



Australian Government  
Australian Centre for  
International Agricultural Research



# ADVANCING ENHANCED WOOD MANUFACTURING INDUSTRIES IN LAOS AND AUSTRALIA

ການແຜ່ໄມ້ປັ້ງ ດ້ວຍວິທີການໃຊ້ເຄື່ອງຈັກອັດຮ້ອນ  
Flattening bamboo using a hot pressure machine



Written by Latsamy Boupha, Sayavong Thorathy, Khamtan Phonetip, Pongky Phom-  
mahan, Somxay Khamboudaphan and Sompatthana Tiemmalia

July 2021

## VALTIP 3

**ACKNOWLEDGEMENT:**

The authors would like to thank ACIAR funded project VALTIP3 for providing a small grant to conduct this project. In addition, this project allowed us to use the facility in cooperation with the Department of Forest Economics and Wood Technology at the National University of Laos.

Thanks to Dr. Khanthaly Khamphilavong, head of Sangthong Forest Model Division of the Faculty of Foerst Science for providing a source of bamboo to be used in this study.

Citation: Boupfa, L. Thorathy, S. Phonetip, K. Phommachan, P. Khamboudaphan, S and Tiem-maliya, S (2021) Flattening bamboo using a hot pressure machine. Report produced for ACIAR project FST/2016/151 - Advancing enhanced wood manufacturing industries in Laos and Australia.

## ສາລະບານເນື້ອໃນ

Acknowledgement: .....	2
ບົດສັງລວມຫຍໍ້ .....	5
Executive Summary .....	7
1. ພາກສະເໜີ .....	8
2.1 ການກະກຽມໄມ້ຕົວຢ່າງ .....	10
2.2 ເຄື່ອງຈັກທີ່ນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການແຜ່ໄມ້ປ້ອງ .....	10
2.3 ການຄຳນວນຫາອັດຕາການອັດໄມ້ປ້ອງ .....	12
2.4 ການປະເມີນການທຳລາຍຂອງມອດກັບໄມ້ປ້ອງຜ່ານການອົບຮ້ອນ (Thermo) .....	12
3. ຜົນຂອງການຄົ້ນຄວ້າ(ຂອບດ້ານນອກ) .....	13
3.2 ອັດຕາຄວາມໄວໃນການໜົບ .....	14
3.3 ການທຳລາຍໄມ້ປ້ອງຈາກແມງມອດ .....	17
4. ສະຫຼຸບ ແລະ ສະເໜີແນະ .....	19
ເອກະສານອ້າງອີງ .....	20
ເອກະສານຊ້ອນທ້າຍ 1 .....	22

## ສາລະບານຕາຕະລາງ

ຮູບທີ 2. ເຄື່ອງອັດຮ້ອນ Dake Pressure .....	11
ຮູບທີ 3. ການຄວບຄຸມເຄື່ອງຈັກອັດຮ້ອນດ້ວຍມື .....	11
ຮູບທີ 4. ຮູບພາບສະແດງກ່ຽວກັບ ຂະບວນການປ່ຽນແປງຮູບຮ່າງ ທີ່ບິງບອກເຖິງ ລະດັບອົງສາຂອງການແຜ່ໄມ້ປ່ອງ ອ້າງອີງຈາກ Parkkeeree, T., Matan, N. & Kyokong, B (2015).....	12
ຮູບທີ 5. ການອົບຮ້ອນໄມ້ປ່ອງແຜ່ນລຽບ .....	13
ຮູບທີ 6. ຄວາມສຳພັນລະຫວ່າງໜ້າຕ້າງ ແລະ ຄວາມໜາຂອງໄມ້ຟາງ.....	13
ຮູບທີ 7. ການພິວັດລະຫວ່າງ $r_0$ ແລະ $d$ ຄວາມໜາຂອງໄມ້ຟາງ $r_0$ 68–95ມມ (a) ແລະ ສຳລັບໄມ້ປ່ອງທີ່ມີ $r_0$ 75–9ມມ (b) .	14
ຮູບທີ 8. ລະດັບການແຜ່ໄມ້ປ່ອງ ຂອງການທົດລອງຕົວຢ່າງໄມ້ ຈາກການໃຊ້ຄວາມໄວການອັດ 0.3 (a), 0.4 (b), 0.6 (c) ແລະ 0.8 ມມ ຕໍ່ນາທີ (d) .....	15
ຮູບທີ 9. ລະດັບການແຜ່ໄມ້ປ່ອງ ຂອງການທົດລອງຕົວຢ່າງໄມ້ ຈາກການໃຊ້ຄວາມໄວການອັດ 0.3ມມຕໍ່ນາທີ ອັດຮ້ອນ (125 ອົງສາ ເຊ) .....	16
ຮູບທີ 10. ລັກສະນະການແຜ່ໄມ້ປ່ອງ ຈາກເຄິ່ງປ້ອງມາເປັນແຜ່ນລຽບ .....	16
ຮູບທີ 11. ລະດັບຄວາມເປັນໄປໄດ້ຂອງການແຜ່ໄມ້ປ່ອງອີງຕາມພາກສ່ວນຂອງລຳໄມ້ປ່ອງ.....	17
ຮູບທີ 12. ການປ່ຽນແປງຄວາມຊຸ່ມຂອງໄມ້ປ່ອງ ກ່ອນ ແລະ ຫຼັງອົບຮ້ອນໃນອຸນນະພຸມແຕກຕ່າງກັນ .....	18
ຮູບທີ 13. ການວັດແທກເນື້ອທີ່ ທີ່ຖືກທຳລາຍຈາກ ແມງມອດ ໂດຍນຳໃຊ້ ໂປແກມ Image J.....	18
ຮູບທີ 14. ສະພາບການທຳລາຍຂອງໄມ້ປ່ອງ ທີ່ບໍ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ແລະ ຜ່ານການອົບຮ້ອນ 175°C, 200°C ແລະ 225°C.....	19
ຮູບທີ 15. ສະພາບການທຳລາຍຂອງໄມ້ປ່ອງ ສຳລັບການທົດລອງ ທີ່ຜ່ານ ແລະ ບໍ່ຜ່ານການອັດຮ້ອນ 175°C .....	22
ຮູບທີ 16. ສະພາບການທຳລາຍຂອງໄມ້ປ່ອງ ສຳລັບການທົດລອງ ທີ່ຜ່ານ ແລະ ບໍ່ຜ່ານການອັດຮ້ອນ 200°C .....	23
ຮູບທີ 17. ສະພາບການທຳລາຍຂອງໄມ້ປ່ອງ ສຳລັບການທົດລອງ ທີ່ຜ່ານ ແລະ ບໍ່ຜ່ານການອັດຮ້ອນ 225°C .....	24

## ບົດສັງລວມຫຍໍ້

ໄມ້ປ່ອງສາມາດນຳມາໃຊ້ປະໂຫຍດໄດ້ຫຼາຍຢ່າງ ເພາະໄມ້ປ່ອງ ມີຄຸນສົມບັດທາງກົນລະສາດທີ່ເໝາະສົມແກ່ການ ຜະລິດ ຜະລິດຕະພັນຄ້າຍຄຽງກັບໄມ້ຈິງທົ່ວໄປ ເຊັ່ນ: ໃນລະດັບຄວາມຊຸ່ມບັນຈຸແມ່ນ ລະຫວ່າງ 8-11% ຄວາມ ແຂງແຮງຂອງໄມ້ປ່ອງໂດຍທົ່ວໄປແມ່ນ ຫຼາຍກວ່າ 90 MPa ແລະ ຄວາມແຂງ ( Hardness) ແມ່ນ ມີຫຼາຍກວ່າ 55 N ຕໍ່ກັບຄວາມໜາແໜ້ນ  $0.67\text{g/cm}^3$  (Jiang Zehui, 2007). ດ້ວຍເຫດນັ້ນການສຶກສາທາງເລືອກ ເພື່ອການສ້າງມູນຄ່າເພີ່ມ ແກ່ໄມ້ພາງ (*Dendrocalamus membranaceus*) ເພື່ອຜະລິດເປັນວັດສະດຸສຳບ ການກໍ່ສ້າງ ເຊັ່ນ ຜະລິດຕະພັນໄມ້ບູຜື້ນ ທີ່ສອດຄ່ອງກັບ ຄຳສັ່ງ ເລກທີ 15/ນຍ ລົງວັນທີ 13 ພຶດສະພາ 2016 ກ່ຽວກັບການສ້າງຄວາມເຂັ້ມງວດໃນການຂຸດຄົ້ນໄມ້ ແລະ ການກວດສອບ, ການຂົນສົ່ງ ແລະ ທຸລະກິດທີ່ກ່ຽວກັບ ໄມ້, ຢຸດເຊົາການສົ່ງອອກໄມ້ທ່ອນ, ໄມ້ຕິຕັບ, ໄມ້ແປຮູບ, ຮາກໄມ້, ຫງ່າໄມ້ ແລະ ຕົ້ນໄມ້ຈາກປ່າທຳມະຊາດ ແລະ ສວນປູກ ແລະ ຂໍ້ຕົກລົງວ່າດ້ວຍການຮັບຮອງເອົາລາຍການ (ບັນຊີ) ຜະລິດຕະພັນໄມ້ເພື່ອສົ່ງອອກ ແລະ ຫ້າມສົ່ງ ອອກ ຂອງລັດຖະມົນຕີກະຊວງອຸດສາຫະກຳ ແລະ ການຄ້າ ສະບັບປັບປຸງ ເລກທີ 002/ອຄ.ກອຫ ລົງວັນທີ 03 ມັງກອນ 2018 ທີ່ໄດ້ກຳນົດເອົາຜະລິດຕະພັນໄມ້ອັດຈາກໄມ້ບົດ ແລະ ໃຍໄມ້ ນອນໃນລາຍການບັນຊີສິນຄ້າທີ່ ສາມາດສົ່ງອອກ (ກະຊວງອຸດສາຫະກຳ ແລະ ການຄ້າ, 2018). ສະນັ້ນເພື່ອ ເສີມສ້າງ ຄວາມອາດສາມາດໃຫ້ແກ່ ການຜະລິດພາຍໃນ ຈຶ່ງຈຳເປັນຕ້ອງມີການຄົ້ນຄວ້າ ຊອກຫາເຕັກນິກໃໝ່ ສາມາດນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການຜະລິດ ທີ່ ສອດຄ່ອງກັບເນື້ອໃນຈິດໃຈຂອງພັກ-ລັດ ທີ່ໄດ້ວາງນິຕິກຳເພື່ອສົ່ງເສີມວຽກງານໃຫ້ຜະສົບຜົນສຳເລັດ ແລະ ປະກົດ ຜົນເປັນຈິງ.

ຈຸດປະສົງຂອງການຄົ້ນຄວ້າແມ່ນເພື່ອ ຊອກຫາອັດຕາຄວາມໄວໃນອັດຮ້ອນໄມ້ປ່ອງ ແລະ ປະເມີນອັດຕາການ ທຳລາຍຈາກແມງມອດ ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ໃນລະດັບອຸນນະພູມທີ່ແຕກຕ່າງກັນ.

### ຜົນການຄົ້ນຄວ້າ:

#### ອັດຕາຄວາມໄວໃນອັດຮ້ອນໄມ້ປ່ອງ

ຜົນຂອງການທົດລອງ ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ເງື່ອນໄຂທີ່ນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການອັດໜົບແຜ່ໄມ້ປ່ອງໃຫ້ຢຽດອອກເປັນ ແຜ່ນແມ່ນຍັງບໍ່ທັນໄດ້ຮັບຜົນດີເທົ່າທີ່ຄວນ ເຊິ່ງມັນສະແດງໃຫ້ເຫັນ ອັດຕາຄວາມໄວຂອງການໜົບໃຫ້ປ້ອງໄປ່ອງ ຜ່າເຄິ່ງຢຽດແຜ່ອອກເປັນແຜ່ນຮາບລຽບ ທີ່ສາມາດບັນລຸ ແມ່ນມີຈຳນວນບໍ່ຫຼາຍ ເຊັ່ນ: ການໃຊ້ອັດຕາຄວາມໄວ ຂອງການອັດໜົບໃນລະດັບ 0,3 ມິລິແມັດ (ມມ) ຕໍ່ນາທີ ສາມາດເຮັດໃຫ້ໄມ້ປ່ອງແຜ່ອອກເປັນແຜ່ນລຽບໄດ້ ພຽງ ແຕ່ 17%, ສຳລັບ ການໃຊ້ອັດຕາຄວາມໄວຂອງການອັດໜົບໃນລະດັບ 0,4ມມ ຕໍ່ນາທີ ແມ່ນ ບັນລຸໄດ້ 44%, 0,6ມມ ຕໍ່ນາທີ ແມ່ນ 28% ແລະ ອັດໜົບໃນລະດັບຄວາມໄວ 0,8ມມ ຕໍ່ນາທີ ແມ່ນໄດ້ 30%.

ການທົດລອງຍັງໄດ້ສືບຕໍ່ອີກທາງເລືອກໜຶ່ງ ໂດຍເພີ່ມລະດັບອຸນນະພູມການອັດຮ້ອນຈາກ 120 ອົງສາເຊ ຂຶ້ນເປັນ 125 ອົງສາເຊ ແລະ ນຳໃຊ້ອັດຕາຄວາມໄວຂອງການອັດໜົບ 0.3 ມມ ຕໍ່ນາທີ. ຜົນຂອງການທົດລອງ ສະແດງໃຫ້ ເຫັນວ່າ ລະດັບການແຜ່ຢຽດອອກເປັນຮາບລຽບ ທີ່ສາມາດບັນລຸ  $F=1$  ກວມເອົາເຖິງ 87% ( $F=1$  ໝາຍຄວາມ ວ່າ ລະດັບການແຜ່ໄມ້ປ່ອງທີ່ສົມບູນແບບທີ່ບໍ່ມີຮອຍແຕກ).

**ປະເມີນອັດຕາການທຳລາຍຈາກແມງມອດ ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ໃນລະດັບອຸນນະພູມທີ່ແຕກຕ່າງກັນ.**

ສໍາລັບຕົວຢ່າງທີ່ບໍ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ສັງເກດເຫັນວ່າ ມີການທໍາລາຍຂອງແມງມອດ ເຊິ່ງແມງມອດ ໄດ້ເຈາະເນື້ອ ໄມ້ປ່ອງ ຜ່ານທາງຜິວດ້ານໃນ. ເນື່ອງຈາກ ເຂດດັ່ງກ່າວມີໂຄງສ້າງປະກອບດ້ວຍ ຈຸລັງປາເຮັງຄົມມາເປັນຫຼັກ ທີ່ສະ ສົມສານອາຫານ ທີ່ເປັນອານາຫານຂອງແມງມອດ.

ເນື້ອທີ່ ທີ່ຖືກທໍາລາຍກວມເອົາປະມານ 10 ສ່ວນຮ້ອຍຂອງເນື້ອທີ່ທັງໝົດຂອງໄມ້ປ່ອງແຜ່ນລຽບ. ສໍາລັບ ຕົວຢ່າງ ໄມ້ປ່ອງ ທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ 175°C, 200°C, ແລະ 225°C ແມ່ນບໍ່ພົບເຫັນ ການທໍາລາຍຂອງແມງມອດ. ແຕ່ ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມ ເມື່ອພິຈາລະນາເຖິງ ຄວາມແຕກຕ່າງ ທີ່ສາມາດ ສັງເກດເຫັນດ້ວຍຕາເປົ່າ ເຫັນວ່າ ຕົວຢ່າງ ໄມ້ປ່ອງທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ຈະມີການປ່ຽນສີ ຄື ມີສີເຂັ້ມຂຶ້ນກວ່າ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງທີ່ບໍ່ໄດ້ຜ່ານການອົບຮ້ອນ.

### **ສະຫຼຸບ ແລະ ສະເໜີແນະ**

ໄມ້ປ່ອງ ສາມາດຫາໄດ້ທົ່ວໄປ ໃນ ສປປ ລາວ, ເຊິ່ງຖືວ່າເປັນໂອກາດ ສໍາລັບການສ້າງມູນຄ່າເພີ່ມ ໃຫ້ແກ່ຜະລິດຕະ ຜົນໄມ້ ໂດຍ ຜ່ານການປັບປຸງເຕັກນິກການຜະລິດໄມ້ປ່ອງ.

ຜົນຂອງການຄົ້ນຄວ້າ ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ການແຜ່ໄມ້ປ່ອງໃຫ້ເປັນແຜ່ນໄມ້ລຽບ ແມ່ນມີຄວາມເປັນໄປໄດ້ ແລະ ສາມາດປ້ອງກັນຈາກການທໍາລາຍຂອງມອດໄມ້. ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມ, ຄວນມີການສືບຕໍ່ຄົ້ນຄວ້າ ເພື່ອກໍານົດອັດຕາ ຄວາມໄວໃນການໜົບໄມ້ປ່ອງ ພາຍໃນລະດັບຄວາມຮ້ອນທີ່ເໝາະສົມ. ການສຶກສາ ການປ່ຽນແປງທາງດ້ານເຄມີ ທີ່ປະກອບໃນໄມ້ປ່ອງ ຜ່ານຂະບວນການອັດຮ້ອນກໍ່ຄວນສືບຕໍ່ເຊັນກັນ.

## Executive Summary

Bamboo is an important resource for domestic use in rural Laos, however, bamboo processing is largely un-developed. Bamboo can be used in many ways, and it has mechanical properties that are suitable for construction purposes, similar to wood. With moisture content between 8-11%, bamboo's strength is 90 mPa, its hardness is greater than 55N and wood density is 0.67g/cm<sup>3</sup> (Jiang Zehui, 2007).

Following Order No. 15 / PM dated 13 May 2016 on Strengthening Strictness of Timber Harvest Management and Inspection, Timber Transport and Business, and the approval of the list of export wooden products (Ministry of Industry and Commerce, 2018) bamboo products must meet specified production standards. In order to strengthen capacity for domestic production and to meet these regulatory requirements, new research into suitable and feasible techniques that add value in bamboo processing, especially for the production of flooring products, is needed.

The aim of the study was to investigate the effectiveness of the rate of hot pressing for flattening bamboo and to estimate the level of attack by mold on the flattened bamboo through thermal treatment at the different temperatures.

### Findings:

#### *Rate of pressure*

Initial tests undertaken at 120 degree Celsius (°C) resulted in a low degree of flatness: at a rate of pressure at 0.3 mm per minute flatness ( $F$ ) reached only 17% (with bamboo cracking occurring); at 0.4 mm per minute flatness reached 44%, 28% at a rate of 0.6 mm per minute and 30% at 0.8 mm per minute

The experiment was continued by increasing the temperature to 125 degrees Celsius and applying a pressure rate of 0.3 mm per minute. Results show that the degree of flatness increased to 87%.

#### *The rate of attack by mold at different thermal treatments*

With no thermal treatment fungal attack in flattened bamboo was found in all samples, with initial penetration through the inner bark. The damaged area was estimated at 10% of the entire area. For those samples of bamboo thermally treated at 175°C, 200°C, and 225°C, no damage by mold was found. However, based on observations with 'the naked eye', heated bamboo samples were found to be a darker color than non-heated bamboo samples.

### Conclusions and recommendations

Bamboo is readily available across Laos and there could be opportunities to add value to this resource by developing bamboo processing techniques.

Research findings showed there is the potential to process bamboo through thermal treatment and flattening, for use in a range of products such as. However, further research should continue investigate the accuracy of the speed rate of a hot press with certain temperature. To ensure the cause of damage by mold, chemical changes during thermal treatment should be also taking into account of consideration.

## 1. ພາກສະເໜີ

ຕາມການສຶກສາຈຳແນກຊະນິດພັນໄມ້ປ່ອງຢູ່ໃນ ສປປ ລາວ ມີໄມ້ປ່ອງປະມານ 52 ຊະນິດ ເຊິ່ງຈັດຢູ່ໃນ 15 ສະກຸນ, ໄມ້ປ່ອງມັກເກີດຂຶ້ນໃນເຂດປ່າໄມ້ປະເພດຕ່າງໆ ເຊິ່ງໄດ້ສຶກສາຄົ້ນພົບເຫັນຢູ່ໃນເຂດພູດອຍພາກເໜືອ ຂອງ ສປປ ລາວ ໂດຍສະເພາະ ແມ່ນ ແຂວງ ຊຽງຂວາງ ມີເຖິງ 30 ຊະນິດພັນທີ່ແຕກຕ່າງກັບໄມ້ປ່ອງໃນເຂດພາກ ກາງ ແລະ ເຂດພາກໃຕ້ຂອງ ສປປ ລາວ ລຳຂອງໄມ້ປ່ອງ ມີຄວາມຍາວປະມານ 15-20 ແມັດ ປ້ອງຍາວ 15-40 ຊັງຕີແມັດ ມີຄວາມໜາ 1-3 ຊັງຕີແມັດ ແລະ ມີເສັ້ນຜ່າສູນກາງ 7-18 ຊັງຕີແມັດ ຂໍ້ນອກເຫັນໄດ້ຢ່າງຊັດເຈນ ຕົ້ນກາບຕິດຢູ່ທຸກຂໍ້ ຢູ່ອ້ອນຂໍ້ຕ່ອນກົກມີຮາກອາກາດແຕກອອກເປັນວົງແຫວອ່ອມຂໍ້. ສີຂອງໄມ້ປ່ອງ ເວລາຍັງ ອ່ອນເປັນສີຂຽວມີລະອອງສີຂາວຈັບຢູ່ທົ່ວໆໄປຕາມຜິວຂອງລຳເມື່ອເຮົາຫຼຽວເບິ່ງມາແຕ່ໄກຈະເຫັນເປັນສີໂດນໝີ ດລຳ ເວລາແກ່ເປັນສີຂຽວແກມເຫຼືອງ ຫຼື ສີເຫຼືອງອ່ອນ. ສ່ວນກາບຫຸ້ມລຳ ໜາ ໜຽວ ຫຍາບ ຄ້າຍຄືໜັງ ດ້ານໃນ ກ້ຽງແຕ່ມີເມັດດາງຂາວຈັບຢູ່ເປັນບາງບ່ອນ ດ້ານນອກມີຂົນຄ້າຍຄືແຂ້ວເລື້ອຍ ກາບຍາວ 13-22 ຊັງຕີແມັດ ກວ້າງ 3-4 ຊັງຕີແມັດ. ໃບໄມ້ປ່ອງມີຫຼາຍຮູບແບບເຊັ່ນວ່າ: ໃບເປັບຮູບຫອກຍາວ ແລະ ຍາວໃບຮຽວແຫຼມໂຄນໃບແຕ່ ໃບທີ່ 1-3 ແມ່ນມົນ ແຕ່ໃບທີ່ 3 ຂຶ້ນໄປເປັນຮູບ 3 ຫຼຽມ ໃບຍາວ 10-20 ຊັງຕີແມັດ ກວ້າງ 0,8-2 ຊັງຕີແມັດ ເສັ້ນລາຍໃບມີ 6 ຄູ່ເຫັນແຈ້ງຢູ່ດ້ານຫຼັງໃບ (ໂຄງການພັດທະນາຫວາຍ ແລະ ໄມ້ປ່ອງ, 1994)

ໃນປະຈຸບັນເຮົາສັງເກດເຫັນໄດ້ວ່າ ໄມ້ປ່ອງໄດ້ນຳມາຜະລິດເປັນຕະພັນໄມ້ປ່ອງຫຼາກຫຼາຍຊະນິດເຊັ່ນ: ໄມ້ຖູ, ໄມ້ ຈີ້ມແຂ້ວ, ຜະລິດຕະພັນເຝີນິເຈີ, ໂຄງສ້າງເຮືອນ ແລະ ອື່ນໆ. ນອກນີ້, ໄມ້ປ່ອງຍັງໄດ້ຖືກນຳມາປະດິດເປັນ ຜະລິດຕະພັນ ໂຄມໄຟທີ່ສວຍງາມ ແລະ ເຄື່ອງເອ້ຍ້ອງນຳອີກ. ພ້ອມດຽວກັນນີ້, ນັກຄົ້ນຄວ້າວິທະຍາສາດກໍໄດ້ມີ ການຄົ້ນຄິດ ແລະ ພັດທະນາການປຸງແຕ່ງໄມ້ປ່ອງ ເຊັ່ນ: ການກົງໄມ້ປ່ອງໃຫ້ໄດ້ຮູບຊົງຕາມທີ່ຕ້ອງການ (Hari Nugraha, Ismail Alif Siregar, & Taufiq Panji Wisesa, 2015) ແລະ ມີການແຜ່ປ່ອງໄມ້ປ່ອງໃຫ້ ເປັນແຜ່ນລຽບ (Fang et al., 2018; ສິມເລີດ ແກ້ວລະຄອນ, 2019; ລັດສະໝີ ບຸບຜາ et al., 2020)

ແຕ່ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມໃນເມື່ອຜະລິດຕະພັນໄມ້ປ່ອງ ໄດ້ຮັບການຜະລິດອອກມາແລ້ວ ສິ່ງທີ່ທ້າທາຍແມ່ນການປ້ອງ ກັນຈາກການທຳລາຍຂອງປວກ ແລະ ມອດໄມ້. ປົວລອຍ ສີໂສລາດ (2019) ເຜີນສຶກສາຕາມທິດສະດີຂອງ ຊິງກ ຮິດ ຈາຣຸສິມບັດ, (2014) ແລ້ວໄດ້ກ່າວໄວ້ວ່າ: ປວກແມ່ນ ສັດຕູອັນດັບໜຶ່ງໃນການທຳລາຍເນື້ອໄມ້ ເຊິ່ງເຮັດໃຫ້ ໄມ້ເສຍຫາຍໄດ້ໂດຍໃຊ້ເວລາອັນສັ້ນ, ເຜີນໄດ້ຍັງຢືນວ່າປວກທັງໝົດມີ 3 ຊະນິດຄື: ປວກໄມ້ແຫ້ງ, ປວກໄມ້ປຽກ ແລະ ປວກໃຕ້ດິນ ດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້: ປວກໄມ້ແຫ້ງ (*Cryptoermes* spp) ມີຄຸນລັກສະນະເປັນໂຕໃຫຍ່ເຕັມໄວລຳຕົວ ຈະມີຂະໜາດໃຫຍ່ສຸດ 7-11 ມິນລີແມັດ (ລວມທັງປົກ) ປວກທະຫານ ມີຄວາມຍາວ 5 ມິນລີແມັດ ແລະ ມີສີທີ່ ຈາງ ສ່ວນທີ່ຢູ່ລະຫວ່າງຫົວ ແລະ ຊ່ວງທ້ອງ ຈະມີສີເຂັ້ມກວ່າບໍລິເວນຫົວ ແລະ ຕົວອ່ອນ ມີຄວາມຍາວ 1 ມິນລີ ແມັດ ມີສີຂາວ. ປວກໄມ້ປຽກ (*Neotermes* spp) ມີຄຸນລັກສະນະ: ລຳຕົວມີຄວາມຍາວປະມານ 10 ມິນລີ ແມັດ, ມີສີນ້ຳຕານ, ມີປົກກ້ອຍຮຽວຍາວ 2 ຄູ່ ເຊິ່ງສາມາດຜັດປຽນໄດ້. ປວກໃຕ້ດິນ (*Coptotermes* spp. Queen) ມີຄຸນລັກສະນະ: ລຳຕົວມີຄວາມຍາວປະມານ 5-10 ມິນລີແມັດ ລຳຕົວມີສີຂາວ ແລະ ກວ້າງ ຫົວ ມີສີນ້ຳຕານ.

ວິທີການກຳຈັດ ຫຼື ປ້ອງກັນປວກນັ້ນ ມີຫຼາຍວິທີ ແຕ່ວິທີ ທີ່ເປັນມິດຕໍ່ກັບສິ່ງແວດລ້ອມ ແລະ ຮູ້ຈັກກັນດີແມ່ນວິທີ ການອົບຮ້ອນ (Thermo) ປ່ຽນແປງຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີ. ດັ່ງນັ້ນ, ຈິ່ງມີຄວາມຈຳເປັນຕ້ອງໄດ້ສຶກສາ ແລະ ປະ ເມີນ ການປ່ຽນແປງ ທາງດ້ານອົງປະກອບ, ປະລິມານຂອງທາດເຄມີ ໃນໄມ້ປ່ອງ ຜ່ານຂະບວນການເລີ່ມຈາກໄມ້ດົບ , ການປັບລະດັບຄວາມຮ້ອນທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ທີ່ສິ່ງຜົນຕໍ່ກັບອັດຕາການຖືກທຳລາຍຂອງໄມ້ປ່ອງຈາກປວກ.

ໄມ້ປ່ອງເປັນພັນໄມ້ທີ່ຄົນລາວທຸກຮູ້ຈັກເປັນຢ່າງດີ ຕັ້ງແຕ່ສະໄໝປູຢາຕາຍາຍ ແລະ ນຳມາໃຊ້ຄຸນປະໂຫຍດກັບຊີ ວິດປະຈຳວັນຢ່າງຫຼວງຫຼາຍ ຈົນຮອດທຸກວັນນີ້ ໄມ້ປ່ອງເປັນຜິດທີ່ມີການຈະເລີນເຕີບໂຕໄວ ບາງຊະນິດສາມາດ ເຕີບໂຕໄດ້ 1-2 ຝຸດຕໍ່ວັນ (1 ຝຸດ ເທົ່າກັບ 30.5 ຊັງຕີແມັດ) ໂດຍໃຊ້ເວລາໃນການປູກ 3-5 ປີ ກໍສາມາດນຳມາ ໃຊ້ປະໂຫຍດໄດ້ ແລະ ຊຸມໄມ້ປ່ອງທີ່ຕັດແລ້ວສາມາດມີລຳໃໝ່ຂຶ້ນມາແທນຢ່າງວ່ອງໄວພາຍໃນທຸກໆປີ ໂດຍບໍ່ ຕ້ອງປູກໃໝ່. ປັດຈຸບັນໂຮງງານອຸດສາຫະກຳການຜະລິດໄມ້ປ່ອງໃນ ສປປ ລາວ ກໍໄດ້ຮັບການສົ່ງເສີມ ແລະ ຂະຫຍາຍຕົວຢ່າງກວ້າງຂວາງ ໂດຍສະເພາະແມ່ນຢູ່ໃນນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ ໂຮງງານອຸດສາຫະກຳປຸງແຕ່ງໄມ້ປ່ອງ ເປັນຜະລິດຕະພັນຮັບໃຊ້ສັງຄົມມີ 3 ແຫ່ງ ແລະ ໄດ້ນຳໃຊ້ໄມ້ປ່ອງເຂົ້າໃນການຜະລິດໃນໂຮງງານປະມານ 18,400 ໂຕນຕໍ່ປີ, ໃນລະດັບທ້ອງຖິ່ນໄມ້ປ່ອງໄດ້ຖືກນຳໃຊ້ຢ່າງຫຼວງຫຼາຍ ເຊິ່ງໄດ້ນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການຜະລິດເຄື່ອງຈັກສານ ໃຊ້ສອຍອື່ນໆສຳລັບງານບຸນປະເພນີ ແລະ ເປັນຄຸນຄ່າທີ່ຄວນໄດ້ອະນຸລັກຮັກສາໄວ້ໃຫ້ຍືນຍົງຕະຫຼອດໄປ.

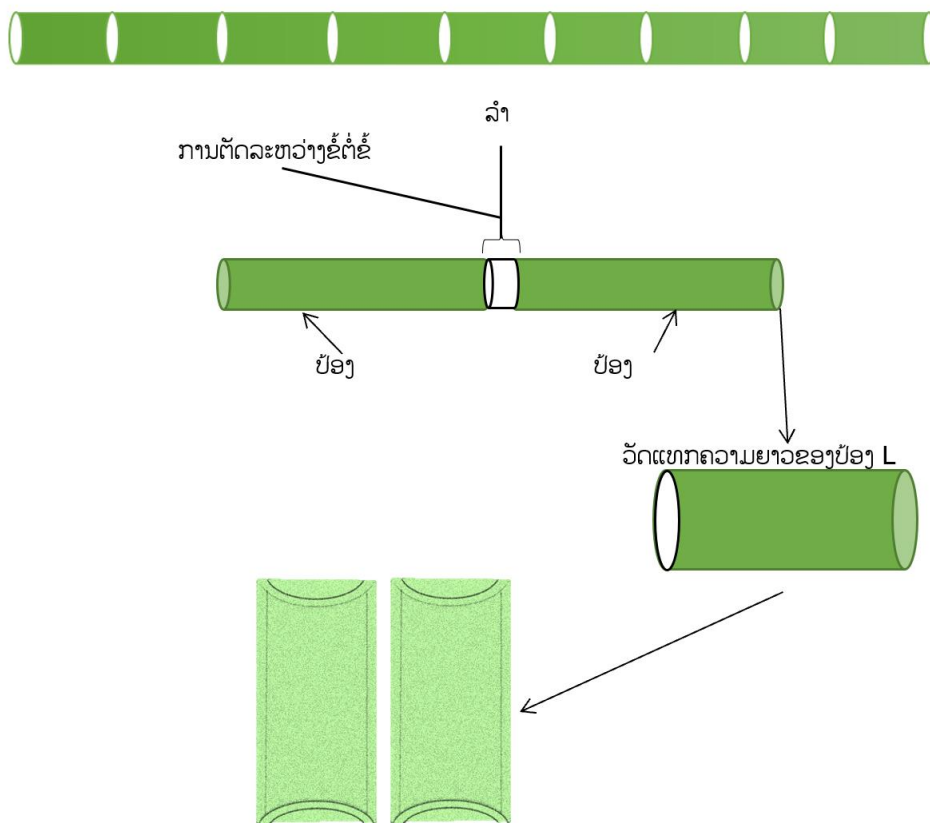
ດັ່ງທີ່ໄດ້ກ່າວມາຂ້າງເທິງ ໄມ້ປ່ອງສາມາດນຳມາໃຊ້ປະໂຫຍດໄດ້ຫຼາຍຢ່າງ ເພາະໄມ້ປ່ອງ ມີຄຸນສົມບັດທາງກົນລະ ສາດທີ່ເໝາະສົມແກ່ການຜະລິດຜະລິດຕະພັນຄ້າຍຄຽງກັບໄມ້ຈິງທົ່ວໄປ ເຊັ່ນ: ໃນລະດັບຄວາມຊຸ່ມບັນຈຸແມ່ນ ລະຫວ່າງ 8-11% ຄວາມແຂງແຮງຂອງໄມ້ປ່ອງໂດຍທົ່ວໄປແມ່ນ ຫຼາຍກວ່າ 90 Megapascal (mPa) ແລະ ຄວາມແຂງ ( Hardness) ແມ່ນ ມີຫຼາຍກວ່າ 55 N ຕໍ່ກັບຄວາມໜາແໜ້ນ 0.67g/cm<sup>3</sup> (Jiang Zehui, 2007). ເມື່ອເປັນແນວນັ້ນ ຈິ່ງຢາກສຶກສາ ຄວາມເປັນໄປໄດ້ຂອງໄມ້ຟາງ ເພື່ອຜະລິດເປັນຜະລິດຕະພັນໄມ້ປູຜິ້ນ. ເຊິ່ງມາສອດຄ່ອງກັບ ຄຳສັ່ງ ເລກທີ 15/ນຍ ລົງວັນທີ 13 ພຶດສະພາ 2016 ກ່ຽວກັບການສ້າງຄວາມເຂັ້ມງວດໃນ ການຊຸດຄົ້ນໄມ້ ແລະ ການກວດສອບ, ການຂົນສົ່ງ ແລະ ທຸລະກິດທີ່ກ່ຽວກັບໄມ້, ຢຸດເຊົາການສົ່ງອອກໄມ້ທ່ອນ, ໄມ້ຕີຕັບ, ໄມ້ແປຮູບ, ຮາກໄມ້, ຫງຳໄມ້ ແລະ ຕົ້ນໄມ້ຈາກປ່າທຳມະຊາດ ແລະ ສວນປູກ ແລະ ຂໍ້ຕົກລົງວ່າດ້ວຍ ການຮັບຮອງເອົາລາຍການ (ບັນຊີ) ຜະລິດຕະພັນໄມ້ເພື່ອສົ່ງອອກ ແລະ ຫ້າມສົ່ງອອກ ຂອງລັດຖະມົນຕີກະຊວງ ອຸດສາຫະກຳ ແລະ ການຄ້າ ສະບັບປັບປຸງ ເລກທີ 002/ອຄ.ກອຫ ລົງວັນທີ 03 ມັງກອນ 2018 ທີ່ໄດ້ກຳນົດເອົາ ຜະລິດຕະພັນໄມ້ອັດຈາກໄມ້ບົດ ແລະ ໃຍໄມ້ ນອນໃນລາຍການບັນຊີສິນຄ້າທີ່ສາມາດສົ່ງອອກ (ກະຊວງ ອຸດສາຫະກຳ ແລະ ການຄ້າ, 2018). ສະນັ້ນເພື່ອ ເສີມສ້າງ ຄວາມອາດສາມາດໃຫ້ແກ່ການຜະລິດພາຍໃນ ຈິ່ງ ຈຳເປັນຕ້ອງມີການຄົ້ນຄ້ວາ ຊອກຫາເຕັກນິກໃໝ່ ສາມາດນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການຜະລິດ ທີ່ສອດຄ່ອງກັບເນື້ອໃນຈິດໃຈ ຂອງພັກ-ລັດ ທີ່ໄດ້ວາງນິຕິກຳເພື່ອສົ່ງເສີມວຽກງານໃຫ້ຜະສົບຜົນສຳເລັດ ແລະ ປະກົດຜົນເປັນຈິງ.

ຈຸດປະສົງຂອງການຄົ້ນຄວ້າແມ່ນເພື່ອ ຊອກຫາອັດຕາຄວາມໄວການອັດຮ້ອນສຳລັບແຜ່ປ່ອງໄມ້ປ່ອງຜ່າເຄິ່ງໃຫ້ ຢຽດແຜ່ເປັນແຜ່ນຮາບລຽບ ແລະ ປະເມີນການທຳລາຍເນື້ອໄມ້ທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ໃນລະດັບອຸນນະພູມທີ່ແຕກ ຕ່າງກັນຂອງແມງມອດ.

## 2. ວິທີການຄົ້ນຄວ້າ

### 2.1 ການກະກຽມໄມ້ຕົວຢ່າງ

ໄມ້ຟາງ *Dendrocalamus membranaceus* ໄດ້ຖືກເລືອກ ມາທົດລອງ, ການກະກຽມໄມ້ຕົວຢ່າງ ໂດຍເລີ່ມຈາກການຄັດເລືອກ ແລະ ຕັດໄມ້ຕົວຢ່າງ ຈຳນວນ 10 ລຳ ເຊິ່ງເປັນລຳທີ່ມີອາຍຸປະມານ 3–5 ປີ ມີ ຮູບຊົງລຳຕົ້ນຊື່ດີປາຊະຈາກຕຳນິ, ວັດແທກຂະໜາດໜ້າຕ່າງ, ຄວາມໜາ, ຄວາມຍາວຂອງປ້ອງ ແລະ ລຳ. ຫຼັງຈາກ ນັ້ນນຳໄປຜ່າອອກເປັນສອງປ່ຽງຕໍ່ 1 ປ້ອງ ດັ່ງສະແດງໃນ ຮູບທີ 1. ການຕັດ ແລະ ຜ່າໄມ້ຕົວຢ່າງ ຂ້າງລຸ່ມນີ້:



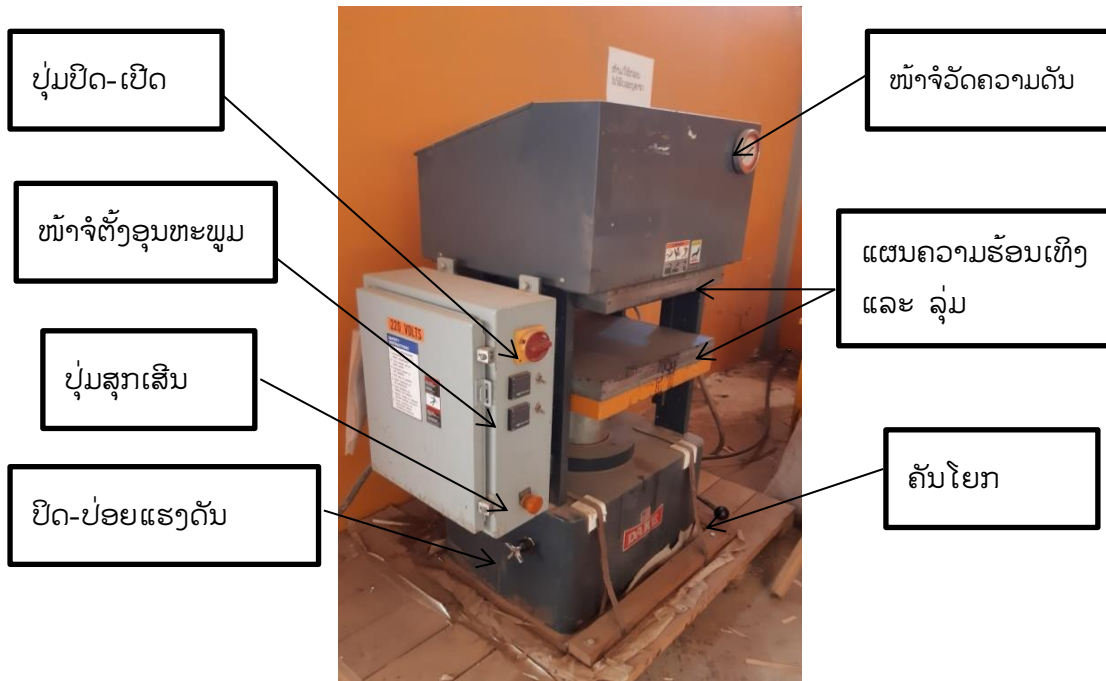
ຮູບທີ 1. ການຕັດ ແລະ ຜ່າໄມ້ຕົວຢ່າງ

ຫຼັງຈາກນັ້ນ ນຳເອົາຕົວຢ່າງໄປແຊ່ນ້ຳໄວ້ໃນຖັງ ແລ້ວແຊ່ໄວ້ 30 ວັນ. ຫຼັງຈາກຄົບຕາມຈຳນວນມີການແຊ່ ນ້ຳແລ້ວ ຈະໄດ້ນຳເອົາຕົວຢ່າງມາດຳເນີນການທົດລອງໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງຈັກອັດຮ້ອນ (ຮູບທີ 1).

### 2.2 ເຄື່ອງຈັກທີ່ນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການແຜ່ໄມ້ປ້ອງ

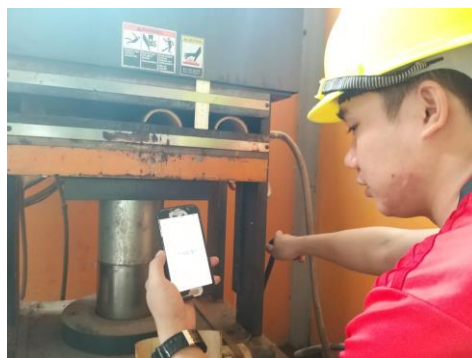
ເຄື່ອງຈັກອັດຮ້ອນ (Dake Pressure) ແມ່ນໄດ້ຖືກນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການແຜ່ໄມ້ປ້ອງ (ຮູບທີ 2) . ເຄື່ອງ ຈັກດັ່ງກ່າວແມ່ນຜະລິດໂດຍບໍລິສັດ BSY. ຫົວໜ່ວຍອຸນນະພູມ ທີ່ສະແດງວັດແທດແມ່ນ ອົງສາຟາເຣນຮາຍ

(°F). ເຄື່ອງຈັກ Dake Pressure ຄວາມສາມາດແຮງອັດ ໄດ້ເຖິງ 75 ໂຕນ. ເຄື່ອງຈັກມີຂະໜາດ 48.26 cm x 48.26 cm.



ຮູບທີ 1. ເຄື່ອງອັດຮ້ອນ DAKE PRESSURE

ໃນການດຳເນີນການແຜ່ໄມ້ປ້ອງ ແມ່ນການໃຊ້ແຮງງານ ຄົນເປັນຫຼັກ (ຮູບທີ 3) ໃນການຄວບຄຸມການໃຊ້ ແຮງອັດເຄື່ອງຈັກອັດຮ້ອນ Dake Pressure ໂດຍພາຍໃຕ້ເງື່ອນໄຂອຸນະພູມ 140 ອົງສາເຊ. ການທົດສອບແມ່ນ ໄດ້ໃຊ້ອັດຕາການໜີບຂອງເຄື່ອງ ໂດຍຄວບຄຸມການດຶງ ຄັນໂຍກ (ຮູບທີ 2) ເຊິ່ງຄິດເປັນອັດຕາຄວາມໄວເປັນມິນ ລິແມັດຕໍ່ນາທີ ເຊັ່ນ: 0.4, 0.6, 0.8 ຂຶ້ນກັບຄວາມໜາຂອງປ້ອງໄມ້ປ້ອງ ຄື: ອັດຕາການໜີບ 0.4ມມ/ນາທີ ມີ 16 ຕົວຢ່າງ), 0.6ມມ/ນາທີ (46 ຕົວຢ່າງ), 0.8ມມ/ນາທີ (20 ຕົວຢ່າງ).



ຮູບທີ 2. ການຄວບຄຸມເຄື່ອງຈັກອັດຮ້ອນດ້ວຍມື

### 2.3 ການຄຳນວນຫາອັດຕາການອັດໄມ້ປ່ອງ

ລະດັບການຢຽດແຜ່ເປັນແຜ່ນແມ່ນຄິດໄລ່ຕາມສູດທີ່ 1 ທີ່ໄດ້ນຳສະເໜີ ແລະ ນຳໃຊ້ ໂດຍ ຄະນະນັກຄົ້ນຄວ້າ Parkkeeree, T., Matan, N. & Kyokong, B (2015).

$$F = \frac{(r_0-h)}{(r_0-d)} \quad (\text{ສູດຄິດໄລ່ 1})$$

ເຊິ່ງວ່າ:  $r_0$  = ຄວາມສູງຂອງການກົງທຳອິດ ຫຼື ຂະໜາດລັດສະໝີຂອງໄມ້ປ່ອງ (ນັບແຕ່ຂອບດ້ານນອກ)

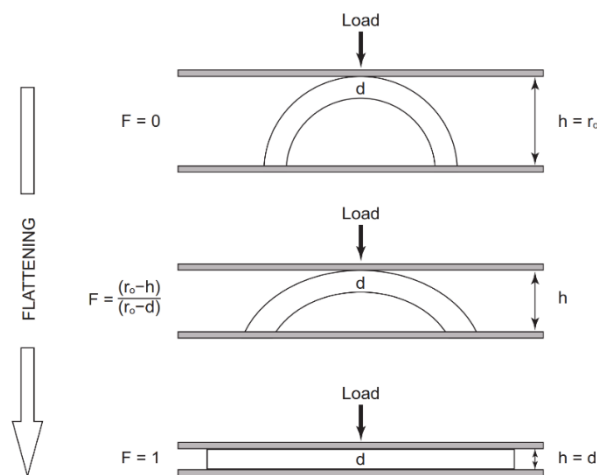
$d$  = ຄວາມໜາຂອງປ້ອງໄມ້ປ່ອງ

$h$  = ຄວາມສູງຂອງການກົງ

$F$  = ລະດັບການແຜ່ຢຽດອອກເປັນຮາບລຽບ

ໃນເງື່ອນໄຂທີ່  $h=r_0$  ໝາຍຄວາມວ່າ  $F = 0$ .

ຜາຍຫຼັງສຳເລັດການແຜ່ໄມ້ປ່ອງ ໂດຍການປ່ຽນຮູບຮ່າງກາຍເປັນແຜ່ນລຽບຢ່າງສົມບູນ ຄື  $h = d$ , ໝາຍຄວາມວ່າ  $F = 1$  ລະດັບການແຜ່ໄມ້ປ່ອງທີ່ສົມບູນແບບທີ່ບໍ່ມີຮອຍແຕກ ດັ່ງຂະບວນການປ່ຽນແປງທາງດ້ານຮູບຮ່າງ ສະແດງໃນຮູບທີ 4. ຄ່າຂອງລະດັບການແຜ່ແມ່ນໄດ້ມາຈາກ ການຄິດໄລ່ (ສູດຄິດໄລ່ 1).



ຮູບທີ 3. ຮູບຜາບສະແດງກ່ຽວກັບ ຂະບວນການປ່ຽນແປງຮູບຮ່າງ ທີ່ບົ່ງບອກເຖິງ ລະດັບອົງສາຂອງການແຜ່ໄມ້ປ່ອງ ອ້າງອີງຈາກ PARKKEEREE, T., MATAN, N. & KYOKONG, B (2015)

### 2.4 ການປະເມີນການທຳລາຍຂອງມອດກັບໄມ້ປ່ອງຜ່ານການອົບຮ້ອນ (Thermo)

ແຜ່ນລຽບໄມ້ປ່ອງຖືກອົາມາ ອົບຮ້ອນດ້ວຍເຄື່ອງ (Hot press) ໃນລະດັບອຸນຫະພູມ 175°C, 200°C, ແລະ 225°C. ໃຊ້ເວລາອົບແຕ່ລະລະດັບ 10 ນາທີ ຕໍ່ຕົວຢ່າງດັ່ງໃນຮູບ 5.



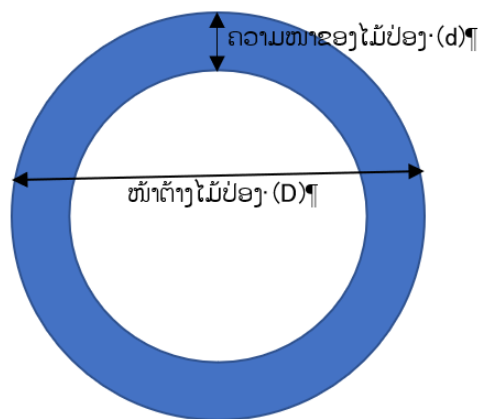
ຮູບທີ 4. ການອົບຮ້ອນໄມ້ປ້ອງແຜ່ນລຽບ

ໄມ້ຕົວຢ່າງທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນຖືກນຳມາວາງໄວ້ໃນຫ້ອງປົກກະຕິ ຮວມກັບໄມ້ຊະນິດອື່ນໆ ເປັນເວລາ 6 ເດືອນ (30 ພະຈິກ 2020 ຫາ 30 ພຶດສະພາ 2021) ຈຶ່ງປະເມີນສະພາບການທຳລາຍຂອງແມງມອດ.

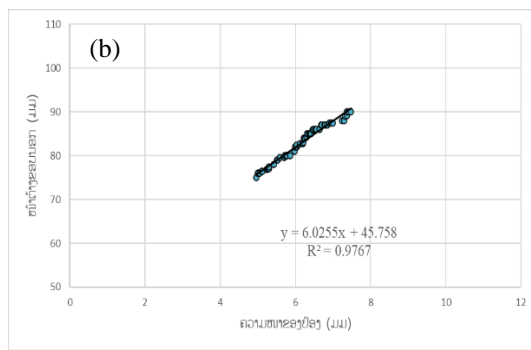
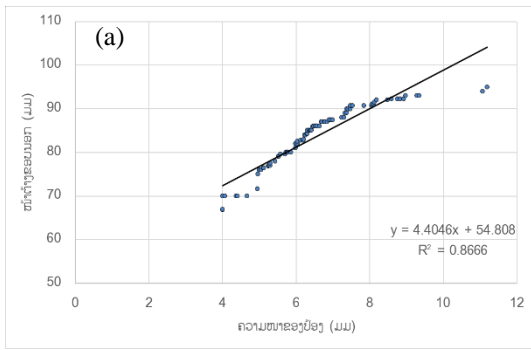
### 3. ຜົນຂອງການຄົ້ນຄວ້າ(ຂອບດ້ານນອກ)

#### 3.1 ຄວາມສຳພັນລະຫວ່າງໜ້າຕ້າງ ແລະ ຄວາມໜາຂອງໄມ້ຝາງ.

ຜົນຂອງການວິເຄາະໂດຍນຳໃຊ້ເຄື່ອງມືທາງສະຖິຕິ Linear regression ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ຄ່າຄວາມໜາຂອງໄມ້ປ້ອງ ແລະ ໜ້າຕ້າງຂອງໄມ້ປ້ອງ (ຮູບທີ 6) ທັງສອງປັດໃຈ (ມີລະດັບຄວາມສຳພັນກັນ ໃນລະດັບ 86% ( $R^2=0.86$ ) ສຳລັບໄມ້ປ້ອງທີ່ມີຄວາມໜາ ລະຫວ່າງ 68–95ມມ (ຮູບທີ 7(a)). ແຕ່ວ່າ ເມື່ອພິຈາລະນາເບິ່ງການກະຈາຍຂອງຂໍ້ມູນ ເຫັນວ່າ ຂອບເຂດທີ່ມີຄວາມສຳພັນກັນສູງທີ່ສຸດແມ່ນ ຊ່ວງລະຫວ່າງ 75–90ມມ (ຮູບທີ 7(b)) ຜົນການວິເຄາະສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ມີຄວາມເປັນໄດ້ເຖິງ 97% ( $R^2=0.97$ ) ສູງກວ່າ ຂອບເຂດລວມເອົາຄ່າທີ່ຕໍ່າກວ່າ 75ມມ ແລະ ຫຼາຍກວ່າ 90ມມ.



ຮູບທີ 5. ຄວາມສຳພັນລະຫວ່າງໜ້າຕ້າງ ແລະ ຄວາມໜາຂອງໄມ້ຝາງ.

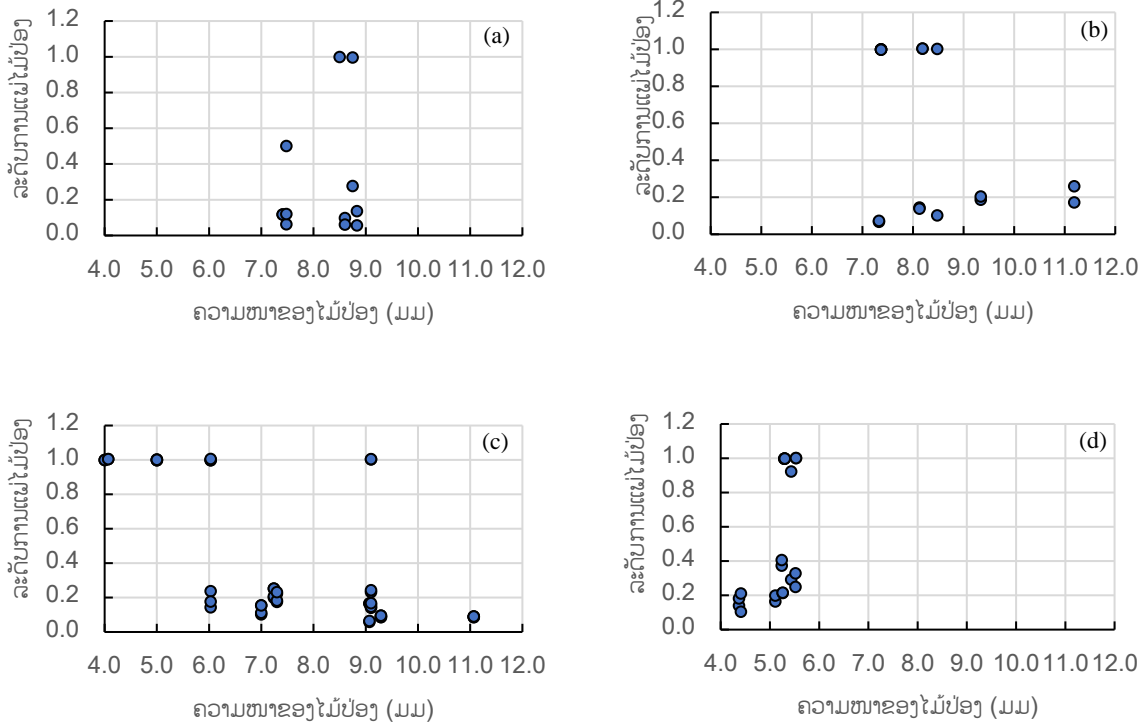


ຮູບທີ 6. ການພົວພັນລະຫວ່າງ  $r_0$  ແລະ  $d$  ຄວາມໜາຂອງໄມ້ຝາງ  $r_0$  68–95ມມ (A) ແລະ ສໍາລັບໄມ້ປ່ອງທີ່ມີ  $r_0$  75–9 ມມ (B)

### 3.2 ອັດຕາຄວາມໄວໃນການໜີບ

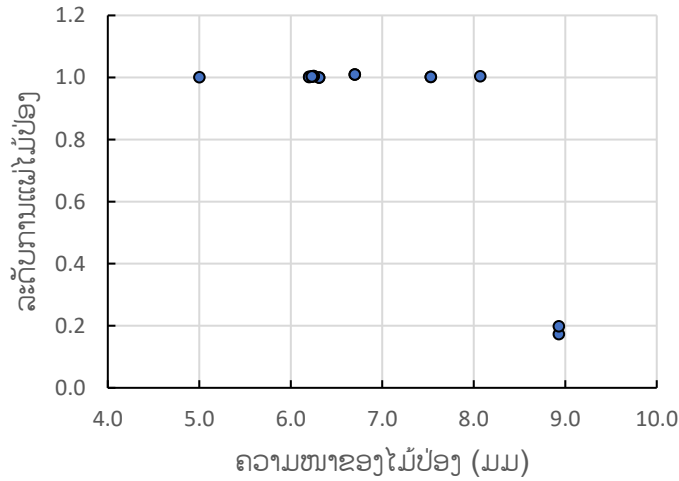
ຜົນຂອງການທົດລອງ ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ເງື່ອນໄຂທີ່ນໍາໃຊ້ເຂົ້າໃນການອັດແມ່ນຍັງບໍ່ທັນໄດ້ຮັບຜົນດີ ເທົ່າທີ່ຄວນ ເຊິ່ງມັນສະແດງໃຫ້ເຫັນ ລະດັບການແຜ່ໄມ້ປ່ອງ ທີ່ສາມາດບັນລຸ  $F=1$  ແມ່ນມີຈໍານວນບໍ່ຫຼາຍ. ການ ໃຊ້ຄວາມໄວໃນການອັດໃນລະດັບ 0,3ມມ ຕໍ່ນາທີ, 0,4ມມ ຕໍ່ນາທີ, 0,6ມມ ຕໍ່ນາທີ ແລະ 0,8ມມ ຕໍ່ນາທີ ແມ່ນ ບັນລຸໄດ້ 17%, 44%, 28% ແລະ 30% ຕາມລໍາດັບ.

ນອກຈາກ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງທີ່ສາມາດບັນລຸ  $F=1$ , ຮູບທີ 7 ຍັງສະແດງໃຫ້ເຮົາຮູ້ວ່າ ການກະຈາຍຂອງຂໍ້ມູນ ລະດັບການແຜ່ໄມ້ປ່ອງ ໃນແຕ່ລະ ລະດັບຄວາມໄວຂອງການອັດ ທີ່ບໍ່ສາມາດບັນລຸ  $F=1$  ເຊັ່ນ: ລະດັບການອັດ 0,3 ມມ ຕໍ່ນາທີ ມີຄ່າ  $F<0,5$ ; 0,4ມມ ( $F<0,3$ ); 0,6ມມ ( $F<0,2$ ) ແລະ 0,8ມມ ຕໍ່ນາທີ ( $F<0,4$ ). ຂໍ້ມູນນີ້ ຊ່ວຍໃຫ້ເຂົ້າໃຈເຖິງ ຄວາມເປັນໄປໄດ້ ຂອງການອັດແມ່ນຍັງຢູ່ໃນລະດັບຕໍ່າ ແລະ ຄວນໄດ້ຮັບການສືບຕໍ່ຊອກຫາ ປັດໃຈ ແລະ ເງື່ອນໄຂເພື່ອໃຫ້ບັນລຸ  $F=1$ .



ຮູບທີ 7. ລະດັບການແຜ່ໄມ້ປ້ອງ ຂອງການທົດລອງຕົວຢ່າງໄມ້ ຈາກການໃຊ້ຄວາມໄວການອັດ 0.3 (A), 0.4 (B), 0.6 (C) ແລະ 0.8 ມມ ຕໍ່ນາທິ (D)

ການທົດລອງຍັງໄດ້ສືບຕໍ່ອີກລະດັບໜຶ່ງ ໂດຍເພີ່ມລະດັບອຸນະພູມການອັດຈາກ 120 ອົງສາເຊ ຂຶ້ນມາ ເປັນ 125 ອົງສາເຊ ແລະ ນຳໃຊ້ຄວາມໄວການອັດ 0.3 ມມ ຕໍ່ນາທິ. ຜົນຂອງການທົດລອງ ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ລະດັບອົງສາຂອງການແຜ່ໄມ້ປ້ອງ ທີ່ສາມາດບັນລຸ  $F=1$  ກວມເອົາເຖິງ 87% (ຮູບທີ 8) ເຫັນວ່າ ມີຄວາມເປັນໄປ ໄດ້ຫຼາຍກວ່າ ການທົດລອງເມື່ອໃຊ້ອຸນະພູມທີ່ຕໍ່າກວ່າ ດັ່ງທີ່ສະແດງໃນ ຮູບທີ 7(a) ທີ່ສາມາດບັນລຸໄດ້ພຽງແຕ່ 17%. ຮູບທີ 9 ສະແດງໃຫ້ເຫັນ ລັກສະນະການແຜ່ໄມ້ປ້ອງ ຈາກເຄິ່ງປ້ອງມາເປັນແຜ່ນລຽບ ທີ່ປາສະຈາກຮອຍ ແຕກ ເຊິ່ງໃຊ້ເວລາໃນການອັດໃຫ້ເປັນແຜ່ນລຽບແມ່ນ  $50 \pm 14$  ນາທີ. ໄລຍະເວລາ ຂອງການອັດໄມ້ ຈາກເຄິ່ງປ້ອງ ມາເປັນແຜ່ນລຽບ ໂດຍນຳໃຊ້ເຄື່ອງຈັກອັດຮ້ອນ ພາຍໃຕ້ເງື່ອນໄຂດັ່ງກ່າວເຫັນວ່າ ໄລຍະການອັດແມ່ນໄວກວ່າ ວິທີ ການອັດ ໂດຍນຳໃຊ້ເຕົາອົບອາຍນ້ຳ ດັ່ງທີ່ໄດ້ທົດສອບໂດຍ ລັດສະໝີ ບຸບຜາ (2020) ແຜ່ໄມ້ປ້ອງ (ປອກເປືອກ ອອກ 50%) ແມ່ນໃຊ້ເວລາການແຜ່ 5 ຊົ່ວໂມງ.



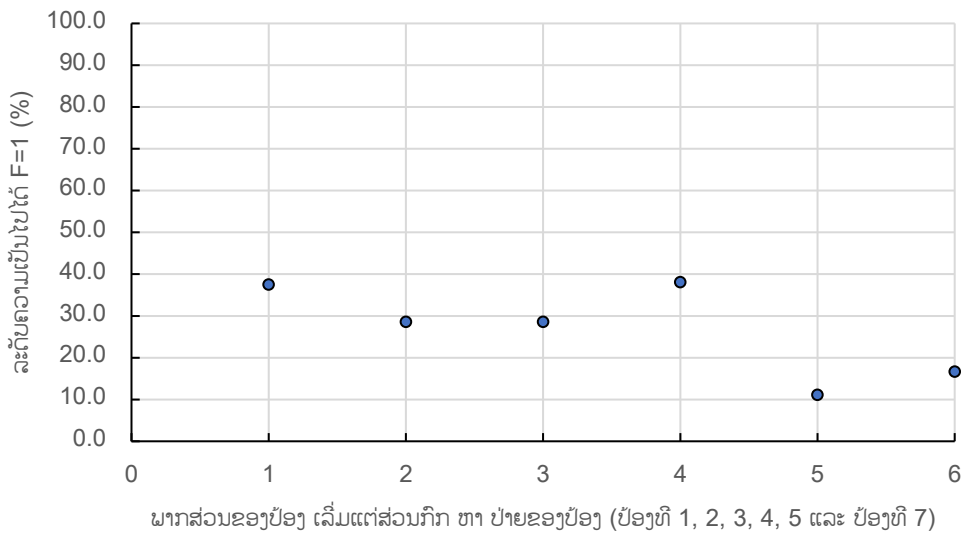
ຮູບທີ 8. ລະດັບການແຜ່ໄມ້ປ້ອງ ຂອງການທົດລອງຕົວຢ່າງໄມ້ ຈາກການໃຊ້ຄວາມໄວການອັດ 0.3ມມຕໍ່ນາທີ ອັດຮ້ອນ (125 ອົງສາເຊ)



ຮູບທີ 9. ລັກສະນະການແຜ່ໄມ້ປ້ອງ ຈາກເຄິ່ງປ້ອງມາເປັນແຜ່ນລຽບ

ປັດໄຈທີ່ອາດເຮັດໃຫ້ໄມ້ປ້ອງແຕກໃນຂະນະທີ່ກຳລັງ ອັດຮ້ອນ ອາດເນື່ອງມາຈາກ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ້ອງທີ່ມາ ຈາກປ້ອງສ່ວນກົກ ເນື່ອງຈາກ ສ່ວນກົກແມ່ນຄ້ອນຂ້າງເປັນໄມ້ແກ່ ແລະ ແຂງກວ່າ ພາກສ່ວນກາງ ແລະ ປາຍລຳ ຂອງໄມ້ປ້ອງ. ຈາກການວິເຄາະຂໍ້ມູນ ຮູບທີ 10 ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າລະດັບຄວາມເປັນໄປໄດ້ ຫາກມີການພິຈາລະນາ ເອົາພາກສ່ວນຂອງລຳໄມ້ປ້ອງ ມາເປັນປັດໄຈໃນການ ສັງເກດວ່າ ລະດັບການແຜ່ໄມ້ປ້ອງ ອາດບໍ່ແມ່ນ ພາກສ່ວນ ຂອງລຳໄມ້ປ້ອງ. ດັ່ງໃນຮູບທີ 10, ປ້ອງທີ່ 1 ແລະ ປ້ອງທີ່ 4 ມີລະດັບຄວາມເປັນໄປໄດ້ຄິດເປັນເປີເຊັນແມ່ນ 37% ແລະ 38% ເຫັນວ່າມີລະດັບ ສູງກວ່າປ້ອງອື່ນໆ (ປ້ອງທີ່ 2, 3, 5 ແລະ ປ້ອງທີ່ 6). ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມ ລະດັບ

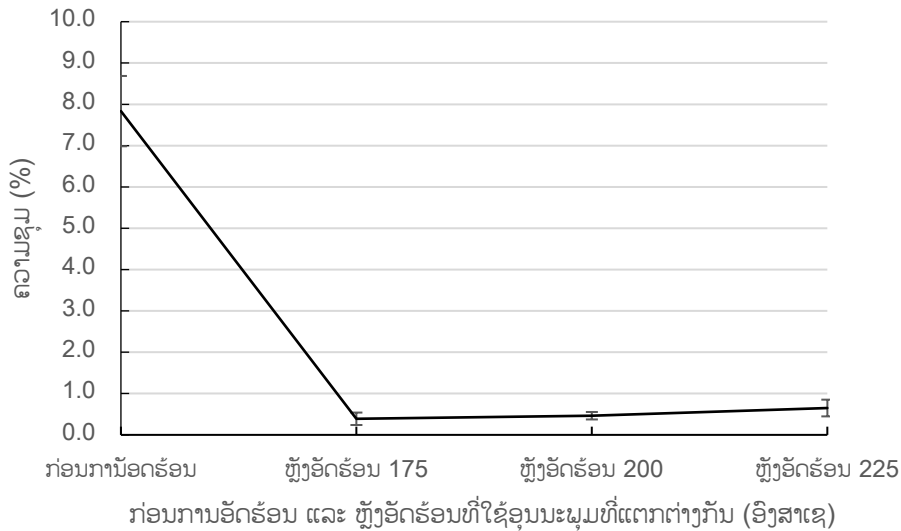
ຄວາມເປັນໄປໄດ້ນັ້ນຖືວ່າຍັງຕໍ່າ (ຕໍ່າກວ່າ 50%). ສະນັ້ນ, ປັດໄທທີ່ເຮັດໃຫ້ໄມ້ແຕກໃນຂະນະອັດຮ້ອນ ອາດບໍ່ແມ່ນ ເຫດຜົນ ແຕ່ມັນມີຄວາມກ່ຽວຂ້ອງກັບ ລະດັບອຸນນະພູມຫຼາຍກວ່າ ດັ່ງທີ່ໄດ້ທົດສອບເພີ່ມເຕີມ ຜົນຂອງການ ຄົ້ນຄວ້າ ດັ່ງລາຍລະອຽດ ສະແດງໃຫ້ເຫັນໃນຮູບທີ 8 ທີ່ມີການ ເພີ່ມລະດັບອຸນນະພູມການອັດຈາກ 120 ອົງສາເຊ ຂຶ້ນມາເປັນ 125 ອົງສາເຊ ແລະ ນຳໃຊ້ຄວາມໄວການອັດ 0.3 ມມ ຕໍ່ນາທີ ເຊິ່ງຜົນຂອງການທົດສອບໄດ້  $F=1$  ບັນລຸສູງເຖິງ 87%.



ຮູບທີ 10. ລະດັບຄວາມເປັນໄປໄດ້ຂອງການແຜ່ໄມ້ປ້ອງອີງຕາມພາກສ່ວນຂອງລຳໄມ້ປ້ອງ

### 3.3 ການທຳລາຍໄມ້ປ້ອງຈາກແມງມອດ.

ກ່ອນນຳເອົາໄມ້ປ້ອງໄປອົບຮ້ອນ, ຕົວຢ່າງໄມ້ທັງໝົດແມ່ນໄດ້ຜ່ານການກວດສອບຫາຄວາມຊຸ່ມ ກ່ອນ ແລະ ຫຼັງການອົບຮ້ອນ. ເຊິ່ງລາຍລະອຽດແມ່ນສະແດງໃນຮູບທີ 11. ພາຍຫຼັງໄມ້ປ້ອງ ສຳເລັດການແຜ່ໄດ້ຢ່າງ ສົມບູນແລ້ວ ເຫັນວ່າ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ້ອງ ມີຄ່າຄວາມຊຸ່ມສະເລ່ຍ  $7.8 \pm 0.9\%$ . ພາຍຫຼັງ ນຳມາອົບຮ້ອນໃນອຸນນະພູມ 175 ອົງສາເຊ ຄວາມຊຸ່ມຂອງໄມ້ຫຼຸດລົງ ຍັງເຫຼືອ 0.4%, ສຳລັບຕົວຢ່າງຜ່ານການອັດຮ້ອນ 200 ອົງສາເຊ ມີຄວາມ ຊຸ່ມ 0.5% ແລະ ສຳລັບ 225 ອົງສາເຊ ແມ່ນ 0.6%. ນີ້ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ພາຍຫຼັງການອົບຮ້ອນ ຄວາມຊຸ່ມ ຂອງໄມ້ປ້ອງແຜ່ນລຽບ ແມ່ນມີຄ່າຕໍ່າກວ່າ 1%.



ຮູບທີ 11. ການປ່ຽນແປງຄວາມຊຸ່ມຂອງໄມ້ປ່ອງ ກ່ອນ ແລະ ຫຼັງອົບຮ້ອນໃນອຸນນະພູມແຕກຕ່າງກັນ

ໄມ້ປ່ອງທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ໃນອຸນນະພູມ ສາມລະດັບຄື 175°C, 200°C, ແລະ 225°C. ການອົບຮ້ອນແຕ່ລະລະດັບແມ່ນໃຊ້ເວລາ 30 ນາທີ. ພາຍຫຼັງເກັບໄວ້ໃນອາຄານ ເປັນເວລາ 6 ເດືອນ. ຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງໄດ້ນຳມາ ສັງເກດ ແລະ ວິເຄາະເບິ່ງ ການທຳລາຍຂອງແມງມອດ ສຳລັບຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງທີ່ບໍ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ແລະ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ.

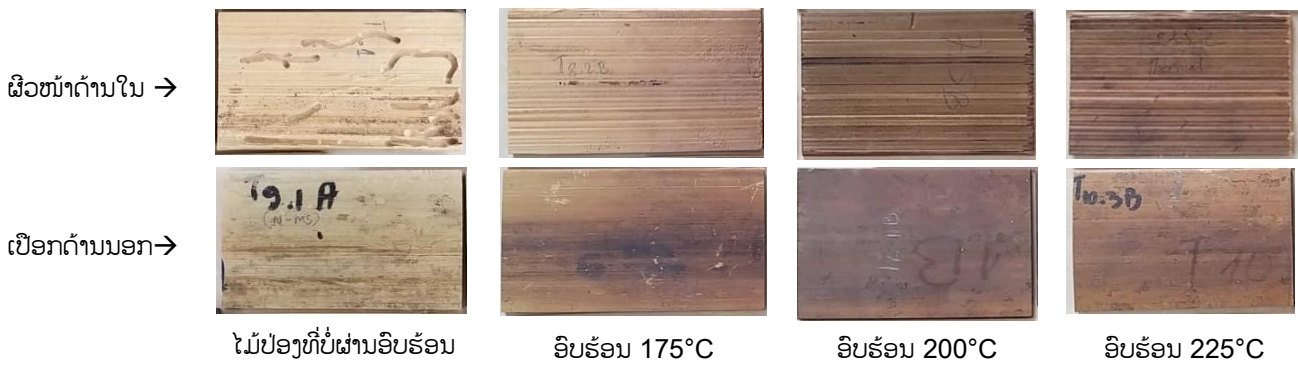
ສຳລັບຕົວຢ່າງທີ່ບໍ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ສັງເກດເຫັນວ່າ ມີການທຳລາຍຂອງແມງມອດ ເຊິ່ງແມງມອດ ໄດ້ເຈາະເນື້ອໄມ້ປ່ອງ ຜ່ານທາງຜິວໜ້າດ້ານໃນ. ຈາກການວັດແທກເນື້ອທີ່ ທີ່ແມງມອດເຈາະ ແມ່ນໄດ້ວັດແທກໂດຍນຳໃຊ້ ໂປແກມ Image J. 1.49V ດັ່ງໃນຮູບ 12 ລຸ່ມນີ້:



ຮູບທີ 12. ການວັດແທກເນື້ອທີ່ ທີ່ຖືກທຳລາຍຈາກ ແມງມອດ ໂດຍນຳໃຊ້ ໂປແກມ IMAGE J

ເນື້ອທີ່ ທີ່ຖືກທຳລາຍແມ່ນ ເຊິ່ງກວມເອົາປະມານ 10 ສວນຮ້ອຍ ຂອງເນື້ອທີ່ທັງໝົດ ຂອງເນື້ອທີ່ທັງໝົດ ຂອງໄມ້ປ່ອງແຜ່ນລຽບ.

ສຳລັບ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງ ທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ 175°C, 200°C, ແລະ 225°C ແມ່ນບໍ່ພົບເຫັນ ການທຳລາຍຂອງແມງມອດ. ແຕ່ເຖິງຢ່າງໃດກໍ່ຕາມ ເມື່ອພິຈາລະນາເຖິງ ຄວາມແຕກຕ່າງ ທີ່ສາມາດ ສັງເກດເຫັນດ້ວຍ ຕາເປົ່າ ເຮົາສາມາດເວົ້າໄດ້ວ່າ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ຈະມີການປ່ຽນສີ ຄືມີສີດຳກວ່າ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງ ທີ່ບໍ່ໄດ້ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ເຊັ່ນວ່າ: ຕົວຢ່າງໄມ້ທີ່ອົບຮ້ອນ ເທົ່າໃດຍິ່ງເຮັດໃຫ້ໄມ້ມີສີດຳຂຶ້ນຫຼາຍເທົ່ານັ້ນ ຄືກັບການ ທົດລອງຂອງ Lee, C.-H *et al* (2018). ດັ່ງໃນຮູບທີ 13 ລຸ່ມນີ້.



ຮູບທີ 13. ສະພາບການທຳລາຍຂອງໄມ້ປ່ອງ ທີ່ບໍ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ແລະ ຜ່ານການອົບຮ້ອນ 175°C, 200°C ແລະ 225°C

**4. ສະຫຼຸບ ແລະ ສະເໜີແນະ**

ຜົນຂອງການທົດລອງ ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ເງື່ອນໄຂທີ່ນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການອັດຮ້ອນ ສຳລັບ 120 ອົງສາເຊ ແລະ ຄວາມໄວການອັດໃນລະດັບ 0,3ມມ ຕໍ່ນາທີ ສາມາດເຮັດໃຫ້ໄມ້ປ່ອງແຜ່ອອກເປັນແຜ່ນລຽບໄດ້ ພຽງແຕ່ 17%, ສຳລັບ ການໃຊ້ຄວາມໄວການອັດໃນລະດັບ 0,4ມມ ຕໍ່ນາທີ ແມ່ນ ບັນລຸໄດ້ 44%, 0,6ມມ ຕໍ່ນາທີ ແມ່ນ 28% ແລະ ອັດໃນລະດັບ 0,8ມມ ຕໍ່ນາທີ ແມ່ນໄດ້ 30%. ການທົດລອງຍັງໄດ້ສືບຕໍ່ອີກລະດັບໜຶ່ງ ໂດຍເພີ່ມລະດັບ ອຸນນະພູມການອັດຮ້ອນຈາກ 120 ອົງສາເຊ ຂຶ້ນມາເປັນ 125 ອົງສາເຊ ແລະ ນຳໃຊ້ຄວາມໄວການອັດ 0.3 ມມ ຕໍ່ ນາທີ. ຜົນຂອງການທົດລອງ ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ລະດັບການແຜ່ໄມ້ປ່ອງ ທີ່ສາມາດບັນລຸເຖິງ 87%.

ສຳລັບຕົວຢ່າງທີ່ບໍ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ສັງເກດເຫັນວ່າ ມີການທຳລາຍຂອງແມງມອດ ເຊິ່ງແມງມອດ ໄດ້ ເຈາະເນື້ອໄມ້ປ່ອງ ຜ່ານທາງເປືອກດ້ານໃນ. ເນື້ອທີ່ ທີ່ຖືກທຳລາຍກວມເອົາປະມານ 10 ສວນຮ້ອຍ ຂອງເນື້ອທີ່ທັງ ໝົດ ຂອງເນື້ອທີ່ທັງໝົດຂອງໄມ້ປ່ອງແຜ່ນລຽບ. ສຳລັບ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງ ທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ 175°C, 200°C, ແລະ 225°C ແມ່ນບໍ່ພົບເຫັນ ການທຳລາຍຂອງແມງມອດ, ແຕ່ເຖິງຢ່າງໃດກໍ່ຕາມ ເມື່ອພິຈາລະນາເຖິງ ຄວາມ ແຕກຕ່າງ ທີ່ສາມາດ ສັງເກດເຫັນດ້ວຍຕາເປົ່າ ເຮົາສາມາດເວົ້າໄດ້ວ່າ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ຈະມີ ການປ່ຽນສີ ຄືມີສີດຳກວ່າ ຕົວຢ່າງໄມ້ປ່ອງທີ່ບໍ່ໄດ້ຜ່ານການອົບຮ້ອນ.

## ເອກະສານອ້າງອີງ

Jiang Zehui (Editor) (2007). Bamboo and Rattan in the World. China Forestry Publishing house.

Dinesh Bhonde, Dr. P. B. Nagarnaik, Dr. D. K. Parbat, Dr. U. P. Waghe. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 1, January-2014 455 ISSN 2229-5518

Hari Nugraha, Ismail Alif Siregar, & Taufiq Panji Wisesa. (2015). Steam box System for Bamboo Bending Process Paper presented at the The 1ST UMM International Conference on Pure and Applied Research (UMM-ICOPAR 2015), Pembangunan Jaya University, Kampus UPJ I Jl Boulevard Bintaro Sektor VII, Bintaro Jaya Tangerang 15224

ກົມປ່າໄມ້, 2015. ບົດລາຍງານ ການປົກຫຸ້ມປ່າໄມ້ຂອງ ສປປ ລາວ

Flattening of Bamboo by Thermo mechanical Treatment. 10th World Bamboo Congress, Korea (2015)

ລັດຖະບານ, 2016. ຄໍາສັ່ງສະບັບເລກທີ 15/ນຍ ລົງວັນທີ 13 ພຶດສະພາ 2016 ກ່ຽວກັບການສ້າງຄວາມເຂັ້ມແຂງທີ່ເຂັ້ມງວດໃນການຂຸດຄົ້ນໄມ້ ແລະ ການກວດສອບ, ການຂົນສົ່ງ ແລະ ທຸລະກິດທີ່ກ່ຽວກັບໄມ້, ຢຸດເຊົາການສົ່ງອອກໄມ້ທ່ອນ, ໄມ້ຕີຕັບ, ໄມ້ແປຮູບ, ຮາກໄມ້, ຫງໍາໄມ້ ແລະ ຕົ້ນໄມ້ຈາກປ່າທໍາມະຊາດ ແລະ ສວນປູກ

Fang, C.-H., Jiang, Z.-H., Sun, Z.-J., Liu, H.-R., Zhang, X.-B., Zhang, R., & Fei, B.-H. (2018). An overview on bamboo culm flattening. Construction and Building Materials, 171, 65-74. doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.03.085

ກະຊວງອຸດສາຫະກຳ ແລະ ການຄ້າ, 2016. ບົດລາຍງານການພັດທະນາອຸດສາຫະກຳຂອງ ສປປ ລາວ.

Lee, C.-H., Yang, T.-H., Cheng, Y.-W., & Lee, C.-J. (2018). *Effects of thermal modification on the surface and chemical properties of moso bamboo. Construction and Building Materials, 178, 59–71.* doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.05.099

ກະຊວງອຸດສາຫະກຳ ແລະ ການຄ້າ, 2018. ຜະລິດຕະພັນໄມ້ເພື່ອສິ່ງອອກ ແລະ ຫ້າມສິ່ງອອກ ຂອງລັດຖະມົ

ກະຊວງອຸດສາຫະກຳ ແລະ ການຄ້າ ສະບັບປັບປຸງ ເລກທີ 002/ອຄ.ກອຫ ລົງວັນທີ 03 ມັງກອນ 2018,

Khamtan Phonetip, Graham Brodie, Barbara Ozarska, Benoit Bulleville and Latsamy Boupcha (2018). Applying a GIS-based Fuzzy method to identify suitable locations for solar kilns, BioResource Journal.

ບົວລອຍ ສີໂສລາດ 2019. ຄວາມທົນທານຕາມທຳມະຊາດ ແລະ ການປ້ອງໄມ້ຈາກປວກໃນກໍລະນີທີ່ນິຍົມໃຊ້  
ໃນການກໍ່ສ້າງ

ສິມເລີດ ແກ້ວລະຄອນ. (2019). ການແຜ່ໄມ້ປ້ອງໃຫ້ເປັນຜະລິດຕະພັນໄມ້ປຸ້ມ. (Bachelor), National University of Laos,

ບົວລອຍ ສີໂສລາດ. (2019). ຄວາມທົນທານຕາມທຳມະຊາດ ແລະ ການປ້ອງໄມ້ຈາກປວກໃນກໍລະນີທີ່ນິຍົມ  
ໃຊ້ໃນການກໍ່ສ້າງ. (Bachelor), National University of Laos,

ລັດສະໝີ ບຸບຜາ, ຄຳຕານ ພອນທິບ, ອຸດອນ ສີຈະເລີນ, ຂັນໄຊ ຄຳມະນີວົງ, ສີ່ ຊຶ່ງ, ປ້ອງກີ້ ພິມມະຈັນ, & ສິມ  
ເລີດ ແກ້ວລະຄອນ. (2020). ນະວັດຕະກຳການຢຽດໄມ້ປ້ອງໃຫ້ເປັນຜະລິດຕະພັນໄມ້ປຸ້ມ.

ໂຄງການພັດທະນາຫວາຍ ແລະ ໄມ້ປ້ອງ. (1994). ບາງຊະນິດພັນໄມ້ປ້ອງຢູ່ໃນ ສ ປປ ລາວ. Retrieved from

ເອກະສານຊ້ອນທ້າຍ 1



(a) ຕົວຢ່າງໄມ້ປ້ອງ ທີ່ບໍ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ທີ່ຖືກວາງໄວ້ພາຍໃນອາຄານ



(b) ຕົວຢ່າງໄມ້ປ້ອງທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ 175°C ແລະ ຖືກວາງໄວ້ໃນອາຄານ

ຮູບທີ 14. ສະພາບການທຳລາຍຂອງໄມ້ປ້ອງ ສຳລັບການທົດລອງ ທີ່ຜ່ານ ແລະ ບໍ່ຜ່ານການອັດຮ້ອນ 175°C

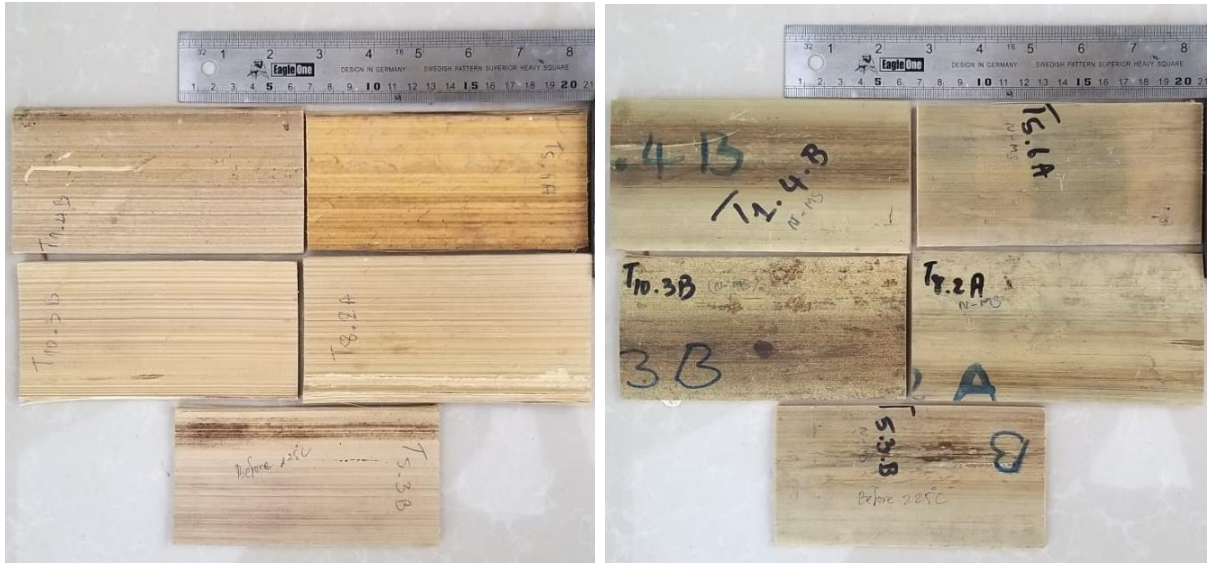


(a) ຕົວຢ່າງໄມ້ປ້ອງ ທີ່ບໍ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ທີ່ຖືກວາງໄວ້ພາຍໃນອາຄານ



(b) ຕົວຢ່າງໄມ້ປ້ອງທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ 200°C ແລະ ຖືກວາງໄວ້ໃນອາຄານ

ຮູບທີ 15. ສະພາບການທຳລາຍຂອງໄມ້ປ້ອງ ສຳລັບການທົດລອງ ທີ່ຜ່ານ ແລະ ບໍ່ຜ່ານການອັດຮ້ອນ 200°C



(a) ຕົວຢ່າງໄມ້ປ້ອງ ທີ່ບໍ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ ທີ່ຖືກວາງໄວ້ພາຍໃນອາຄານ



(b) ຕົວຢ່າງໄມ້ປ້ອງທີ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ 225°C ແລະ ຖືກວາງໄວ້ໃນອາຄານ

ຮູບທີ 16. ສະພາບການທຳລາຍຂອງໄມ້ປ້ອງ ສຳລັບການທົດລອງ ທີ່ຜ່ານ ແລະ ບໍ່ຜ່ານການອົບຮ້ອນ 225°C