ມີຄ່າຄາບອນຢູ່ທີ່ 37.0% ແລະ T4 ມີຄ່າຄາບອນຢູ່ທີ່ 31.9% ຕາມລຳດັບ.

ຜົນການສຶກສາໃນຄັ້ງນີ້ ເຊິ່ງສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ວ່າການໃຊ້ຖ່ານໄມ້ສັກເປັນວັດສະດຸລັກແລ້ວມາປະສົມກັບວັດຖຸດິບທີ່ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນໂຕອື່ນແມ່ນເຫັນວ່າຖ່ານອັດແຫ່ງ ສິ່ງທົດລອງທີ່ T1 ທີ່ມີສ່ວນປະກອບຂອງຖ່ານໄມ້ສັກບົດ, ແປ້ງມັນຕົ້ນ ແລະ ປູນຊີມັງ ແມ່ນມີອິດທິພົນຕໍ່ກັບໄລຍະຕິດໄຟ, ອຸນຫະພູມຂອງໄຟໄລຍະຖ່ານຖືກໄໝ້ຈົນໝົດ, ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖ່ານໝົດຈົນກາຍເປັນຂີ້ເຖົ້າ, ຄວາມຊຸ່ມ, ຄ່າຄວາມຮ້ອນ ແລະ ມີຄ່າຄາບອນດີກວ່າ T2, T3 ແລະ T4 ຕາມລຳດັບ.

ສະນັ້ນ, ການນຳໃຊ້ຖ່ານໄມ້ສັກເຫັນວ່າມີປະສິດທິພາບຫລາຍກວ່າຖ່ານໄມ້ຊະນິດອື່ນເທົ່ານັ້ນແຕ່ເມື່ອນຳມາປະສົມກັບວັດຖຸດິບໂຕອື່ນກໍເຫັນວ່າມີປະສິດທິພາບ ແລະ ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນດົນນານກວ່າສ່ວນປະສົມໃນຊັດສ່ວນຂອງຖ່ານໄມ້ສັກທີ່ຫລຸດລົງຕາມລຳດັບ.

**ຄຳສັບສຳຄັນ:** ຖ່ານໄມ້ສັກ, ຖ່ານຫີນ, ຖ່ານອັດແຫ່ງ, ຜະລິງງານຄວາມຮ້ອນ, ອຸນຫະພູມຄວາມຮ້ອນ

# **A Study of Coal Briquettes Produces More Heat Energy than Conventional Briquettes by Using Different Sources of Raw Materials**

**Mr. Kone Narkhavong**

**Agriculture and Forest Environment Program Faculty of Agriculture and Forest Resources,  
Souphanouvong University**

## **Abstract**

The purpose of this experimental study is (1) Teak, Pterocarpus macrocarpus, and Cratoxylum Formosum Charcoal were used. (2) to compare the use of different ingredients in charcoal which was carried out at the experimental demonstration area of the Faculty of Agriculture and Forest Resource, Souphanouvong University, Luang Prabang province, which took a total of 91 days from 12/09-12/12/2023 to complete. The experiment is divided into 2 experiments: Experiment 1: Study the difference of charcoal in providing heat energy, burning time, and water temperature by using different types of wood charcoal which used the Completely Randomized Design (CRD) experimental model including 3 experiments and 3 replicates. The three treatments included T1 = teak charcoal, T2 = Pterocarpus macrocarpus charcoal, and T3 = Cratoxylum Formosum charcoal. Experimental 2: Study the difference of charcoal in heating energy, burning time, and water temperature with the use of compressed charcoal using a Completely Randomized Design (CRD) experimental model including 4 experiments and 3 replicates. The treatments include ingredients (teak charcoal, charcoal, crushed coal, cassava flour, and cement mortar) in different proportions.

The results obtained in the first experiment found that the duration of the charcoal to ignite is that teak charcoal ignites the fastest with a time of 1.03 minutes, Cratoxylum Formosum charcoal takes 1.17 minutes and bamboo charcoal takes 10.23 minutes; The temperature of the fire when the charcoal is completely burnt is the highest for teak charcoal at 508.5, Cratoxylum Formosum charcoal 486.1, Pterocarpus macrocarpus charcoal 471.5; The duration of burning charcoal until it becomes charcoal ash takes the longest with 3.23 hours, Cratoxylum Formosum charcoal takes 3.13 hours, Pterocarpus macrocarpus charcoal takes 3.03 hours. From the experimental results, it can be concluded that T1 = teak wood charcoal is hot and burns longer than others.

The results in experiment 2 show that the charcoal's ignition time is T1 which ignites faster with 4.1 minutes, T2 with 6.3 minutes, T3 with 7.3 minutes and T4 with 8.6 minutes; The highest burn-out temperatures are T1 at 364.1, T3 at 355.6, T4 at 316.8 and T2 at 306.1; The duration of complete burning of charcoal to ash T1 takes the longest with 4.4 hours, T4 takes 3.8 hours, T2 takes 3.7 hours and T3 takes 3.7 hours; The highest average water temperatures are T3 at 84.6, T4 at 84.1, T1 at 83.3 and T2 at 81; The moisture content of the base as measured by the parameter machine shows that T1 has the lowest moisture content at 7.3%, T4 has a moisture content of 8.1%, T3 has a moisture content of 9.5% and T2 has a moisture content of 11.1%; The highest amount of ash is T4 with an amount of 451.5 grams, T2 with an amount of 324.7 grams, T3 with an amount of ash at 322.7 grams and T1 with an amount of ash at 247.7 grams; The results of the calorific value research from the research laboratory show that T1 has the highest calorific value at 3,580 calories/gram, T3 has a calorific value of 3,429 calories/gram, T2 has a calorific value of 3,223 calories/gram and T4 has a calorific value of

2,797 calories/gram; The results of the carbon value showed that T1 has the highest carbon value at 43.6%, T3 has the carbon value at 39.6%, T2 has the carbon value at 37.0% and T4 has the carbon value at 31.9% respectively.

The results of this study which can be concluded that the use of teak charcoal as raw material and mixed with other raw materials for heating is that the charcoal in experiment T1 with the ingredients of teak charcoal, burnt husks, cassava flour, and cement mortar influences the ignition stage, the temperature of the fire during the charcoal burning period, the period of charcoal burning until it becomes ash, moisture, heat value and carbon value better than T2, T3 and T4 respectively.

Therefore, the use of teak charcoal is seen to be more effective than other types of charcoal, when mixed with different other raw materials, it is seen to be more effective and heat longer than the mixture of teak charcoal which decreases in order.

**Keywords:** Teak Charcoal, *Pterocarpus macrocarpus* Charcoal, *Cratoxylum Formosum* Charcoal, Coal briquettes, temperature.



## ສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນ

ຜ່ານການລົງເກັບກຳຂໍ້ມູນໃນຄັ້ງນີ້ ໂດຍສະເພາະການສຶກສາການອັດຖານທີ່ໃຫ້ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນຍາວ ກວ່າຖານອັດທຳມະດາດ້ວຍການນຳໃຊ້ແຫຼ່ງວັດຖຸດິບທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ເຮັດໃຫ້ປະສິບຜົນສຳເລັດລົງດ້ວຍດີ, ຂ້າພະເຈົ້າ ຈຶ່ງຖືໂອກາດນີ້ ເພື່ອສະແດງຄຳຂອບໃຈ ແລະ ຮູ້ບຸນຄຸນຢ່າງລື້ນເຫຼືອມາຍັງທຸກພາກສ່ວນທີ່ກ່ຽວຂ້ອງ ດັ່ງນີ້:

ຂໍສະແດງຂອບໃຈ ແລະ ຮູ້ບຸນຄຸນຢ່າງສູງມາຍັງທ່ານ ຮສ. ປອ. ວົງປະສິດ ຈັນທະຄຸນ ແລະ ອຈ. ປທ. ເບິ່ນ ດອນສະຫວັນ ທີ່ໄດ້ເສຍສະຫຼະເວລາອັນມີຄ່າ ຊ່ວຍໃຫ້ຄຳປຶກສາ, ຊີ້ນຳຢ່າງໃກ້ຊິດໃນການຂຽນບົດ ແລະ ກວດແກ້ ບົດວິທະຍານິພົນຂອງຂ້າພະເຈົ້າໃນຄັ້ງນີ້ ຈົນປະສິບຜົນສຳເລັດ ແລະ ມີເນື້ອໃນຄົບຖ້ວນສົມບູນ.

ຂໍສະແດງຄວາມຄອບໃຈ ແລະ ຮູ້ບຸນຄຸນມາຍັງທ່ານ ຄະນະບໍດີ, ຮອງຄະນະບໍດີ, ຫົວໜ້າພາກວິຊາ ແລະ ຮອງພາກວິຊາຕະຫຼອດຮອດຄູອາຈານທຸກໆທ່ານ ຢູ່ພາຍໃນຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາ ໄລ ສຸພານຸວົງ ທີ່ໄດ້ອົບຮົມ, ສັ່ງສອນ ແລະ ຖ່າຍທອດຄວາມຮູ້ທາງດ້ານທິດສະດີ ກໍຄືພາກປະຕິບັດຕົວຈິງໃຫ້ຂ້າ ພະ ເຈົ້າ ແຕ່ຕົ້ນຈົນປະສິບຜົນສຳເລັດໃນການສຶກສາ.

ຂໍຂອບໃຈໝູ່ເພື່ອນນັກສຶກສາທຸກຄົນທີ່ໄດ້ຊ່ວຍເຫຼືອເຊິ່ງກັນ ແລະ ກັນຕັ້ງແຕ່ຕົ້ນຈົນຈົບການສຶກສາ. ສຸດ ທ້າຍຂໍສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນມາຍັງຍາດຕິພັນນ້ອງ ໂດຍສະເພາະແມ່ນຄອບຄົວທີ່ໃຫ້ກຳລັງໃຈ ແລະ ຊ່ວຍເຫຼືອທາງ ດ້ານວັດຖຸເງິນຄ່າ ທີ່ຊ່ວຍເຫຼືອຂ້າພະເຈົ້າ ແລະ ໃຫ້ກຳລັງໃຈຈົນສາມາດສຳເລັດການສຶກສາ.

ຂ້າພະເຈົ້າຈຶ່ງຂໍຈົດຈຳບຸນຄຸນອັນຍິ່ງໃຫຍ່ຂອງທຸກໆທ່ານນີ້ ໄວ້ຢ່າງບໍ່ມີວັນລືມ, ທ້າຍນີ້ຂ້າພະເຈົ້າຈຶ່ງຖືໂອ ກາດນີ້ອວຍພອນໃຫ້ທຸກໆທ່ານ ຈົ່ງປະສິບຜົນສຳເລັດໃນໜ້າທີ່ວຽກງານ, ມີສຸຂະພາບເຂັ້ມແຂງ ແລະ ສືບຕໍ່ສ້າງສາ ພັດທະນາປະເທດຊາດໃຫ້ຈະເລີນກ້າວໜ້າຕໍ່ໄປ.

ທີ່ ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້  
ວັນທີ.....

ລາຍເຊັນ.....

ກອນ ນັກຄະວົງ

## ສາລະບານ

ບົດຄັດຫຍໍ້.....	i
Abstract.....	iii
ສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນ.....	v
ສາລະບານ .....	vi
ສາລະບານຕາຕະລາງ .....	ix
ສາລະບານຮູບ.....	x
ຄໍາອະທິບາຍອັກສອນຫຍໍ້.....	xi
ບົດທີ 1 ພາກສະເໜີ.....	1
1.1 ປະຫວັດຄວາມເປັນມາ .....	1
1.2 ຫຼັກການ ແລະ ເຫດຜົນ .....	2
1.3 ຄໍາຖາມຄົ້ນຄວ້າ.....	2
1.4 ສົມມຸດຖານ .....	2
1.5 ຈຸດປະສົງ.....	3
1.6 ຄາດຄະເນຜົນໄດ້ຮັບ .....	3
ບົດທີ 2 ການຄົ້ນຄວ້າເອກະສານ.....	4
2.1 ປະຫວັດຄວາມເປັນມາຂອງຖານ .....	4
2.2 ປະຫວັດການຜະລິດຖານ.....	4
2.3 ປະຫວັດການໃຊ້ຖານ.....	5
2.4 ຄວາມສໍາຄັນຂອງການຜະລິດຖານ .....	5
2.5 ຄຸນສົມບັດ ແລະ ປະໂຫຍດຂອງໄມ້ .....	5
2.5.1 ໄມ້ສັກ .....	6
2.5.2 ໄມ້ດູ່.....	6
2.5.3 ໄມ້ຕົ້ວ.....	6
2.6 ຜົນປະໂຫຍດຂອງການໃຊ້ຖານໄມ້ອັດແທ່ງ .....	7
2.6.1. ຖານອັດແທ່ງແມ່ນຫຍັງ? .....	7
2.6.2. ຄວາມໝາຍຂອງຖານອັດແທ່ງ.....	7
2.6.3. ປະໂຫຍດຈາກຖານອັດແທ່ງ.....	7
2.7 ເງື່ອນໄຂຄວາມສໍາເລັດຂອງການຜະລິດຖານອັດແທ່ງ .....	8
2.8 ຂະບວນການຜະລິດຖານອັດແທ່ງ .....	8
2.8.1 ການຜະລິດຖານ .....	8
2.8.2 ການບີດຢ່ອຍ (Grinding).....	9
2.8.3 ການປະສົມ (Mixing).....	9
2.8.4 ການອັດແທ່ງ (Compaction).....	10

2.8.5 ການຕາກແຫ້ງ .....	14
2.8.6 ແຫຼ່ງວັດຖຸດິບທີ່ສາມາດໃຊ້ເປັນຖານ.....	15
2.9 ຄຸນສົມບັດຂອງການຖານອັດແທ່ງ .....	19
2.10 ການປະເມີນຄຸນສົມບັດຂອງຖານອັດແທ່ງ .....	19
2.11 ການວິເຄາະຄຸນນະພາບຂອງຖານໄມ້ ແລະ ຖານອັດແທ່ງ .....	20
2.12 ການວິເຄາະຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນ .....	20
2.13 ພະລັງງານມວນຊີວະພາບ .....	23
2.13.1 ຄວາມໝາຍ ແລະ ຄວາມສໍາຄັນຂອງພະລັງງານມວນຊີວະພາບ.....	23
2.13.2 ຄວາມສໍາຄັນຂອງພະລັງງານມວນຊີວະພາບ .....	23
2.13.3 ແຫຼ່ງກຳເນີດພະລັງງານມວນຊີວະພາບ .....	24
2.13.4 ສິ່ງເສດເຫຼືອທາງການກະສິກຳ.....	24
2.13.5 ຂີ້ດິ ແລະ ຂີ້ເສຍ ຂອງຊີວະພາບ .....	24
2.13.6 ປະໂຫຍດຂອງຊີວະພາບ .....	25
2.14 ຖານຫີນ.....	26
2.14.1 ປະເພດຖານຫີນ .....	26
2.14.2 ການນຳໃຊ້ຖານຫີນ .....	28
2.15 ແກບເຜົາ (ໄບໂອຊາ) .....	29
2.15.1 ຖານໄບໂອຊາ ແລະ ຖານທົ່ວໄປຊະນິດຕ່າງໆ ມີລັກສະນະແຕກຕ່າງກັນຄື:.....	29
2.15.2 ຄຸນປະໂຫຍດຂອງຖານໄບໂອຊາ:.....	29
ບົດທີ 3 ວິທີການສຶກສາ.....	31
3.1 ສະຖານທີ່ ແລະ ໄລຍະເວລາ.....	31
3.1.1 ສະຖານທີ່ .....	31
3.1.2 ໄລຍະເວລາ.....	31
3.2 ວິທີການປະຕິບັດ.....	31
3.2.1. ການທົດລອງທີ 1: ສຶກສາຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຖານ ໃນການໃຫ້ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນ, ໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ ແລະ ອຸນຫະພູມເວລານໍ້າຝືດ ດ້ວຍການນຳໃຊ້ປະເພດຖານໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ..	31
3.2.2. ການທົດລອງ 2: ສຶກສາຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຖານໃນການໃຫ້ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນ, ໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ ແລະ ອຸນຫະພູມເວລານໍ້າຝືດ ດ້ວຍການນຳໃຊ້ຖານອັດແທ່ງ .....	33
ບົດທີ 4 ຜົນໄດ້ຮັບ .....	37
4.1 ການເຜົາໄໝ້ຂອງຖານໄມ້ 3 ຊະນິດ.....	37
4.2 ການເຜົາໄໝ້ຂອງຖານອັດແທ່ງແຕ່ລະສູດທີ່ມີສ່ວນປະສົມແຕກຕ່າງກັນ .....	38
ບົດທີ 5 ວິພາກຜົນໄດ້ຮັບ .....	41
ບົດທີ 6 ສະຫຼຸບຜົນ .....	43
6.1 ການທົດລອງທີ 1: ການນຳໃຊ້ປະເພດຖານໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນ.....	43
6.2 ການທົດລອງທີ 2: ການທົດລອງຖານອັດແທ່ງ.....	43

ເອກະສານອ້າງອີງ .....	44
ເອກະສານຊ້ອນທ້າຍ.....	48
ປະຫວັດຂອງຜູ້ຂຽນ.....	51

## ສາລະບານຕາຕະລາງ

ຕາຕະລາງທີ 3.1: ປະຕິທິນການປະຕິບັດງານ .....	31
ຕາຕະລາງທີ 3.2: ແຜນການທົດລອງ .....	31
ຕາຕະລາງທີ 3.3: ອົງປະກອບສູດຖານອັດແທ່ງ (ບິນຟື້ນຖານທາດແທ້ງ) .....	33
ຕາຕະລາງທີ 4.1: ອຸນຫະພູມເວລາເຜົາໄໝ້ ແລະ ສຳເລັດການເຜົາໄໝ້ຖານ .....	37
ຕາຕະລາງທີ 4.2: ອຸນຫະພູມໃນໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖານ (ອົງສາເຊ).....	37
ຕາຕະລາງທີ 4.3: ອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳໃນໄລຍະເວລາຂອງການຕົ້ມ (ອົງສາເຊ).....	38
ຕາຕະລາງທີ 4.4: ນ້ຳໜັກ, ທ່ອນ, ເຖົ້າ, ຄວາມຊຸ່ມ, ຄ່າຄວາມຮ້ອນ, ອຸນະພູມສະເລ່ຍ, ຄ່າຄາບອນ ຂອງຖານອັດແທ່ງ .....	39
ຕາຕະລາງທີ 4.5: ອຸນຫະພູມຄວາມຮ້ອນໃນເວລາເຜົາໄໝ້ຖານອັດແທ່ງ (ອົງສາເຊ).....	39
ຕາຕະລາງທີ 4.6: ອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳໃນໄລຍະເວລາໃນການຕົ້ມ (ອົງສາເຊ).....	40

## ສາລະບານຮູບ

ຮູບທີ 2.1: Peat ປະກອບດ້ວຍຄາບອນ 60%.....	26
ຮູບທີ 2.2: Lignite ປະກອບດ້ວຍຄາບອນ 55 – 60 % .....	27
ຮູບທີ 2.3: ຊັບບິທູມິນັສ (Sub-bituminous).....	27
ຮູບທີ 2.4: ຊັບບິທູມິນັສ (Sub-bituminous).....	28
ຮູບທີ 2.5: ແອນທຣາໄຊຕ (Anthracite) .....	28
<b>ຮູບຊ້ອນທ້າຍ</b>	
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 1: ການກະກຽມອຸປະກອນ ແລະ ການທົດສອບ.....	49
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 2: ການວັດຄວາມຮ້ອນ ແລະ ຊັ່ງນ້ຳໜັກພາຍຫຼັງເຜົາໄໝ້ .....	49
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 3: ການສ່ວນປະກອບຂອງຖານອັດແທ່ງ.....	49
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 4: ຂະບວນການອັດຖານແທ່ງ ດ້ວຍເຄື່ອງຈັກ.....	50
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 5: ຜົນຜະລິດຈາກການອັດຖານແທ່ງ .....	50

## ຄຳອະທິບາຍອັກສອນຫຍໍ້

### ອັກສອນຫຍໍ້ທີ່ເປັນພາສາລາວ

ຕົວຫຍໍ້		ຕົວເຕັມ
ກມ	=	ກິໂລແມັດ
ຊມ	=	ຊັງຕີແມັດ
ມ	=	ແມັດ
ລ/ດ	=	ລຳດັບ
%	=	ເປີເຊັນ

### ອັກສອນຫຍໍ້ທີ່ເປັນພາສາອັງກິດ

ຕົວຫຍໍ້		ຕົວເຕັມ
Cm	=	Centimeter
CRD	=	Completely Randomized Design
°C	=	Degree Celsius
g	=	Gram
Kg	=	Kilogram
Km	=	Kilometer
m	=	Meter
mn	=	Minute
Ha	=	Hectare
Hr	=	Hours
Prob	=	Probability
SEM	=	Standard error of the mean
T	=	Treatment

# ບົດທີ 1

## ພາກສະເໜີ

### 1.1 ປະຫວັດຄວາມເປັນມາ

ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້ ເປັນສິ່ງສໍາຄັນຕໍ່ການດໍາລົງຊີວິດຂອງສິ່ງທີ່ມີຊີວິດໃນໂລກ ເປັນຕົ້ນແມ່ນປ່າໄມ້ ຊຶ່ງເປັນແຫຼ່ງທີ່ຢູ່ອາໄສ, ເປັນແຫຼ່ງອາຫານ ແລະ ພະລັງງານໃຫ້ແກ່ສິ່ງທີ່ມີຊີວິດໃນໂລກ. ປ່າໄມ້ເປັນຕົວກາງທີ່ກໍ່ໃຫ້ເກີດຄວາມສົມດຸນທາງທຳມະຊາດ, ເປັນອົງປະກອບສໍາຄັນໃນການຮັກສາຄວາມສົມດຸນຂອງລະບົບນິເວດມະນຸດທີ່ໃຊ້ປະໂຫຍດຈາກຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້ເປັນອາຫານ, ທີ່ອາໄສ ແລະ ໄມ້ໃຊ້ສ່ວຍຂອງຜູ້ຄົນໃນແຕ່ລະທ້ອງຖິ່ນ. ສະນັ້ນ, ມັນຈຶ່ງຈຳເປັນຕ້ອງໄດ້ຄຸ້ມຄອງຮັກສາ ແລະ ເສີມສ້າງລະບົບນິເວດປ່າໄມ້ຂອງຕົນເອົາໄວ້ ຕໍ່ກັບການໃຊ້ປະໂຫຍດ. ປ່າຊຸມຊົນໂດຍທົ່ວໄປເປັນປ່ານ້ອຍໆ ທີ່ມີຂະໜາດ ແລະ ຮູບແບບຜັນແປໄປຕາມລັກສະນະການນໍາໃຊ້ປ່າໄມ້ ແລະ ພັດທະນາການຂອງຊຸມຊົນ, ປ່າຊຸມຊົນຈຶ່ງມີຄວາມສໍາພັນລະຫວ່າງຊຸມຊົນທ້ອງຖິ່ນກັບການນໍາໃຊ້ປ່າໄມ້ໃນທ້ອງຖິ່ນ. ສ່ວນປ່າໄມ້ກັບຊຸມຊົນຈະຍືນຍົງໄດ້ ກໍ່ຂຶ້ນຢູ່ກັບການບໍລິຫານຈັດການຂອງຊຸມຊົນເຫຼົ່ານັ້ນ. ດັ່ງນັ້ນ, ເພື່ອສ້າງກົນໄກການບໍລິຫານ ແລະ ຈັດການປ່າທີ່ເໝາະສົມຕໍ່ກັບການນໍາໃຊ້ປະໂຫຍດໃຫ້ໄດ້ຍາວນານ ຈຶ່ງຕ້ອງມີການສ້າງແຜນການຄຸ້ມຄອງ ແລະ ນໍາໃຊ້ປ່າໄມ້ໃຫ້ເໝາະສົມຍືນຍົງ

ປະເທດລາວເຮົາ ໄດ້ອີງໃສ່ຊັບພະຍາກອນທຳມະຊາດໃນການພັດທະນາເສດຖະກິດ-ສັງຄົມຂອງຊາດກໍ່ຄືຊີວິດການເປັນຢູ່ຂອງປະຊາຊົນບັນດາເຜົ່າ ໂດຍການນໍາໃຊ້ໄມ້ເພື່ອປຸກສ້າງ, ໄມ້ຟືນ, ເສັ້ນໄຍ, ຢາປົວພະຍາດ ແລະ ອື່ນໆ. ໃນປັດຈຸບັນນີ້ ເຖິງແມ່ນວ່າສະພາບເສດຖະກິດມີການປ່ຽນແປງ, ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້ມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍຕໍ່ກັບການດໍາລົງຊີວິດຂອງປະຊາຊົນບັນດາເຜົ່າ ແລະ ຕໍ່ເສດຖະກິດຂອງຊາດກໍ່ຕາມ ແຕ່ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້, ເຄື່ອງປ່າຂອງດົງທີ່ມີຄຸນຄ່າສູງ ນັບມື້ຫຼຸດໜ້ອຍຖອຍລົງຢ່າງໜ້າວິຕົກ ແລະ ປ່າໄມ້ກໍ່ຖືກທຳລາຍດ້ວຍຫຼາຍສາເຫດເຊັ່ນວ່າ: ການຖາງປ່າເຮັດໄຮ່ເລື່ອນລອຍ, ການຂຸດຄົ້ນໄມ້ແບບຊະຊາຍ, ການນໍາໃຊ້ໄມ້ເພື່ອເປັນເຊື້ອເຝິງ ໂດຍສະ ເພາະການນໍາໃຊ້ໄມ້ເພື່ອເຮັດຝືນ ແລະ ເຮັດຖ່ານຕ່າງໆ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ປ່າຫຼຸດລົງຢ່າງບໍ່ຢຸດຢັ້ງ. ອີງຕາມຜົນການສຳຫຼວດໃນປີ 1982 ພົບວ່າ: ສປປ ລາວ ມີປ່າໄມ້ປົກຫຸ້ມເຖິງ 49%, ຕໍ່ມາໃນປີ 1992 ປ່າໄມ້ປົກຫຸ້ມ ແມ່ນສືບຕໍ່ຫຼຸດລົງມາເປັນ 47,2%. ໃນປີ 2002 ຍັງເຫຼືອ 41,5% ແລະ ໃນປີ 2010 ໄດ້ຫຼຸດລົງຕື່ມ ຊຶ່ງຍັງເຫຼືອພຽງແຕ່ 40,3% (ກະຊວງກະສິກໍາ ແລະ ປ່າໄມ້ , 2021).

ຕໍ່ກັບບັນຫາດັ່ງກ່າວມາຂ້າງເທິງນັ້ນ, ລັດຖະບານລາວໄດ້ອອກຄໍາສັ່ງຍຸດຕິການສົ່ງອອກໄມ້ທຸກຮູບແບບໃນປີ 2016 ເພື່ອຝືນຜູ້ປ່າໃຫ້ມີຄວາມອຸດົມສົມບູນ ແລະ ມີຄວາມຍືນຍົງຕະຫຼອດໄປນັ້ນ. ລັດຖະບານໄດ້ຕັ້ງຍຸດທະສາດການຝືນຜູ້ປ່າໄມ້ໃນໄລຍະທີ 2 ໄວ້ວ່າ ຮອດປີ 2025 ຈະຝືນຜູ້ປ່າໄມ້ໃຫ້ມີເນື້ອທີ່ປົກຫຸ້ມ 70% ຂອງເນື້ອທີ່ທົ່ວປະເທດ (ກະຊວງກະສິກໍາ ແລະ ປ່າໄມ້ , 201)

ພະລັງງານເຊື້ອເຝິງ (ຖ່ານ) ເປັນສ່ວນໜຶ່ງທີ່ຖືກນໍາໃຊ້ໃນຄົວເຮືອນ ເພື່ອເປັນພະລັງງານປຸງແຕ່ງອາຫານ ແລະ ອື່ນໆ. ຖ່ານແມ່ນໄມ້ ຫຼື ຝືນທີ່ຜ່ານຂະບວນການຈຳກັດຄວາມຊຸ່ມໃນເນື້ອໄມ້ອອກ ຊຶ່ງຖ່ານໄມ້ແຕ່ລະຊະນິດແມ່ນມີຄຸນສົມບັດໃນການເປັນເຊື້ອເຝິງ, ການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນ ຫຼື ໃຊ້ປະໂຫຍດດ້ານອື່ນໆ ແມ່ນແຕກຕ່າງກັນໄປຕາມແຕ່ລະຊະນິດຂອງໄມ້ເນື່ອງຈາກວ່າຄວາມໜ້າແໜ້ນ ແລະ ອົງປະກອບທາງເຄມີຂອງໄມ້ແຕ່ລະຊະນິດ ແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນເຊັ່ນ: ໄມ້ທີ່ມີຄວາມໜ້າແໜ້ນຫຼາຍ ເມື່ອເປັນຖ່ານຈະໃຫ້ພະລັງຄວາມຮ້ອນທີ່ສູງ ແລະ ຢູ່ໄດ້ຍາວນານກວ່າຖ່ານໄມ້ທີ່ມີຄວາມໜ້າແໜ້ນໜ້ອຍ. ນອກຈາກນີ້, ຖ່ານຍັງສາມາດນໍາໄປໃຊ້ປະໂຫຍດດ້ານຕ່າງໆໄດ້ອີກຢ່າງຫຼວງຫຼາຍ. ໃນໄລຍະຜ່ານມາ ຊຶ່ງພົບເຫັນສ່ວນໃຫຍ່ມີແຕ່ຖ່ານໄມ້ທຳມະດາ ທີ່ນໍາໃຊ້ເປັນພະລັງງານມາປຸງ



ແຕ່ງອາຫານ ຊຶ່ງມີບັນຫາເຮັດໃຫ້ມີເກີດມີປະລິມານຄວັນຫຼາຍ ແລະ ໄລຍະເວລາໃຫ້ຄວາມຮ້ອນກໍ່ສິ້ນເກີນໄປ. ສະນັ້ນ, ໃນປັດຈຸບັນ ຈຶ່ງໄດ້ມີການພັດທະນາຖານທົ່ວໄປມາເປັນການຜະລິດຖານໃນຮູບແບບອັດແທ່ງ ໂດຍນຳໃຊ້ວັດຖຸ ຫຼື ສິ່ງເສດເຫຼືອເຊັ່ນ: ເສດໄມ້ຈາກໂຮງງານປຸງແຕ່ງໄມ້, ເປືອກໄມ້, ກະໂປະໝາກຜ້າວ, ເຫຼົ້າມັນຕົ້ນ, ຂີ້ເລື້ອຍ, ແກນສາລີ ແລະ ອື່ນໆ ທີ່ລວມທັງເອົາຖານໄມ້ມາອັດເປັນຖານແທ່ງ ເພື່ອເພີ່ມຄຸນສົມບັດດ້ານການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນສູງ, ຄວາມສະໝໍ່າສະເໝີ ແລະ ທົນທານກວ່າການນຳໃຊ້ຖານໄມ້ທົ່ວໄປ (ກິຕິພິງ ແລະ ຄະນະ, 2012).

## 1.2 ຫຼັກການ ແລະ ເຫດຜົນ

ໃນປັດຈຸບັນເສດຖະກິດ-ສັງຄົມ ໄດ້ມີການຂະຫຍາຍຕົວເພີ່ມຫຼາຍຂຶ້ນ ເນື່ອງມາຈາກການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງປະຊາກອນ, ເສດຖະກິດ-ສັງຄົມ ຈຶ່ງມີການຂະຫຍາຍຕົວ ໂດຍສະເພາະພາໃຫ້ເກີດຈະກຳທີ່ຕິດພັນກັບການດຳລົງຊີວິດຕ່າງໆເພີ່ມຫຼາຍຂຶ້ນ ເປັນຕົ້ນແມ່ນຄວາມຕ້ອງການທາງດ້ານທີ່ຢູ່ອາໄສ, ອາຫານການກິນ ແລະ ພະລັງງານເຊື້ອເພີ່ມຕ່າງໆກໍ່ມີຄວາມຕ້ອງການຫຼາຍຂຶ້ນເວົ້າລວມ ເວົ້າສະເພາະກໍ່ແມ່ນ ປະຊາຊົນລາວຂອງພວກເຮົາ ແມ່ນມີຄວາມຊົນເຄີຍໃນການນຳໃຊ້ໄມ້ຟື້ນ ເພື່ອເປັນພະລັງງານໃນການປຸງແຕ່ງອາຫານເປັນສ່ວນໃຫຍ່ທີ່ເຄີຍປະຕິບັດກັນມາໄດ້ຫຼາຍເຊັ່ນຄົນ. ເມື່ອສັງຄົມມີການຂະຫຍາຍຕົວ ຄວາມຕ້ອງການທາງດ້ານເຊື້ອເພີ່ມຂຶ້ນ ທຸລະກິດທາງດ້ານເຊື້ອເພີ່ມກໍ່ປະກົດຂຶ້ນ ໂດຍສະເພາະທຸລະກິດການຜະລິດຖານເລີ່ມມີການນິຍົມຊົມໃຊ້ກັນຫຼາຍຂຶ້ນ ຊຶ່ງພາໃຫ້ມີການຕັດໄມ້ມາເຮັດຖານເຮັດຟື້ນຫຼາຍຂຶ້ນ, ອັນນີ້ມັນໄດ້ເປັນສາເຫດໜຶ່ງທີ່ເຮັດໃຫ້ປ່າໄມ້ມີປະລິມານການຫຼຸດລົງຢ່າງໄວວາ. ດັ່ງນັ້ນເພື່ອເປັນການຊອກຫາແນວທາງການຄຸ້ມຄອງ ແລະ ນຳໃຊ້ໄມ້ດັ່ງກ່າວກໍ່ໃຫ້ເກີດມີປະໂຫຍດສູງສຸດເຊັ່ນ: ການນຳເອົາເສດໄມ້ປະເພດຕ່າງໆ ມາປະຍຸກໃຊ້ ຫຼື ມາເຮັດຖານ ເພື່ອເປັນແນວທາງໜຶ່ງຕໍ່ກັບການສ້າງເປັນເສດຖະກິດ. ນອກນີ້ ມັນຍັງເປັນນະໂຍບາຍອັນໜຶ່ງ ທີ່ເຫັນວ່າຕິດພັນກັບການຜະລິດຖານທີ່ເໝາະສົມຖືກຕ້ອງ ແລະ ສອດຄ່ອງກັບແນວທາງຂອງລັດຖະບານນັ້ນ. ດັ່ງນັ້ນ, ຜູ້ສຶກສາຈຶ່ງມີຄວາມສົນໃຈຕໍ່ກັບການປັບປຸງ ແລະ ພັດທະນາຖານທີ່ນຳໃຊ້ຈາກສິ່ງເສດເຫຼືອກະສິກຳ ເປັນຕົ້ນນຳໃຊ້ແຫຼ່ງວັດຖຸດິບປະເພດຕ່າງໆມາເປັນສ່ວນປະກອບຂອງຖານອັດແທ່ງ ໂດຍປຽບທຽບການໃຫ້ພະລັງງານຂອງຖານອັດຈາກວັດສະດຸທີ່ມີໃນທ້ອງຖິ່ນ.

## 1.3 ຄຳຖາມຄົ້ນຄວ້າ

ໃນປະຈຸບັນການເຮັດຖານອັດແທ່ງ ເປັນທີ່ນິຍົມຫຼາຍເນື່ອງຈາກວ່າ ມັນເປັນທີ່ຕ້ອງການຂອງຕະຫຼາດ ເພາະເປັນເຊື້ອເພີ່ມທີ່ດີສຳລັບການປຸງແຕ່ງອາຫານ, ບໍ່ມີຄວັນ ແລະ ເຜົາໄໝ້ໄດ້ດີກວ່າຖານກ້ອນທຳມະດາ. ສະນັ້ນ ການສຶກສາຄັ້ງນີ້ ຈຶ່ງສົນໃຈໃນການເສີມຖານທຶນປະກອບເຂົ້າ ເພື່ອຊ່ວຍໃຫ້ມີພະລັງງານຄວາມຮ້ອນຍາວນານກວ່າຖານອັດແທ່ງທຳມະດາ. ດັ່ງນັ້ນ ຈຶ່ງໄດ້ມີຄຳຖາມ:

1. ການໃຊ້ຖານທຶນເຂົ້າເປັນສ່ວນປະກອບການເຮັດຖານອັດແທ່ງ ຈະໃຫ້ປະສິດທິພາບທາງດ້ານພະລັງງານຄວາມຮ້ອນຍາວກວ່າຖານອັດແທ່ງທຳມະດາ ຫຼື ບໍ່?
2. ສັດສ່ວນຂອງສ່ວນປະກອບ ຈະຊ່ວຍໃຫ້ຖານອັດແທ່ງຈະໃຫ້ພະລັງງານຍາວນານກວ່າ ຫຼື ບໍ່?

## 1.4 ສົມມຸດຖານ

ການສຶກສາທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້ ແມ່ນໄດ້ປະຕິບັດຢູ່ພື້ນທີ່ສາທິດການທົດລອງຂອງຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ ເຊິ່ງຕັ້ງຢູ່ບ້ານ ດອນໃໝ່ ເມືອງຫຼວງພະບາງ, ແຂວງຫຼວງພະບາງ ໂດຍການ:

1. ການທົດສອບແຫຼ່ງວັດຖຸດິບຖ່ານຈາກໄມ້ຕ່າງໆອາດຈະມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນໃນການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນ.
2. ການໃຊ້ຖ່ານຫີນເຂົ້າເປັນສ່ວນປະກອບ ແມ່ນຈະໃຫ້ຜະລິດງານຍາວນານກວ່າຖ່ານອັດແທ່ງທຳມະດາ.

## 1.5 ຈຸດປະສົງ

1. ເພື່ອສຶກສາຄວາມເປັນໄປໄດ້ຂອງແຫຼ່ງໄມ້ວັດຖຸດິບ (ໄມ້ສັກ, ໄມ້ດູ່ ແລະ ໄມ້ຕົ້ວ) ມາເປັນສ່ວນປະສົມຂອງຖ່ານອັດແທ່ງ
2. ເພື່ອປຽບທຽບການນຳໃຊ້ສັດສ່ວນທີ່ແຕກຕ່າງກັນຂອງຖ່ານແທ່ງໃນການໃຫ້ຜະລິດງານ ແລະ ຄວາມຮ້ອນທີ່ຍາວນານກວ່າ

## 1.6 ຄາດຄະເນຜົນໄດ້ຮັບ

1. ຈະເປັນນະວັດຕະກຳໃໝ່ໃນການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງທີ່ໃຫ້ຜະລິດງານທົນທານ ແລະ ຍາວນານ
2. ເປັນທາງເລືອກອັນໃໝ່ໃຫ້ແກ່ຜູ້ປະກອບການໃນການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງ
3. ຈະສາມາດເອົາຂໍ້ມູນນີ້ໄປຂຽນວິທະຍານິພົນ ເພື່ອເປັນເງື່ອນໄຂໃນການສຳເລັດຫຼັກສູດລະດັບປະລິນຍາໂທ ແລະ ເປັນຖານຂໍ້ມູນມອບໃຫ້ ຄະນະວິຊາທີ່ກ່ຽວຂ້ອງ ແລະ ຫໍສະໝຸດ ຂອງ ມສ ໃຫ້ຜູ້ສົນໃຈ, ນັກສຶກສາ ແລະ ຄູອາຈານນຳໄປສຶກສາຄົ້ນຄວ້າ ເພື່ອຕໍ່ຍອດຕາມທ່າແຮງຂອງຕົນໃຫ້ໄດ້ຮັບຜົນສຳເລັດຂຶ້ນເລື້ອຍໆ

## ບົດທີ 2

### ການຄົ້ນຄວ້າເອກະສານ

#### 2.1 ປະຫວັດຄວາມເປັນມາຂອງຖ່ານ

ຖ່ານຄືໄມ້ທີ່ໄດ້ຈາກການເຜົາໄໝ້ ພາຍໃນບໍລິເວນທີ່ມີອາກາດເບົາບາງ ຫຼື ທາງເຕັກນິກຄື: ຂະບວນການແຍກອິນຊີພາຍໃນໄມ້ ໃນສະພາວະທີ່ມີອາກາດຢູ່ໜ້ອຍທີ່ສຸດ ເມື່ອມີການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນໃນລະຫວ່າງການເຜົາຈະຊ່ວຍກຳຈັດນ້ຳ, ນ້ຳມັນດິນ ແລະ ສານປະກອບອື່ນໆ ອອກຈາກໄມ້ ເຊິ່ງຜົນໄດ້ຮັບທີ່ໄດ້ຈາກຂະບວນການດັ່ງກ່າວ ຄື ສານຕ່າງໆປະກອບດ້ວຍ ຄາບອນ (80%) ນອກຈາກນັ້ນຈະເປັນສານປະກອບດ້ວຍໄຮໂດຣຄາບອນ (10-20%) ແລະ ແຮ່ທາດຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ກຳມະຖັນ ແລະ ຟິດຟໍຣາດ (ສຸຟອນໄຊ, 2008). ຖ່ານທີ່ໄດ້ຈາກຂະບວນການເຜົາຈະມີປະລິມານຄາບອນທີ່ສູງ ແລະ ບໍ່ມີຄວາມຊຸ່ມ ເຮັດໃຫ້ປະລິມານໃນຖ່ານສູງ ໂດຍມີຄ່າເປັນສອງເທົ່າໃນຂອງປະລິມານຜະລິດງານໃນໄມ້ແຫ້ງ. ສຳລັບຂະບວນການທີ່ເຮັດໃຫ້ສານອິນຊີໃນໄມ້ປ່ຽນແປງເປັນຖ່ານ ເອີ້ນວ່າ: ຄາບອນໄຮເຊຊັນ (Carbonisation). ໃນປະຈຸບັນປະລິມານໄມ້ທີ່ຈະນຳມາເຜົາຖ່ານມີໜ້ອຍຈຶ່ງມີການນຳວັດຖຸດິບ ຫຼື ວັດສະດຸທາງການກະເສດ ທີ່ເຫຼືອໃຊ້ມາຜະລິດເປັນເຊື້ອເຟີງ ໃນລັກສະນະຖ່ານອັດແຫ່ງ ຫຼື ອັດກ້ອນ ໂດຍຂະບວນການຜະລິດເຊື້ອເຟີງເປັນການເຜົາ ແລ້ວນຳມາອັດ ເພື່ອໃຫ້ຢູ່ໃນຮູບແບບຂອງຖ່ານ.

#### 2.2 ປະຫວັດການຜະລິດຖ່ານ

ການຜະລິດຖ່ານ ແມ່ນຂະບວນການທາງເຄມີທີ່ມີມາເປັນເວລາຫຼາຍພັນປີມາແລ້ວ. ຜະລິດເພື່ອໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟໃນການປຸງອາຫານ, ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນແກ່ຮ່າງກາຍ ໂດຍຂະບວນການຜະລິດ ແມ່ນການເຜົາໄມ້ໃນເຕົາເຜົາ (Charcoal kiln) ແລ້ວຄວບຄຸມປະລິມານອົກຊີເຈນທີ່ໃຊ້ໃນການເຜົາໄໝ້ໃຫ້ຢູ່ໃນລະດັບປານກາງ, ເຊິ່ງເຕົາເຜົາຖ່ານໃນຍຸກນັ້ນຍັງມີການນຳໃຊ້ມາຈົນຮອດທຸກມື້ນີ້. ເມື່ອຍຸກປະດິບັດອຸດສາຫະກຳຖ່ານກໍ່ເປັນໜ້າສົນໃຈເພີ່ມຂຶ້ນກວ່າສອງເທົ່າ ຍ້ອນຖ່ານຖືກນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການເສື່ອມທາດເຫຼັກ, ການຫຼອມເຫຼັກ ແລະ ອື່ນໆ. ດ້ວຍເຫດນີ້, ປ່າໄມ້ຈຶ່ງເລີ່ມຫຼຸດລົງຢ່າງໄວວາ. ແຕ່ເມື່ອອຸດສາຫະກຳນ້ຳມັນເກີດຂຶ້ນ ແລະ ມີການພັດທະນາຫຼາຍຂຶ້ນ, ຄວາມຕ້ອງການຖ່ານກໍ່ໄດ້ຫຼຸດລົງ. ເນື່ອງຈາກວ່າການນຳໃຊ້ນ້ຳມັນເຊື້ອໄຟແມ່ນສະດວກ ແລະ ໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງກວ່າການນຳໃຊ້ຖ່ານເປັນນ້ຳມັນເຊື້ອໄຟ. ຈຶ່ງເປັນສາເຫດອຸດສາຫະກຳການຜະລິດຖ່ານເລີ່ມປົດລົງເທື່ອລະກ້າວ, ແຕ່ແລ້ວໃນຊ່ວງສົງຄາມໂລກຄັ້ງທີ 1, ການຜະລິດຖ່ານໄດ້ກາຍເປັນທີ່ສົນໃຈອີກເທື່ອໜຶ່ງ ເພາະວ່າສິ່ງເສດເຫຼືອກະສິກຳຖືກນຳໃຊ້ເພື່ອຜະລິດຖ່ານ ແລະ ຜະລິດຕະພັນທີ່ບໍ່ພຽງແຕ່ຖ່ານຫິນເຊັ່ນ: ນ້ຳສົ້ມຄ້ວນໄມ້ (Wood Vinegar), ກາກບອນໄດອອກໄຊ ( $\text{CO}_2$ ), ຄາບອນໂມໂນໄຊ ( $\text{CO}$ ), ມີເທນ ( $\text{CH}_4$ ), ແລະ ອື່ນໆເປັນຕົ້ນ. (ອຸດສາຫະກຳຜະລິດຕະພັນໄມ້, 2009). ໃນປັດຈຸບັນ, ການເຜົາໄໝ້ຖ່ານໄດ້ມີການພັດທະນາວິທີການໃໝ່ຂອງການເຜົາຖ່ານ ເພື່ອເພີ່ມຜົນຜະລິດຂອງຖ່ານ ແລະ ເພື່ອນຳເອົາຜະລິດຕະພັນທີ່ອອກຈາກຖ່ານໄປນຳໃຊ້ໃນດ້ານອື່ນໆ ເຊິ່ງຂະບວນການຜະລິດຖ່ານແບບໃໝ່ຈະມີນະວັດຕະກຳທີ່ທັນສະໄໝຫຼາຍອັນເພື່ອນຳມານຳໃຊ້ ເຮັດໃຫ້ການເຜົາຖ່ານໃນປັດຈຸບັນເພີ່ມຜົນຜະລິດຂອງຖ່ານຫຼາຍຂຶ້ນ. ຄວນພິຈາລະນາການເຜົາຖ່ານຈະໜ້ອຍລົງ ຍິ່ງໄປກວ່ານັ້ນຍັງໃຫ້ນ້ຳສົ້ມຄ້ວນໄມ້ທີ່ມີປະສິດທິພາບຫຼາຍຂຶ້ນ.

## 2.3 ປະຫວັດການໃຊ້ຖ່ານ

ເມື່ອເວົ້າເຖິງ “ຖ່ານ” ຫຼາຍຄົນຄົງຈະຄິດເຖິງພຽງແຕ່ໄມ້ດຳທີ່ໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟໃນຄົວເຮືອນ. ແຕ່ຄວາມຈິງແລ້ວ, ຖ່ານມີຄຸນສົມບັດພິເສດອີກຢ່າງໜຶ່ງນັ້ນຄື: ມັນສາມາດດູດກິນເໝັນທີ່ບໍ່ຕ້ອງການ, ເຊິ່ງເຫັນໄດ້ຈາກການເອົາຖ່ານໃສ່ຕູ້ເຢັນ, ເຮັດໃຫ້ຕູ້ເຢັນບໍ່ມີກິນເໝັນ, ເອົາໃສ່ໃນຕູ້ເສື້ອຜ້າແລະຕຸ້ວາງສະແດງ ເພື່ອບໍ່ໃຫ້ມີກິນເໝັນ ແລະ ສິ່ງທີ່ເຮັດໃຫ້ຖ່ານມີຄວາມສາມາດໃນການດູດກິນ.

Takashi et al (2007) ການສຶກສາກ່ຽວກັບການດັບກິນ. ແກ້ສຟິດ ແລະ ການຕໍ່ຕ້ານໄຟຟ້າ ໂດຍການນຳໃຊ້ຖ່ານໄມ້ເຜົາໄໝ້ໃນອຸນຫະພູມ 500, 700 ແລະ 1,000°C ໃນການທົດລອງ, ນັກຄົ້ນຄວ້າໄດ້ວັດແທກຄວາມໜາແໜ້ນ 490,8, 361,2 ແລະ 360,2 ຕາແມັດຕໍ່ກຣາມຕາມລຳດັບ, ເຮັດໃຫ້ເກີດການດັບກິນ. ການດັບກັບຟິດຖ່ານທີ່ຖືກເຜົາໃນອຸນຫະພູມ 1,000°C ແມ່ນມີປະສິດທິພາບຫຼາຍກວ່າຖ່ານທີ່ເຜົາໃນອຸນຫະພູມ 700° C ແລະ 500° C ຕາມລຳດັບ, ແຕ່ໃນທາງກົງກັນຂ້າມ, ຄວາມຕ້ານຕໍ່ໄຟຟ້າທານແມ່ນເປັນລົບ, ຄ່າຄວາມຕ້ານທານໄຟຟ້າຂອງຖ່ານທີ່ອຸນຫະພູມ 500°C ມີຄວາມຕ້ານທານກັບຖ່ານທີ່ອຸນຫະພູມ 700 ແລະ 1,000°C ຕາມລຳດັບ. ຄວາມຍືນຍົງຂອງການນຳໃຊ້ຖ່ານໄມ້ໃນອາຟຣິກາໃຕ້, ການໃຊ້ຖ່ານໄມ້ນອກ ຈາກຈະໃຊ້ເປັນພະລັງງານຂອງຄົວເຮືອນແລ້ວ ຍັງສາມາດເຮັດໜ້າທີ່ດູດກິນໄດ້ອີກດ້ວຍ. ກຳຈັດເຊື້ອພະຍາດ ແລະ ຍັງມີທຳແຮງທີ່ຈະໃຊ້ເປັນເຄື່ອງກອງຄວັນໃນຢາສູບ ແລະ ເປັນແບັດເຕີລີ ເປັນຕົ້ນ.

ນັກຄົ້ນຄວ້າໄດ້ປະສົມຜົງຖ່ານໄມ້ໄຜ່ເຂົ້າໄປໃນຢາງສັງເຄາະເພື່ອຫຼຸດຜ່ອນຄ່າໃຊ້ຈ່າຍໃນການຜະລິດຢາງສັງເຄາະ. ຫຼັງຈາກນັກຄົ້ນຄວ້າໄດ້ປະສົມຜົງຖ່ານໄມ້ກັບຢາງສັງເຄາະ ມັນໄດ້ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ: ເມື່ອຜົງຖ່ານໄມ້ຖືກເພີ່ມເຂົ້າໃນຂະບວນການຜະລິດຢາງສັງເຄາະ, ຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຄຸນນະພາບຂອງຢາງສັງເຄາະທົ່ວໄປ ແມ່ນບໍ່ແຕກຕ່າງຈາກຄຸນນະພາບຂອງຢາງສັງເຄາະທີ່ບັນຈຸຜົງຖ່ານ. ນອກຈາກໃຊ້ຜົງຖ່ານໄມ້ທຳມະດາແລ້ວ, ຜູ້ວິໄຈຍັງໃຊ້ຜົງຖ່ານໄມ້ໄຜ່ເປັນຕົວປຽບທຽບ ເຊິ່ງໃຫ້ຄຸນຄ່າໃນການທົດລອງບໍ່ແຕກຕ່າງຈາກການໃຊ້ຜົງຖ່ານໄມ້ທຳມະດາ ດັ່ງນັ້ນ, ໃນອະນາຄົດການຜະລິດຢາງສັງເຄາະອາດຈະຕ້ອງເພີ່ມຜົງຖ່ານເຂົ້າໄປ ແລະ ຂະບວນການຜະລິດເພື່ອຫຼຸດຜ່ອນຕົ້ນທຶນການຜະລິດ.

## 2.4 ຄວາມສຳຄັນຂອງການຜະລິດຖ່ານ

ບັນຫາດ້ານພະລັງງານໃນປັດຈຸບັນ ແມ່ນບັນຫາຕົ້ນຕໍທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບຊີວິດການເປັນຢູ່ຂອງຄົນເຮົາບໍ່ວ່າຈະເປັນບັນຫາກ່ຽວກັບລາຄາພະລັງງານທີ່ໃຊ້ໃນຄົວເຮືອນ, ແກ້ສຫຸງຕົ້ມ ຫຼື ນ້ຳມັນທີ່ມີທຳອິດຜົນເພີ່ມຂຶ້ນ ເຖິງແມ່ນວ່າພະລັງງານຕ່າງໆ ຈະມີລາຄາສູງຂຶ້ນ ຄວາມຕ້ອງການພະລັງງານຂອງປະຊາກອນຍັງສູງເຊັ່ນດຽວກັນ. ສະນັ້ນ, ຈິ່ງມີຄວາມຈຳເປັນທີ່ຈະຕ້ອງຊອກຫາແຫຼ່ງພະລັງງານທົດແທນໃຫ້ພຽງພໍກັບຄວາມຕ້ອງການຂອງປະຊາກອນສ່ວນໃຫຍ່ (ສຸພອນໄຊ, 2008). ການໃຊ້ເຊື້ອໄຟສຳລັບການຫຸງຕົ້ມ, ໃນຄົວເຮືອນ ແລະ ຮ້ານອາຫານຢູ່ຫຼາຍຊື່ງເຂດ ຍັງມີການໃຊ້ ຝົນ ແລະ ຖ່ານ ເພາະມັນສາມາດໃຊ້ໄດ້ງ່າຍ ແລະ ມີລາຄາຖືກ (ຊານຍຸດ, 2009).

ຈາກບັນຫາດັ່ງກ່າວ ແລະ ຄວາມຕ້ອງການພະລັງງານທົດແທນເພີ່ມຂຶ້ນ. ຈິ່ງມີການຄົ້ນຄວ້າທົດລອງນຳເອົາວັດຖຸສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກກະສິກຳຖືກນຳໃຊ້ເພື່ອຜະລິດເປັນຖ່ານອັດແທ່ງເຊັ່ນ: ກ່ອນເຊື້ອເຫັດເຫຼືອ. ເປືອກໝາກຜ້າວ (ຮຸ່ງໂຣດ, 2010) ແກນສາລີ, ມັນຕົ້ນ, ແກບ, ເຝືອງເຂົ້າ, ຂີ້ເລື້ອຍ, ຊາກອ້ອຍ ແລະ ເສດໄມ້ຊະນິດຕ່າງໆ (ສຸລິໄຊ ແລະ ຄະນະ, 2005) ແລະ ອື່ນ ເພື່ອນຳໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟ. ປຸງແຕ່ງອາຫານຄົວເຮືອນ ແລະ ເປັນການນຳເອົາສິ່ງເສດເຫຼືອທາງການກະເສດມານຳໃຊ້ໃຫ້ເກີດປະໂຫຍດຫຼາຍທີ່ສຸດ. ທັງນີ້ກໍ່ເປັນການແກ້ໄຂບັນຫາການທຳລາຍປ່າຂອງຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມຂອງຊາວບ້ານໄດ້ອີກ. ໃນຂະນະດຽວກັນກໍ່ສາມາດເພີ່ມລາຍຮັບໃຫ້ຊາວ

ກະສິກອນໃນການຈຳໜ່າຍຖ່ານ, ໃນຍຸກປະຈຸບັນມີການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງຫຼາກຫຼາຍຮູບແບບ ທັງໃຊ້ຜະລັງ ງານ ໄຟຟ້າ ແລະ ບໍ່ໃຊ້ຜະລັງງານໄຟຟ້າ. ແຕ່ການນຳເອົາເຕັກໂນໂລຢີໄປສູ່ຊຸມຊົນຄວນຈະນຳເອົາເຕັກໂນໂລຢີທີ່ໝາະສົມ ມາສຸຊຸມຊົນ ເພື່ອໃຫ້ເກີດຜົນປະໂຫຍດສູງສຸດໃຫ້ແກ່ຊາວບ້ານ. ແຕ່ຄວາມຮູ້ກ່ຽວກັບການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງຈາກ ສິ່ງເສດເຫຼືອກະສິກຳກໍ່ມີຄວາມສຳຄັນ ເຊັ່ນດຽວກັບເຕັກໂນໂລຢີທີ່ໃຊ້ໃນການຜະລິດຖ່ານ.

## 2.5 ຄຸນສົມບັດ ແລະ ປະໂຫຍດຂອງໄມ້

MAIHORECA (2018) ໄດ້ກ່າວເຖິງຄຸນສົມບັດ ແລະ ປະໂຫຍດຂອງໄມ້ບາງຊະນິດໄວ້ດັ່ງນີ້:

### 2.5.1 ໄມ້ສັກ

ມີລັກສະນະທົ່ວໄປຄື: ລຳຕົ້ນຊື່, ເນື້ອໄມ້ມີສີເຫຼືອງ ຫຼື ສີນ້ຳຕານ, ເນື້ອຫຍາບ, ມອດ ຫຼື ປວກບໍ່ສາມາດທຳ ລາຍໄດ້ ເນື່ອງຈາກວ່າມັນມີສານຈຳພວກເທດໂຕດວິນິນບັນຈຸຢູ່. ເປັນໄມ້ທີ່ສາມາດເລື່ອຍ, ຜ່າ, ກັບ, ຕົບແຕ່ງ ແລະ ໃຫ້ເງົາໄດ້ງ່າຍ, ສາມາດຕາກແດດ ຫຼື ອົບແຫ້ງດ້ວຍອາກາດໄດ້ງ່າຍ ແລະ ໄວ, ແຕ່ການທີ່ຈະນຳໄປໃຊ້ປະໂຫຍດນັ້ນ ຄວນພິຈາລະນາເຖິງຄຸນສົມບັດດ້ານຕ່າງໆຂອງໄມ້ກ່ອນ ເຊິ່ງຈະເຮັດໃຫ້ການນຳໃຊ້ໄມ້ນັ້ນ ໄດ້ຢ່າງຖືກຕ້ອງ ແລະ ໝາະສົມ. ສຳລັບຄຸນສົມບັດຂອງໄມ້ ໝາຍເຖິງຄຸນສັກສະນະ ແລະ ພຶດຕິກຳຂອງໄມ້ ທີ່ມີອິດທິພົນພາຍນອກ, ນອກຈາກແຮງຕ່າງໆເຊັ່ນ: ການຢຶດຫິດ, ຄວາມໜາແໜ້ນ, ຄວາມຖ່ວງຈຳເພາະ, ປະລິມານຄວາມຊຸ່ມຊື່ນ, ການໂຄ້ງ, ກົງ, ປິດ ແລະ ຄຸນສົມບັດທີ່ມີຕໍ່ຄວາມຮ້ອນ, ໄຟ, ການສັກນ້ຳໄຟຟ້າ ແລະ ທົນທານເປັນຕົ້ນ (Winandy, 1994).

ໄມ້ສັກເປັນໄມ້ທີ່ສາມາດຕາກແຫ້ງໄດ້ງ່າຍໃນອາກາດທົ່ວໄປ ແຂງແຮງ ແລະ ຢູ່ຕົວດີ ໂດຍສະເພາະຄວາມ ທົນທານ. ຕາມທຳມະຊາດແລ້ວມີຄວາມສູງຫຼາຍ ສ່ວນຄວາມສາມາດໃນການອາບນ້ຳຢາໄມ້ນັ້ນ ໄມ້ສັກເປັນໄມ້ທີ່ ອາບນ້ຳຢາໄດ້ຍາກ ເຊິ່ງປະລິມານນ້ຳຢາທີ່ເຂົ້າໄປໃນເນື້ອໄມ້  $41-80\text{kg/m}^2$  ຈາກຂໍ້ມູນດ້ານຄຸນສົມບັດຂອງໄມ້ສັກ ໃນການໃຊ້ງານເຫັນວ່າ ການເລື່ອຍ, ການກົບ, ການເຈາະ ຢູ່ໃນລະດັບຂ້ອນຂ້າງງ່າຍ ການຍຶດເກາະຕະປູໃນລະດັບ ປານກາງ, ສ່ວນການຄັດເງົາ ແມ່ນຢູ່ໃນລະດັບປານກາງ (ຊຸຊາດ ແລະ ຄະນະ, 2005). ດັ່ງນັ້ນ ໄມ້ສັກຈຶ່ງຖືກນຳໃຊ້ ປະໂຫຍດໄດ້ຢ່າງກວ້າງຂວາງ ເຊິ່ງປະໂຫຍດທາງກົງສາມາດນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການກໍ່ສ້າງບ້ານເຮືອນ, ເຮືອ, ລົດ, ເສົາ, ເຄື່ອງມືກະສິກຳ, ເຄື່ອງແກະສະລັກ ແລະ ການກໍ່ສ້າງຕ່າງໆ ໂດຍສະເພາະໄມ້ພື້ນ, ຝາ, ປະຕູ, ປ້ອງຢ້ຽມ ແລະ ສ່ວນ ປະກອບອື່ນໆຂອງອາຄານເຮືອນ. ນອກຈາກນີ້ ຍັງເປັນໄມ້ທີ່ໃຫ້ຄວາມສວຍງາມໃນການຕົບແຕ່ງຕ່າງໆ, ສ່ວນປະ ໂຫຍດທາງອ້ອມມີຢູ່ຫຼາຍປະການເຊັ່ນ: ເນື້ອໄມ້ ແລະ ໃບ ເປັນສະໝຸນໄຟແກ້ບວມ, ລົດເປົາຫວານ, ຂັບລົມໃນລຳ ໄສ້, ແກ້ໄຕຟີການ ແລະ ອື່ນໆ.

### 2.5.2 ໄມ້ດູ່

ໄມ້ດູ່ ເປັນພືດໄມ້ທີ່ມີຖິ່ນກຳເນີດໃນປະເທດມາເລເຊຍ ແລະ ອິນເດຍ, ຈັດເປັນພວກໄມ້ຢືນຕົ້ນຂະໜາດ ກາງຫາຂະໜາດໃຫຍ່. ລຳຕົ້ນມີຄວາມສູງປະມານ 20-25m, ຫຼື ອາດຈະສູງກວ່າ. ແຕກກຶ່ງກ້ານເປັນຝຸ່ມກວ້າງ ແລະ ປາຍກຶ່ງຫ້ອຍລົງ ເບິ່ງລຳຕົ້ນໜ້າ ເປັນສີນ້ຳຕານເທົ່າ ແຕກຫຍາບໆເປັນຮອຍນ້ອຍໆ, ຂະຫຍາຍຜັນດ້ວຍເມັດ ແລະ ປັກຊຳ, ເຊິ່ງເລີນເຕີບໂຕໄດ້ດີໃນດິນລ່ວມ ຕ້ອງການປະລິມານນ້ຳລະດັບປານກາງ ເປັນພືດໄມ້ກາງແຈ້ງ, ມັກແສງ ແດດກ້າ ມັກພົບເຫັນໃນຕາມປ່າ ແລະ ສາມາດປູກໄດ້ທົ່ວໄປ. ໄມ້ດູ່ ເປັນພືດໄມ້ເນື້ອແຂງ, ມີຄຸນນະພາບດີ ແລະ ມີ ຄຸນຄ່າທາງດ້ານເສດຖະກິດ. ສຳລັບໃບ ແລະ ດອກສາມາດນຳມາເປັນອາຫານໄດ້. ສ່ວນເປືອກ ແລະ ແກ່ນ ສາ ມາດນຳມາເປັນສີຍ້ອມຜ້າໄດ້ ເຊິ່ງເປົາຈະໃຫ້ສີນ້ຳຕານ ແລະ ແກ່ນແມ່ນໃຫ້ສີແດງເຂັ້ມ. ໃບມີລົດຟາດ ສາມາດນຳ ມາປະສົມນ້ຳ ເພື່ອໃຊ້ສະຜົມໄດ້

### 2.5.3 ໄມ້ຕົ້ວ

ຕົ້ນຕົ້ວ ຈັດເປັນພວກໄມ້ຢືນຕົ້ນຂະໜາດນ້ອຍຫາຂະໜາດກາງ ເຮືອນຍອດເປັນຝຸ່ມກົມ ໂປ່ງ ມີຄວາມສູງ ປະມານ 8-15m ແຕກກຶ່ງກ້ານໂປ່ງ, ຍອດອ່ອນ ແລະ ກຶ່ງກ້ານອ່ອນ ຈະມີຂົນໜາແໜ້ນ ເບິ່ງຕົ້ນດ້ານນອກຈະເປັນ ສີນ້ຳຕານປົນດຳ ແຕກເປັນສະເກັດຕາມຍາວ ສ່ວນເປືອກດ້ານໃນເປັນສີນ້ຳຕານເຫຼືອງ ແລະ ມີຢາງໜຽວໆ ສີເຫຼືອ

ປົນແດງ, ມີກິ່ງຂະໜາດນ້ອຍຕາມລຳຕົ້ນ (ໜາມແຂງ) ມັກພົບເຫັນຕາມປ່າທົ່ວໄປ ແລະ ປ່າໄມ້ແລ້ງທີ່ມີຄວາມສູງ ຈາກລະດັບໜ້ານ້ຳທະເລເຖິງ 200-1,000m. ຕົ້ນຕົ້ວ ຈັດເປັນພືດຢືນຕົ້ນ ທີ່ມີປະໂຫຍດຫຼາຍ ໂດຍສະເພາະນຳມາ ເປັນຝົນ, ເຜົາຖ່ານ ເພາະເປັນໄມ້ເນື້ອແຂງ, ນອກນີ້ ແມ່ນນຳມາໃຊ້ເປັນວັດສະດຸລ້ອມຮົ້ວ ແລະ ນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນງານໄມ້ ຕ່າງໆ. ທາງດ້ານສັບພະຄຸນແລ້ວເຫັນວ່າທັງໃບ, ເປືອກ ແລະ ຮາກ ແມ່ນມີປະໂຫຍດຕໍ່ກັບການປິ່ນປົວບາງອາການ ເຊັ່ນ: ຮາກ ແລະ ໃບ ໃຊ້ຕົ້ມປະສົມກັບນ້ຳ ເປັນຢາແກ້ການປວດທ້ອງ, ກິ່ງ ແລະ ລຳຕົ້ນໃຊ້ຕົ້ມປະສົມນ້ຳຕົ້ມ ເພື່ອ ແກ້ອາການເຈັບທ້ອງ ແລະ ອື່ນໆ.

## 2.6 ຜົນປະໂຫຍດຂອງການໃຊ້ຖ່ານໄມ້ອັດແທ່ງ

ຜະລັງງານ ເປັນປັດໄຈໜຶ່ງທີ່ມີຄວາມສຳຄັນຕໍ່ການດຳລົງຊີວິດປະຈຸບັນ ໂດຍສະເພາະຜະລັງງານເຊື້ອເຟີງ ທີ່ມີປະລິມານການນຳໃຊ້ສູງຂຶ້ນ. ຖ່ານ ແລະ ຝົນ ແມ່ນຜະລັງງານເຊື້ອເຟີງຊະນິດໜຶ່ງທີ່ມີປະໂຫຍດໃນຄົວເຮືອນ ແລະ ທຸລະກິດ, ຮ້ານອາຫານ, ສຳລັບປະກອບອາຫານປະເພດບ້ຽງ, ແຕ່ເນື່ອງຈາກວ່າຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້ ພາຍໃນ ປະເທດມີປະລິມານຫຼຸດລົງ ຈຶ່ງມີການນຳເສດຈາກການກະສິກຳ ແລະ ອຸດສາຫະກຳການຜະລິດມາເປັນເຊື້ອເຟີງໃນ ຮູບແບບຂອງຖ່ານອັດແທ່ງ ເພື່ອໃຊ້ເປັນຜະລັງງານທົດແທນທີ່ອາດຈະໝົດໄປໃນອະນາຄົດ ແລະ ອະນຸລັກຮັກສາທຳ ມະຊາດ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມໃຫ້ຄົງຢູ່ຕໍ່ໄປ (ປັນຈະລັດ ແລະ ຄະນະ, 2011) ລາຍລະອຽດກ່ຽວກັບຖ່ານອັດແທ່ງ ມີ ດັ່ງນີ້:

### 2.6.1. ຖ່ານອັດແທ່ງແມ່ນຫຍັງ?

ແມ່ນການນຳໃຊ້ສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກການກະສິກຳຕ່າງໆ ມາອັດແທ່ງເພື່ອເພີ່ມຄວາມໜາແໜ້ນຂອງເຊື້ອເຟີງ ຈາກວັດຖຸດິບທີ່ມີຂະໜາດນ້ອຍ ເຊິ່ງຊ່ວຍເຮັດໃຫ້ແກ້ໄຂບັນຫາການກຳຈັດສິ່ງເສດເຫຼືອ ແລະ ເຊື້ອເຟີງອັດແທ່ງຍັງ ເພີ່ມປະລິມານຄວາມຮ້ອນຕໍ່ໜ່ວຍປະລິມານ ສາມາດນຳໃຊ້ເປັນເຊື້ອເຟີງທົດແທນໃນຄົວເຮືອນ ແລະ ອຸດສາຫະກຳ ໄດ້ເປັນຢ່າງດີ ໂດຍເຊື້ອເຟີງອັດແທ່ງແບ່ງ ເປັນ 2 ປະເພດຄື: ເຊື້ອເຟີງຂຽວ (Green fuel) ແລະ ຖ່ານອັດແທ່ງ (Charcoal briquette).

### 2.6.2. ຄວາມໝາຍຂອງຖ່ານອັດແທ່ງ

ໝາຍເຖິງຜະລິດຕະພັນທີ່ໄດ້ຈາກການນຳວັດຖຸດິບທາງທຳມະຊາດເຊັ່ນ: ກະໂປະໝາກຜ້າວ, ປາມ, ຕົ້ນສາລີ ມາເຜົາຈົນເປັນຖ່ານ ອາດນຳມາບົດເປັນຝັງ ຫຼື ເມັດແລ້ວອັດເປັນແທ່ງຕາມຮູບແບບທີ່ຕ້ອງການ ຫຼື ນຳວັດຖຸດິບ ທາງທຳມະຊາດເຊັ່ນ: ແກບຂີ້ເລື້ອຍ ມາອັດຕາຮູບແບບທີ່ຕ້ອງການແລ້ວຈຶ່ງມາເຜົາເປັນຖ່ານ.

### 2.6.3. ປະໂຫຍດຈາກຖ່ານອັດແທ່ງ

- ໃຊ້ເປັນເຊື້ອເຟີງແທນຝົນ ແລະ ຖ່ານໃນການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນ ສຳລັບໃຊ້ໃນຄົວເຮືອນ ແລະ ໃນອຸດສາຫະກຳ
- ເປັນການເພີ່ມມູນຄ່າວັດສະດຸ ແລະ ຜະລິດຕະພັນທາງການກະເສດ
- ຫຼຸດລາຄາໃຊ້ຈ່າຍ, ປະຫຍັດເງິນ ແລະ ແຮງງານ
- ເປັນການນຳວັດສະດຸທີ່ເຫຼືອໃຊ້ທາງການກະເສດມາໃຊ້ປະໂຫຍດໃຫ້ຄຸ້ມຄ່າ ແລະ ມີປະສິດທິ ພາບສູງ
- ຫຼຸດປະລິມານຂີ້ເຫຍື້ອ
- ຫຼຸດການບຸກລຸກ ແລະ ທຳລາຍປ່າໄມ້
- ຊ່ວຍອະນຸລັກຮັກສາຊັບພະຍາກອນ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມທີ່ສິ່ງຜົນຕໍ່ພາວະໂລກຮ້ອນ

1. ການໃຊ້ປະໂຫຍດໃນອຸດສາຫະກຳ: ຖ່ານບໍລິສຸດເປັນວັດຖຸດິບໃນອຸດສາຫະກຳຜະລິດສານເຄມີຕ່າງໆເຊັ່ນ: ຄາບຣອນໄດຊຣັນໄຟ, ໂຊດຽມໄຊຍາໄນຣ ຫຼື ຖ່ານກຳມັນເປັນຕົ້ນ ຖ່ານກຳມັນທີ່ໄດ້ຈາກ ຖ່ານໄມ້ທີ່ມີຄ່າຄາບອນສູງ ໃຊ້ປະໂຫຍດໃນອຸດສາຫະກຳຢ່າງຫຼວງຫຼາຍ ໃຊ້ໃນລະບົບກອງ ແລະ ບຳບັດອຸດສາຫະກຳນ້ຳຕົ້ມ ລະບົບຜະລິດນ້ຳປະປາ ລະບົບບຳບັດນ້ຳເສຍ ເປັນຕົ້ນ.

2. ການໃຊ້ປະໂຫຍດໃນຄົວເຮືອນ: ມີຄຸນສົມບັດໃນການດູດຊັບກິນ, ການໃຊ້ຖ່ານແທນຝືນ, ຊ່ວຍຫຼຸດຄ່າໃຊ້ຈ່າຍ, ປະຢັດເງິນ ເວລາ ແລະ ແຮງງານ ເປັນການໃຊ້ວັດສະດຸເສດເຫຼືອທາງການກະສິກຳມາໃຊ້ປະໂຫຍດຢ່າງຄຸມຄ່າ ແລະ ມີປະສິດທິພາບສູງ ຫຼຸດປະລິມານຂີ້ເຫຍື້ອ, ຫຼຸດການບຸກລຸກທຳລາຍປ່າໄມ້, ຊ່ວຍອານຸລັກຊັບພະຍາກອນທຳມະຊາດ ແລະ ສິ່ງຜົນຕໍ່ການຫຼຸດພາວະໂລກຮ້ອນ.

## 2.7 ເງື່ອນໄຂຄວາມສຳເລັດຂອງການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງ

ຖ່ານອັດແທ່ງ ເປັນຜະລັດງານທາງເລືອກໃນຍຸກຂອງນ້ຳມັນແຟງ, ເມື່ອເວົ້າເຖິງຜະລັດງານດ້ານເຊື້ອໄຟ, “ຖ່ານ” ແມ່ນສ່ວນໜຶ່ງທີ່ໃຊ້ໃນຄົວເຮືອນໃນການປຸງແຕ່ງອາຫານປະເພດປັ້ງ, ຢ່າງ ແລະ ອື່ນໆ ໂດຍສະເພາະໃນການຄ້າຂາຍໃນຫຼາຍປີກ່ອນ, ຄົນເຮົາຄຸ້ນເຄີຍ ແລະ ເຄີຍໃຊ້ຖ່ານໄມ້ເທົ່ານັ້ນ, ເຊິ່ງໄດ້ມາຈາກການນຳເອົາໄມ້ທ່ອນກູ້ໄມ້ມາເຜົາເປັນຖ່ານ ແຕ່ດ້ວຍການຄາດຄະເນກ່ຽວກັບການຂາດແຄນໄມ້ໃນອະນາຄົດ ລວມທັງຜະລິດງານຕ່າງໆ ກ່ຽວກັບການຜະລິດຖ່ານ, ຈຶ່ງໄດ້ມີຂໍ້ລິເລີ່ມນຳເອົາວັດສະດຸສິ່ງເສດເຫຼືອຕ່າງໆເຊັ່ນ: ມາບີບອັດເປັນເຊື້ອໄຟ, ເຊິ່ງເອີ້ນວ່າ “ເຊື້ອໄຟສີຂຽວ” ແລະ ແກບ, “ຫຼັກການຂອງອັດແທ່ງ. ແມ່ນການນຳໃຊ້ຄວາມກົດດັນອະນຸພາກຂະໜາດນ້ອຍມີການອັດແທນພຽງພໍທີ່ຈະສ້າງເປັນກ້ອນ. ຂະບວນການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງປະກອບດ້ວຍການໃຊ້ແຮງດັນຕໍ່ມວນອະນຸພາກ ຫຼື ບໍ່ມີກໍໄດ້, ເພື່ອໃຫ້ມວນສານວັດສະດຸເຕົ້າໂຮມເຂົ້າກັນ ແລະ ເກາະກັນໄດ້ດີ (ມິງຄິນ, 2014).

- ຄ່າຄວາມຮ້ອນ (Heating value) ປະລິມານສານທີ່ເຜົາໄໝ້ໄດ້ (Volatile matters) ປະລິມານຄາບອນຄົງຕົວ (Fixed carbon) ປະລິມານເທົາ (Ash content) ປະລິມານຄວາມຊຸ່ມ (Moisture content)
- ການທົດສອບຖ່ານອັດແທ່ງ ແມ່ນການປະເມີນຄຸນນະພາບເຊື້ອໄຟ ແລະ ຄຸນສົມບັດທາງເຊື້ອໄຟທີ່ຈະໃຊ້ອົງປະກອບຂອງເຊື້ອໄຟເປັນຫຼັກໃນການປະເມີນຄຸນນະພາບ ວິເຄາະຕາມມາດຖານ ASTM (ສະ ມາຄົມອາເມລິກາສຳລັບການທົດສອບວັດສະດຸ) (ອົງການມາດຕະຖານແຫ່ງຊາດຜະລິດຕະພັນອຸດສາຫະກຳ, 2004).

## 2.8 ຂະບວນການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງ

ສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກການກະສິກຳປະເພດຕ່າງໆ ທີ່ຈະນຳມາໃຊ້ປະໂຫຍດເປັນເຊື້ອເຟີງໄດ້ຕ້ອງຜ່ານຂະບວນການແປຮູບໃຫ້ເໝາະສົມກ່ອນ (ທາລິນີ, 2005) ເຊິ່ງຂະບວນການແປຮູບປະກອບມີ 5 ຂັ້ນຕອນຄື:

### 2.8.1 ການຜະລິດຖ່ານ

ຖ່ານເປັນໄມ້ທີ່ໄດ້ມາຈາກການເຜົາໄໝ້ພາຍໃນບໍລິເວນທີ່ມີອາກາດເບົາບາງ ຫຼື ຂະບວນການແຍກສານອິນຊີພາຍໃນໄມ້ໃນສະພາວະທີ່ມີອາກາດຢູ່ໜ້ອຍ ເມື່ອມີການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນລະຫວ່າງຂະບວນການຈະຊ່ວຍກຳຈັດນ້ຳມັນ ແລະ ສານປະກອບອື່ນໆອອກຈາກໄມ້, ຖ່ານທີ່ໄດ້ຫຼັງການຜະລິດຈະມີປະລິມານຂອງຄາບອນສູງ ແລະ ບໍ່ມີຄວາມຊຸ່ມ ເຊິ່ງເຮັດໃຫ້ປະລິມານຜະລິດງານໃນຖ່ານສູງ ໂດຍມີຄ່າເປັນ 2 ເທົ່າຕົວຂອງປະລິມານຜະລິດງານໃນໄມ້ແທ້ໆ. ເຊິ່ງຢູ່ໃນຂະບວນການທີ່ເຮັດໃຫ້ສານອິນຊີໃນໄມ້ທີ່ປ່ຽນຮູບເປັນຖ່ານເອີ້ນວ່າ: ຄາບອນໄນເຊຊັນ (Carbonization) ສາມາດແຍກຂະບວນດັ່ງກ່າວອອກເປັນ 4 ຂັ້ນຕອນ:

1. ການເຜົາໄໝ້ ເປັນຂະບວນການທີ່ຕ້ອງການປະລິມານອອກຊີເຈນຈຳນວນຫຼາຍ ໃນລະຫວ່າງການເກີດຄາບອນໄນເຊຊັນ ໂດຍໃຫ້ຄວາມຮ້ອນກັບວັດຖຸພາຍໃນການເຜົາຖ່ານ

2. ເປັນປະຕິກິລິຍາດູດຄວາມຮ້ອນ ເພື່ອໄລ່ຄວາມຊຸ່ມອອກຈາກເນື້ອວັດສະດຸທີ່ນຳໃຊ້ ເຊິ່ງຈະໃຊ້ອຸນຫະພູມ ເຖິງ 270 ອົງສາ, ຄວາມຈະຄ່ອຍໆຫຼຸດລົງໄປຈົກໝົດ ສາມາດສັງເກດໄດ້ຈາກປະລິມານອາຍນ້ຳທີ່ຂຶ້ນມາ

3. ເປັນປະຕິກິລິຍາທີ່ດູດຄວາມຮ້ອນ ໂດຍເກີດຂຶ້ນໃນລະຫວ່າງອຸນຫະພູມ 250-300 ອົງສາ ລະຫວ່າງການ ປະຕິກິລິຍາຄາຍຄວາມຮ້ອນຈະເກີດແກ້ສຕ່າງໆເຊັ່ນ: ແກ້ສຄາບອນນອນອັອກໄຊ (CO) ແລະ ແກ້ສຄາບອນ ໄດອັອກໄຊ (CO<sub>2</sub>) ລວມເຖິງການເກີດກົດອາເຊຕິກ ເມທິແອວກໍຣ໌ ແລະ ສານພວກນ້ຳມັນ ຂັ້ນຕອນນີ້ຈະເຮັດໃຫ້ ປະລິມານຄາບອນຂອງຖ່ານເພີ່ມຂຶ້ນ ເນື່ອງຈາກອົງປະກອບທີ່ລະເຫີຍໄດ້ຈະຖືກກຳຈັດອອກ

4. ເປັນການຜະລິດຕະພັນຖ່ານມາເຮັດໃຫ້ເຢັນ ເຊິ່ງຈະໃຊ້ເວລາຫຼາຍຊົ່ວໂມງຂຶ້ນຢູ່ກັບຊະນິດຂອງເຕົາເຜົາທີ່ ໃຊ້ໃນການຜະລິດ, ຄຸນນະພາບຂອງຖ່ານ ທີ່ຜູ້ໃຊ້ຍອມຮັບໄດ້ຄື: ຕ້ອງມີປະລິມານຄາບອນ70%, ສາຍລະເຫີຍໄດ້ ຕ້ອງໜ້ອຍກວ່າ 25%, ຂີ້ເຖົ້າປະມານ 5% ແລະ ຄວາມໜາແໜ້ນປະມານ 0.25-0.30 ກຼາມ/cm (ຊາລິນີ ມະຫາຍ ນັນ, 2006).

### 2.8.2 ການບີດຍ່ອຍ (Grinding)

ຜົງຖ່ານທີ່ນຳມາໃຊ້ໃນການອັດແທ່ງ ຕ້ອງລະອຽດພໍທີ່ຈະນຳໄປຂຶ້ນຮູບໄດ້ຕາມຂະໜາດຂອງຜົງຖ່ານທີ່ໃຊ້ ຂຶ້ນຢູ່ກັບຊະນິດຂອງຖ່ານ ແລະ ວິທີການເຮັດຜົງຖ່ານໃຫ້ເປັນແທ່ງ. ວິທີການບີດຍ່ອຍ ສາມາດເຮັດໄດ້ຫຼາຍວິທີທັງ ການໃຊ້ເຄື່ອງບີດ ເຄື່ອງສັບ ແລະ ເຄື່ອງປັ່ນວັດຖຸດິບ ຫຼື ວິທີການງ່າຍທີ່ສຸດຄື: ການບີດດ້ວຍມືໂດຍອາດໃຊ້ຄີກ ແລະ ສາກເປັນອຸປະກອນ ແຕ່ວິທີນີ້ຕ້ອງໃຊ້ແຮງຫຼາຍ ແລະ ໃຊ້ເວລາດົນ.

### 2.8.3 ການປະສົມ (Mixing)

ເປັນການປະສົມສ່ວນປະກອບທີ່ຖືກຍ່ອຍແລ້ວກັບສານທີ່ຈະຊ່ວຍປະສານວັດຖຸດິບໃຫ້ຕິດກັນງ່າຍຂຶ້ນ ລັກສະນະຂອງຕົວປະສານທີ່ດີນັ້ນ ຈະຕ້ອງມີແຮງຍຶດເກາະລະຫວ່າງອະນຸພາກສູງແລ້ວ ຄວາມຊຸ່ມຕ້ອງມີຫຼາຍ ແລະ ສາມາດປົກຄຸມພື້ນທີ່ຜິວຂອງຖ່ານໄດ້ທົ່ວເຖິງ. ບາງຕົວຢ່າງທົດລອງ ໂດຍໃຊ້ຜະລິດຕະພັນທາງການກະສິກຳເປັນຕົວ ປະສານ ພົບວ່າ: ກາກນ້ຳຕານ ແລະ ແບັງປຽກເປັນຕົວປະສານທີ່ດີ ໂດຍຖ່ານອັດແທ່ງທີ່ໃຊ້ກາກນ້ຳຕານເປັນຕົວ ເຊື່ອມປະສານນັ້ນ ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງກວ່າ ແລະ ປະລິມານເຖົ້າຕ່ຳກວ່າຖ່ານອັດແທ່ງທີ່ໃຊ້ແບັງປຽກເປັນຕົວເຊື່ອມ ປະສານ, ແຕ່ຂໍ້ເສຍຂອງການໃຊ້ກາກນ້ຳຕານຄື: ຕ້ອງໃຊ້ປະລິມານຫຼາຍ ແລະ ເມື່ອປະໄວ້ໃນອາກາດຊຸ່ມ ເຊິ່ງຈະດູດ ຄວາມຊຸ່ມຈາກອາກາດເຂົ້າໄປເຮັດໃຫ້ອ່ອນຕົວລົງ. ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມ, ຍັງມີວັດຖຸດິບຫຼາຍຊະນິດ ທີ່ສາມາດນຳໃຊ້ ເປັນຕົວປະສານໄດ້ໃນແຕ່ລະທ້ອງຖິ່ນ ກໍຈະມີການໃຊ້ວັດຖຸດິບທີ່ແຕກຕ່າງກັນໄປ ເຊິ່ງການເລືອກວັດຖຸດິບໃດເປັນ ຕົວປະສານ ຄວນພິຈາລະນາເຖິງຄຸນສົມບັດໄດ້ແກ່: ລາຄາຖືກ ມີແຮງຍຶດເກາະທີ່ດີ ບໍ່ກໍ່ໃຫ້ເກີດກິ່ນເໝັນໃນຂະນະທີ່ ເຜົາໄໝ້ ແລະ ສາມາດຫາໄດ້ງ່າຍໃນທ້ອງຖິ່ນ ທັງນີ້ເຊື່ອເຝິງທີ່ບໍ່ໄດ້ໃຊ້ຕົວປະສານຕ່າງໆ ເມື່ອອັດສຳເລັດແລ້ວ ຕ້ອງນຳໄປໃຊ້ເລີຍ ເພາະບໍ່ສາມາດເກັບໄວ້ດົນນານ (ທາລິນີ, 2005).

ມີຫຼາຍສູດທີ່ແຕກຕ່າງກັນສຳລັບການກະກຽມສ່ວນປະກອບສຳລັບການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງ ເຊິ່ງຂຶ້ນຢູ່ກັບ ຫຼາຍປັດໃຈ ເຊິ່ງອັດຕາສ່ວນການປະສົມໂດຍປະມານທີ່ສາມາດນຳໃຊ້ເປັນແນວທາງໃນການຫາອັດຕາສ່ວນການ ປະສົມທີ່ເໝາະສົມຈະເປັນໄປຕາມສູດ ດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້.

- ຖ່ານ 100 ກິໂລກຼາມ ປະສົມກັບແບັງ 5-7 ກິໂລກຼາມ ແລະ ນ້ຳ 30-35 ກິໂລກຼາມ ຫຼື ຖ່ານ 100 ກິໂລກຼາມ ປະສົມກັບນ້ຳມັນດິນ 15-30 ກິໂລກຼາມ, ນ້ຳມັນເຊື້ອໄຟ 1 ກິໂລກຼາມ ແລະ ນ້ຳ 30 ກິໂລກຼາມ
- ອັດຕາສ່ວນທີ່ແນ່ນອນຂອງຜົງຖ່ານທີ່ໃຊ້ໄດ້ແມ່ນຂຶ້ນກັບຂະໜາດຂອງຜົງຖ່ານ, ຊະນິດ, ປະລິມານຂອງຕົວ ປະສານທີ່ໃຊ້ ແລະ ວິທີການການອັດຜົງຖ່ານ ເຊິ່ງໃນການຫາອັດຕາສ່ວນການປະສົມທີ່ເໝາະສົມ ມັນຄວນຈະ ເຮັດຄ່ອຍໆປັບອັດຕາສ່ວນເທື່ອລະເລັກລະນ້ອຍຈົນກວ່າຈະໄດ້ຮັບຖ່ານທີ່ມີຄຸນນະພາບທີ່ຕ້ອງການ, ສຳລັບສະ ຖານ



ທີ່ໃນການປະສົມຕ່າງໆເຂົ້າກັນ ສ່ວນຫຼາຍມັກຈະຈັດຢູ່ເທິງພື້ນດິນ ເຖິງແມ່ນວ່າມັນອາດຈະມີສິ່ງເຈືອປົນເຂົ້າມາກັບ ສ່ວນປະສົມກໍຕາມ ແຕ່ໃນກໍລະນີຂອງການກະກຽມສ່ວນປະສົມຈຳນວນໜ້ອຍ ອາດໃຊ້ການປະສົມໃນຖັງ ຫຼື ພື້ນ ຊີມັງ ແຕ່ຖ້າມີທຶນພຽງພໍສາມາດປະສົມໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງປະສົມ (ທາລີນີ, 2005).

#### 2.8.4 ການອັດແຫ່ງ (Compaction)

ໂດຍທົ່ວໄປການອັດແຫ່ງເຊື້ອໄຟຊີວະພາບສາມາດເຮັດໄດ້ໃນຫຼາຍຮູບແບບເຊັ່ນ: ອັດເປັນກ້ອນ ຫຼື ເປັນ ແຫ່ງນ້ອຍໆ (Pollting), ເປັນລູກບາກ (Cubing), ເປັນແຫ່ງຟືນ, (Extruded Log), ການອັດແຫ່ງຟືນສັງເຄາະ ໃນອຸດສາຫະກຳທົ່ວໄປນິຍົມໃຊ້ການອັດກຽວ ຫຼື ອັດສະກຸ (screw extrusion), ເຊິ່ງມີຄວາມສະດວກໃນຫຼາຍ ຢ່າງ. ເປັນຂະບວນການກຳນົດຮູບຮ່າງ ແລະ ຄວາມໜາຂອງຖານອັດແຫ່ງ ໂດຍຂະໜາດ ແລະ ຮູບຮ່າງຈະຂຶ້ນຢູ່ກັບ ຈຸດປະສົງໃນການໃຊ້ງານ ແລະ ຄວາມຕ້ອງການຂອງຜູ້ໃຊ້ວິທີທີ່ງ່າຍດີ: ການໃຊ້ມືປັ້ນ ແລະ ອັດສ່ວນປະສົມໃຫ້ເປັນ ແຫ່ງ ແຕ່ແຮງອັດດ້ວຍວິທີນີ້ຈະນ້ອຍ. ການຜະລິດຖານອັດແຫ່ງຈາກສິ່ງເສດເຫຼືອທາງການກະສິກຳ ອາດຈະເຮັດໃຫ້ ມີບັນຫາດ້ານຄຸນນະພາບ ຈຶ່ງຈຳເປັນຕ້ອງມີການຫຼຸດຂະໜາດ ເພື່ອເພີ່ມຄວາມໜາແໜ້ນ ແລະ ໃຫ້ໄດ້ຮູບຮ່າງທີ່ເໝາະ ສົມ. ສະນັ້ນເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຄຸນນະພາບຕາມມາດຕະຖານທີ່ກຳນົດ (ທາລີນີ, 2005) ໄດ້ມີວິທີການອັດແຫ່ງ 2 ວິທີຄື:

##### 1) ຂະບວນການອັດຮ້ອນ

ເປັນຂະບວນການອັດແຫ່ງ ທີ່ຄວາມຮ້ອນມາກຽວຂ້ອງໃນລະຫວ່າງການອັດແຫ່ງ, ເຮັດໃຫ້ມີການ ປ່ຽນຮູບທາງຄວາມຮ້ອນຫຼາຍ ຫຼື ໜ້ອຍ ຂຶ້ນກັບຂະບວນການ ເຊິ່ງແມ່ນການບີບອັດວັດສະດຸໂດຍການໃຫ້ຄວາມ ຮ້ອນຕະຫຼອດເວລາໃນລະຫວ່າງການບີບອັດ ໂດຍໃຊ້ອຸນຫະພູມປະມານ 350 ອົງສາ ເຄື່ອງອັດປະກອບດ້ວຍພາກ ສ່ວນຕົ້ນຕໍແມ່ນສະກຸ ແລະ ກະບອກໄດ ລະບົບການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນແມ່ນນິຍົມໃຊ້ວິທີການເຜົາໄຫມ້ງ່າຍໆ ແລະ ລະບົບການປ່ອຍຄວາມຮ້ອນ, ຫ້ອງເຜືອງວັດສະດຸຕ້ອງໄດ້ຮັບການບົດຈາກສິ້ນສ່ວນສະໝໍ່າສະເໝີໃນກໍລະນີເຄື່ອງ ອັດມີແຮງອັດຫຼາຍ. ມັນອາດຈະບໍ່ຈຳເປັນທີ່ຈະບົດກ່ອນຄວາມຊຸ່ມຂອງວັດສະດຸທີ່ບົດແລ້ວກ່ອນອັດ ຄວນຈະຢູ່ ລະຫວ່າງ 7 - 12%, ຖ້າສູງກວ່າ ຫຼື ຕ່ຳກວ່ານັ້ນ, ມັນອາດຈະບໍ່ມີປະສິດທິພາບ, ໃຊ້ກຳລັງແຮງບີບອັດສູງປະມານ 77,000 – 120,000 kN/ຕາແມັດ. ການບົດອັດຂອງວັດສະດຸທີ່ເກີດຈາກແຮງງວັດສະດຸກັບກຽວ ແລະ ການລົດ ຂອງກະບອກໄດ ຈະມີການລົດຢ່າງເໝາະສົມ ແລະ ຈະຕ້ອງມີຮ່ອງຫຼືເສັ້ນເພື່ອປ້ອງກັນການຫມຸນຂອງວັດສະດຸໄປ ຕາມກ້ຽວໝູນ. ສ່ວນໃຫຍ່ການອັດຕ້ອງໃຊ້ຄວາມຮ້ອນ ເໝາະສົມສຳລັບວັດສະດຸທີ່ເມື່ອຄວາມຮ້ອນຈະປະກອບ ເປັນສານເຄມີອິນຊີທີ່ຊ່ວຍຍືດເນື້ອວັດສະດຸເຂົ້າຫາກັນ, ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ສາມາດຍືດເກາະເຂົ້າເປັນແຫ່ງ ໂດຍບໍ່ຈຳເປັນໃຊ້ ຕົວປະສານ ຕົວຢ່າງ: ຂອງວັດສະດຸທີ່ສາມາດນຳໃຊ້ເປັນຖານອັດແຫ່ງໂດຍຂະບວນການກົດອັດຮ້ອນຄືເສດວັດສະດຸ ເຫຼືອໃຊ້ທາງການກະເສດ ເຊັ່ນ: ແກບ, ຂີ້ເລື້ອຍ, ຍອດອ້ອຍ, ເຜືອງເຂົ້າ, ເປືອກໝາກໄມ້, ແກນສາລີ, ຊາກອ້ອຍ, ວັດ ສະຟືດທາງປົກ ແລະ ທາງນ້ຳ, ຜົນຜະລິດທາງການກະເສດ ໂດຍສະເພາະຜົດທີ່ມີທາດແປ້ງ ແລະ ນ້ຳຕານ ໄດ້ແກ່: ສາລີ, ມັນຕົ້ນ, ອ້ອຍ ແລະ ເຜືອງເຂົ້າ ເປັນຕົ້ນ.

##### 2) ຂະບວນການອັດເຢັນ

ການອັດເຢັນ ຫຼື ການອັດປຽກ ເຊິ່ງເອີ້ນກັນວ່າການອັດແຫ່ງເຊື້ອໄຟຂຽວ ແມ່ນການນຳວັດສະດຸ ມາອັດແຫ່ງໂດຍທີ່ວັດສະດຸຍັງປຽກຢູ່ ແລະ ໂດຍບໍ່ໄດ້ຜ່ານການແປຮູບມາກ່ອນ ເຄື່ອງອັດຈະປະກອບດ້ວຍສ່ວນສຳ ຄັນຄື ກຽວ ຫຼື ສະກຸ ແລະ ກະບອກລຸດຄວາມຊຸ່ມ ກ່ອນການອັດແມ່ນຂຶ້ນຢູ່ກັບຊະນິດຂອງຜົດ ໂດຍທົ່ວໄປວັດສະ ດຸຈະມີຄວາມຊຸ່ມ 60% ການອັດປຽກຈະໃຊ້ແຮງໜ້ອຍກວ່າການອັດແຫ່ງ ການອັດຈະອີງໃສ່ນ້ຳຢາງໜຽວທີ່ມີໃນ ຜົດເປັນຕົວປະສານຂອງເສັ້ນໄຍຟືດ ສິ້ນສ່ວນຂອງຜົດມີຂະໜາດໃຫຍ່, ນ້ອຍ, ຍາວ ຫຼື ສັ້ນ, ກໍ່ສາມາດອັດໄດ້ເມື່ອ

ເມື່ອຜ່ານການອັດເປັນແທ່ງແລ້ວ ຈະຕ້ອງນຳໄປຕາກແທ່ງກ່ອນທີ່ຈະນຳໃຊ້ ແທ່ງເຊື້ອໄຟຈະຖືກອັດເປັນແທ່ງ ມີການຈັບຕົວກັນແຂງແຮງ ບໍ່ແຕກຫັກໄດ້ງ່າຍ.

## 2.1 ການອັດເປັນທີ່ເຕີມດ້ວຍຕົວປະສານ

ເປັນການອັດເປັນທີ່ໃຊ້ທົ່ວໄປ ເນື່ອງຈາກເຄື່ອງມື ວິທີການເຮັດງ່າຍ ແລະ ໃຊ້ຜະລິດ ງານຕຳ, ໃຊ້ວັດສະດຸປະສົມກັບຕົວປະສານ ໂດຍຜື້ນຖານແລ້ວຈະເປັນແບ່ງມັນຕົ້ນ ຖ້າວັດສະດຸໃດມີຂະໜາດໃຫຍ່ເຊັ່ນ: ເປືອກໝາກຜ້າວຈະນຳມາບິດໃຫ້ລະອຽດກ່ອນ ແລ້ວນຳມາປະສົມກັບແບ່ງມັນຕົ້ນ ແລະ ນຳໃນອັດຕາສ່ວນທີ່ຕ້ອງການ.

## 2.2 ການອັດເປັນແບບບີບອັດສູງ

ເປັນການອັດເປັນລະບົບໃຫມ່ທີ່ບໍ່ຈຳເປັນຕ້ອງໃຊ້ຕົວປະສານ ແຕ່ຈະໃຊ້ແຮງດັນໃນການບີບອັດທີ່ສູງກວ່າປົກກະຕິຫຼາຍເພື່ອໃຫ້ໂມເລກຸນຂອງວັດສະດຸເກີດການອັດຕົວແໜ້ນຈົນຈັບເປັນກ້ອນໄດ້ ເຊິ່ງການອັດເປັນປະເພດນີ້ຈະໃຊ້ມໍເຕີທີ່ມີກຳລັງຂ້ອນຂ້າງສູງ ແລະ ຍັງໃຊ້ຜະລິດງານໄຟຟ້າຫຼາຍ ແຕ່ຈະມີຂັ້ນຕອນໃນການອັດພຽງຂັ້ນຕອນດຽວ ເພາະບໍ່ຕ້ອງປະສົມຕົວປະສານ ແລະ ບໍ່ມີຄວາມຈຳເປັນທີ່ຈະຕ້ອງບິດວັດສະດຸກ່ອນເຂົ້າອັດ ຖ້າວັດສະດຸບໍ່ມີຂະໜາດໃຫຍ່ເກີນໄປ.

ການເລືອກໃຊ້ຂະບວນການອັດແທ່ງແບບຮ້ອນ ແລະ ເຢັນ ຕ້ອງຄຳນຶງເຖິງທີ່ເໝາະສົມກັບຄຸນລັກສະນະສະເພາະຂອງວັດສະດຸເປັນຫຼັກ ທີ່ຈະນຳມາອັດແທ່ງ ທີ່ສຳຄັນຄືຄວາມເປັນເນື້ອດຽວກັນ (homogeneous) ແລະ ອົງປະກອບທາງເຄມີຂອງວັດສະດຸ.

## 3) ການກະກຽມເພື່ອການຜະລິດຖານອັດແທ່ງ

ຕ້ອງກະກຽມວັດສະດຸທີ່ໃຊ້ໃນການຜະລິດຖານອັດແທ່ງ ເຊິ່ງມີຫຼາຍຊະນິດເຊັ່ນ: ສາລີ, ເປືອກໝາກຜ້າວ, ແກບ, ຂີ້ເລື້ອຍ, ເຟືອງເຂົ້າ, ມັນຕົ້ນ, ເຫຼົ້າມັນຕົ້ນ, ຫຍ້າຄາ, ເປືອກໝາກປາມ, ຕົ້ນຝ້າຍ, ຕົ້ນສາລີ, ເສດດອກຕາເວັນ, ເປືອກຖົ່ວລຽນ. ເສດຖານທຸງຕົ້ມທີ່ເຫຼືອຈາກໃຊ້ແລ້ວ ແລະ ອື່ນໆ (ກົມພັດທະນາ ແລະ ສົ່ງເສີມຜະລິດງານ, 1992).

# ສ່ວນປະກອບຂອງຖານອັດແທ່ງ:

- ຜົງຖານ 10 ກິໂລກຼາມ
- ແບ່ງມັນຕົ້ນ 0.5 ກິໂລກຼາມ
- ນ້ຳ 3 ລິດ (ປະລິມານຂອງນ້ຳສາມາດປັບໄດ້ ຂຶ້ນກັບຄວາມຊຸ່ມຂອງວັດສະດຸ)

# ເຄື່ອງທີ່ກ່ຽວຂ້ອງປະກອບມີ:

- ເຄື່ອງປັ່ນ (ສຳລັບວັດສະດຸຂະໜາດໃຫຍ່ເຊັ່ນ: ເປືອກໝາກຜ້າວ, ເປືອກສາລີ, ແລະອື່ນໆ)
- ເຄື່ອງປະສົມສາມາດໃຊ້ເຄື່ອງປະສົມທົ່ວໄປ ຫຼື ປະສົມດ້ວຍມື
- ເຄື່ອງເຮັດຖານ ຖືວ່າເປັນຫົວໃຈຫຼັກ, ມີ 2 ປະເພດຄື: ອັດຮ້ອນ ແລະ ອັດເຢັນ

ຂະບວນການອັດສ່ວນປະສົມເປັນແທ່ງນີ້ຈະເປັນຂັ້ນຕອນໃນການກຳນົດຮູບຮ່າງ ແລະ ຄວາມແນ່ນອນຂອງເນື້ອຖານອັດກ່ອນ ໂດຍທີ່ຂະໜາດ ແລະ ຮູບຮ່າງນັ້ນຈະຂຶ້ນຢູ່ກັບຈຸດປະສົງຂອງການໃຊ້ງານ ແລະ ຄວາມຕ້ອງ ການຂອງຜູ້ໃຊ້ ວິທີທີ່ງ່າຍທີ່ສຸດແມ່ນໃຊ້ມືປັ່ນແລ້ວກົດສ່ວນປະສົມໃຫ້ເປັນກ້ອນ ເປັນການອັດແທ່ງ ໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງ ມືທີ່ເອີ້ນວ່າ "Earth Brick Press" ການອັດແທ່ງ ເຮັດໃຫ້ຖານມີເນື້ອລະອຽດແໜ້ນ ແລະ ແຂງ, ນອກຈາກນີ້ຍັງມີຫຼາຍວິທີໃນການເພີ່ມກຳລັງຂອງເຄື່ອງອັດເຊັ່ນ: ການນຳໃຊ້ສະກຸ, ນ້ຳໜັກກົດ, ລະບົບໄຮໂດຼລິກ ແລະ ອື່ນໆ. ຢ່າງ ໃດກໍຕາມ ເຄື່ອງອັດເຫຼົ່ານີ້ຍັງບໍ່ທັນໄດ້ເປັນທີ່ນິຍົມຫຼາຍ, ສຳລັບການຜະລິດຖານເພື່ອໃຊ້ໃນທ້ອງຖິ່ນເນື່ອງຈາກວ່າມັນມີລາຄາແພງ ແລະ ມີຄວາມຫຍຸ້ງຍາກໃນການໃຊ້ງານ (ທາລິນີ, 2005).

ວິທີທີ່ງ່າຍ ແລະ ຖືກທີ່ສຸດສຳລັບການເຮັດໃຫ້ຖານອັດແທ່ງແໜ້ນການຕາກແດດ ແຕ່ຫາກໃຊ້ເປັນຫ້ອງອົບໂດຍໃຊ້ຄວາມຮ້ອນຈາກແສງຕາເວັນ (Solar Dryer) ຈະຊ່ວຍຫຼຸດເວລາ. ນອກຈາກນີ້ຍັງສາມາດໃຊ້ຄວາມ

ຮ້ອນຈາກເຕົາເຜົາມາໄລ່ຄວາມຊຸ່ມພາຍໃນແທ່ງຖ່ານໃຫ້ແຫ້ງ, ຂໍ້ຄວນລະວັງວິທີນີ້ຄືຕ້ອງຮັກສາອຸນຫະພູມເຕົາອົບບໍ່ໃຫ້ສູງກວ່າອຸນຫະພູມການເຜົາໄໝ້ຂອງຖ່ານ, ສຳລັບການໃຊ້ເວລາໃນການໄລ່ຄວາມຊຸ່ມແມ່ນຂຶ້ນກັບຄວາມຊຸ່ມຂອງສ່ວນປະສົມ ແລະ ຊະນິດຂອງຫ້ອງອົບທີ່ໃຊ້ (ທາລິນີ, 2005).

## 1. ການຜະລິດຖ່ານແບບຝື່ນບ້ານ

ຖ່ານໄມ້ ເປັນຜົນຜະລິດຈາກການເຜົາຖ່ານທີ່ມີປະໂຫຍດໃນການໃຊ້ເປັນຜະລັງງານເຊື້ອເຜີງ ສຳຫຼັບປຸງແຕ່ງອາຫານ, ຊ່ວຍປັບປຸງດິນ ແລະ ເປັນສ່ວນປະສົມຂອງສານເຄມີທາງອຸດສາຫະກຳບາງຊະນິດເປັນຕົ້ນໃນໄລຍະຜ່ານມານີ້ຍົມການເຜົາຖ່ານໄມ້ແຕ່ລະຄັ້ງໃນປະລິມານດ້ວຍເຕົາເຜົາຖ່ານແບບດັ້ງເດີມເຊັ່ນ: ເຕົາຊຸມ, ເຕົາດິນ... ແຕ່ຈາກສະພາບບັນຫາຝື່ນທີ່ປ່າໄມ້ຫຼຸດລົງເຮັດໃຫ້ຂາດແຄນໄມ້ທີ່ໃຊ້ໃນການເຜົາຖ່ານ ລວມເຖິງບັນຫາດ້ານສິ່ງແວດລ້ອມ ຈຶ່ງມີການສົ່ງເສີມເທັກໂນໂລຢີການເຜົາຖ່ານດ້ວຍເຕົາເຜົາຖ່ານທີ່ມີປະສິດທິພາບສູງເຊັ່ນ ເຕົາເຜົາຖ່ານແບບຖັງ 200 ລິດ ໂດຍເຕົາເຜົາຖ່ານແບບຖັງສາມາດໃຊ້ເສດ, ກິ່ງ, ງ່າໄມ້ ຫຼື ເສດວັດສະດຸອື່ນໆມາເປັນວັດຖຸດິບແທນໄມ້ຂະໜາດໃຫຍ່ໄດ້ (ທາລິນີ, 2005).

## 2. ຖ່ານໄມ້ ຜົນຜະລິດ ແລະ ປະໂຫຍດຈາກການເຜົາຖ່ານ

ຖ່ານໄມ້ ເປັນຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ຈາກໄມ້ເຊິ່ງຖືກການຍ່ອຍສະຫຼາຍຕົວດ້ວຍຄວາມຮ້ອນ ໂດຍການເຮັດການເຜົາໄໝ້ຖ່ານໃນບໍລິເວນທີ່ມີອາກາດຢູ່ເບົາບາງ ຫຼື ໃນທາງເທັກນິກຄື: ຂະບວນການແຍກສານອິນຊີພາຍໃນໄມ້ໃນສະພາວະທີ່ມີອາກາດຢູ່ນ້ອຍທີ່ສຸດ ເມື່ອມີການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນລະຫວ່າງການເຜົາຖ່ານ ຈະຊ່ວຍກຳຈັດນ້ຳ, ນ້ຳມັນດິນ ແລະ ສານປະກອບອື່ນໆອອກຈາກໄມ້ ຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ຈາກຂະບວນການຄື: ສານຕ່າງໆປະກອບດ້ວຍຄາບອນ 80%. ນອກຈາກນັ້ນຈະເປັນສານປະກອບໄຮໂດຣຄາບອນ 10- 20%, ຂີ້ເຖົ້າ 0.5-10% ແລະ ແຮ່ທາດຕ່າງເຊັ່ນ: ກຳມະຖັນ ແລະ ຟອສຟັຣັສ ຖ່ານທີ່ໄດ້ຈາກຂະບວນການຜະລິດຈະມີປະລິມານຄາບອນສູງ ແລະ ບໍ່ມີຄວາມຊຸ່ມເຮັດໃຫ້ມີປະລິມານຜະລັງງານໃນຖ່ານສູງ ໂດຍມີຄ່າເປັນສອງເທົ່າຂອງປະລິມານຜະລັງງານໃນໄມ້ແຫ້ງ (ສຸພອນໄຊ, 2007) ລັກສະນະຂອງຖ່ານໄມ້ທີ່ມີຄຸນນະພາບດີ ບໍ່ຈຳເປັນຕ້ອງເປັນຖ່ານທີ່ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງສຸດ ແຕ່ຕ້ອງມີຄຸນສົມບັດທີ່ດີຂອງຖ່ານທາງດ້ານອື່ນໆປະກອບຄື: ເປັນຂີ້ເຖົ້າໜ້ອຍ, ມີຜຸນຖ່ານໜ້ອຍ, ໃຊ້ໄດ້ດົນ, ບໍ່ມີຄວັນ ຫຼື ກິ່ນຂົວເໝັນໃນຂະນະທີ່ລຸກໄໝ້, ບໍ່ແຕກໃນຂະນະທີ່ຕິດໄຟ ຫຼື ອາດຈະມີການແຕກປະທຸລຽງເລັກໜ້ອຍ, ມີຄວາມແຂງແຕກຫັກໄດ້ຍາກ ເຮັດໃຫ້ສະດວກໃນການຂົນສົ່ງ ແລະ ເກັບຮັກສາ (ບໍລິສັດທີວີບູລພາຈຳກັດ, 2014) ທັງນີ້ຖ່ານຈະມີຄຸນນະພາບດີຫຼາຍ ຫຼື ນ້ອຍພຽງໃດແມ່ນຂຶ້ນຢູ່ກັບປັດໃຈຫຼັກ 2 ປັດໃຈ ຄື:

1. ຊະນິດຂອງໄມ້ທີ່ໃຊ້ໃນການຜະລິດຖ່ານໂດຍທົ່ວໄປແລ້ວໄມ້ເນື້ອແຂງ ຈະໃຫ້ຖ່ານໄມ້ທີ່ມີຄຸນນະພາບດີ ກວ່າໄມ້ເນື້ອອ່ອນ ຈາກຂໍ້ມູນການສອບຖາມພໍ້ຄ້າແມ່ຄ້າທີ່ໃຊ້ຖ່ານ ແລະ ຜູ້ຜະລິດຖ່ານພົບວ່າຖ່ານໄມ້ທີ່ມີຄຸນນະພາບດີຄືຖ່ານໄມ້ຈາກໄມ້ໂກງກາງ ແລະ ຖ່ານໄມ້ໝາກຂາມ ໂດຍເຊື່ອວ່າຖ່ານຈາກໄມ້ໝາກຂາມຈະໃຫ້ຜະລັງງານຄວາມຮ້ອນສູງ ແລະ ມີໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ດົນກວ່າໄມ້ຊະນິດອື່ນ

2. ການຄວບຄຸມອຸນຫະພູມ ແລະ ອາກາດ ຖ້າສາມາດຄວບຄຸມອຸນຫະພູມພາຍໃນເຕົາຖ່ານໄດ້ໃນເວລາທີ່ກຳລັງເຜົາໃຫ້ຄົງທີ່ 400 ອົງສາ ກໍ່ຈະໄດ້ປະລິມານເນື້ອຖ່ານສູງ, ແຕ່ຖ້າອຸນຫະພູມສູງກວ່ານີ້ຈະໄດ້ເນື້ອຖ່ານໜ້ອຍ ດັ່ງນັ້ນຖ້າຕ້ອງການແລ່ງເວລາໃຫ້ເຜົາຖ່ານແລ້ວໄວ ໂດຍແລ້ງໄຟໜ້າເຕົາຫຼາຍ ຄວາມຮ້ອນກໍ່ຈະເຂົ້າໄປໃນເຕົາໄວ ແລະ ຫຼາຍ ເຮັດໃຫ້ໄມ້ຝືນຢູ່ໃນເຕົາລຸກຕິດໄຟ ແລະ ເຜົາໄໝ້ໄວ ຜົນຜະລິດຖ່ານທີ່ໄດ້ຈະໜ້ອຍ ແລະ ຄຸນນະພາບບໍ່ດີ ມີປະລິມານກາສຈາກເນື້ອໄມ້ຫຼາຍ ຖ່ານຈຶ່ງບໍ່ແຂງ ແຕ່ຖ້າຄວບຄຸມຄວບຄຸມອາກາດ ແລະ ໄຟໜ້າເຕົາໃຫ້ຄ່ອຍເປັນຄ່ອຍໄປ ປະລິມານກາສຈາກໄມ້ຝືນໃນເຕົາຈະນ້ອຍ ແລະ ເຮັດໃຫ້ຖ່ານມີຄຸນນະພາບດີກວ່າ (ສຸພອນໄຊ, 2007).

### 3. ລັກສະນະວິທີການເຜົາຖ່ານ

ລັກສະນະວິທີການເຜົາຖ່ານມີ 2 ວິທີຄື:

1) ການເຜົາຖ່ານໂດຍການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນໂດຍກົງ ໂດຍການຈູດໄມ້ຝືນບາງສ່ວນເທິງກອງໄມ້ທີ່ຈະໃຊ້ເປັນວັດຖຸດິບໃນການເຜົາຖ່ານໂດຍກົງ ເຮັດໃຫ້ໄມ້ທີ່ຈະເປັນຖ່ານລຸກໄໝ້ ແລະ ເກີດຄວາມຮ້ອນພຽງພໍໃນການໄລ່ຄວາມຊຸ່ມອອກຈາກໄມ້ໃນສ່ວນເໜືອ ເມື່ອໄຟລຸກໄໝ້ດີແລ້ວຈະນຳວັດສະດຸຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ຂີ້ແກບ, ສັງກະສີ, ຂີ້ເລື້ອຍ ແລະ ອື່ນໆ ມາປົກກອງໄມ້ເພື່ອຈຳກັດອາກາດໃຫ້ໄມ້ກາຍເປັນຖ່ານ ວິທີນີ້ຈະເຮັດໃຫ້ຖ່ານໄດ້ໜ້ອຍ ແລະ ຫາກຄວບຄຸມອາກາດບໍ່ດີຈະເຮັດໃຫ້ເກີດຂີ້ເຖົ້າຫຼາຍ ເປັນເຫດເຮັດໃຫ້ຜົນຜະລິດຕ່ຳ ຕົວຢ່າງການເຜົາດ້ວຍວິທີນີ້ໄດ້ແກ່ ເຕົາລານ ແລະ ເຕົາຊຸມກົບດິນ.

2) ການເຜົາດ້ວຍການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນທາງອ້ອມ ແມ່ນການຈູດໄຟຕາມຊ່ອງໃສ່ໄຟໜ້າເຕົາ ແລະ ເອົາລົມຮ້ອນເຂົ້າໄປໄລ່ຄວາມຊຸ່ມໃນເນື້ອໄມ້ຈົນກະທັ້ງໄມ້ໃນເຕົາເຜົາຖ່ານເກີດຂະບວນການເຜົາຖ່ານໂດຍສົມບູນ ຖ້າໄມ້ຝືນໃນເຕົາມີຄວາມຊຸ່ມຫຼາຍກໍ່ຈະໃຊ້ເວລາການຈູດດົນຂຶ້ນ ເຕົາທີ່ເຜົາດ້ວຍວິທີນີ້ໄດ້ແກ່ເຕົາດິນ (ສິລິພອນ, 2010). ເຕົາເຜົາຖ່ານທີ່ພັດທະນາການຈາກດັ່ງເດີມສູ່ເທັກໂນໂລຢີພະລັງງານທາງເລືອກໃໝ່ໃນການຜະລິດຖ່ານມີເຄື່ອງມືສຳຄັນສຳລັບໃຊ້ໃນການເຜົາຖ່ານ ເຊິ່ງເຫັນວ່າເຕົາເຜົາຖ່ານທີ່ໃຊ້ກັນຢູ່ເຫັນວ່າມີຫຼາຍຮູບແບບ ຢູ່ໃນນີ້ໄດ້ແຍກລາຍລະອຽດຂອງເຕົາເຜົາຖ່ານແຕ່ລະຊະນິດເປັນ 2 ປະເພດຕາມພັດທະນາການຂອງເຕົາເຜົາຖ່ານໄດ້ແກ່ 1. ເຕົາເຜົາຖ່ານແບບທີ່ມີໃຊ້ໃນດັ່ງເດີມ ແລະ 2. ເຕົາເຜົາຖ່ານແບບມີການພັດທະນາໃຫ້ມີປະສິດທິພາບສູງຂຶ້ນດັ່ງມີລາຍລະອຽດ ດັ່ງລຸ່ມນີ້:

#### 1. ເຕົາເຜົາຖ່ານແບບດັ່ງເດີມ

- **ເຕົາຊຸມກົບດິນ** ເປັນເຕົາທີ່ຍັງ ຈົນເຖິງປັດຈຸບັນນີ້ ມີຮູບຮ່າງຂະໜາດ ແລະ ວັດສະດຸທີ່ໃຊ້ປົກແຕກຕ່າງກັນໃນແຕ່ລະບ່ອນ ເປັນເຕົາທີ່ສາມາດເຜົາໄດ້ທັງໄມ້ຂະໜາດໃຫຍ່ ແລະ ຂະໜາດນ້ອຍ ຂຶ້ນຢູ່ກັບໄມ້ທີ່ມີໃນແຕ່ລະຄັ້ງທີ່ຈະເຜົາ (7ມື້/ຮອບ) ເຕົາປະເພດນີ້ເຮັດງ່າຍ ລາຄາຖືກ ບໍ່ໄດ້ບຳລຸງຮັກສາຫຼາຍ ເພາະ ວ່າມີແຕ່ຊຸດດິນໃຫ້ເປັນຊຸມວາງໄມ້ໃນຊຸມແລ້ວໃຊ້ດິນປົກ ແຕ່ມີຂໍ້ເສຍຄື: ໄດ້ຖ່ານ ແລະ ຄຸນນະພາບຕ່ຳເນື່ອງຈາກວ່າອາກາດສາມາດໄຫຼຜ່ານວັດສະດຸທີ່ໃຊ້ປົກໄດ້ ເຕົາຊະນິດນີ້ບໍ່ນິຍົມເຜົາຖ່ານໃນຊ່ວງລະດູຝົນ ເພາະວ່າສ່ວນຫຼາຍຊາວບ້ານນິຍົມເຜົາຖ່ານເຕົາຊຸມໃນທີ່ໂລ່ງແຈ້ງ ເຮັດໃຫ້ໄດ້ຜັກໃນຊ່ວງລະດູຝົນ (ທາລິນີ, 2005).

- **ເຕົາລານ** ເຕົາຊະນິດນີ້ໃຊ້ສຳລັບການເຜົາໄມ້ຈຳນວນຫຼາຍໃນພື້ນໂລ່ງ ເປັນການເຜົາຖ່ານກາງ ແຈ້ງ ໂດຍວາງກອງໄມ້ສຳລັບເຜົາຖ່ານເທິງພື້ນລານໂລ່ງ ມີໄມ້ໜອນຮອງຮັບດ້ານລຸ່ມເພື່ອເປີດຊ່ອງອາກາດການເຜົາໄໝ້ ແລ້ວໃຊ້ຂີ້ເລື້ອຍປົກຄຸມກອງໄມ້ເພື່ອຄວບຄຸມອາກາດໃນການເຜົາໄມ້ໃຫ້ເປັນຖ່ານ ການເຜົາຖ່ານໂດຍເຕົາລານແຕ່ລະຄັ້ງສາມາດເຜົາຖ່ານໄດ້ໃນປະລິມານຫຼາຍຕາມຂະໜາດຂອງກອງໄມ້.

#### 2. ການຜະລິດຖ່ານອັດແຫ່ງດ້ວຍມື

- ເອົາເສດຖ່ານຈາກການເຜົາໄໝ້ໄປປິດ ໂດຍການບິດເປັນຕ່ອນນ້ອຍ ເນື້ອຖ່ານທີ່ມີຄາບອນລົງຕົວບໍ່ຕ່ຳກວ່າ 82%.
- ຫຼັງຈາກບິດຖ່ານສຳເລັດແລ້ວ ນຳເຂົ້າເຄື່ອງປະສົມ ໂດຍນຳໃຊ້ແບ້ງມັນຕົ້ນເປັນສານປະສານ 10% ແລະ ເຕີມນ້ຳສະອາດ 8% ເພື່ອເຮັດໃຫ້ສ່ວນປະກອບທັງໝົດເປັນເນື້ອດຽວກັນ ໂດຍໃຊ້ມືຈັບເບິ່ງວ່າສ່ວນປະສົມເຂົ້າກັນຫຼືບໍ່ ຖ້າຍັງບໍ່ເຂົ້າກັນ ໃຊ້ເຄື່ອງປະສົມ ປະສົມຕໍ່ໄປເຫດຜົນຂອງການໃຊ້ແບ້ງມັນຕົ້ນປະສົມກັບຖ່ານ ເພາະວ່າມັນຈະເຮັດໃຫ້ເກີດພາວະການເກາະຕົວກັນ.

- ນໍາຖານປະສົມແລ້ວ ເຂົ້າໄປໃນເຄື່ອງອັດແທ່ງ ເປັນເຄື່ອງອັດກຽວ ຊະນິດສະກຸປະເພດທີ່ມີຄວາມດັນສູງທີ່ 1,100 – 1,700 kg/sq.cm. ເຮັດໃຫ້ໄດ້ຄວາມໜາແໜ້ນທີ່ເໝາະສົມໃນການເຜົາໄໝ້ ບໍ່ສິ້ນເປືອງ ສ່ວນທີ່ເຫຼືອສາມາດນໍາມາໃຊ້ໄດ້ອີກ ຈັດເປັນຮູບຊົງກະບອກຫົກຫຼ່ຽມ ແລະ ມີຮູຢູ່ກາງ, ຂະໜາດ 1 ຊມ, ຂຶ້ນກັບຄວາມຕ້ອງການຂອງຕະຫຼາດ ຫຼັງຈາກນັ້ນຕັດເປັນທ່ອນຕາມຂະໜາດທີ່ຕ້ອງການນໍາໃຊ້.

- ເອົາຖານທີ່ຕັດເປັນທ່ອນ ເຂົ້າເຕົາອົບທີ່ມີອຸນຫະພູມ 80-90 ອົງສາ ໃຊ້ເວລາອົບປະມານ 12-15 ຊົ່ວໂມງ ຫຼື ຕາກແດດປະມານ 8 ມື້, ນີ້ແມ່ນການການໄລ່ຄວາມຊຸ່ມຂຶ້ນສຸດທ້າຍ

- ນໍາເສດຖານມາບົດ ຈະໃຊ້ເຄື່ອງບົດ ຫຼືຈະໃຊ້ວິທີທຸບເສດຖານໃຫ້ລະອຽດ
- ປະສົມຖານທີ່ບົດລະອຽດແລ້ວ ປະສົມກັບນໍ້າ ແລະ ແປ້ງມັນຕົ້ນ ໃນອັດຕາສ່ວນ 10:1:1 ແລ້ວປະສົມໃຫ້ເຂົ້າກັນ, ວິທີກວດເບິ່ງວ່າໃຊ້ໄດ້ຫຼືບໍ່ແມ່ນໃຫ້ໃຊ້ມືບົບເອົາຖານທີ່ປະສົມເຂົ້າກັນເພື່ອເບິ່ງວ່າມັນໜຽວ ຫຼື ບໍ່ບົບຈົນກ່ວາຈະບໍ່ມີນໍ້າອອກມາ

- ເມື່ອນວດແປ້ງມັນ ແລະ ເສດຖານບົດ ປະສົມກັບນໍ້າສໍາເລັດແລ້ວຈາກນັ້ນເອົາເຄື່ອງອັດຖານທີ່ເຮົາຜະລິດມາ ວິທີການແມ່ນຖືທ່ອນເຫລັກເຂົ້າໄປໃນຖານປະສົມເພື່ອດູດຖານເຂົ້າໄປໃນທ່ອນເຫຼັກຈົນເຕັມ

- ເມື່ອອັດຖານຈົນເຕັມໄປຮອດທ່ອນເຫລັກໃຫ້ບັອກຕົວເຫຼັກທີ່ຖານຈະດັນດັນຂຶ້ນສຸດແລ້ວກໍເອົາຖານອອກ, ວິທີກໍຄືຫັນດ້ານດ້ານຈັບກັບດ້ານລົງແລ້ວຄ່ອຍໆກະທຸ່ງ ເພື່ອດັນຖານຈາກບັອກ

- ໃຊ້ມືຄ່ອຍໆຫັນແທ່ງຖານອອກຈາກບັອກ
- ເອົາຖານອັດແທ່ງແລ້ວວາງໃສ່ກະເບື້ອງ ປະຕາກແດດໄວ້ 1 ມື້ ຫຼັງຈາກນັ້ນ ຖານອັດແທ່ງກໍສາມາດເອົາໄປນໍາໃຊ້ ຫຼື ຂາຍໄດ້.

### 3. ການຜະລິດຖານອັດແທ່ງດ້ວຍເຄື່ອງຈັກ

- ເອົາເສດຖານຈາກການເຜົາໄໝ້ໄປບົດ ໂດຍການບົດເປັນຕ່ອນນ້ອຍ ເນື້ອຖານທີ່ມີຄາບອນລົງຕົວບໍ່ຕໍ່າກ່ວາ 82%.

- ຫຼັງຈາກບົດຖານສໍາເລັດແລ້ວ ນໍາເຂົ້າເຄື່ອງປະສົມ ໂດຍນໍາໃຊ້ແປ້ງມັນຕົ້ນເປັນສານປະສານ 10% ແລະ ເຕີມນໍ້າສະອາດ 8% ເພື່ອເຮັດໃຫ້ສ່ວນປະກອບທັງໝົດເປັນເນື້ອດຽວກັນ. ໂດຍໃຊ້ມືຈັບເບິ່ງວ່າສ່ວນປະສົມເຂົ້າກັນຫຼືບໍ່, ຖ້າຍັງບໍ່ເຂົ້າກັນໃຊ້ເຄື່ອງປະສົມ ປະສົມຕໍ່ໄປ ເຫດຜົນຂອງການໃຊ້ແປ້ງມັນຕົ້ນປະສົມກັບຖານ ເພາະວ່າມັນຈະເຮັດໃຫ້ເກີດພາວະການເກາະຕົວກັນ.

- ນໍາຖານປະສົມແລ້ວ ເຂົ້າໄປໃນເຄື່ອງອັດແທ່ງ ເປັນເຄື່ອງອັດກຽວ ຊະນິດສະກຸປະເພດທີ່ມີຄວາມດັນສູງທີ່ 1,100 – 1,700 kg/sq.cm. ເຮັດໃຫ້ໄດ້ຄວາມໜາແໜ້ນທີ່ເໝາະສົມໃນການເຜົາໄໝ້ ບໍ່ສິ້ນເປືອງ ສ່ວນທີ່ເຫຼືອສາມາດນໍາມາໃຊ້ໄດ້ອີກ, ຈັດເປັນຮູບຊົງກະບອກຫົກຫຼ່ຽມ ແລະ ມີຮູຢູ່ກາງ, ຂະໜາດ 1 ຊມ ຂຶ້ນກັບຄວາມຕ້ອງການຂອງຕະຫຼາດ, ຫຼັງຈາກນັ້ນຕັດເປັນທ່ອນຕາມຂະໜາດທີ່ຕ້ອງການນໍາໃຊ້.

- ເອົາຖານທີ່ຕັດເປັນທ່ອນ. ເຂົ້າເຕົາອົບທີ່ມີອຸນຫະພູມ 80-90 ອົງສາ, ໃຊ້ເວລາອົບປະມານ 12-15 ຊົ່ວໂມງ ຫຼື ຕາກແດດປະມານ 8 ມື້ ແລະ ນີ້ແມ່ນການການໄລ່ຄວາມຊຸ່ມຂຶ້ນສຸດທ້າຍ.

### 2.8.5 ການຕາກແທ້ງ

ເນື່ອງຈາກຖານອັດແທ່ງທີ່ໄດ້ຍັງມີປະລິມານຄວາມຊຸ່ມສູງ ຕ້ອງໄດ້ນໍາມາຕາກແທ້ງ ເພື່ອຫຼຸດຄວາມຊຸ່ມຊື່ນໃຫ້ມີບໍ່ເກີນ 8%ຂອງນໍ້າໜັກ ແລະ ເພື່ອໃຫ້ຖານອັດແທ່ງແຂງຕົວເກາະກັນແໜ້ນ. ວິທີທີ່ງ່າຍກໍຄືນໍາໄປຕາກແດດປະມານ 3-4 ວັນ, ແຕ່ຖ້າຫາກມີຫ້ອງອົບດ້ວຍຄວາມຮ້ອນຈາກແສງອາທິດ ກໍຈະຊ່ວຍໃຫ້ໄລຍະເວລາຕາກໜ້ອຍລົງ (ທາລິນີ, 2005).

## 2.8.6 ແຫຼ່ງວັດຖຸດິບທີ່ສາມາດໃຊ້ເປັນຖານ

ວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ເຂົ້າໃນການຜະລິດຖານ ມີຫຼາຍບໍ່ວ່າຈະເປັນພືດກະສິກໍາ: ສິ່ງເສດເຫຼືອທາງການກະສິກໍາ, ໄມ້, ເສດໄມ້ ເປັນຕົ້ນ.

- ພືດກະສິກໍາ (agricultural crops) ເຊັ່ນ: ອ້ອຍ, ມັນຕົ້ນ, ສາລີ ເຊິ່ງເປັນແຫຼ່ງຂອງຄາໂບໄຮເດຣດ, ທາດແປ້ງ ແລະ ນໍ້າຕານ, ລວມທັງພືດນໍ້າມັນຊະນິດຕ່າງໆ ທີ່ສາມາດນໍານໍ້າມັນມາໃຊ້ເປັນພະລັງງານ
- ສິ່ງເສດເຫຼືອກະສິກໍາ (agricultural residues) ເຊັ່ນ: ເປືອກໝາກຜ້າວ (ທະນາພິນ ແລະ ຄະນະ, 2015), ເປືອກທຸລຽນ (Nuriana *et al*, 2014), ຕົ້ນໄມ້ຍະກາບຍັກ (ປັດຈະລັດ ແລະ ຄະນະ, 2011), ແກນ ແລະ ເປືອກສາລີ (ກິດຕິກອນ ແລະ ຄະນະ, 2015)
- ໄມ້ ແລະ ເສດໄມ້ (wood and wood residues) ເຊັ່ນ: ໄມ້ໃຫຍ່ໄວ, ຢູຄາລິບຕັສ, ກະຖິນນາລົງ, ເສດໄມ້ຈາກໂຮງງານເຝີນິເຈີ ແລະ ໂຮງງານຜະລິດຝຸ່ນເຈ້ຍ ແລະ ອື່ນໆ
- ຂອງເຫຼືອຈາກອຸດສາຫະກຳຊຸມຊົນ (waste streams) ເຊັ່ນ: ການນໍ້າຕານ, ຜັກກາດນາຈາກຊາກອ້ອຍຈາກໂຮງງານຜະລິດນໍ້າຕານ, ແກບ, ຂີ້ເລື້ອຍ, ເສັ້ນໄຍປາມ, ເປືອກປາມ ແລະ ອື່ນໆ ເປັນຕົ້ນ.

Sawadkit *et al* (2008) ການຜະລິດຖານອັດແຫ່ງຈາກແກບເຜົາປະສົມກັບແກນສາລີ ແລະ ເປືອກໝາກຜ້າວ (Coconut shell), ດ້ວຍເຕັກນິກເອັກຊຸຊັນ (Extrusion) ໂດຍໃຊ້ແປ້ງປຽກເປັນຕົວປະສານ ໂດຍມີຈຸດປະສົງ ເພື່ອເພີ່ມມູນຄ່າໃຫ້ແກບເຜົາດ້ວຍການນໍາມາປະສົມກັບວັດຖຸດິບອື່ນເພື່ອຜະລິດເປັນຖານອັດແຫ່ງ ພົບວ່າ: ຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນ ແລະ ຄວາມຕ້ານທານຕໍ່ແຮງກົດຈະຜັນແປໄປຕາມສັດສ່ວນການປະສົມຂອງ ແກນສາລີ ແລະ ເປືອກໝາກຜ້າວ ແຕ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນບໍ່ຫຼາຍ, ການທົດສອບຄ່າຄວາມຮ້ອນເຊັດໄຟ ພົບວ່າ: ມີຄ່າສະເລ່ຍຢູ່ລະຫວ່າງ 6,048 - 6,943 kcal/kg ເຊິ່ງສູງກວ່າຄ່າມາດຕະຖານຂອງຜະລິດຕະພັນຊຸມຊົນ, ມີຄ່າຄວາມຊຸ່ມຢູ່ລະຫວ່າງ 5.7 - 5.83 % ໂດຍນໍ້າໜັກ, ອັດຕາການຜະລິດແຫ່ງເຊື້ອໄຟສະເລ່ຍ 2.5 kg/min ຄວາມໜາແໜ້ນຢູ່ໃນຊ່ວງ 800 - 833 kg/m<sup>3</sup>, ຄ່າຄວາມຕ້ານທານແຮງກົດຂອງແຫ່ງເຊື້ອໄຟຢູ່ໃນຊ່ວງ 1.07 - 1.23 MPa ເຊິ່ງມີຄ່າສູງກວ່າຄ່າທີ່ຍອມຮັບໄດ້ໃນທາງການຄ້າ, ຈຸດຄຸ້ມທຶນໃນການທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້ແມ່ນຜະລິດໄດ້ 9448 kg ດັ່ງນັ້ນຈິ່ງມີຄວາມເປັນໄປໄດ້ໃນການນໍາໄປໃຊ້ໃນຄອບຄົວ ຫຼື ຜະລິດ ແລິ ຈຳໜ່າຍໃນທາງການຄ້າ.

Puthikitakawiwong *et al* (2006) ລາຍງານໄວ້ວ່າປະເທດໄທເປັນປະເທດກະສິກໍາ ໃນແຕ່ລະປີນອກຈາກຜົນຜະລິດທາງການກະເສດແລ້ວຍັງມີເສດວັດສະດຸທາງການກະເສດເກີດຂຶ້ນອີກຢ່າງຫຼວງຫຼາຍ ປີໜຶ່ງບໍ່ຕໍ່າກວ່າ 50 ລ້ານໂຕນ, ເຊິ່ງເສດວັດສະດຸທາງການກະເສດບາງຊະນິດນໍາໄປໃຊ້ປະໂຫຍດ ແຕ່ເສດວັດສະດຸສ່ວນໃຫຍ່ບໍ່ສາມາດນໍາໄປໃຊ້ປະໂຫຍດໄດ້ກາຍເປັນຂອງເສຍ, ຕົ້ນຖົ່ວເຫຼືອງເປັນໜຶ່ງໃນເສດວັດສະດຸທາງການກະເສດທີ່ບໍ່ປະໂຫຍດ ແລະ ມີປະລິມານເຖິງ 849,000 ໂຕນຕໍ່ປີ ດັ່ງນັ້ນ, ການຜະລິດຖານອັດແຫ່ງຈາກຕົ້ນຖົ່ວເຫຼືອງເປັນຂະບວນການນໍາຂອງເສຍທີ່ບໍ່ມີປະໂຫຍດມາປ່ຽນຮູບໃນເປັນເຊື້ອໄຟທີ່ມີປະໂຫຍດ, ຕົ້ນຖົ່ວເຫຼືອງມານໍາມາຜະລິດເປັນຖານຕະໄດ້ສັດສ່ວນຜົນຜະລິດ 20.47 ເປີເຊັນ ໃນການນໍາຖານຕົ້ນຖົ່ວເຫຼືອງມາບົດ ແລະ ອັດເປັນແຫ່ງແມ່ນໄດ້ໃຊ້ມັນຕົ້ນສິດເປັນໂຕປະສານ ໂດຍມີອັດຕາສ່ວນໂຕປະສານຕໍ່ຖານທີ່ດີທີ່ສຸດທີ່ອັດຕາສ່ວນ 1/8 ໂດຍນໍ້າໜັກ, ຖານອັດແຫ່ງຈາກຕົ້ນຖົ່ວເຫຼືອງມີຄ່າຄວາມຮ້ອນ 21.30 MJ/Kg ເຊິ່ງມີຄ່າຄວາມຮ້ອນນ້ອຍກວ່າຖານໄມ້ຢູຄາລິບຕັນປະມານ 26 ເປີເຊັນ, ມີປະລິມານຄາບອນສະຖຽນ ແລະ ສານລະເຫຍື້ອນ້ອຍກວ່າ ແຕ່ມີປະລິມານເຖົ້າຫຼາຍກວ່າຖານໄມ້ຢູຄາລິບຕັນ ຖານອັດແຫ່ງຈາກຕົ້ນຖົ່ວເຫຼືອງສາມາດນໍາມາໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟເພື່ອຫຼຸດຕົ້ນໃນຄອບຄົວທົດແທນການໃຊ້ຝືນ ແລະ ຖານໄດ້

ອາມານີ ແລະ ຄະນະ (2017) ສຶກສາການຜັດທະນາຖານອັດແທ່ງຈາກຜັກຕີບ ໂດຍມີຈຸດປະສົງເພື່ອຫາອັດຕາສ່ວນທີ່ເໝາະສົມໃນການຜະລິດຖານອັດແທ່ງຈາກຜັກຕີບຕໍ່ເປືອກໝາກຜ້າວ (Coconut shell), ໂດຍທົດສອບຫາຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບຂອງຖານອັດແທ່ງຈາກຜັກຕີບ ເພື່ອປຽບທຽບອັດຕາການເຜົາໄໝ້ ແລະ ຄ່າຄວາມຮ້ອນລະຫວ່າງຖານອັດແທ່ງຈາກຜັກຕີບກັບຖານໄມ້ໃນທ້ອງຕະຫຼາດ, ການສຶກສາແມ່ນໃຊ້ອັດຕາສ່ວນປະສົມຜັກຕີບກັບເປືອກໝາກຜ້າວ ຄື: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 ແລະ 0:100 ໂດຍນໍ້າໜັກ ແລະ ທົດສອບຫາຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບໄດ້ແກ່: ຄ່າຄວາມຮ້ອນ, ຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນ, ດັດສະນີການແຕກຫັກ, ຄ່າຄວາມຊຸ່ມ ແລະ ອັດຕາການເຜົາໄໝ້ ຈາກການທົດລອງພົບວ່າ: ອັດຕາສ່ວນ 50:50 ໂດຍນໍ້າໜັກ ເປັນອັດຕາສ່ວນທີ່ເໝາະສົມ ໂດຍມີຄ່າຄວາມຮ້ອນ 5,659.45 cal/g, ຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນ 0.701 g/cm<sup>3</sup>, ຄ່າດັດສະນີການແຕກຫັກ 0.92 ເປີເຊັນ, ຄ່າຄວາມຊຸ່ມ 47 ເປີເຊັນ ແລະ ຄ່າອັດຕາການເຜົາໄໝ້ເທົ່າກັນ 1.21 h ເມື່ອປຽບທຽບຄ່າຄວາມຮ້ອນ ແລະ ອັດຕາການເຜົາໄໝ້ຂອງຖານອັດແທ່ງຈາກຜັກຕີບກັບຖານໄມ້ແມ່ນມີຄ່າໃກ້ຄຽງກັນ ເຊິ່ງສາມາດນໍາຖານອັດແທ່ງນີ້ໄປປະຍຸກໃຊ້ໃນການປະກອບການຕ່າງໆທີ່ໃຊ້ຖານເປັນເຊື້ອໄຟໄດ້

Anantanukulwong *et al* (2019) ການຜະລິດຖານອັດແທ່ງຈາກວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້: ເປືອກໝາກຜ້າວ (Coconut shell), ໃບຕົ້ນລະມຸດແຫ້ງ, ຂີ້ເລື້ອຍ (ຕົ້ນທຸລຽນ) ຜະລິດເປັນຖານອັດແທ່ງໂດຍມີນໍ້າໜັກ 100 ເປີເຊັນ ມີຈຸດປະສົງເພື່ອປຽບທຽບວັດຖຸດິບທີ່ເໝາະສົມໃນການຜະລິດຖານອັດແທ່ງ ແລະ ການທົດສອບຫາຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບຂອງຄວາມຮ້ອນ ແລະ ຄ່າຄວາມຊຸ່ມ ຈາກການທົດລອງພົບວ່າ: ຄ່າຄວາມຮ້ອນຈາກ ເປືອກໝາກຜ້າວ (Coconut shell), ໃບຕົ້ນລະມຸດແຫ້ງ, ຂີ້ເລື້ອຍ (ຕົ້ນທຸລຽນ) ມີຄ່າເທົ່າກັບ 4910.82 cal/g 3,195.757 cal/g ແລະ 5,067.55 cal/g ຕາມລຳດັບ ແລະ ຄ່າຄວາມຊຸ່ມ ເທົ່າກັບ 0.043% 0.041% ແລະ 0.037% ຕາມລຳດັບ ໂດຍຄ່າຄວາມຮ້ອນມາດຕະຖານ (ASTM D 240) ຕ້ອງນ້ອຍກວ່າ ແລະ ຄ່າຄວາມຊຸ່ມມາດຕະຖານ (ASTM E 3173) ຕ້ອງບໍ່ເກີນ 10 ເປີເຊັນ ເຊິ່ງຄ່າຄວາມຮ້ອນ ແລະ ຄ່າຄວາມຊຸ່ມຈາກການທົດລອງຄັ້ງນີ້ແມ່ນຢູ່ໃນເກນການຜະລິດຖານອັດແທ່ງ.

ກິດຕິກອນ ແລະ ຄະນະ (2015) ການຜະລິດເຊື້ອໄຟຊີວະມວນຈາກສິ່ງເສດເຫຼືອທາງການກະເສດເປັນທາງເລືອກໜຶ່ງຂອງການຄົ້ນຫາແຫຼ່ງພະລັງງານທີ່ມີຄວາມເໝາະສົມສໍາຫຼັບປະເທດໄທເຊິ່ງເປັນປະເທດກະເສດຕະກຳ ງານວິໄຈມີຈຸດປະສົງເພື່ອສຶກສາການຜະລິດກ້ອນເຊື້ອໄຟທີ່ໃຊ້ອັດຕາສ່ວນປະສົມທີ່ເໝາະສົມຂອງເສດເຟືອງເຂົ້າ ແລະ ເສດລຳໄຍ ໂດຍໃຊ້ແບ່ງປຽກເປັນໂຄປະສານ ແລະ ໃຊ້ການອັດແບບປຽກດ້ວຍແຮງອັດຕໍ່າ 50 ແລະ 70 ກິໂລກຼາມ/m<sup>2</sup> ອັດຕາສ່ວນຂອງເສດເຟືອງເຂົ້າຕໍ່ເສດລຳໄຍ ໃນລະດັບທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ດັ່ງນີ້: 100:0, 80:20, 60:40, 50:50, 40:60, 20:80 ແລະ 0:100 ໂດຍນໍ້າໜັກ ຈາກນັ້ນວັດຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບໄດ້ແກ່: ລັກສະນະຮູບຊົງ, ຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນ ແລະ ຄຸນສົມບັດທາງເຄມີໄດ້ແກ່: ຄ່າຄວາມຊຸ່ມ, ຄ່າເຖົ້າ, ຄ່າສານລະເຫຼີຍໄດ້, ຄ່າຄາບອນຄົງຕົວ ແລະ ຄ່າຄວາມຮ້ອນ ຈາກຜົນການທົດລອງພົບວ່າ: ສ່ວນປະສົມທີ່ເໝາະສົມສໍາຫຼັບການຜະລິດແມ່ນການໃຊ້ເສດເຟືອງເຂົ້າຕໍ່ເສດລຳໄຍທີ່ອັດຕາສ່ວນ 20:80 ໂດຍນໍ້າໜັກ ມີແບ່ງປຽກ 6 ເປີເຊັນ ເປັນໂຄປະສານ ໃຊ້ແຮງອັດ 50 ກິໂລກຼາມ/m<sup>2</sup> ເຊິ່ງກ້ອນເຊື້ອໄຟທີ່ຜະລິດໄດ້ມີຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນ 0.33 ກຼາມ/ m<sup>2</sup>, ສໍາຫຼັບຄ່າຄວາມຊຸ່ມ, ເຖົ້າ, ຄ່າສານລະເຫຼີຍໄດ້ ແລະ ຄ່າຄາບອນຄົງຕົວ ມີຄ່າເທົ່າກັນ 7.39, 5.00, 85.73 ແລະ 1.88 % ຄາມລຳດັບ ຂະນະທີ່ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງກ້ອນເຊື້ອໄຟເທົ່າກັບ 3,698.46 kcal/g ແລະ ກ້ອນເຊື້ອໄຟມີຄ່າປະສິດທິພາບການໃຊ້ຄວາມຮ້ອນເທົ່າກັນ 10.64%.

### 2.8.6.1. ໂຕປະສານໃນການອັດແທ່ງ

ໂຕປະສານ ໝາຍເຖິງສານທີ່ປະສົມລົງໄປໃນວັດຖຸດິບເພື່ອເຮັດໃຫ້ວັດຖຸດິບເກາະຕິດກັນໄດ້ດີ, ການເລືອກໃຊ້ໂຕປະສານໃນການອັດແທ່ງຕ້ອງຄຳນຶງເຖິງ: ລາຄາຕ້ອງບໍ່ແພງເກີນໄປ, ຕ້ອງໃຊ້ໃນປະລິມານທີ່ນ້ອຍທີ່ສຸດແຕ່ຍັງເຮັດໃຫ້ແທ່ງເຊື້ອໄຟມີຄຸນນະພາບດີ, ຕ້ອງທົນນ້ຳ, ຕ້ອງມີແຮງຢືດໜຽວລະຫວ່າງອານຸພາກສູງ ແລະ ສາມາດປົກຄຸມຜືນທີ່ຂອງວັດຖຸດິບທີ່ບິດໄດ້ທົ່ວເຖິງ (Wirunphan, 2017) ແລະ ນິຍົມໃຊ້ກັນຢ່າງແຜ່ຫຼາຍໃນການອັດແທ່ງກໍຄືແປ້ງ.

#### 1. ແປ້ງ (Starch)

ແປ້ງເປັນຄາໂບໄຮເດຣດທີ່ປະກອບດ້ວຍອາຕອມຂອງກາກບອນ, ໄຮໂດເຈນ ແລະ ອົກຊີເຈນ ໃນອັດຕາສ່ວນ 6:10:5 ທີ່ມີສູດທາງເຄມີຄື:  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , ແປ້ງຖືໄດ້ວ່າເປັນສາຍຍາວຂອງກຸ່ມໂຄດທີ່ຢູ່ກັນຢ່າງໜາແໜ້ນ ໂດຍທີ່ໃນສາຍຍາວຂອງກຸ່ມໂຄດປະກອບໄດ້ດ້ວຍໜ່ວຍຍ່ອຍຂອງກຸ່ມໂຄດ ແລະ ກຸ່ມໂຄດແຕ່ລະໜ່ວຍ ຈະເຊື່ອມຕໍ່ກັນຜ່ານອົກຊີເຈນທີ່ບໍລິເວນຄາບອນຕຳແໜ່ງທີ 1 ຫຼື ເອີ້ນກັນວ່າ: ຜັນທະໄກໂຄໄຊ (Glycoside bond) ຜັນທະໄກໂຄໄຊນີ້ຈະມີຄວາມສະຖຽນພາຍໃຕ້ສະພາບທີ່ເປັນດ່າງ ແລະ ສາມາດຖືກຍ່ອຍໄດ້ດ້ວຍກົດ, ທາງດ້ານຕອນປາຍຂອງສາຍໂສ້ກຸ່ມໂຄດຈະມີໝູ່ອັດຕິໄຮ (Aldehyde group) ແລະ ເອີ້ນໝູ່ຕອນປາຍນີ້ວ່າປາຍໝູ່ຮີດົວຊຶ່ງ (Reducing end group) ໂດຍແປ້ງປະກອບດ້ວຍພໍລີເມີຂອງກຸ່ມໂຄດ 2 ຊະນິດ ຄື: ອະໄມໂຣດ (Amylose) ແລະ ອະໄມໂລເຟກຕິນ (Amylopectin). ແປ້ງຈາກແຫຼ່ງຕ່າງກັນຈະມີອັດຕາສ່ວນຂອງອະໄມໂຣດ ແລະ ອະໄມໂລເຟກຕິນທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ເຮັດໃຫ້ຄຸນສົມບັດຂອງແປ້ງແຕ່ລະຊະນິດແຕກຕ່າງກັນ (ຊະນິດາ, 2008; ກຳນະຣົງ, 2007)

#### 1.1. ໂຄງສ້າງຂອງເມັດແປ້ງ

ດູດສະດີ (2013) ແປ້ງທີ່ຢູ່ໃນທຳມະຊາດມັກຈະຢູ່ໃນຮູບຂອງເມັດແປ້ງ (Granule) ຂະໜາດນ້ອຍ ໂດຍມີໂຄງສ້າງເປັນແບບຄ້າຍຜະນຶກ (Semi-crystalline) ພາຍໃນເມັດແປ້ງປະກອບໄປດ້ວຍການຈັດລຽງຕົວຂອງໂມເລກຸນອະໄມໂຣດ ແລະ ອະໄມໂລເຟກຕິນທັງສ່ວນທີ່ເປັນຜະນຶກ (Crystalline) ແລະ ສ່ວນອະສັນຖານ (Amorphous) ແລະ ມີສ່ວນທີ່ຈັດລຽງຕົວໃນລັກສະນະກ້ຽວມ້ວນຄູ່ (Double helices) ໃນບໍລິເວນອະໄມໂຣດ ເຟກຕິນທີ່ເປັນສາຍໂສ້ສັ້ນ ເຊິ່ງເກີດເປັນໂຄງສ້າງທີ່ເປັນຜະນຶກບາງສ່ວນ ໃນສ່ວນບໍລິເວນອະສັນຖານຂອງເມັດແປ້ງ ປະກອບດ້ວຍໂມເລກຸນຂອງອະໄມໂຣດ ແລະ ອະໄມໂຣດເຟກຕິນທີ່ເປັນສາຍຍາວ ແລະ ພົບວ່າມີລັກສະນະເປັນໂຄງສ້າງຜະນຶກທັງ 3 ແບບ ເຊິ່ງຂຶ້ນຢູ່ກັບຄວາມໜາແໜ້ນໃນການຈັດລຽງຕົວຂອງກຸ່ມໂຄດ.

#### 1.2. ຄຸນສົມບັດຂອງແປ້ງ

##### 1.2.1. ການດູດຊັບນ້ຳ, ການບວມນ້ຳ ແລະ ການລະລາຍ

ກຳນະຣົງ (2007) ແປ້ງດິບຈະບໍ່ລະລາຍນ້ຳທີ່ອຸນຫະພູມຕ່ຳກວ່າອຸນຫະພູມເຈລາຕິໄນເຊຊັ່ນຂອງແປ້ງ ເນື່ອງຈາກມີຜັນທະໄຮໂດເຈນຈາກໝູ່ໄຮດໂອກຊິນພາຍໃນໂມເລກຸນແປ້ງທີ່ຢູ່ໃກ້ຄຽງກັນເຊື່ອມຕໍ່ກັນຢູ່ ແຕ່ເມື່ອອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳແປ້ງເພີ່ມສູງຂຶ້ນກວ່າຊ່ວງອຸນຫະພູມເຈລາຕິໄນເຊຊັ່ນຂອງແປ້ງຈະສົ່ງຜົນຫຼຸດຜັນທະໄຮໂດເຈນຖືກທຳລາຍໂດຍໂມເລກຸນຂອງນ້ຳຈະເຂົ້າມາຈັບກັບໝູ່ໄຮດໂອກຊິນທີ່ຢູ່ຢ່າງອິດສະຫຼະ ເມັດແປ້ງຈຶ່ງເກີດການບວມນ້ຳ ເຮັດໃຫ້ຄວາມສາມາດໃນການລະລາຍ, ຄວາມໜຽວ ແລະ ຄວາມໃສ ເພີ່ມສູງຂຶ້ນ ເຊິ່ງປັດໃຈທີ່ສົ່ງຜົນຕໍ່ການບວມນ້ຳ ແລະ ຄວາມສາມາດໃນການລະລາຍມີ: ຊະນິດຂອງແປ້ງ, ສິ່ງເຈືອນປົນໃນເມັດແປ້ງທີ່ບໍ່ແມ່ນຄາໂບໄຮເດຣດ ແລະ ຄຸນສົມບັດຫຼັງການດັດແປງທາງເຄມີ.



### 1.2.2. ການເກີດເຈລາຕີໄນເຊຊັ້ນ (Gelatinization)

ລັດດາວັນ (2007) ໂມເລກຸນຂອງແປັງປະກອບດ້ວຍໝູ່ໄຮໂດຊີນຈຳນວນຫຼາຍທີ່ຢຶດເກາະກັນ ດ້ວຍຜົນທະໄຮໂດເຈນ ແລະ ມີຄຸນສົມບັດມັກນ້ຳ (Hydrophilic) ແຕ່ເນື່ອງຈາກເມັດແປັງຢູ່ໃນຮູບຂອງຮ່າງແຫ ໄມເຊີ (Micelles) ເຊິ່ງຈັດລຽງຕົວໃນລັກສະນະນີ້ສົ່ງຜົນໃຫ້ເມັດແປັງລະລາຍໄດ້ຍາກໃນນ້ຳເຢັນ. ດັ່ງນັ້ນ, ເມື່ອ ແປັງຢູ່ໃນນ້ຳເຢັນຈະດູດຊຶມນ້ຳ ແລະ ບວມນ້ຳ ໄດ້ນ້ອຍ ແຕ່ເມື່ອໃຫ້ຄວາມຮ້ອນກັບສານລະລາຍແປັງຈະສົ່ງຜົນໃຫ້ ຜົນທະໄຮໂດເຈນອ່ອນລົງ ເຮັດໃຫ້ເມັດແປັງດູດນ້ຳແລ້ວເກີດການບວມນ້ຳ, ສ່ວນປະສົມຂອງນ້ຳກັບແປັງຈະມີ ຄວາມໜຽວ ແລະ ມີຄວາມໃສ ຫຼາຍຂຶ້ນ ເນື່ອງຈາກໂມເລກຸນອິດສະຫຼະຂອງນ້ຳທີ່ເຫຼືອຢູ່ໃນເມັດແປັງນ້ອຍລົງ ສົ່ງ ຜົນໃຫ້ເມັດແປັງເຄື່ອນໄຫວໄດ້ຍາກຂຶ້ນເຮັດໃຫ້ເກີດຄວາມໜຽວປະກົດການນີ້ເອີ້ນວ່າ: ອຸນຫະພູມເລີ່ມເກີດການເຈ ລາຕີໄນເຊຊັ້ນ ເມື່ອໃຊ້ອຸປະກອນໃນການກວດວັດຄວາມໜຽວມັກຈະເອີ້ນຈຸດນີ້ວ່າ: ອຸນຫະພູມທີ່ເຮັດໃຫ້ເລີ່ມ ປ່ຽນແປງຄວາມໜຽວ (Pasting temperature) ຫຼື ເວລາທີ່ເຮັດໃຫ້ປ່ຽນແປງຄວາມໜຽວ (Pasting time) ເຊິ່ງ ເມັດແປັງທີ່ຕ່າງຊະນິດກັນຈະມີຄ່າຕ່າງກັນ

### 1.2.3. ການເກີດຮີໂທກາເດຊັ້ນ (Retrogradation)

ເມື່ອແປັງໄດ້ຮັບຄວາມຮ້ອນຈົນເຖິງອຸນຫະພູມທີ່ເຮັດໃຫ້ເກີດເຈລາຕີໄນເຊຊັ້ນ ແລ້ວຍັງມີການ ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນຕໍ່ໄປເລື້ອຍໆ ຈະເຮັດໃຫ້ເມັດແປັງບວມນ້ຳເພີ່ມຂຶ້ນຈົນເຖິງຈຸດບວມນ້ຳເຕັມທີ່ ແລະ ແຕກອອກ ໂມ ເລກຸນຂອງອະໄມໂຣດຂະໜາດນ້ອຍຈະກະແຈກກະຈາຍອອກມາເຮັດໃຫ້ຄວາມໜຽວຫຼຸດລົງ, ເມື່ອປ່ອຍໃຫ້ເຢັນລົງ ໂມເລກຸນອະໄມໂຣດທີ່ຢູ່ໃກ້ກັນຈະເກີດການລຽງຕົວກັນໃໝ່ດ້ວຍຜົນທະໄຮໂດເຈນລະຫວ່າງໂມເລກຸນເກີດເປັນ ຮ່າງແຫສາມມິຕິ ໂຄງສ້າງໃໝ່ທີ່ສາມາດອຸ່ມນ້ຳ ແລະ ບໍ່ມີການດູດນ້ຳເຂົ້າມາອີກ ມີຄວາມໜຽວເພີ່ມຂຶ້ນເກີດ ລັກສະນະເຈວໜຽວຄ້າຍຄືຝີມ ຫຼື ຜະນຶກເອີ້ນປະກົດການນີ້ວ່າ: ການເກີດຮີໂທກາເດຊັ້ນ (Retrogradation) ເມື່ອ ຫຼຸດອຸນຫະພູມໃຫ້ຕໍ່າລົງອີກ ລັກສະນະການຈັດລຽງຕົວຂອງໂຄງສ້າງຈະແໜ້ນຫຼາຍຂຶ້ນ ສົ່ງຜົນໃຫ້ໂມເລກຸນຂອງນ້ຳ ທີ່ຢູ່ຢ່າງອິດສະຫຼະພາຍນອກຈະຖືກບີບອອກນອກເຈວເອີ້ນວ່າ: Syneresis ປະກົດການດັ່ງກ່າວນີ້ຈະເຮັດໃຫ້ເຈວມີ ລັກສະນະຂາວຊຸ້ນ ແລະ ສົ່ງຜົນໃຫ້ຄວາມໜຽວເພີ່ມຂຶ້ນ

### 1.3. ແປັງມັນຕົ້ນ (Cassava starch)

ແປັງມັນຕົ້ນ ຫຼື ແປັງທາປີໂອກາ (Tapioca starch) ຫຼື ແປັງແມນິອອກ (Manioc starch), ແປັງມັນຕົ້ນຜະລິດມາຈາກສ່ວນຮາກຂອງມັນຕົ້ນ, ກຳລັງການຜະລິດຂອງແປັງມັນຕົ້ນທົ່ວໂລກມີປະມານ 1 ລ້ານ ໂຕນ ແລະ ຜະລິດໄດ້ຫຼາຍໃນປະເທດໄທ, ບາຊິນ, ຝີລິບປິນ, ໄນຈີເຣຍ, ມາເລເຊຍ ແລະ ແອງໂກລາ ສາວນຫຼາຍແປັງ ມັນຕົ້ນແມ່ນນຳໄປໃຊ້ໃນອຸດສາຫະກຳອາຫານ ແລະ ເຮັດກາວ (ຊະນິດາ, 2008)

ລັກສະນະຂອງແປັງມັນຕົ້ນມີລັກສະນະເປັນຜົງລະອຽດ ມີສີຂາວ, ລັກສະນະເດັ່ນຂອງແປັງມັນ ຕົ້ນ ຄືມີຄວາມບໍລິສຸດສູງ, ມີສິ່ງເຈືອປົນຕຳ ໂດຍມີປະລິມານແປັງຢູ່ສູງເຖິງ 95% ມີປະລິມານໂປຼຕິນ ແລະ ໄຂມັນຂ້ອນ ຂ້າງຕ່ຳ (ນ້ອຍກວ່າ 1%), ມີຝິດສະຝຣັດນ້ອຍກວ່າ 0.04%, ລັກສະນະຂອງເມັດແປັງເມື່ອກວດດ້ວຍກ້ອງຈຸລະທັດ ຈະມີຮູບຮ່າງເປັນເມັດກົມ ຫຼື ຮູບໄຂ່ ອາດຈະມີຮອຍບຸ້ມທີ່ປາຍດ້ານໜຶ່ງຂອງເມັດແປັງ, ເມັດແປັງສ່ວນໃຫຍ່ຈະມີຂະ ໜາດປານກາງຄືຢູ່ໃນຊ່ວງ 3-40 ໄມຄອນ, ແປັງມັນຕົ້ນມີປະລິມານອະໄມໂຣດຂ້ອນຂ້າງຕ່ຳ ເນື່ອງຈາກມີ ຄຸນສົມບັດບາງປະການບໍ່ຄົງຕົວ ເຊັ່ນ: ເມື່ອໄດ້ຮັບຄວາມຮ້ອນຈະໃຫ້ສານລະລາຍທີ່ມີຄວາມໜຽວສູງ ແຕ່ຄວາມໜ ຽວຂະຫຼຸດລົງໄວເມື່ອໄດ້ຮັບແຮງຕັດ ແລະ ຄວາມຮ້ອນຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງ, ເຮັດໃຫ້ການນຳແປັງມັນຕົ້ນຈາກທຳມະຊາດມາ ໃຊ້ໃນອຸດສາຫະກຳອາຫານມີຂໍ້ຈຳກັດ. ດັ່ງນັ້ນ, ດັດແປແປັງມັນຕົ້ນຈຶ່ງເປັນສິ່ງຈຳເປັນເພື່ອເຮັດໃຫ້ມີຄຸນສົມບັດດີ ຂຶ້ນ (ວິລາສິນີ, 2010).

## 2.9 ຄຸນສົມບັດຂອງການຖ່ານອັດແທ່ງ

ຄຸນສົມບັດຂອງຖ່ານອັດແທ່ງທີ່ດີ ສາມາດແບ່ງອອກເປັນ 2 ຂໍ້ຄື: ຄຸນສົມບັດທາງດ້ານການຈັດການຖ່ານອັດທີ່ໄດ້ບໍ່ຄວນລ່ວມ ຫຼື ແຕກຫັກອອກເປັນສ່ວນໆໃນລະຫວ່າງການເກັບຮັກສາ ຫຼື ເຄື່ອນຍ້າຍ ແລະ ຄຸນສົມບັດດ້ານເຊື້ອເຝີງ ໂດຍກ່ຽວຂ້ອງກັບຊະນິດວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ຮູບຮ່າງ, ຄວາມໜາແໜ້ນທີ່ໄດ້ (ທາລິນີ, 2005). ຖ່ານອັດແທ່ງສໍາເລັດຮູບມີຄຸນສົມບັດຟິເສດ ດັ່ງນີ້:

1. ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນສູງ ເນື່ອງຈາກເປັນຖ່ານທີ່ໄດ້ຮັບການເຜົາໄໝ້ເປັນຢ່າງດີ
2. ປອດໄພບໍ່ມີສານຕົກຄ້າງ ແລະ ບໍ່ທໍາລາຍສຸຂະພາບ ເພາະຖ່ານໄດ້ຖືກເຜົາດ້ວຍອຸນຫະພູມເກີນ 800 ອົງສາ ເຮັດໃຫ້ບໍ່ມີສານກໍ່ມະເລັງ (ສາມາດທົດສອບກັບຖ່ານທົ່ວໄປ ໂດຍການໃຊ້ໝໍ້ສີຂາວຕົ້ມນໍ້າ ຫາກກົ້ນໝໍ້ເປັນຂະເມີາສີດຳ ສະແດງວ່າຖ່ານທີ່ໃຊ້ຖືກເຜົາມາບໍ່ສຸກ ແລະ ມີສານກໍ່ມະເລັງ)
3. ທົນທານ ສາມາດໃຊ້ໄດ້ດົນກວ່າຖ່ານໄມ້ທໍາມະດາເຖິງ 2.5-3 ເທົ່າຕົວ
4. ປະຫຍດ ເພາະໃຊ້ງານໄດ້ດົນ, ບໍ່ແຕກ ແລະ ບໍ່ດັບງ່າຍເມື່ອຕິດໄຟ
5. ບໍ່ແຕກເປັນຜູ້ຄືກັບຖ່ານທົ່ວໄປ
6. ບໍ່ມີຄວັນ ເນື່ອງຈາກມີຄວາມຊຸ່ມໜ້ອຍ
7. ບໍ່ມີກິ່ນ ເພາະຜະລິດຈາກວັດຖຸດິບທໍາມະຊາດ 100% ບໍ່ມີການປະສົມສານເຄມີໃດໆ
8. ບໍ່ດັບໃນເວລາຈູດໄໝ້
9. ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນສູງສະໜໍາສະເໝີ

## 2.10 ການປະເມີນຄຸນສົມບັດຂອງຖ່ານອັດແທ່ງ

ທາລິນີ (2005) ໄດ້ກ່າວວ່າ: ການປະເມີນຄຸນນະພາບ ແລະ ຄຸນສົມບັດທາງເຊື້ອເຝີງ ໃຊ້ອົງປະກອບທີ່ສໍາຄັນຂອງເຊື້ອເຝີງເປັນຫຼັກໃນການວິເຄາະຫາຄ່າຕາມມາດຕະຖານຂອງ American Society for Testing and Materials (ASTM) ດັ່ງນີ້:

- 1) ຄວາມຊຸ່ມຊື່ນ (Moisture content) ໝາຍເຖິງເປີເຊັນຂອງນໍ້າຕໍ່ນໍ້າໜັກວັດຖຸດິບ ມີຜົນຕໍ່ຄວາມຮ້ອນ ແລະ ຄວາມຄົງຕົວຂອງເຊື້ອເຝີງ ໂດຍເຊື້ອເຝີງທີ່ມີຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າຍິ່ງມີປະສິດທິພາບສູງ
- 2) ສານທີ່ລະເຫີຍໄດ້ (Volatile matters) ໝາຍເຖິງອົງປະກອບຂອງຖ່ານທີ່ລະເຫີຍອອກມາ ເມື່ອເຜົາຖ່ານໃນພາສະນະປິດ ສານລະເຫີຍທີ່ອອກມາ ມີທັງມາຈາກສານອິນຊີ ແລະ ອະນິນຊີໄດ້ແກ່ ແກ້ສໄຮໂດເຈນ ຄາບອນໄດອັອກໄຊ ສານປະກອບໄຮໂດຄາບອນຕ່າງໆ, ແກ້ສຄາບອນໄດອັອກໄຊ ແລະ ອາຍນໍ້າໃນເຊື້ອເຝີງທີ່ດີ ຈະຕ້ອງມີປະລິມານສານລະເຫີຍຕໍ່າ
- 3) ປະລິມານເຖົ້າ (Ash content) ໝາຍເຖິງສານປະກອບອະນິນຊີທີ່ເຫຼືອຈາກການເຜົາໄໝ້ຖ່ານທີ່ອຸນຫະພູມສູງ ໂດຍເຊື້ອເຝີງທີ່ດີຫຼັງການເຜົາໄໝ້ ຄວນເກີດເຖົ້າໃນປະລິມານໜ້ອຍ ເນື່ອງຈາກເຊື້ອເຝີງຄວນເຜົາໄໝ້ກາຍເປັນຜະລິງງານຄວາມຮ້ອນໃຫ້ໄດ້ຫຼາຍທີ່ສຸດ
- 4) ຄາບອນຄົງຕົວ (Fixed carbon) ໝາຍເຖິງປະລິມານຄາບອນທີ່ເຫຼືອຢູ່ຫຼັງຈາກການເຜົາໄໝ້ ປະລິມານຄາບອນຄົງຕົວເປັນຕົວບົ່ງຊີ້ປະລິມານຂອງແຂງທີ່ຕິດໄຟໄດ້ເຫຼືອຢູ່ໃນເຕົາເຜົາ ເຊື້ອເຝີງທີ່ດີຈະຕ້ອງມີປະລິມານຄາບອນຄົງຕົວເປັນອົງປະກອບສູງ

5) ຄ່າຄວາມຮ້ອນ (Heating value) ເປັນຕົວແທນທີ່ສໍາຄັນ ທີ່ຈະບົ່ງຊີ້ປະລິມານຄວາມຮ້ອນທີ່ປ່ອຍອອກມາ ໂດຍເຊື້ອເຟີງທີ່ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງຖືວ່າ ເປັນເຊື້ອເຟີງທີ່ມີຄຸນນະພາບດີ

#### # ລັກສະນະຂອງຖ່ານອັດແທ່ງທີ່ດີ

ຖ່ານອັດແທ່ງທີ່ມີຄຸນນະພາບ ຕາມມາດຕະຖານ ມີຄຸນລັກສະນະ ດັ່ງນີ້:

- 1) ລັກສະນະທົ່ວໄປໃນພາສະນະບັນຈຸດຽວກັນ ຕ້ອງມີຮູບຮ່າງດຽວກັນ, ຂະໜາດໃກ້ຄຽງກັນ ມີສີດຳສະໝໍ່າສະເໝີ ບໍ່ແຕກຫັກ
- 2) ການໃຊ້ງານ ເມື່ອຕິດໄຟຕ້ອງບໍ່ມີສະເກັດໄຟເຕັ້ນອອກມາ, ບໍ່ມີຄວັນ ຫຼື ກິ່ນ
- 3) ຄວາມຊຸ່ມຕ້ອງບໍ່ເກີນ 8% ຂອງນ້ຳໜັກ
- 4) ຄ່າຄວາມຮ້ອນ ຕ້ອງບໍ່ຫຼຸດ 5,000 ແຄຣໍລີຕໍ່ກຸ້ມ
- 5) ກາຫມີການບັນຈຸໃຫ້ບັນຈຸຖ່ານອັດແທ່ງໃນພາສະນະທີ່ສະອາດ ແຫ້ງ ແລະ ສາມາດປ້ອງກັນໄດ້ ຄວາມເສຍຫາຍທີ່ອາດຈະເກີດຂຶ້ນ
- 6) ນ້ຳໜັກສຸດທິຂອງຖ່ານໃນແຕ່ລະພາສະນະບັນຈຸບໍ່ຫຼຸດກວ່າທີ່ລະບຸໄວ້ໃນສະຫຼາກ
- 7) ທີ່ສະຫຼາກ ຫຼື ພາສະນະບັນຈຸຖ່ານອັດແທ່ງທຸກໜ່ວຍຢ່າງນ້ອຍຕ້ອງມີເລກໝາຍ (ລາຍລະອຽດ) ເຫັນໄດ້ງ່າຍ ຊັດເຈນ ໂດຍສະເພາະປະລິມານ, ຄຸນະພາບ ແລະ ອື່ນໆ.

## 2.11 ການວິເຄາະຄຸນນະພາບຂອງຖ່ານໄມ້ ແລະ ຖ່ານອັດແທ່ງ

ເນື້ອໄມ້ໃບກ້ວາງປະກອບດ້ວຍທາດ 3 ຊະນິດເປັນອົງປະກອບຫຼັກຄື: ຄາບອນ 50-55%, ອົກຊີເຈນ 40-45% ແລະ ໄຮໂດຣເຈນ 6-7% ສ່ວນທີ່ຍັງເຫຼືອໜ້ອຍກວ່າ 2% ແມ່ນທາດໄນໂຕຣເຈນ ແລະ ສານອະນົງຄະ ທາດ. ຖ້າເອົາໄປປະເມີນຄ່າທາງເຄມີ (ການວິເຄາະແບບ Proximate) ຈະພົບວ່າເນື້ອໄມ້ມີຄາບອນຄົງທີ່ 20-24%, ສານລະເບີຍ 75-80%, ແລະ ຂີ້ເຖົ້າປະມານ 2% ແລະ ຖ້ານໍ້າໄມ້ໄປວິເຄາະທາງອົງປະກອບທາງເຄມີຈະພົບວ່າ: ເນື້ອໄມ້ປະກອບດ້ວຍ ເຊວລູໂລສ (cellulose) 33-49%, ເຮມີເຊວລູໂລສ (hemicellulose) 23-38%, ລິກນິນ (lignin) 19-31% ແລະສານ interstitial 1-10% ເຊິ່ງປະລິມານຄວາມແຕກຕ່າງຂອງອົງປະກອບທາງເຄມີເຫຼົ່ານີ້ຈະເປັນຜົນເຮັດໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງການເຜົາໄໝ້ຂອງໄມ້ແຕກຕ່າງກັນ. ສໍາລັບຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງເຊື້ອເຟີງອັດແທ່ງຈາກເສດວັດສະດຸການກະເສດ ຫຼື ເຊື້ອເຟີງຂຽວ ຂຶ້ນຢູ່ກັບຊະນິດຂອງພືດທີ່ນໍາມາເປັນເຊື້ອເຟີງ ແລະ ຂຶ້ນຢູ່ກັບຄວາມໜາແໜ້ນຂອງ ການອັດແທ່ງ ໃນການປຽບທຽບຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງເຊື້ອເຟີງ ຕ້ອງສົມທຽບກັນໃນກຸ່ມດຽວກັນຄື: ກຸ່ມຂອງໄມ້, ກຸ່ມຂອງຖ່ານ ແລະ ກຸ່ມເຊື້ອເຟີງມວນຊີວະພາບ ເນື່ອງຈາກອົງປະກອບທາງເຄມີ ແລະ ຂະບວນການຜະລິດເຊື້ອເຟີງມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ, ກຸ່ມຂອງຖ່ານຈະມີຄວາມຮ້ອນການເຜົາໄໝ້ສູງຍ້ອນການຂະບວນການທີ່ເຮັດໃຫ້ຖ່ານມີຄ່າຄາບອນຄົງຕົວສູງ (ທາລິນີ, 2005).

ການເອົາໄມ້ ຫຼື ຖ່ານອັດແທ່ງຈາກເສດກະເສດມາເຜົາເປັນຖ່ານ ເປັນການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນແກ່ເຊື້ອເຟີງ ໂດຍການຈຳກັດອາກາດໃຫ້ອຸນຫະພູມສູງກວ່າ 300 ອົງສາ, ເຊິ່ງຈະເຮັດໃຫ້ສານອິນຊີຕ່າງໆ ທີ່ເປັນອົງປະກອບຂອງເຊື້ອເຟີງປ່ຽນສະພາບໄປເປັນສານຊະນິດອື່ນທີ່ເຮັດໃຫ້ປະລິມານທາດຄາບອນສູງຂຶ້ນ. ທາດອົກຊີເຈນຫຼຸດລົງ ແລະ ທາດໄຮໂດຣເຈນ (hydrogen) ມີການປ່ຽນແປງເລັກນ້ອຍ, ອຸນຫະພູມທີ່ໃຊ້ເຜົາ ແລະ ການກຳຈັດອາກາດໃນເວລາທີ່ເໝາະສົມມີສ່ວນເຮັດໃຫ້ການເກີດປະຕິກິລິຍາການປ່ຽນແປງສະພາບສານແຕກຕ່າງກັນ ເຮັດໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນທີ່ໄດ້ແຕກຕ່າງກັນເຖິງແມ່ນວ່າປະເພດຂອງເຊື້ອເຟີງທີ່ໃຊ້ເຜົາຖ່ານຈະເປັນປະເພດດຽວກັນ.

ເມື່ອໄມ້ ຫຼື ເຊື້ອເຟີງອັດແຫ່ງແປສະພາບເປັນຖານຈະມີການສຸນເສຍມວນໄປຕາມລະດັບຂອງອຸນຫະພູມ ໃນການເຜົາຖານ ໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມ 200-400 ອົງສາ, ຈະສຸນເສຍມວນໄປປະມານ 50% ໂດຍຈະສຸນເສຍຫຼາຍໃນ ຊ່ວງອຸນຫະພູມ 300-350 ອົງສາ ແລະ ຈະເຮັດໃຫ້ເກີດຄວາມໜາແໜ້ນມີການປ່ຽນແປງໂດຍຄວາມໜາແໜ້ນ ຂອງຖານຈະຫຼຸດລົງໃນຂະນະທີ່ອຸນຫະພູມຢູ່ໃນການເຜົາຖານເພື່ອມື້, ຖານທີ່ໄດ້ຈາກການເຜົາໄຫມ້ຢູ່ທີ່ອຸນ ຫະ ພູມ 250 ອົງສາເຊ ຈະມີຄວາມໜາແໜ້ນ 0.311 ກຼາມ/ຊັງຕີແມັດກ້ອນ, ໃນອຸນຫະພູມ 300 ອົງສາ ຈະມີຄວາມ ໜາແໜ້ນ 0.252 ກຼາມ/ຊັງຕີແມັດກ້ອນ. ແລະ ຢູ່ທີ່ອຸນຫະພູມ 350-600 ອົງສາ ຈະໄດ້ຖານທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ ນ 0.19 ກຼາມ/ຊັງຕີແມັດກ້ອນ. ນອກຈາກນີ້ໄມ້ຍັງມີການປ່ຽນແປງຂະໜາດຍ້ອນວ່າມັນເຮັດ. ປະຕິ ກິລິຍາ Pyrolysis ຈົນກາຍເປັນຖານ ໂດຍຈະຫົດຕົວທາງດ້ານລັດສະໝີ ແລະ ດ້ານສຳພັດຫຼາຍກວ່າໄມ້ທຳມະດາປະມານ 2 ເທົ່າ ແລະ ຈະຫົດຕົວທາງດ້ານຄວາມຍາວຫຼາຍທີ່ສຸດ, ການປ່ຽນແປງຂອງໄມ້ຈະເກີດຂຶ້ນຫຼັງຈາກການສຸນເສຍ ມວນ.

ການເຜົາໄຫມ້ແມ່ນຖືກຈຸດລະເບີດໃນບັນຍາກາດຂອງອົກຊີເຈນທີ່ມີຄວາມດັນປະມານ 25-30 ບັນຍາ ກາດເຄື່ອງບອັມ calorimeters. ມີຫຼາຍຮູບແບບວິທີການໃຊ້ງານກໍ່ແຕກຕ່າງກັນ ແຕ່ໃຊ້ຫຼັກການດຽວກັນ

ຄ່າຄວາມຮ້ອນຕໍ່າ ຫຼື Lower Heating Value (LHV) ໝາຍເຖິງການເອົາມວນຊີວະພາບນໍ້າໜັກ 1 ກິ ໂລ ກຼາມ ເພື່ອຊອກຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນ. ຄ່າທີ່ວັດແມ່ນຄ່າຄວາມຮ້ອນຕໍ່າ (LHV) ຕໍ່ກິໂລກຼາມ

ຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງ Higher Heating Value (HHV) ຫມາຍເຖິງການເອົາມວນຊີວະພາບ 1 ກິໂລກຼາມ ໄປຫຼຸດຄວາມຊຸ່ມ ຫຼື ເອົານໍ້າອອກໃຫ້ຫມົດ ຫຼັງຈາກນັ້ນນໍາໄປຊອກຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນຄ່າທີ່ວັດແທກໄດ້ແມ່ນຄ່າ ຄວາມຮ້ອນສູງ (HHV) ຕໍ່ກິໂລກຼາມ ແລະ ກ່ຽວຂ້ອງກັບຄ່າຄວາມຮ້ອນຕໍ່າ ດັ່ງນີ້:  $HHV = LHV + 5.72 (9H + M) \text{ kJ/kg}$  ຫຼື  $HHV = LHV + 23.95. (9H + M) \text{ kJ/kg}$

ເມື່ອ H ເທົ່າກັບອັດຕາສ່ວນຂອງທາດໄຮໂດຣເຈນ (hydrogen) ໃນມວນຊີວະພາບ ແລະ ເມື່ອ M ເທົ່າ ກັບອັດຕາສ່ວນຂອງຄວາມຊຸ່ມຊື່ນໃນມວນຊີວະພາບ

ເນື່ອງຈາກການພັດທະນາພະລັງງານຈາກໄມ້ ມີເຄື່ອງບອັມ calorimeters 2 ຮູບແບບ ໃນນີ້ໄດ້ແນະນຳ ວິທີການນຳໃຊ້ເຄື່ອງທັງສອງປະເພດ ເພື່ອຄວາມສະດວກຂອງນັກຄົ້ນຄວ້າ ທີ່ຈະມາວິເຄາະຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນດ້ວຍ ເຄື່ອງມືດັ່ງກ່າວ.

## 2.12 ການວິເຄາະຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນ

ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງການເຜົາໄຫມ້ (Heat Content or Combustion Value) ຂອງມວນຊີວະພາບ ຫຼື ສານອິນຊີປະເພດຕ່າງໆແມ່ນຂຶ້ນກັບອົງປະກອບພື້ນຖານ. ທາດທີ່ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນໃນເນື້ອໄມ້ ແລະ ມວນຊີວະພາບ ປະ ກອບມີຄາບອນ ແລະ ໄຮໂດເຈນ. ເມື່ອອົງປະກອບທັງສອງຜ່ານການເຜົາໄຫມ້ສົມບູນ, ພວກມັນໃຫ້ຄ່າຄວາມ ຮ້ອນ 7,900 ແຄລໍຣີ/ກຼາມ ແລະ 34,000 ແຄລໍຣີ/ກຼາມ, ຕາມລຳດັບ ການເຜົາໄຫມ້ບໍ່ສົມບູນໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນ ພຽງແຕ່ 2,100 ແຄລໍຣີ/ກຼາມ ແລະ ເພາະໄມ້ ມັນປະກອບດ້ວຍ 50-55% ຄາບອນ, 6-7% ໄຮໂດເຈນ ແລະ ອົກຊີ ເຈນ 40-45%, ເຮັດໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງໄມ້ປະເພດຕ່າງໆບໍ່ແຕກຕ່າງກັນຫຼາຍ. ປັດໃຈທີ່ສິ່ງຜິດພາດກະທົບຕໍ່ຄ່າ ຄວາມຮ້ອນລວມມີ:

1. ຄວາມຊຸ່ມຊື່ນໃນເນື້ອໄມ້ ໄມ້ທີ່ມີຄວາມຊຸ່ມຊື່ນສູງ ຄ່າກາກບອນຂອງການເຜົາໄຫມ້ຈະຕໍ່າ
2. ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງໄມ້ ໄມ້ທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ນຫຼາຍຈະສະໜອງປະສິດທິພາບໃນ ການເຜົາໄຫມ້ສູງ ກວ່າໄມ້ທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ນຕໍ່າ

3. ຂະໜາດ ແລະ ຮູບຮ່າງຂອງໄມ້ ໄມ້ທີ່ເປັນຕ່ອນນ້ອຍ, ຮູບຮ່າງທີ່ສະໜ້າສະເໝີກັນຈະເຜົາໄໝ້ ດີກ່ວາ ໄມ້ທ່ອນໃຫຍ່ ເນື່ອງຈາກວ່າຝື່ນທີ່ສຳຜັດກັບອາກາດໃນຂະນະທີ່ການເຜົາໄໝ້ແມ່ນຫຼາຍກວ່າ

4. ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງຖານແມ່ນຂຶ້ນກັບວິທີການຂອງການເຜົາ ແລະ ປະເພດຂອງເຕົາເຜົາຖານ

- ຖານທີ່ມີຄວາມຮ້ອນສູງຂອງການເຜົາໄໝ້ແມ່ນຖືວ່າຖານທີ່ມີຄຸນນະພາບທີ່ດີແຕ່ສຳລັບການນຳໃຊ້ ຖານສຳລັບການປຸງແຕ່ງອາຫານໃນຄົວເຮືອນ ບໍ່ຈຳເປັນຕ້ອງໃຊ້ຖານທີ່ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງຕົວຢ່າງ ຖານໄມ້ໂກງ ກາງທີ່ນິຍົມໃຊ້ທົ່ວໄປໃນການປຸງອາຫານ, ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນພຽງແຕ່ 6,000-6,500 ແຄລໍຣີ/ກຼາມ, ໃນຂະນະທີ່ ຖານໄມ້ຢາງຟາລາ ແລະ ໄມ້ຢູຄາລິບຕັສ. ມັນມີຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງການເຜົາໄໝ້ສູງເຖິງ 7,200-7,500 ແຄລໍຣີ/ ກຼາມ, ແຕ່ບໍ່ເປັນທີ່ນິຍົມເຖິງວ່າຈະມີລາຄາຖືກກວ່າຖານໄມ້ໂກງກາງຫຼາຍ. ການເຜົາຖານເພື່ອໃຫ້ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນ ສູງແມ່ນບໍ່ຈຳເປັນ ໃນກໍລະນີທີ່ຕ້ອງການໃຊ້ຖານສຳລັບການປຸງແຕ່ງອາຫານ ເນື່ອງຈາກວ່າການເຜົາຖານເພື່ອໃຫ້ ໄດ້ຮັບຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງຈະເຮັດໃຫ້ໄດ້ຜົນຜະລິດຖານຕ່ຳ

- ມົນລະພິດຈາກການເຜົາໄໝ້ຂອງໄມ້, ຖານ ແລະ ມວນຊີວະພາບ ປະກອບມີຝຸ່ນຜົງ, ອາຍແກັສຄາ ບອນໂມໂນໄຊ, ໄຮໂດເຈນ ແລະ ອາຍແກັສໄຮໂດຣເຈນອອກໄຊ. ມົນລະພິດທາງອາກາດຈາກສອງປັດໃຈ ທຳອິດ ແມ່ນຍ້ອນການເຜົາໄໝ້ບໍ່ສົມບູນ ແລະ ເກີດມາຈາກອຸນຫະພູມຂອງແປວໄຟສູງເກີນໄປ ການແກ້ໄຂມົນລະພິດ ເຫຼົ່ານີ້ສາມາດເຮັດໄດ້ໂດຍການປັບປຸງລະບົບການເຜົາໄໝ້, ອັດຕາການໃສ່ເຊື້ອເຟິງ, ກະແສອາກາດ ແລະ ການ ກະຈາຍອາກາດຢູ່ໃນຊ່ອງເຜົາໄໝ້

5. ວິທີການຊອກຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງການເຜົາໄໝ້

- ຄວາມຮ້ອນຂອງການເຜົາໄໝ້ ແມ່ນຄວາມຮ້ອນຂອງປະຕິກິລິຍາຢ່າງໜຶ່ງທີ່ມີຄ່າ ຈາກປະຕິກິລິຍາ ການເຜົາໄໝ້ສະເພາະ ໜ່ວຍຂອງຄວາມຮ້ອນຂອງປະຕິກິລິຍາສຳລັບສານບໍລິສຸດທີ່ຮູ້ສຸດແນ່ນອນນິຍົມກຳໜົດເປັນ ແຄລໍລີຕໍ່ໂມນ. ສຳລັບສານອື່ນໆທີ່ບໍ່ບໍລິສຸດນິຍົມກຳໜົດເປັນ ແຄລໍລີຕໍ່ກຼາມ ຫຼື ຈຸນ ຕໍ່ກຼາມ ການຫາຄ່າຄວາມ ຮ້ອນຂອງການເຜົາໄໝ້ສາມາດເຮັດໄດ້ໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງຄາລໍຣີມິດເຕີ (calorimeter) ທາດປະສົມໃດທີ່ມີປະລິມານ ຄາບອນສູງ ແລະ ໄຮໂດຣເຈນຈະໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງການເຜົາໄໝ້ຕໍ່ຫົວຫນ່ວຍນ້ຳໜັກສູງ ແລະ ທາດປະສົມທີ່ ມີປະລິມານອີກຊີເຈນທີ່ສູງຈະມີຄ່າຄວາມຮ້ອນຂອງການເຜົາໄໝ້ຫຼຸດລົງ.

- ວິທີການວັດແທກຄວາມຮ້ອນຂອງການເຜົາໄໝ້ຂອງສານອື່ນໆແຂງ ໂດຍສະເພາະແມ່ນຖານ ແລະ ເຊື້ອເຟິງມວນຊີວະພາບ ສາມາດເຮັດໄດ້ໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງບອ້ມ calorimeter ເຊິ່ງມີສິ່ງປ້ອງກັນບໍ່ໃຫ້ມວນ ຫຼື ຄວາມຮ້ອນສາມາດເຂົ້າໄປໃນ ຫຼື ອອກຈາກລະບົບ. (Adiabatic-Jacket) ສານທີ່ຈະໃຊ້ເພື່ອຊອກຫາຄ່າຄວາມ ຮ້ອນຂອງ

- ຫຼັກການກຳນົດຄ່າຄວາມຮ້ອນດ້ວຍ Bomb Calorimeter 1241, ຄວບຄຸມໂດຍເຄື່ອງ Calorimeter Controller 1720, ມີ 2 ຫຼັກການ:

2. ການຄວບຄຸມອຸນຫະພູມພາຍໃນລະບົບເພື່ອປ້ອງກັນການຮົ່ວໄຫຼອຸນຫະພູມພາຍໃນຖັງຈະເຂົ້າຄູ່ ກັນໃນ jacket ຂອງເຄື່ອງ Bomb ຕະຫຼອດໄລຍະເວລາໂດຍການອາໄສການໄຫຼວຽນຂອງນ້ຳຮ້ອນນ້ຳເຢັນເຂົ້າ ອອກໃນ jacket ຄ່າອຸນຫະພູມທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນຈະໄດ້ຈາກຜົນຕ່າງຂອງອຸນຫະພູມສຸດທ້າຍທີ່ຜ່ານການເຜົາໄໝ້ກັບ ອຸນຫະພູມເລີ່ມຕົ້ນ. ວິທີການນີ້ເອີ້ນວ່າການດຳເນີນງານ " Adiabatic Operation"

3. ການຄວບຄຸມອຸນຫະພູມໃນ jacket ໃຫ້ຄົງທີ່ຄວາມແຕກຕ່າງຂອງອຸນຫະພູມພາຍໃນ bucket ແລະ jacket ແລະ jacket ຈະຖືກນຳໃຊ້ເພື່ອຄິດໄລ່ຄວາມຮ້ອນຮົ່ວໄຫຼ. ວິທີການນີ້ເອີ້ນວ່າ "ການດຳເນີນງານ

Isoperibol" 1720 Controller ມີໂປຣແກຣມແກ້ໄຂ ແລະ ຄິດໄລ່ຄ່າຄວາມຮ້ອນທີ່ຮົ່ວໄຫລ ເພື່ອກຳນົດການ ເພີ່ມຂຶ້ນຂອງອຸນຫະພູມໃນແຕ່ລະການທົດລອງ.

## 2.13 ພະລັງງານມວນຊີວະພາບ

### 2.13.1 ຄວາມໝາຍ ແລະ ຄວາມສຳຄັນຂອງພະລັງງານມວນຊີວະພາບ

Biomass ເປັນການປະສົມຄຳລະຫວ່າງ Bio ໝາຍເຖິງສິ່ງທີ່ມີຊີວິດ ກັບ mass ເຊິ່ງໝາຍເຖິງປະລິມານ ພະລັງງານທີ່ໄດ້ຈາກຜົດ ແລະ ສັດໂດຍທີ່ສາມາດນຳໄປໃຊ້ໃນຮູບແບບພະລັງງານໄດ້ (ກໍລະກົດ, 2003). ເຊິ່ງມີຫຼາຍ ທ່ານໄດ້ໃຫ້ນິຍາມວ່າ: ມວນຊີວະພາບ ເປັນພະລັງງານທີ່ໄດ້ຈາກຜົດ ແລະ ສັດໂດຍຂະບວນການປ່ຽນແປງທາງເຄມີ ໂດຍໃຊ້ຄວາມຮ້ອນ ຫຼື ຂະບວນການປ່ຽນແປງທາງຊີວະເຄມີໂດຍອາໄສຈຸລິນຊີ (ເສລີວັດ, 2013). ມວນຊີວະພາບ ແມ່ນສານອິນຊີທີ່ເປັນແຫຼ່ງກັກເກັບພະລັງງານທຳມະຊາດ ແລະ ສາມາດນຳມາໃຊ້ຜະລິດພະລັງງານໄດ້ເຊັ່ນ: ວັດສະດຸ ເຫຼືອໃຊ້ທາງການກະເສດ ຫຼື ຈາກຂະບວນການຜະລິດໃນອຸດສາຫະກຳການກະເສດ (ສຳນັກງານນະໂຍບາຍ ແລະ ແຜນພະລັງງານ, 2008). ມວນຊີວະພາບ ແມ່ນສານທຸກຮູບແບບທີ່ໄດ້ຈາກສິ່ງທີ່ມີຊີວິດ (ນອກຈາກທີ່ໄດ້ກາຍເປັນ ເຊື້ອເຟັງຟອດຊີວໄປແລ້ວ) ເຊິ່ງລວມເຖິງຈາກການຜະລິດການກະເສດ ແລະ ປ່າໄມ້, ຂອງເສຍຈາກສັດເຊັ່ນ: ອາໂຈມ ສັດ ແລະ ຂອງເສຍຈາກໂຮງງານແປຮູບຜົນຜະລິດກະສິກຳ, ຂີ້ເຍື້ອ ແລະ ນ້ຳເສຍ (ກົມພັດທະນາ ແລະ ອານຸລັກ ພະລັງງານ, 2011). ພະລັງງານມວນຊີວະພາບ ແມ່ນພະລັງງານທີ່ໄດ້ຈາກມວນຊີວະພາບໂດຍອາໄສຂະບວນການທີ່ ເຮັດໃຫ້ເກີດການແຕກຕົວຂອງອິນຊີສານທີ່ຢູ່ໃນມວນຊີວະພາບ ແລະ ຜະລິດພະລັງງານອອກມາ (ສຸທຳ, 2003)

ສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ: ພະລັງງານມວນຊີວະພາບ ແມ່ນພະລັງງານທີ່ໄດ້ຈາກມວນຊີວະພາບ ໂດຍອາໄສຂະບວນ ການທີ່ເຮັດໃຫ້ເກີດການແຕກຕົວຂອງອິນຊີສານທີ່ຢູ່ໃນມວນຊີວະພາບ ແລະ ຜະລິດພະລັງງານອອກມາ.

### 2.13.2 ຄວາມສຳຄັນຂອງພະລັງງານມວນຊີວະພາບ

ຈາກບັນຫາຂອງຊັບພະຍາກອນທຳມະຊາດທີ່ໃຊ້ແລ້ວໝົດໄປເຊັ່ນ: ນ້ຳມັນ, ກາດທຳມະຊາດ ແລະ ຖ່ານ ຫີນ ເຊິ່ງເປັນແຫຼ່ງພະລັງງານທີ່ໃຊ້ກັນຫຼາຍປະກອບກັບການເກີດວິກິດການພະລັງງານເຮັດໃຫ້ມະນຸດຫາທາງປະຢັດ ການໃຊ້ພະລັງງານ ແລະ ພັດທະນາພະລັງງານຮູບແບບອື່ນໆຂຶ້ນມາທົດແທນ ໂດຍສະເພາະປະເພດທີ່ບໍ່ມີວັນທີ່ຈະໝົດ ໄປເອີ້ນວ່າ: ພະລັງງານໝູນວຽນເປັນຕົ້ນ ພະລັງງານແສງອາທິດ, ພະລັງງານຈາກແຫຼ່ງນ້ຳ, ພະລັງງານລົມ ແລະ ພະລັງງານຈາກມວນຊີວະເປັນຕົ້ນ (ທະນາພົນ ແລະ ຄະນະ, 2015)

ມວນຊີວະພາບ ສາມາດນຳມາໃຊ້ເປັນພະລັງງານຫຼາຍຮູບແບບເຊັ່ນ: ເອົາໄມ້ມາເຮັດເປັນຝືນ ຫຼື ເຜົາຖ່ານນຳ ມາຜະລິດກາສມວນຊີວະພາບເພື່ອໃຊ້ກັບເຄື່ອງຍົນ, ເອົາມູນສັດມາໝັກ ຫຼື ຍ່ອຍສະຫຼາຍໂດຍອາໄສປະຕິກິລິຍາທາງ ເຄມີທີ່ເກີດຈາກຈຸລິນຊີປ່ຽນເປັນແກັສຊີວະພາບ ເພື່ອໃຊ້ເປັນເຊື້ອເຟັງໃນການຫຼຸດຕົ້ມເດີນເຄື່ອງຍົນ ຫຼື ຜະລິດກະແສ ໄຟຟ້າເຮົາໄດ້ໃຊ້ພະລັງງານຈາກມວນຊີວະພາບເປັນເວລານານ ແລະ ຈົນເຖິງປະຈຸບັນນີ້ກໍຍັງໃຊ້ປະໂຫຍດໃນ ສັດສ່ວນທີ່ບໍ່ນ້ອຍໂດຍສະເພາະໃນປະເທດ ຕາມຊົນນະບົດກໍຍັງມີການໃຊ້ຝືນ ຫຼື ຖ່ານເພື່ອເປັນເຊື້ອເຟັງໃນການປຸງ ແຕ່ງອາຫານ ມວນຊີວະພາບເປັນສານອິນຊີທີ່ໄດ້ຈາກຜົດ ແລະ ສັດຕ່າງໆເຊັ່ນ: ເສດໄມ້, ຂີ້ເຫຍື້ອ, ສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກ ການກະສິກຳເຊິ່ງເປັນແຫຼ່ງພະລັງງານທີ່ສຳຄັນທີ່ຫາໄດ້ພາບໃນປະເທດ ຢູ່ພາຍໃນປະເທດລາວ ກໍມີການຜະລິດກະ ສິ ກຳຢ່າງຫຼວງຫຼາຍເຊິ່ງເຮັດໃຫ້ມີສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກການກະເສດເປັນຈຳນວນຫຼາຍເຊັ່ນ: ແກບ, ເຝືອງເຂົ້າ, ແກນສາ ລີ , ຕົ້ນສາລີ ແລະ ອື່ນໆ ເຊິ່ງມວນຊີວະພາບເລົ່ານີ້ສາມາດນຳມາເຜົາໄໝ້ເພື່ອນຳພະລັງຄວາມຮ້ອນທີ່ໄດ້ໄປໃຊ້ໃນຂະ ບວນການຜະລິດໄຟຟ້າ.

ຢ່າງໃດກໍຕາມ, ການນຳມວນຊົວຊາດມາຜະລິດຜະລິດຜະລິດຍັງມີຂໍ້ຈຳກັດຢູ່ເຊັ່ນ: ບາງຊະນິດໃຊ້ໄດ້ທັງເປັນ ອາຫານ ແລະ ຜະລິດຜະລິດ ໄດ້ແກ່: ອ້ອຍ, ມັນຕົ້ນ, ຖ້າຈະນຳມາໃຊ້ເປັນຜະລິດຜະລິດຕ້ອງບໍ່ເຮັດໃຫ້ອາຫານຄາດແຄນ ໂດຍອາດຈະໃຊ້ສ່ວນເຫຼືອ ຫຼື ປູກຝັດເລົ່ານີ້ໃຫ້ຫຼາຍຂຶ້ນ, ການນຳໄມ້ໃນປ່າມາເປັນເຊື້ອເຜີງ ຫຼື ຜະລິດຜະລິດ ເປັນ ສິ່ງທີ່ເຮັດໃຫ້ໄມ້ໝົດໄປ ເກີດຜົນເສຍຕໍ່ສິ່ງແວດລ້ອມຕາມທຳມະຊາດ ຈຶ່ງຄວນປູກໄມ້ໃຫຍ່ໄວເພື່ອນຳມາໃຊ້ເປັນ ຜະລິດຜະລິດໂດຍກົງເພື່ອຫຼຸດຜ່ອນບັນຫາການທຳລາຍປ່າໄມ້.

### 2.13.3 ແຫຼ່ງກຳເນີດຜະລິດຜະລິດມວນຊົວຊາດ

ມວນຊົວຊາດໄດ້ຈາກສິ່ງທີ່ມີຊີວິດທັງຝືດ ແລະ ສັດ ຝືດຈັດວ່າເປັນສິ່ງທີ່ມີຊີວິດທີ່ສ້າງອາຫານເອງໄດ້ຈາກ ຂະບວນການສັງເຄາະແສງ ໂດຍນຳເອົາຄາບອນໄດອອກໄຊ ແລະ ນ້ຳມາສ້າງເປັນສານປະກອບອິນຊີ ແລະ ອອກຊີ ເຈນ ໂດຍມີຜະລິດຜະລິດແສງອາທິດເປັນຕົວເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ ສານປະກອບອິນຊີທີ່ສ້າງຂຶ້ນຝືດຈະໃຊ້ໃນການດຳລົງ ຊີວິດບາງສ່ວນທີ່ເຫຼືອຈະເກັບສະສົມໄວ້ໃນສ່ວນຕ່າງໆໄດ້ແກ່ ຮາກ, ລຳຕົ້ນ, ໃບ, ດອກ, ໝາກ ແລະ ເມັດ ເຊັ່ນ: ມັນຕົ້ນຈະເກັບສະສົມແບ່ງໄວ້ທີ່ຮາກ, ອອ້ຍສະສົມນ້ຳຕານໄວ້ທີ່ລຳຕົ້ນ ດັ່ງນັ້ນຖ້າເອົາສານອິນຊີທີ່ຝືດສະສົມໄວ້ມາ ເຮັດໃຫ້ແຕກຕົວອອກຈະໄດ້ຜະລິດຜະລິດມາໃຊ້ຕໍ່ໄປ ແຫຼ່ງຜະລິດຜະລິດທີ່ໄດ້ຈາກຝືດທີ່ສຳຄັນມີທັງຝືດບົກ ແລະ ຝືດນ້ຳ (ທະນາຝືນ ແລະ ຄະນະ, 2015)

1) ຝືດບົກໄດ້ແກ່ ໄມ້ຢືນຕົ້ນມີທັງໄມ້ເນື້ອອອນ ແລະ ໄມ້ເນື້ອແຂງ ຕົວຢ່າງ ໄມ້ດູ່, ໄມ້ແຕ່ຂ່າ, ໄມ້ສັກ, ໄມ້ ຢາງພາລາ... ຝືດລົ້ມລູກເຊັ່ນ: ເຂົ້າ, ສາລີ...

2) ຝືດນ້ຳ ໄດ້ແກ່ຜັກຕົບ, ຈອກແໜ (ຊັບເປັນຕ່ອນນ້ອຍໆປະສົມກັບມູນສັດແລ້ວໝັກເພື່ອກາສຊົວຊາດ) ສ່ວນການສ້າງມວນຊົວຊາດຂອງສັດນັ້ນ ສັດບໍ່ໄດ້ສ້າງຂຶ້ນໂດຍກົງພຽງແຕ່ສັດກິນຝືດເປັນອາຫານ ແລະ ໄດ້ຮັບ ການຖ່າຍທອດຜະລິດຜະລິດໄປຂ່າຍໄຍຂອງອາຫານ ສັດຈະນຳສານອິນຊີຈາກຝືດໄປໃຊ້ປະ ຫຍາດ ສ່ວນກາກທີ່ ເຫຼືອເຊິ່ງສັດບໍ່ສາມາດນຳໄປໃຊ້ໄດ້ກໍຈະຖືກຂັບຖ່າຍອອກມາເປັນມູນ ໃນການເຜົາຜານອາຫານຂອງສັດມັນມີການ ປົດປ່ອຍກາສຄາບອນໄດອອກໄຊ ແລະ ນ້ຳອອກມາກັບຂະບວນການຫາຍ ໃຈເຊິ່ງຝືດສາມາດນຳກັບໄປໃຊ້ໃນ ຂະບວນການສັງເຄາະແສງໄດ້ຖ້າຫາກສັດຕາຍກໍຈະເນົ່າເປື້ອຍປະສົມກັບຊາກຝືດ ແລະ ມູນສັດ ກາຍເປັນຜຸ່ນໃຫ້ຝືດ ດູດກັບມານຳໃຊ້ໄດ້ອີກ.

### 2.13.4 ສິ່ງເສດເຫຼືອທາງການກະສິກຳ

ສິ່ງເສດເຫຼືອທາງການກະສິກຳ ທີ່ສາມາດນຳໃຊ້ເປັນຜະລິດຜະລິດທົດແທນ ໄດ້ແກ່: ແກບ, ເຝືອງ, ຊາກ ອ້າຍ, ກາກໝາກຜ້າວ, ກາກປາມ ແລະ ອື່ນໆ. ນອກຈາກນີ້ ຍັງມີການປະເມີນສັກກາຍຍະພາບຂອງສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກ ຝືດທີ່ມີສັກກາຍຍະພາບສູງ ເຊັ່ນ: ອ້ອຍ, ເຂົ້າ, ນ້ຳມັນປາມ, ມັນຕົ້ນ, ສາລີ, ໝາກຜ້າວ, ຖົ່ວດິນ, ຝ້າຍ, ຖົ່ວ ເຫຼືອງ ແລະ ເຂົ້າຝ້າງ.

### 2.13.5 ຂີ້ດິ ແລະ ຂີ້ເສຍ ຂອງຊົວຊາດ

ຊົວຊາດ ແມ່ນຜະລິດຜະລິດທີ່ໄດ້ມາຈາກສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກການກະສິກຳ ທີ່ບໍ່ມີວັນໝົດໄປ ເພາະວ່າວົງຈອນ ການຜະລິດຊົວຊາດ ຄືວົງຈອນຝືດທີ່ມີໄລຍະສັ້ນ ຕ່າງຈາກນ້ຳມັນ ຫຼື ຖ່ານຫີນ ທີ່ອາໄສການທັບຖົມກັນມາເປັນ ເວລາຫຼາຍລ້ານປີ. ນອກຈາກນີ້ ຊົວຊາດ ສາມາດຜະລິດໄດ້ພາຍໃນປະເທດ ເຊິ່ງສາມາດສ້າງລາຍໄດ້ເພີ່ມຈາກການ ຂາຍຊົວຊາດສູ່ຜູ້ນຳໃຊ້ ແລະ ຍັງສາມາດຊ່ວຍຫຼຸດການນຳເຂົ້າຜະລິດຜະລິດຈາກຕ່າງປະເທດອີກດ້ວຍ (ມູນລະນິທິ ຜະລິດຜະລິດສິ່ງແວດລ້ອມ, 2007).

ຂໍ້ຕົກລົງສໍາຄັນທາງສິ່ງແວດລ້ອມຄື: ການໃຊ້ຊີວະພາບໃນການຜະລິດຄວາມຮ້ອນ ຫຼື ໄຟຟ້າ ເຖິງຈະບໍ່ເພີ່ມ ປະລິມານສຸດທິຂອງແກັດສຄາບອນໄດອັອກໄຊ ໃນຊັ້ນບັນຍາກາດໂລກໃນກໍລະນີມີການຜະລິດຊີວະພາບຂຶ້ນມາ ເພື່ອທົດແທນຊີວະພາບທີ່ໄດ້ໃຊ້ໄປ ເພາະຈະເຮັດໃຫ້ແກັດສຄາບອນໄດອັອກໄຊຖືກໝູນວຽນມາໃຊ້ໃນຊີວະພາບທີ່ ຜະລິດໃໝ່ເທົ່າກັບປະລິມານແກັດສທີ່ຖືກຜະລິດຈາກການເຜົາໄໝ້ຊີວະພາບນັ້ນໆ ເນື່ອງຈາກພຶດຕິຜົນການຫາຍໃຈ ເພື່ອເອົາແກັດສຄາບອນໄດອັອກໄຊເຂົ້າໄປໃຊ້ໃນການຈະເລີນເຕີບໂຕ ນອກນີ້ຊີວະພາບຍັງມີປະລິມານກຳມະຖັນ (S) ຕໍ່າກວ່າເຊື້ອໄຟຟືດສຳຫຼາຍ. ສະນັ້ນ ໝາຍເຖິງການໃຊ້ຊີວະພາບ ຈະສາມາດຊ່ວຍຫຼຸດໂອກາດການເກີດປະກົດພາວະ ໂລກຮ້ອນ (Greenhouse Effect) ເຊິ່ງກົງກັນຂ້າມກັບການນຳໃຊ້ນໍ້າມັນ ຫຼື ຖ່ານຫີນໃນໂຮງງານໄຟຟ້າ.

ສໍາລັບຂໍ້ເສຍຂອງຊີວະພາບ ກໍຄືການເກັບຮັກສາ ແລະ ຄວາມຫຍຸ້ງຍາກໃນການຂົນສົ່ງ ແລະ ມີຄວາມສ່ຽງ ໃນການຈັດການ ຫຼື ລວມທັງປະລິມານຊີວະພາບທີ່ຕ້ອງການນຳໃຊ້ໃຫ້ມີພຽງພໍຕະຫຼອດປີ ເພາະຊີວະພາບບາງ ປະເທດເຊັ່ນ: ຊາກອ້ອຍ ມີຈຳນວນປະລິມານຈຳກັດ.... ນອກນີ້ຄວາມຕ້ອງການພື້ນທີ່ເກັບຮັກສາໃນປະລິມານຫຼາຍ ກວ່າເຊື້ອໄຟ. ດັ່ງນັ້ນ ການພັດທະນາລະບົບວິທີການຈັດການຕໍ່ການເກັບຮັກສາ ແລະ ຂົນສົ່ງ ມັນຈຶ່ງມີຄວາມສໍາຄັນ ແລະ ຈຳເປັນ.

### 2.13.6 ປະໂຫຍດຂອງຊີວະພາບ

1) ການເຜົາໄໝ້ສານທຸກຊະນິດ ຈະເກີດແກັດສຄາບອນໄດອັອກໄຊ ເຊິ່ງລອຍໄປນໍາອາກາດ ແລະ ຫຸ້ມຫໍ່ ໂລກໄວ້ ເມື່ອແສງອາທິດສ່ອງລົງມາຍັງໂລກ ລັງສີບາງສ່ວນບໍ່ສາມາດສະທ້ອນກັບອອກໄປເຮັດໃຫ້ໂລກຮ້ອນຂຶ້ນ ຈຶ່ງເອີ້ນແກັດສຄາບອນໄດອັອກໄຊວ່າ ເປັນແກັດສເຮືອນແກ້ວ ແຕ່ແກັດສຄາບອນໄດອັອກໄຊ ທີ່ເກີດຈາກການເຜົາໄໝ້ ຊີວະພາບ ຈະຖືກໝູນວຽນກັບໄປໃຊ້ໂດຍພຶດຕະໂນມັດຕ່າງໆ ເພື່ອສັງເຄາະແສງ. ດັ່ງນັ້ນ ການເຜົາຊີວະພາບບໍ່ຖືວ່າ ກໍ່ໃຫ້ເກີດແກັດສເຮືອນແກ້ວ.

2) ການທີ່ບໍ່ນຳຊີວະພາບມາໃຊ້ ໂດຍປ່ອຍໃຫ້ຍ່ອຍສະລາຍຕາມທຳມະຊາດ ເຊັ່ນ: ມູນສັດ ຈະກໍ່ໃຫ້ເກີດ ແກັດສເມເທນ ເຊິ່ງແມ່ນແກັດສເຮືອນແກ້ວຊະນິດໜຶ່ງ ແລະ ເປັນອັນຕະລາຍກວ່າແກັດສຄາບອນໄດອັອກໄຊ 21 ເທົ່າ

3) ຊີວະພາບຈະມີທາດກຳມະຖັນ ຫຼື ທາດຊັນເຟີ ບໍ່ເກີນ 0.2% ດັ່ງນັ້ນ ການນຳເອົາຊີວະພາບມາເຜົາໄໝ້ ຈະບໍ່ສ້າງບັນຫາ

4) ຂີ້ເຖົ້າຂອງຊີວະພາບ ມີສະພາບເປັນຕ່າງ ດັ່ງນັ້ນເໝາະສົມທີ່ຈະນຳໄປໃຊ້ໃນການປູກ ຫຼື ປັບສະພາບ ຄວາມເປັນກົດ-ຕ່າງ, ແຕ່ຂີ້ເຖົ້າຈາກການເຜົາຖ່ານຫີນ ຈະມີສະພາບເປັນຕ່າງ ດັ່ງນັ້ນເໝາະສົມທີ່ຈະນຳໄປໃຊ້ໃນ ການປູກພືດ ຫຼື ປັບສະພາບຄວາມເປັນກົດ ແຕ່ຂີ້ເຖົ້າຈາກການເຜົາຖ່ານຫີນ ຈະມີສານໂລຫະໜັກປົນຢູ່ນຳ ສະນັ້ນ ຕ້ອງໄດ້ນຳໄປຝັງກົບຢ່າງຖືກວິທີເຊັ່ນ: ມີຜ້າຢາງຮອງຮັບດ້ານລຸ່ມ ເພື່ອບໍ່ໃຫ້ຫົວໄຫຼ

5) ຊ່ວຍຫຼຸດຜ່ອນການກຳຈັດເຊັ່ນ: ນຳໄປຝັງກົບ ແລະ ເຜົາຖິ້ມເປັນຕົ້ນ

6) ກໍ່ໃຫ້ເກີດການສ້າງວຽງງານໃນທ້ອງຖິ່ນ ຊຸມຊົນມີລາຍຮັບເພີ່ມຂຶ້ນ

7) ປະຫຍັດເງິນຕາຕ່າງປະເທດ ເພາະບໍ່ໄດ້ນຳເຂົ້າເຊື້ອໄຟຈາກຕ່າງປະເທດ ເຊັ່ນ: ນໍ້າມັນ ແລະ ຖ່ານຫີນ

8) ແປຮູບເປັນປຸ້ຍ ໂດຍການເອົາເສດໄມ້ ໃບໄມ້ ແລະ ເຝືອງ ມາໝັກ 2-3 ເດືອນ ຫຼື ປ່ອຍໃຫ້ຍ່ອຍສະ ລາຍໃນສວນ ຫຼື ຕາມທຳມະຊາດ

9) ເປັນວັດຖຸດິບເຊັ່ນ: ການນຳເສດໄມ້ ຈາກໂຮງເລື້ອຍມາອັດເປັນແຜ່ນປາສຕິກຈາກການນຳໃຊ້ແປຮູບ ເປັນເຝີນິເຈີຕ່າງໆ

10) ນຳມາເພາະເຫັດຈາກຂີ້ເລື້ອຍ

11) ໃຊ້ໃນກິດຈະກຳສັດລ້ຽງເຊັ່ນ: ໃຊ້ແກບໂຮຍຜື້ນ ເພື່ອຮອງຮັບມູນສັດຂອງສັດ



ຄວາມຕ້ອງການໃຊ້ຊີວະພາບ ເປັນຕົ້ນເຊື້ອໄຟ ແມ່ນມີປະລິມານເພີ່ມຂຶ້ນໃນອະນາຄົດເຊັ່ນກັນ ເນື່ອງຈາກ ມວນຊີວະພາບ ມີລາຄາບໍ່ແພງ ເມື່ອທຽບກັບເຊື້ອໄຟໃນປະລິມານຄວາມຮ້ອນເທົ່າກັນ ແລະ ຈາກບັນຫາສິ່ງແວດລ້ອມທີ່ເກີດຈາກການໃຊ້ເຊື້ອໄຟສະສົມຂອງແກັສຄາບອນໄດອັອກໄຊ ໃນບັນຍາກາດທີ່ນຳໄປສູ່ການເກີດປະຕິກິລິຍາເຮືອນແກ້ວ ແລະ ເຮັດໃຫ້ອຸນຫະພູມຂອງໂລກຮ້ອນຂຶ້ນ ໃນຂະນະທີ່ນຳເອົາມວນຊີວະພາບມາໃຊ້ເປັນພະລັງ ງານທົດແທນ ຈະຊ່ວຍຫຼຸດຜ່ອນບັນຫາການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງຄາບອນໄດອັອກໄຊ ໃຫ້ກັບບັນຍາກາດ ແຕ່ເນື່ອງຈາກວ່າ ມວນຊີວະພາບບາງຊະນິດ ມີການຜະລິດຕາມລະດູການ ຫຼື ມີສະເພາະບາງເຂດ ດັ່ງນັ້ນການນຳເອົາມວນຊີວະພາບໃຊ້ຜະລິດພະລັງງານໃນແຕ່ລະໂຮງງານ ຕ້ອງໄດ້ພິຈາລະນາເຖິງປັດໄຈຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ແຫຼ່ງຂອງມວນຊີວະພາບ, ປະລິ ມານ ແລະ ເຕັກໂນໂລຊີການຜະລິດມວນຊີວະພາບ

## 2.14 ຖ່ານຫີນ

ກະຊວງພະລັງງານ (ບ.ມ.ປ) ຖ່ານຫີນ ແມ່ນເຊື້ອໄຟທຳມະຊາດ ສາເຫດມາຈາກການສະສົມທຳມະຊາດ ຂອງພືດທີ່ຍັງຄົງຢູ່ໃນອາງຕະ ກອນດິນ. ຖ່ານຫີນແມ່ນປະເພດຫີນຕະກອນທີ່ຕິດໄຟໄດ້ ມີອົງປະກອບທີ່ສຳຄັນຄື ທາດປະກອບຂອງກາກບອນ ຖ່ານຫີນມີຕົ້ນກຳເນີດມາຈາກການປ່ຽນແປງທາງທຳມະຊາດຂອງພືດຊະນິດຕ່າງໆ ສະລາຍຕົວ ແລະ ສະສົມຢູ່ໃນແຫຼ່ງນ້ຳ ຫຼື ອ່າງນ້ຳຕ່າງໆ ເປັນເວລາຫຼາຍຮ້ອຍລ້ານປີ ໃນເວລາທີ່ມີການປ່ຽນແປງຂອງຜິວໂລກເຊັ່ນ ແຜ່ນດິນໄຫວ, ມູເຂົາໄຟລະເບີດ ຫຼື ມີການທັບຖົມຂອງຕະກອນຫຼາຍຂຶ້ນ ເຮັດໃຫ້ແຫຼ່ງສະສົມໄດ້ຮັບຄວາມກົດດັນ ແລະ ຄວາມຮ້ອນຢູ່ໃນໂລກເພີ່ມຂຶ້ນ ຊາກພືດເຫຼົ່ານັ້ນຈະຖືກປ່ຽນເປັນຖ່ານຫີນປະເພດຕ່າງໆ.

### 2.14.1 ປະເພດຖ່ານຫີນ

1. **Peat ປະກອບດ້ວຍຄາບອນ 60%:** ແມ່ນຖ່ານຫີນໃນຂັ້ນຕອນເບື້ອງຕົ້ນຂອງຂະບວນການເກີດຖ່ານຫີນ ແມ່ນສາກພືດທີ່ຍັງສະລາຍຕົວບໍ່ໝົດ ແລະ ມີລັກສະນະໃຫ້ເຫັນເປັນລຳຕົ້ນ, ງ່າ ຫຼື ໃບ ມີສີນ້ຳຕານຫາດຳ ຄວາມຊຸ່ມຊື່ນສູງ ເມື່ອເອົາ peat ມາເປັນເຊື້ອເຟີງຕ້ອງໄດ້ຜ່ານຂະບວນການໄລ່ຄວາມຊຸ່ມ ຫຼື ຕາກໃຫ້ແຫ້ງກ່ອນ. ຄວາມຮ້ອນທີ່ໄດ້ຈາກການເຜົາໄໝ້ peat ແມ່ນສູງກວ່າທີ່ມາຈາກໄມ້. ໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟເພື່ອໃຫ້ຄວາມຮ້ອນໃນເຮືອນ ຫຼື ຜະລິດໄຟຟ້າ. ຂໍ້ດີຂອງ peat ຄືມັນມີອັດຕາສ່ວນລ້ອຍລະຂອງກຳມະຖັນ (ຊຸນຟູຣິກ) ຕ່ຳກວ່ານ້ຳມັນ ແລະ ຖ່ານຫີນອື່ນໆ ສ່ວນຫຼາຍແມ່ນພົບເຫັນຢູ່ໃນທົ່ງພຽງທີ່ມີນ້ຳຖ້ວມ peat ທີ່ເປັນຊັ້ນໜ້າມັກຈະພົບເຫັນຢູ່ໃນປ່າຕົມ.



ຮູບທີ 2.1: Peat ປະກອບດ້ວຍຄາບອນ 60%  
ແຫຼ່ງທີ່ມາ: ກະຊວງພະລັງງານ (ບ.ມ.ປ)

**2. Lignite ປະກອບດ້ວຍຄາບອນ 55 – 60 %:** ແມ່ນຖ່ານຫີນທີ່ມີສາກພຶດສະລາຍຕົວໝົດ ບໍ່ເຫັນໂຄງສ້າງຂອງພຶດ ລັກສະນະເນື້ອຫນຽວ ແລະ ຜິວດ້ານ, ມີສີເຂັ້ມ, ມີປະລິມານອີກຊີເຈນ ແລະ ຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າ ມີປະລິມານຄາບອນສູງກວ່າ peat ເມື່ອຕິດໄຟແລ້ວມີຄວັນ ແລະ ຂີ້ເຖົ້າຫຼາຍ. Lignite ນຳໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟສຳລັບໃຫ້ຄວາມຮ້ອນ, ໃຊ້ເພື່ອຜະລິດໄຟຟ້າ ແລະ ໃຊ້ເພື່ອປົ່ມໃບຢາ ແຫຼ່ງຂອງ lignite ທີ່ສຳຄັນແມ່ນເມືອງແມ່ເມາະ ແຂວງລຳປາງ.



**ຮູບທີ 2.2:** Lignite ປະກອບດ້ວຍຄາບອນ 55 – 60 %  
**ແຫຼ່ງທີ່ມາ:** ກະຊວງພະລັງງານ (ບ.ມ.ປ)

**3. ຊັບບິທູມິນັສ (Sub-bituminous):** ເປັນຖ່ານຫີນທີ່ເກີດດົນກວ່າ lignite. ມີສີນ້ຳຕານຫາດຳ ຮູບລັກສະນະມີທັງຜິວ matte ແລະ oily ມີທັງເນື້ອອ່ອນແລະ ເນື້ອແຂງ ມີປະລິມານອີກຊີເຈນ ແລະ ຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າ. ແຕ່ມັນມີປະລິມານຄາບອນສູງກວ່າ lignite ໃຊ້ເປັນແຫຼ່ງພະລັງງານສຳລັບການຜະລິດໄຟຟ້າ ແລະ ອຸດສາຫະກຳ.



**ຮູບທີ 2.3:** ຊັບບິທູມິນັສ (Sub-bituminous)  
**ແຫຼ່ງທີ່ມາ:** ກະຊວງພະລັງງານ (ບ.ມ.ປ)

**4. Bituminous:** ເປັນຖ່ານຫີນທີ່ເກີດດົນກວ່າຊັບບິທູມິນັສ (Sub-bituminous) ມີເນື້ອແໜ້ນ ແລະ ແຂງ ມີທັງສີນ້ຳຕານຈົນເຖິງສີດຳ ມີປະລິມານອີກຊີເຈນ ແລະ ຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າ. ແຕ່ມີປະລິມານຄາບອນແມ່ນສູງກວ່າ sub-bituminous. ໃນເວລາທີ່ເຜົາໄຫມ້ແລ້ວມັນຈະໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງ. ໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟສຳລັບການຫລອມໂລຫະ ແລະ ສາມາດນຳໃຊ້ເປັນວັດຖຸດິບເພື່ອປ່ຽນເປັນເຊື້ອໄຟເຄມີອື່ນໆໄດ້.



**ຮູບທີ 2.4:** ຊັບບິທູມິນັສ (Sub-bituminous)

**ແຫຼ່ງທີ່ມາ:** ກະຊວງພະລັງງານ (ບ.ມ.ປ)

**5. ແອນທຣາໄຊຕ (Anthracite):** ເປັນຖ່ານຫີນທີ່ແປສະພາບສູງສຸດ ເນື່ອງຈາກແຮງກົດດັນ ແລະ ຄວາມຮ້ອນໃຕ້ເບື້ອງໂລກ ເຮັດໃຫ້ນ້ຳ ແລະ ສານລະເຫີຍໃນຜິດໝົດໄປເຫຼືອແຕ່ຄາບອນ. ມີອາຍຸການເກີດດົນທີ່ສຸດ, ມີສີດຳ, ລັກສະນະໂຄງສ້າງແໜ້ນ, ແຂງ ແລະ ເປັນມັນ, ມີປະລິມານອົກຊີເຈນ ແລະ ຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າ ແຕ່ມີປະລິມານຄາບອນສູງກວ່າຖ່ານຫີນປະເພດອື່ນໆ, ຈຸດໄຟຕິດຍາກ ເມື່ອຕິດໄຟມັນຈະເກີດເປັນແປວ ໄຟສີຟ້າອ່ອນໆ, ມີຄວັນໜ້ອຍ ແລະ ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນສູງ ແລະ ບໍ່ມີສານອິນຊີລະເຫີຍອອກມາຈາກການເຜົາໄໝ້.



**ຮູບທີ 2.5:** ແອນທຣາໄຊຕ (Anthracite)

**ແຫຼ່ງທີ່ມາ:** ກະຊວງພະລັງງານ (ບ.ມ.ປ)

## 2.14.2 ການນຳໃຊ້ຖ່ານຫີນ

1. ຖ່ານຫີນໄດ້ຖືກນຳໃຊ້ເປັນແຫຼ່ງພະລັງງານມາເປັນເວລາຫຼາຍກວ່າ 3000 ປີ, ຈົນເປັນປະເທດທຳອິດທີ່ນຳໃຊ້ຖ່ານຫີນເປັນເຊື້ອໄຟສຳລັບການຫລອມທອງແດງ, ປະຈຸບັນການນຳໃຊ້ປະໂຫຍດຈາກຖ່ານຫີນສ່ວນໃຫຍ່ແມ່ນນຳໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟໃນການຜະລິດໄຟຟ້າ, ການຫຼອມໂລຫະ, ການຜະລິດຊີມັງ ແລະ ອຸດສາຫະກຳທີ່ໃຊ້ເຄື່ອງຈັກອາຍນ້ຳ, ການຜະລິດກະແສໄຟຟ້າທົ່ວໂລກໃຊ້ພະລັງງານຈາກຖ່ານຫີນປະມານ 39%



2. ແຫຼ່ງຖານຫີນໃນປະເທດໄທມີຫຼາຍທີ່ສຸດແມ່ນຢູ່ບໍ່ແຮ່ແມ່ເມາະ, ແຂວງລຳປາງ ກວມເອົາ 97% ຂອງປະລິມານສຳຮອງທີ່ມີຢູ່ໃນປະເທດໄທ ຮອງລົງມາແມ່ນບໍ່ແຮ່ກະບີ, ແຂວງກະບີ ສ່ວນໃຫຍ່ເປັນລີກໄນ (lignite) ແລະ ຊັບບິທູມິນັສ (subbituminous) ເຊິ່ງມີຄຸນນະພາບຕ່ຳ ໃຫ້ປະລິມານຄວາມຮ້ອນບໍ່ສູງຫຼາຍ

3. ຖານຫີນຍັງເອົາມາເຮັດເປັນຖານກຳມັນ (Activated carbon) ເພື່ອໃຊ້ເປັນສານດູດກິນໃນເຄື່ອງກອງນ້ຳ, ເຄື່ອງກອງອາກາດ ຫຼື ໃນເຄື່ອງໃຊ້ຕ່າງໆ, ເຮັດຄາບອນໄຟເບີຊຶ່ງເປັນວັດຖຸທີ່ມີຄວາມແຂງແກ່ງແຕ່ມີນ້ຳຫນັກເບົາ ສຳລັບໃຊ້ການຜະລິດອຸປະກອນກິລາເຊັ່ນ: ດ້າມໄມ້ກອຟ, ໄມ້ແບດມິນຕັນ ແລະ ໄມ້ເທນນິດ

4. ນັກວິທະຍາສາດພະຍາຍາມປ່ຽນຖານຫີນເປັນແກັສ ແລະ ແປສະຟາບຖານຫີນໃຫ້ເປັນຂອງແຫຼວ ເພື່ອເພີ່ມມູນຄ່າທາງດ້ານພະລັງງານ ແລະ ຄວາມສະດວກໃນການຂົນສົ່ງຜ່ານລະບົບທໍ່ສົ່ງ ເຊື້ອເຟີງແກັສ ຫຼື ຂອງແຫຼວນີ້ຖືກປ່ຽນເປັນຜະລິດຕະພັນເຄມີອື່ນໆທີ່ເປັນປະໂຫຍດ ລວມທັງເປັນການຊ່ວຍເສີມປະລິ ມານຄວາມຕ້ອງການໃຊ້ເຊື້ອໄຟທຳມະຊາດຈາກນ້ຳມັນ.

## 2.15 ແກບເຜົາ (ໄບໂອຊາ)

ອໍລະສາ (2009) ໄບໂອຊາ (Biochar) ຫຼື ເອີ້ນວ່າ: ໄບໂອຊາ ຫຼື ຖານຊີວະພາບຄື ວັດສະດຸທີ່ອຸດົມສົມບູນໄປດ້ວຍຄາບອນທີ່ຜະລິດຈາກການໃຫ້ຄວາມຮ້ອນມວນຊີວະພາບ (biomass) ໂດຍບໍ່ໃຊ້ອອກຊີເຈນ ຫຼື ໃຊ້ໜ້ອຍຫຼາຍເອີ້ນຂະບວນນີ້ວ່າ: ການແຍກສະຫຼາຍດ້ວຍຄວາມຮ້ອນ (pyrolysis) ເຊິ່ງມີ 2 ວິທີຫຼັກຄື: ການແຍກສະລາຍຢ່າງໄວ ແລະ ຊ້າ, ເຊິ່ງໄບໂອຊາ ແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງຈາກຖານທົ່ວໄປ ໂດຍສະເພາະເປົ້າໝາຍຂອງການນຳໃຊ້ປະໂຫຍດຄື: ເມື່ອເວົ້າເຖິງຖານທົ່ວໄປ ແມ່ນໝາຍເຖິງຖານທີ່ໃຊ້ເປັນເຊື້ອເຟີງ ຂະນະທີ່ໄບໂອຊາ ແມ່ນຖານທີ່ໃຊ້ປະໂຫຍດເພື່ອເກັບຮັກສາຄາບອນລົງດິນ ແລະ ປັບປຸງດິນ. ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມ, ມັນກໍ່ເປັນສ່ວນໜຶ່ງທີ່ຜະລິດມານຈາກຖານປະເພດຕ່າງໆ ໂດຍຜ່ານການນຳໃຊ້ຄວາມຮ້ອນເຜົາໄໝ້.

ສຳລັບການເກັບຮັກສາຄາບອນໃນດິນ ດ້ວຍການແຍກສະລາຍມວນຊີວະພາບດ້ວຍຄວາມຮ້ອນຈະໄດ້ຄາບອນເຖິງ 50% ຂອງຄາບອນທີ່ມີຢູ່ໃນມວນຊີວະພາບຄາບອນທີ່ໄດ້ຈາກການເຜົາມວນຊີວະພາບ ເຊິ່ງຈະເຫຼືອພຽງ 3% ແລະ ຈາກການຍ່ອຍສະລາຍຫຼັງຈາກ 5 - 10 ປີຈະໄດ້ຄາບອນໜ້ອຍກວ່າ 20%. ປະລິມານຂອງຄາບອນທີ່ໄດ້ຈະຂຶ້ນກັບຊະນິດຂອງມວນຊີວະພາບ. ສຳລັບອຸນຫະພູມຈະມີຜົນໜ້ອຍ ຫຼື ຫຼາຍ ຖ້າຢູ່ໃນລະຫວ່າງ 350-500°C (Lehmann, 2006). ການຜະລິດຖານໄບໂອຊາດ້ວຍວິທີການແຍກສະລາຍ ດ້ວຍອຸນຫະພູມ 500°C ຈະໄດ້ຜົນຜະລິດຂອງໄບໂອຊາຫຼາຍກວ່າ 50% ເຊິ່ງຈະໃຊ້ເວລາເປັນຊົ່ວໂມງ ໂດຍຕ່າງຈາກວິທີການແຍກສະລາຍຢ່າງໄວທີ່ອຸນຫະພູມ 700°C ເຊິ່ງໃຊ້ເວລາເປັນວິນາທີຈາກຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ຈະເປັນນ້ຳມັນຊີວພາບ (bio-oil) 60% ຂອງແກັດສັງເຄາະ (syn-gas) ໄດ້ແກ່: H<sub>2</sub>, CO ແລະ CH<sub>4</sub> ຮ່ວມກັນ 20% ແລະ ຖານໄບໂອຊາ 20% (Zafar, 2009)

### 2.15.1 ຖານໄບໂອຊາ ແລະ ຖານທົ່ວໄປຊະນິດຕ່າງໆ ມີລັກສະນະແຕກຕ່າງກັນຄື:

- ຖານໄບໂອຊາ ມີສີດຳເປັນເງົາຂາວປົວໄຟສີນ້ຳເງິນ ຖານຈະຕິດໄຟງ່າຍມີປະລິມານຂີ້ເຖົ້າໜ້ອຍກວ່າສີຂາວປົນເທົ່າ
- ຖານທົ່ວໄປມີສີດຳ ບໍ່ເປັນເງົາໜັກກວ່າຖານຊີວະພາບ ເຊິ່ງມີແປວໄຟເປັນສີສົ້ມ, ຖານຈະຕິດໄຟໜ້ອຍກວ່າຖານໄບໂອຊາ ທີ່ມີປະລິມານຂີ້ເຖົ້າຫຼາຍ ເຊິ່ງມີສີນ້ຳຕານປົນເທົ່າ.

### 2.15.2 ຄຸນປະໂຫຍດຂອງຖານໄບໂອຊາ:

- ໃຊ້ດັດກິນດູດຄວາມຊຶມ ແລະ ຟອກອາກາດ
- ໃຊ້ດູດກິນເໝັນອັບຂອງຄາວ ແລະ ກິນຄູ່ລໍລິນໃນການຫຸງເຂົ້າ

- ໃຊ້ປັບສະພາບນ້ຳໃນແຈກັນດອກໄມ້
- ໃຊ້ດູດສິ່ງຊີກກະບົກໃນຖັງນ້ຳຕື້ມ
- ໃຊ້ປັບສະພາບດິນ
- ໃຊ້ຂັດຜົວ ຫຼື ຜົມກັບແຊມພູກັບສະບູ
- ໃຊ້ຜົມອາຫານສັດຄ້ຽວເອື້ອງ
- ຊ່ວຍບໍ່ໃຫ້ນ້ຳເໝັນ
- ຊ່ວຍການຫຼຸດຜ່ອນແກ້ສເມເທນ (suppression)

ນອກຈາກຜົນປະໂຫຍດ ທີ່ຫຼາກຫຼາຍແລ້ວ ທີ່ສຳຄັນຂອງຖ່ານໄບໂອຊ່າ (Biochar) ຍັງມີຂໍ້ດີຕໍ່ສິ່ງແວດລ້ອມອີກດ້ວຍ ເຊິ່ງສາມາດລະບຸໄດ້ 4 ປະການ ດັ່ງນີ້:

1. ຊ່ວຍບັນເທົາການປ່ຽນແປງຜູ້ມີອາກາດ ເນື່ອງຈາກໄບໂອຊ່າສາມາດເກັບຄາບອນໄດອອກໄຊໃນຊັ້ນບັນຍາກາດໃນໄລຍະຍາວໄດ້ດ້ວຍການເກັບຮັກສາຄາບອນໃນດິນ
2. ຊ່ວຍປັບປຸງດິນ ແລະ ຜົນຜະລິດທາງການກະເສດ ເນື່ອງຈາກນ້ຳໄບໂອຊ່າລົງໃນດິນລັກສະນະຄວາມເປັນຮູບຂອງໄບໂອຊ່າຈະຊ່ວຍຮັກສານ້ຳ ແລະ ອາຫານໃນດິນ ແລະ ເປັນທີ່ຢູ່ໃຫ້ກັບຈຸລິນຊີສຳລັບເຮັດກິດຈະກຳເພື່ອສ້າງອາຫານໃນດິນ ເມື່ອດິນອຸດົມສົມບູນຈະສົ່ງຜົນໃຫ້ຜົນຜະລິດທາງການກະເສດເພີ່ມຂຶ້ນ
3. ຊ່ວຍຜະລິດຜະລິດຜະລິດທາງທົດແທນ ເນື່ອງຈາກຂະບວນການຜະລິດໄບໂອຊ່າຈາກມວນຊີວະພາບດ້ວຍການແຍກສະລາຍດ້ວຍຄວາມຮ້ອນຈະໃຫ້ຜະລິດຜະລິດຜະລິດທີ່ສາມາດໃຊ້ເປັນຜະລິດຜະລິດທາງທົດແທນເພື່ອການຂົນສົ່ງ ແລະ ໃນລະບົບອຸດສາຫະກຳໄດ້
4. ຊ່ວຍໃນຂະບວນການຈັດການຂອງເສຍປະເພດອື່ນຊີວັດຖຸໄດ້

ຈາກຄຸນສົມບັດ ແລະ ປະໂຫຍດຂອງຖ່ານໄບໂອຊ່າທີ່ໄດ້ກ່າວມາຂ້າງເທິງນັ້ນ ໄດ້ຮັບການພິຈາລະນາຈາກນັກວິທະຍາສາດທັງຫຼາຍວ່າ: ເປັນເຄື່ອງມືທີ່ໃຊ້ເຂົ້າການຜະລິດກະກຳ, ນອກຈາກນີ້ໄບໂອຊ່າຍັງຊ່ວຍປັບປຸງດິນໃຫ້ດີຂຶ້ນ ເພີ່ມຜົນຜະລິດທາງການກະເສດເໝາະສຳລັບປະເທດທີ່ເຮັດການກະເສດເປັນອາຊີບຫຼັກ ເຊິ່ງເປັນເຄື່ອງມືທີ່ນິຍົມໃຊ້ປະຈຸບັນ.

## ບົດທີ 3

### ວິທີການສຶກສາ

#### 3.1 ສະຖານທີ່ ແລະ ໄລຍະເວລາ

##### 3.1.1 ສະຖານທີ່

ການສຶກສາທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້ ແມ່ນໄດ້ປະຕິບັດຢູ່ພື້ນທີ່ສາທິດການທົດລອງ ຂອງຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ ທີ່ຕັ້ງຢູ່ບ້ານດອນໃໝ່, ເມືອງຫຼວງພະບາງ, ແຂວງຫຼວງພະບາງ.

##### 3.1.2 ໄລຍະເວລາ

ໃນການທົດລອງ ແມ່ນໄດ້ໃຊ້ເວລາທັງໝົດ 91 ວັນ ເຊິ່ງໄດ້ເລີ່ມແຕ່ 12/09-12/12/2023 ຈຶ່ງສໍາເລັດ.

ຕາຕະລາງທີ 3.1: ປະຕິບັດການປະຕິບັດງານ

ລ/ດ	ລາຍລະອຽດ	ຊ່ວງໄລຍະປະຕິບັດ (ເດືອນ/2023)			
		9	10	11	12
1	ກຽມອຸປະກອນ ແລະ ວັດຖຸດິບ	→			
3	ທົດສອບ ແລະ ຈັດຕັ້ງປະຕິບັດ	→			
4	ເກັບກຳຂໍ້ມູນ		→	→	
5	ວິເຄາະຂໍ້ມູນ			→	
6	ຂຽນບົດວິທະຍານິພົນ			→	→

#### 3.2 ວິທີການປະຕິບັດ

3.2.1. ການທົດລອງທີ 1: ສຶກສາຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຖ່ານ ໃນການໃຫ້ຜະລັງງານຄວາມຮ້ອນ, ໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ ແລະ ອຸນຫະພູມເວລານໍ້າຝົດ ດ້ວຍການນໍາໃຊ້ປະເພດຖ່ານໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນ

##### 1. ຮູບແບບການທົດລອງ

ໄດ້ຈັດຕັ້ງປະຕິບັດໃນຮູບການທົດລອງ Completely Randomized Design (CRD) ປະກອບມີ 3 ສິ່ງທົດລອງ ແລະ 3 ຊໍ້າ. ສໍາລັບສິ່ງທົດລອງປະກອບດ້ວຍ:

- T1 = ຖ່ານໄມ້ສັກ 500 ກຼາມ
- T2 = ຖ່ານໄມ້ດູ່ 500 ກຼາມ
- T3 = ຖ່ານໄມ້ຕົ້ວ 500 ກຼາມ

ຕາຕະລາງທີ 3.2: ແຜນການທົດລອງ

T1	T2	T3
R1T1	R1T2	R1T3
R2T1	R2T2	R2T3
R3T1	R3T2	R3T3

## 2. ຂັ້ນຕອນການປະຕິບັດ:

### 1. ວັດສະດຸ

- ຖານໄມ້ສັກ, ໄມ້ດູ່ ແລະ ໄມ້ຕົ້ວ ທີ່ແຫ້ງ ທີ່ຢູ່ພາຍໃນແຂວງຫຼວງພະບາງ ຈາກລະບົບເຜົາຖານແບບ Gasifier system ດ້ວຍຖັງໂລຫະ 200 ລິດ

- ນໍ້າ 3 ລິດ

### 2. ອຸປະກອນ

1. ຖັງ 200 ລິດ ມີຟາປິດເພື່ອເຜົາຖານ
2. ເຕົາໂລ້
3. ແຜ່ນອາລູມິນຽມສໍາລັບໃສ່ຂີ້ເຖົ້າ
4. ໝໍ້ສະແຕນເລດສໍາລັບຕົ້ມນໍ້າ
5. ແກ້ສບົວເທນສໍາລັບຈຸດໄຟ
6. ເຄື່ອງວັດອຸນຫະພູມແບບອິນຟາເລດ ເທີໂມມິດເຕີ (WT323E) ສາມາດແທກອຸນຫະພູມໄດ້ຫຼາຍກວ່າ 1,000°C
7. ເຄື່ອງຈັບເວລາ
8. ຕາງຕະລາງບັນທຶກຂໍ້ມູນ

### 3. ຂັ້ນຕອນການຜະລິດຖານໄມ້ສັກ, ໄມ້ດູ່, ໄມ້ຕົ້ວ

#### 1. ການກຽມໄມ້ເພື່ອການເຜົາຖານ

- 1) ກຽມໄມ້ທີ່ມີຂະໜາດຄ້າຍຄຽງກັນເຊິ່ງມີຂະໜາດເສັ້ນຜາກາງປະມານປະມານ 8-10 ຊັງຕີແມັດ, ຍາວປະມານ 30 ຊັງຕີແມັດ
- 2) ຈັດລຽງໄມ້ເຂົ້າເຕົາເຜົາໂດຍເອົາໄມ້ທີ່ມີຂະໜາດນ້ອຍລົງລຸ່ມແລ້ວເອົາໄມ້ຂະໜາດໃຫຍ່ໄວ້ເທິງຍ້ອນເວລາເຜົາຢູ່ດ້ານເທິງຂອງເຕົາຈະມີຄວາມຮ້ອນສູງກວ່າດ້ານລຸ່ມ ການຈັດລຽງແບບນີ້ແມ່ນເຮັດໄມ້ເປັນຖານພ້ອມກັນ.

2. ການດຳເນີນການເຜົາຖານ: ເລີ່ມຈຸດໄຟໃນໜ້າເຕົາເຜົາຫຼັງຈາກນັ້ນກໍ່ສັງເກດເບິ່ງວ່າຖ້າເຫັນແປວໄຟອອກມາທໍ່ຄວັນເຫັນວ່າລູກແຮງດີກໍ່ບໍ່ຕ້ອງຈຸດໄຟໜ້າເຕົາອີກປ່ອຍໃຫ້ມັນເຜົາກາສໃນຕົວຂອງມັນຈົນກວ່າໄຟຈະດັບຫຼັງຈາກນັ້ນປ່ອຍໃຫ້ມັນເຢັນແລ້ວກໍ່ຈົ່ງເອົາຖານອອກຈາກເຕົາ

#### 4. ວິທີການ

- ຊັ່ງເອົາປະລິມານຖານ (ແຕ່ລະສິ່ງທົດລອງ) ທີ່ກຽມໄວ້ 500 ກຼາມ ແລ້ວນຳໄປຈຸດໄຟເຜົາໄໝ້ໂດຍການນຳໃຊ້ເຕົາໂລ້ທີ່ເຮັດດ້ວຍຊີມັງ

- ບັນທຶກໄລຍະເວລາການຕິດໄຟ (ໄລຍະເວລາຂອງການຕິດໄຟ ໝາຍເຖິງເວລາທີ່ຫຼັງຈາກເລີ່ມຈຸດແລ້ວຖານໄມ້ມີການຕິດໄຟ ແລະ ແຜ່ຄວາມຮ້ອນໄປສູ່ຖານກ້ອນອື່ນໆໃນເຕົາ)

- ຈັບເວລາພາຍຫຼັງເຜົາໄໝ້ຂອງຖານ (ເລີ່ມຈຸດໄຟຕິດຈົນກວ່າຖານໄມ້ໄດ້ໄໝ້ຈົນໝົດສົມບູນ ແລະ ເຫຼືອໄວ້ແຕ່ຂີ້ເຖົ້າ)

- ວັດແທກອຸນຫະພູມຂອງໄຟໃນໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ຈົນຖານຈະກາຍເປັນຂີ້ເຖົ້າ (ສໍາລັບການວັດແທກອຸນຫະພູມ ແມ່ນໄດ້ວັດແທກເປັນໄລຍະ ໂດຍເລີ່ມຈາກຈຸດໄຟຕິດຄື: ນາທີທີ່ 15, ຈາກນັ້ນນາທີທີ່ 30, ນາທີ 60, ນາທີທີ່ 75, ນາທີທີ່ 90, ນາທີທີ່ 120, ນາທີທີ່ 180 ແລະ ນາທີທີ່ 240)

○ ວັດແທກອຸນະພູມຄວາມຮ້ອນຂອງນ້ຳໃນໄລຍະເວລາການຕົ້ມຈົນຖານຈະມອດເປັນຂີ້ເຖົ່າ (ການວັດແທກອຸນະພູມ ແມ່ນໄດ້ວັດແທກເປັນໄລຍະຄື: ນາທີທີ່ 15 ຫຼັງຈາກຕົ້ມນ້ຳ, ນາທີທີ່ 20, ນາທີທີ່ 30, ນາທີທີ່ 40 ແລະ ນາທີທີ່ 50).

### 3. ການເກັບກຳຂໍ້ມູນ:

- ໄລຍະເວລາຖານຕິດໄຟ
- ອຸນະພູມຄວາມຮ້ອນຂອງໄຟເວລາເຜົາໄໝ້ໃນແຕ່ລະໄລຍະ
- ອຸນະພູມຂອງນ້ຳເວລາຕົ້ມ
- ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ເລີ່ມແຕ່ຕິດໄຟຈົນໄໝ້ໝົດເປັນຂີ້ເຖົ່າ.

### 5. ການວິເຄາະຂໍ້ມູນ

ຂໍ້ມູນທັງໝົດ ແມ່ນໄດ້ນຳມາວິເຄາະດ້ວຍການນຳໃຊ້ໂປຼແກຼມວິເຄາະຂໍ້ມູນ Minitab (2010) Software ໃນ version 16. ສ່ວນແຫຼ່ງຂໍ້ມູນການວິເຄາະແມ່ນປະກອບມີສິ່ງທົດລອງ ແລະ ຄ່າຜິດພາດ.

ຮູບແບບວິເຄາະທາງສະຖິຕິ ທີ່ໃຊ້ແມ່ນ:  $Y_{ij} = \mu + P_j + e_{ij}$  ( $Y_{ij}$  = ຕົວຜັນແປ,  $\mu$  = ຄ່າສະເລ່ຍລວມ;  $P_j$  = ຜົນຂອງສິ່ງທົດລອງ,  $e_{ij}$  = ຄວາມຜິດພາດຂອງການສຸ່ມ).

**3.2.2. ການທົດລອງ 2:** ສຶກສາຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຖານໃນການໃຫ້ຜະລິງງານຄວາມຮ້ອນ, ໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ ແລະ ອຸນະພູມເວລານ້ຳຝົດ ດ້ວຍການນຳໃຊ້ຖານອັດແທ່ງ, ການທົດລອງນີ້ແມ່ນໄດ້ເອົາຜົນຈາກການທົດທີ່ 1 ທີ່ເຫັນວ່າຖານໄມ້ສັກແມ່ນໃຫ້ອຸນະພູມຄວາມຮ້ອນສູງ, ໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ດົນ ກວ່າຖານໄມ້ດູ່ ແລະ ໄມ້ຕົ້ວ ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງເລືອກເອົາຖານໄມ້ສັກມາເປັນສ່ວນປະສົມໃນການເຮັດຖານອັດແທ່ງ

#### 1. ຮູບແບບການທົດລອງ

ໄດ້ຈັດຕັ້ງປະຕິບັດໃນຮູບການທົດລອງ Completely Randomized Design (CRD) ປະກອບມີ 4 ສິ່ງທົດລອງ ແລະ 3 ຊໍ້າ. ສຳລັບສິ່ງທົດລອງປະກອບດ້ວຍ:

ຕາຕະລາງທີ 3.3: ອົງປະກອບສູດຖານອັດແທ່ງ (ບົນພື້ນຖານທາດແຫ້ງ)

ສ່ວນປະສົມ (ກິໂລກຼາມ)	T1	T2	T3	T4
ຖານໄມ້ສັກບົດ	8	2.5	2.5	1
ແກບເຜົາ	0	2.5	1	1
ຖານຫີນບົດ	0	3	4.5	6
ແປ້ງມັນຕົ້ນ	1	1	1	1
ປຸນຊີເມັນ	1	1	1	1
ລວມ	10	10	10	10

#### 2. ຂັ້ນຕອນການປະຕິບັດ:

##### 1. ວັດສະດຸ

- ຖານໄມ້ສັກບົດເປັນຝຸ່ນປະລິມານຕາມຊັດສ່ວນປະສົມ
- ຖານຫີນບົດເປັນຝຸ່ນປະລິມານຕາມຊັດສ່ວນປະສົມ
- ຂີ້ແກບເຜົາປະລິມານຕາມຊັດສ່ວນປະສົມ



- ປຸນຊີມັງປະລິມານຕາມຊັດສ່ວນປະສົມ
- ແບ່ງມັນຕົ້ນປະລິມານຕາມຊັດສ່ວນປະສົມ
- ນໍ້າ

## 2. ອຸປະກອນ

1. ເຕົາໄລ້
2. ແຜ່ນອາລູມິນຽມສໍາລັບໃສ່ຂີ້ເຖົ້າ
3. ໝໍ້ສະແຕນເລດສໍາລັບຕົ້ມນໍ້າ
4. ແກ້ສບົວເທນສໍາລັບຈຸດໄຟ
5. ເຄື່ອງວັດອຸນຫະພູມແບບອິນຟາເລດ (WT323E)
6. ເຄື່ອງວັດອຸນຫະພູມນໍ້າເວລາຕົ້ມ
7. ເຄື່ອງວັດຄວາມຊຸ່ມ
8. ເຄື່ອງຈັບເວລາ
9. ຊິງຊັງ (ກິໂລກຼາມ)
10. ເຄື່ອງປັດຖານ
11. ເຄື່ອງອັດຖານ
12. ເຄື່ອງປະສົມຖານ
13. ຕາງຕະລາງບັນທຶກຂໍ້ມູນ

## 3. ວິທີການອັດຖານ

○ ເອົາຖານໄມ້ ແລະ ຖານຫີນ ໄປປັດໃຫ້ເປັນຜິງລະອຽດພໍສົມຄວນແລ້ວນໍາມາຊັງໃຫ້ໄດ້ຕາມປະລິມານທີ່ຕ້ອງການຄື: ຢູ່ໃນແຕ່ລະສິ່ງທົດລອງ.

○ ປະສົມວັດສະດຸເຂົ້າກັນໃຫ້ທົ່ວລະອຽດດີ ອັດຕາສ່ວນການປະສົມວັດສະດຸແມ່ນອີງຕາມແຕ່ລະສິ່ງທົດລອງຄື: ແຕ່ລະສິ່ງທົດລອງໃຫ້ໄດ້ 10 ກິໂລ.

○ ເອົານໍ້າປະລິມານ 4 ລິດ ຫຼື ປະລິມານນໍ້າແມ່ນອີງຕາມຄວາມເໝາະສົມໃນການປະສົມວັດສະດຸຕົ້ມໃຫ້ຝືດຫຼັງຈາກນັ້ນເອົາແບ່ງມັນຕົ້ນທີ່ກະກຽມໄວ້ເອົາມາຕົ້ມໃສ່ກັບນໍ້າທີ່ຝືດຢູ່ຫຼັງຈາກນັ້ນຄືນໃຫ້ເຂົ້າກັນຈົນນໍ້າກາຍເປັນສີຂາວໃສ.

○ ຫຼັງຈາກນັ້ນເອົານໍ້າແບ່ງມັນຕົ້ນທີ່ຕົ້ມແລ້ວ ໄປປະສົມກັບວັດສະດຸຂອງແຕ່ລະສິ່ງທົດລອງໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງປະສົມຄືນເຂົ້າກັນໃຫ້ທົ່ວ.

○ ການອັດແທງແມ່ນໃຊ້ເຄື່ອງຈັກອັດ, ຂະໜາດເສັ້ນຜາກາງຂອງຖານປະມານ 5 ຊັງຕີແມັດ, ລວງຍາວ 10 ຊັງຕີແມັດ, ມີຮູລະບາຍອາກາດຢູ່ໃຈກາງ ຫຼັງຈາກນັ້ນເອົາໄປຕາກແດດໃຫ້ແຫ້ງປະມານ 4-5 ມື້.

## 4. ວິທີການທົດສອບ

ເອົາຖານອັດແທງຂອງແຕ່ລະສິ່ງທົດລອງ ສູດລະ 1 ກິໂລກຼາມ ຫຼື ເທົ່າກັບ 9 ກ້ອນ ໄປຈຸດໄຟເຜົາໄໝ້ໃນເຕົາໄລ້ ແລ້ວບັນທຶກໄລຍະເວລາການຕິດໄຟ ໄລຍະເວລາຂອງການຕິດໄຟໝາຍເຖິງເວລາທີ່ຫຼັງຈາກເລີ່ມຈຸດແລ້ວຖານໄມ້ມີການຕິດໄຟແລ້ວແຜ່ຄວາມຮ້ອນໄປສູ່ຖານກ້ອນອື່ນໆໃນເຕົາ, ການຈັບເວລາເຜົາໄໝ້ຂອງຖານແມ່ນເລີ່ມຈຸດໄຟຕິດຈົນກ່ວາຖານໄມ້ໄດ້ໄໝ້ຈົນໝົດສົມບູນ ແລະ ເຫຼືອໄວ້ແຕ່ຂີ້ເຖົ້າ, ວັດແທກອຸນຫະພູມຂອງໄຟໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ຈົນຖານຈະກາຍ ເປັນຂີ້ເຖົ້າ (ການວັດແທກອຸນຫະພູມ ແມ່ນວັດແທກເປັນໄລຍະຄື: 15ນາທີເລີ່ມຈາກ

ຈຸດໄຟຕິດ, ນາທິທີ່ 30, ນາທິທີ່ 60, ນາທິທີ່ 75, ນາທິທີ່ 90, ນາທິທີ່ 120, ນາທິທີ່ 180, ນາທິທີ່ 240), ວັດແທກອຸນະພູມຄວາມຮ້ອນຂອງນໍ້າໃນໄລຍະເວລາການຕົ້ມຈົນຖານຈະມອດເປັນຂີ້ເຖົ້າ (ການວັດແທກອຸນະພູມ ແມ່ນ ວັດແທກເປັນໄລຍະຄື: ນາທິທີ່ 15 ຫຼັງຈາກຕົ້ມນໍ້າ, ນາທິທີ່ 20, ນາທິທີ່ 30, ນາທິທີ່ 40, ນາທິທີ່ 50, ນາທິທີ່ 60, ນາທິທີ່ 120, ນາທິທີ່ 180)

### 3. ການເກັບກຳຂໍ້ມູນ:

- ຄວາມຊຸ່ມຂອງຖານອັດແທ່ງ
- ຄ່າຄວາມຮ້ອນ
- ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າ
- ຄາບອນຄົງຕົວ
- ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຈົນໝົດຂອງຖານ
- ອຸນຫະພູມຂອງໄຟເວລາຖານຕິດໄຟ
- ອຸນຫະພູມຂອງນໍ້າເວລາຕົ້ມ
- ໄລຍະເວລາຂອງຖານຕິດໄຟ

### ການຊອກຫາຄ່າແຕ່ລະຢ່າງ:

- **ປະລິມານຄວາມຊຸ່ມ** ແມ່ນປະລິມານນໍ້າທີ່ເຫຼືອຢູ່ນໍາຖານຫຼັງຈາກຕາກແຫ້ງ, ຄວາມຊຸ່ມຂອງຖານມີຜົນຕໍ່ຄ່າຄວາມຮ້ອນໂດຍກົງ ຖ້າຫາກຖານມີຄວາມຊຸ່ມຫຼາຍຈະເຮັດໃຫ້ມີການສູນເສຍຄວາມຮ້ອນໄປກັບການລະເຫີຍຄວາມຊຸ່ມໃນລະຫວ່າງການເຜົາໄໝ້ ເຮັດໃຫ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນທີ່ໄດ້ຕໍ່າລົງ. ສໍາລັບການວັດປະລິມານຄວາມຊຸ່ມຂອງຖານອັດແທ່ງ ແມ່ນໄດ້ໃຊ້ເຄື່ອງຜາລາມິດເຕີໃນການວັດ.

- **ຂີ້ເຖົ້າ** ແມ່ນສ່ວນໜຶ່ງຂອງສານອະນິນຊີທີ່ເຫຼືອຈາກການເຜົາໄໝ້ໃນເຕົາເຜົາເຊິ່ງປະກອບດ້ວຍ ຊີລິກາແຄລຊຽມອອກໄຊ, ແມກນີຊຽມອອກໄຊ ຫຼື ເປັນສ່ວນທີ່ເຜົາໄໝ້ບໍ່ໝົດ, ດັ່ງນັ້ນຖ້າຫາກຖານມີປະລິມານຂີ້ເຖົ້າຫຼາຍຈະມີຄວາມຫຍຸ້ງຍາກໃນການຈັດເກັບຂີ້ເຖົ້າ.

- **ປະລິມານຄາບອນຄົງຕົວ** ແມ່ນປະລິມານສານປະກອບຄາບອນເຊິ່ງລະເຫີຍໄດ້ຍາກ.

- **ການຊອກຫາຄ່າຄາບອນຄົງຕົວ ASTM D 3172** (ປະຕິບັດຢູ່ຫ້ອງວິໄຈ ປະເທດໄທ)

ຄ່າຄາບອນຄົງຕົວ = 100 - (ຄ່າປະລິມານຄວາມຊຸ່ມ) - (ປະລິມານສານລະເຫີຍ) - (ຄ່າປະລິມານຂີ້ເຖົ້າ)

- **ການຊອກຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນ (Heating Value) ASTM D 5865** (ປະຕິບັດຢູ່ຫ້ອງວິໄຈປະເທດໄທ)

### 1. ເຄື່ອງມື:

- Oxygen Bomb Calorimeter
- ປຶກເກີ
- ປິວເຣດ

### 2. ສານເຄມີ

- Methyl Orange Indicator
- ສານລະລາຍໂຊດຽມຄາໂບເນດ 0.0709 N

### 3. ວິທີການທົດລອງ

- ຕັດລວດ (Fuse Wire) ຍາວປະມານ 10 ຊັງຕີແມັດ ມັດປາຍເຫຼັກທັງສອງຂອງສິ້ນໂລ່ງຂອງຜາ

○ ໃສ່ຖ່ານອັດແທ່ງທີ່ໄດ້ຈາກການປະສົມຂອງວັດສະດຸປະມານ 1 ກຸ້ມ ລົງໄປໃນຖ້ວຍ ວາງຖ້ວຍໄວ້ ເທິງປາຍເຫຼັກດ້ານຝາບອມ ແປງລວດໃຫ້ຖືກກັບຕົວຢ່າງແລ້ວເຕີມນ້ຳກັນ 1 ມິລິລິດ ລົງໃນເຄື່ອງບອມ ປະກອບ ຝາບອມກັບຕົວບອມນຳໄປອັດອີກຊິເຈນໃຫ້ຄວາມດັນປະມານ 30 ບັນຍາ ກາດ ແລ້ວເອົາໄປໄວ້ໃນຖັງບັນຈຸບອມ ໃສ່ນ້ຳກັນທີ່ມີອຸນະພູມປະມານ 24° ປະມານ 2 ລິດ ຫຼັງຈາກນັ້ນເປີດສະວິກ ອ່ານອຸນະພູມຂອງນ້ຳໃນຖັງບັນຈຸບອມ (Bucket) ກັບນ້ຳທີ່ຢູ່ໃນຕົວຫຸ້ມ (Jacket) ເມື່ອອຸນະພູມທັງສອງມີຄ່າໃກ້ຄຽງກັນກໍ່ກົດປຸ່ມຈຸດລະເບີດ ແລ້ວ ບັນທຶກຄ່າອຸນະພູມເລີ່ມຕົ້ນ ແລະ ອຸນະພູມເພີ່ມຂຶ້ນຈົນກວ່າອຸນະພູມຈະຄົງທີ່ຈຶ່ງຢຸດການທົດລອງ ເອົາຕົວບອມ ອອກມາແລ້ວຄ່ອຍໆປ່ອຍກາສອອກຈາກຕົວບອມຢ່າງຊ້າໆ ລ້າງຝາຕົວບອມ ແລະ ຖ້ວຍທີ່ບັນຈຸສິ່ງທົດລອງດ້ວຍນ້ຳ ກັນ

○ ວັດແທກຄວາມຍາວຂອງຫຼວດທີ່ເຫຼືອ ແລ້ວປ້ອນຄ່າເຂົ້າສູ່ເຄື່ອງຄຳນວນຄ່າຄວາມຮ້ອນແລ້ວ ເຄື່ອງຈະພິມຄ່າອອກມາທາງເຄື່ອງພິມ.

#### 4. ການວິເຄາະຂໍ້ມູນ

ຂໍ້ມູນທັງໝົດ ແມ່ນໄດ້ນຳມາວິເຄາະດ້ວຍການນຳໃຊ້ໂປຼແກຼມວິເຄາະຂໍ້ມູນ Minitab (2010) Software ໃນ version 16. ສ່ວນແຫຼ່ງຂໍ້ມູນການວິເຄາະແມ່ນປະກອບມີສິ່ງທົດລອງ ແລະ ຄ່າຜິດພາດ.

ຮູບແບບວິເຄາະທາງສະຖິຕິ ທີ່ໃຊ້ແມ່ນ:  $Y_{ij} = \mu + P_j + e_{ij}$  ( $Y_{ij}$  = ຕົວຜັນແປ,  $\mu$  = ຄ່າສະເລ່ຍລວມ;  $P_j$  = ຜົນຂອງສິ່ງທົດລອງ,  $e_{ij}$  = ຄວາມຜິດພາດຂອງການສຸ່ມ).

## ບົດທີ 4 ຜົນໄດ້ຮັບ

### 4.1 ການເຜົາໄໝ້ຂອງຖ່ານໄມ້ 3 ຊະນິດ

ຈາກຜົນການທົດລອງຈຸດຖ່ານໄມ້ 3 ຊະນິດ(ຖ່ານໄມ້ສັກ, ຖ່ານໄມ້ດູ່, ຖ່ານໄມ້ຕົ້ວ) ເພື່ອປຽບທຽບກັນທາງດ້ານຄຸນສົມບັດເຊັ່ນ: ອຸນຫະພູມຄວາມຮ້ອນຂອງໄຟ, ໄລຍະເວລາການຕິດໄຟ ແລະ ໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ຈົນໝົດຖ່ານ ໄດ້ສະແດງອອກດັ່ງນີ້:

**ຕາຕະລາງທີ 4.1:** ອຸນຫະພູມເວລາເຜົາໄໝ້ ແລະ ສຳເລັດການເຜົາໄໝ້ຖ່ານ

ຕົວຊີ້ວັດອຸນຫະພູມຄວາມຮ້ອນຂອງໄຟ	ສິ່ງທົດລອງ			SEM	P-value
	T1	T2	T3		
ນ້ຳໜັກ (g)	500	500	500		-
ຈຳນວນກ້ອນຖ່ານ	18.0 <sup>a</sup>	12.7 <sup>b</sup>	12.3 <sup>b</sup>	0.43	0.0004
ອຸນຫະພູມສະເລ່ຍ (°C)	508.5	471.5	486.1	9	0.07
ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຈົນໝົດ (hr)	3.23	3.03	3.13	5.7	0.12

ໝາຍເຫດ: T1(ຖ່ານໄມ້ສັກ); T2(ຖ່ານໄມ້ດູ່); T3(ຖ່ານໄມ້ຕົ້ວ)

ຈາກຜົນຂອງການທົດສອບໄມ້ 3 ຊະນິດຈາກອຸນະພູມເວລາເຜົາໄໝ້ ແລະ ການວິເຄາະເວລາເຜົາໄໝ້ຈົນໝົດເຫັນວ່າ: ຈຳນວນກ້ອນຂອງຖ່ານ ແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P < 0.05$ ) ເຊິ່ງສິ່ງທົດລອງທີ່ນຳໃຊ້ຖ່ານໄມ້ສັກ T1 ແມ່ນຫຼາຍກວ່າສິ່ງທົດລອງ T2; T3 ຕາມລຳດັບ. ສ່ວນອຸນະພູມສະເລ່ຍໃນການເຜົາໄໝ້ (°C) ແລະ ໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ຈົນໝົດສົມບູນເຫັນວ່າ: ບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງສະຖິຕິ ( $P > 0.05$ ).

**ຕາຕະລາງທີ 4.2:** ອຸນຫະພູມໃນໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖ່ານ (ອົງສາເຊ)

ອຸນະພູມເວລາເຜົາໄໝ້	ສິ່ງທົດລອງ			SEM	P-value
	T1	T2	T3		
ໄລຍະເວລາຖ່ານເລີ່ມຕິດໄຟ( ນາທີ )	1.03	1.23	1.17	7.4	0.23
15 mn	74.1 <sup>b</sup>	585.8 <sup>a</sup>	576.1 <sup>a</sup>	61.4	0.002
30 mn	442.7 <sup>a</sup>	143.3 <sup>b</sup>	123.0 <sup>b</sup>	4.6	0.000
1 hr	717.9 <sup>a</sup>	654.0 <sup>b</sup>	539.6 <sup>c</sup>	2.8	0.000
1:15 hr	559.8 <sup>b</sup>	664.0 <sup>a</sup>	672.4 <sup>a</sup>	1.7	0.000
1:30 hr	612.5 <sup>a</sup>	620.1 <sup>a</sup>	574.3 <sup>b</sup>	1.8	0.0001
2 hr	529.0 <sup>b</sup>	406.8 <sup>c</sup>	569.3 <sup>a</sup>	1.5	0.001
3 hr	623.3 <sup>a</sup>	226.5 <sup>c</sup>	347.8 <sup>b</sup>	1.2	0.001
ອຸນຫະພູມສະເລ່ຍ	508.4	471.5	486.1	9	0.07

ເວລາການຕິດໄຟຂອງຖ່ານ ແມ່ນບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P>0.05$ ) ແຕ່ຢ່າງໃດກໍຕາມອຸນະພູມເວລາເຜົາໄໝ້ຂອງຖ່ານ ແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ຢູ່ທີ່ 15ນາທີ ໂດຍ T2 ແລະ

T3 ຈະສູງກວ່າ T1 ໃນທາງກັບກັນເມື່ອເວລາຜ່ານໄປ 30 ນາທີ ແລະ 1 ຊົ່ວໂມງ ເຫັນວ່າ: ອຸນະພູມແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ໂດຍສິ່ງທົດລອງ T1 ສູງກວ່າ T2 ແລະ T3.

ຫຼັງຈາກຢູ່ທີ່ 1:15 ນາທີ ເຫັນວ່າອຸນະພູມມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ແຕ່ເປັນ T2 ແລະ T3 ຈະສູງກວ່າ T1, ເມື່ອເວລາ 1:30 ນາທີ ອຸນະພູມແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ໂດຍສິ່ງທົດລອງ T1 ແລະ T2 ສູງກວ່າ T3.

ຫຼັງຈາກຜ່ານໄປໄດ້ 2 ຊມ ອຸນະພູມແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T3 ສູງກວ່າ T1 ແລະ T2. ແນວໃດກໍຕາມພາຍຫຼັງເວລາຜ່ານໄປ 3 ຊມ ຝົບວ່າ: ອຸນະພູມແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ເຊິ່ງເປັນສິ່ງທົດລອງ T1 ສູງກວ່າ T2 ແລະ T3.

**ຕາຕະລາງທີ 4.3:** ອຸນະພູມຂອງນໍ້າໃນໄລຍະເວລາຂອງການຕົ້ມ (ອົງສາເຊ)

ອຸນະພູມຂອງນໍ້າແຕ່ລະໄລຍະເວລາ	ສິ່ງທົດລອງ			SEM	P-value
	T1	T2	T3		
ອຸນະພູມນໍ້າເລີ່ມຕົ້ມ	15.0	12.3	13.3	0.6	0.06
15 mn	93.4 <sup>a</sup>	91.9 <sup>a</sup>	77.2 <sup>b</sup>	1.2	0.0004
20 mn	95.1 <sup>a</sup>	91.4 <sup>b</sup>	92.1 <sup>b</sup>	0.46	0.003
30 mn	92.9 <sup>a</sup>	87.8 <sup>b</sup>	89.1 <sup>ab</sup>	0.72	0.007
40 mn	93.1 <sup>a</sup>	85.1 <sup>b</sup>	82.3 <sup>c</sup>	0.44	0.0001
50 mn	0.0 <sup>b</sup>	82.7 <sup>a</sup>	81.8 <sup>a</sup>	0.28	0.0000

ອຸນະພູມຄວາມຮ້ອນຂອງນໍ້າເວລາເລີ່ມພົດ ແມ່ນບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P>0.05$ ) ແຕ່ສໍາລັບຄວາມຮ້ອນຂອງນໍ້າຈາກ 15ນາທີ, 20ນາທີ, 30ນາທີ 40ນາທີ ແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ໂດຍສະເລ່ຍແລ້ວແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T1 ສູງກວ່າ T2 ແລະ T3. ເມື່ອຜ່ານໄປ 50 ນາທີ ເຫັນວ່ານໍ້າໃນສິ່ງທົດລອງ T1 ແມ່ນແຫ້ງໝົດກ່ອນ T2 ແລະ T3.ເນື່ອງຈາກວ່າອຸນະພູມຄວາມຮ້ອນຂອງT1ສູງ

## 4.2 ການເຜົາໄໝ້ຂອງຖ່ານອັດແທ່ງແຕ່ລະສູດທີ່ມີສ່ວນປະສົມແຕກຕ່າງກັນ

ການທົດລອງຖ່ານອັດແທ່ງ ແມ່ນໄດ້ນໍາໃຊ້ຜົນຈາກການທົດລອງທີ່ 1 ໂດຍນໍາໃຊ້ວັດສະດຸຈາກຖ່ານໄມ້ສັກເປັນຫຼັກໃນການປະສົມກັບຖ່ານຫີນ, ແກບເຜົາ, ປູນຊີມັງ, ແປ້ງມັນຕົ້ນ ຕາມຂະບວນການ ແລະ ອັດຕາສ່ວນປະສົມຂອງແຕ່ລະສູດທີ່ໄດ້ກໍານົດໄວ້ ຫຼັງຈາກນັ້ນເອົາຕົວຢ່າງຖ່ານອັດແທ່ງໄປທົດລອງ ເພື່ອເກັບກໍາຂໍ້ມູນໃນການທົດສອບອຸນະພູມຂອງໄຟເວລາເຜົາໄໝ້, ທົດສອບໄລຍະເວລາຕິດໄຟ, ອຸນະພູມຂອງນໍ້າເວລາຕົ້ມ, ໄລຍະເວລາການເຜົາໄໝ້ຂອງຖ່ານຈົນໝົດ, ທົດສອບຄ່າຄວາມຮ້ອນ, ຄ່າຄາບອນຄົງຕົວ, ການທົດຊອບຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນ (Heating Value) ແລະ ຄ່າຄາບອນຄົງຕົວ (Fixed Carbon) ແມ່ນໄດ້ປະຕິບັດຢູ່ຫ້ອງວິໄຈ ໂດຍການໃຊ້ເຄື່ອງມືວັດຈາກ Oxygen Bomb Calorimeter.

**ຕາຕະລາງທີ 4.4:** ນໍ້າໜັກ, ທ່ອນ, ເຖົ້າ, ຄວາມຊຸ່ມ, ຄ່າຄວາມຮ້ອນ, ອຸນະພູມສະເລ່ຍ, ຄ່າຄາບອນຂອງຖ່ານອັດແຫ່ງ

ອົງປະກອບທາງເຄມີ	ສິ່ງທົດລອງ				SEM	P-value
	T1	T2	T3	T4		
Mass (g) ນໍ້າໜັກ	1000	1000	1000	1000	-	-
ທ່ອນ	8	9	9	9		
ເຖົ້າ Ash (g)	247.7 <sup>d</sup>	324.7 <sup>b</sup>	322.7 <sup>c</sup>	451.5 <sup>a</sup>	8.9	0.009
ຄວາມຊຸ່ມ Moisture content (%)	7.3 <sup>b</sup>	11.1 <sup>a</sup>	9.5 <sup>ab</sup>	8.1 <sup>b</sup>	0.52	0.0002
ຄ່າຄວາມຮ້ອນ (Cal/g)	3.581 <sup>a</sup>	3.223 <sup>c</sup>	3.429 <sup>b</sup>	2.797 <sup>d</sup>	0.57	0.000
ອຸນະພູມສະເລ່ຍ (°C)	364.1 <sup>a</sup>	306.1 <sup>d</sup>	355.6 <sup>b</sup>	316.8 <sup>c</sup>	2.94	0.000
ຄ່າຄາບອນ Carbon (%)	43.4 <sup>a</sup>	37.2 <sup>c</sup>	39.4 <sup>b</sup>	31.7 <sup>d</sup>	0.12	0.000

**ໝາຍເຫດ:**

- T1 = ຖ່ານໄມ້ສັກບົດ+ແປ້ງມັນຕົ້ນ+ ປູນຊີມັງ (8:1:1)
- T2 = ຖ່ານໄມ້ສັກບົດ+ແກບເຜົາ+ຖ່ານຫີນບົດ+ແປ້ງມັນຕົ້ນ+ປູນຊີມັງ (2.5:2.5:3:1:1)
- T3 = ຖ່ານໄມ້ສັກບົດ+ແກບເຜົາ+ຖ່ານຫີນບົດ+ແປ້ງມັນຕົ້ນ+ປູນຊີມັງ (2.5:1:4.5:1:1)
- T4 = ຖ່ານໄມ້ສັກບົດ+ແກບເຜົາ+ຖ່ານຫີນບົດ+ແປ້ງມັນຕົ້ນ+ປູນຊີມັງ (1:1:6:1:1)

ໃນການວິເຄາະຫາຂໍ້ເຖົ້າຫຼັງເສດເຫຼືອຫຼັງຈາກການເຜົາຖ່ານພົບວ່າ: ຄ່າສະເລ່ຍຂອງຂໍ້ເຖົ້າແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ໂດຍສິ່ງທົດລອງ T4 ມີຄ່າເຖົ້າສູງກວ່າ T2, T3 ແລະ T1. ຄ່າຄວາມຊຸ່ມແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ໂດຍສິ່ງທົດລອງ T2, T3 ມີຄ່າເຖົ້າສູງກວ່າ T4 ແລະ T1. ຄ່າການໃຫ້ຜະລິງງານຄວາມຮ້ອນແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ໂດຍສິ່ງທົດລອງ T1 ໃຫ້ຜະລິງງານສູງກວ່າ T3, T2 ແລະ T4 ແລະ T1. ອຸນະພູມສະເລ່ຍແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ໂດຍສິ່ງທົດລອງ T1 ໃຫ້ຜະລິງງານສູງກວ່າ T3, T2 ແລະ T4 ແລະ T1. ສ່ວນປະກອບຄາບອນໃນຖ່ານແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ໂດຍສິ່ງທົດລອງ T1 ໃຫ້ຜະລິງງານສູງກວ່າ T3, T2 ແລະ T4 ແລະ ຕາມລຳດັບ.

**ຕາຕະລາງທີ 4.5:** ອຸນະພູມຄວາມຮ້ອນໃນເວລາເຜົາໄໝ້ຖ່ານອັດແຫ່ງ (ອົງສາເຊ)

ເວລາແຕ່ລະຊ່ວງຂອງການເຜົາໄໝ້	ສິ່ງທົດລອງ				SEM	P-value
	T1	T2	T3	T4		
ເວລາເລີ່ມຕົດໄຟ	4.1 <sup>b</sup>	6.3 <sup>ab</sup>	7.3 <sup>a</sup>	8.6 <sup>a</sup>	0.46	0.001
15 mn	494.3 <sup>a</sup>	238.6 <sup>d</sup>	492.6 <sup>b</sup>	324.4 <sup>c</sup>	0.2	0.000
30 mn	451.4 <sup>c</sup>	568.2 <sup>a</sup>	444.8 <sup>d</sup>	456.4 <sup>b</sup>	5.7	0.000
1hr	440.6 <sup>d</sup>	471.7 <sup>c</sup>	561.3 <sup>a</sup>	479.8 <sup>b</sup>	0.14	0.000
1:15 hr	519.6 <sup>c</sup>	545.8 <sup>b</sup>	604.2 <sup>a</sup>	309.7 <sup>d</sup>	5.7	0.000
1:30 hr	330.6 <sup>c</sup>	277.5 <sup>d</sup>	381.8 <sup>b</sup>	490.6 <sup>a</sup>	0.18	0.000
2 hr	263.3 <sup>a</sup>	195.3 <sup>c</sup>	183.3 <sup>d</sup>	219.6 <sup>b</sup>	0.18	0.000
3 hr	271.2 <sup>a</sup>	122.7 <sup>c</sup>	122.6 <sup>c</sup>	180.7 <sup>b</sup>	0.13	0.000
4 hr	142.4 <sup>a</sup>	29.6 <sup>d</sup>	54.7 <sup>c</sup>	73.4 <sup>b</sup>	0.13	0.000
ໄລຍະເວລາເຜົາໄໝ້ໝົດ	4.4 <sup>a</sup>	3.7 <sup>b</sup>	3.7 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	4.08	0.0001

ເວລາໃນການຈຸດຕິດໄຟເຫັນວ່າ ມີຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T1 ແມ່ນໃຊ້ເວລາໜ້ອຍກວ່າ T2, T3 ແລະ T4. ເວລາຜ່ານໄປ 15 ນາທີ ເຫັນວ່າອຸນຫະພູມຄວາມຮ້ອນແມ່ນ ມີຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T1 ແມ່ນອຸນຫະພູມສູງກວ່າ T2, T3 ແລະ T4. ເມື່ອເວລາຜ່ານໄປ 30 ນາທີໃຫ້ຄວາມຮ້ອນປະກົດວ່າມີຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແຕ່ເປັນສິ່ງທົດລອງ T2 ໃຫ້ອຸນຫະພູມສູງກວ່າ T2, T3 ແລະ T4. ຜ່ານໄປ 1 ຫາ 1:15 ຊົ່ວໂມງ ຝົບວ່າຄວາມຮ້ອນກໍຍັງມີມີ ຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແຕ່ເປັນສິ່ງທົດລອງ T3 ໃຫ້ອຸນຫະພູມສູງກວ່າ T1, T2 ແລະ T4. ເມື່ອເວລາໄດ້ 1:30 ຊົ່ວໂມງ ຝົບວ່າ: ຄວາມຮ້ອນກໍຍັງມີຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແຕ່ເປັນສິ່ງທົດລອງ T4 ໃຫ້ອຸນຫະພູມສູງກວ່າ T1, T3 ແລະ T2. ແນວໃດກໍຕາມ, ເມື່ອເວລາໄດ້ 2, 3 ແລະ 4 ຊົ່ວໂມງໄປກໍເຫັນວ່າຄວາມຮ້ອນຍັງມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T1 ແມ່ນໃຫ້ຄວາມຮ້ອນດິນກວ່າ T2, T3 ແລະ T4 ຕາມລຳດັບ.

ໂດຍສະເລ່ຍໄລຍະເວລາຂອງການໄໝ້ໝົດ ແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T1 ແມ່ນໃຊ້ເວລາດິນກວ່າ T2, T3 ແລະ T4.

**ຕາຕະລາງທີ 4.6:** ອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳໃນໄລຍະເວລາໃນການຕົ້ມ (ອົງສາເຊ)

ແຕ່ລະຊ່ວງເວລາຂອງການວັດແທກ ອຸນຫະພູມນ້ຳ	ສິ່ງທົດລອງ				SEM	P-value
	T1	T2	T3	T4		
ເວລາເລີ່ມຝົດ	25 <sup>b</sup>	27 <sup>b</sup>	21.6 <sup>b</sup>	34 <sup>a</sup>	2.1	0.02
15 mn	66.2 <sup>a</sup>	44.2 <sup>c</sup>	56.3 <sup>b</sup>	44.3 <sup>c</sup>	5.7	0.000
20 mn	96.3 <sup>b</sup>	98.2 <sup>a</sup>	98.3 <sup>a</sup>	65.2 <sup>c</sup>	0.05	0.000
30 mn	97.2 <sup>c</sup>	96.3 <sup>d</sup>	99.2 <sup>a</sup>	98.3 <sup>b</sup>	0.05	0.000
40 mn	97.2 <sup>a</sup>	95.2 <sup>b</sup>	97.2 <sup>a</sup>	97.3 <sup>a</sup>	4.08	0.000
50 mn	94.2 <sup>d</sup>	96.3 <sup>c</sup>	97.1 <sup>b</sup>	98.3 <sup>a</sup>	0.05	0.000
1 hr	89.2 <sup>d</sup>	94.3 <sup>c</sup>	96.3 <sup>b</sup>	97.2 <sup>a</sup>	0.05	0.000
2 hr	67.3 <sup>d</sup>	72.2 <sup>c</sup>	75.3 <sup>b</sup>	91.3 <sup>a</sup>	0.05	0.000
3 hr	59 <sup>b</sup>	51 <sup>c</sup>	57 <sup>b</sup>	81 <sup>a</sup>	0.5	0.000
<b>ສະເລ່ຍ</b>	<b>83.3<sup>c</sup></b>	<b>81<sup>d</sup></b>	<b>84.6<sup>a</sup></b>	<b>84.1<sup>b</sup></b>	<b>0.1</b>	<b>0.000</b>

ເວລາໃນການເລີ່ມຝົດເຫັນວ່າ: ມີຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.05$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T4 ແມ່ນໃຊ້ເວລາດິນກວ່າ T1, T2, ແລະ T3. ອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳໃນຊ່ວງເວລາ 15 ນາທີ ມີຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T1 ທີ່ມີອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳສູງກວ່າ T2, T3, ແລະ T4. ອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳໃນຊ່ວງເວລາ 20 ນາທີ ມີຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T2, ແລະ T3 ທີ່ມີອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳສູງກວ່າ T1, ແລະ T4. ອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳໃນຊ່ວງເວລາ 30 ນາທີ ມີຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T3 ທີ່ມີອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳສູງກວ່າ T2, T4, ແລະ T1. ແນວໃດກໍຕາມ ໂດຍພາບລວມຫຼັງຈາກ 50 ນາທີ ໄປຫາ 3 ຊົ່ວໂມງເຫັນວ່າ: ມີຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T4 ທີ່ມີອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳສູງກວ່າ T2, T3, ແລະ T1. ໂດຍສະເລ່ຍອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳໃນຊ່ວງໄລຍະເວລາຂອງການທົດລອງເຫັນວ່າ: ມີຄວມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖະຕິ ( $P<0.01$ ) ແມ່ນສິ່ງທົດລອງ T3 ທີ່ມີອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳສູງກວ່າ T2, T4, ແລະ T1 ຕາມລຳດັບ.

## ບົດທີ 5

### ວິພາກຜົນໄດ້ຮັບ

ການສຶກສາຄັ້ງນີ້ ແມ່ນການທົດລອງອຸນຫະພູມຄວາມຮ້ອນຂອງຖ່ານໄມ້ 3 ຊະນິດ ທີ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ແລະ ມີການທົດລອງສ່ວນປະສົມທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ສໍາລັບທົດລອງອຸນຫະພູມຄວາມຮ້ອນຂອງຖ່ານອັດແທ່ງ. ເຊິ່ງການທົດລອງຖ່ານໄມ້ສາມຊະນິດນີ້ປະກອບມີ ໄມ້ສັກ, ໄມ້ດູ່ ແລະ ໄມ້ຕົ້ວ. ຜົນການສຶກສາເຫັນໄດ້ວ່າ ຖ່ານໄມ້ ສັກ ໄລຍະເວລາຂອງຖ່ານໃນການຕິດໄຟ ແມ່ນຖ່ານໄມ້ສັກຕິດໄຟໄວກວ່າໝູ່ໂດຍໃຊ້ເວລາ 1.03 ນາທີ ເມື່ອສົມທຽບຖ່ານໄມ້ຕົ້ວໃຊ້ເວລາ 1.17 ນາທີ ແລະ ຖ່ານໄມ້ດູ່ໃຊ້ເວລາ 1.23 ນາທີ, ອຸນຫະພູມຂອງໄຟໄລຍະຖ່ານຖືກໄໝ້ຈົນໝົດສູງກວ່າໝູ່ແມ່ນຖ່ານໄມ້ສັກຢູ່ທີ່ 508.5c, ຖ່ານໄມ້ຕົ້ວ 486.1c, ຖ່ານໄມ້ດູ່ 471.5c, ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖ່ານໝົດຈົນກາຍເປັນຂີ້ເຖົ້າຖ່ານ ໄມ້ສັກໃຊ້ເວລາດົນກວ່າໝູ່ໂດຍໃຊ້ເວລາ 3.23 ຊົ່ວໂມງ, ຖ່ານໄມ້ຕົ້ວໃຊ້ເວລາ 3.13 ຊົ່ວໂມງ, ຖ່ານໄມ້ດູ່ໃຊ້ເວລາ 3.03 ຊົ່ວໂມງ, ຈາກອຸນຫະພູມຄວາມຮ້ອນ ແລະ ເວລາໃນການໄໝ້ຈົນໝົດຂອງໄມ້ທັງສາມຊະນິດ ເຫັນວ່າມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທີ່ຄວາມສໍາຄັນທາງສະຖິຕິທີ່ ( $P<0.05$ ), ເມື່ອທຽບກັບການທົດລອງການສົມທຽບລັກສະນະການເຜົາໄໝ້ຂອງຖ່ານໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນເຫັນວ່າ ສອດຄ້ອງກັນ (Donsavanh et al., 2023). ສາເຫດຂອງໄລຍະເວລາຂອງຖ່ານໃນການຕິດໄຟໄວ, ອຸນຫະພູມຂອງໄຟໄລຍະຖ່ານຖືກໄໝ້ຈົນໝົດສູງ ແລະ ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖ່ານໝົດຈົນກາຍເປັນຂີ້ເຖົ້າຖ່ານດົນ ເນື່ອງມາຈາກວ່າໄມ້ສັກ ເປັນເນື້ອໄມ້ອ່ອນ ແລະ ມີເສື້ອໃຍໃນການຕິດໄຟສູງ ເມື່ອປຽບທຽບກັບໄມ້ດູ່ ແລະ ໄມ້ຕົ້ວ ຕາມລຳດັບ. ນອກຈາກນີ້ຍັງມີລາຍງານຜົນການຄົ້ນຄວ້າທົດລອງຂອງ Sittisart et al (2023) ທີ່ສຶກສາສິ່ງເສດເຫຼືອຈາກໝາກຝັກທອງ ເພື່ອມາຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງເຫັນວ່າ ມີປະສິດທິພາບໃນການຕິດໄຟສູງເຊັ່ນກັນ.

ການທົດລອງສ່ວນປະສົມທີ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນຂອງຖ່ານອັດແທ່ງ ເຊິ່ງປະກອບມີ ໄມ້ສັກບົດ, ແກບເຜົາ, ຖ່ານຫີນ, ແປ້ງມັນຕົ້ນ, ປຸນຊີເມັນ ເຊິ່ງມີອັດຕາສ່ວນທີ່ແຕກຕ່າງກັນ, ການທົດລອງນີ້ ໄດ້ແບ່ງອອກເປັນ 4 ກຸ່ມຄື: T1 ແມ່ນປະສົມດ້ວຍ ຖ່ານໄມ້ສັກບົດ, ແປ້ງມັນຕົ້ນ ແລະ ຊີເມັນ. T2, T3 ແລະ T4 ແມ່ນປະສົມດ້ວຍຖ່ານໄມ້ສັກບົດ, ແກບເຜົາ, ຖ່ານຫີນບົດ, ແປ້ງມັນຕົ້ນ, ແລະ ຊີເມັນ ໃນອັດຕາສ່ວນທີ່ແຕກຕ່າງກັນ. ເຊິ່ງຜົນການທົດລອງເຫັນໄດ້ວ່າ ຄວາມຊຸ່ມຂອງຖ່ານ, ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນ, ອຸນຫະພູມ ແລະ ຄ່າກາກບອນຄືທີ່ ທັງໝົດແມ່ນມີຄວາມສໍາຄັນທາງດ້ານສະຖິຕິທີ່ ( $P<0.05$ ). ແຕ່ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມ, ອັດຕາຂີ້ເຖົ້າແມ່ນ T4 ສູງກວ່າສິ່ງທົດລອງອື່ນ, ແລະ ຄວາມຊຸ່ມຖ່ານແມ່ນ T2, ແລະ T3 ສູງກວ່າ T4 ແລະ T1, ແຕ່ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນ ແມ່ນ T1 ໃຫ້ພະລັງງານສູງກວ່າ T3, T2 ແລະ T4, ສ່ວນອຸນຫະພູມແມ່ນ T1 ສູງກວ່າສິ່ງທົດລອງອື່ນທັງໝົດ. ເຊິ່ງຜົນການທົດລອງນີ້ ເມື່ອທຽບກັບການວິໄຈ Phutteesakul (2010) ເຫັນໄດ້ວ່າ ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ທີ່ສຶກສາກ່ຽວກັບການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງຂອງກະໂປະໝາກຜ້າວ ແລະ ຖ່ານເຫຼົ້າມັນຕົ້ນ ທີ່ປະເທດໄທ ເນື່ອງຈາກວ່າ ສຸດໃນການປະສົມທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ການໃຫ້ພະລັງງານຄວາມຮ້ອນກໍຈະແຕກຕ່າງກັນ ຂຶ້ນກັບຄຸນສົມບັດຂອງວັດຖຸທີ່ນໍາມາຜະລິດ ແລະ ປະສົມເຂົ້າກັນ.

ຈາກຜົນການທົດລອງ ຂອງຖ່ານອັດແທ່ງໃນ T1 ທີ່ມີສ່ວນປະກອບຂອງ (ຖ່ານໄມ້ສັກບົດ, ແປ້ງມັນຕົ້ນ ແລະ ປຸນຊີມັງ) ແມ່ນມີອິດທິພົນຕໍ່ກັບໄລຍະເວລາຂອງຖ່ານໃນການຕິດໄຟ, ອຸນຫະພູມຂອງໄຟໄລຍະຖ່ານຖືກໄໝ້ຈົນໝົດ, ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖ່ານໝົດຈົນກາຍເປັນຂີ້ເຖົ້າ, ຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າ, ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງ ແລະ ມີຄ່າຄາບອນສູງ ເມື່ອສົມທຽບກັບ T2, T3 ແລະ T4, ເຊິ່ງສາເຫດກໍຄື: ຂະບວນການເກາະຕິດຂອງສານໜຽວຕ່າງໆຕໍ່



ກັບເນື້ອໄມ້ສັກ, ທີ່ກໍ່ໃຫ້ເກີດມີການປະຕິກິລາຍທາງຟີຊິກ ແລະ ການແລກປ່ຽນທາດທາງເຄມີຂອງສ່ວນປະກອບ  
ເຫຼົ່ານັ້ນ ໂດຍຜ່ານຂະບວນການອັດແທ່ງທີ່ໃຊ້ແຮງດັນໜົບ ທີ່ກໍ່ເກີດມີຄຸນສົມບັດດີໃນການວັດຄ່າສໍາຜັນຕ່າງໆ.

## ບົດທີ 6

### ສະຫຼຸບຜົນ

ການສຶກສາຜະລິດຖານອັດແທ່ງ ໂດຍມີສ່ວນປະກອບຈາກຖານໄມ້ສັກ, ຖານຫີນ, ແກບເຜົາ, ປຸນຊີມັງ ແລະ ແປ້ງມັນຕົ້ນ, ເຊິ່ງສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ ດັ່ງນີ້:

#### 6.1 ການທົດລອງທີ 1: ການນຳໃຊ້ປະເພດຖານໄມ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນ

- ໄລຍະເວລາຂອງຖານໃນການຕິດໄຟ ແມ່ນຖານໄມ້ສັກຕິດໄຟໄວກວ່າໝູ່ໂດຍໃຊ້ເວລາ 1.03ນາທີ, ຖານໄມ້ຕົ້ວໃຊ້ເວລາ 1.17ນາທີ ແລະ ຖານໄມ້ດູ່ໃຊ້ເວລາ 10.23ນາທີ
- ອຸນຫະພູມຂອງໄຟໄລຍະຖານຖືກໄໝ້ຈົນໝົດສູງກວ່າໝູ່ແມ່ນຖານໄມ້ສັກຢູ່ທີ່ 508.5°C, ຖານໄມ້ຕົ້ວ 486.1°C, ຖານໄມ້ດູ່ 471.5°C
- ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖານໝົດຈົນກາຍເປັນຂີ້ເຖົ້າຖານ ໄມ້ສັກໃຊ້ເວລາດົນກວ່າໝູ່ໂດຍໃຊ້ເວລາ 3.23 ຊົ່ວໂມງ, ຖານໄມ້ຕົ້ວໃຊ້ເວລາ 3.13 ຊົ່ວໂມງ, ຖານໄມ້ດູ່ໃຊ້ເວລາ 3.03 ຊົ່ວໂມງ.

#### 6.2 ການທົດລອງທີ 2: ການທົດລອງຖານອັດແທ່ງ

- ໄລຍະເວລາຂອງຖານໃນການຕິດໄຟ ແມ່ນ T1 ຕິດໄຟໄວກວ່າໝູ່ໂດຍໃຊ້ເວລາ 4.1 ນາທີ, T2 ໃຊ້ເວລາ 6.3 ນາທີ, T3 ໃຊ້ເວລາ 7.3 ນາທີ ແລະ T4ໃຊ້ເວລາ 8.6 ນາທີ
- ອຸນຫະພູມຂອງໄຟໄລຍະຖານຖືກໄໝ້ຈົນໝົດສູງກວ່າໝູ່ ແມ່ນ T1 ຢູ່ທີ່ 364.1°C, T3 ຢູ່ທີ່ 355.6°C, T4 ຢູ່ທີ່ 316.8°C ແລະ T2 ຢູ່ທີ່ 306.1°C
- ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖານໝົດຈົນກາຍເປັນຂີ້ເຖົ້າ T1 ໃຊ້ເວລາດົນກວ່າໝູ່ ໂດຍໃຊ້ເວລາ 4.4 ຊົ່ວໂມງ, T4 ໃຊ້ເວລາ 3.8 ຊົ່ວໂມງ, T2 ໃຊ້ເວລາ 3.7 ຊົ່ວໂມງ ແລະ T3 ໃຊ້ເວລາ 3.7 ຊົ່ວໂມງ
- ອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳໄລຍະສະເລ່ຍສູງກວ່າໝູ່ ແມ່ນ T3 ຢູ່ທີ່ 84.6°C, T4 ຢູ່ທີ່ 84.1°C, T1 ຢູ່ທີ່ 83.3°C ແລະ T2 ຢູ່ທີ່ 81°C
- ຄວາມຊຸ່ມຂອງຖານໂດຍວັດຈາກເຄື່ອງພາລາມີເຕີເຫັນວ່າ T1 ມີຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າກວ່າໝູ່ຢູ່ທີ່ 7.3%, T4 ມີຄວາມຊຸ່ມຢູ່ທີ່ 8.1%, T3 ມີຄວາມຊຸ່ມຢູ່ທີ່ 9.5% ແລະ T2 ມີຄວາມຊຸ່ມຢູ່ທີ່ 11.1%
- ປະລິມານຂີ້ເຖົ້າສູງກວ່າໝູ່ແມ່ນ T4 ມີປະລິມານຢູ່ທີ່ 451.5 ກຼາມ, T2 ມີປະລິມານຢູ່ທີ່ 324.7 ກຼາມ, T3 ມີປະລິມານຂີ້ເຖົ້າຢູ່ທີ່ 322.7 ກຼາມ ແລະ T1 ມີປະລິມານຂີ້ເຖົ້າຢູ່ທີ່ 247.7 ກຼາມ
- ຜົນຈາກການວິໄຈຫາຄ່າຄວາມຮ້ອນຈາກຫ້ອງວິໄຈເຫັນວ່າ T1 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງກວ່າໝູ່ຢູ່ທີ່ 3,580 ແຄຣໍລິ/ກຼາມ, T3 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນຢູ່ທີ່ 3,429 ແຄຣໍລິ/ກຼາມ, T2 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນຢູ່ທີ່ 3,223 ແຄຣໍລິ/ກຼາມ ແລະ T4 ມີຄ່າຄວາມຮ້ອນຢູ່ທີ່ 2,797 ແຄຣໍລິ/ກຼາມ
- ຜົນຈາກການວິໄຈຫາຄ່າຄາບອນຈາກຫ້ອງວິໄຈເຫັນວ່າ T1 ມີຄ່າຄາບອນສູງກວ່າໝູ່ຢູ່ທີ່ 43.6%, T3 ມີຄ່າຄາບອນຢູ່ທີ່ 39,6%, T2 ມີຄ່າຄາບອນຢູ່ທີ່ 37,0% ແລະ T4 ມີຄ່າຄາບອນຢູ່ທີ່ 31,9%.

ຈາກຜົນການສຶກສາໃນຄັ້ງນີ້ ເຊິ່ງສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ຄື: ການທົດສອບອຸນນະພູມເວລາເຜົາໄໝ້ ແລະ ເວລາເຜົາໄໝ້ຈົນໝົດຂອງ 3 ສິ່ງທົດລອງເຫັນວ່າ: ສິ່ງທົດລອງທີ່ນຳໃຊ້ຖານໄມ້ສັກ T1 ແມ່ນດີກວ່າສິ່ງທົດລອງຈາກໄມ້ດູ່ T2 ແລະ ໄມ້ຕົ້ວ T3. ສ່ວນຖານອັດແທ່ງ ເຫັນວ່າ: ສິ່ງທົດລອງທີ T1 ທີ່ມີສ່ວນປະກອບຂອງຖານໄມ້ສັກບົດ, ແກບເຜົາ, ແປ້ງມັນຕົ້ນ ແລະ ປຸນຊີມັງ ແມ່ນມີອິດທິພົນຕໍ່ກັບໄລຍະຕິດໄຟ, ອຸນຫະພູມຂອງໄຟໄລຍະຖານຖືກໄໝ້ຈົນໝົດ, ໄລຍະເວລາຂອງການເຜົາໄໝ້ຖານໝົດຈົນກາຍເປັນຂີ້ເຖົ້າ, ຄວາມຊຸ່ມ, ຄ່າຄວາມຮ້ອນ ແລະ ມີຄ່າຄາບອນດີກວ່າ T2, T3 ແລະ T4 ຕາມລຳດັບ.

ເອກະສານອ້າງອີງ

ກະຊວງກະສິກຳ ແລະ ປ່າໄມ້, (2015). ປ່າໄມ້, ປ່າປູກ ແລະ ການນຳໃຊ້ປ່າໃຫຍ່ຍືນຍົງ.

ກະຊວງພະລັງງານ, (ບ.ມ.ປ). ຖ່ານຫີນ. ແຫຼ່ງທີ່ມາ:

<https://dmf.go.th/public/list/data/index/menu/630/mainmenu/630/> ຄົ້ນເມື່ອວັນທີ 15 ມີນາ 2023

ກົມພັດທະນາ ແລະ ສົ່ງເສີມພະລັງງານ, (1992). ການກຽມຕົວເພື່ອຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງ

ກົມພັດທະນາພະລັງງານທົດແທນ ແລະ ອະນຸລັກພະລັງງານ, (2011). ຄຸນປະໂຫຍດຂອງແກ້ສຊີວະພາບ ດ້ານພະລັງງານ ແລະ ຄຸນປະໂຫຍດດ້ານກະສິກຳ ແຫຼ່ງທີ່ມາ:

[http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com\\_content&view=article&id=130%3A201-05-07-08-10-57&catid=58&Itemid=68&lang=th](http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=130%3A201-05-07-08-10-57&catid=58&Itemid=68&lang=th)

ກໍລະກົດ ພິມທະວົງ, (2003). ພະລັງງານຊີວະມວນ. ວາລະສານວິຊາການຮາດສະພັດອຸດຕະລະດົດ (ສິງຫາ 2003 ມັງກອນ 2004) (3): 2

ກົດຕິກອນ ສາສຸຈິດ, ວະລາພົງ ແສນພິນິດ, ນັດທະພົງ ວົງລິນ, ແລະ ນັດທະວຸດ ດຸດສະດີ, (2015). ການຜະລິດເຊື້ອໄຟອັດແທ່ງຈາກວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ ແກນ ແລະ ເປືອກສາລີ ດ້ວຍເທັກນິກການອັດລົດຂຶ້ນຮູບໂດຍໃຊ້ແປ້ງມັນປະສົມປຸນຂາວເປັນໂຕປະສານ. ວາລະສານມະຫາວິທະຍາໄລທັກສິນ. 18(1), 5-14

ກົດຕິພົງ ລາລຸນ, ສິມໂພດ ສຸດາຈັນ ແລະ ໄຊຍັນ ຈັນສິລິ, (2012). ການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງຈາກຖ່ານຜົງ ຖ່ານວັດສະດຸຊີວະມວນ\*3 ຊະນິດ ດ້ວຍຊຸດກຽວອັດຖ່ານອັດແທ່ງ. ພາກວິຊາວິສະວະກຳກະເສດ, ຄະນະວິສະວະກຳສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລຂອນແກ່ນ

ກ້ານະຣົງ ສິລອດ, (2007). ເທັກໂນໂລຢີຂອງແປ້ງ. ເກື້ອກູນ ປິຍະຈອມຂວັນ, editor. ກຸງເທບມະຫານະຄອນ, ມະຫາວິທະຍາໄລກະເສດສາດ

ຊານຍຸດ ເທບພານິດ, (2009), ຮຸ່ງໂຮດ ພຸດທິກຸນ., 2010. ຄວາມສຳຄັນຂອງການຜະລິດຖ່ານ, ເງື່ອນໄຂຄວາມສຳເລັດໃນການຜະລິດຖ່ານ

ຊຸຊາດ ໄທເພັດ., ກຽງສັກ ເສພະຣາມ ແລະ ບຸນສິງ ສິມເພາະ, (2005). ຄຸນລັກສະນະຂອງໄມ້ໄທ, ກຸງເທບມະຫານະຄອນ. ໜ້າ 269-304 (ພາສາໄທ)

ຊະນິດາ ຫັນສະວາດ, (2008). ເຄມີຂອງແປ້ງ ແລະ ແປ້ງດັດແປ. ກຸງເທບມະຫານະຄອນ: ໂອ. ເອດ.

ສຸພອນໄຊ ມັງສິທິ, (2008). ປະຫວັດຄວາມເປັນມາຂອງຖ່ານ ແລະ ຄວາມສຳຄັນຂອງການຜະລິດຖ່ານ

ສຸລິໄຊ ຕໍ່ສະກຸນ, ກຸນລໍ ທອງສະນີ ແລະ ຈິງກິນ ສຸພາລັດ, (2005). ການພັດທະນາຖ່ານອັດແທ່ງຈາກກະໂປະໝາກຜ່າວເປັນພະລັງງານທົດແທນ (Development of charcoal briquette from scrapped coconut for alternative energy) ພາສາໄທ

ສິລິພອນ ປະກາຣາວົງ, ( 2010). ເສດຖະສາດສ້າງລາຍໄດ້, ເຕັກໂນໂລຊີຊາວບ້ານ. ໜ້າ 29-48

ສຳນັກນະໂຍບາຍ ແລະ ພະລັງງານ, (2008). ພະລັງງານກູ້ໂລກຮ້ອນ ເຊື້ອໄຟທາງເລືອກທາງຮອດປະເທດໄທ. ກຸງເທບມະຫານະຄອນ

ສຸທຳ ປະທຸມສິວັດ, (2003). ວາລະສານເທັກໂນໂລຊີ (ຕຸລາ ທັນວາ 2003). 16(48): 37

ເສລີວັດ ສະມິນປັນຍາ, (2013). ນິເວດວິທະຍາ: ສິ່ງເວດລ້ອມກັບການປັບປຸງຄວາມເປັນຢູ່ຂອງມະນຸດ. ພິມຄັ້ງທີ 1, ກຸງເທບມະຫານະຄອນ:

ດຸດສະດີ ຊານວະຣັນຍູ, (2013). ການກຽມ ແລະ ການສຶກສາຄຸນລັກສະນະຂອງສະເຟຍຣູໄລຈາດແປ້ງມັນຕົ້ນ. ຄະນະຊັບພະຍາກອນຊີວະພາບ ແລະ ເທັກໂນໂລຢີ, ມະຫາວິທະຍາໄລເທັກໂນໂລຢີພະຈອມເກົ້າຊົນບຸລີ.

- ທະນາພິນ ຕັນຕິສັດຍະກຸນ., ສຸລິສາຍ ພິງກະເສມ., ປິປະວິນ ພຸທຍ້າ, ແລະ ພານຸວັດ ໄຖ່ບ້ານກວຍ, (2015). ພະລັງງານທົດແທນຊຸມຊົນຈາກເຊື້ອໄຟຊີວະມວນອັດແທ່ງຈາກເປືອກໝາກຜ້າວ. ວາລະສານວິທະຍາສາດ ແລະ ເທັກໂນໂລຢີ. 23(3), 418 -431
- ທາລິນີ ມະຫາວິທະຍາໄລສະໂພນ, (2005). ການອອກແບບ ແລະ ສ້າງເຄື່ອງຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງສໍາຫຼັບການຜະລິດໃນ ລະດັບຄົວເຮືອນ.
- ບໍລິສັດທິວິບຸລພາຈຳກັດ, (2014). ລັກສະນະຂອງຖ່ານໄມ້ທີ່ດີ
- ປັນຈະລັດ ໂຈລານັນ, ອາທິດ ພຸດທະຮັກຊາດ ແລະ ຈັນສຸດາ ຄາຕຸ້ຍ, (2011). ພະລັງງານທົດແທນຊຸມຊົນຈາກເຊື້ອ ໄຟແຂງອັດແທ່ງໄມ້ຍະລາບຍັກ. ວາລະສານມະຫາວິທະຍາໄລຂອນແກນ, 16(1), 20-31.
- ມິງຄິນ ດົງໂພທອງ, (2014). ເຕັກນິກການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງ ແລະ ບົດໂຄງການສົ່ງເສີມການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງ ຈາກວັດສະດຸເສດເຫຼືອຈາກການກະເສດ
- ລັດດາວັນ ໄກລະພານິນ, (2007). ການຄັດແປສະຕາເຂົ້າຈ້າວໂດຍໃຊ້ວິທີຄວາມຮ້ອນຊຸ່ມຮ່ວມກັບວິທີການທາງເຄ ມີ. ສາຂາວິຊາເທັກໂນໂລຢີອາຫານ ມະຫາວິທະຍາໄລສີລະປະກອນ
- ມຸນລະນິທິພະລັງງານ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມ, (2007). ຊີວະພາບ. ສູນສົ່ງເສີມພະລັງງານຊີວະພາບ, ກຸງເທບມະຫາ ນະຄອນ ໄທ (ພາສາໄທ)
- ຮຸ່ງໂຣດ ພຸດທະທິສະກຸນ, (2010). ການຜະລິດຖ່ານອັດແທ່ງຈາກກະໂປະໝາກຜ້າວ ແລະ ຖ່ານເຫງົ້າມັນຕົ້ນ. ແຫຼ່ງທີ່ມາ: [http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ind\\_Ed/Rung-Roj\\_P.pdf](http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ind_Ed/Rung-Roj_P.pdf), ສືບຕໍ່ເມື່ອວັນທີ 25 ເມສາ 2023
- ວິລາສິນີ ເກີດເກື້ອນ, (2010). ການກຽມ ແລະ ການນໍາແບ່ງຄອດສະລິງຊະນິດຟອດເຟດໄປໃຊ້ປະໂຫຍດ. ຄະນະ ວິທະຍາສາດ ແລະ ເຕັກໂນໂລຢີ ມະຫາວິທະຍາໄລທຳມະສາດ
- ອຸດສະຫະກຳຜະລິດຕະພັນໄມ້, (2009). ປະຫວັດຄວາມເປັນມາຂອງການຜະລິດຖ່ານ
- ອົງການມາດຕະຖານແຫ່ງຊາດຜະລິດຕະພັນດ້ານອຸດສະຫະກຳ, (2004). ເງື່ອນໄຂຄວາມສໍາເລັດໃນການຜະລິດຖ່ານ ອັດແທ່ງ
- ອາມານີ ສາມະ, ນູລະຊິລາ ເລະນຸ, ແລະ ໂລດສະລິນາ ຈາຮາແວ, (2017). ການພັດທະນາຖ່ານອັດແທ່ງຈາກຜັກຕົບ. ຄະນະວິທະຍາສາດເທັກໂນໂລຢີ ແລະ ການກະເສດ ມະຫາວິທະຍາໄລຮາດສະພັດຍະລາ. ໜ້າ 1-4
- ອໍລະສາ ສຸກສະຫວ່າງ, (2009). ເທັກໂນໂລຢີທຳນຊີວະພາບ: ວິທີແກ້ບັນຫາໂລກຮ້ອນ, ດິນ ແລະ ຄວາມຍາກຈົນ ໃນພາກການກະເສດ. ການປະຊຸມວິຊາການເລື່ອງພາວະໂລກຮ້ອນ: ຄວາມຫຼາກຫຼາຍທາງຊີວະພາບ ແລະ ການໃຊ້ປະໂຫຍດຢ່າງຍິ່ງຢືນ. ໜ້າ 172-184
- Anantanukulwong, R., Chema, R., & Sareanu, N., (2019). Production of Charcoal from Agricultural Residues. YRU Journal of Science and Technology, Print ISSN: 2539-5688, e-ISSN: 2672-9873
- DONSAVANH, B., PHETHDONEMO, P., CHANNANG, B., PHONCHALUEN, S., & BOUAPHAKEO, P., (2023). A comparison characteristic on wood charcoal combustion in different wood species. Sujournal, 9(4), 32–43. Retrieved from <http://www.su-journal.com/index.php/su/article/view/495>
- Lehmann, J. (2006). Black is the New Green. Nature, 442, 624-626. <https://www.nature.com/articles/442624a>

- MAIHORECA., (2018). ຄຸນສົມບັດ ແລະ ປະໂຫຍດຂອງໄມ້ແຕ່ລະຊະນິດ
- Phutteesakul, R., (2010). The Production of Charcoal Briquette by Coconut Shell and Cassava Rhizome. Master Thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Upawit Suwakantagul, Dr. Amporn Kunchornrat.
- Puthikitakawiwong. T, wiangnon. J, & sriboonsom, P., (2006). Production of Biocoal from Soybean Stalk. Naresuan University Journal 2006; 14(3): 11-18
- Sittisart. P, Katasila1. K, Battong1.W, Maduea, Y and Sombatwong. P., (2023). Energy Potential of Charcoal Briquette from Flamboyant and Black Rosewood Pods. Journal of Science and Education Science. Sisaket Rajabhat University
- sawadkit. A., counaphonviwat. T., ratanasangwong. P., ganha. J, & phankhong, W., (2008). A Production of Bar-shaped fuel from Husk ashes mixed with Corn-cob and Coconut shell by Extrusion Technique Paste as a Joiner
- Takahashi, M., K. Chiba and P. Li. 2007. Formation of hydroxyl radicals by collapsing ozone microbubbles under strong acid conditions. Journal of Physical Chemistry 111: 11443-11446
- Wirunphan. K., Thanarak Saiplean. T., & Jaichompoo, P., (2017). Production of Compressed Charcoal Fuel from the Waste Materials Collected after Processing Khao-Larm.
- Winandy, J., (1994). Wood properties. Encyclopedia of Agriculture Science vol. 4(1994): 549-561
- Zafar, S., (2008). Biochar and Its Role in Mitigating Climate Change. Mongabay. [http://news.mongabay.com/2008/1217-zafar\\_biochar.html](http://news.mongabay.com/2008/1217-zafar_biochar.html)
- Zhao, R., Z. Zhang, R. Zhang, M. Li, Z. Lei, M. Utsumi, and N. Sugiura. 2010. Methane production from rice straw pretreated by a mixture of acetic–propionic acid. Bioresource Technology. 101:990–994

ເອກະສານຊ້ອນທ້າຍ



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 1: ການກະກຽມອຸປະກອນ ແລະ ການທົດສອບ



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 2: ການວັດຄວາມຮ້ອນ ແລະ ຊັງນ້ຳໜັກພາຍຫຼັງເຜົາໄໝ້



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 3: ການສ່ວນປະກອບຂອງຖ້ານອັດແທງ





ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 4: ຂະບວນການອັດຖານແຫ່ງ ດ້ວຍເຄື່ອງຈັກ



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 5: ຜົນຜະລິດຈາກການອັດຖານແຫ່ງ

## ປະຫວັດຂອງຜູ້ຂຽນ



ຊື່ ແລະ ນາມສະກຸນ: ທ້າວ ກອນ ນັກຄະວົງ

ວັນເດືອນປີເກີດ: 3 ຕຸລາ 1979

ລະຫັດນັກສຶກສາ:

ບ້ານເກີດ: ບ້ານ ສີບຸນເຮືອງ ເມືອງຫົງສາ ແຂວງ ໄຊຍະບູລີ

ບ້ານຢູ່ປະຈຸບັນ:

ຈຸດທຳການສຶກສາ: ປະລິນຍາໂທ

ເປັນນັກສຶກສາ: ສາຂາຊັບພະຍາກອນປ່າໄມ້ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມ

ນັກສຶກສາຖັງ: II

ປີສຳເລັດການສຶກສາ: 2024

ເບີໂທ: 020 57068982; 20 57227484; 20 23962255

Facebook: Kone Nackavong

E-mail: