



ບົດວິທະຍານີຜົນປະລິນຍາໂທ

ຜົນຂອງການໃຊ້ແສງ LED ຕໍ່ການງອກຂອງເມັດ, ການຈະລົບຕີບ  
ໂຕ, ຜົນຜະລິດ ແລະ ສາມທີ່ເປັນປະໂຫຍດຕໍ່ສຸຂະພາບຂອງຕົ້ນ  
ອ່ອນບູອກໂຄລີ

**Effect of LED (Light Emitting Diode) Light on Seed  
Germination, Growth, Yield and Antioxidant  
Activity Accumulation of Broccoli Microgreens**

ໂດຍ:

ທ້າວ ແກ້ວມະນີ ຜິມມະພາວັນ

ສາຂາວິຊາ ກະສິກຳ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມປ່າໄມ້  
ຄະນະ ກະເສດສາດ ແລະ ຊັບຜະຍາກອນປ່າໄມ້  
ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ

2024

ຜົນຂອງການໃຊ້ແສງ LED ຕໍ່ການງອກຂອງເມັດ, ການຈະລືນເຕີບໂຕ, ຜົນແຜລິດ ແລະ ສາມທີ່ເປັນປະໂຫຍດຕໍ່ສູຂະພາບ ຂອງຕົ້ນ

ອ່ອນບູອກໂຄລີ

## Effect of LED (Light Emitting Diode) Light on Seed Germination, Growth, Yield and Antioxidant Activity Accumulation of Broccoli Microgreens

ພາຍໃຕ້ການຊັ້ນນຳ-ນຳພາ ໂດຍ:

ອາຈານທີ່ປຶກສາ: ທ່ານ ອຈ. ປອ. ຊົ່ວໂມງ ເບຣ່ຍເຕຍ

ອາຈານຜູ້ຊ່ວຍທີ່ປຶກສາ: ທ່ານ ອຈ. ປທ. ດາວວ່າງ ຈາທ່າວກ່າລໍ່

ບົດວິທະຍານີຜົນເຫຼັມນີ້

ເປັນຜົນງານການສຶກສາ ຕາມເງື່ອນໄຂການສໍາເລັດຫຼັກສູດ

ລະດັບປະລົນຍາໂທ

ສາຂາວິຊາ ກະສົກກຳ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມບໍ່ໄມ້

ຄະນະ ກະສດສາດ ແລະ ຊັບຜະຍາກອນບໍ່ໄມ້

ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ

ຂຽນໂດຍ

ທ້າວ ແກ້ວມະນີ ຜົມມະພາວັນ

# **Effect of LED (Light Emitting Diode) Light on Seed Germination, Growth, Yield and Antioxidant Activity Accumulation of Broccoli Microgreens**

**Under the Guidance of**

**Advisor: Xoxiong BRIATIA, Ph.D**

**Co-advisor: Daovang CHATAOKALOR, M.A**

**Thesis Submitted**

**In Partial Fulfillment of the Requirements**

**For the Degree of**

**Master Program in Agriculture and Forest Environment**

**Agriculture and Forest Environment Program**

**Faculty of Agriculture and Forest Resource**

**Souphanouvong University**

**By**

**Mr. Keomany PHOMMAPHAVANH**

**2024**

ຜົນຂອງການໃຊ້ແສງ LED ຕໍ່ການງອກຂອງເມັດ, ການຈະລົມເຕີບໂຕ, ຜົນແຜລິດ  
ແລະສານທີ່ເປັນປະໂຫຍດຕໍ່ສຸຂະພາບຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລື  
ຂຽນໄດຍ  
ທ້າວ ແກ້ວມະນີ ພິມມະພາວັນ  
ຄະນະກຳມະການຮັບຮອງບົດວິທະຍານີຜົນ

ທີ່ປຶກສາບົດວິທະຍານີຜົນ

1. ທ່ານ ອຈ. ປອ. ຊິ້ນຊົ່ງ ເບຣີຢ່ເຕຍ .....  
ຜູ້ຂ່ວຍທີ່ປຶກສາບົດວິທະຍານີຜົນ

2. ທ່ານ ອຈ. ປທ. ດາວວ່າງ ຈັນທາວກາລົມ .....  
ຄະນະກຳມະການປ້ອງກັນບົດວິທະຍານີຜົນ

1. ທ່ານ ອຈ. ປອ. ພອນວິໄລ ສີລິວິງ .....  
2. ທ່ານ ອຈ. ປອ. ນ. ຄານຕາວັນ ພິມລາຊາບຸດ .....  
3. ທ່ານ ອຈ. ປອ. ພອນສະຫວັນ ຜຸດທະໄຊ .....  
4. ທ່ານ ປອ. ອຸໄທ ສຸກຂີ

ວັນທີ.....

ຄະນະບຳດີ

**ຜົນຂອງການໃຊ້ແສງ LED ຕໍ່ການງອກຂອງເມັດ, ການຈະລິນເຕີບໂຕ, ຜົນຜະລິດ ແລະ ສານທີ່  
ເປັນປະໂຫຍດຕໍ່ສຸຂະພາບຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ  
ແກ້ວມະນີ ພິມມະນຳວັນ  
ສາຂາກະສິກຳ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມປ້າໄມ້, ຄະນະກະສດສາດ ແລະ ຂັບຜະຍາກອນປ້າໄມ້  
ມະຫາວະຍາໄລ ສູພານຸວົງ**

## ບົດຄັດຫຍໍ້

ການວິໄຈຄັ້ງນີ້ມີຈຸດປະສົງ ເພື່ອສຶກສາຜົນຂອງການໃຊ້ແສງ LED ຕໍ່ການງອກຂອງເມັດ, ການຈະລິນເຕີບໂຕ, ຜົນຜະລິດ ແລະ ສານທີ່ເປັນປະໂຫຍດຕໍ່ສຸຂະພາບຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ. ການທິດລອງໄດ້ປະຕິບັດຢູ່ສູນສາທິດ ແລະ ບໍລິການເຕັກນິກກະສິກຳຮ່ວມມືລາວ-ຈິນ ເມືອງໄຊ ແຂວງອຸດົມໄຊ, ວາງແຜນການທິດລອງແບບ CRD. ການທິດລອງໄດ້ສຶກສາ 2 ຂັ້ນຕອນ ດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້: 1) ສຶກສາຜົນຂອງຄວາມເຂັ້ມແສງຫຼູອດໄຟ LED ທີ່ລະດັບ 0 (A0), 50 (A50) ແລະ 100 (A100)  $\mu\text{mol}$ . 2) ສຶກສາຜົນຂອງຊະນິດແສງສິຫຼູອດໄຟ LED ອີ່ ສີແແງ (a1), ສີຝັ້າ (a2) ແລະ ສີສື່ມ (a3) ຕໍ່ອັດຕາການງອກຂອງເມັດ, ການຈະລິນເຕີບໂຕ, ຜົນຜະລິດ ແລະ ປະລິມານສານທີ່ເປັນປະໂຫຍດຕໍ່ສຸຂະພາບຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ. ການທິດສອບຄວາມງອກໄດ້ເຮັດຕາມວິທີແບບ TP ແລະ ຈ່ານວນເມັດທີ່ງອກແມ່ນນັບອອກທຸກມື້ຈິນກວ່າຄືບ 7 ມື້. ເມັດທີ່ງອກແມ່ນນຳໄປເພາະລົງໃນຖາດ/ໄຕບຸກທີ່ບັນຈຸສົງເສດເຫຼືອຈາກການປຸກເຫັດທີ່ໄດ້ຂ້າເຊື້ອໄວ້ແລ້ວ ເພື່ອໃຫ້ຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີຈະລິນເຕີບໂຕຈົນໄດ້ອ້າຍຸ 14 ມື້. ມີການວັດແທກ ແລະ ບັນທຶກຂໍ້ມູນລັກສະນະການຈະລິນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນຈະລິດຕົ້ນອ່ອນ. ຈາກນັ້ນ ແມ່ນໄດ້ເກັບກ່ຽວເອົາຕົ້ນອ່ອນທັງໝົດໄປອົບໃນຕຸ້ອົບລິມຮັອນທີ່ອຸ່ນຫະຜູມ  $50^{\circ}\text{C}$  ເປັນເວລາ 48 ຊົ່ວໂມງ ແລະ ນຳໄປບົດໃຫ້ເປັນຝຶງລະອຽດເພື່ອວິເຄາະຫາສານປະກອບທີ່ເປັນປະໂຫຍດຕໍ່ສຸຂະພາບ, ຜົນການວິໄຈ ຜົບວ່າ: ອີງປະກອບທາງເຄມີທີ່ບັນຈຸຢູ່ຕົ້ນອ່ອນຂອງບູອກໂຄລີ ທີ່ສຶກສາໃນຄົ້ງນີ້ເຫັນວ່າ: ສານ Polyphenol ມີຄ່າສູງກວ່າໜຸ້ມ, ຮອງລົງມາແມ່ນ Tannin, Flavonoi ແລະ DPPH ຕາມລຳດັບ, ແຕ່ຄ່າເຖິງລວມແມ່ນບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ.

ຮັດຕາຄວາມງອກ ແລະ ດັດຊະນິຄວາມງອກຂອງເມັດບູອກໂຄລີ ໃນຊ່ວງ 1-7 ວັນ ທີ່ສູງກວ່າໜຸ້ມີມີການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ແລະ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີແແງ ( $P<0.05$ ), ຮອງລົງມາແມ່ນການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ກັບແສງສີສື່ມ, ແສງທຳມະຊາດ ແລະ ຕໍ່ກວ່າໜຸ້ມີມີການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A100 ທີ່ໃຊ້ແສງສີຝັ້າ. ສໍາລັບລວງສູງຂອງຕົ້ນອ່ອນ ແລະ ຄວາມຍາວຂອງຮາກ ໃນຊ່ວງ 7 ວັນ ແລະ 14 ວັນ ສູງກວ່າໜຸ້ມີມີການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບແສງສີສື່ມ, ຮອງລົງມາແມ່ນການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ແລະ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີແແງ, ແສງທຳມະຊາດແລະ ຕໍ່ກວ່າໜຸ້ມີມີການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີຝັ້າ ແລະ ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບແສງສີແແງ ( $P<0.05$ ) ແລະ ສໍາລັບຄວາມກວ້າງຂອງໃບແມ່ນບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ( $P>0.05$ ), ແຕ່ສໍາລັບນຳໜັກສີຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ ທີ່ສູງກວ່າໜຸ້ມີມີການນຳໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີແແງ ແລະ ສີຝັ້າ, ຮອງລົງມາແມ່ນແສງສີສື່ມ ແລະ ຕໍ່ກວ່າໜຸ້ມີມີການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ ແລະ ການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີຂະໜາດແສງ A50 ຮ່ວມກັບແຕ່ລະສີ ຄໍາສໍາຄັນ: ດັດຊະນິ, ຄວາມງອກ, ຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ, ຄວາມເຂັ້ມຂອງສີ

# **Effect of LED (Light Emitting Diode) Light on Seed Germination, Growth, Yield and Antioxidant Activity Accumulation of Broccoli Sprouts**

**Keomany PHOMMAPHAVANH**

**Agriculture and Forest Environment, Faculty of Agriculture and Forest Resource  
Souphanouvong University**

## **Abstract**

This research aimed to study the effect of LED Light on seed germination, growth, yield and some functional compounds content of Broccoli microgreens. The experimental conducted at Lao-China Cooperation Agricultural Technique Demonstration Service Center Oudomxai Province, experimental designed was CRD. The experiment was performed by the 2 steps as follows: First, study the effect of LED Light intensity at 0 ( $A_0$ ), 50 ( $A_{50}$ ) and 100 ( $A_{100}$ )  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  and Second, study the effect of LED light color concentration such as Red ( $a_1$ ), Blue ( $a_2$ ) and Orange ( $a_3$ ) colors on seed germination, microgreens growth and yield, and some functional compounds content of Broccoli microgreens. Seed germination test was performed by TP method and number of seed germination was counted everyday untilled 7 days. The germinated seeds were transplanted into pots containing with sterilized waste materials from mushroom cultivation for microgreens growth up to 14 days old; seedling growth and seedling yield were collected. Thereafter, all harvested seedlings/microgreens were dried in hot-air-oven at 50°C for 48 hours and crust grind into powder for some functional compounds analysed. Results found that: The Polyphenol content in the Broccoli Sprouts was high and lower: Tannin, Flavonoi, and DPPH, but ash was not significant.

Germination rate and index of Broccoli Sprouts in the 7 days interval the highest was used A50 and A100 with red color ( $P<0.05$ ), lower was A50 with orange and natural color ( $A_0$ ) and lowest was A100 with blue color. Height and root length of the Broccoli Sprouts in the 7 and 14 days interval was highest by using A50 and A100 with red color ( $P<0.05$ ), lower was used A50 with orange, natural color and lowest was used A100 with blue color and A50 with red color ( $P<0.05$ ), and width of the leaves there was not significant ( $P>0.05$ ), but fresh weight of Broccoli Sprouts was high by using A100 with red and blue color, lower was orange color and lowest was used A50 with each color

**Keywords:** Index, Germination, Broccoli Sprouts, Concentrate of light

## ສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນ

ການລົງຝຶກທັດງານໃນຄັ້ງນີ້ຖືວ່າເປັນປະສົບການອັນໜຶ່ງທີ່ມີຄວາມໝາຍຄວາມສໍາລັບຂ້າພະເຈົ້າ ເພະນັນເປັນການລົງຝຶກທັດງານກ່ຽວກັບການການສຶກສາຄວາມງອກ, ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄ ລີເຊິ່ງມີຄວາມຫ້າຫາຍໜ້າຢໂດຍສະເພາະແມ່ນການຊອກຄົ່ນເອກະສານ ແລະ ການເກັບກຳຂໍ້ມູນ ແຕ່ເຖິງຢ່າງໃດກຳດີ, ການລົງຝຶກທັດງານໃນຄັ້ງນີ້ແມ່ນມີຄວາມສໍາເລັດລົງດ້ວຍດີ, ສະນັ້ນ, ຂ້າພະເຈົ້າຈຶ່ງຖືໄອກາດນີ້ເຜື່ອສະແດງຄໍາ ຂໍຂອບໃຈ ແລະ ຮູ້ບຸນຄຸນຢ່າງລົ້ນເຫຼືອໃນຊ່ວງທີ່ຂ້າພະເຈົ້າໄດ້ສຶກສາ ແລະ ຮຽນຢູ່ໃນ ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບຜະຍາກອນປ່າໄມ້ເປັນເວລາ 2 ປີ ແລະ ຂໍສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນມາຍັງທຸກພາກສ່ວນທີ່ກ່ຽວຂ້ອງຕີ:

ຂໍຂອບໃຈ ແລະ ຮູ້ບຸນຄຸນຢ່າງສູງມາຍັງ ທ່ານ ອຈ. ປອ. ຊົ່ວໂມງ ເປົ້າ ແລະ ທ່ານ ອຈ. ປທ. ດາວວ່າງ ຈາ ທ່າວກ່າລ໌ ທີ່ເສຍສະບູບເວລາອັນມີຄ່າທີ່ຊ່ວຍໃນການທິດລອງ, ໃຫ້ຄໍາປຶກສາ ແລະ ຊື່ນໍາຢ່າງໃກ້ສິດໃນການຂຽນບົດ ແລະ ກວດແກ້ບົດລາຍງານຂອງຂ້າພະເຈົ້າໃນຄັ້ງນີ້ຈົນປະສົບຜົນສໍາເລັດ ແລະ ມີເນື້ອໃນຄົບຖ້ວນສົມບູນ.

ຂໍຂອບໃຈ ແລະ ຮູ້ບຸນຄຸນຢ່າງສູງມາຍັງ ຄະນະກຳມະການທີ່ເສຍສະບູບເວລາອັນມີຄ່າໃນການໃຫ້ຄໍາແນະນຳ ຈົນເຮັດໃຫ້ບົດຂອງຂ້າພະເຈົ້າສົມບູນຂຶ້ນ.

ຂໍສະແດງຄໍາຄອບໃຈ ແລະ ຮູ້ບຸນຄຸນມາຍັງທ່ານ ຄະນະບົດ, ຮອງຄະນະບົດ, ຫົວໜ້າພາກວິຊາ ແລະ ຮອງພາກວິຊາຕະຫຼອດຮອດຄຸອາຈານທຸກໆທ່ານພາຍໃນ ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບຜະຍາກອນປ່າໄມ້ ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ ທີ່ໄດ້ອີບຮົມ, ສັ່ງສອນ ແລະ ຖ່າຍທອດຄວາມຮູ້ທາງດ້ານທິດສະດິກໍາຄືພາກປະຕິບັດຕົວ ຈຶ່ງໃຫ້ຂ້າພະເຈົ້າແຕ່ຕົ້ນຈົນປະສົບຜົນສໍາເລັດໃນການສຶກສາຂໍຂອບໃຈຫຼຸ່ມເຜື່ອນນັກສຶກສາທຸກຄົນທີ່ໄດ້ຊ່ວຍເຫຼືອທາງດ້ານວັດຖຸ ແລະ ຈິດໃຈຕັ້ງແຕ່ຕົ້ນຈົນຈົບການສຶກສາເປັນຕົ້ນແມ່ນໜຸ່ມເຜື່ອນທີ່ໄດ້ລົງຝຶກທັດງານນຳກັນ

ສຸດທ້າຍຂໍສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນມາຍັງຄອບຄົວ, ຍາດຕີຝຶ່ນໜ້ອງທີ່ຊ່ວຍເຫຼືອຕະຫຼອດມາ ແລະ ທີ່ໃຫ້ກຳລັງ ໃຈ ແລະ ຂ່ວຍເຫຼືອ ທາງດ້ານວັດຖຸເງິນຄໍາ ທີ່ຊ່ວຍເຫຼືອຂ້າພະເຈົ້າ ແລະ ໃຫ້ກຳລັງໃຈຈົນສາມາດສໍາເລັດການສຶກສາ.

ສະນັ້ນ, ຂ້າພະເຈົ້າຈຶ່ງຂໍຈົດຈຳບຸນຄຸນອັນຍິ່ງໃຫຍ່ ຂອງທຸກໆ ທ່ານນີ້ໄວ້ຢ່າງບໍ່ມີວັນລົມ, ທ້າຍນີ້ຂ້າພະເຈົ້າ ຈຶ່ງຖືໄອກາດນີ້ອວຍພອນໃຫ້ທຸກໆ ທ່ານຈຶ່ງປະສົບຜົນສໍາເລັດ ໃນໜ້າທີ່ວຽກງານ ແລະ ຈຶ່ງມີສຸກຂະພາບ ເຂັ້ມແຂງ ເຜື່ອສືບຕໍ່ສ້າງສາຟັດທະນາປະເທດຊາດໃຫ້ຈະເລີນກ້າວໜ້າຕໍ່ໄປ.

ທີ່ ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຊັບຜະຍາກອນປ່າໄມ້  
ວັນທີ.....

ລາຍເຊັນ.....

ແກ້ວມະນີ ຜິມມະນີວັນ

# ສາລະບານ

ບົດຄັດຫຍໍ້.....	i
Abstract.....	ii
ສະແດງຄວາມຮູບນຸ່ມຄຸນ.....	iii
ສາລະບານ .....	iv
ສາລະບານຕາຕະລາງທີ .....	vii
ສາລະບານຮູບ.....	viii
ອະທິບາຍອັກສອນຫຍໍ້.....	ix
ບົດທີ 1 ພາກສະໜີ.....	1
1.1 ບະຫວັດຄວາມເປັນມາ .....	1
1.2 ຫຼັກການ ແລະ ເຫດຜົນ .....	3
1.3 ຄຳຖາມຄົ້ນຄວ້າ.....	5
1.4 ສົມມຸດຖານ.....	5
1.5 ຈຸດປະສົງ.....	6
1.6 ຕາດຄະເນື່ອມໄດ້ຮັບ .....	6
ບົດທີ 2 ການຄົ້ນຄວ້າເອກະສານ .....	7
2.1 ແນວຄວາມຄົດ ແລະ ທິດສະດິກ່ຽວກັບບູອກໂຄລີ .....	7
2.2 ຄວາມສໍາຄັນຂອງແສງຕໍ່ຝຶດ .....	8
2.3 ອົງປະກອບຂອງແສງ .....	12
2.4 ອິດທີຝຶນຂອງແສງຕໍ່ການຈະລົມເຕີບໂຕ ແລະ ການຝັດທະນາກ່ຽວຂ້າງຂອງຝຶດ .....	13
2.5 ອິດທີຝຶນຂອງແສງຕໍ່ການຈະລົມເຕີບໂຕ ແລະ ການຝັດທະນາກ່ຽວຂ້າງຂອງຝຶດ .....	17
2.6 ອິດທີຝຶນຂອງແສງສະຫວ່າງຕໍ່ຂະບວນການອອກດອກຂອງຝຶດ .....	18
2.7 ຝຶນຂອງແສງຕໍ່ການສ້າງສານສໍາຄັນຂອງຝຶດ .....	19
2.7.1 ການສ້າງສານສໍາຄັນໃນຝຶດ .....	19
2.8 ຫຼອດໄຟ .....	20
2.8.1 ຫຼອດ LED (Light Emitting Diode) .....	21
2.8.2 ຄວາມສໍາຄັນຂອງແສງຕໍ່ຝຶດ .....	21
2.9 ປັດໃຈສະພາບແວດລ້ອມທີ່ເໝາະແກ່ການແນະ ຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ .....	24
2.9.1 ນັ້າ .....	24
2.9.2 ແສງສະຫວ່າງ .....	24
2.9.3 ອຸນທະບູມ .....	24
2.9.4 ຄວາມຊຸມ .....	24
2.9.5 ດິນ .....	24
2.9.6 ທາດອາຫານ .....	25
2.10 ເຕັກນິກການປຸກຕົ້ນງອກ ຫຼື ຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ .....	25

2.10.1 ការក្រុម និង ត័ត៌វិវេកបោះឆ្នែង .....	25
2.10.2 ក្រុមអូប៉ាកុនបុរាណ.....	25
2.10.3 ការបុរាណ.....	25
2.10.4 ការបុរាណដើម្បីខ្លួនសំណើនៅក្នុង.....	25
2.10.5 គោលការណ៍សំណើនៅក្នុងដើម្បីខ្លួន.....	26
2.10.6 ចុះពី និង ចុះអំពីការណ៍សំណើនៅក្នុង.....	26
2.10.7 គុនសិមប័ណ្ណទៀតឱ្យការបោះឆ្នែងរបស់ខ្លួន.....	26
<b>2.11 សានខាងក្រោមនឹងសំណើនៅក្នុង.....</b>	<b>26</b>
<b>2.12 សានតាមខាងក្រោមនឹងសំណើនៅក្នុង.....</b>	<b>27</b>
2.13 ធ្វើឱ្យសំណើនៅក្នុងសានតាមខាងក្រោមនឹងសំណើនៅក្នុង.....	27
2.14 ឧបនិកខ្លួនដោយ និង ការបោះឆ្នែងដោយ LED នៃការបោះឆ្នែង.....	28
<b>2.15 ផលិត និង សំណើនៅក្នុង.....</b>	<b>31</b>
2.15.1 ផលិត.....	31
2.15.2 សំណើនៅក្នុង.....	31
<b>2.16 សានខាងក្រោមនឹងសំណើនៅក្នុង.....</b>	<b>32</b>
2.16.1 ឈ្មោះនឹងសំណើនៅក្នុង.....	32
<b>2.17 សំណើនៅក្នុងសានតាមខាងក្រោម.....</b>	<b>32</b>
<b>2.18 ការបោះឆ្នែង.....</b>	<b>33</b>
2.18.1 តៀវិក និង អូប៉ាកុន នៃការបោះឆ្នែង.....	33
2.18.2 វិទិភាព និង អូប៉ាកុន.....	33
2.18.3 វិទិភាព និង អូប៉ាកុន.....	33
<b>2.19 ខាងក្រោមនឹងសំណើនៅក្នុង.....</b>	<b>34</b>
<b>2.20 សានតាមខាងក្រោមនឹងសំណើនៅក្នុង.....</b>	<b>34</b>
2.20.1 ឈ្មោះនឹងសំណើនៅក្នុង.....	35
<b>2.21 ការបោះឆ្នែង និង ការបោះឆ្នែង.....</b>	<b>37</b>
<b>បណ្តឹង 3 អូប៉ាកុន និង វិទិភាព.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1 អូប៉ាកុន.....</b>	<b>38</b>
3.1.1 បោះឆ្នែង និង វិទិភាព.....	38
3.1.2 វិទិភាព និង អូប៉ាកុន.....	38
3.1.3 សានតាម.....	38
<b>3.2 វិទិភាព និង អូប៉ាកុន.....</b>	<b>39</b>
3.2.1 សានតាម និង វិទិភាព.....	39
3.2.2 វិទិភាព និង អូប៉ាកុន.....	39
3.2.3 ឱ្យសំណើនៅក្នុង.....	39
3.2.4 ការបោះឆ្នែង.....	40

3.2.5 ການບັນທຶກຂໍ້ມູນ .....	41
3.2.6 ການຄືດໄລ່ຂໍ້ມູນ .....	41
3.2.7 ການວິເຄາະອີງປະກອບທາງເຄມີຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ .....	42
3.2.8 ການວິເຄາະທາງສະຖິຕິ.....	43
<b>ບົດທີ 4 ຜິນໄດ້ຮັບ.....</b>	<b>46</b>
4.1 ອີງປະກອບທາງເຄມີຂອງຕົ້ນອ່ອນ ບູອກໂຄລີ .....	46
4.2 ຄວາມງອກ ແລະ ດັດຊະນີຄວາມງອກ .....	46
4.3 ລາວສູງຂອງລຳຕົ້ນ, ຄວາມຍາວຂອງຮາກ, ຄວາມກວ້າງຂອງໃບ ແລະ ຜິນແລລິດສິດ .....	47
<b>ບົດທີ 5 ວິຈານຜິນໄດ້ຮັບ .....</b>	<b>48</b>
<b>ບົດທີ 6 ສະຫຼຸບຜິນໄດ້ຮັບ.....</b>	<b>49</b>
ເອກະສານອ້າງອີງ .....	50
ເອກະສານຊ້ອນທ້າຍ.....	54
ປະຫວັດຜູ້ຂຽນ.....	63

## ສາລະບານຕາຕະລາງ

ຕາຕະລາງທີ 2.1: ຄວາມສໍາຜັນລະຫວ່າງສືແສງ, ຄວາມຍາວຄົ້ນ ແລະ ຜິນປະໂຫຍດຂອງສຽງ .....	9
ຕາຕະລາງທີ 2.2: ຄວາມສໍາຜັນລະຫວ່າງສືຂອງແສງ, ຄວາມຍາວຄົ້ນ ແລະ ຜິນປະໂຫຍດຕໍ່ຝຶດ .....	23
ຕາຕະລາງທີ 2.3: ສານຕ້ານອອກຊີເດັ່ນທີ່ເປັນເອັນໄຊ ແລະ ບໍ່ເປັນເອັນໄຊ .....	35
ຕາຕະລາງທີ 3.1: ໄລຍະເວລາໃນການສຶກສາ .....	39
ຕາຕະລາງທີ 3.2: ປັດໄຈຂອງແສງທີ່ມີຜິນຕໍ່ການງອກຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ .....	41
ຕາຕະລາງທີ 4.1: ປະລິມານສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫະທີ່ບັນຈຸຢູ່ນຳຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ .....	46
ຕາຕະລາງທີ 4.2: ຄວາມງອກ ແລະ ດັດຊະນີຄວາມງອກ .....	46
ຕາຕະລາງທີ 4.3: ລວງສູງຂອງລໍາຕົ້ນ, ຄວາມຍາວຂອງຮາກ, ຄວາມກວ້າງຂອງໃບ (cm) ແລະ ຜິນຜະລິດສິດ (14 ວັນ) .....	47
ຕາຕະລາງທີ 4.4: ຄ່າລວງສູງຂອງລໍາຕົ້ນ, ຄວາມຍາວຂອງຮາກ, ຄວາມກວ້າງຂອງໃບ (cm) ແລະ ຜິນຜະລິດສິດ mg/ຕົ້ນ (14 ວັນ) ທີ່ໄດ້ສົມທຽບແສງ .....	47

## ສາລະບານຮູບ

ຮູບທີ 2.1: ລັກສະນະທີ່ໄປຂອງດອກບັງອກໂຄລີ (ຊ້າຍ) ແລະ ຕຶ່ນອ່ອນບັງອກໂຄລີ (ຂວາ) .....	7
ຮູບທີ 2.2: Nutrifacts about broccoli (USDA, National Nutrient Database) .....	8
ຮູບທີ 2.3: ແຖບສະເປັກຕຳຂອງຫລອດໄຟແຕ່ລະຊະນິດ.....	20
ຮູບທີ 2.4: ແຖບສີ ແລະ ແຖບສະເປັກຕຳຂອງແສງດາວຕາເວັນ.....	22
ຮູບທີ 2.5: ໂຄງສ້າງທາງຄົມມີສານເຟໂນນສັງຄາະ monohydroxy phenols ແລະ polyhydroxy phenols....	36
ຮູບທີ 2.6: ປະຕິກິລິຍາການຢືບຢັ້ງການເກີດສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະຂອງວິຕາມິນຊີ.....	37
<b>ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ</b>	
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 1: ແນວັນນິບອກໂຄລີ.....	60
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 2: ການຄັດເລືອກແນວັນນິບອກໂຄລີ .....	60
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 3: ແນວັນທີການຄັດເລືອກໄດ້ .....	61
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 4: ການກະກຽມສິ່ງທິດລອງ .....	61
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 5: ການທິດລອງ (ແສງສີສົ່ມ).....	61
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 6: ການທິດລອງ (ແສງສີແງ).....	61
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 7: ການທິດລອງ (ແສງສີຟ້າ) .....	62
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 8: ການວັດແທກລວງສູງ.....	62
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 9: ການວັດຄວາມຍາວຂອງຮາກ.....	62
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 10: ການເກັບກັ້ຜົນແຜລິດ.....	62

# ອະກິບາຍອັກສອນຫຍໍ້

## ອັກສອນຫຍໍ້ຝາສາລາວ

ຕົວຫຍໍ້	ຕົວເຕັມ
ສປປ ລາວ	= ສາທາລະນະລັດ ປະຊາທິປະໄຕ ປະຊາຊົນລາວ
ກກ	= ກິໂລກະລາມ
ຊມ	= ຊັງຕີແມັດ

## ອັກສອນຫຍໍ້ຝາສາອັງກິດ

ຕົວຫຍໍ້	ຕົວເຕັມ
DM	= Dry Matter
g	= Gram
ICC	= International Criminal Court
Kg	= Kilogram
$m^2$	= Square matter
mm	= Milimatter
mg	= Miligram
m	= Matter
pH	= Percentage of Hydrogen Ion
P	= Probability Value
P	= Phosphorous
CRD	= Completely Randomize Design
SEM	= Standard Error of the Mean

# ບົດທີ 1

## ພາກສະໜັບ

### 1.1 ປະຫວັດຄວາມເປັນມາ

ໃນປັດຈຸບັນ, ປະຊາກອນຂອງໄລກໄດ້ເຝຶ່ມຂຶ້ນເລື້ອຍໆ, ເຮັດໃຫ້ເກີດການຂະຫຍາຍຊຸມຊົນໃນຕົວເມືອງໄປສູ່ເຂດບໍາໄມ້ ຫຼື ຫຼາຍເຝຶ່ນທີ່ ໃຊ້ເຝື່ອການກະສົດ ໃນຂະນະເນື້ອທີ່ກະສິກຳສັດຖຸລົງ ຄວາມຕ້ອງການສະບຽງອາຫານກໍ່ເຝຶ່ມຂຶ້ນ ເຮັດໃຫ້ມີການປັບປຸງການປຸກຜິດແບບດຽວ ຫຼື ມີການປຸກຜິດຂະນິດດຽວເປັນຈຳນວນຫຼວງຫຼາຍເຝື່ອຕອບສະໜອງຄວາມຕ້ອງການອາຫານ ເຊິ່ງເປັນບັນຫາການລະບາດຂອງຜະຍາດ ແລະ ແມ່ງໄມ້ຫຼາຍຊະນິດ ຊາວກະສິກອນມັກໃຊ້ສານຄົມເຝຶ່ມເຝື່ອກຳຈັດສັດຖຸຜິດ ແຜະວິທີ່ສະກວກ ແລະ ງ່າຍໃນການກຳຈັດສັດຖຸຜິດ ເຮັດໃຫ້ເກີດການຕົກຄ້າງຂອງສານຜິດໃນຜົນລະປຸກເປັນຈຳນວນຫຼວງຫຼາຍ ເມື່ອກົນແລ້ວຈະສະສົມຢູ່ໃນຮ່າງກາຍສິ່ງຜົນໃຫ້ເກີດຜະຍາດຕ່າງໆ. ຈາກສະຖິຕິທີ່ຜ່ານມາພົບວ່າ: ຄົນລາວ ແລະ ຄົນທົ່ວໄລກ ມີອັດຕາການຕາຍຈາກຜະຍາດທົ່ວໃຈ ແລະ ຫຼອດເລືອດເຝຶ່ມຂຶ້ນ ສາເຫດຕົ້ນຕໍ່ແມ່ນຄວາມບໍ່ສົມດຸນຂອງການກົນອາຫານ ສິ່ງຜົນໃຫ້ມີຄວາມສົງຕໍ່ການເກີດຜະຍາດເຊັ່ນ: ພະຍາດເບົາຫວານ, ຄວາມດັນເລືອດສູງ, ກະດຸກຜ່ອຍ, ໂຮກອ້ວນ ແລະ ມະຮັງບາງຊະນິດ. ປະຈຸບັນຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ຄົນມີຄວາມສົນໃຈເຖິງສູຂະພາບ ແລະ ຄວາມປອດໄພຂອງອາຫານຫຼາຍຂຶ້ນ ແຜະວ່າເຂົ້າເຈົ້າໄດ້ຮັບຮູ້ເຖິງການປິນເບື້ອນສານຄົມທີ່ຕົກຄ້າງຫຼາຍຂຶ້ນກັບຜັກ, ຫາມກາໄມ້ ແລະ ອາຫານທີ່ກົນ. ຈາກລາຍງານກ່າວວ່າ ການໄດ້ຮັບສານກຸ່ມ OPS ໃນປະລິມານຜຽງເລັກນ້ອຍ ສາມາດກະຕຸ້ນເຮັດໃຫ້ ຄົນ ຫຼື ສັດເສຍຊີວິດໄດ້ ສາເຫດຂອງການເສຍຊີວິດມັກຈະມາຈາກຄວາມລົ້ມຫຼວຂອງລະບົບຫາຍໃຈຢ້ອນກຳນົດຂຶ້ນກຳບັງລົມ ແລະ ກຳນົດເນື້ອ intercostal ບໍ່ສາມາດຮັດວຽກໄດ້, ສະກັດກັ້ນສູນຄວບຄຸມລະບົບຫາຍໃຈໃນສະຫມອງ ແລະ ຫຼອດລົມທີ່ດັກເກັ່ງຈົນເກີດການຕົບຕັນເກີດຂຶ້ນ ແລະ ການມີສານຄັດລົ່ງຈາກຫຼອດລົມອອກມາຫຼາຍຜິດປົກກະຕິຢ່າງໄດ້ກຳຕາມຄວາມເປັນຜິດທັງກຸ່ມ OPS ແລະ CBS ນີ້ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນໄປຕາມປະເພດຂອງສານຜິດ ແລະ ການໄດ້ຮັບສານຜິດ (ນິບມາດ, 2008; Anadon *et al.*, 2012; Brückner *et al.*, 2005) ແລະ King and Tran (2015). ດ້ວຍເຫດນີ້ສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ (antioxidants) ຈຶ່ງເປັນສານທີ່ຊ່ວຍປ້ອງກັນ ຫຼື ຢັບຢັ້ງປະຕິກິລິຍາອອກຊີເດັ້ນ, ຊ່ວຍກຳຈັດ ແລະ ຫຼຸດປະລິມານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະບໍ່ໃຫ້ໄປທຳລາຍສານປະກອບຂອງຈຸລັງສິ່ງທີ່ມີຊີວິດຈະມີລະບົບການສ້າງສານຕ້ານອອກຊີເດັ້ນເຝື່ອປ້ອງກັນການທຳລາຍເນື້ອເຢື່ອ ໂດຍທີ່ສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະມີທັງຊຸມນິດເປັນເອນໄຊ (enzymatic antioxidant) ແລະ ຊະນິດທີ່ບໍ່ເປັນເອນໄຊ (non - enzymatic antioxidant) (Moreno *et al.*, 2006).

ຕໍ່ງນັ້ນ, ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ຄົນນີ້ມີມາດເລືອກຮັບປະຫານອາຫານທີ່ມີປະໂຫຍດ ແລະ ປອດໄພຈາກສານຕົກຄ້າງ ເຖິງແມ່ນວ່າລາຄາຂອນຂ້າງສູງ ວິທີການຫຼຸດຜ່ອນການຕົກຄ້າງຂອງຢາຂ້າແມ່ງໄມ້ໃນຜັກແມ່ນການປຸກຢູ່ໃນໂຮງເຮືອນປິດ, ການປຸກຜິດຢູ່ໃນຫ້ອງປຸກ ຫຼື ການປຸກຜິດໃນສວນກ້າ ເຝື່ອຫຼຸດຜ່ອນບັນຫາຜະຍາດ ແລະ ສັດຖຸຜິດ ລວມທັງການຫຼຸດຜ່ອນປະລິມານສານຄົມທີ່ໃຊ້ໃນການຂ້າສັດຖຸຜິດ, ໂດຍການປຸກຜິດດ້ວຍວິທີດັ່ງກ່າວ, ມີຫຼາຍປັດໃຈທີ່ຕ້ອງໄດ້ຄວບຄຸມ ເຊັ່ນ: ແສງ, ນໍ້າ, ອຸນຫະຜູມ, ຄວາມຊຸ່ມ ແລະ ສານອາຫານຕ່າງໆ (ທິຕິມາ, 2012) ເຊິ່ງການປຸກຜິດຢູ່ໃນໂຮງເຮືອນມີແສງສະຫວ່າງ ເປັນປັດໄຈຕົ້ນຕໍ່ໃນການປຸກຜິດ ໂດຍການປຸກຜິດໃນສະພາບດັ່ງກ່າວ, ຜິດໄດ້

ຮັບແສງສະຫວ່າງທຳມະຊາດບໍ່ຜຽງຝ່າຍຈາກຮື່ມຂອງຫຼັງຄາຂອງໂຮງເຮືອນ ແຕ່ໂດຍທົ່ວໄປແລ້ວການໃຫ້ແສງສະຫວ່າງຈາກຫຼູອດໄຟແຕ່ລະປະເພດເສີມເຊັ່ນ: ຫຼູອດໄສ້ (incandescent), ຫຼູອດຮາໄລເຈັນ (halogen), ຫຼູອດນີອນ (neon) ແລະ ຫຼູອດຝູ້ອໍລາຍເຊັ່ນ (fluorescent) ເຝື້ອທິດແທນແສງຈາກແສງຕາເວັນ ຢ່າງໃດກໍຕາມ ປະເພດຕ່າງໆຂອງຫຼູອດໄຟມັກຈະມີຂໍ້ຈຳກັດເຊັ່ນ: ຫຼູອດໄສ້ໃຊ້ຝະລັງງານຫຼາຍ ແລະ ມີອາຍຸສັ້ນ, ໃນຂະນະທີ່ຫຼູອດໄຟຮາໄລເຈັນໃຊ້ຝະລັງງານຫຼາຍ ແລະ ປ້ອຍຄວາມຮົອນຫຼາຍ ບໍ່ເຫັນຈະສົມສໍາລັບການຂະຫຍາຍຕົວຂອງຝົດ ສ່ວນຫຼູອດນີອນມີອາຍຸການໃຊ້ງານສັ້ນ (ສູນທອນ, 1996) ແລະ ຫຼູອດຝູ້ອໍລາຍເຊັ່ນ ປ້ອຍຄວາມຍາວຂອງຄົ້ນທີ່ບໍ່ເຫັນຈະສົມກັບການເຕີບໂຕຂອງຝົດ ແລະ ມີລາຄາຂອນຂ້າງສູງ ແລະ ປ້ອຍຄວາມຍາວຄົ້ນ 253.7 ນາໂມນັດ (ມມ, 1989) ນອກຈາກນີ້, ການໃຫ້ແສງຈາກຫຼູອດໄຟຕ້ອງຄຳນິງເຖິງຄວາມຕ້ອງການຂອງຝົດ ໂດຍແຕ່ລະຝົດ ຫຼື ຝົດໃນແຕ່ລະໄລຍະການຂະຫຍາຍຕົວມີຄວາມຕ້ອງການແສງທີ່ແຕກຕ່າງກັນ. ເຊິ່ງອີງປະກອບຂອງແສງມີຜົນຕໍ່ການເຕີບໂຕຂອງຝົດມີ 3 ອີງປະກອບຄື: ຄຸນນະພາບແສງ, ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ ແລະ ຊ່ວງໄລຍະເວລາຂອງແສງ ໂດຍອີງປະກອບດັ່ງກ່າວມີຜົນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຝົດທີ່ແຕກຕ່າງກັນເຊັ່ນ: ຝົດທີ່ມັກຮື່ມຖ້າໄດ້ຮັບຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງຫຼາຍເກີນໄປຈະຮັດໃຫ້ໃບມີສີເຫຼືອງ ແລະ ໝຽວ ສໍາລັບຝົດທີ່ມັກແສງເຊັ່ນ: ຝົດໄກ ຫຼື ຝົດສວນທົ່ວໄປຕ້ອງການຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງຫຼາຍ ແລະ ໃນຝົດບາງຊະນິດຕ້ອງການແສງຫຼາຍເປັນເວລາດົນກວ່າປົກກະຕິສໍາລັບການອອກດອກ ຫຼື ບາງຊະນິດຕ້ອງການແສງທັນອ້ອຍໃນໄລຍະຂະຫຍາຍຂະໜາດຂອງຝົດ ເຊິ່ງແສງໄຟທີ່ກ່າວາມາບໍ່ສາມາດຄວບຄຸມຄວາມຍາວຄົ້ນ, ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ ແລະ ຊ່ວງໄລຍະເວລາຂອງແສງໄດ້ຢ່າງຊັດເຈນ. ນອກຈາກທີ່ກ່າວາມາຂ້າງເທິງ ແສງຢັ້ງມີຜົນຕໍ່ການແຕກງອກຂອງຝົດ ຫຼື ຕົ້ນອ່ອນຂອງຝົດ ທີ່ໃຊ້ເວລາເກັບກ່ຽວໃນອາຍ 7-14 ມື້ຫຼັງຈາກຫວ່ານແກ່ນ. ຕົ້ນອ່ອນຝົດເປັນທີ່ນີ້ຍືມທີ່ຈະກົນເນື່ອງຈາກມີຄຸນຄ່າທາງໂຟຊະນາການສູງ, ມີວິຕາມີນແລະ ແຮ່ທາດສູງກວ່າຜັກທີ່ແກ່ແລ້ວ ຕົ້ນອ່ອນຝົດທີ່ນີ້ຍືມມາຮັບປະຫານສິດ ແລະ ປະກອບເປັນອາຫານເຝື້ອສູຂະພາບ ທີ່ໄດ້ຮັບຄວາມນີ້ຍືມຢ່າງແຜ່ຫຼາຍໃນບັນດາຄົນຮັກສູຂະພາບ. ເນື່ອງຈາກມີຄຸນຄ່າທາງອາຫານສູງ, ບາງຊະນິດມີສີສັນສວຍງາມ ແລະ ລົດຊາດກອບແຊບ. ດັ່ງນັ້ນ, ການງອກຂອງຝົດເປັນອີກທາງເລືອກສໍາລັບການບໍລິໂພກຜັກປອດໄຟ ທີ່ເຫັນຈະສົມກັບສັງຄົມໃນຕົວເມືອງທີ່ມີບ່ອນຢູ່ອາໄສຈຳກັດເຊັ່ນ: ໃນເຮືອນ ຫຼື ໃນອາຄານທີ່ຢູ່ອາໄສສາມາດປຸກໄດ້ທັງແນວດີ່ ແລະແນວນອນເຫັນຈະສົມສໍາລັບການປຸກຜັກທີ່ປອດໄຟ ແລະ ມີຄຸນຄ່າອາຫານທີ່ສູງ. ເຊິ່ງການຜະລິດໃຫ້ໄດ້ຝົດທີ່ອກບໍ່ແມ່ນການຍາກ ແຕ່ການຜະລິດໃຫ້ໄດ້ທັງຜົນຜະລິດ ແລະ ມີຄຸນຄ່າທາງໂຟຊະນາການສູງຕ້ອງດຳເນີນການໃນສະພາບແວດລ້ອມທີ່ເຫັນຈະສົມ. ນອກຈາກນີ້, ການຜະລິດຝົດຜັກພາຍໃນໂຮງເຮືອນນັບວ່າເປັນທີ່ນີ້ຍືມຫລາຍຂຶ້ນໃນປັດຈຸບັນ ໂດຍສະເພາະໃນສັງຄົມຕົວເມືອງທີ່ມີຜົນທີ່ຂະໜາດນອ້ອຍ ຕ້ອງການຜະລິດຜັກທີ່ມີຜົນຜະລິດສູງ ແລະ ມີຄຸນນະພາບຜົນຜະລິດສູງ ບໍ່ມີສານຝົດຕົກຕ້າງຈາກການໃຊ້ຢ່າງປາບສັດຖຸຝົດ ລວມທັງສານທີ່ມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍເຊັ່ນ: ສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະລະ ເປັນຕົ້ນ. ແຕ່ການຜະລິດຝົດໃນສະພາບປິດມີປັດໄຈທີ່ສໍາຄັນທີ່ສຸດຕໍ່ການໃຫ້ຜົນຜະລິດ ແລະ ຄຸນນະພາບຂອງຜັກນັ້ນແມ່ນແສງສະຫວ່າງ. ໂດຍປະຈຸບັນມີການຝັດທະນາແສງປະດິດທີ່ເອີ້ນວ່າ: Light Emitting Diode (LED) ທີ່ສາມາດຄວບຄຸມການໃຫ້ຄວາມຍາວຄົ້ນ, ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ, ຊ່ວງເວລາຂອງແສງໄດ້ ມີອາຍຸການໃຊ້ງານທີ່ນານຂຶ້ນ ແລະ ຍັງປິດປ້ອຍຝະລັງງານຄວາມຮົອນອອກມາໜ້ອຍເຫັນຈະກັບການນູອກ, ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຝົດ ແລະ ການສ້າງສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະໃນຝົດ ຢ່າງໃດກໍຕາມຄວາມຕ້ອງການແສງຂອງຝົດແຕ່ລະຊະນິດມີການຕອບສະໜອງຕໍ່ຄວາມຍາວຄົ້ນ, ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ ແລະ ຊ່ວງເວລາການຮັບແສງທີ່ແຕກຕ່າງກັນ, ການຮູ້ເຖິງຄວາມ

ເມື່ອເຫັນໄດ້ເຖິງການວິໄຈທີ່ກ່ຽວກັບຄວາມສຳພັນຂອງແສງຈາກຫຼູອດ Light Emitting Diode (LED) ຕໍ່ການງອກ, ການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການສະສົມຂອງສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະໃນຝຶດ ຈຶ່ງຮັດໃຫ້ຜູ້ວິໄຈມີ ຈຸດປະສົງເພື່ອສຶກສາປັດໄຈຂອງຄຸນນະພາບແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງຂອງຫຼູອດ Light Emitting Diode (LED) ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕໍ່ການງອກ ແລະ ການປຸກຕົ້ນອ່ອນບູ້ອກໂຄລີ ໂດຍໃຊ້ວັດສະດຸປຸກຈາກສິ່ງເສດເຫຼືອຫຼັງ ການປຸກເຫັດ ເຊິ່ງຜົນສະຫຼຸບຈາກງານວິໄຈນີ້ຈະເປັນປະໂຫຍດຕໍ່ການປະຫຍຸກໃຊ້ນະວັດຕະກໍາໃໝ່ໃນການຜະລິດ ຕົ້ນອ່ອນບູ້ອກໂຄລີທີ່ປຸກໃນເຮືອນຮື່ມຫຼືໃນອາຄານ ເພື່ອເປີ່ມຜົນຜະລິດ, ຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການຂອງຕົ້ນ ອ່ອນບູ້ອກໂຄລີຈາກການໃຊ້ແສງຫຼູອດໄຟ Light Emitting Diode (LED)

## 1.2 ប្រព័ន្ធបាតុការណ៍ និង ហេដជីន

ໃນປັດຈຸບັນ ຜິດໄດ້ຖືກປຸກຢູ່ໃນເຮືອນຮົ່ມ ຫຼື ອາຄານ ໂດຍໂຮງເຮືອນສໍາລັບການປຸກຜິດມີຫລາຍປະເພດແຕ່ລະປະເພດແມ່ນແບ່ງອອກຕາມລັກສະນະຂອງການນຳໃຊ້ເຊັ່ນ: ໂຮງເຮືອນປັບອາກາດແບບ Quen setter (ໂຮງເຮືອນປຸກຜິດແບບໂຄ້ງຫລັງຄາສອງຊັ້ນ), ໂຮງເຮືອນເຕື່ອງປັບອາກາດແບບ Rigid ໂຮງເຮືອນຫລັງຄາຜັນເລື່ອຍເຫມະສົມສໍາລັບຜິດທີ່ສູງຫຼາຍເຊັ່ນ: ປະເພດເຕື່ອ ຫຼື ຕົ້ນໄມ້ກະຖາງ ແລະ ຜັກສະຫຼັດທີ່ຕ້ອງການ. ຄວບຄຸມອຸນຫະພູມ ແລະ ຄວາມຊຸ່ມຊື່ນໃນເຮືອນແກ້ວ ເຮືອນແກ້ວ Evaporation ແລະ ເຮືອນແກ້ວຄູ່ແມ່ນເຫມະສົມສໍາລັບຜິດທີ່ບໍ່ສູງຫຼາຍ, ຜິດ Potted, ຜັກສະຫຼັດ, ແຊັ້ນດຽວກັນກັບການປຸກເບ້ຍ. ຕ້ອງການຄວບຄຸມອຸນຫະພູມ ແລະ ຄວາມຊຸ່ມຊື່ນພາຍໃນໂຮງເຮືອນ ແລະ ໂຮງເຮືອນແບບ Evaporation ແລະ ໂຮງເຮືອນແບບແຟດເຫມະສໍາລັບຜິດທີ່ມີຄວາມສູງບໍ່ຫລາຍເຊັ່ນ: ຕົ້ນໄມ້ກະຖາງ, ຜັກສະຫລັດ ລວມທັງການເພະວັກທີ່ຕ້ອງການ ຄວບຄຸມອຸນຫະພູມແລະ ຄວາມຊື່ນພາຍໃນໂຮງເຮືອນແບບຫລັງຄາໂຄ້ງ ເປັນໂຮງເຮືອນສໍາລັບກົ້າຜິດເຊັ່ນ: ຜິດຜັກ, ໄມດອກ, ໄມກິນຫມາກ, ຕົ້ນປາມ, ແລະ ຕົ້ນຢາງພາລາເລະອື່ນໆ, ເຊິ່ງສະພາບພາຍໃນໂຮງເຮືອນທີ່ໄດ້ກ່າວມາຂ້າງເທິງສາມາດປັບອຸນຫະພູມຄວາມຊຸ່ມຊື່ນໄດ້. ແຕ່ມີແສງສະຫວ່າງຈາກທຳມະຊາດຝຽງຝໍ. ເນື່ອງຈາກການພາງແສງຂອງຫລັງຄາ, ດັ່ງນັ້ນການເຜີມແຫຼ່ງກໍາເມີນຂອງແສງນອກຈາກແສງແດດຜູ້ໃຫ້ແສງສະຫວ່າງຝຽງຝໍ ຫຼື ເຫມະສົມກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຜິດຈຶ່ງຕ້ອງມີຄວາມຈຳເປັນ ໂດຍທີ່ວ່າປີໃນອາດີດມີການນຳໃຊ້ຫລອດໄຟຊະນິດຕ່າງໆ ມາໃຊ້ເຜືອເປັນແຫຼ່ງກໍາແລ້ວການສະຫວ່າງຈາກແສງຕາເວັ້ມເຊັ່ນ: ຫລອດໄສ້, ຫລອດຮາໄລເຈັນ, ຫລອດນົອອນ ແລະ ຫລອດຝູ້ອໍເຮັນເຊັນ ແນວໃດກໍ່ຕາມປະເພດຕ່າງໆຂອງຫລອດໄຟມັນມັກຈະມີຂໍຈຳກັດເຊັ່ນ: ຫຼອດໄຟທີ່ໃຊ້ຝະລັງງານຫຼາຍ ແລະ ມືອຍຸການໃຊ້ງານສັ້ນ. ໃນຂະນະທີ່ຫລອດໄຟຮາໄລເຈັນໃຊ້ຝະລັງງານຫຼາຍ ແລະ ປິດປ່ອຍຝະລັງງານຄວາມຮ້ອນຫຼາຍ, ເຊິ່ງສິ່ງຜົນໃຫ້ອຸນຫະພູມສູງເກີນໄປບໍ່ເຫມະສົມສໍາລັບການຂະຫຍາຍຕົວຂອງຜິດ, ສ່ວນຫຼອດນົອອນມືອຍຸການໃຊ້ງານສັ້ນ, ປະສິດທິພາບການກຳນົດແສງຕໍ່ຄວບຄຸມທິດທາງຂອງແສງໄດ້ຢາກ. ຫລອດຝູ້ອໍເຮັນເຊັນມີລາຄາຄ່ອນຂ້າງສູງ ແລະ ປ່ອຍຊ່ວງຄວາມຍາວຄື່ນ 253.7 ນາໂນມແມັດ ທີ່ບໍ່ເຫມະສົມກັບການຂະຫຍາຍຕົວຂອງຜິດ. ໃນປັດຈຸບັນຈຶ່ງມີການຝັດທະນາແສງທຽມເຝື່ອແກ້ໄຂຂໍຈຳກັດຕ່າງໆ. ສິ່ງດັ່ງກ່າວເຮັ້ນວ່າ ຫລອດ LED ທີ່ສາມາດຄວບຄຸມການໃຫ້ຄວາມຍາວຄື່ນແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງໄດ້. ມືອຍຸການໃຊ້ງານຍາວນານຫຼັນ ແລະ ຢ້າປິດປ່ອຍຝະລັງງານຄວາມຮ້ອນເລັກນ້ອຍອອກມາ. ເຫມະສໍາລັບການ

ຂະໜາຍຕົວຂອງຝຶດ ໂດຍສີທີ່ນີ້ຢືມໃຊ້ທີ່ວ່ໄປໃນການປຸກຝຶດແມ່ນ ສີຂາວ, ສີແຕງ, ແລະ ສີຟ້າ ເຊິ່ງເປັນຄວາມຍາວຄົ່ນທີ່ຜິດສາມາດດູດຊຶມ ແລະ ນຳໃຊ້ໄດ້ຫຼາຍທີ່ສຸດໃນຂະບວນການສັງເຄາະແສງ (ດາໄນ, 2011).

ບັກໂຄລີ (Broccoli) ຫຼື ກະລໍ່າດອກອົງຕາລີ ເປັນຜັກຕະກຸນກະຫຼ້າ ເປັນຜັກຢູ່ໃນວົງ Brassicaceae ມີຊື່ທາງວິທະຍາສາດວ່າ *Brassica oleracea var. italica* ຕະກຸນ Cruciferae ເຊິ່ງຢູ່ໃນຕະກຸນດຽວກັບ ກະລໍ່ປີ, ຜັກກາດນາ, ກະລໍ່ປີ ແລະ turnips ມີຕົ້ນກຳເນີດຢູ່ທາງພາກຕາເວັນອອກຂອງທະເລເມດີເຕີເລັນຮູນ. ຕໍ່ມາໄດ້ກາຍເປັນຝຶດທີ່ສໍາຄັນທາງດ້ານເສດຖະກິດໃນອາຊີຕາເວັນອອກສຽງໃຕ້ ຂອງທະວິບອາເມລິກາເຫັນນີ້ໃນສະຕະວັດທີ 19. ສະພາບແວດລ້ອມທີ່ເໝີຈະສົມແກ່ການປຸກບັກໂຄລີເປັນຝຶດມັກດິນລ້ວນ, ມີຄ່າຄວາມເປັນກິດ-ດ່າງ (pH) 6-7F ມີຄວາມຊຸ່ມທີ່ເໝີຈະສົມ ແລະ ແສງຢ່າງເຕັມທີ່. ອຸນຫະຜູມການຂະໜາຍຕົວແມ່ນ 0-29°C ແລະ ອຸນຫະຜູມການແຕກງອກທີ່ດີທີ່ສຸດແມ່ນ 29°C (Damon *et al.*, 2005; Viliam Zvalo and Alana Respondek, 2007). ໃນປະເທດຍີ່ປຸ່ນມີການນຳເອົາຕົ້ນອ່ອນຜັກຕ່າງໆເຊັ່ນ: ຕົ້ນອ່ອນຫົວໄຊເທົ່າ, ຕົ້ນອ່ອນກະລໍ່ປີ ແລະ ຕົ້ນອ່ອນບັກໂຄລີ ມາກິນເປັນອາຫານຫຼາຍເມນູ ຕົ້ນອ່ອນບັກໂຄລີແມ່ນຜັກທີ່ໄດ້ຮັບຄວາມນີ້ຢູ່ສາມາດປຸ່ງແຕ່ງໄດ້ຫຼາກຫຼາຍເມນູ ແລະ ມີຄຸນຄ່າທາງໂຟຊະນາການສູງ. ຕົ້ນອ່ອນບັກໂຄລີເປັນຕົ້ນອ່ອນທີ່ມີລິດຊາດແຜດອ່ອນໆ ແລະ ມີກິ່ນຂົວໜ້ອຍກວ່າຕົ້ນອ່ອນຊະນິດອື່ນໆ ເຮັດໃຫ້ຕົ້ນອ່ອນບັກໂຄລີກິນຢ່າຍກວ່າຕົ້ນອ່ອນຊະນິດອື່ນໆ ນອກຈາກນີ້ຢັ້ງອຸດິມໄປດ້ວຍແຮ່ທາດ, ວິຕາມິນ A, K ແລະ C ແລ້ວ ຕົ້ນອ່ອນບັກໂຄລີຢັ້ງອຸດິມໄປດ້ວຍສານທີ່ເອີ້ນວ່າ Sulforaphane glucosinolate ເຊິ່ງຈະທຳລາຍເປັນ sulforaphane ໃນຮ່າງກາຍ. ສານ Sulforaphane ມີປະສິດທິພາບສູງເປັນສານຕ້ານອະນຸມຸນອົດສະລະ ແລະ ຕ້ານການອັກເສບຕັບ, ຊ່ວຍເສີມສ້າງຄວາມແຂງແຮງໃຫ້ແກ່ຕັບ, ຊ່ວຍໃນຂະບວນການກຳຈັດສານຝຶດອອກຈາກຕັບ ແລະ ຊ່ວຍຝຶນຝຶການປະກິບດັງການຂອງຕັບ ເປັນຕົ້ນ. ໂດຍນັກໂຟຊະນາການຈະແນະນຳໃຫ້ກິນຕົ້ນອ່ອນບັກໂຄລີເປັນປະຈຳ ເຊິ່ງຕົ້ນອ່ອນບັກໂຄລີຜຽງ 50 ກວາມຈະມີປະລິມານສານ Sulforaphane ທຽບເທົ່າກັບດອກບັກໂຄລີຕົ້ມສຸກ 1 ກີໂລງວາມ (ຂ່າວປະຈຳວັນ, 2023). ຈາກງານວິໄຈ Fahey *et al.* (1997) ພົບວ່າ: ບັກໂຄລີ ມີສານ Glucoraphanin ທີ່ມີຄຸນສົມບັດເປັນສານຕ້ານມະຮັງ (antioxidant) ແລະ ເມື່ອເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍແລ້ວສານນີ້ຈະຖືກປ່ຽນເປັນ Sulforaphane ທີ່ມີລິດກະຕຸ້ນການສ້າງເອັນໄຂ້ມີທີ່ໃຊ້ໃນການກຳຈັດເຊລມະຮັງ ທີ່ເກີດຈາກສານຝຶດຕ່າງໆ ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງຊ່ວຍໃນການຄວບຄຸມກາຍຝັນຂອງຈຸລັງທີ່ອາດຈະນຳໄປສູ່ ການເກີດເປັນເນື້ອຮ້າຍ ຫຼື ມະຮັງໃນຮ່າງກາຍໄດ້ ໂດຍປະລິມານ Sulforaphane ທີ່ແນະນຳໃຫ້ຮັບປະທານຕໍ່ວັນຄື: 200-400 micrograms (Health, 2008), ເຊິ່ງ Sulforaphane ພົບຫຼາຍໃນຕົ້ນອ່ອນບັກໂຄລີ (Broccoli Sprouts) (Cunningham, 2007). ປັດຈຸບັນຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ຄົນນີ້ຢືມເລືອກຮັບປະທານອາຫານທີ່ມີປະໂຫຍດ ແລະ ປອດໄຈຈາກສານຕົກຄ້າ ດັ່ງນັ້ນ, ຕົ້ນອ່ອນຂອງຝຶດເປັນອີກທາງເລືອກສໍາລັບການບໍລິໂພກຜັກປອດໄພ ທີ່ເໝີຈະສົມກັບສັງຄົມໃນຕົວເມືອງທີ່ມີບ່ອນຢູ່ອ່າສະຈຳກັດເຊັ່ນ: ໃນເຮືອນ ຫຼື ໃນອາຄານທີ່ຢູ່ອ່າສະສາມາດປຸກໄດ້ທັງແນວດັ່ງ ແລະ ແນວນອນເຫມະສົມສໍາລັບການປຸກຜັກທີ່ປອດໄພ ແລະ ມີຄຸນຄ່າອາຫານທີ່ສູງ. ແຕການຜະລິດຝຶດໃນສະພາບປິດມີປັດໄຈທີ່ສໍາຄັນທີ່ສຸດຕໍ່ການໃຫ້ຜົນຜະລິດ ແລະ ຄຸນນະພາບຂອງຜັກນັ້ນແມ່ນແສງສະຫວ່າງ. ໂດຍປະຈຸບັນມີການຝັດທະນາແສງປະດິດທີ່ເອີ້ນວ່າ: Light Emitting Diode (LED) ທີ່ສາມາດຄວບຄຸມການໃຫ້ຄວາມຍາວຄົ່ນ, ຄວາມເຂັ້ມຂົງຂອງແສງ, ຊ່ວງເວລາຂອງແສງໄດ້ ມີອາຍຸການໃຊ້ງານທີ່ນານຂຶ້ນ ແລະ ຍັງປິດປ່ອຍຝະລັງງານຄວາມຮ້ອນອອກມາໜ້ອຍເໝີຈະກັບການງອກ, ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຝຶດ ແລະ ການສ້າງສານຕ້ານອະນຸມຸນອົດສະຫະໃນຝຶດ (ມິບມາດ, 2008; ດະນິ, 2013). ໂດຍແສງທີ່ຜິດນຳ

ມາໃຊ້ປະໂຫຍດໃນການສັງຄາະແສງ ເພື່ອການຈະເລີນເຕີບໂຕ, ສ້າງໃບ, ດອກ ແລະ ພາກຄືແສງໃນຊ່ວງທີ່ມະນຸດ ມອງເຫັນ (Visible light) ເຊິ່ງເປັນແສງທີ່ມີຄວາມຍາວຕົ້ນໄລຍະລະຫວ່າງ 400-700 ນາໂນແມັດ ປະກອບແສງສີ ຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ສີມ່ວງ (380-436 ນາໂນແມັດ), ສີຜ້າ (436-495 ນາໂນແມັດ), ຂຽວ (495-566 ນາໂນແມັດ), ເຫລືອງ (556-589 ນາໂນແມັດ), ສີສົ່ມ (589-627 ນາໂນແມັດ) ແລະ ສີແດງ (627-770 ນາໂນແມັດ) ໂດຍທີ່ວ່ອນໄປແລ້ວແສງສີຜ້າໃນຊ່ວງ 436-495 ນາໂນແມັດ ມີຜົນດີທີ່ເຮັດໃຫ້ມີການຕອບສະໜອງຂອງແສງທີ່ເອັ້ນວ່າ: Phototropism ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງປະລິມານຕໍ່ມີຜົນຕໍ່ການເພາະເມັດ ແລະ ການອະນຸບານຕົ້ນກ້າ ນອກນັ້ນຢູ່ມີແສງສີແດງໃນຊ່ວງ 627-770 ນາໂນແມັດເປັນແສງທີ່ ສິ່ງເສີມການງອກຂອງເມັດ ແລະ ມີຜົນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຝຶດແຍະເຮັດໃຫ້ເກີດຂະບວນການສັງຄາະດ້ວຍແສງສູງສຸກ ຊ່ວຍເລັງການອອກດອກ ແລະ ເລັ່ງການຈະເລີນເຕີບໂຕ (ສຸລືສາ ແລະ ຄະນະ, 1995) ດ້ວຍເຫດນັ້ນປັດໄຈຂອງແສງຈຶ່ງມີຄວາມສໍາຄັນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຝຶດ ເຊິ່ງມີຜົນໂດຍກົງຕໍ່ຂະບວນການສັງຄາະແສງ ເຮັດໃຫ້ມີອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໂຕສໍາຜັນກັນ (Relative growth rate: RGR) ຫຼາຍຂຶ້ນ ແລະ ແສງຍັງມີສວນໃນການສ້າງສານສໍາຄັນໃນຝຶດ ທີ່ເປັນສານປະກອບທາງເຄີມທີ່ຝຶດສ້າງຂຶ້ນດ້ວຍຂະບວນການເມແທກບໍລິດຊີມ ລວມທັງສານອະນຸຜັນຕ່າງໆໃນກຸ່ມ: Primary metabolite ແລະ Secondary Metabolites ລວມທັງຂະບວນການການຫາຍໃຈ ທີ່ມີສານປະກອບຕ່າງໆເກີດຂຶ້ນ ແລະ ມີການສ້າງປະລັງງານໄດ້ແກ່: ສານກຸ່ມ ຕາໂປໄຮເດັດ, ໄຂມັນ, ກົດອາມີໂນ, ໂປຕິນ ແລະ ອື່ນໆ ປະຈຸບັນຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ມີການຜະລິດຕົ້ນອ່ອນຢ່າງແພ່ຫຼາຍສ່ວນໃຫຍ່ໄດ້ຮັບຄວາມນີ້ຢືນຈາກກຸ່ມຄົນທີ່ຮັກສູຂະພາບ ຢ່າງໃດກໍຕາມ ໃນການຜະລິດຕົ້ນອ່ອນຢ່າງບໍ່ມີຂໍ້ມູນຫຼາຍເທົ່າທີ່ຄວນ ໂດຍສະແບະປັດໄຈທີ່ເໝາະສີມຕໍ່ການງອກ ແລະ ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງເມັດຜົນ. ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ຜູ້ວິໄຈມີຈຸດປະສົງເພື່ອສຶກສາປັດໄຈຂອງຄຸນນະພາບແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂອງຫຼອດ Light Emitting Diode (LED) ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕໍ່ການງອກ, ການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການສະສົມຂອງສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະໃນຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ.

### 1.3 ຄໍາຖາມຄົ້ນຄວ້າ

- ອີງປະກອບທາງເຄີມໃນຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີປະກອບມີທາດສານໃດແດ່ ?
- ການຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະໃນຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີປະກອບມີຄືແນວໃດ ?
- ຄຸນນະພາບຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ Light Emitting Diode (LED) ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຈະມີຜົນຕໍ່ການງອກ, ການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການສະສົມສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະໃຂຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີຄືແນວໃດ ?

### 1.4 ສົມມຸດຖານ

ການປະເມີນການສຶກສາ ເພື່ອປະຫວັດປະສິດທິພາບຂອງຄຸນນະພາບແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງຂອງຫຼອດ Light Emitting Diode (LED) ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕໍ່ການງອກ ການຈະເລີນເຕີບໂຕ ຜົນຜະລິດ ແລະ ການສະສົມຂອງສານປີໂນລົກ ແລະ ປະລິມານສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ ຂອງການປຸກຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີໃນເຮືອນຮົມ ໂດຍໃຊ້ວັດສະດຸປຸກຈາກສິ່ງເສດເຫຼືອຫຼັງການປຸກເຫັດນີ້ ຄືດວ່າ: ການໃຊ້ດອກໄຟ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ ຈະໄດ້ຮັບຜົນດີກວ່າຫຼຸ່ມ ບໍ່ວ່າຈະເປັນ: ອັດຕາການວອກ, ດັດຊະນີຄວາມງອກ, ຜົນຜະລິດ ແລະ ສານຕ້ານອານຸມຸນອິດສະຫຼະ.

## 1.5 ຈຸດປະສົງ

1. ເຜື່ອປະກາດທຸກພະສິດທິພາບຂອງຄຸນນະພາບແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງຂອງຫຼອດ Light Emitting Diode (LED) ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕໍ່ການງອກ, ການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນຜະລິດ ຂອງການບຸກຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລິໃນເຮືອນຮົມ ໂດຍໃຊ້ວັດສະດຸບຸກຈາກສິ່ງເສດຖື່ອຫຼັງການປົກເຫັດ.

2. ເພື່ອປຽບທຽບປະສິດທິພາບຂອງແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແຂງຂອງຫຼອດ Light Emitting Diode (LED) ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕໍ່ອີງປະກອບທາງເຄມີ ຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ.

## 1.6 ຄາດຄະນຸຜົນໄດ້ຮັບ

ຜົນຂອງການສຶກສາການໃຊ້ແສງ Light Emitting Diode (LED) ຕໍ່ການງອກຂອງເມັດ, ການຈະລົນເຕີບໂຕ, ຜົນແລ້ວິດ ແລະ ການສະສົມຂອງສານຕ້ານອະນຸມົນອີດສະຫະຂອງຕົ້ນອ່ອນບອກໂຄລີຈະໄດ້ຂຶ້ມູນດັ່ງນີ້:

1. ຜົນຂອງຄຸນນະພາບແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງຂອງຫຼອດ Light Emitting Diode (LED) ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕໍ່ການງອກ ແລະ ການຈະເລີນເຕີບໂຕ ການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນແລະລິດ ຂອງການປຸກຕົ້ນອ່ອນບັອກໂຄລິໃນເຮືອນຮົມ ໂດຍໃຊ້ວັດສະດຸປົກຈາກສິ່ງເສດຖື່ອຫຼັງການປຸກເຫັດ

2. ຜົນຂອງປະສິດທິພາບຂອງແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງຂອງຫຼວດ Light Emitting Diode (LED) ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕໍ່ການສະສົມຂອງສານຝີໂນລິກ ແລະ ປະລິມານສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ ຂອງຕົ້ນອ່ອນບູກໂຄ

## ບົດທີ 2

### ການຄົ້ນຄວ້າເອກະສານ

#### 2.1 ແນວຄວາມຄືດ ແລະ ທິດສະດິກ່ຽວກັບບູ້ອກໂຄລີ

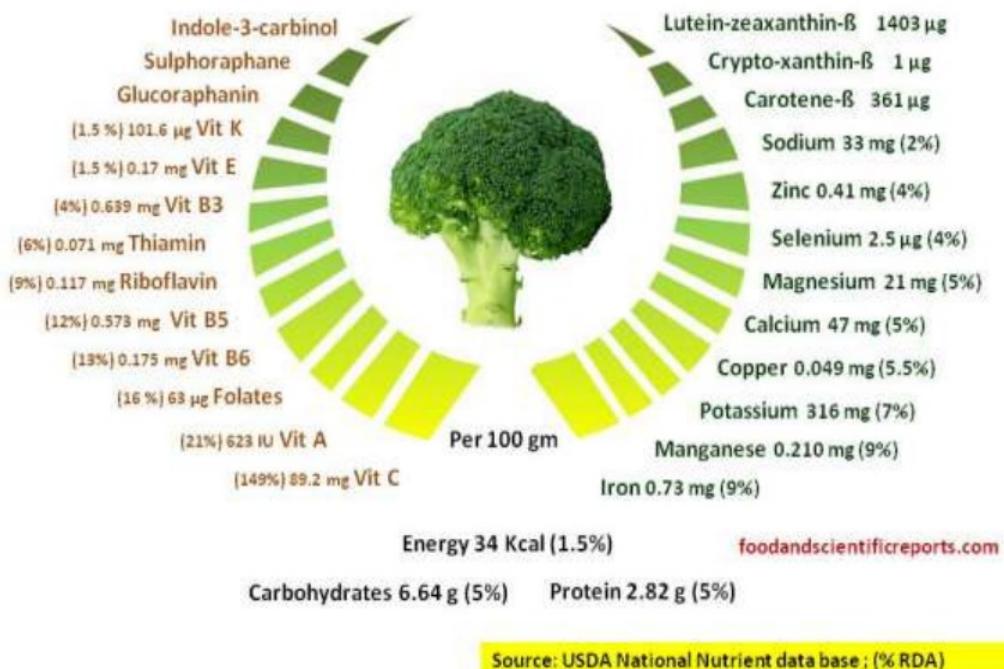
ບູ້ອກໂຄລີ (Broccoli) ຫຼື ກະລໍ່າດອກອີຕາລີ ເປັນຜັກຕະກຸນກະຫຼຳ ເປັນຜັກຢູ່ໃນວົງ Brassicaceae ມີຊື່ທາງວິທະຍາສາດວ່າ *Brassica oleracea var. italica* ຕະກຸນ Cruciferae ເຊິ່ງຢູ່ໃນຕະກຸນດຽວກັບ ກະລໍ່ປີ, ຜັກກາດນາ, ກະລໍ່ປີ ແລະ Turnips ມີຕົ້ນກຳເນີດຢູ່ທາງພາກຕາເວັນອອກຂອງທະເລເມີດຕີເລີນຮູນ. ຕໍ່ມາໄດ້ ກາຍເປັນຜິດທີ່ສໍາຄັນທາງດ້ານເສດຖະກິດໃນອາຊີຕາເວັນອອກສຽງໃຕ້ ຂອງທະວີບອາເມລີກາເຫັນນີ້ໃນສະເພວັດ ທີ່ 19. ສະພາບແວດລ້ອມທີ່ເຫັນສົມແກ່ການບູ້ອກໂຄລີເປັນຜິດມັກດິນລ້ວນ, ມີຄ່າຄວາມເປັນກົດ-ດ່າງ (pH) 6-7F ມີຄວາມຊຸ່ມທີ່ເຫັນສົມ ແລະ ແສງຢ່າງເຕັມທີ່. ອຸນຫະພູມການຂະຫຍາຍຕົວແມ່ນ  $0\text{-}29^{\circ}\text{C}$  ແລະ ອຸນຫະພູມ ການຂະຫຍາຍຕົວທີ່ດີທີ່ສຸດແມ່ນລະຫວ່າງ  $15\text{-}22^{\circ}\text{C}$  ແລະ ອຸນຫະພູມການແຕກງອກທີ່ດີທີ່ສຸດແມ່ນ  $29^{\circ}\text{C}$  (Moreno *et al.*, 2006). ຈາງງານວິໄຈ Fahey *et al* (1997) ພົບວ່າ: ບູ້ອກໂຄລີ ມີສານ Glucoraphanin ທີ່ ມີຄຸນສົມບັດເປັນສານຕ້ານມະຮັງ (Antioxidant) ແລະ ເມື່ອເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍແລ້ວສານນີ້ ຈະຖືກປັບປຸງເປັນ sulforaphane ທີ່ມີລິດກະຕຸນການສ້າງເອັນໄຂມົມທີ່ໃຊ້ໃນການກຳຈັດເຊລມະຮັງ ທີ່ເກີດຈາກສານຜິດຕ່າງໆ ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງຊ່ວຍໃນການຄວບຄຸມການກາຍຝັນຂອງຈຸລັງທີ່ອາດຈະມໍາໄປສູ່ ການເກີດເປັນເນື້ອຮ້າຍ ຫຼື ມະຮັງໃນ ຮ່າງກາຍໄດ້ ໂດຍປະລິມານ sulforaphane ທີ່ແນະນຳໃຫ້ຮັບປະທານຕໍ່ວັນຄື: 200-400 micrograms (Health, 2008), ເຊິ່ງ sulforaphane ພົບຫຼາຍໃນຕົ້ນອ່ອນບູ້ອກໂຄລີ (Cunningham, 2007)



ຮູບທີ 2.1: ລັກສະນະທີ່ໄວໄປຂອງດອກບູ້ອກໂຄລີ (ຊ້າຍ) ແລະ ຕົ້ນອ່ອນບູ້ອກໂຄລີ (ຂວາ)

Broccoli ເປັນອາຫານທີ່ຍິອດນິຍົມ ແນະມີຄຸນຄ່າທາງໂຟຊະນາການສູງໃນກຸ່ມຂອງ phytochemicals ໄດ້ແກ່: glucosinolates ແລະ glucosinolate, phenolics ແລະ ອື່ນງ, ປະກອບມີສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະລະ ເຊັ່ນ: ວິຕາມິນ (A, B, C, K) ແລະ ແຮ່ທາດທີ່ສໍາຄັນໃນອາຫານ (Ca, P, S, K, Fe, I ແລະ ອື່ນງ) (Kumari *et al.* 2020) ດັ່ງຮູບທີ 2 ລຸ່ມນີ້:

## Nutri-Facts: Broccoli



ຮູບທີ 2.2: Nutrifacts about broccoli (USDA, National Nutrient Database)

## 2.2 ຄວາມສໍາຄັນຂອງແສງຕໍ່ຝຶດ

ແສງສະຫວັງແມ່ນບັດໃຈສໍາຄັນສໍາລັບການເຕີບໃຫຍ່ຂອງຝຶດ. ເນື້ອງຈາກວ່າມັນເປັນແຫຼ່ງພະລັງງານໃນຂະບວນການສັງເຄາະແສງຂອງຝຶດ ກະຕຸ້ນການແຕກງອກຂອງມັດ ແລະ ເລິ່ງການອອກດອກຂອງຝຶດບາງຊະນິດ ແສງມີຄຸນສິມບັດຂອງທັງຄົ່ນ ແລະ ອະນຸພາກ. ແສງສະຫວັງທີ່ເປັນປະໂຫຍດໃນຂະບວນການການສັງເຄາະແສງ ແມ່ນຢູ່ໃນໄລຍະຄວາມຍາວຄື່ນ 400-700 ນາໂນມ ເຊິ່ງເປັນຄວາມຍາວຄື່ນທີ່ມະນຸດສາມາດເປີ່ງເຫັນໄດ້, ແສງທີ່ມີຄຸນສິມບັດອະນຸພາກເອີ້ນວ່າ ໂຝຕອນ, ແຕ່ລະ ໂຝຕອນມີຜະລັງງານເອີ້ນວ່າ: (Quantum) ແລະ ລະກັບຂອງໂຝຕອນ ແປຕາມຄວາມຍາວຂອງແສງ. ສາມາດອະທິບາຍໄດ້ໃນເຊີງປະມານ (ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ) ແລະ ໃນເຊີງຄຸນນະພາບ. (ຄວາມຍາວຄື່ນ) ການວັດແທກປະລິມານຂອງແສງ ຫຼື ຈຳນວນ. ຜະລັງງານລວມທີ່ແສງແລິດອອກມາຢູ່ໃນຮູບແບບຂອງພະລັງງານຕໍ່ຝຶດທີ່, ທີ່ມີຫົວໜ່ວຍວັດແທກເປັນ ວັດ / ຕາແມັດ ( $W/m^2$ ) ຫຼື ເທິມຂອງຈຳນວນໂຝຕອນ, ຫົວໜ່ວຍວັດແທກເປັນ ໄມໂຄໂມນ / ຕາແມັດ/ວິນາທີ ( $\mu mol./m^3/s$ ) ແສງຈາກແສງຕາເວັນປະກອບດ້ວຍ color spectrum ໃນຂອບເຂດຄວາມຍາວຄື່ນລະຫວ່າງ 250-3,000 ນາໂນມ, ຄວາມຍາວຂອງຄື່ນແຕກຕ່າງກັນເຮັດໃຫ້ສີແຕກຕ່າງກັນ (ນະັດ ແລະ ໄຊຍະ, 2017).

ແສງສະຫວັງທີ່ຝຶດໃຊ້ໃໝ່ໃນການສັງເຄາະແສງເພື່ອການຈະເລີນເຕີບໂຕ, ການສ້າງໃບ, ດອກ, ແລະ ທາມາກໄມ້ແມ່ນແສງສະຫວັງໃນຂອບເຂດທີ່ມະນຸດສາມາດເປີ່ງເຫັນໄດ້ (ແສງສະຫວັງທີ່ເປີ່ງເຫັນໄດ້), ເຊິ່ງເປັນແສງສະຫວັງທີ່ມີຄວາມຍາວຂອງຄື່ນລະຫວ່າງ 400-700 ນາໂນມ, ປະກອບດ້ວຍແສງສະຫວັງຂອງສີຕ່າງໆ. ດັ່ງທີ່ສະແດງຢູ່ໃນຮູບ 2.2 ໄດ້ແກ່ສີມ່ວງ (380-436 nm), ນໍ້າເງິນ (436-495 nm), ສີຂຽວ (495-566 nm), ສີເຫຼືອງ (556-589 nm), ສີສິ້ນ (589-627 nm) ແລະ ແສງສີແດງ (627-770 nm).

ໂດຍປະເພດຂອງແສງຂອງສີທີ່ແຕກຕ່າງກັນມີຜົນກະທິບຕໍ່ປະສິດທິພາບຂອງການສັງຄາະແສງຂອງຝຶດ, ໂດຍຝຶດສາມາດດູດຊີມແສງສະຫວ່າງໄດ້ເຖິງຢູ່ທີ່ 2 ຄວາມຍາວຄື່ນ. ຊື່ເປັນແສງສີຜົາທີ່ມີຄວາມຍາວຄື່ນລະຫວ່າງ 400-500 nanometers ແລະ ແສງສີແຕງທີ່ມີຄວາມຍາວຄື່ນລະຫວ່າງ 600-700 nanometers, ຊຶ່ງເປັນແສງສະຫວ່າງໃນຊ່ວງຄວາມຍາວຄື່ນທີ່ຈຳເພາະກັບຂະບວນການສັງຄາະແສງ. ໂດຍການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຝຶດແມ່ນຂັ້ນກັບ. 1) ຄົ້ນລັງສີແສງຕາເວັນທີ່ຝຶດສາມາດນຳໃຊ້ເປັນຝະລັງງານສໍາລັບການສັງຄາະແສງ. (Photosynthetic active radiation; PAR) ແມ່ນຄ່າຄວາມຍາວຂອງຄົ້ນໃນໄລຍະ 400-700 nanometers. 2) ອັດຕາສ່ວນການຮັບແສງຂອງໃບໃນຂອບເຂດ PAR (Far redaction intercepted PAR; FINT), ເຊິ່ງດັດຊະນີຝຶດທີ່ໃບ (leaf area index; LAI) ແມ່ນອັດຕາສ່ວນລະຫວ່າງຝຶດໃບກັບຜົ່ນທີ່ກິນທີ່ປົກຄຸມດ້ວຍເຮືອນຍອດ ແລະ ຄ່າສໍາປະສິດຂອງ PAR (KPAR) ແມ່ນປັດໃຈທີ່ກຳນົດຄ່າ FINT ແລະ 3) ປະສິດທິພາບການນຳໃຊ້ລັງສີແສງຕາເວັນ (Radiation use efficiency; RUE), ເຊິ່ງຂັ້ນກັບທ່າແຮງຂອງປະສິດທິພາບການນຳໃຊ້ລັງສີແສງຕາເວັນ (Potential RUE; Pure) ແລະ ປັດໄຈອຸນຫະພູມສໍາລັບປະສິດທິພາບ. ການໃຊ້ຮັງສີແສງຕາເວັນ (Temperature correlation factor for RUE; TCFAR REDUE) ໂດຍການພົວພັນຜົນກະທິບຂອງຄວາມຍາວຄື່ນຕໍ່ການເຕີບໂຕຂອງຝຶດແມ່ນສະແດງຢູ່ໃນຕາຕະລາງທີ່ 2.1.

ແສງສະຫວ່າງຈາກດວງອາທິດແມ່ນປະກອບດ້ວຍໂຟຕອນຂອງຄວາມຍາວຄື່ນຕ່າງໆ. ດວງຕາຂອງມະນຸດສາມາດເບີ່ງເຫັນຄວາມຍາວຄື່ນສັ່ນເທົ່ານັ້ນ. ແສງທີ່ມີຄວາມທີ່ສູງກວ່າສິ່ງທີ່ມະນຸດສາມາດເຫັນໄດ້. ເປັນຊ່າງແສງເໜີອມ່ວງ (Ultraviolet) ແລະ ຊ່ວງຂອງແສງທີ່ມີຄວາມທີ່ຕໍ່ກວ່າໄລຍະທີ່ມະນຸດສາມາດເບີ່ງເຫັນໄດ້ຄື ຊ່ວງແສງສີແຕງ (Infrared) ພະລັງງານຂອງແສງທີ່ແສງຕາເວັນປ້ອຍອອກມາຫຼາຍ ຫຼື ຫ້າຍແຕກຕ່າງກັນໄປຕາມຄວາມຍາວຄື່ນຕ່າງໆ ໂດຍຄວາມຍາວຂອງແສງບາງອັນຖືກດູດຊີມໂດຍອາຍແກ້ສຕ່າງໆ. ທີ່ຢູ່ໃນຊັ້ນບັນຍາກາດຂອງໂລກເຊັ່ນ: ອາຍນ້າ, ຕາບອນໄດອອກໄຊ, ໂອໂຊນ ແລະ ອື່ນໆ. ດັ່ງນັ້ນ, ພະລັງງານແສງທີ່ຕົກລົງແຜ່ນກິນໄລກຈຶ່ງແຕກຕ່າງຈາກອາວະກາດໃນຂະນະທີ່ Chlorophyll II ຜຽງແຕ່ສາມາດດູດເອົາແສງສະຫວ່າງຫຼາຍໃນລະດັບແສງສະຫວ່າງສີແຕງ ແລະ ສີຜົາ. ເຊິ່ງຄວາມສະຫວ່າງທີ່ຈຳເປັນສໍາລັບຂະບວນການເຕີບໃຫຍ່ ແລະ ການຝັດທະນາຂອງຝຶດແມ່ນດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້.

### ຕາຕະລາງທີ່ 2.1: ຄວາມສໍາພັນລະຫວ່າງສີແສງ, ຄວາມຍາວຄື່ນ ແລະ ຜົນປະໂຫຍດຂອງສຽງ

ຊ່ວງຄື່ນ (ນາໂນແມັດ)	ສີ	ຜົນຂອງແສງຕໍ່ຝຶດ
380-436	ມ່ວງ	ໃຫ້ຜົນບໍ່ແມ່ຊັດ ຜົນທີ່ເກີດຂຶ້ນອາດມາຈາກຊ່ວງຄື່ນທີ່ໃກ້ກັບສິນ້າເງິນ (436 ນາໂນແມັດ)
436-495	ນ້ຳເງິນ	ໃຫ້ຜົນກ່ຽວຂ້ອງກັບການຕອບສະຫນອງຂອງຝຶດຕໍ່ແສງທີ່ເອີ້ນວ່າ Phototropism ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງປະລິມານຕໍ່ກໍາມັດ ແລະ ການອະນຸບານຕົ້ນກໍາ.
495-566	ຂຽວ	ໃຫ້ຜົນບໍ່ຊັດເຈນ ແຕ່ມີສ່ວນຊ່ວຍໃນການສັງຄາະແສງ.
566-589	ເຫລືອງ	ບໍ່ຈຳເປັນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຝຶດ ແຕ່ມີສ່ວນຊ່ວຍໃນການສັງຄາະແສງ.
589-627	ສິ້ນ	ໃຫ້ຜົນກ່ຽວຂ້ອງກັບການງອກຂອງມັດ.
627-770	ແຕງ	ສິ່ງເສີມການງອກຂອງມັດ ແລະ ມີຜົນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຝຶດແພະເຮັດໃຫ້ເກີດຂະບວນການສັງຄາະຕໍ່ວຍແສງສູງສຸດ ຂ່ວຍເລົ່າການດອກ ເລົ່າການຈະລົນເຕີບໂຕທັງດ້ານລໍາຕົ້ນ

ແຫຼ່ງທີ່ມາ: ນະັດ ແລະ ໄຊຍະ (2017).

**1) Phototropism** เป็นการตอบสนองต่อรังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อพืชในเชิงบวก ทำให้พืชหันตัวไปทางทิศตะวัน หรือหันตัวไปทางทิศใต้ ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มีอยู่ในบริเวณใกล้เคียง เช่น แสงอาทิตย์ ความร้อน ความชื้น ฯลฯ สาเหตุที่พืชสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าทางแสงได้คือ กระบวนการรับรู้และประมวลผลข้อมูลจากแสงโดยใช้กลไกทางชีวภาพ เช่น โปรตีนที่มีความสามารถตรวจจับแสง เช่น phytochrome และ cryptochromes ที่ตั้งอยู่ในเซลล์ หลังจากที่รับรู้และประมวลผลข้อมูลแล้ว กระบวนการตอบสนองจะถูกกระตุ้นโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพ เช่น แอนติไซดานต์ ที่ช่วยป้องกันความเสียหายจากแสงรุนแรง หรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน เช่น auxin ที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ด้วยการเพิ่มความยาวของอวัยวะที่หันตัวไปทางทิศตะวัน หรือหันตัวไปทางทิศใต้ ตัวอย่างเช่น สาหร่ายที่หันตัวไปทางทิศตะวันเมื่อแสงอาทิตย์ตกดิน หรือพืชต้นที่หันตัวไปทางทิศใต้เมื่อแสงอาทิตย์ส่อง直射 ลักษณะนี้ช่วยให้พืชสามารถหาแสงและเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

**2) Photoperiodism** เป็นการตอบสนองของพืชต่อความยาววันที่เปลี่ยนแปลง โดยสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ความยาววันที่สั้นลงและยาวขึ้น ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้เกิดการตัดตอนที่ต้องการในแต่ละช่วงเวลา เช่น การเจริญเติบโตในช่วงฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วง หรือการออกดอกในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นผลมาจากการที่รังสีแสงที่ตกกระทบกับพืชต้องมีความยาวที่เหมาะสม จึงจะกระตุ้นให้พืชเจริญเติบโต หรือออกดอก กระบวนการนี้เรียกว่า "Photoperiodism" หรือ "Light-dark cycle"

**3) Photomorphogenesis** ຄືພິດທີ່ຕອບສະຫນອງຕໍ່ສັນຍານຂອງແສງ ທີ່ບໍ່ແມ່ນການຕອບສະຫນອງຕໍ່ທົດທາງຫລືຊ່ວງເວລາທີ່ໄດ້ຮັບແສງແຕ່ແສງມີຜົນຕໍ່ການຄວບຄຸມລັກສະນະທີ່ປາກິດຂອງຜິດ ຫຼືຄວບຄຸມການຜັດທະນາໂຄງສ້າງຂອງຜິດໄດ້ຕົວຮັບແສງທີ່ເອີ້ນວ່າ Photoreceptor ມີຕົວຮັບແສງເຊິ່ງກ່ຽວຂ້ອງກັບ Photomorphogenesis ຢູ່ 4 ຊະນິດຕື່ .1) ໄຟໂຕໂຄມ ເປັນຮິງວັດຖຸເຊິ່ງດຸດຊັບແສງສີແດງແສງ far red ແລະ ແສງສີຟ້າໄດ້ເປັນຕົວຮັບແສງເຊິ່ງຮູ້ຈັກຫລາຍທີ່ສຸດໃນຈຳນວນຫັ້ງຫມິດ. 2) ຄິຟໂຕໂຄມ (Cryptochrome) ເປັນກຸ່ມຂອງສິວຫາດຖຸທີ່ຢັ້ງບໍ່ໄດ້ຮັບການຈຳແນກຊັດ ສາມາດດຸດຊັບແສງສິນິ້ນໍາເງິນ ແລະ ລົງສີອຸຕຣາໄວໂອເລັດ ເຊິ່ງມີຄວາມຍາວຄືນ 320-400 ນາໂມນັດ .3) UV-B photoreceptor ເປັນວານປະກອບໜີ່ຊະນິດຫຼືຫລາຍກວ່າທີ່ຢັ້ງບໍ່ໄດ້ຮັບການຈຳແນກເປັນສານທີ່ບໍ່ແມ່ນສິວັດຖຸສາມາດດຸດຊັບລົງສີອຸຕຣາໄວໂອເລັດຊ່ວງຄືນ 280-320 ນາໂມນັດ ແລະ 4) ໂປຣໂຕຄໍລະໂລ- ຜິລໄລ້ ເອ ເປັນສິວັດຖຸເຊິ່ງດຸດຊັມແສງສີແດງ ແລະ ສີຟ້າ ແລ້ວຖືກລົງຄືວກາຍເປັນຄໍລະໂລໄວເມັນ

ໄຟໂຕໂຄມເປັນລະບົບຂອງສິວດຸຖຸເຊິ່ງຜົບທົ່ວໄປໃນຜິດຊັ້ນສູງ ແລະ ສາຫລ່າຍ ຕໍາແຫນ່ງຂອງໄຟໂຕໂຄມ ຢູ່ລະຫວ່າງໄຊໂຄສ ເຖິງກັບຜະຫມັງຈຸລັງ ແລະ ອາດຢູ່ກັບເນື້ອຫຼຸ່ມຈຸລັງດັງນັ້ນໄຟໂຕໂຄມເຊິ່ງສາມາດປັບປຸງ ຖຸນສົມບັດຂອງເນື້ອຫຼຸ່ມຈຸລັງໂດຍຍອມໃຫ້ສາມເຂົ້າອອກໄດ້ເມື່ອໄຟໂຕໂຄມທີ່ສາມາດດູດກິນແສງສີແດງເຊິ່ງມີຄວາມຍາວຄືນ 660 ນາໂນແມັດ ຢູ່ໃນຮູບ Pr ເຊິ່ງເປັນຮູບທີ່ສັງຄະໂດຍຜົດເມື່ອໄດ້ຮັບແສງສີແດງ Pr ປັບປຸງເປັນ Pfr ຢ່າງວ່ອງໄວເຊິ່ງດຸດຊັບແສງ Far red ທີ່ມີຄວາມຍາວຄືນ 730 ນາໂນແມັດ ຮູບ Pr ຂອງໄຟໂຕໂຄມເປັນຮູບທີ່ຄ່ອນຂ້າງລົງຕົວ ສ່ວນ Pfr ມັນສະຫລາຍຕົວງ່າຍໃນຜິດໃບລົງຄຸ່ປາງຊະນິດ ເຊັ່ນ: ກະລຳດອກ Pfr ສາມາດປັບປຸງກັບໄປເປັນ Pr ໄດ້ໃນຂະນະທີ່ຢູ່ໃນທີ່ມີດເອັນວ່າເກີດ Dark reversion ໂດຍປາກິດການນີ້ຍັງບໍ່ຄືນຜົບໃນໃບລົງດ່ວວ ແລະ ຂະບວນການນີ້ອາດຈະຖືກລະວັບໂດຍອຸນຫະພູມຕໍ່ ແລະ ອັດຕາການປ່ຽນແປງນີ້ຂຶ້ນກັບຄວາມເປັນກົດເປັນດ່າງຂອງຈຸລັງເມື່ອ Pfr ໄດ້ຮັບແສງ far red ປ່ຽນກັບເປັນ pr ຢ່າງວ່ອງໄວພາຍໃນເວລາ 20-30 ມີລີເຊັກບ (milliseconds) ສ່ວນຜົອກັບຄືນເປັນ Par ເມື່ອໄດ້ຮັບແສງສີແດງເປັນເວລາຫລາຍວິນາທີ່ຄວາມສໍາຄັນຂອງໄຟໂຕໂຄມທັງສອງຮູບແບບທັງ Pr ແລະ Pfr ຂຶ້ນກັບຄຸນນະພາບຂອງແສງ ແລະ ບໍ່ຂຶ້ນກັບປະລິມານຟະລົງງານຂອງແສງ ເຊິ່ງ Pfr ເປັນຮູບທີ່ເຮັດໃຫ້ຜົດເກີດການຕອບສະຫນອງທາງສະລິລະວິທະຍາໄດ້ ແລະ ເປັນຮູບທີ່ສາມາດຖືກເມດຕາບໍ່ໄລໃຫ້ປ່ຽນຮູບທີ່ຖືກທຳລາຍໄດ້ ແລະ ບໍ່ຄົງຕົວ Pr ເຮັດໜ້າທີ່ໃນການສະວັກກິດຈະກຳເຊິ່ງຖືກທຳລາຍໄດ້ໂດຍການປ່ຽນເປັນ Pfr ເຊິ່ງ Pr ມີຄວາມຄົງຕົວໃນສະພາບທີ່ມີອຸນຫະພູມສູງ (Thermodynamie stable) ເນື່ອງຈາກໄຟໂຕໂຄມທີ່ຜົດສັງຄະຂຶ້ນມາຢູ່ໃນຮູບຂອງ pr ດັ່ງນັ້ນ pr ຫົ່ງປາກິດຢູ່ໃນຜົດສະໜີ ແລະ Pfr ເກີດຂຶ້ນເມື່ອຜົດໄດ້ຮັບແສງສີແດງ.

ໂດຍການຄືນຜົບໄຟໂຕໂຄມເກີດຈາກການສຶກສາການງອກຂອງເມັດຜັກສະຫລັດ ຜົບວ່າແດງສີແດງທີ່ມີຄວາມຍາວຄືນ 660 ນາໂນແມັດ ສາມາດກະຕຸ້ນການງອກໄດ້ສູງທີ່ສຸດສ່ວນແສງ far red ລະັບການງອກຂອງເມັດເມື່ອໃຫ້ແສງສີແດງສະຫລັບກັບ Far red ຜົບວ່າແຂວງທີ່ຜົດໄດ້ຮັບຕັ້ງສຸດທ້າຍເທົ່ານັ້ນທີ່ມີຜົນປະຫັບຕໍ່ການງອກຂອງເມັດ ແລະ ຕໍ່ມີຜົບວ່າໄຟໂຕໂຄມຮັດໃຫ້ເກີດການປ່ຽນແປງອີກຫບາຍຊະນິດໃນຜົດ ເຊິ່ງເກີດຈາກແສງແດງ ແລະ ແສງ Far red ທີ່ໃຫ້ຜົນກົງກັນຂໍາມການສຶກສາ Mustard ຜົບວ່າການຈະເລີນເຕີບໂຕໃນທີ່ມີດ (Skotomorphogenesis) ແລະ ທີ່ມີແສງ (Photomorphogenesis) ຜົດມີລັກສະນະການຈະເລີນເຕີບໂຕທີ່ຕໍ່ກັນດັ່ງນີ້ 1) ລັກສະນະທາງສັນຍາວິທະຍາໃນທີ່ມີດ ໃບລົງປ່ຽນຂໍຂະຫຍາຍ ໃບມີຂະໜາດນ້ອຍມີ Hook ບໍລິເວນສ່ວນໄດ້ໃບລົງ ແລະ ສ່ວນໃຕ້ໃບລົງຍ່າວໝາຍ ສ່ວນໃນທີ່ມີແສງ ໃບລົງຄືຂະຫຍາຍແຜ່ໃບຜົດການຮັບແສງ ຜົບວ່າ hook ທາຍໄປຮັດໃຫ້ຕົ້ນຕັ້ງຊື່ສ່ວນໃຕ້ໃບລົງມີລັກສະນະປົກກະຕິ. 2) ລັກສະນະຈຸລັງຂອງໃບລົງ (Cotyledon) ໃນທີ່ມີດສ້າງ Ethioplast ຜົດບໍ່ມີປາກໃບ ຫຼືສ້າງປາກໃບນ້ອຍຫຼາຍ ແລະ ມີການສ້າງ Glyoxysome ເພື່ອຍ້ອຍສະຫຼາຍໄຂມັນ ສ່ວນໃນທີ່ມີແສງຜົດມີການສ້າງ Chloroplast ເຊິ່ງມີແປ່ງເປັນອົງປປະກອບພາຍໃນ ມີການສ້າງປາກໃບປົກກະຕິ ແລະ ມີການສ້າງ Peroxisome. 3) ລັກສະນະທາງສະລິລະວິທະຍາຂອງໃບລົງໃນທີ່ມີດບໍ່ມີການສະສົມແອນໂທໄຊຍານິນ ມີການຫາຍໃຈ ແລະ ເຄື່ອນຍ້າຍສານອິນຊີຢ່າງວ່ອງໄວສ່ວນໃນທີ່ມີແສງມີການສະສົມແອນໂທໄຊຍານິນ ມີການຫາຍໃຈປົກກະຕິ ແລະ ການເຄື່ອນຍ້າຍສານອິນຊີເປັນໄປຢ່າງຊັ້ງ.

ໃນຜົດທີ່ມີມັດຂະໜາດໃຫຍ່ເຊິ່ງສະສົມອາຫານໄວ້ຫຼາຍເພື່ອການຈະເລີນເຕີບໂຕໃນຄວາມມືດ (ໃນດິນ) ໄດ້ເປັນໄລຍະເວລາຍາວນານບໍ່ຕ້ອງການແສງເພື່ອການງອກຂອງເມັດ ແຕ່ຜົດຫລາຍຊະນິດເຊັ່ນ: ໄມ້ດອກ ແລະ ຫຍ້າທີ່ມີມັດຂະໜາດນ້ອຍ ມັກມີການຜັກຕົວເມື່ອເມັດຢູ່ເລີກລົງໄປໃນດິນເຖິງລະດັບທີ່ແສງສ່ອງລົງໄປໄດ້ນ້ອຍເຖິງວ່າໄດ້ຮັບນໍ້າກໍາຕາມນອກນີ້ຜົດບາງຊະນິດເຖິງເມັດຢູ່ບິນຜົວດິນແຕ່ຢູ່ພາຍໃນຮ່ມຂອງຜົດອື່ນເຊິ່ງຮັດໃຫ້ອັດຕາ

ນອກຈາກຜົນຂອງໄຟໂຕໂຄມຕໍ່ການງອກຂອງເມັດແລວຍັງມີການສຶກສາການຫຼຸບໃບແລະດອກໃນຊ່ວງເວລາກາງຄືນ (Sleep movement) ແລະ ບານອອກໃນຊ່ວງກາງເວັນ ທີ່ຍັງຄົງເກີດຂຶ້ນແມ່ວ່າຝຶດຢູ່ໃນຄວາມມິດຕະຫຼອດເວລາ ພົບວ່າແສງສີແດງ ແລະ ສິນ້າເງິນ ມີອົດທີ່ຜົນຕໍ່ຮອບວຽນນີ້ ແສງສິນ້າເງິນກະຕຸນໃຫ້ໃບທີ່ປິດຢູ່ກາງເປີດອອກໄດ້ແລະແສງສີແດງທີ່ຕາມດ້ວຍຄວາມມິດສິ່ງຜົນໃບທີ່ກາງເປີດຢູ່ເລີ່ມຫຼຸບລົງໄດ້ພາຍໃນເວລາປະມານ 5 ນາທີໃນຄວາມມິດແລະຫຼຸບສະນິພາຍໃນເວລາ 30 ນາທີ ເນື່ອງຈາກແສງ far red ທີ່ສາມາດຍັບຍື່ງອົດທີ່ຜົນຂອງແສງສີແດງໄດ້ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງເຊື່ອວ່າໄຟໂຕໂຄມມີບົດບາດໃນການຫຼຸບໃບຂອງຝຶດແລະສຶກສາການຍົດຍາວຂອງລໍາຕົ້ນພົບວ່າແສງສິນ້າເງິນມີສ່ວນໃນການຍັບຍື່ງການຍົດຍາວຂອງລໍາຕົ້ນໂດຍລໍາຕົ້ນຂອງຕົ້ນກ້າທີ່ຈະເລີນເຕີບໂຕໃນຄວາມມິດການຍົດຂະໜາຍຕົວໄວການຍັບຍື່ງດ້ວຍແສງເປັນການຕອບສະຫນອງທີ່ສໍາຄັນເມື່ອຝຶດອກໄຜັ້ນຜົວດິນແສງປຽນ Pr ເປັນ Pfr ເປັນກົນໄກສໍາຄັນຕໍ່ການຕອບສະຫນອງຂອງແສງລວມໄປເຖິງການຄວບຄຸມການເປີດປິດປາກຂອງໃບຂອງຝຶດທີ່ບໍ່ຂາດແຄວນນຳປາກໃບເປີດຫລາຍເມື່ອໄດ້ຮັບແສງຫລາຍຂຶ້ຍແລະບາກໃບເປີດລົງເມື່ອບໍ່ມີແສງໂດຍມີການທິດສອບໃນຄົວປາກອ້າ (Vicia faha L.) ທີ່ປຸກພາຍໃນໂຮງເຮືອນື່ນວ່າໃບເປີດຫລາຍຫຼືນ້ອຍຂຶ້ນກັບຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງຫລາຍທີ່ໃບໄດ້ຮັບການຕອບສະຫນອງຂອງປາກໃບຈະເພະເຈະຈົ່ງຕໍ່ແສງສິນ້າເງິນເຮັດໄຕຍາກຫາກໃຊ້ແສງແສງສິນ້າເງິນຝຽງສຶກຽວເນື່ອງຈາກແສງສິນ້າເງິນມີບົດບາດຕໍ່ການສັງຄະນະດ້ວຍແສງເຊົວຄຸມປາກໃບ ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງມີການເລືອກໃຊ້ການວິໄຈໃຊ້ແສງສິນ້າເງິນຮວມກັບສີແດງ ໂດຍໃຊ້ແສງສີແດງ ໂດຍໃຊ້ແສງສີແດງທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມແສງຫລາຍຈົນກະທັງເຮັດໃຫ້ການສັງຄະນະດ້ວຍແສງເຂົ້າສູ່ໄລຍະການອື່ນຕົວໄປດ້ວຍແສງ ຈາກນັ້ນຈຶ່ງເຝື່ມແສງສິນ້າເງິນທີ່ຄວາມເຂັ້ມແສງນ້ອຍໃນຝາຍຫຼັງ ແຊື່ແສງສິນ້າເງິນທີ່ເຝື່ມໃຫ້ສາມາດກະຕຸນໃຫ້ປາກໃບເປີດຫລາຍຂຶ້ນໂດຍທີ່ບໍ່ເກີດຂະບວນການສັງຄະນະດ້ວຍແສງເພະເຈະອັດຕາການສັງຄະນະດ້ວຍແສງເຂົ້າສູ່ໄລຍະອື່ນຕົວດ້ວນແສງສີແດງເຊົ້າເປັນຂົ້ນປົາຂຶ້ນເຝື່ມເຕີມວ່າການເປີດປາກໃບຈະເພະເຈະຕໍ່ແສງສິນ້າເງິນ.

ນອກຈາກທີ່ກ່າວມາຂ້າງຕົ້ນແລ້ວແສງຢູ່ມີຄວາມສຳຄັນຕໍ່ການເຄື່ອນທີ່ຂອງວັນຖຸໃນໃບຝຶດໂດຍມີຜົນຕໍ່ການຮຽງຕົວຂອງຄູ່ໂຣຟາສ ເຊິ່ງເນື້ອມີຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງສູງຄູ່ໂຣຟາສມັກຮຽງຕົວໃນແນວຕັ້ງໄປຕາມຮັດມີຂອງ ຜະໜັນເຊວເຜື່ອເປັນຮົມໃຫ້ກັນເອງແລະປ້ອງກັນການຖືກທຳລາຍໂດຍແສງ ສ່ວນໃນສະພາບແສງທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມ ນ້ອຍຫຼືໃນທີ່ມີດ ຄູ່ໂຣຟາສແຍກອອກວັນເປັນສອງກຸ່ມກະຈາຍໄປຕາມຜົວໜັງຈຸລັງທີ່ໄກທີ່ສຸດແລະກະຈາຍອອໄປ ຈົນໄກທີ່ສຸດຈາກແຫຼ່ງຂອງແສງ ເຜື່ອໃຫ້ມີການດຸດຮັບແສງໄດ້ຫລາຍທີ່ສຸດ ການເຄື່ອນທີ່ຂອງຄູ່ໂຣຟາສຂັ້ນກັບທິດ ທາງຂອງແສງແລະຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ ຕົວຢ່າງຕື່ Phototaxis (ການເຄື່ອນທີ່ຂອງອາໄວຍະວິຂອງສິ່ງມີຊີວິດໃນ ການຕອບຮັ້າໃຫຍ່ຂອງແສງ).

## 2.3 ອົງປະກອບຂອງແສງ

ແສງປະກອບດ້ວຍ 3 ອີງປະກອບຫຼາກທີ່ມີຜົນຕໍ່ຝຶດໄດ້ແກ່ ຄວາມເຂັ້ມແສງ (Light intensity) ລຸ່ມ  
ນະພາບແສງ (Light quality) ແລະ ຂ່ວງແສງ (Photoperiodism) ໂດຍມີລາຍລະອຽດດັ່ງນີ້:

1) ความเข้มแสวง ถ้าปัจลามาแสวงทั้งหมดที่ฝิดได้รับความเข้มของแสวงมีความแตกต่างกันตามผู้ที่ เวลา และ ภาระงาน ยิ่งที่ผ่านของความเข้มแสวงต่างๆ ก็จะเลื่อนเติบโตของผิดแต่ละประนิษฐ์แตกต่าง

ກັນໄປດ້ແກ່: 1) ຜິດໃນຮົ່ມ ເປັນຜິດທີ່ຕ້ອງການຄວາມເຂັ້ມແສງນ້ອຍຈຶ່ງຈະເລີນເຕີບໂຕໄດ້ດີ. 2) ຜິດເຖິ່ງຮົ່ມເຖິ່ງແລ້ງເປັນຜິດທີ່ຕ້ອງການແສງທີ່ມີການພາງຫຼືຫຼຸດຄວາມເຂັ້ມແສງ. 3) ຜິດກາງແລ້ງເປັນຜິດທີ່ຕ້ອງການຄວາມເຂັ້ມແສງສູງໂດຍຂະບວນການທາງສະລິລະວິທະຍາຂອງຜິດທີ່ໄດ້ຮັບຜົນກະທົບຈາກຄວາມເຂັ້ມແສງມີຫຼາຍຂະບວນການເຊັ່ນການສັງຄະແສງຂອງຜິດເພີ່ມສູງຂຶ້ນເມືອປະລິມານແສງເພີ່ມຫຼາຍຂຶ້ນ ແລະ ຜິດທີ່ເຕີບໂຕຢູ່ໃນສະພາບທີ່ມີແສງນ້ອຍມັກມີອັດຕາການຫາຍໃຈຕໍ່າ ສ່ວນຊ່ວງການຈະເລີນເຕີບໂຕທາງການສືບັນໃນຜິດບາງຊະນິດອາດບໍ່ມີການອອກດອກຫາກູ່ໃນສະພາບທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມແສງຕໍ່າ ນອກຈາກນີ້ແສງຍັງມີຜົນຕໍ່ການຜະລິດຮໍ່ມີໂດຍແສງມີຜົນຮັດໃຫ້ອຳແນວຊີນທີ່ສ້າງຂຶ້ນໃນຜິດເຊື່ອສະພາບເອັ້ນຂະບວນການນີ້ວ່າ ໂົງໂຕ-ອອກຊີເດັ່ນ ແລະ ພົບວ່າຜິດທີ່ຂຶ້ນໃນທີ່ມີດັກມີການຍືດຍາວຂອງລຳຕົ້ນຜິດປົກກະຕິ

**2) ດຸນນະພາບຂອງແສງ ຄືຄວາມຍາວຂອງຄື່ນແສງເຊິ່ງສາມາດເບ່ງອອກເປັນ 2 ກຸ່ມໃຫຍ່ງໆຄື: ຄື່ນແສງທີ່ເບິ່ງບໍ່ເຫັນໄດ້ແກ່: ແສງເໜີອມ່ວງ (UV) ເຊິ່ງເປັນແສງຊ່ວງທີ່ມີຜົນຕໍ່ການຍັບຍັງການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຜິດ ແລະ ແສງໃນຊ່ວງອິນຟາຣີ (Infrared) ທີ່ມີຜົນຮັດໃຫ້ຂໍ້ປ້ອງຂອງຜິດຍິດຍາວ ສ່ວນອີກກຸ່ມໜຶ່ງຄື ຄື່ນແສງທີ່ເບິ່ງເຫັນປະກອບດ້ວຍຄວາມຍາວຄື່ນຕ່າງໆທີ່ໃຫ້ຜົນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຜິດຕ່າງກັນໄດ້ແກ່ແສງສີມ່ວງແລະ ສິນ້າເງິນກ່ຽວຂ້ອງກັບການຕອບສະໜອງຂອງຜິດທີ່ເອັ້ນວ່າ ໂົງໂທທຳປີຊີມ (Phototropism) ແສງສີຂຽວລະວັບການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຜິດ ແສງສີເຫຼືອງ ແສງສີສົ່ມ ແລະ ສີແດງ ມີຜົນຕໍ່ການງອກຂອງເມັດ ແລະ ແສງສີ far red ມີຜົນໃນການຍັບຍັງການງອກຂອງເມັດໂດຍສະແພະແສງສິນ້າເງິນທີ່ມີບິດບາດສໍາຄັນໃນການກະຕຸນໃຫ້ປາກກໃນເປີດເຜື່ອແລກປ່ຽນແກ້ດຂອງຜິດ ແລະ ມີອິດທີ່ຜົນຕໍ່ຜົນຜະລິດທາງການກະສິກອນຂອງຜິດເສດຖະກິດ.**

**3) ຊ່ວງແສງ ຄືໄລຍະເວລາທີ່ຜິດໄດ້ຮັບແສງໃນແຕ່ລະມື້ ເຊິ່ງຊ່ວງແສງມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນໄປຕາມລະດຸການ ແລະ ທ້ອງຖື່ນ ໂດຍທີ່ວ່າປະເສົງມີອິດທີ່ຜົນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕດ້ານລຳຕົ້ນ ແລະ ການຈະເລີນເຕີບໂຕທາງດ້ານການສືບັນໂດຍການຕອບສະໜອງຕໍ່ຊ່ວງແສງແບ່ງອອກເປັນ 3 ກຸ່ມຄື: ຜິດວັນສັ້ນເປັນຜິດທີ່ມີຄວາມຕ້ອງການຊ່ວງແສງໃນມື້ນຶ່ງສັ້ນກວ່າຊ່ວງວັນວິກຖືຕິຈຶ່ງອອກດອກໂດຍຊ່ວງວັນວິກຖືຕິນີ້ມີຄ່າທີ່ແຕກຕ່າງກັນໄປຕາມຊະນິດຂອງຜິດ ໂດຍສ່ວນໃຫຍ່ມີວິກຖືຕິຂອງຜິດທີ່ວ່າປະຢູ່ໃນຊ່ວງ 12-14 ຊົ່ວໂມງ/ມື້ ຕົວຢ່າງຜິດວັນສັ້ນໄດ້ແກ່: ກະລຳດອກ, ຜັກກາດຫອມ ເປັນຕົ້ນ ສ່ວນຜິດວັນຍາວເປັນຜິດທີ່ຕ້ອງການຊ່ວງແສງໃນວັນງໜຶ່ງຍາວກວ່າຊ່ວງວິກຖືຕິຜິດຊະນິດນີ້ໄດ້ແກ່: ໝາກເຊື່ອເຫດ ແລະ ສາລີ.**

## 2.4 ອິດທີ່ຜົນຂອງແສງຕໍ່ການງອກຂອງເມັດ

ເມັດຂອງຜິດປະກອບດ້ວຍເປືອກຫຼຸມເມັດ (Seed coat), ຄັບຜະ (Embryo) ແລະ ອາຫານສະລິມໃນເມັດເມືອເມັດຖືກແຍກອກຈາກຈາກຕົ້ນແມ່ແລວຢູ່ໃນສະພາບຢຸດກາການຈະເລີນເຕີບໂຕຊ່ວງໄລຍະເວລາໜຶ່ງເມືອເອົາເມັດມາໄວ້ໃນສະພາບແວດລ້ອມທີ່ເໝາສົມຄັບຜະທີ່ຢູ່ຜາຍໃນຈະເລີນເປັນຕົ້ນຜິດໃໝ່ ຂະບວນການທີ່ຄັບຜະຜາຍໃນເມັດຈະເລີນເປັນຕົ້ນໃໝ່ນີ້ເອັ້ນວ່າການງອກ (Germination) ຕົ້ນຜິດທີ່ຈະເລີນມາຈາກຄັບຜະໃນຂະນະທີ່ເປັນຕົ້ນອ່ອນຢູ່ຢັ້ງຕ້ອງການອານຫານເກັບໄວ້ພາຍໃນເມັດເອັ້ນວ່າຕົ້ນກໍາ (ຈຸນລະພາ ແລະ ຄະນະ, 2016)

ຂະບວນການງອກມີຄວາມສະຫຼັບຂັບຂ້ອນ ແລະ ປະກອບໄປດ້ວຍຂະບວນການນຕ່າງໆທີ່ເກີດຂຶ້ນພາຍໃນເມັດເລີ່ມຕົ້ງແຕ່ເມັດທີ່ຢູ່ໃນສະພາບແຫ້ງ ມີການດຸດຊົມນຳເຂົ້າໄປໃນເມັດ ແລະ ພາຍໃຕ້ສະພາບແວດລ້ອມຕ່າງໆທີ່ເໝາະສົມມີການປ່ຽນແປງພາຍໃນເມັດຮັດໃຫ້ມີການງອກເປັນຕົ້ນກໍາທີ່ຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜັດທະນາຈາກເອັ້ນບີໂອຂອງເມັດ ເຊິ່ງສາມາດສະຫຼັບຂະບວນການເປັນຂຶ້ນຕອນໄດ້ດັ່ງນີ້:

- 1) ການມີຊີວິດຂອງເມັດເປັນປັດໄຈສໍາຄັນໃນການກໍາເມັດ ການທີ່ມັດມີຊີວິດຢູ່ໄດ້ນ້ອຍອາດເນື່ອງ

ມາຈາກການຈະລຶນເຕີບໂຕຂອງເມັດບໍ່ເໝາະສົມຂະນະທີ່ຢູ່ເທິງຕົ້ນແມ່ ຫຼື ດັດຮັບອັນຕະລາຍຂະນະການເກັບກ່ຽວຂຶ້ນຂະບວນການຜະລິດເມັດບໍ່ເຖິງ.

2) ສະພາບແວດລ້ອມໃນຂະນະກໍາເມັດຕ້ອງຢູ່ໃນສະພາບແວດລ້ອມທີ່ເມະສິມຄື

2.1. ນ້າ ເປັນປັດໄຈສໍາຄັນໃນການງອກຂອງເມັດ ນ້າຊ່ວຍເຮັດໃຫ້ເປື້ອກເມັດອ່ອນຕົວ ແລະ ເປັນຕົວທາ  
ກໍາລາຍອາຫານສະສົມພາຍໃນເມັດທີ່ຢູ່ໃນສະພາວະທີ່ເປັນຂອງແຂງໃຫ້ຢູ່ໃນສະພາບທີ່ອ່ອນນຸ່ມອີກຊີເຈນຈາກອາກາດ  
ຜ່ານເປື້ອກເຂົ້າສູ່ພາຍໃນເມັດໄດ້ງ່າຍຂຶ້ນ ຊ່ວຍໃຫ້ເອັມບີໂອມີການຫາຍໃຈ ຈົນເຮັດໃຫ້ເມັດກົດຂະບວນການງອກໄດ້

2.2 ແສງ ເມັດເມືອເລີ່ມງອກມີທັງຊັນທີ່ຕ້ອງການແສງ ແລະ ບໍ່ຕ້ອງການແສງສ່ວນໃຫຍ່ຫຼັງຈາກທີ່ເປັນ  
ຕົ້ນກໍາເມືອໄດ້ຮັບແສງທີ່ຳເນົາໃຫ້ໃຊ້ໃນຂະບວນການສັງຄະດັວຍແສງ ແລະ ສ້າງອາຫານຕັບໄວ້ໃນສ່ວນ  
ຂອງໃບສິ່ງຜົນໃຫ້ຕົ້ນກໍາແຂງແຮງ ແລະ ຈະລຶນເຕີບໂຕໄດ້ກິດເຊິ່ງຜົດທີ່ງອກໄດ້ກິດເມືອໄດ້ຮັບແສງເຊັ່ນ: ຜັກກາດຫອມ,  
ສາບສືອ, ປຳຊະນິດຕ່າງໆ, ເມັດຫຍໍ້, ຢາສູບ, ວັດສະົຟດຕ່າງໆເປັນຕົ້ນ. ສ່ວນເມັດຜົດບາງຊະນິດເຊັ່ນຫອມຫົວໃຫຍ່,  
ກະຈົງບັນ, ຫ້າກາແຕງ, ຜັກປັ້ງຈົນ, ຜ້າຍ, ເຂົ້າໂຟດ ບໍ່ງອກເມືອໄດ້ຮັບແສງ ທັງນີ້ເປັນເພະນາຍໃນເມັດມີອາຫານສະສົມຢູ່  
ຫຼາຍໃນໃບລົງດັ່ງນັ້ນ ແສງຈຶ່ງບໍ່ຈະເປັນຕໍ່ການນຳມາສັງຄະດັວນການ.

2.3 ອຸນຫະຸມ ສະບັບອຸນຫະຸມທີ່ເຫມະສົມຊ່ວຍໃຫ້ເມັດດຸດນີ້ໄດ້ໄວ້ຂຶ້ນ ຈະບວນການໃນການງອກ  
ຂອງເມັດກົດເຊັ່ນໄວ ແລະ ຊ່ວຍໃຫ້ເມັດງອກໄດ້ໄວ້ຂຶ້ນ ໂດຍເມັດຜົດແຕ່ລະຊະນິດມີຄວາມຕ້ອງການອຸນຫະຸມສໍາລັບ  
ການງອກແຕກຕ່າງກັນໄປເມັດຜົດທີ່ຢູ່ໃນເຂດຮ້ອນຕ້ອງການອຸນຫະຸມເພື່ອການງອກສູງກວ່າເມັດທີ່ຢູ່ໃນເຂດຫານໄວ  
ເຊັ່ນ: ຜັກທອງ, ພອກໄດ້ກິທີ່ສຸດເມືອອຸນຫະຸມຢູ່ລະຫວ່າງ 16-26 ອົງສາເຊ ຖ້າອຸນຫະຸມໃນດິນຕໍ່ປະມານ 10 ອົງສາເຊ  
ເມັດຝັກທອງຈະບໍ່ງອກ ເມັດຜົດໂດຍທົ່ວໄປໃນເຂດຮ້ອນງອກໄດ້ກິໃນລະຫວ່າງ 20-30 ອົງສາເຊ ຜົດບາງຊະນິດຕ້ອງການ  
ອຸນຫະຸມສູງສະບັບກັບອຸນຫະຸມຕາມເຮັດໃຫ້ເມັດງອກໄດ້ກິດເຊັ່ນ: ທົ່ວໜີລົງເປັນຕົ້ນ.

2.4 ອີກຊີແຊນເມືອເມັດເລີ່ມງອກເອັມບີໂອຂອງຜົດມີດານແປ່ງຈຸລັງເພື່ອເຝື່ນຈຳນວນຈຸລັງ ແລະ ຂະຫຍາຍ  
ຂະໜາດຂອງຈຸລັງ ກິດຈະກຳເຫັນນີ້ຕ້ອງໃຊ້ຝລັງງານຫລາຍຝລັງງານທີ່ຮໍາມາໃຊ້ໄດ້ມາຈາກການເຜົາຜານອາຫານທີ່  
ສະສົມຢູ່ພາຍໃນຈຸລັງດ້ວຍອີກຊີແຊນຈາກອາກາດທີ່ເຂົ້າໄປໃນເມັດມີບາງສ່ວນຂອງຝລັງງານແປຮູບອອກມາ  
ເປັນຄວາມຮ້ອນດັ່ງນັ້ນຂະນະທີ່ເມັດກຳລັງງອກອຸນຫະຸມບໍລິເວນນັ້ນສູງກວ່າອຸນຫະຸມອື່ນງໍເມັດງອກໄດ້ກິທີ່ສົມອອກ  
ຊີເຈນປະມານ 20% ຫຼື ຫຼາຍກວ່າຜົດນີ້ສາມາດງອກໄດ້ໃນສະພາບອີກຊີເຈນຕໍ່ຄວາມຊື້ນສູງໂດຍເມັດເຫຼື່ນນີ້ໄດ້  
ຝລັງງານຈະບວນການຫາຍໃຈແບບບໍ່ໃຊ້ອີກຊີເຈນ.

ຂັ້ນຕອນການງອກ ການກະຕຸນໃຫ້ເມັດງອກ ແລະ ຕີບໂຕມາເປັນຕົ້ນໃຫມ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບຂະບວນການ

2 ກຸ່ມຄື:

1). ການດຸດນີ້ (Imbibition of water) ເມັດທີ່ແບ້ງສາມາດດຸດນີ້ໄດ້ຫລາຍເກີດເຊັ່ນກັບກໍລະນີຂອງເມັດທີ່ບໍ່  
ໄດ້ຝັກຕົວສ່ວນເມັດທີ່ຝັກຕົວດຸດນີ້ໄດ້ແຕ່ປະລິມານບໍ່ຫລາຍການດຸດນີ້ເຮັດໃຫ້ນັ້ນກັບສິດຂອງເມັດເຝື່ນຂຶ້ນໄລຍະ  
ເວລາທີ່ເມັດດຸດນີ້ແຕກຕ່າງກັນຕາມຊະນິດຂອງເມັດຜົດຕັ້ງແຕ່ 6 ຊົ່ວໂມງ ຈົນເຖິງຫລາຍງວັນ ເນື່ອງຈາກເມັດ  
ຕ້ອງການຄວາມຊື້ນຫລືນີ້ໃນການງອກໂດຍນີ້ຊ່ວຍເຝື່ນອັດຕາເມຕາບໍລິຊີມຕ່າງໆທີ່ນຳເປັນຕໍ່ການງອກໄດ້ ເມັດຜົດ  
ໂດຍທີ່ວ່າປົມມີຄວາມຊື້ນຕໍ່ປະມານ 8-13% ການທີ່ເມັດງອກນີ້ຕ້ອງໄດ້ຮັບຢັດໃຈຕ່າງໆທີ່ຈະເປັນຕໍ່ການງອກຢ່າງ  
ຜຽງຝະສະນັ້ນຂະບວນການທຳອິດທີ່ເກີດເຊັ່ນຕື່ການດຸດນີ້ຂອງເມັດຜົດໃຫ້ຄວາມຊື້ນຂອງເມັດເຝື່ນຢູ່ໃນປະລິມານທີ່  
ຜຽງຝໍມີການເກີດຂະບວນການຕ່າງໆສໍາລັບການງອກໃນລະຫວ່າງການດຸດນີ້ຂອງເມັດ (Imbibition period) ເມັດກົດ  
ການດຸດນີ້ຢ່າງວ່ອງໄວລັດສະນະຂອງເປື້ອກທີ່ຫໍ່ຫຼຸມເມັດ ແລະ ອຸນຫະຸມຂະນະນັ້ນປະລິມານຄວາມຊື້ນເຮັດໃຫ້ຂະບວນ  
ການງອກເກີດເຊັ່ນໄດ້ແຕກຕ່າງໆຫັນໄປຕາມຊະນິດຂອງເມັດຜົດ ມີຊ່ວຍເຮັດໃຫ້ເປື້ອງເມັດອ່ອນລົງ ແລະ ເຮັດໃຫ້ໂຟໂທ

ພາສຊົມໃນຈຸລັງໄດ້ຮັບນຳມັດບວມຂຶ້ນ ແລະ ເປືອກມັດອາດແຕກນຳໃນມັດຜົມຂຶ້ນເປັນ 40-60% ຂອງນໍ້າຫນັກແຫ່ງ (ປະລິມານໍ້າຫນັກແຫ່ງຫລັງຕັບກ່ຽວ) ແລະ ເຂົ້າສູ່ໄລຍະ (lag period) ຫລັງຈາກນິ້ນຈິງມີກາງອກອກອາກາມໃຫ້ສັງເກດເຫັນສິ່ງຜົນໃຫ້ຕົ້ນກໍາໃຫຍ່ຂຶ້ນແລະມິນໍ້າຫນັກຜົມຂຶ້ນເປັນ 170-180% ຂອງນໍ້າຫນັກແຫ່ງທັງນີ້ຜົນແລດທີ່ເກີດຂຶ້ນນີ້ແຕກຕ່າງໆກັນໄປຕາມຂະນິດຜົດ.

2) ການສ້າງລະບົບເອັນໄຊ ແລະ ການໃຊ້ອີກຊື່ເຈັນຜົ່ອການຫາຍໃຈ ການຫາຍໃຈຂອງມັດຜົມຂຶ້ນຢ່າງວ່ອງໄວໃນມັດທົ່ວ ອັດຕາການຫາຍໃຈຜົມຂຶ້ນພາຍໃນ 24 ຊົ່ວໂມງ ຫຼັງຈາກແຊ່ນໍ້າ ຫຼັງຈາກນິ້ນອັດຕາການຫາຍໃຈຄົງທີ່ຢູ່ຫຼາຍຊົ່ວໂມງ ເມືອເຄີດເຄີລແທງອອກາມການຫາຍໃຈຜົມຂຶ້ນຊື່ໃຫ້ເຫັນວ່າການຫາຍໃຈຜົມຂຶ້ນໃນຄັ້ງທີ່ສອງເກີດຈາກການທີ່ເປືອກຫຼຸມມັດແຕກອອກ ເຮັດໃຫ້ການແລກປັບປຸງກາສໄດ້ກີຂຶ້ນແຕ່ໃນກໍລະນີຂອງມັດເຂົ້າບາຣ ແລະເຂົ້າສາລີ ອັດຕາການຫາຍໃຈຜົມຂຶ້ນຕະຫລອດເວລາທີ່ມັດອອກເອັນໄຊທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບວັດຖະຈັກເຕັກບໍມີກິດຈະກຳສູງຂຶ້ນ ແຜະມີການຫາຍໃຈໂດຍໃຊ້ອີກຊື່ເຈັນເກີດຂຶ້ນໃນໄມໂຕຄອນເດີຍ ໃນມັດທີ່ແຫ່ງນີ້ນຂະບວນການສ້າງ ຜະລັງງານສູງ ATP ຈາກ Oxidative phosphorylation ບໍ່ເກີດຂຶ້ນເຊິ່ງກິດຈະກຳການສ້າງສານຜະລັງງານສູງໂກາດຂຶ້ນ ເມືອມັດເລີ່ມງອກແມ່ວ່າໃນມັດແຫ່ງມີເອັນໄຊປະກິດຢູ່ຫຼາຍຊະນິດ ແຕ່ຍັງມີເອັນໄຊອີກຫຼາຍຊະນິດເຊິ່ງບໍ່ປະກິດຢູ່ໃນມັດ ຫຼື ປຳກິດຢູ່ໃນຮູບທີ່ບໍ່ສາມາດມີກິດຈະກຳໄດ້ ເຊິ່ງກິດຈະກຳຂອງເອັນໄຊເຫຼື່ອນີ້ເກີດຂຶ້ນເມືອມັດອກເທົ່ານັ້ນໄດ້ແກ່: ເອັນໄຊອະໄມເລສ (Amylase), ໄລເຜສ (Lipases) ແລະ ໂປຣຕີເອສ (Protease) ເປັນຕົ້ນ. ເອັນໄຊ້ງ່າວຝຶດໃຊ້ໃນການຢ່ອຍສະຫຼາຍອາຫານສໍາຮອງໃນມັດເຊິ່ງເປັນທີ່ແນຊັດແລວວ່າເອັນໄຊເຫຼື່ອນີ້ສັງຄະເຂີ້ນມາລະຫວ່າງການງອກຂອງມັດ ຕົວຢ່າງທີ່ເຫັນຊັດເຈັນຄືກໍລະນີຂອງເອັນໄຊ α-amylase ເຊິ່ງສ້າງໂດຍຈຸລັງໃນຊັ້ນຂອງອະລີໂຮນເຮັດໜ້າທີ່ຢ່ອຍສະຫຼາຍແບ່ງໃນແຫຼ່ງອາຫານສໍາຮອງໂດຍປົກກະທິການທີ່ມັດສ້າງ α-amylase ໄດ້ນັ້ນຕ້ອງມີສ່ວນຂອງຄົບຜະຢູ່ນຳ ຫຼື ຖ້າບໍ່ມີຄົບຜະຕ້ອງໄດ້ເຕີມຈີບເປີເລີນໃຫ້ກັບມັດ ດັ່ງນັ້ນ ຈຶ່ງສະຫຼຸບໄດ້ວ່າຄົບຜະປັນສ່ວນທີ່ສ້າງຈີບປົກເປີເລີນຜົອກະຕັນໃຫ້ຈຸລັງອະລີໂຮນມີການສັງຄະະ α-amylase ເຊິ່ງການສັງຄະະ α-amylase ທີ່ກັຮັດໃຫ້ຢຸດສັງກໂດຍແອຄຕີໂນໄມຊື່ນດີ (Actinomycin D) ແລະ ຄໍແລມືຟິນິຄົ້ມ (Chloramphenicol) ສ່ວນເບຕາອະໄມເລສ (β-amylase) ຢູ່ໃນຮູບທີ່ບໍ່ສາມາດເກີດກິດຈະກຳໄດ້ໃນມັດແຫ່ງໃນຂະນະທີ່ມັດອກມີການສັງຄະະ RNA ເຜີມຂຶ້ນຫຼາຍ ແລະ ມີການຜົມປະລິມານໄຮໂໂບໂຊມຫຼາຍຂຶ້ນ ສ່ວນ mRNA ນັ້ນ ພົບຢູ່ໃນມັດແຫ່ງໃນສະພາບທີ່ບໍ່ສາມາດສັງຄະະໂປຕິນໄດ້ ແລະ mRNA ສາມາດເຮັດໜ້າທີ່ໄດ້ເມືອມັດມີການດຸດນັ້ນ.

3) ການເຄື່ອນຍ້າຍໂມເລກຸນຂອງອາຫານທີ່ຖືກປັບປຸງໄປຢູ່ເອັມບີໂອ ສານປະກອບທີ່ໄດ້ຈາກອາຫານທີ່ສະສົມໄວ້ໄດ້ຖືກລໍາລວງໄປຢູ່ເອັມບີໂອ ໂດຍສະເພະເນື້ອເຢື່ອຈະເລີນບໍລິເວນປາຍຍອດ, ປາຍຮາກ ແລະ ບໍລິເວນເນື້ອເຢື່ອທີ່ກໍາລັງຈະເລີນ ແລະ ມີການຝຶດທະນາ.

4) ການຫາຍໃຈມີອັດຕາການຜົມຂຶ້ນສູງ ຕົ້ນອອນທີ່ກໍາລັງຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜັດທະນາມີການຫາຍໃຈຜົມຂຶ້ນຕາມຄວາມຕ້ອງການຜະລັງງານ ແລະ ສານປະກອບ.

5) ການແບ່ງຕົວ ແລະ ການຂະຫຍາຍຕົວຂອງຈຸລັງ ເກີດການກັບຄົນຂອງການຈະເລີນເຕີບໂຕ (Resumption of growth) ໃນລະຫວ່າງການງອກເນື້ອເຢື່ອຈະເລີນມີການກັບຄົນຂອງການຈະເລີນເຕີບໂຕຕີການແບ່ງຕົວຜົອສ້າງຈຸລັງໃຫມ່, ມີການຂະຫຍາຍຕົວຂອງຈຸລັງເຮັດໃຫ້ເອັມບີໂອມີຂະໜາດໃຫຍ່ຂຶ້ນ ແລະ ຈຸລັງທີ່ສ້າງຂຶ້ນໃໝ່ເກີດການ differentiation.

6) ການເຕີບໂຕ ແລະ ການງອກຂອງຮາກແລກເກີດ (Radicle) ການງອກຂອງສ່ວນທີ່ເຊັ່ນວ່າຮາກແລກເກີດຂອງຕົ້ນອ່ອນຈັດເປັນສັນຍານທີ່ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າມັດອກແລ້ວ ການຂະຫຍາຍຕົວຂອງຮາກແລກເກີດອອກາມຈາກມັດເກີດຈາກການຂະຫຍາຍຕົວຂອງຈຸລັງຫລາຍວ່າທີ່ເກີດຈາກການແບ່ງຈຸລັງຫລັງຈາກນັ້ນຈຸລັງທັງນີ້ລະບົບຖືກກະຫຼຸນ

ໃຫ້ເຮັດວຽກຢ່າງເຕັມທີ່ ເຮັດໃຫ້ອາຫານທີ່ສະສົມຢູ່ພາຍໃນເມັດມີການຢ່ອຍໃຫ້ຢູ່ໃນຮູບໂຄງສ້າງຢ່າງເຊື່ອເຊັ່ນໄຂມັນແລະນຳມັນຖືກຢ່ອຍເປັນກົດໄຂມັນແລະນຳຕານໂປ່ຕິນຖືກຢ່ອນເປັນສານປະກອບທີ່ມີໃນໂຕເຈນເປັນຫລັກເຊິ່ງຈຳເປັນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຕົ້ນກໍາ ແລະ ເຮັດຫມ້າທີ່ຜະລິດເອັນໄຊ໌ຄວບຄຸມການເຮັດວຽກຂອງຮໍ່ໂມນແປ່ງຖືກຢ່ອຍເປັນນຳຕານເປັນຕົ້ນ.

7) ການເຕີບໂຕຂອງຕົ້ນອ່ອນ ລັດສະນະຂອງຍອດຕົ້ນອ່ອນທີ່ອກຂຶ້ນມາແບ່ງເປັນ 2 ລັກສະນະຄື: 1) Hypogeal germination ເປັນການງອກຂະນິດທີ່ສ່ວນໃຕ້ຂອງໃບລົງປໍ່ຢິດຕົວຫລັງຈະກັດຕົ້ນອ່ອນເຕີບໂຕຂຶ້ນໄປແລ້ວເມັດຢູ່ຄົງຢູ່ທີ່ລະຫັບເດີມ ເຊັ່ນ: ການງອກຂອງເມັດຂົ້າໂລກ, ເມັດຂົ້າ, ເມັດຖື່ວົງ (Pea), ເມັດມະຂື່ອເທດ, ຖົ່ວລັນເຕົາ ແລະ ຫາກັ້ວ. 2) Epigeal germination ຄືການງອກຂະນິດທີ່ສ່ວນໃຕ້ຂອງໃບລົງຢິດຕົວເຮັດໃຫ້ເມັດຢູ່ໃນລະດັບສູງກວ່າເກົ່າເຊັ່ນ: ຖົ່ວ, ຫາກຂາມ ການງອກຂອງເມັດຂະນິດນີ້ເຮັດໃຫ້ເກີດສ່ວນທີ່ໂຕງໆເປັນຕະຫຼິບລືວັນສ່ວນໃຕ້ໃບລົງເຊິ່ງຈາກການສຶກສາໃນເມັດຂອງຟິດ 964 ຊະນິດ ມີລາຍງານວ່າເມັດຟິດຈະນວນ 672 ຊະນິດ ທີ່ການງອກຂອງເມັດຕ້ອງໄດ້ຮັບການກະຕຸນໂດຍແສງໂດຍເມັດສ່ວນໃຫຍ່ທີ່ຕອບສະຫນອງຕໍ່ແສງເປັນເມັດທີ່ມີຂະໜາດນ້ອຍມີໄຂມັນຫລາຍ, ເມັດຂອງຟິດປ່າຍຊະນິດສະແດງລັກສະນະວ່າແສງລັງປະບວນການງອກໄດ້ໂດຍສະແພະຢ່າງຍິ່ງແສງສິນ້າເງິນ ແລະ ແສງ Far red ເນື່ອງຈາກແສງທັງສອງນີ້ລືດປະລິມານ Pfr ໃນເມັດໄປເຖິງລະຫັບທີ່ຕໍ່ກວ່າເມັດຕ້ອງການໃຊ້ເຝື່ອການງອກຂະບວນການນີ້ເກີດຂຶ້ນໂດຍການປ່ຽນ Pfr ເປັນ Pr ຫລືປ່ຽນໄປເປັນຮູບຂອງ Pfr ທີ່ບໍ່ກະຕຸນໃຫ້ເກີດກິດຈະກຳນອກຈາກແສງແລ້ວການງອກຂອງເມັດບ່າງຊະນິດຢັ້ງມີຜົນກະທິບຈາກອຸນຫະພູມເຮັດໃຫ້ເກີດປະກິສິນທີ່ລະຫວ່າງອຸນຫະພູມ ແລະ ແສງຮ່ວມກັນ.

ເຊິ່ງໃນຂະບວນການງອກຂອງເມັດນີ້ກ່ຽວຂ້ອງໂດຍຕົງກັບເອັນໄຊ Amylase ທີ່ມີຜົນຈາການເຮັດວຽກຂອງຮໍ່ໂມນຈົບເປີເລີນໃນເມັດແລ້ວສິ່ງໄປຢັ້ງເຊັ່ນ Aleurone ເຝື່ອໃຫ້ເມັດສາມາດດູນນຳແລ້ວສິ່ງຜົນໃຫ້ເມັດງອກຕໍ່ໄປເຊິ່ງການສ້າງຊະນິດນີ້ເກີດຈາກການສະແດງອອກຂອງຍິນ OSGA3ox1 ແລະ OSGA3OX2 ໂດຍມີການສັງຄະເອນໄຊ໌ທີ່ໃບລົງຫລາຍກວ່າທີ່ຍອດຟິດ.

ຂະບວນການງອກຕ້ອງການແລ້ງງານ ແລະ ສານຕັ້ງຕົ້ນສໍາລັບສ່ວນປະກອບເຊິ່ງເມັດນຳມາຈາກອາຫານທີ່ເກັບສະສົມໄວ້ໃນຮູບຄາໂບໄຣເດດ, ໂປ່ຕິນ, ໄຂມັນ ໂດຍຜ່ານການຢ່ອຍແລະການຫາຍໃຈແປ່ງຖືກຢ່ອຍໂດຍເອັນໄຊ Amylase ໃຫ້ເປັນນຳຕານໂມເລກຸນດ່ວວົມໂຕສ ແລະ ນຳຕານໂມເລກຸນດ່ວກລູ ໂຄສບາງສ່ວນຖືກປ່ຽນເປັນນຳຕານໂມເລກຸນຄຸ້ງໂດຍເອັນໄຊ Invertase ແລະ ບາງສ່ວນຖືກນຳເຂົ້າສູ່ຂະບວນການໄກໂຄໄລຊີວ ແລະ TCA cycle ໃນຂະບວນການຫາຍໃຈເຝື່ອສ້າງລຳຕົ້ນໃນການຈະລົນເຕີບໂຕເອັນໄຊ Lipase ຢ່ອຍໄຂມັນໃຫ້ກາຍເປັນກີເຊີຣອສ ແລະ ກິດໄຂມັນ ເຊິ່ງຖືກຢ່ອຍຕໍ່ໂດຍເອັນໄຊ Peroxidase ແລະ Aldehydogenases ໃນຂະບວນການອອກຊີເດັ່ນເຊິ່ງລົດຈຳນວນຄາບອນລົງເລື່ອຍໆ ແລະ ສ້າງແລ້ງງານເຕັບໄວ້ໃນ NADPE ຜ້ອມປ່ອຍກາສາບອນໄດ້ອກໄຂອອກມານອຈາກນີ້ກິດໄຂມັນຍັງຖືກຢ່ອຍໂດຍເອັນໄຊອກຊີເດັ່ນເຊິ່ງເກັບຄາບອນອາຕອມໄວ້ໃນ acetyl-coenzyme A ທີ່ສາມາດເຂົ້າສູ່ TCA cycle ໄດ້ ໃນຂະນະທີ່ເອັນໄຊ Protease ຢ່ອຍສະຫລາຍໃຫ້ກິດອົນໃນເຊິ່ງຖືກນຳໄປສ້າວໂປຣຕິນໃຫມ່ຫລືແລກປ່ຽນກຸ່ມອາມີໂນ (Transmination) ກັບກິດອົນຊີຫລືຖືກຢ່ອຍສະຫລາຍຕໍ່ໃຫ້ກາຍເປັນກິດໄຂມັນກຫບແອມໂມເນັຍໄດ້.

ປະລິມານຈົບເປີເລີນທີ່ຖືກກະຕຸນໂດຍແສງມີຜົນຕໍ່ດານທຳງານຂອງເອັນໄຊຊະນິດຕ່າງໆໃນເມັດໄດ້ແກ່ amylase, protease ແລະ ribonuclease ໂດຍສະແພະ amylase ທີ່ສິ່ງຜົນໂດຍກິງກັບການງອກເຊິ່ງຝົບວ່າ: ເມື່ອປະລິມານຈົບເປີເລີນເຝື່ອສິ່ງຜົນໃຫ້ມີເອັນໄຊ Amylase ເຝື່ອສຸງຂຶ້ນເຊັ່ນກັນເຊິ່ງຈົບເປີ-ເບີລິນ ຄວບຄຸມກິດຈະກຳການເຮັດວຽກຂອງເອັນໄຊ Amylase ຜ່ານການສັງຄະເວົ້າ RNA ໂດຍການສັງຄະຈົບເປີລິນເລີ່ມຕົ້ນທີ່ກິດແວ້າໂລນິກ

ປ່ຽນໄປຕາມຂະບວນກາຍເປັນຈີບເບີລິນຕາມຂະບວນການໃນຮູບແບບ ເຊິ່ງການສັງຄະະຈີບເບີລິນເກີກທີ່ໃບລ້ຽງຝຶດຫລາຍກວ່າເຫື່ອດາ.

## 2.5 ອິດທີຝຶນຂອງແສງຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕ ແລະ ການຝັດທະນາກຳງົງຂໍ້າງຂອງຝຶດ

ແສງເປັນປັດໄຈທີ່ມີຄວາມສໍາຄັນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຝຶດ ເຊິ່ງມີຜົນໄດ່ຢັກຕໍ່ຂະບວນການສັງຄະະແສງໄດ້ຮັບແສງຫຼາຍເຮັດໃຫ້ມີການສັງຄະະແສງໄດ້ຫຼາຍຂຶ້ນ ແຕ່ຫາກຝຶດໄດ້ຮັບແສງໃນປະລິມານຫຼາຍເກີນໄປມີຜົນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕໄດ້ຮັດໃຫ້ຄໍໄລຝຶວຖືກທຳລາຍຢ່າງວ່ອງໄວຈົນເກີດອາການ Chlorosis ເຊິ່ງມີຜົນເຮັດໃຫ້ເອັນໄຊບໍ່ສາມາດເຮັດວຽກ ຫຼືເຮັດວຽກໄດ້ບໍ່ດີ ແລະ ຄໍໄລຝຶວໃນໃບຫຼຸດລົງເມືອມົກວາມເຂັ້ມແສງເຝຶມຫຼາຍຂຶ້ນ ຫຼື ຖ້າບໍ່ໄດ້ຮັບແສງຝຶດຍິງຄົງຈະລົນເຕີບໂຕໄປຈົນກວ່າອາຫານທີ່ສະສົມໄວ້ຫາມີດແຕ່ມີການຈະລົນເຕີບໂຕຝຶດປົກກະຕິໄດ້ເອີ້ນອາການດັ່ງກ່າວວ່າ etiolation ໂດຍຝຶດມີລັກສະນະຂອງອາການຄືມີໃບສີຂາວ, ລຳຕົ້ນຍາວ, ໃບແຜ່ບໍ່ເຕັມທີ່, ລະບົບຮາກອ່ອນແລ້ວ ແນີ້ອີ່ອຂອງຝຶດມີນໍ້າຫຼາຍ, ຂໍເປືອກຍືດຍາວຝຶດປົກກະຕິ ແລະ ຕົ້ນລົ້ມແພະມີຄວາມແຂງແຮງບໍ່ພໍສໍາລັບການຕັ້ງລໍາຕົ້ນໃຫ້ຊື່ເຊິ່ງຝຶດແຕ່ລະຊະນິດມີການຕອບສະໜອງຕໍ່ຄວາມຍາວຕົ້ນແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ໂດຍຝຶດທີ່ໄດ້ຮັບຄວາມເຂັ້ມແສງຕ່າງກັນ ເຮັດໃຫ້ຝຶດມີອັດຕາການສັງຄະະແສງທີ່ແຕກຕ່າງກັນເຊິ່ງຜັກສ່ວນໃຫຍ່ຢຸດການສັງຄະະແສງທັນທີ່ເມືອໄດ້ຮັບຄວາມເຂັ້ມແສງຕໍ່ເກີນໄປຈາກງານທິດລອງຂອງ (ຝຶດສິນາ ແລະ ທຳມະສັກ, 2017). ໄດ້ສຶກສາຜົນຂອງຄວາມເຂັ້ມແສງ ແລະ ໄລຍະວෙລາຮັບແສງຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕ ແລະ ຄຸນນະພາບຂອງຜັກກາດຫອມຝຶບວ່າການປຸກຜັກກາດຫອມບັດຕີເຮັດທີ່ໃຫ້ແສງຈາກຫຼຸດໄຟຟ້ອນເລັດຊັ້ນ ເປັນເວລາ 16 ຊົ່ວໂມງ ໃຫ້ນໍ້າໜັກສິດສ່ວນຍອດນໍ້າໜັກແຫ້ງສ່ວນຍອດ ແລະ ປະລິມານວິຕາມີນຊື່ສູງທີ່ສຸດ ໃນຂະນະທີ່ເຮັດໂອັດພາຍໃຕ້ແສງຈາກຫຼຸດແອລອີດໃຫ້ຕໍ່ນໍ້າໜັກສິດສ່ວນຍອດ ແລະ ນໍ້າໜັກສ່ວນຍອດສູງທີ່ສຸດ ມອກຈາກນີ້ (ສຸດທິດາ ແລະ ຄະນະ, 2015) ທ່າງການສຶກສາຜົນຂອງຄວາມເຂັ້ມແສງຈາກຫຼຸດຫຼຸດແວວອີດໃຫ້ສໍາລັບການປຸກຜັກສະຫຼັດເຮັດໂອັດໃນລະບົບໂຮງເຮືອນໄຮ ໂດຍໂປ່ນິກ ຜົບວ່າຄໍາສະເລ່ຍຂອງຄວາມສູງຕົ້ນ ແລະ ຄວາມຍາວຮາກສູງສຸດ ເມື່ອປຸກໂຄຍໃຊ້ຈາກຫຼຸດຫຼຸດແວວອີດສຶກສິຜ ແລະ ການເຝຶ່ມຄວາມເຂັ້ມແສງສົ່ງຜົນໃຫ້ຜັກສະຫຼັດມີການຈະລົນເຕີບໂຕເຝຶ່ມສູງຂຶ້ນ ແລະ ມີການສຶກສາຜົນຂອງຄວາມຍາວຕົ້ນແສງຕໍ່ຜັກກົນໃບ ຜົບວ່າການໃຫ້ແສງສິຟ້າຮ່ວມກັບສີຂຽວ ແລະ ສີແແງໃນອັດຕາສ່ວນ 0:20:80 ເຮັດໃຫ້ນໍ້າໜັກຍອດ ແລະ ຜົ້ນທີ່ໃບຂອງຜັກກາດຫອມສູງທີ່ສຸດ (He *et al.*, 2019) ມອກຈາກນີ້ແສງຍັງມີອິດທີຝຶນຕໍ່ການຝັດທະນາຂອງກຳງົງຂໍ້າງ ແລະ ລຳຕົ້ນຂອງຝຶດ ໂດຍຝຶດທີ່ໄດ້ຮັບແສງນ້ອຍເຊື່ອ: ຜົດທີ່ປຸກຊີດກັນ ມີການຍືດຕົວ ແລະ ມີຄວາມສູງຫຼາຍກວ່າຝຶດປົກກະຕິໄດ້ຍືດມີອກຊີນ ແລະ ຈີບເບີລິນເປັນກົນໄກ້ໜຶ່ງໃນການຄວບຄຸມການຍືດຕົວຂອງປ້ອງເຊິ່ງຄຸນນະພາບແສງມີອິດທີຝຶນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຕົ້ນ ໂດຍແສງສິແແງຍັບຢັ້ງການຍືດຕົວຂອງລົ່າຕົ້ນໃນທີ່ມີດ ແລະ ການໃຫ້ແສງເໜືອແແງ (far red) ສາມາດກະຫຼຸນການຍືດຕົວຂອງປ້ອງປ້ອງແລກເຊິ່ງມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍໃນການໂຝຶ່ນຜົດຕົນຂອງຝຶດຕະຫຼານຫຍໍາ ແຕ່ໃນຝຶດໃບລ້ຽງຄູ່ ໃບແລະກັ່ນໄດ້ຮັບແສງຕົ້ມທີ່ໂດຍບໍ່ກາບໃບຫຼຸມເໜືອນກັບຜົດຕະຫຼານຫຍໍາ ດັ່ງນັ້ນ, ການຍືດຕົວຂອງປ້ອງຈຶ່ງໄດ້ຮັບອິດທີຝຶນຈາກຄຸນນະພາບຂອງແສງ ປະລິມານແສງທີ່ຜົດໄດ້ຮັບຂຶ້ນກັບໄລຍະປຸກເຊິ່ງການປຸກຊີດເຮັດໃຫ້ຜົດໄດ້ຮັບແສງນ້ອຍລົງ ແລະ ການສ້າງກຳລິດລົງ ການເຝຶ່ມແສງໃຫ້ກັບຫຍໍາເຮັດໃຫ້ຈຳນວນກຳເຝຶ່ມຂຶ້ນ, ໃນທັນຍາຜົດທີ່ປຸກໃນສະພາບແວດລ້ອມທີ່ເໝັ້ນະສົມຈຳນວນຕໍ່ຜົ້ນທີ່ຂອງແປງທີ່ປຸກທີ່ຄວາມໜາແຫ້ນຕ່າງກັນຄ່ອນຂໍ້າງຄົງທີ່ສລົງທີ່ປຸກແຫ້ນເກີນໄປບໍ່ສ້າງກຳງົງຂໍ້າງ ແລະ ຜັກເຊິ່ງເປັນຜົນຈາກປະລິມານອາຫານທີ່ໄດ້ຈາກການສັງຄະະແສງມີຈຳກັດຫຼືຈາກການຂຶ້ມຂອງຕາຍອດເນື່ອງຈາກປະລິມານອອກຊີດເຈນທີ່ຖືກສ້າງຫຼາຍຂຶ້ນໃນຕົ້ນທີ່ຖືກບັງແສງຂະນະທີ່ຄວາມຍາວວັນມີອິດທີຝຶນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງລົ່າຕົ້ນນ້ອຍກວ່າຂະບວນການອອກດອກ.

## 2.6 ອິດທິພິນຂອງແສງສະຫວ່າງຕໍ່ຂະບວນການອອກດອກຂອງຝຶດ

ການອອກດອກແມ່ນ ສັນຍານວ່າຕົ້ນໄດ້ເຂົ້າສູ່ໄລຍະການເກີດໄວ, ບາງຝຶດເມື່ອປ້ອຍອອກມາ ດອກໄມ້ເກີດໝາກແລ້ວ ຕາຍໝອນວົງຈອນຊີວິດຂອງມັນໄດ້ສໍາເລັດແລ້ວເຊັ່ນ: ຜິດປະຈຳປີເຊັ່ນ: ກັວຍ, ໄມ້ໄຜ, ຫາກນັດ. ຈິນກ່ວ່າສາຂາເຫຼົ້ານີ້ມີ ອາຍຸຮຽງຝຶດທີ່ຈະສາມາດອອກໄດ້. ດອກຈະເກີດໝາກຫຼາຍຄັ້ງກ່ອນຕົ້ນນັ້ນຕາຍ. ເຫຼົ້ານີ້ລວມມີຕົ້ນໄມ້ກິນໝາກເຊັ່ນ: ຫາກມ່ວງ, ລົ້ນຈີ, ລຳບຸດ, ແລະ ຖຸລຽນ, ຜິດທີ່ວ່າປະເບີການເມື່ອມີຄວາມຜ້ອມ, ຄື: ອາຍຸ, ອາຫານສະສົມ ແລະ ສະພາບ ແວດລ້ອມທີ່ເໝະສົມ, ຫັງໝົດນີ້ແມ່ນປັດໃຈທີ່ວ່າໄປ. ຢ່າງໃດກໍຕາມ, ຜິດບາງຊຸມິດເຊັ່ນ: ເບີໝາກມ່ວງ ຜູ້ທີ່ສ້າງ ຂຶ້ນຈາກການຕິດຕາອາດຈະບີການ. ເອີມັນຢູ່ໃນຫມ້. ຫຼັງຈາກການປຸກຝຶດໃຫມ່ ເມື່ອອາກາດເຢັນຜົມຄວນ ມັນ ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າສິ່ງແວດລ້ອມມີຜົນກະທິບ. ຫຼາຍໃນການບັງຄັບໃຫ້ດອກອອກດອກ ແຕ່ໃນຂະນະດຽວກັນ, ຍັງມີ ຕົ້ນໄມ້ກິນໝາກອີກຫຼາຍຊຸມິດເຊັ່ນ: ລ່າຍວ, ລົ້ນ ແລະ ຫາກມ່ວງ ບໍ່ສາມາດອອກດອກໃນບາງປີເຖິງແມ່ນວ່າສະພາບ ອາກາດຈະເຫັນວະສິມ ອາດຈະເກີດມາຈາກອາຫານທີ່ສະສົມຢູ່ໃນຝຶດບໍ່ຜຽງຝຶດ ຫຼື ອາຍຸຂອງງ່າ ແລະ ໃບຍັງບໍ່ຜ້ອມ, ຕົວຢ່າງເຊັ່ນ: ໃບຍັງບໍ່ຫັນແກ່ເຕັມທີ່ເມື່ອຖືກອາກາດໝາວ. ຫາກໄມ້ບາງຊຸມິດເຊັ່ນ: ຫາກມ່ວງຫາວ່າ ສາມາດ ອອກດອກໄດ້ຕະຫຼອດເປົ້າວ່າຈະເປັນໝາກໄມ້ບາງຊຸມິດ. ສິ່ງແວດລ້ອມ. ແຕ່ມັນຂຶ້ນກັບອາຫານ. ການສະສົມແມ່ນສໍາ ຄົນ. ການເກີດດອກກຸຫລາບຖືກຄວບຄຸມໂດຍປັດໃຈຕ່າງໆ. ແສງສະຫວ່າງມີຄວາມສໍາຄັນສໍາລັບການອອກດອກ. ຜິດ ຫຼາຍຊຸມິດ, ໂດຍສະເພາະຝຶດປະເພດຫຍໍາ, ຄຸນນະພາບຂອງແສງ ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງສະຫວ່າງແລະຄວາມຍາວຂອງມີ ກຳນົດການອອກດອກ. ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງສູງກວ່າ, ການສັງຄະແງໄດ້ດີກວ່າ, ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງມີອາຫານຜຽງຝຶດສໍາລັບ ການອອກດອກ. ຄວາມຍາວຂອງມີແມ່ນມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍ, ໂດຍທົ່ວໄປຝຶດສາມາດແປ່ງອອກຢັນ 3 ປະເພດໂດຍ ອີງໃສ່ການຕອບສະໜອງຕໍ່ຄວາມຍາວຂອງມີ. ເຫຼົ້ານີ້ແມ່ນຜິດມື້ສັ້ນ, ຜິດມື້ຍາວ ແລະ ຜິດທີ່ບໍ່ຕອບສະໜອງກັບຄວາມ ຍາວຂອງມີ (ຜິດທີ່ເປັນກາງ). ດອກໄມ້ສາມາດເບີການໄດ້ໃນເວລາທີ່ Photoperiod ຕໍ່ກວ່າໄລຍະວລາທີ່ສໍາຄັນ, ໄລຍະວລາທີ່ສໍາຄັນນີ້ແມ່ນຄວາມຍາວຂອງມີທີ່ຜິດແຕ່ລະຊຸມິດປ່ຽນການເຕີບໃຫຍ່ຂອງໃບໄປສູ່ການອອກດອກ, ເຊິ່ງ ຜິດຊະນິດໃດ. ໃນມື້ຫົງນີ້, ຜິດແຕ່ລະຊຸມິດຈະປ່ຽນການເຕີບໃຫຍ່ຂອງໃບໄປສູ່ການອອກດອກ, ເຊິ່ງແຕ່ລະຊຸມິດຂອງ ຜິດມີໄລຍະວລາທີ່ສໍາຄັນທີ່ແຕກຕ່າງໆກັນ ຕົວຢ່າງເຊັ່ນ: Chrysanthemums ເຊິ່ງເປັນຜິດທີ່ມີອາຍຸສັ້ນ, ມີໄລຍະວລາທີ່ ສໍາຄັນ 13.5 ຊົ່ວໂມງ, ຊົ່ງໝາຍຄວາມວ່າ Chrysanthemums. ດອກໄມ້ນີ້ເປັນໄປດ້າມື່ອມີແສງສະຫວ່າງຫນ້ອຍກວ່າ 13.5 ຊົ່ວໂມງຕໍ່ມື້. ຖ້າຄວາມຍາວຂອງມີຢາວກວ່ານີ້, ມັນຈະຮັດໃຫ້ເກີດການເຕີບໃຫຍ່ໃນສ່ວນພາຍໃນແທນທີ່ ຈະ ອອກດອກ, ດັ່ງນັ້ນ, ການເຕີບໃຫຍ່ຂອງ Chrysanthemums ສາມາດຄວບຄຸມໄດ້. ໃນໄລຍະທຳອິດຂອງການບຸກ, ໄຟ ດັ່ງຖືກເປີດໃນເວລາທີ່ເຫັນວະສິມ. ໃນຕອນກາງຄືນເຝື້ອທິດແທນແສງແດດ ຊົ່ງຮັດໃຫ້ການເຕີບໃຫຍ່ຂອງງ່າ ແລະ ໃບ ເຫຼົ້ານັ້ນ ເມື່ອຕົ້ນໄມ້ເຕີບໃຫຍ່ເປັນຂະໜາດທີ່ດີ, ຜ້າສີດຳຖືກນຳໃຊ້ເຝື້ອປົກຄຸມເຮືອນແກ້ວໃນຕອນແລງເຝື້ອປ້ອງກັນ ບໍ່ໃຫ້ມັນໄດ້ຮັບແສງສະຫວ່າງ. ນີ້ຮັດໃຫ້ໄລຍະວລາທີ່ຕົ້ນໄມ້ Chrysanthemum ໄດ້ຮັບແສງສະຫວ່າງຫນ້ອຍ. ໃນ ໄລຍະວິກິດການ, ການອອກດອກສາມາດເກີດຂຶ້ນໄດ້. ຜິດຊະນິດອື່ນໆທີ່ຖືກຈັດປະເພດເປັນຜິດທີ່ມີອາຍຸສັ້ນໄດ້ແກ່ ຖ້ວເຫຼືອງ, ຕົ້ນຄລືສົມາດ, ດອກກຸຫຼາບ, ຫົນ, ສະຕິເປີຮີ ແລະ ອື່ນໆ. ຜິດທີ່ມີອາຍຸຫວັນນາມສາມາດອອກດອກເມື່ອວັນ ເວລາດົນກວ່າເວລາສໍາຄັນເຊັ່ນ: Carnations, ມັນຕົ້ນ, ແລະ ຜັກກາດ. ບໍ່ຕອບສະໜອງກັບໄລຍະວລາຂອງມີ, ເຊັ່ນ: ຫົ ທາເລື່ນ, ດອກຕາເວັນ, ແລະ ເຂົ້າ, ຜິດເຫຼົ້ານີ້ສາມາດອອກດອກໄດ້ບໍ່ວ່າມີຈະແກ່ຍາວເທົ່າໄດ. ມີຜິດບາງຊຸມິດທີ່ເບີການ ໂດຍບໍ່ຄຳນິງເຖິງມີ. ແຕ່ມັນອອກດອກໄວ້ເມື່ອຢູ່ໃນສະພາບມີສັ້ນ ຫຼື ຍາວ ເຊັ່ນ: ດາວກະຈາຍ, ພ້າຍ ແລະ ເຂົ້າບາງສາຍ ຜັນ ເຊິ່ງອອກດອກໄດ້ໄວ້ຂຶ້ນເມື່ອຢູ່ໃນຊ່ວງວັນສັ້ນ ສ່ວນຖ້ວລັນຕົາ ແລະ ຜິຫຼຸມຍອກດອກໄດ້ໄວ້ຂຶ້ນເມື່ອຢູ່ໃນຊ່ວງ ວັນຍາວ. ນອກຈາກນີ້, ອຸນໜະໜຸມຢັ້ງເປັນປັດໃຈສໍາຄັນຫລາຍຢ່າງຫນີ້ ໃນໄມ້ໃຫ້ຫົມາກຫລາຍຊຸມິດຕ້ອງການອາກາດ

ເຢັນຊ່ວງຫມື່ງກ່ອນການອອກດອກເຂັ້ນ: ຫມາກມ່ວງ, ລົ້ນຈີ່, ລໍາໄຍ, ເງະຄວາມຕ້ອງການອາກາດເຢັນຂອງແຕ່ລະຝຶດ ແລະ ແຕ່ລະພັນແຕ່ກາທ່າງກັນໄປເຊັ້ນ: ຫມາກມ່ວງຕ້ອງການຊ່ວງອາກາດເຢັນໜ້ອຍກວ່າລົ້ນຈີ່ກ່ອງດອກໄດ້ ແລະ ລົ້ນຈີ່ ຜັນຮົງຮວຍເຊິ່ງປຸກຫລາຍຫາງຝາກເຫີ່ມອຕ້ອງການອາກາດເຢັນຍາວນານກວ່າລົ້ນຈີ່ຜັນຄ່ອມທີ່ປຸກແຖບຝາກກາງ ອຸນໜະຜູມມີຜົນຕໍ່ການປ່ຽນແປງລະດັບຮົມໂມນພາຍໃນຝຶດ ແລະ ເຮັດໃຫ້ຝຶດສະຫຼັກການເຕີບໄຕທາງກົງໃບ ຈີ່ມີຜົນກະ ຕຸ້ນການອອກດອກໄດ້ໃນສະພາບອື່ນໆຜ້ອມເຊັ້ນ: ອາຫານສົມບູນ ແລະ ບໍ່ຢູ່ໃນຊ່ວງໃບອອນ. ໄມດອກເຂດຫມາວຫລາຍ ຊະນິດຕ້ອງການອາກາດເຢັນກ່ອນການອອກດອກເຂັ້ນກັນ ໄດ້ແກ່ ເບັນຈະມາດບາງພັນ, ກຸລາບຫົນ ມີຜິດບາງຊະນິດ ສາມາດອອກດອກໄດ້ທຸກລະດຸບໍ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບອຸນໜະຜູມ ຫລື ກ່ຽວຂ້ອງໜ້ອຍທີ່ສຸດ ໄດ້ແກ່ ຫມາກຫຼຸງ, ຫມາກມ່ວງ ທະວາຍ, ຫມາກັ້ວຍເຢັນຕົ້ນ.

## 2.7 ຜົນຂອງແສງຕໍ່ການສ້າງສານສໍາຄັນຂອງຝຶດ

### 2.7.1 ການສ້າງສານສໍາຄັນໃນຝຶດ

ສານປະກອບທາງເຄີມໃນຝຶດເຢັນສານປະກອບທີ່ຝຶດສ້າງຂຶ້ນດ້ວຍຂະບວນການເມແທບລົງຊີມ ລວມເຖິງສານ ອະນຸພັນຕໍ່າງໆຂອງສານເຫັນວ່າ ນີ້ທີ່ຖືກສ້າງຂຶ້ນ ແບ່ງເປັນ 2 ກຸ່ມໄດ້ແກ່: ສານເມແທບ ໄລປະຖົມຜູມ (Primary metabolites) ແລະ ສານເມແທບ ໄລທຸຕີຍຜູມ ໂດຍສານເມແທບ ໄລທຸຕີຍຜູມເປັນສານທີ່ໄດ້ຈາກຂະບວນການສ້າງ ເຄະດ້ວຍແສງ (Photosynthesis) ລວມທັງສານອື່ນໆທີ່ກ່ຽວຂ້ອງໃນຂະບວນການ ນອກຈາກນີ້ຍັງມີການຫາຍໃຈ (Respiration) ທີ່ມີສານປະກອບຕໍ່າງໆເກີດຂຶ້ນ ແລະ ມີການສ້າງຝະລັງງານດ້ວຍ ໄດ້ແກ່ ສານຝວກຄາໂປໄຮດເດ, ໄຂມັນ, ກົດອະນິໂນ, ໂປຣຕິນ, ພຽວລິນ ແລະ ໄຟລິມີດິນ ເຊິ່ງສານດັ່ງກ່າວເປັນສານຈຳເປັນຕໍ່ການດໍາລົງຊີວິດຂອງຝຶດ ລວມເຖິງເປັນສານຕັ້ງຕົ້ນໃນການສ້າງສານເມແທບ ໄລທຸຕີຍຜູມ (Secondary metabolites) ໂດຍສານນີ້ບໍ່ຈຳເປັນຕໍ່ ການດໍາລົງຊີວິດຂອງຝຶດ ແຕ່ມີບົດຄາດສໍາຄັນຕໍ່ການຢູ່ລວດຂອງຝຶດເຊັ້ນ: ຜິດສ້າງເຜື່ອປ້ອງກັນວັນຕະລາຍຈາກສິ່ງທີ່ມີ ຊີວິດຊະນິດອື່ນ ຫລື ສ້າງເຜື່ອລົດຄວາມຄຽດຈາກການກະຕຸນດ້ວຍສະພວະເວດລ້ອມຕໍ່າງໆເຊັ້ນ: ສານຝວກອັນຄາລອຍ (Alkaloids), ຜົນອາລິກ (Phenolics), ຮະຊີໂທຈິນິນ (Acetogenins), ເທິຟິນອຍ (Terpenoids) ແລະ ນໍ້າມັນຫອມ ລະຫີຍເປັນຕົ້ນ ເຊິ່ງນອກຈາກສາມາດປົກປ້ອງ ແລະ ເຮັດໃຫ້ຝຶດດໍາລົງຊີສິດຢູ່ໄດ້ ແລ້ວຍັງໃຫ້ຜົນຫາງດ້ານເພັ້ນ ວິທະຍາກັບມະນຸດ ແລະ ສັດ ໂດຍນຳຟິມາສະຫັດເຜື່ອນໍາສານຕັ້ງກ່າວມາໃຊ້ປະໂຫຍດ. ການທີ່ຝຶດສ້າງສານເຫັນວ່າ ນີ້ຂຶ້ນ ກັບສະພາບອາກາດ, ດົນ, ແສງ ແລະ ສະພາວະຂອງຝຶດ (ຄວາມຄຽດ) ໂດຍທີ່ວ່າໄປຄວາມຄຽດສິ່ງຜົນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕ ຂອງຝຶດ ໂດຍມີຜົນກະທິບໍ່ສານຊີວະໂມລວມຕໍ່າງໆໃນຝຶດເຊັ້ນ: ສິ່ງຜົນຕໍ່ໂຄງສ້າງ ແລະ ຄຸນສົມບັດຂອງເຢືອຫຼຸມເຊວ ເຮັດໃຫ້ສຸນເສຍຄຸນສົມບັດຄວາມເປັນເຢືອເລືອກຜ່ານ ແລະ ເຮັດໃຫ້ໂປຣຕິນເຊື່ອມສະພາບ ສາຍ DNA ຖີດການແຕກ ທັກເປັນຕົ້ນ ເຊິ່ງສິ່ງຜົນກະທິບໍ່ຂະບວນການເມແທບລົງຊີມຕໍ່າງໆພາຍໃນເຊວເຮັດໃຫ້ການຈະລົນເຕີບໂລດລົງຫລືຢູ່ ສະຫຼັກລົງຈິນອາດເຮັດໃຫ້ຝຶດຕາຍໃນທີ່ສຸດ ຜິດທີ່ເຕີບໂຕໃນພາວະເວດລ້ອມບໍ່ເຫມະສົມໄດ້ແກ່: ອຸນຜູ້ຜູມ ນໍ້າ ສານເຄ ມີແມງສັດຕຸຟິດແລະການໄດ້ຮັບແສງບໍ່ຜຽງໃໝ່ ສາມາດແລິດສານດ້ານອະນຸມູອືດສະຫະລະ ໃນດ້ານປະລິມານ ທີ່ຫລາຍ ກວ່າຝຶດທີ່ປຸກປິກກີ ເຊິ່ງການຕອບສະໜອງຂອງຝຶດພາຍໃຕ້ສະພາວະຄຽດ ສາມາດຈຳແນກຝຶດອອກເປັນ 2 ກຸ່ມ ໄດ້ແກ່ ກຸ່ມທີ່ສາມາດປັບຕົວໄດ້ເມືອໄດ້ຮັບຄວາມຄຽດສາມາດໃຊ້ຊີວິດຫຼອດໄດ້ແລະກຸ່ມທີ່ບໍ່ສາມາດປັບຕົວໄດ້ເມືອໄດ້ຮັບ ຄວາມຄຽດແລ້ວຕາຍໃນທີ່ສຸດ ການປັບໂຕຂອງຝຶດເຜື່ອຄສາມຢູ່ຫຼອດ ເມືອໄດ້ຮັບພາວະຄຽດໃນຝຶດຫຼາຍຊະນິດທີ່ໄດ້ ຮັບຄວາມຄຽດມີການຊັກນຳໃຊ້ໃນການສ້າງສານອະນຸມູນອືດສະຫະເຊັ້ນ: Ascorbic Acid and glutathione ເຝື່ມຫຼາຍຂຶ້ນເນື້ອງຈາກ ຄວາມຄຽດມີການຊັກນຳໃຊ້ໃນການສ້າງສານອະນຸມູນອືດສະຫະເພີມຂຶ້ນໃນຝຶດ (ອິນທິລາ, 2017).

## 2.8 ប្លូទេន

បែងចុះការណ៍ដៃអាជីវកម្មតុនតិចរបស់ខ្លួន ឬផ្សេងៗទៀត ដែលមានភាពសំខាន់សំខាងស្រាវជ្រាវ និងយករាយពីការងារ និងប្រព័ន្ធទីផ្សេងៗ។ ប្រចាំថ្ងៃ គឺជាប្រចាំថ្ងៃ ដែលបានប្រើបាយជាអ្នកស្នើសុំការងារ និងប្រព័ន្ធ នៅក្នុងប្រទេស និងប្រទេស ផ្សេងៗ។

1. ទាចក្រុង (Incandescent Lamp)
2. ប្លូទេនអេឡិចត្រូនិក (Fluorescent tube)
3. ប្លូទេនឡាន (Halogen)
4. ប្លូទេនសេរីយ៉ា (mercury-vapor lamp)
5. ប្លូទេនមេតុនការ (Metal halide)
6. ប្លូទេនកម្មដៃអេឡិចត្រូនិក (Compact Fluorescent Lamp)
7. ប្លូទេន LED/ឡើយីដី (Light Emitting Diode)



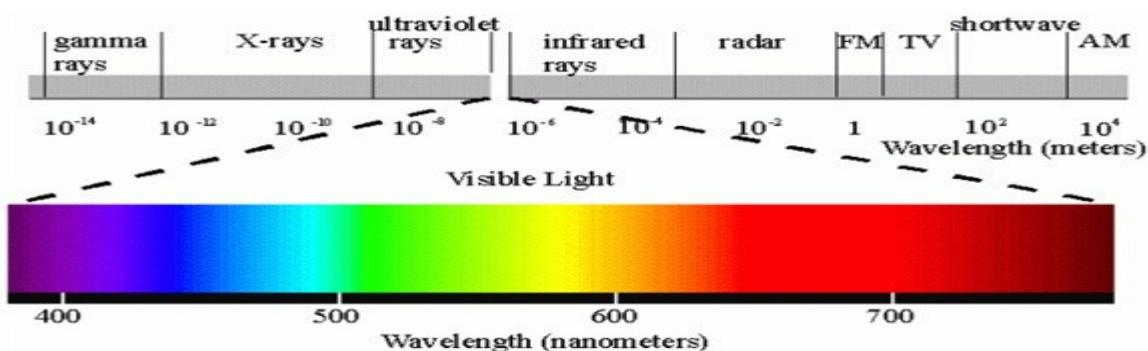
រូបទី 3: រាបសម្រេចការងារទៀតទៅប្លូទេន

### 2.8.1 ឲ្យកណ LED (Light Emitting Diode)

## 2.8.2 ទាមសំគាល់ខុសផែកចំណុច

ประจุบันผนิจนะเมือง มีกານເຜີມຂຶ້ນ ເຊິ່ງເຮັດໃຫ້ພື້ນທົ່າໄສກໍເຜີມຂຶ້ນ ແຕ່ກົງກັນຂ້າມພື້ນທີ່ທຳການ ຜະລິດຝັດຫຼຸດລົງ, ສະນັ້ນ ຈຶ່ງເຫັນໄດ້ວ່າ ຫຼາຍພື້ນທີ່ນີ້ຍືມກັນປຸກຜັກໃນເຮືອນຮົ່ມ ຫຼື ໃນອາຄານ, ເຊິ່ງລັກສະນະ ແລະ ຄຸນສົມບັດຂອງເຮືອນຮົ່ມແມ່ນແຕກຕ່າງກັນອອກໄປ ເຊິ່ງຂຶ້ນກັບສະພາບການໃຊ້ງານ, ຄຸນລັກສະນະຂອງຝົດ ທີ່ຈະຜະລິດ ຫຼື ຂຶ້ນກັບເສດຖະກິດຂອງໃຜລາວ ແຕ່ທີ່ສໍາຄັນໃນການສ້າງແມ່ນຕ້ອງຮັບປະກັນໄດ້ສະພາບການໃຊ້ງານ, ແລະ ມີຄວາມເໝາະສົມກັບຝົດຊະນິດນັ້ນງ່າຍ ເຊິ່ງມີຫຼາຍແບບຄີ: ໂຮງເຮືອນທີ່ສາມາດປັບອາກາດໄດ້ (ໂຮງເຮືອນປຸກຝົດແບບຊີ່ງຫຼັງຄາໂດງ 2 ຊັ້ນ) ແລະ ໂຮງເຮືອນແບບປັບອາກາດແບບ Rigid ໂຮງຫຼັງຄາຝັນເລື້ອຍ ເໝາະ ສໍາລັບຝົດທີ່ມີຄວາມສູງ ເລື້ອຍ ຫຼື ຍືນຕົ້ນ, ເຊິ່ງດັ່ງທີ່ກ່າວມາຂ້າງເທິງ ການສ້າງໂຮງເຮືອນຕ້ອງໃຫ້ມີຄວາມເໝາະ ສົມກັບຝົດຊະນິດນັ້ນງ່າຍ ເຊັ່ນ: ການປຸກຜັກສະຫຼັດ ແມ່ນຕ້ອງການອຸກະຫະຜູມ ແລະ ຄວາມຊຸ່ມທີ່ເໝາະສົມ, ສໍາລັບໂຮງເຮືອນແບບ Evaporation ແລະ ໂຮງເຮືອນປຸກຝົດແບບແຟ ເໝາະສົມສໍາລັບຝົດທີ່ບໍ່ສູງປານໃດ, ສໍາລັບໂຮງເຮືອນທີ່ອອກແບບໃນປະເຟດຕ່າງໆ ສ່ວນໃຫຍ່ແມ່ນອອກແບບເຝື້ອຄວບຄຸມແສງ ແລະ ອຸນຫະຜູມ ສໍາລັບການປຸກຝົດໃນແຕ່ລະຊະນິດ, ເຊິ່ງບາງເຮືອນຮົ່ມແມ່ນສາມາດຄວບຄຸມໄດ້ ທັງ 2 ຢ່າງ ແຕ່ບາງໂຮງເຮືອນກໍວ່າບໍ່ສາມາດຄວບຄຸມໄດ້, ແຕ່ສ່ວນໃຫຍ່ແມ່ນສາມາດຄວບຄຸມແສງ, ເຊິ່ງເຫັນບາງເຮືອນຮົ່ມອອກແບບມີແຕ່ປ້ອງກັນຝົນ ແລະ ລົມລວມທັງແມ່ງໄມ້ຊະນິດຕ່າງໆ ເຊິ່ງດັ່ງທີ່ເຮົາຮັນນຳກັນແລ້ວວ່າ ຝົດແມ່ນຕ້ອງການແສງ ແລະ ຄວາມຊຸ່ມທີ່ແຕກຕ່າງກັນອອກໄປ, ສະນັ້ນ ໂຮງເຮືອນໃນການສ້າງເຝື້ອປຸກຝົດ ຈຶ່ງມີຄວາມຈຳເປັນຕ້ອງສາມາດຄວບຄຸມແສງສະຫວ່າງໄດ້ ແລະ ນອກຈາກນັ້ນ ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ ຫຼື ຄື່ນຂອງແສງທີ່ຜິດຕ້ອງການແມ່ນມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ເຖິງວ່າ ໂດຍທີ່ວ່າໄປແລ້ວ ແສງທຳມະຊາດກໍ່ອາດພຽງຝັກຄວາມຕ້ອງການຂອງມັນ ແຕ່ຕາມຄວາມເປັນຈິງແລ້ວ ຝົດແຕ່ລະຊະນິດມີຄວາມຕ້ອງການແສງທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ລວມທັງໄລຍະເວລາຂອງແສງທີ່ໄດ້ຮັບອີກດ້ວຍ, ໃນໄລຍະຜ່ານມາເຕີຍມີການທິດລອງໃຊ້ດອກໄຟນີອອນມາທິດແທນແສງຝະລັງງານຈາກດວງອາທິດເຊັ່ນ: ຫຼູອດໄສ້ ຫຼູອດຮາໂລເຈນ ຫຼື ຫຼູອດນີ້ອອນ ແລະ ພູ້ອໍເຮັດ, ຢ່າງໃດກໍຕ້າມຫຼູອດໄຟຊະນິດຕ່າງໆ ມັກມີຂໍ້ຈຳກັດເຊັ່ນ: ບາງຊະນິດແມ່ນໃຊ້ພະລັງງານສູງ ແລະ ມີອາຍຸການໃຊ້ງານສັ້ນ ໃນຂະນະທີ່ຫຼູອດໄຟໄຮໂລເຈນໃຊ້ພະລັງງານຫຼາຍ ແລະ ປິດປ້ອຍພະລັງງານ ຄວາມຮ້ອນຫຼາຍ ເຊິ່ງສັ່ງຜົນຮັດໃຫ້ອຸນຫະຜູມສູງເກີນໄປ ເຊິ່ງບໍ່ມີຄວາມເໝາະສົມຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຝົດ, ສ່ວນຫຼູອດນີ້ອອນມີອາຍຸການໃຊ້ງານສັ້ນ ປະສິດທິພາບການກໍາເນີດແສງຕໍ່າ ຄວບຄຸມທິດທາງແສງໄດ້ຢ່າງ (ສະຫຍາມເຄີມ, 2019) ແລະ ຫຼູອດຝູລອດເຊັ່ນ: ມີລາຄາຂ້ອນຂ້າງສູງ ແລະ ປ້ອຍແສງຂ່ວງຄວາມຍາວຄື້ນ 253.7 ນາໂນແມັດ (ທອດໄຊ, 2008)

ແສງເປັນປັດໄຈສໍາຄັນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຝຶດ ແພະເປັນແຫຼ່ງຜະລັງງານໃນຂະບວນການສັງຄາະ ດ້ວຍແສງຂອງຝຶດ ຊ່ວຍກະຖຸນການງອກຂອງເມັດ, ຊ່ວຍເລື່ງການຈະລົນເຕີບໂຕ ແລະ ຊ່ວຍເລື່ງການອອກດອກ ໃນຝຶດບາງຊະນິດ. ແສງມີສົມບັດເປັນທັງຄົ່ນ ແລະ ອະນຸພາກ ແສງທີ່ເປັນປະໂຫຍດໃນຂະບວນການສັງຄາະດ້ວຍ ແສງຢູ່ໃນຊ່ວງໄລຍະ 400-700 ນາໂນແມັດ ເຊິ່ງເປັນຄວາມຍາວຄົ່ນທີ່ມະນຸດມອງເຫັນ. ແສງທີ່ມີຄຸນສົມບັດເປັນ ອະນຸພາກເອັ້ນວ່າ: ໂົງຕອນ (Photon) ແຕ່ລະ ໂົງຕອນມີຜະລັງງານເອັ້ນວ່າ: ຄວອນຕົມ (Guantum) ແລະ ລະດັບ ຂອງໂົງຕອນແປຕາມຄວາມຍາວຄົ່ນຂອງແສງສາມາດອະທິບາຍໄດ້ໃນທາງປະລິມານເປັນ ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ ແລະ ຄຸນນະພາບເປັນຄວາມຍາວຄົ່ນ. ການວັດປະລິມານຂອງແສງ ຫຼື ຈຳນວນຜະລັງງານລວມທີ່ຜະລິດອອກມາຢູ່ ໃນຮູບຂອງຜະລັງງານຕໍ່ຝຶນທີ່ມີໜ່ວຍເປັນວັດ/ຕມ ( $\text{W/m}^2$ ) ຫຼື ເທິມຂອງຈຳນວນໂົງຕອນ (moles of photons) ມີໜ່ວຍເປັນໄມ້ໂຄໂມລ/ຕມ/ວິນາທີ ( $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ ). ແສງຈາກດວງອາຫິດ ປະກອບດ້ວຍສີ color spectrum ໃນຊ່ວງຄວາມຍາວຄົ່ນລະຫວ່າງ 250-3,000 ນາໂນແມັດ. ຄວາມຍາວຄົ່ນແຕກຕ່າງກັນເຮັດໃຫ້ເກີດສີ ທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ແສງທີ່ຝຶດນຳມາໃຊ້ປະໂຫຍດໃນການສັງຄາະແສງ ເພື່ອການຈະລົນເຕີບໂຕ, ສ້າງໃບ, ດອກ ແລະ ຫາກຄົງແສງໃນຊ່ວງທີ່ມະນຸດມອງເຫັນ (visible light) ເຊິ່ງເປັນແສງທີ່ມີຄວາມຍາວຄົ່ນໄລຍະລະຫວ່າງ 400-700 ນາໂນແມັດ ປະກອບແສງສີຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ສີມ່ວງ (380-436 ນາໂນແມັດ), ສີຟ້າ (436-495 ນາໂນແມັດ), ຂຽວ (495-566 ນາໂນແມັດ), ເຫລືອງ (556-589 ນາໂນແມັດ), ສີສິ້ນ (589-627 ນາໂນແມັດ) ແລະ ສີແດງ (627-770 ນາໂນແມັດ) (ສະແງຢູ່ໃນຮູບທີ 4). ໂດຍທົ່ວໄປແລ້ວແສງສີຟ້າໃນຊ່ວງ 436-495 ນາໂນແມັດ ມີຜົນ ດີທີ່ເຮັດໃຫ້ມີການຕອບສະໜອງຂອງແສງທີ່ເອັ້ນວ່າ: Phototropism ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງປະລິມານຕໍ່ມີ ຜົນຕໍ່ການແພະເມັດ ແລະ ການອະນຸບານຕົ່ນກໍາ ນອກນັ້ນຢັ້ງມີແສງສີແດງໃນຊ່ວງ 627-770 ນາໂນແມັດ ເປັນ ແສງທີ່ ສິ່ງເສີມການງອກຂອງເມັດ ແລະ ມີຜົນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຝຶດແພະເຮັດໃຫ້ເກີດຂະບວນການສັງຄາະດ້ວຍແສງສູງສຸກ ຊ່ວຍເລື່ງການອອກດອກ ແລະ ເລື່ງການຈະລົນເຕີບໂຕ (ສົມບູນ, 2005). ດ້ວຍເຫດນີ້ປັດໄຈຂອງແສງຈຶ່ງມີຄວາມສໍາຄັນຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຝຶດ ເຊິ່ງມີຜົນໂດຍກິງຕໍ່ຂະບວນການສັງຄາະດ້ວຍແສງສູງສຸກ ເພື່ອການຈະລົນເຕີບໂຕສໍາພັນກັນ (relative growth rate: RGR) ຫຼາຍຂຶ້ນ ແລະ ແສງຍັງມີສວນໃນການສ້າງສານສໍາຄັນໃນຝຶດ ທີ່ເປັນສານປະກອບທາງເຄມີທີ່ຝຶດສ້າງຂຶ້ນດ້ວຍຂະບວນການເມແທບລິດຊື່ມ ລວມທັງສານອະນຸພັນຕ່າງໆໃນກຸ່ມ: primary metabolite ແລະ Secondary Metabolites



**ຮູບທີ 2.4:** ແຖບສີ ແລະ ແຖບສະເປັກຕໍ່ຂອງແສງດວງຕາເວັນ  
ໂດຍຊະນິດຂອງແສງທີ່ມີສົມບັດທີ່ຕ່າງກັນມີຜົນຕໍ່ປະສິດທິພາບໃນການສັງຄາະແສງຂອງຝຶດ ໂດຍຝຶດສາ

ມາດຖຸດຊືມແສງໄດ້ 2 ຊົ່ວໂລຢະຄື: ແສງສີຟ້າທີ່ມີຊ່ວງຄວາມຍາວຄົ້ນລະຫວ່າງ 40-500 ນາໂນແມັດ ແລະ ແສງສີແຕງທີ່ມີຊ່ວງຄວາມຍາວຄົ້ນລະຫວ່າງ 600-700 ນາໂນແມັດ ເຊິ່ງເປັນແສງທີ່ຄວາມຍາວຄົ້ນທີ່ຈໍາເພະຕໍ່ຂະບວນການສັງເຄະດ້ວຍແສງ ໂດຍການຈະເລີນເຕີບໂຕຂຶ້ນຢູ່ກັບ

- 1) ຄົ້ນລັງສີດວງອາຫິດ ຜິດສາມາດນຳເອົາຝະລັງງານໄປສັງເຄະດ້ວຍແສງ (photosynthetic active radiation; PAR) ຄືຄ່າຄວາມຍາວຊົ່ວໂລຢະ 400-700 ນາໂນແມັດ
- 2) ສັດສວນຂອງການຮັບແສງຂອງໃບໃນຊົ່ວໂລຢະ PAR (Far redaction intercepted PAR; FINT) ດັດຊະນິຟັ້ນທີ່ໃບ (leaf area index; LAI) ຄືອັດຕາສ່ວນລະຫວ່າງຟັ້ນທີ່ຜົວໃບຕໍ່ຟັ້ນທີ່ໃບຢູ່ລຸ່ມເຮືອນຍອດທີ່ປົກຄຸມ ແລະ ຄ່າສຳປະສິດຂອງ PAR (kPAR) ເປັນປັດໄຈຈຳໜິດຄ່າ FINT

3) ປະສິດທິຝາບການໃຊ້ລັງສີດວງອາຫິດ (radiation use efficiency; RUE) ເຊິ່ງຂຶ້ນຢູ່ກັບສັກກະຍະຝາບຂອງປະສິດທິຝາບການໃຊ້ລັງສີດວງອາຫິດ (Potential RUE; pRUE) ແລະ ຄວາມສຳຟັ້ນຂອງປັດໄຈອຸນຫະພູມສຳຫຼັບປະສິດທິຝາບການໃຊ້ລັງສີຈາກດວງອາຫິດ (Temperature correlation factor for RUE; TCFAR REDUE) ໂດຍຄວາມສຳຟັ້ນລະຫວ່າງຄວາມຍາວຄົ້ນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຟິດ (ສະແດງຢູ່ໃນຕາຕະລາງທີ 1) ແສງຈາກດວງອາຫິດປະກອບດ້ວຍ ໂພຕອນທີ່ມີຄວາມຍາວຄົ້ນຕໍ່ຕ່າງໆ ດວງຕາຂອງມະນຸດສາມາດມອງເຫັນໄດ້ແຕ່ໄລຍະສັ້ນທີ່ນັ້ນ ຊົ່ວໂລຢູ່ທີ່ມີຄວາມຖືສູງກວ່າຊົ່ວໂລຢູ່ທີ່ມະນຸດມອງເຫັນເປັນຊົ່ວໂລຢູ່ສູງກວ່າສີມວົງ (ultra violet) ແລະ ຊົ່ວໂລຢູ່ທີ່ມີຄວາມຖືຕໍ່ກວ່າຊົ່ວໂລຢູ່ທີ່ມະນຸດມອງເຫັນເປັນຊົ່ວໂລຢູ່ຕໍ່ກວ່າສີແດງ (infrared) ຜະລັງງານຂອງແສງທີ່ດວງອາຫິດເປົ່ງອອກມາຫຼາຍ ຫຼື ຫ້ອຍແຕກຕ່າງກັນໄປຕາມຄວາມຍາວຄົ້ນຕໍ່ຕ່າງໆ ໂດຍແສງບາງຊົ່ວໂລຢູ່ຄວາມຍາວຄົ້ນຖືກດຸດຊັບດ້ວຍແກສ໌ຕ່າງໆ ທີ່ຢູ່ໃນຂັ້ນບັນຍາກາດຂອງໂລກເຊັ່ນ: ໄອນນີ້, ຄາບອນໄດ້ອອກໄຊດໍ ແລະ ໂອໂຊນເປັນຕົ້ນ. ດັ່ງນັ້ນຝະລັງງານແສງທີ່ຕົກລົງຢູ່ຟັ້ນໂລກ ຈຶ່ງຕ່າງຈາກໃນອາວະກາດໃນຂະນະທີ່ຄົໍໂລືຟິນ ດຸດແສງໄດ້ໃນຊົ່ວໂລຢູ່ຄວາມຍາວຄົ້ນແລບງ ເທົ່ານັ້ນ ແລະ ສາມາດດຸດແສງໄດ້ຫຼາຍໃນຊົ່ວໂລຢູ່ສີແດງ ແລະ ສີຟ້າ ເຊິ່ງແສງມີຄວາມຈຳເປັນຕໍ່ຂະບວນການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການຝັດທະນາຂອງຟິດດັ່ງນີ້:

## ຕາຕະລາງທີ 2.2 ຄວາມສຳຟັ້ນລະຫວ່າງສີຂອງແສງ, ຄວາມຍາວຄົ້ນ ແລະ ຜົນປະໂຫຍດຕໍ່ຟິດ

ຊົ່ວໂລຢູ່ (ນາໂນແມັດ)	ສີ	ຜົນປະໂຫຍດຕໍ່ຟິດ
380-436	ມ່ວງ	ໃຫ້ຜົນບໍ່ແນນອນ ຜົນທີ່ເກີດອາດເກີດຈາກຊົ່ວໂລຢູ່ຄົ້ນທີ່ໃກ້ກັບສີຟ້າ (436 ນາໂນແມັດ)
436-495	ຝຳ	ໃຫ້ຜົນກ່ຽວຂ້ອງກັບການຕອບສະໜອງຂອງແສງທີ່ເຮັ່ນວ່າ: Phototropism ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງປະລິມານຕໍ່ມີຜົນຕໍ່ການເພະເມັດ ແລະ ການອະນຸບານຕົ້ນກໍາ
495-566	ຂຽວ	ໃຫ້ຜົນບໍ່ແນນອນ ແຕ່ມີສ່ວນຊ່ວຍໃນການສັງເຄະແສງ
566-589	ເຫຼືອງ	ບໍ່ຈໍາເປັນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຟິດ ແຕ່ມີສ່ວນຊ່ວຍໃຫ້ເກີດການສັງເຄະແສງ
589-627	ສິ້ນ	ໃຫ້ຜົນກ່ຽວກັບການງອກຂອງເມັດ ສິ່ງເສີມການງອກຂອງເມັດ ແລະ ມີຜົນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຟິດເພະເຮັດໃຫ້
627-770	ແດງ	ເກີດຂະບວນການສັງເຄະດ້ວຍແສງສູງສຸດ ຊ່ວຍເລັ່ງການອອກດອກ ແລະ ເລັ່ງການຈະເລີນເຕີບໂຕ

ແຫຼ່ງທີ່ມາ: ສິມບູນ (2005)

2.9 បាតិទេសជាបាយរោគល៉ូមហីម្រុមការងារពីការបង់បញ្ជីតុលាក្នុងក្រុងក្រោម

## 2.9.1 ນໍາ

ນຳມີສໍາຄັນຫຼາຍຕໍ່ການຈະລົງເຕີບໂຕຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີແພະນຳເປັນຕົວຢ່ອຍອາຫານໃນດິນເຜື່ອເຮັດໃຫ້ຮາກຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີສາມາດດູດເອົາຫາດອາຫານໃນດິນໄດ້ງ່າຍຕ້າຫາກວ່ານີ້ຫຼາຍເກີນໄປກໍ່ຈະເຮັດໃຫ້ຕົ້ນຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີບໍ່ຂະໜາຍຕົວ, ອອນແດ່ ແລະ ຮາກເຫັນໆເຕັ້ງຕ້າຫາກຂາດນີ້ການຈະລົງເຕີບໂຕກໍ່ຈະຊັກຊ້າໃບ ແລະ ລຳຕົ້ນຫຽວ່ວໜຶ່ງຫຼືອາດຕາຍໄດ້ ສະນັ້ນ ການໃຫ້ນີ້ຄວນສັງເກດເບີ່ງຄວາມຊຸ່ມຂອງດິນ ທີ່ເຮັດໃຫ້ມັດອອນຕົວ ແລະ ເປັນຕົວທຳລາຍອາຫານສະສົມພາຍໃນມັດ ທີ່ຢູ່ໃນພາວະທີ່ເປັນຂອງແຂງເຮັດໃຫ້ເປັນຂອງແຫວ່າ ແລະ ເຄື່ອນທີ່ໄດ້ເຮັດໃຫ້ແຕກ້ອງຂອງເມັດນຳໄປໃຊ້ໄດ້

## 2.9.2 ແສງສະໜວ່າງ

ແສງສະຫວັງມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍສໍາລັບການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລິເພາະແສງສະຫວັງ  
ຈະຊ່ວຍການກະຕຸນໃຫ້ເກີດມີການປຽບແປງ ນອກຈາກນີ້ຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລິຢັງເປັນຝຶດຊະນິດໜີ່ທີ່ຕ້ອງການແສງ  
ແດຍຢ່າງສະໜ້າສະໜີເຮັດໃຫ້ຕົ້ນມີຄຸນນະພາບດີ ແຂງແຮງ, ມີຄວາມທຶນທານຕໍ່ຜະຍາດແລະແມງໄມ້ ເຊິ່ງເມັດເລີ່ມ  
ງອກອອກທີ່ຕ້ອງການແສງ ແລະ ບໍ່ຕ້ອງການແສງສ່ວນໃຫ່ຍເມັດເລີ່ມງອກແລ້ວຂະນະທີ່ເປັນຕົ້ນກໍາແສງທີ່ຝ່າຍ  
ສົມຈະເຮັດໃຫ້ຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລິແຂງແຮງ ຈະເລີນເຕີບໂຕໄດ້ດີ

### 2.9.3 ទូរសព្ទ

ທີ່ເໝາະສິມຕໍ່ກັບການຈະລຶນເຕີບໂຕຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ ປະມານ 15 - 25 ອົງສາເຊ. ນອກຈາກນັ້ນບາງຫຼອງຕົ້ນທີ່ມີອາກາດໝາວເຢັນຖ້າຫາກປຸກອຸນຫະຜູມປະມານ 10 ອົງສາເຊ. ເມັດຂອງຕົ້ນງອກດອກບູອກໂຄລີ ຈະແຕກງອກທັນທີ່.

## 2.9.4 ຄວາມຊຸມ

ความชุ่มกําແມ່ນສົງທີ່ສໍາຄັນເພື່ອຊ່ວຍບໍ່ໃຫ້ຕົ້ນອ່ອນບອກໂຄລິມີການຄ້າຍນ້ຳຫຼາຍແຕ່ຖ້າທາກມີຄວາມ  
ຊຸ່ມສູງກໍຈະມີຜົນກະທົບຕໍ່ການເກີດຜະຍາດ ການກໍານົດປະລິມານນ້ຳ ທີ່ຈະເປັນທິດແທນນ້ຳທີ່ເສຍຫາຍໄປເນື່ອງ  
ຈາກຝຶດຄ້າຍນ້ຳ ໃນແຫຼ່ງທີ່ມີຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າ ດັ່ງນັ້ນ ການໃຫ້ນ້ຳຄວນເບິ່ງຄວາມຊຸ່ມຂອງດິນເສຍກ່ອນ ຕົ້ນງອກຫຼື  
ຕົ້ນອ່ອນເປັນຜິດທີ່ທຶນທານຕໍ່ກັບອຸນຫະຜູມໄດ້ດີ ແຕ່ກໍບໍ່ທຶນທານຕໍ່ຄວາມແຫ້ງແລ້ງກໍແຜະວ່າເປັນຜິດທີ່ມີອາຍຸສັ້ນ  
ແລະ ມີການຈະເລີນເຕີບໂຕໄວ້. ສະນັ້ນຕ້ອງການຄວາມຊຸ່ມໃນດິນ ຫຼື ວັດສະດຸທີ່ນໍາມາເພະນັ້ນສູງເຖິງ 60-80  
ປີເຊັ້ນ ຢ່າງນ້ອຍ.

## 2.9.5 កិម

ມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍຕໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂທຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີເປັນບ່ອນທີ່ຮາກຢືດຈັບເຮັດໃຫ້ລຳຕົ້ນຕິດແໜ້ນສາມາດຕາມຫານກັບລົມ ແລະ ເປັນປ່ອນດູດອາຫານມາຫຼືລົງລຳຕົ້ນ.

## 2.9.6 ຫາດອາຫານ

ຫາດອາຫານມີຄວາມສໍາຄັນແກ່ນການຈະເລີນເຕີບໄຕຂອງຝຶດ, ມີປິດບາດສໍາຄັນຕໍ່ຂະບວນການສັງເຄະແສງ, ຫາດອາຫານທີ່ເຮັດໃຫ້ເອັນໄຊສ (Enzyme) ເຮັດວຽກຕາມປົກກະຕິ ຫຼື ຄວບຄຸມການປະຕິກິລິຍາທີ່ໃຊ້ໃນ Enzyme ແລະ ຍັງເປັນສ່ວນປະກອບຂອງສານໃນຂະບວນການ ເມຕາໂປລິສຊົມ (Metabolism) ຂອງຝຶດ.

## 2.10 ເຕັກນິກການປູກຕົ້ນງອກ ຫຼື ຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ

### 2.10.1 ການກຽມ ແລະ ຄັດເລືອກແນວຜັນ

ຂັ້ນຕ່ອນການກຽມແມ່ນຂັ້ນຕ່ອນທີ່ສໍາຄັນທີ່ສຸດໃນການປູກຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີນີ້ ຄວນເລືອກເອົາແນວຜັນທີ່ຕ້ານຫານພະຍາດ ແລະ ແມ່ງໄມ້ ແລະ ໜໍາມະສົມກັບສະພາບແວດລ້ອມທີ່ເຮົາຈະປູກເມັດຜັນທີ່ເລືອກຕ້ອງມີຄວາມງອກບໍ່ຕໍ່ກວ່າ 80 - 98 %, ກ່ອນຈະປູກນັ້ນຄວນນຳມັດຜັນໄປແຊ່ນໜ້າໄວປະມານຄືນໜຶ່ງເຝື່ອໃຫ້ມັດຜັນງອກໄວ່ການຄັດເລືອກເມັດຜັນຄວນຄໍານຶ່ງເຖິງບັນຫາດັ່ງນີ້:

- ເມັດຕ້ອງສືມບູນແຂງແຮງ
- ເມັດຕ້ອງແກ່ ແລະ ຜ່ານການຕາກແຫ້ງ.
- ເມັດຕ້ອງປາສະຈາກສິ່ງເຈື່ອປິນ.
- ການກຽມວັດສະດຸທີ່ຈະປູກຄື: ແກ້ບເຜົາ, ຂຶ້ຊາຍ, ເຈັຍທິຊູ, ກາບໝາກຝ້າວໃຫ້ຝຽງຝໍຫຼື ໜໍາມະສົມກັບຄວາມຕ້ອງການຫຼັງຈາກນັ້ນຈຶ່ງສາມາດກຽມໃສ່ກະຕິທີ່ເຮົາຈະປູກນັ້ນແລ້ວນຳເອົາເມັດຜັນຜັນທີ່ເຮົາລ້າງແລະແຊ່ນໜ້າສະອາດນັ້ນໂຮຍລົງໄປໃຫ້ບາງງາງ ແລ້ວ ໂຮຍດິນໃສ່ອີກຄັ້ງແລ້ວຫົດນັ້ນໄສ.

### 2.10.2 ກຽມອຸປະກອນບູກ

- ຖານສໍາຫຼັບປູກເຊັ່ນ: ກະຕ່າ
- ກຽມວັດສະດຸທີ່ທິດລອງຄື: ແກ້ບເຜົາ, ຊາຍ, ກາບໝາກຝ້າວ, ຕົວຢືນ.

### 2.10.3 ການປູກ

ການປູກຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີມີ 4 ວິທີດວຍກັນຄື: ວິທີເພະໄສແກ້ບເຜົາ, ກາບໝາກຝ້າວ, ຊາຍ ແລະ ຕົວຢືນ ວິທີການທິດສອບ ຄວາມງອກຂອງເມັດໃນຕຸອົບດິນໃນອຸນຫະພຸມ 25 ອົງສາເຊ

ວິທີການປູກໃນກະຕ່າ: ແມ່ນມີຂໍ້ດີ ຄືການປົວລະບັດຮກສາງໆຢາ, ຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີມີຄວາມສະໜ່າສະໜີ ຂະບວນການທີ່ໄດ້ກຳນົດໄວ້ແມ່ນໄດ້ແທກ ຄວາມຍາວຂອງຕົ້ນຮາກຈົນສຸດຍອດ ແລະ ຄວາມຍາວຮາກ, ຈຳນວນໃບ, ຄວາມຍາວຂອງລໍາຕົ້ນ.

ວິທີການທິດສອບຄວາມງອກ: ເຊິ່ງໂດຍລວມການທິດສອບຄວາມງອກໃນກອງປາງນີ້ແມ່ນຍາກຮູ້ອັດຕາການງອກຂອງເມັດຜັນ ໃນຕຸອົບດິນເປັນເປົ້າເຊັ່ນ.

### 2.10.4 ການປູກໂດຍໃຊ້ວັດສະດຸຕ່າງກັນ

ການປູກໂດຍນຳໃຊ້ວັດສະດຸແພະທີ່ຕ່າງກັນໃນການຈະເລີນເຕີບໄຕຂອງຕົ້ນງອກ ຫຼື ຕົ້ນອ່ອນນັ້ນກ່ອນປູກແມ່ນບໍ່ໃຊ້ວັດສະດຸປົກຄຸມ ແລະ ໃຊ້ ວັດສະດຸປົກຄຸມຢ້ອນການໃຊ້ວັດສະດຸປົກຄຸມການແພະຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີຕົ້ນອ່ອນສ່ວນວັດສະດຸອື່ນໆ ສະໜັ້ນການປູກແຕ່ລະຊໍ້ານັ້ນໃຊ້ວັດສະດຸແພະທີ່ຕ່າງກັນເຊັ່ນ: ແກ້ບເຜົາ, ກາບຝ້າວ, ຊາຍ ແລະ ບໍ່ໃສ່ຫຍັງ ການໃຊ້ຄຸມວັດສະດຸເຮັດໃຫ້ມີຄວາມຊຸ່ມໄດ້.

## 2.10.5 ຄວາມສໍາຄັນຂອງການນຳໃຊ້ວັດສະດຸເພະ

ການນຳໃຊ້ວັດສະດຸເພະແມ່ນມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍສໍາລັບການກະເສດແມ່ນໃຊ້ເຜື່ອຄວບຄຸມຜະຍາດ ແລະ ແມ່ງໄມ້, ເຜື່ອໃຊ້ຄວບຄຸມບັນດາຝຶດ ຫຼື ຫຼຸດຜ່ອນໃນການກຳຈັດວັດສະົຟໃຫ້ໜ້ອຍລົງ, ເຜື່ອຫຼຸດຜ່ອນການໃຫ້ນໍ້າ ຊ່ວຍຮັກສາຄວາມຊຸ່ມໃນດິນໄດ້ດີ, ຊ່ວຍໃນການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງຕົ້ນງອກ ຫຼື ຕົ້ນອອນ.

## 2.10.6 ຈຸດດີ ແລະ ຈຸດອ່ອນການນຳໃຊ້ວັດສະດຸເພະທີ່ຕ່າງ

### ❖ ຈຸດດີ

- ຊ່ວຍໃນການຫຼຸດຜ່ອນການໃຊ້ຈ່າຍ
- ຊ່ວຍຄວບຄຸມໃນເວລາທີ່ທີ່ມີເຜື່ອບໍ່ໃຫ້ກະທີບກະທີອນຕໍ່ກັບຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ
- ຫຼຸດຜ່ອນໃນການເສຍຫຍ້າ ຫຼື ການກຳຈັດວັດສະົຟໄດ້ໜ້ອຍລົງ
- ສາມາດຄວບຄຸມການຈະລົນເຕີບໂຕຂອງວັດສະົຟ
- ຊ່ວຍຮັກສາຄວາມຊຸ່ມໃນວັດສະດຸເພະຮັດໃຫ້ຕົ້ນງອກ ຫຼື ຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີໄດ້ຮັບນໍ້າຢ່າງງຽງພໍຕໍ່ການຈະລົນເຕີບໂຕ ແລະ ໃຫ້ຜົນຜະລິດໄດ້ດີ.

### ❖ ຈຸດອ່ອນ

- ເຮັດໃຫ້ເກີດເຊື້ອຜະຍາດຕ່າງໆຕໍ່ກັບຕົ້ນງອກ
- ເຮັດໃຫ້ສັດຖຸຝຶດມີປ່ອນລື້ຂ່ອນໃນການເຂົ້າທຳລາຍ

## 2.10.7 ຄຸນສົມບັດຂອງເມັດຜັນທີ່ດີທີ່ໃຊ້ໃນການເພະຕົ້ນງອກ ຫຼື ຕົ້ນອ່ອນ

1. ປາສະຈາກຜະຍາດ ແລະ ແມ່ງໄມ້ສັດຖຸຝຶດ ພະຍາດຜັກບາງຊະນິດສາມາດຕິດກັບເບືອກຫຼຸມເມັດ ຫຼື ພະຍາດບາງຊະນິດອາໄສຢູ່ໃນເມັດ. ສະນັ້ນ, ເມັດຜັນເຫຼົ່ານີ້ຕ້ອງຜ່ານຂະບວນການຂ້າເຊື້ອມາແລ້ວ.
2. ເມັດຕ້ອງສົມບຸນແຂງແຮງ ເມື່ອງອກຈາກເມັດເປັນຕົ້ນງອກຈາກເມັດເປັນຕົ້ນງອກ
3. ເປັນເມັດທີ່ກົງຕາມສາຍຜັນ ເມັດທີ່ດີຕ້ອງກົງຕາມຂະນິດ ແລະ ຜັນທີ່ໄດ້ລະບຸໄວ້.
4. ເປັນເມັດທີ່ຜົນຈາກການຝັກຕົວ.
5. ເປັນເມັດທີ່ແກ່ຕົ້ມທີ່ ແລະ ຜ່ານການຕາກແຫ້ງ.
6. ເມັດທີ່ນຳມາເພະຕົ້ນອ່ອນ ຕ້ອງໄດ້ຈາກແຫ້ງທີ່ໜ້າເຊື້ອຖືໄດ້.
7. ເມັດຕ້ອງສະອາດ, ປາສະຈາກສິ່ງເຈື້ອປິນຕ່າງໆເຊັ່ນ: ຊາຍ, ໂລຫະ, ເມັດລົບ, ເມັດວັດວັດສະົຟ ຫຼື ສິງອິນໆງທີ່ບໍ່ແມ່ນເມັດຜັນຜັກທີ່ຕ້ອງການ (ວິຊາດ, 2009).

## 2.11 ສານອະນຸມຸນອິດສະໜະ (Free radicals)

ຄືສານທີ່ຂາດຄຸ້ຂອງອິດເລັກຕອນຮັດໃຫ້ເກີດຄວາມບໍສະຮຽງ ແລະ ໄວຕໍ່ການເກີດປະຕິກິລາຍາຄົມີຮັດໃຫ້ ຕ້ອງໄດ້ໄປຢາດອິລັກຕອນຈາກສານອື່ນອິກຮັດໃຫ້ເກີດການແຍ່ງເປັນທ້ອນໆຈົນຄອນບວງຈອນ ແລະ ເກີດປະຕິກິລາຍາລູກໂຂ້ອະນຸມຸນອິດສະຫລະໃນຝຶດເກີດຂຶ້ນເປັນປະຈໍາໃນການເຜົາເຍານຝະລັງງານ ນອກຈາກນັ້ນເມື່ອຝຶດໄດ້ຮັບຄວາມຄຽດຈາກສະພາຍເວດລ້ອມຮັດໃຫ້ເກີດຄືສະໜະໃນຝຶດຫຼາຍຂຶ້ນເມື່ອອະນຸມຸນອິດສະຫລະຂຶ້ນຮັດປະຕິກິລາຍາກັບອະນຸມຸນສານອື່ນກໍໃຫ້ເກີດສານຝຶດຕໍ່ເຊວງຈົນຮັດໃຫ້ຜົດຕາຍດັ່ງນັ້ນເຜື່ອຕ້ອງກັນອັນຕະລາຍທີ່ເກີດຈາກອະນຸມຸນສິດສະຫລະສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫລະຈຶ່ງເຂົ້າມາມີສ່ວນຊ່ວຍໃນການປ້ອງກັນ.

## 2.12 សាន្តានអេនុមុនីតិដល់ខ្សោយ (Antioxidant)

ຄືໄມເລກຸນຂອງສານທີ່ສາມາດຈັບໂຕຮັບ ແລະ ສາມາດຢັບຢືນປະຕິກິລາຍາອອກຊື່ເຄີຊັ້ນຂອງໄມເລກຸນ  
ສານອື່ນງໍ ຊຶ່ງປະຕິກິລາຍາອອກຊື່ເຄີຊັ້ນເປັນປະຕິກິລາຍາເຄີມີທີ່ກ່ຽວເນື່ອງກັບການແລກປ່ຽນ ອີເລັກຕອນຈາກ  
ສານທີ່ນີ້ໄປຢັງຕົວອອກຊື່ໄດ້ ປະຕິກິລິຍາດັ່ງກ່າວສາມາດໃຫ້ແລດີຕະພັນເປັນສານອະນຸມຸນອົດສະຫລະໄດຍສານ  
ຕ້ານອະນຸມຸນອົດສະຫລະເຂົ້າຢູ່ດັດຕິການປະຕິກິລາຍາລູກໄຊ້ເຫຼົ້ານີ້ດ້ວຍການຈັບກັນສານອະນຸມຸນອົດສະຫລະ ແລະ  
ຢັບຢືນປະຕິກິລິຍາອອກຊື່ໄດ້ເຊິ່ງລະດັບສານຕ້ານອະນຸມຸນອົດສະຫລະທີ່ຕໍ່າ ຫລື ແອນໄຊທີ່ຢັບຢືນປະຕິກິລາຍາ  
ຊື່ເຄີຊັ້ນທີ່ຫລາຍເກີນໄປເຮັດໃຫ້ເກີດພາວະອອກຊື່ເຄີຊັ້ນຫລາຍເກີນໄປ (Oxidative stress) ນຳມາເຊິ່ງການ  
ທຳລາຍຫລືສ້າງຄວາມເສຍຫາຍແກ່ເຊວໄດ້ສານຕ້ານອະນຸມຸນອົດສະຫລະໄດ້ສ້າງຂຶ້ນມາເພື່ອຈັບກັບອະນຸມຸນ  
ອົດສະຫລະແບ່ງໄດ້ເປັນ 2 ປະເພດຄືສານຈຳພວກເອມໄຊ໌ ແລະ ສານທີ່ບໍ່ແມ່ນເອມໄຊ໌ ເຊັ້ນ ກຸຕາໄຮໂອນ  
ວິຕາມີນຊີ ແລະ ວິຕາມີນອີ ເຊັ້ນດຽວກັນກັບເອມໄຊ໌ຢ່າງໂຕເລັງປະຕິກິລາຍາແລະເອມໄຊ໌ຊຸບເປືອກໄຊ໌ ຮົມເຖິງ  
ອົກຊື່ເຄີມີຕ່າງໆ ໂດຍຝຶດທີ່ວ່າໄປມີການສ້າງສານອະນຸມຸນອົດສະຫລະຫລືຫລາຍນ້ອຍແຕກຕ່າງກັນຕາຫະນິດ ແລະ  
ຜັນທີ່ໂດຍສານທີ່ມີສິດທິໃນການຕ້ານອະນຸມຸນອົດສະຫລະສູງຄືສານໃນກຸ່ມຟລາໂວນອຍ ແລະ ໂຟລືຜົນອຍ  
ສ້າລັບຟລາໂວນອຍຄືສານທີ່ຈັດຢູ່ໃນກຸ່ມຟິຟອຍເຊິ່ງເຮັດຫນ້າທີ່ໃຫ້ສີແກ່ຜິດສາມາດດູດຂັບລັງສີອັດຕ໏າໄວ້ໂອ  
ເລດໄດ້ດີຜົບໄດ້ທັງໃບລໍາຕົ້ນ ດອກ ແລະ ຜົນເປັນຕົ້ນ ຝາໂວນອຍທີ່ມີສິດໃນການຕ້ານອະນຸມຸນອົດສະຫງຼາມມີຫຼາຍ  
ປະເພດແຕກຕ່າງກັນແກກໄປຕັ້ງແຕ່ຫລືອງ, ສິ້ນ, ແດງ ໄປຈົນເຖິງມ່ວງດຳ ຜົບໃນຜິດກຸ່ມເບີຮີ, ດອກອັນຊັ້ນ  
ລວມໄປເຖິງຜັກຜົນລະໄມທີ່ມີສິຜົາໄປປະເຕີງມີກຳເປັນຕົ້ນ.

## 2.13 ຜົນຂອງແສງຕໍ່ການສະສົມສານຕ້ານອະນິມູນອິດສະຫຼຸບໃນຝຶດ

ມີງານວິໄຈທີມີການປະຢູກໃຊ້ແສງຈາກຫຼອດໄຟ LED ໃຫ້ມີຄຸນນະພາບແສງຄວາມເຂັ້ມແສງ ແລະ ຊ່ວງເລາທີ່ໃຫ້ແສງໃນຝຶກຫຼາຍຂະນິດເຊັ່ນ: ການປະຢູກໃຊ້ແສງທຽນຈາກໄດ້ໂອດເປົ່າແສງ LED ເຊິ່ງໃຫ້ແສງຄວາມຍາວຄື່ນຈຳເພາະເຝືອເຝື່ມຜົນຜະລິດ ແລະ ຄຸນຕໍ່ທາງໄຟສະນາການຂອງຝຶກສວນຄົວໄດ້ແກ່ ໂຫລະພາ, ກະເຟາ ແລະ ແມງລັກ ໂດຍວິເຄາະຜົນກະທີບຂອງແສງທຽນສີແດງ ສີຟ້າ ແລະ ສີປະສົມ ລະຫວ່າງແດງ ແລະ ຜ້າ ດ້ວຍອັດຕາສວນ 1:2 1:1 ແລະ 2:1 ຕໍ່ສິດທິຕ້ານອະນິມຸນອິດສະຫຼະ ສານປະກອບຝຶນ ແລະ ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຝຶກສວນຄົວດັ່ງກ່າວ ພົບວ່າ ສິດທິຕ້ານອະນິມຸນອິດສະຫຼະຂອງແມງລັກ ແລະ ສານປະກອບຝຶນນຳຂອງກະເຟາພາຍໃຕ້ ແສງປະສົມລະຫວ່າງສີແດງຕໍ່ສີຟ້າ 2:1 ຫຼາຍກວ່າແສງສີຂາວທີ່ເປັນຕົວຄວບຄຸມ (ວິຈິດຕູາ ແລະ ຄະນະ, 2019). ກັນຈະນາ ແລະ ຄະນະ (2019) ດັ່ງເຮັດການສຶກສາການໃຫ້ແສງເສີມຈາກ LED ແກ່ກະຊາຍດຳທີ່ບຸກພາຍໃຕ້ ສະພາບໂຮງເຮືອນຝຶບວ່າ ເຮັດໃຫ້ມີການສະສົມສານອະນຸມຸນອິດສະຫລະສູງກວ່າການໄຫ້ແສງສີແດງແລະແສງສີຂຽວ (ສູຖາ ແລະ ຄະນະ, 2018). Giedre et al., (2010); Kim et al.,(2013) ແຕ່ຍັງມີລາຍງານວ່າແສງໄຟສີແດງ (625-700 nm) ສາມາດລົດເຝື່ມປະລິມານແອນໂທໄຊຍານີນກະລໍ່າໃບແດງເຝື່ມສານລູທິນໃນຜັກເຄີລະ ແລະ ຍັງຊ່ວຍລົດປະລິມານໄນ້ເຕັກທີ່ໃນຜັກສະລັດ ສ່ວນແສງໄຟສີຂຽວ (490-550 nm) ສາມາດລົດປະລິມານໄນ້ເຕັກທີ່ໃນຜັກສະລັດໄດ້ເຊັ່ນກັນ. ນອກຈາກນີ້, ແສງໄຟສີຂຽວຊ່ວຍເຝື່ມປະລິມານວິຕາມີນີ້ໃນຜັກກາດແກ້ວ ສໍາລັບແສງໄຟສິນ້າເງິນ (425-490) ເຝື່ມບໍຕ້າແຄໂໂຣທິນໃນຜັກເຄີລະ ແລະ ເຝື່ມປະລິມານສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫລະໃນຜັກສະລັດ ໃບແດງ ນອກຈາກແສງແລ້ວອຸນຫະຜູມຍັງມີຜົນຕໍ່ສານສໍາຄັນໃນຝຶກ ໂດຍອຸນຫະຜູມທີ່ສູງເກີນໄປສາມາດຍັບຍັງການສັງເຄາະແອນໂທໄຊຍານີ້ ແຕ່ອຸນຫະຜູມຕໍ່ກວ່າ 20 ອົງສາເຊີ ເປັນອຸນຫະຜູມທີ່ເໝາະສົມຕໍ່ການສັງເຄາະແອນໂທໄຊຍານີ້ ດັ່ງນັ້ນການເຝື່ມຄວາມເຂັ້ນແສງຮ່ວມກັບການໄຫ້ອຸນຫະຜູມທີ່ຕໍ່ຊັກນຳເອັນໄຊ໌ Phenylalanine ammonia lyase (CHS) ເຮັດວຽກໄດ້ດີຫລາຍຂຶ້ນ ເຮັດໃຫ້ການສະສົມແອນໂທໄຊຍານີ້ສູງຂຶ້ນຕາມໄປດ້ວຍ

ນອກຈາກແສງແລ້ວອຸນຫະຜູມມີແລ້ວ ເມື່ອບຸກຝຶກໃນທີ່ແຫ້ງແລ້ງຫລືໃນອຸນຫະຜູມແລ້ງຄວາມຊັ່ນໃນດິນທີ່ລົດລົງເຮັດໃຫ້ການສັງເຄາະແອນໂທໄຊຍານີ້ລົດລົງດ້ວຍ ນອກຈາກນີ້ທ່າດອາຫານໃນດິນມີຜົນຕໍ່ການສັງເຄາະແອນໂທໄຊຍານີ້ໂດຍເມື່ອຝຶກໃນໂຕຣເຈນມາກເກີນໄປເຮັດໃຫ້ການສັງແອນໂທໄຊຍານີ້ລົດລົງທີ່ໃນນະຄະດຽວກັນການໄຫ້ແມກມີຊຽມໃນຊ່ວງທິດອກກຳລັງຜັດທະນາທຳໄຫ້ເກີດການສະສົມແອນໂທໄຊຍາບໍ່ເສີຍສະພາບ.

## 2.14 ຊະນິດຂອງຫຼອດໄຟ ແລະ ການປະຢູກໃຊ້ຫຼອດໄຟ LED ໃນການຜະລິດຝຶກ

ນີ້ອ່າງຈາກມີການບຸກຝຶກໃນໂຮງເຮືອນຫລາຍຂຶ້ນ ໂດຍສະພາບປົກກະຕິໃນໂຮງເຮືອນມັກມີແສງບໍ່ຝຽງຝຈຶ່ງຕ້ອງມີການປະຢູກໃຊ້ຫຼອດໄຟເຝື່ອທິດແທນແສງຈາກດວງຕາເວັນໄຫ້ກັບຝຶກ ຫຼອດໄຟທີ່ໃຊ້ມີຫຼາຍຂະນິດດັ່ງສະແດງໃນຮູບທີ່ 2.3 ດັ່ງແກ່: 1) ຫຼອດໄສ້ທີ່ໃຫ້ໄສ້ເຮັດດ້ວຍສະເຕັນຫາຊື້ໄດ້ງ່າຍມີລາຍງານຫຼາກຈາກຄຸນນະພາບຂອງແສງທີ່ໄດ້ບໍ່ເໝາະກັບການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງຝຶກແລະຝະລັງທີ່ປ່ວຍອອກມາຢູ່ໃນຮູບຄວາມຮັອນ, 2) ຫຼອດ Hologen ເປັນປະເພດດຽວກັນຫຼອດໄສ້ ແຕ່ສິ່ງປະລິມານຄວາມຮັອນອອກມາຫລາຍກວ່າ ແລະເປົ່ງແສງໃນຂ່ວງສີແດງ ຖື່ງແມ່ນວ່າແສງສີແດງຈະມີຜົນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງຝຶກ ແຕ່ຝະລັງງານທີ່ມີປະລິມານຄວາມຮັອນຫຼາຍບໍ່ເໝາະສົມກັບການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງຝຶກ, 3) ຫຼອດຝລູອອເຮັນເຊັ່ນເປັນຊະນິດທີ່ຫາຊື້ໆຢາຄາທຳບໍ່ແຟງມີປະສິດທິພາບສູງກວ່າຫຼອດໄຟທີ່ໄປ 4 ເທົ່າ ສ່ວນໃຫຍ່ໃຊ້ສໍາລັບໃຫ້ຄວາມສະຫວ່າງໃນເຮືອນຜູ້ຜະລິດຈຶ່ງເປົ່ງແສງໃນຊ່ວງສີຂຽວ ແພະວ່າດວງຕາຂອງມະນຸດໄວ້ຕໍ່ແສງດັ່ງກ່າວແລະຍັງສາມາດໄຊ້ຫຼອດໄຟແສງນິອອນເຝື່ອໄຫ້ປສົງກັບຝຶກໄດ້ເນື່ອງຈາກຫາຊື້ໆຢາຄາທຳແຕ່ແສງສີຂຽວບໍ່ເໝາະກັບການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງຝຶກ, 4)

ໜູອດໄຟ plant growth lights ພະລິດເພື່ອທົດແທນແສງຈາກດວງອາຫັດໃນຜິດມີການເປົ່ງແສງສີແດງ ແລະ ສິນໍ້າເງິນ ເມື່ອນຳມາລວມກັນເຮັດໄຫ້ເກີດແສງສີມ່ວງ ແຊີ່ງບໍ່ເໝາະກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຜິດ, 5) ຫຼູອດໄດ້ໂອດເປົ່ງແສງ (light-emitting diode) ເຊັ່ນຫຍໍ່ງວ່າ led ສາມາດເປົ່ງແສງອອກມາເປັນຄື່ນຄວາມຖືດຽວ ແລະ ມີເຟສຕໍ່ເນື່ອງ ຕ່າງຈາກແສງທົ່ວໄປທີ່ຕາຄົນເບິ່ງເຫັນ ໂດຍຫຼູອດ LED ສາມາດເປົ່ງແສງໄດ້ເມື່ອຈ່າຍກະແສໄຟຟ້າເຊົ້າເລດນ້ອຍ ແລະ ມີປະສິດທິພາບການໃຫ້ແສງສະຫວ່າງດີກວ່າຫຼູອດໄຟທົ່ວໄປ ສະແດງແຖບ color spectrum ຂອງຫຼູອດໄຟແຕ່ລະຊະນິດໂດຍແສງອາຫັດໃຫ້ຄວາມຍາວຄື່ນຕັ້ງແຕ່ 400-700 ນາໂນແມັດ ສ່ວນແສງຈາກຫຼູອດ Incandescent ໃຫ້ຄວາມຍາວຄື່ນໃກ້ຄຽງກັບແສງຈາກດວງອາຫັດແຕ່ໃຫ້ຄວາມຮັນສູງ ຫຼູອດຝູ້ອໍເລັນເຊັນທີ່ບໍ່ມີແສງສີໃດໆ ປາກິດຈຶ່ງບໍ່ເໝາະສົມຕໍ່ການປຸກຝຶດສ່ວນ spectrum ແຖວລຸ່ມເປັນຫຼູອດໄຟ LED ສີຟ້າ ສີແດງ ແລະ ສີຂາວ ເຊິ່ງເມື່ອນຳມາລວມກັນສາມາດໃຫ້ແສງເໝືອນກັບແສງຈາກດວງອາຫັດຫຼາຍທີ່ສຸດ ຈາກຂັ້ນມູນດັ່ງກ່າວຈຶ່ງມີການຝັດທະນາໃຊ້ຫຼູອດ LED ເນື່ອງຈາກຄຸນສົມບັດທີ່ກ່າວມາ ຫຼູອດໄຟ LED ຈຶ່ງຖືກນຳມາໃຊ້ງານດ້ານການປຸກຝຶດ ເມື່ອຕ້ອງການໃຫ້ຝຶດມີການຈະເລີນເຕີບໂຕປີກະຕິໃນສະພາບທີ່ມີແສງແດດບໍ່ຝຽງຝ່ເຊັ່ນ: ການປຸກຝຶດໃນຫນ້າທ່ານໄວ ຫຼື ສາມາດໃຊ້ໃນຊ່ວງເວລາໃຫ້ກັບຝຶດທີ່ຕ້ອງການແສງເປັນເວລາດົນກວ່າປີກະຕິ ເພື່ອກະຕຸ້ນກາອອກດອກເຊັ່ນ: ການປຸກເບັນຈະມາດ ນອກຈາກນີ້ຫຼູອດ LED ຍັງມີຂໍດີກວ່າຫຼູອດໄຟຊະນິດອື່ນໆ ຄືໃຊ້ຝລັງງານໄຟຟ້ານ້ອຍ ສິ່ງຜົນໃຫ້ສາມາດເປີດໄດ້ຕະຫຼອດ 24 ຊົ່ວໂມງ ຊ່ວຍຫຼຸດມິນລະົດເມື່ອປຽບທຽບກັບຫຼູອດຊະນິດອື່ນເນື່ອງຈາກບໍ່ມີລັງສີ UV ບໍ່ມີກາສົຟຶດ ຫຼື ໂລະຫະໜັກໃນການບັນຈຸ (ນະໄນ, 2011)

ດັ່ງນັ້ນ, ການປຸກຜິດໃນສະພາບໂຮງເຮືອນ ຫຼື ມີແສງບໍ່ຜຽງຝ່ ສາມາດໃຊ້ຫຼວດປະດີດເຜື່ອທົດແທນແສງຈາກຄວງອາຫິດໄດ້ ແຕ່ການໃຫ້ແສງຕ້ອງມີຄວາມເຂັ້ມແຂງ ແລະ ຄວາມຍາວຄື່ນແສງທີ່ທ່ານະສົມຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕໃນຜິດແຕ່ຊະນິດມິງານວິໄຈໃນຜິດສວນຄົວ (ກະເຟຏ, ໂຫລະພາ ແລະ ແມ່ງລັກ) ເຜື່ອສຶກສາຄວາມສຳຜັນຂອງແສງກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ ຜົບວ່າຜິດທັງ 3 ຊະນິດທີ່ໃຫ້ຫັບອດໄຟ LED ມີການເຈີນເຕີບໂຕຄວາມສູງຄວາມກວ່າງທີ່ງຝ່ມ ແລະ ຈຳນວນໃບສູງກວ່າແສງຈາກຫລອດຟລຸອໍາເຊັນ ສໍາລັບຄວາມສຳຜັນຜົນກະທົບໄລຍະເວລາໃຫ້ແສງຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕ ຜົບວ່າຫັບອດໄຟ LED ສີຂາວໃຫ້ແສງນານ 12 ຊົ່ວໂມງຕໍ່ວັນ ເຮັດໃຫ້ຜິດທັງ 3 ຊະນິດ ມີຊີວິດຮອດ ແລະ ມີການຈະເລີນເຕີບໂຕດີກວ່າຫັບອດຟລຸອໍາເຊັນສີຂາວໃຫ້ແສງນານ 12 ຊມ ຕໍ່ວັນສວນຄວາມເຂັ້ມແສງທີ່ຕ່າງກັນເຮັດໃຫ້ຜິດ 3 ຊະນິດມີຊີວິດລອດດາຈະເລີນເຕີບໂຕດີທີ່ຄວາມເຂັ້ມແສງ 160  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  ທັງນີ້ຕ້ອງຄໍານິງເຖິງໄລຍະຫ່າງລະຫວ່າງທີ່ງຝ່ມຂອງຜິດກັບຫລອດໄຟເຜື່ອໃຫ້ຜິດໄດ້ຮັບແສງຜຽງຝ່ຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຊີ້ງຜົນການທິດລອງຜົບວ່າຄວນຕິດຫລອດໄຟໃຫ້ຫ່າງຈາກປາຍທີ່ງຝ່ມທີ່ໄລຍະ 10 ເຊັ້ນຕີແມັດ (ຈຸນລິຖາ ແລະ ດະນະ, 2010)

ຜົນຂອງແສງຕໍ່ການງອກຂອງເມັດມີລາຍງານໃຫ້ແສງ LED ສີແຕງຢ່າງດົວຍໜ້າໃຫ້ໄລຍະເວລາໃນການງອກຂອງມະລະກຳສັ່ນກວ່າການໃຫ້ແສງອື່ນໆງອກຈາກນີ້ຢັ້ງຝຶບວ່າໃຫ້ການໃຫ້ແສງ LED ສີແຕງຮ່ວມຮ່ວມສິນ້າເງິນ (25:75%) ມີປະລິມານຄອນໂຮືພົວເອ ຄອນໂຮືພົວບີ ແລະ ຄອນໂຮືຮ່ວມຫລາຍທີ່ສຸດ (ຫຳໄຟ ແລະ ຄະນະ, 2016) ນອກຈາກນີ້ແສງ LED ສີແຕງແລະສີແຕງຮ່ວມກັບສິນ້າເງິນອັດຕາສວນ 6:4 ເຮັດໃຫ້ຄວາມງອກແລະການສະສົມສານແອນໃຫ້ໄຊຢານິນຂອງຕົ້ນແຄນດີໄລອ່ອນສູງກວ່າແສງຊະນິດອື່ນ (Jai *et al.*, 2012) ແລະ ຍັງມີລາຍງານວ່າແສງສິນ້າເງິນເຮັດໃຫ້ຈະເລີນເກີບໂຕຂອງຕົ້ນໄມ້ອ່ອນບ້ອກໂຄລີສູງທີ່ສຸດ (Cho *et al.*, 2012) ແລະ ຍັງມີລາຍງານວ່າແສງສິນ້າເງິນຢັ້ງເຮັດໃຫ້ຄວາມສູງຕົ້ນຄວາມຍາວຮາກນຳເຫັນກລົດແລະສານຕ້ານອະນຸມຸນອີດສະຫລະໃນຕົ້ນອ່ອນຂອງກົ່ນໂອດົມສູງຂຶ້ນ (Masahumi *et al.*, 2010).

ການທິດລອງເຜື່ອສຶກສາການຈະລົນເຕີບໂຕແລະພັດທະນາຂອງໄຫ້ລາວທຳເປີລີໂດຍໃຫ້ແສງສີແດງ ແລະ ສີແດງຮ່ວມກັບນໍ້າເງິນທີ່ຄວາມເຂັ້ມແສ  $200 \text{ }\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  ນານ  $16 \text{ }\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  ປີບວ່າການໃຫ້ແສງສີແດງຮ່ວມກັບນໍ້າເງິນເຮັດໃຫ້ສະຕິເປີລີ່ຈະລົນເຕີບໂຕພັນທະນາວ່າການໃຊ້ແສງສີແດງຢ່າງດຽວນອກຈາກນີ້ຢັ້ງພົບວ່າແສງສີແດງຢ່າງດຽວສິ່ງຜົນໃຫ້ສະຕິເປີລີ່ຢືນຍາວນາມກວ່າປົກກະຕິຫາກຕ້ອງການໃຊ້ຝຶດຝູດຝຶດຄວນໃຊ້ແສງສິນໍ້າເງິນໂດຍແສງສຸດທ້າຍທີ່ໃຫ້ຕິດມີຜົນຕໍ່ການສະແດງລັກສະນະຂອງຝຶດ (Giedre *et al.*, 2010) ການໃຫ້ແສງຈາກຫລອດໄຟ LED ແລະ ຫລອດໄຟຝູອໍເຮັດເຊຍເຜື່ອສຶກສ້າງອັດຕາຈະລົນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນຜະລິດຂອງຜັກກາດຂາວປິລີພົບວ່າແສງຈາກຫລອດໄຟ LED ໃຫ້ຜົນຜະລິດສູງກວ່າແສງຈາກຫບອດຝູລໍ່ເຮັດເຊນນອກຈາກນີ້ຢັ້ງພົບວ່າຫລອດໄຟ LED ມີການໃຊ້ໄຟນ້ອຍປະຢັດຄ່າໄຟ ແລະ ໃຫ້ແສງໃນຊ່ວງທີ່ຜົດຕ້ອງການໄດ້ມາກກວ່າຫບອດຝູລໍ່ເຮັດເຊນ (Jane and Neil, 2011)

ໃນຝຶດໄຮ່ກາມມີການທິດສອບການຕອບສະຫນອງຕາຊແສງການສັງຄາະແສງແລະຜົນຜະລິດຂອງເຂົ້າ ແລະ ສາລືໂດຍໃຫ້ແສງສີແດງຈາກຫລອດໄຟ LED ສີຂາວຫລອດຝູລ໌ເຮັດເຊັນແບບສີແດງຈາກຫລອດໄຟ LED ຮ່ວມກັບແສງສິນໍ້າເງິນຈາກຫລອດຝູລ໌ອຊເຮັດເຊັນທີ່ຄວາມເຂົ້າຂອວແສງ  $350 \text{ } \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  ໃຫ້ແສງດິນ 24 ຊມ/ວັນ ຜົບວ່າ: ເຂົ້າສາບີໃຫ້ແສງສີແດງຈາກຫລອດຝູລ໌ເຮັດເຊັນ (10%) ມີການຈະເລີນເຕີບໂຕທາງດ້ານລຳຕົ້ນການສັງຄາະແສງ ແລະ ນໍ້າຫັນກະເຫັນດີທີ່ສູດໃນຂະນະທີ່ແສງສີແດງມີຜົນຕຳການເປີດປິດຂອງປາກໃບດ້ວຍ (Goins *et al.*, 1997) ນອກຈາກນີ້ການສຶກສາຜົນຂອງອັດຕາສ່ວນຂອງຫລອດຝູ LED ສິນໍ້າເງິນແກ່ແບບຂາວຕຳການຈະເລີຍໂຕເຕີບຂອງການແພະລົງເນື້ອເຢືອຢູ່ຄາລິບຕັດ ຜົນການທິດລອງງົດວ່າແສງສິນໍ້າເງິນສີແດງແລະສີຂາວອັດຕາສ່ວນ 7.88.5% ໃຫ້ແສງດິນ 16 ຊົ່ວໂມງຕໍ່ວັນ ເຮັດໃຫ້ເນື້ອເຢືອຢູ່ຄາລິບຕັດມີການຈະເລີນເຕີບໂຕດີທີ່ສູດ (ອະກິຊາ ແລະ ຄະນະ, 2014).

ສາມາດເພີມມູນຄ່າເພີມຈາກການໃຊ້ສານຕ້ານອະນຸມູນອຸຝິດສະຫລະໃນທາງເວັນກັນໄດ້ຢ່າງໄດ້ກຳຕາມຝຶດແຕ່ລະ ຂະນິດມີຄວາມເຕັກງານຄວາມຍາວເຕັ້ນ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງທີ່ແຕກຕ່າງກັນ.

ດັ່ງນັ້ນ, ການວິໄຈເຜື່ອໃຊ້ປະໂຫຍດຈາກຫລອດໄຟ LED ຈຳເປັນຕ້ອງຫາຊ່ວງຄວາມຍາວເຕັ້ນ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງທີ່ເຫັນສົມສໍາລັບການງອກການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການສ້າງສານສໍາພັນໃນຝຶດແຕ່ລະຂະນິດ ເຜື່ອເປັນທາງເລືອກໃຫ້ກັບຜູ້ຮັກສຸຂະພາບທີ່ສິນໃຈໂດຍສະເພາະຜູ້ທີ່ອາໄສໃນສັງຄົມເມືອງ ແລະ ມີຜົ່ນທີ່ໃຊ້ສອຍ ຈຳກັດໃຫ້ສາມາດປຸກຝຶດຜັກປອດໄຟທີ່ໃຫ້ຄຸນຄ່າທາງອາຫານສູງໄວ້ກິນໃນຄົວເຮືອນ.

## 2.15 ຜະຍາດ ແລະ ສັດຖຸຝຶດ

### 2.15.1 ຜະຍາດ

ສ່ວນຫຼາຍເກີດພາກສ່ວນຂອງຕົ້ນຝຶດ ຫຼື ຕະຫຼອດການແຫ້ງຕາຍຂອງຕົ້ນສາເຫດຂອງໂຣກາທີ່ເກີດກັບ ຜິດສ່ວນໃຫ້ຢ່າງເກີດສິ່ງທີ່ມີຊີວິດເຊັ່ນວ່າ: ເຊື້ອໄວຮັດ, ເຊື້ອໄມໂຄພາສາມາ, ເຊື້ອແບບກົງເຮັດ, ເຊື້ອຮາ ແລະ ຂໍ້ກະເດືອນຝອຍໂຣກຝຶດຈະເກີດຂຶ້ນຈາກການແຜ່ກະຈ່າຍ ສະພາບແວດລ້ອມທີ່ເຫັນສົມແກ່ການເກີດຜະຍາດ ໂດຍໂຣກຝຶດອາໄສຢູ່ນໍາຄວາມຊຸ່ມຂອງດິນ ຫຼື ການຖ່າຍຫອດທາງເມັດຝັນ ຫຼື ເມັດ.

#### ❖ ອາການ

ຖ້າໃນກະຕ່າມເຊື້ອຜະຍາດຢູ່ແລ້ວຕົ້ນອ່ອນ ຈະເກີດອາການເປັນຊ້າທີ່ກີກຕົ້ນ ລະດັບວັດສະດຸເນື້ອເຢືອ ບ່ອນແຜ່ລະບາດຈະຫົນໆ ແລະ ແຫ້ງໄປຢ່າງໄວວາ. ຖ້າຖືກແສງແດດຈະຮັດໃຫ້ຕົ້ນກ້າທັກ ຫຼື ພັບ ມີແຜ່ຊ້າທີ່ກີກຕົ້ນ ຈະແຫວຕາຍໃນບໍລິເວັນທີ່ເປັນຜະຍາດ ຊ່ອຍໆ ຂະຫຍາຍກວ້າງອອກໄປເປັນວົງກວ້າງຂຶ້ນ ສ່ວນຕົ້ນທີ່ເຕີບໂຕ ແລ້ວຈະຄ່ອຍໆແຫ່ວຕາຍໄປ.

#### ❖ ວິທີປ້ອງກັນ ແລະ ກຳລັດເຊື້ອຮາ

ໃນຂະນະທີ່ຈະໃຊ້ປຸກ ຖ້າຈະນໍາໄປປຸກເຮົາຄວນເຮັດຄວາມສະອາດກ່ອນ ແລະ ເອົາໄປຕາກແດດກ່ອນປຸກ ເຝື່ອປ້ອງກັນເຊື້ອຮາ ຫ້າມໃຊ້ຊ້າໂດຍກັນທີ່ບໍດັ່ງນັ້ນຈະເກີດມີການຕິດເຊື້ອຮາຢ່າງແນ່ນອນ.

##### • ຜະຍາດກີກເນົ້າ ແລະ ຕົ້ນເຫຼົ້າ

ສາຫະດ: ເກີດຈາກເຊື້ອຮາລັກສະນະອາການ ຕົ້ນ ແລະ ຮາກເຫັນໆເຫຼົ້າ, ເປື່ອຍເຮັດໃຫ້ຕົ້ນແຫວຕາຍ. ເຮົາບໍຄວນໃຫ້ນໍ້າຫຼາຍຖ້ານໍ້າຂັ້ງຈະໝາະແກ່ການເຮັດໃຫ້ເກີດເຊື້ອຮາ.

## 2.15.2 ສັດຖຸຝຶດ

ຂະນິດສັດຖຸຝຶດໄດ້ແກ່ຈຳພວກຄື:

1. ຈຳພວກກັດໃບໄດ້ແກ່: ແມ່ງກະເບື້ອ, ຕັກແຕນຄວງປົກແຂງ, ແມ່ງພວກນີ້ສາມາດມີປາກັດກົນໃບທັງໝົດ ຫຼື ກັດສະເພາະໃບແລ້ວເຫື້ອເສັ້ນໃບໄວ້ເຮັດໃຫ້ຝຶດຂາດສ່ວນສັງຄາະແສງ ຫຼື ຂາດສານອາຫານ.

2. ຈຳພວກດູດກົນນໍ້າໄດ້ແກ່: ແຜ່ຍອ່ອນ, ແຜ່ຍກະໂດດ, ແມ່ງໄມ້ຈຳພວກນີ້ມີປາກູດກົນນໍ້າ ຫຼື ໃຊ້ປາກແທງດູດກົນນໍ້າຈາກໃບອ່ອນ, ລຳຕົ້ນສ່ວນຕ່າງໆຂອງຝຶດ

3. ແມ່ງຈຳພວກຫນອນຊອນໃບໄດ້ແກ່: ຫອນແມ່ງວັນບາງຊະນິດແມ່ງ ຈຳພວກນີ້ມີຂະໜາດນ້ອຍກັດກົນເນື້ອເຢືອລະຫວ່າງຜົວໃບຝຶດເຮັດໃຫ້ຝຶດຂາດການສັງຄາະແສງ ຫຼື ຂາດສ່ວນສະ ສົມອາຫານ.

4. ແມ່ງຈຳພວກຈະລຳຕົ້ນໄດ້ແກ່: ຫອນດ້ວງ ແລະ ປວກແມ່ງຈຳພວກນີ້ມີກວາງໄຂ່ຕາມໃບ

5. ຈຳພວກກັດກົນຮາກ ດ້ວງດິດ, ດ້ວງງວງ, ດ້ວງດິນ, ແມ່ງພວກນີ້ມີກັດກົນ ມັກມີຊີວິດ ຫຼື ວາງໄຂຕາມ ຜົ່ນດິນ ຕົວອ່ອນ ແລະ ຕົວເຕັມຈະເຂົ້າທຳລາຍຮາກຝຶດເຮັດໃຫ້ຝຶດແຫ້ງຕາຍ.

### 2.15.2.1 ပြောဖော်

## ກ. ສາເຫດ ແລະ ລັກສະນະອາການ

บึงมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า: *plutella xyloslla* เป็นบึงที่มีขนาดน้อยที่สุดในบันดาบีงสัตว์ผิดมักว่างไข่ปุ่ตามก้อนใบผักเป็นห่วงอยู่ตัว ซึ่ง เป็นกุ่มติดกับหัวและมีขนาดน้อยทูทางข้อมากกว่า ไข่เป็นสีเทาอ่อนๆ ไข่เป็นมันໄລຍະกานฝักไข่แม่น 2-3 วัน เมื่อไข่ไก่ฝักออกมากเป็นบึงแล้ว ไข่จะเป็นสีเทาอ่อนๆ เข้มโตรบีงมีขนาดน้อยเป็นไข่ได้หันยลสาภ มีกานจะลินเติบโตรบีงไว้กว่าบึงจะมีดีอื่นๆ 1 อาทิตย์ ก็จะหันเต็มโตรมีขนาด 1 cm แล้วต่อจากจะเป็นสีขาวเป็นสีเทาอ่อน ซึ่ง สีขาวเป็นสีเทาอ่อน เมื่อเริ่มเลี้ยง ได้สำเภาโตรของมันจะถืบย่างๆ แล้ว ลักษณะกานทำลายโตรบีงจะกัดกินผิวใบต้านลุมของใบ และ มักเข้าไปกัดกินในยอดผักที่กำลังจะเลิ่นเติบโต เร้าให้ผักได้รับความเสียหายผ้าได้ทูทางน้ำมีดีอย่างมาก.

## ๒. งานป้องกันภัยน้ำท่วม

ສາມາດຮັດໄດ້ຫຼິຍໍທີ່ເຊັ່ນ: ການນຳໃຊ້ສານຄົມກຳຈັດໂດຍກົງ, ການໃຊ້ເຊື້ອແບກທີ່ເຮັດວຽກຂະໜາດ  
ທຳລາຍ ແລະ ເປົ່ງໝັ້ນກວດເປົ່ງຕາມພາສະນະທີ່ເຮົາເພະຕານອອນດອກຕາເວັນເມື່ອຝຶບເຫັນໂຕບັງຄວນຮົບ  
ທຳລາຍໜັນທີ່.

#### 2.16 ສານອາຫານທີ່ຈໍາເປັນສຳຫຼັບການຈະລົງເຕີບຂອງຟິດ

ທາດໄປ້ເຕືອນ ແລະ ໂປ່ງໂຕພາສຂອງຝຶດ ແລະ ສັດປະກອບດ້ວຍສານອາຫານຫຼັກ 6 ທາດຄື: ທາດກາກບ່ອນ, ຮີໂລແຊນ, ອົງຊີແຊນ, ອາຊີດ, ຜິດສະົ່ງ ແລະ ມາດ. ທາດອາຫານແຕ່ລະຊະນິດຈະມີປິດບາດ ແລະ ອິດທີ່ຜົນຕໍ່ການເພະໜັງອກ ແລະ ຜັດທະນາທາງດ້ານສະພະເຕີວຂອງມັນ ຖ້າຝຶດບໍ່ໄດ້ຮັບທາດອາຫານເຫຼົ້ານີ້ຝຽງຝໍແລ້ວໃນການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນຜະລິດຂອງຝຶດຫຼຸດລົງ.

### 2.16.1 ຊັ້ນທີ່ຂອງທາດອາຫານຝຶດ

ທາດອາຫານມີບົດບາດທີ່ສໍາຄັນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຝຶດທີ່ມີບົດບາດສໍາຄັນຕໍ່ການສັງເຄາະແສງ ທາດອາຫານທີ່ເຮັດໃຫ້ເອັນໄຊລ໌ເຮັດວຽກປົກກະຕິ ຫຼື ຄຸມປະຕິກິລິຍາທີ່ໃຊ້ໃນເອັນໄຊລ໌

## 2.17 ສະພາບດ້ານເສດຖະກິດຂອງຕົ້ນງອກ

**ການບໍລິໂພກ:** ຕົ້ນງອກ ຫຼື ຕົ້ນຮ່ອນເປັນຜິດຊະນິດໜຶ່ງທີ່ບໍລິໂພດສ່ວນໃບ ເຊິ່ງຈະບໍລິໂພກເປັນຜັກສິດ ແຜະມີຄຸນຄ່າທາງດ້ານອາຫານສູງ ແລະ ສາມາດຮັດຍໍາ ຫຼື ກັບລາບໄດ້ ແລະ ກັບແກ້ມອາຫານໝາຍຢ່າງກຳໄດ້ອີກ ສາມາດນຳມາໃຊ້ດ້ານອາຫານກຳໄດ້.

ການຕະຫາດ: ສາມາດຈຳໜ່າຍຜົນຜະລິດໄດ້ 2 ຫາງຄື:

- ຈຳນ່າຍຜົນຜະລິດແບບເດີມ ທີ່ໄຕ້ອງຈາກສັ່ນຄົນກາງມາຮັບຊື້ໃນຜົນທີ່ການຜະລິດ ແຕ່ຖ້າຈຳນ່າຍຜົນຜະລິດຕາມຜົນທີ່ແປ່ນລາຄາຕໍ່າ.
  - ການຈຳນ່າຍຜົນຜະລິດໃນຕະຫຼາດໂດຍວິທີການຕ່າງໆເຊັ່ນ:
    - ນໍາຜົນຜະລິດໄປພາກຂາຍທີ່ຮ້ານບໍລິເວນຕະຫຼາດທີ່ເຮັດການຂາຍຜົນຜະລິດເປັນກຸ່ມຂາຍ ເຊິ່ງເຮັດໃຫ້ຊາວກະສິກອນມີຫັດສະຫາງດ້ານການຈັດການຕະຫຼາດບໍ່ຕ້ອງກ້າວແຕ່ຝ່າຍຄົນກາງມາຮັບຊື້ຜະຍາງດຽວຂີກຕໍ່ໄປສາມາດເຮັດໃຫ້ລາຄາການຈຳນ່າຍຜົກຂ້ອນຂ້າງຈະດີກວ່າທີ່ຖ້າແປ່ນຄົນກາງມາຮັບຊື້ຜົນຜະລິດ.

- ຖ້າເປັນການແສລິດໃນຮູບແບບໃດໜຶ່ງນອກຈາກການຂາຍຜົນແສລິດແລ້ວ ຍັງສາມາດຄ້າຂາຍແນວຜັນ, ວັດສະດຸ ການແສລິດ ຫຼື ອຸປະກອນເຊົ້າໃນການແສລິດ.

## 2.18 ການເກັບກຽວ

ອາຍຸການເກັບກຽວຕື່ນງອກ ຫຼື ຕົ້ນອ່ອນບູນອກໂຄລີໄວປະມານ 7-11 ວັນ ຄວນສັງເກດເບິ່ງຂະໜາດຂອງ ລຳເກີນ ແລະ ໃບ ປຽນແປງຈາກສີຂຽວອອນເປັນຂຽວເຂັ້ມ ຫຼື ເກັບໄດ້ໄລຍະການເກັບຜົນແສລິດປະມານ 1 ອາທິດ ສາມາດເກັບຜົນແສລິດໄດ້ ເນື່ອງຈາກການປຸກດ້ວຍເມັດ ການຈະເລີນເຕີບໂຕບໍ່ສະໜຳສະໜີ. ດັ່ງນັ້ນການ ເກັບກຽວອາດຈະເກັບໄດ້ແຕ່ຕົ້ງດຽວຊ່ວງເວລາທີ່ເໝາະສົມໃນການເກັບກຽວຄື: ເຊົ້າ ຫຼື ແລ້ງ ແຕ່ເປັນການ ເກັບກຽວຫຼາຍເວລາທີ່ເໝາະສົມທີ່ສຸດແມ່ນຕອນແລງແລ້ວນຳໄປຈຳໜ່າຍໃນຕອນເຊົ້າຂອງມື້ໃໝ່

### 2.18.1 ເຄື່ອງມື ແລະ ອຸປະກອນໃນການເກັບກຽວ

ການເກັບກຽວຄວນເຮັດດ້ວຍຄວາມລະມັດລະວັງຢາໃຫ້ມີຮອຍຊົ້າ, ເພື່ອຮັກສາຄຸນນະພາບໃຫ້ດີຂະນະທີ່ ໃຊ້ເຄື່ອງມືອຸປະກອນ ຫຼື ຂົນຍ້າຍຄວນເຮັດເປົາມີ, ການໃຊ້ເຄື່ອງມືຄວນເລືອກໃຊ້ໃຫ້ເໝາະສົມກັບຊະນິດຜັກເຊັ່ນ:

- ມິດ: ຄວນມີຄົມສໍາຫຼັບຕັດ
- ພາຫະນະໃສຜັກ: ກະຕ່າ, ຖົງປາງປາລາສະກິກ.

### 2.18.2 ວິທີການເກັບກຽວ

ການໃຊ້ມີຄົມຕັດກິກຕົ້ນໃຫ້ຕິດດິນ ຫຼັງການເກັບກຽວໃຫ້ນຳເຊົ້າຮື່ມທນທີ່ ບໍ່ຄວນໄວ້ກາງແດດ ແລະ ບໍ່ ຄວນວາງໄວ້ທີ່ເທິງດິນ ໂດຍບໍ່ມີວັດສະດຸຮອງຮັບ, ເຮັດການຕັດແຕ່ງໃບທີ່ຕິດພະຍາດ ແລະ ແມ່ງໄມ້ທຳລາຍອອກ ໄປ ຫຼັງຈາກການຕັດແຕ່ງແລ້ວບັນຈຸໃສ່ພາຫະນະເຝືອນຳໄປຈຳໜ່າຍ. ວິທີເກັບຜົດຜັກເຝືອໃຫ້ໄດ້ຄຸນນະພາບດີຄວນ ປະຕິບັດດັ່ງນີ້:

1. ຄວນເກັບຜົດຜັກໃນເວລາຕ່ອນເຊົ້າ ຫຼື ຕອນແລງ ບໍ່ຄວນເກັບໃນເວລາທີ່ມີແສງແດດແຮງຈະຮັດໃຫ້ ຜັກເໜ່ວໄວ.
2. ຄວນໃຊ້ມິດ ຫຼື ມິດແຊມຕັດ, ບໍ່ຄວນໃຊ້ມີເດັດຈະຮັດໃຫ້ຮອຍຊົ້າ
3. ພາຫະນະທີ່ໃສ ຫຼື ບັນຈຸຜັກຄວນສະອາດ ແລະ ສະດວກໃນການໃຊ້
4. ຄວນເກັບຜົດຜັກໃຫ້ມີຂະໜາດຝົດກັບຄວາມຕ້ອງການຂອງຕະຫຼາດ
5. ຫຼັງຈາກເກັບຜົດຜັກແລ້ວຄວນນຳເຊົ້າໃນຮົ່ມ, ບໍ່ອັບ ແລະ ບໍ່ຄວນວາງຫັບກັນຫຼາຍເພະຈະຮັດຮັດໃຫ້ ຜົດຜັກບວມຊົ້າ
6. ການເຮັດຄວາມສະອາດຫຼັງການເກັບກຽວ.

### 2.18.3 ວິທີການເກັບຮັກສາ

ສໍາຫຼັບການເກັບຮັກສາຜັກ ເນື່ອງຈາກຜັກຕົ້ນອ່ອນດອກຕາເວັນເປັນຜັກທີ່ອຸ້ມນຳໆ ດັ່ງນັ້ນ, ການເກັບ ຮັກສາຈຶ່ງຄວນເກັບໄວ້ໃນອຸນຫະພູມຕໍ່າ ທີ່ມີຄວາມຊຸ່ມສໍາຜັດ 95 ເປີເຊັ່ນ ຂະສາມາດເກັບຮັກສາໄວ້ໄດ້ດິນນານ ເຖິງ 2-3 ອາທິດ.

## 2.19 ອະນຸມຸນອິດສະໜູນ

ອະນຸມຸນອິດສະໜູນ (Free radical) ເປັນອະຕອມ ຫຼື ໂມເລກຸນທີ່ມີເອເລັກຕອນດ່ຽວ (unpaired electron) ບໍ່ມີຄວາມໝັ້ນຄົງ (unstable) ແລະ ປະຕິກິລິຍາວ່ອງໄວ (Halliwell, 2001). ສາມາດຟິບ ດັ່ງທຸກແຫ່ງທັງໃນ

ສິ່ງແວດລ້ອມ, ໃນສິ່ງມີຊີວິດ ແລະ ໃນຈຸລັງໂດຍສະເພາະຢ່າງຍິ່ງຂະບວນການຜະລິດທະນາຄາຍໃນຈຸລັງ ຫຼື ຈາກຂະບວນການເມຕາບໍລິຂົມ (metabolism) ໂດຍມີການເຄື່ອນຍ້າຍອີເລັກຕອນອອກຈາກໂມເລກຸນຂອງອອກຊີເຈນເຮັດໃຫ້ອີເລັກຕອນໃນໂມເລກຸນອອກຊີເຈນບໍ່ສິມດຸນກາຍເປັນອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ ແລະ ໄວຕໍ່ການເຂົ້າທຳປະຕິກິລິຍາຫຼາຍ ແລະ ສາມາດຶກເລັກຕອນຈາກໂມເລກຸນອື່ນ ມາແທນອີເລັກຕອນທີ່ຂາດຫາຍໄປ ແຜ່ນໃຫ້ຕົວເອງເກີດຄວາມສົມດຸນ ຫຼື ສະຖຽນເຊິ່ງປະຕິກິລິຍານີ້ຈະເກີດຂຶ້ນຢ່າງຕໍ່ເນື່ອເຊິ່ງເປັນປະຕິກິລິຍາລູກໄສ້ ແລະ ເກີດຂຶ້ນໃນຈຸລັງຕະຫຼອດເວລາ (ວະສັນ, 2001).

ອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ ແລະ ສາມາດທີ່ກ່ຽວຂ້ອງຕ່າງໆ ໃນທາງຊີວະວິທະຍາທີ່ສາມາດເປັນຕົວຕັ້ງຕົ້ນເຮັດໃຫ້ ເກີດເປັນອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ ສາມາດເບິ່ງອອກໄດ້ເປັນ 3 ກຸ່ມໃຫຍ່ຄື: ກຸ່ມທີ່ມີອອກຊີເຈນເປັນອີງປະກອບ ສຳຄັນ reactive oxygen species (ROS), ກຸ່ມທີ່ມີໃນໂຕເຈນເປັນອີງປະກອບສຳຄັນ reactive nitrogen species (RNS) ແລະ ກຸ່ມທີ່ມີຄືລິນເປັນອີງປະກອບສຳຄັນ reactive chlorine species (RCS). ອະນຸມຸນອິດສະຫຼະທີ່ສຳຄັນທີ່ສູດທີ່ເຮັດໃນຈຸລັງທີ່ໃຫ້ອອກຊີເຈນໄດ້ແກ່: oxygen radical, ອະນຸຝັນຂອງ oxygen radical (ເຊັ່ນ: superoxide radical ແລະ hydroxyl radical), hydrogen peroxide, transition metals (ໄລທະບານຊີຊັນ), carbonate radical ( $\text{CO}^{\bullet 3}$ ), nitrate radical ( $\text{NO}^{\bullet 3}$ ), methyl radical ( $\text{CH}^{\bullet 3}$ ), superoxide radical ( $\text{O}^{\bullet 2}$ ), peroxy radical ( $\text{ROO}^{\bullet}$ ), reactive oxygen species (ROS) ເປັນຕົ້ນ. ອະນຸມຸນອິດສະຫຼະສາມາດທຳລາຍຊີວະໂມເລກຸນທຸກປະເພດທັງໃນຈຸລັງ ແລະ ສ່ວນປະກອບຂອງຈຸລັງສິ່ງມີຊີວິດເຊັ່ນ: ລືປິດ (lipid), ໂປຣຕິນ (protein), ເອນໄຊ (enzyme), ດີເອັນເອ (DNA), ອາເອັນເອ (RNA), ຕາໂປໄຣເດດ (Carbohydrate), ແຊວເມມເບນ (Cell membrane), ຄໍລາເຈນ (collagen), ໄມໂຕອອນແດຍ ແລະ ເນື້ອຍື່ອເຊິ່ງເປັນສາເຫດເຮັດໃຫ້ຈຸລັງຕາຍ ການເກີດການກາຍຝັນຂອງດີເອັນເອ ໃນຈຸລັງ ແລະ ກໍໃຫ້ເກີດໄລກຕ່າງໆເຊັ່ນ: ໄລກຄວາມຈຳເສື່ອມ, ການແກ່ກ່ອນໄວ, ໄລກຟຸມແຜ້, ໄລກຫົວໃຈຂາດເລືອດ, ໄລກມະຮັງ, ຄວາມຜິດປົກກະຕິຂອງສາຍາຕາ, ໄລກຄວາມດັນ, ໄລກກ່ຽວກັບທາງເດີນອາຫານ, ໄລກລຳໄສ ແລະ ລະບົບປະສາດເປັນຕົ້ນ (Ambrosone *et al.*, 2004; Spitz *et al.*, 2000).

ອະນຸມຸນອິດສະຫຼະມີ 2 ແຫ່ງທີ່ມາຄື: ຈາກພາຍໃນຮ່າງກາຍເຊັ່ນ: ການເຜີຍຜານອາຫານ, ການຫາຍໃຈ, ການອອກກຳລັງກາຍໜັກຈິນເກີນໄປ, ການຕິດເຊື້ອ, ຄວາມຄຽດເປັນຕົ້ນ. ສ່ວນນອກຮ່າງກາຍໄດ້ແກ່: ການໄດ້ຮັບເຊື້ອໄລກຈາກການຕິດເຊື້ອໄລກໄວຮັສ ຫຼື ເຊື້ອແບກທີ່ເຮັດ, ໄລກກ່ຽວກັບຟຸມຄຸ້ມກັນ, ການຮັບລັງສີເຊັ່ນ: ລັງສີອັດຕາໄວໂອເລັດ, ລັງສີແກມມາ ແລະ ເກີດຈາກມິນລະຝິດ: ຄວັນຢາສູບ, ຄວັນ ວິດ (Moreno *et al.*, 2006).

## 2.20 ສາມຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ

ສາມຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ (Antioxidants) ເປັນສາມທີ່ຊ່ວຍປ້ອງກັນ ຫຼື ຢັບຢືນປະຕິກິລິຍາອອກຊີເດັ້ນ, ຂ່ວຍກຳຈັດ ແລະ ຫຼຸດປະລິມານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະບໍ່ໃຫ້ໄປທຳລາຍສາມປະກອບຂອງຈຸລັງສິ່ງທີ່ມີຊີວິດຈະມີລະບົບການສ້າງສາມຕ້ານອອກຊີເດັ້ນເຝື່ອປ້ອງກັນການທຳລາຍເນື້ອຍື່ອ ໂດຍທີ່ສາມຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະມີທັງຊະນິດເປັນເອນໄຊ (enzymatic antioxidant) ແລະ ຊະນິດທີ່ບໍ່ເປັນເອນໄຊ (non-enzymatic antioxidant) (Kobæk, 2004). ສາມປະກອບທີ່ລະລາຍໃນນ້ຳ ແລະ ສາມປະກອບທີ່ລະລາຍໃນໄຂມັນ ໂດຍສາມຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະເນື້ນໆມີກິນໄກການເຮັດວຽກຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະວ່າຍ້າຍແບບເຊັ່ນ: ດັກຈັບອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ (radical scavenging), ການຢັບຢືນການເຮັດວຽກຕ້ານອອກຊີເຈນທີ່ຂາດອີເລັກຕອນ (singlet oxygen quenching), ຈັບໄລທະທີ່ສາມາດເລັ່ງປະຕິກິລິຍາອອກຊີເດັ້ນ (metal chelation), ຍຸດປະຕິກິລິຍາການສ້າງອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ (chain-breaking), ເສີມລິດ

(synergism) และ ຢັບຢັງການເຮັດວຽກຂອງເອນໄຊ (enzyme inhibition) ທີ່ເລື່ອປະຕິກິລິຍາອະນຸມຸນອິດສະຫຼະເປັນເຕີນ (Sesso *et al.*, 2003).

ສານຕ້ານອອກຊີເດເຊັນສາມາດແບ່ງຕາມກົມໄກການຢັບຢັງໄດ້ເປັນ 3 ຊະນິດ: 1) Preventive antioxidant (ປ້ອງກັນການເກີດອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ), 2) Scavenging antioxidant (ທຳລາຍ ຫຼື ຢັບຢັງອະນຸມຸນອິດສະຫຼະທີ່ເກີດຂຶ້ນ) ແລະ 3) Chain breaking antioxidant (ທຳລາຍລູກໄສ້ຂອງການເກີດອະນຸມຸນອິດສະຫຼະສັ່ນສຸດລົງ).

**ຕາຕະລາງທີ 2.3 ສານຕ້ານອອກຊີເດເຊັນທີ່ເປັນເອນໄຊ ແລະ ບໍ່ເປັນເອນໄຊ**

<b>enzymatic antioxidant</b>	<b>non - enzymatic antioxidant</b>
- catalase	- vitamins C, E, A
- peroxidase	- thiols
- thioredoxin	- carotene
- peroxinedoxin	- polyphenols
- glutaredoxin	- zinc, selenium
- reduced glutathione	- glutathione
- oxidized glutathione	- lycopene
- glutathione reductase	- allyl sulfide
- superoxide dismutase	- indoles

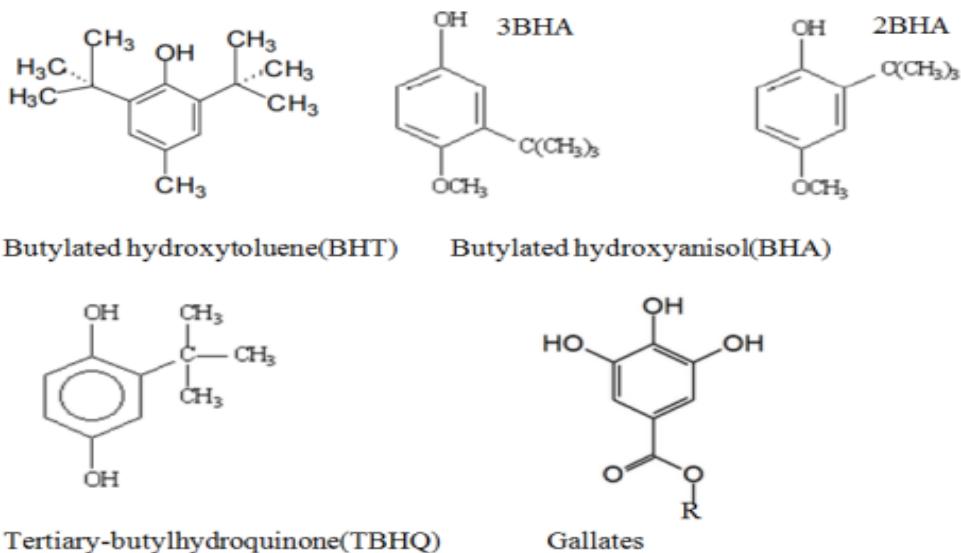
ແຫຼ່ງທີ່ມາ: Rosa (1993)

## 2.20.1 ແຫຼ່ງທີ່ມາຂອງສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະ

Pokorny *et al* (2001) ໄດ້ກ່າວໄວ້ວ່າ: ແຫຼ່ງທີ່ມາຂອງສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະມີ 2 ແຫຼ່ງ ຄື:

### 1) ສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະສັງຄາະ (synthetic antioxidants)

ສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະສັງຄາະເກີດຈາກຂະບວນການສັງຄາະທາງເຄີມໂດຍເປັນສານປະກອບຜິໂນ ລົກໄດ້ແກ່: propyl gallate, 2-butylated hydroxyanisole, 3-butyrate hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT) ແລະ tertiary butylhydroquinone (TBHQ) (ຮູບທີ 5). ສານສັງຄາະດັ່ງກ່າວນີ້ມີນຳມາໃຊ້ໃນອຸດສາຫະກຳອາຫານເຝື່ອຢັບຢັງການເກີດປະຕິກິລິຍາອອກຊີເດເຊັນຂອງໄຂມັນທີ່ເປັນສາເຫດທີ່ເຮັດໃຫ້ອາຫານມີກິ່ນ, ສີ ແລະ ລົດຊາດທີ່ປ່ຽນແປງໄປ ສານສັງຄາະນີ້ມີສະພາບຄົງຕົວກວ່າ ສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະຈາກທຳມະຊາດແຕ່ມີຂໍ້ຈຳກັດໃນດ້ານຄວາມປອດໄພໃນການບໍລິໂພກ (Zhang *et al.*, 2000).



ຮູບທີ 2.5: ໂຄງສ້າງທາງເຄມືສານແປໂນນສັງຄະນະ monohydroxy phenols ແລະ polyhydroxy phenols  
ແຫຼ່ງທີ່ມາ: Zhao *et al* (2007)

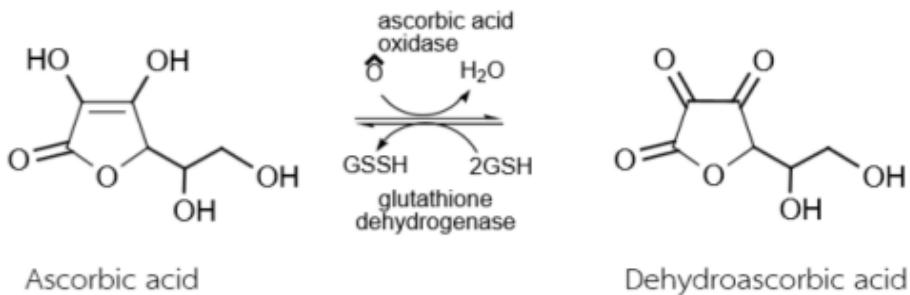
## 2). ສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະຈາກທຳມະຊາດ (natural antioxidants)

ສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະຈາກທຳມະຊາດສາມາດພິບໄດ້ໃນສິ່ງມີຊື່ວິດທັງຝົດ ແລະ ສັດ ເຊິ່ງເປັນໄດ້ທັງ ເອນໄຊ, ວິຕາມິນ, ເບຕ້າ-ແຕໂໂຣທິນ ( $m^2$  – carotene) ລວມເຖິງກຸ່ມໂຟລິຟິນໍລົກເຊັ່ນ: ຜລາໂວນອຍດໍ (flavonoids), ຜິນິລໂປຣພານອຍດໍ (phenylpropanoids) ແລະ ກິດຝິນໍລົກ (phenolic acid) ເປັນຕົ້ນ, ຕົວຢ່າງ ສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະຈາກທຳມະຊາດສາມາດມີດັ່ງນີ້:

### 1. ວິຕາມິນຊື່

ວິຕາມິນຊື່ທາງເຄມືວ່າ ກິດແອສຄໍບິກ (ascorbic acid) ຫຼື ແອສຄໍບເບສ (ascorbate) ເປັນຝິກສີຂາວມີ ລົດສົ່ມ, ເປັນວິຕາມິນທີ່ລະລາຍໃນນ້ຳໄດ້, ມີລົດເປັນຕົວຮິດິວແຮງ, ເມື່ອຖືກອອກຊີໄດ້ກັບອີກຊີໃນອາກາດຈະ ບຽນເປັນດີໄຣໂດນແອສຄໍບິກ (dehydro ascorbic acid; DHA) Halliwell B. (1989). ຈະເກິດເອນໄຊແອສຄໍບິກອີກຊີແດສ (ascorbic oxidase) ແລະ ກຸຕາໄທໂອນດີໄຣໂດນຈິເນສ (glutathione dehydrogenase) ການບຽນແປງວິຕາມິນຊື່ຈາກ ascorbic acid ແລະ dehydro ascorbic acid ໃນປະຕິກິລິຍາ (ຮູບທີ 2.6), ສິມຊີງ (2000). ຈະສະຫຼາຍຕົວເມື່ອຖືກຄວາມຮອນ ຫຼື ປະໄວ້ໃນອາກາດທີ່ມີຄວາມຊຸ່ມ ວິຕາມິນຊື່ມີຄຸນສິມບັດ ເປັນສານຕ້ານອອກຊີເດັ່ນໂດຍຈະເຂົ້າໄປທ່າປະຕິກິລິຍາກັບໄຮໂດເຈນເປືອອກໄຊ ອະນຸມຸນ hydroxyl ແລະ peroxy, ວິຕາມິນຊີຍັງເຮັດໜ້າທີ່ສົ່ງເສີມປະສິດທິພາບຂອງສານຕ້ານອອກຊີເດັ່ນຂອງວິຕາມິນອີກດ້ວຍ.

ວິຕາມິນຊື່ຝິບຫຼາຍໃນຜົກ ແລະ ພາກໄມ້ສິດໄດ້ແກ່ ພາກນາວ, ພາກຂາມບ້ອມ, ພາກກັງ, ພາກມ່ວງ, ພາກແຕງແຄນຕາລຸບ, ພາກສີດາ, ພາກເລັ່ນ, ຜັກກາດນາ, ພາກຜັດຫວານ ແລະ ຜັກໃບ ຂຽວ; ໂດຍ ທີ່ວໄປໝາກໄມ້ບາງຊະນິດຈະພິບວິຕາມິນຊື່ຢູ່ເປືອກ (ວະຮານິນ ແລະ ຄະນະ, 2014). ເຊັ່ນ: ພາກສີດາ ການດູດຊຸ່ມວິຕາມິນບໍລິເວນເຈັຍຫຼຸ້ມໃນກະເພະອາຫານ ແລະ ລໍາໄສ້ນ້ອຍແລ້ວສິ່ງປະເມາບໍລິສເຊັ່ນ: ເລີນຕາ, ເມັດລືອດຂາວ, ເປືອກຫຼຸ້ມຕ່ອມໝາກໄຂ່ຫຼັງ ແລະ ຕ່ອມຝິທູອີທາຮີ, ວິຕາມິນຊື່ຈະຢູ່ໃນ ເລືອດກັບເຈັຍຫຼຸ້ມເປັນແບບຮິກິວ. (ສິມຊີງ, 2000).



**ຮູບທີ 2.6:** ປະຕິກິລິຍາການຢັບຢັງການເກີດສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫະຂອງວິຕາມືນຊື່ແຫຼງໜີມາ: Halliwell B. (1989).

## 2. ວິຕາມືນອື

ເປັນວິຕາມືນທີ່ລະລາຍໄດ້ໃນໄຂມັນເປັນສານຕ້ານອອກຊີເດຊັນທີ່ສໍາຄັນ ໂດຍວິຕາມືນອືເຮັດວຽກຮ່ວມກັບສານຕ້ານອອກຊີເດຊັນຕົວເຊັ່ນ: ວິຕາມືນຊື່ ແລະ ຊີລິນຽມເປັນຕົ້ນ ວິຕາມືນອືຊ່ວຍປັບ ໃຫ້ຮ່າງກາຍສາມາດນຳເອົາວິຕາມືນເອມາໃຊ້ເຊິ່ງຈະຊ່ວຍໃນການປ້ອງກັນສານທີ່ຝຶດທີ່ມີຜົນມາຈາກໂລໜະ ເຊັ່ນ: ກົວ (Sn: Tin), ໃນທຳມະຊາດມີວິຕາມືນອືຢູ່ຫຼາຍຊະນິດປະຈຸບັນແບ່ງອອກເປັນ 2 ກຸ່ມໃຫຍ່ເງົ່າຄື: ໂທໂຄຟຣອລ ແລະ ໂທໂຄໄທອີຣອລ ແຕ່ລະກຸ່ມຍັງແຍກເປັນວິຕາມືນຍ່ອຍໆອີກ 4 ຊະນິດໄດ້ແກ່: ອັລົງ, ເບຕາ, ແກມມາ ແລະ ເດັກຕ້າ.

## 2.21 ການໃຊ້ປະໂຫຍດຈາກວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ຈາກການກະເສດຕ່າງໆມາເຮັດເປັນວັດສະດຸເພະປຸກຕົ້ນກໍາ

ການນຳວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ບາງຊະນິດຈາກການກະເສດ ຫຼື ອຸດສາຫະກຳເຊັ່ນ: ເສດົມີດ, ເສດອາຫານ ແລະ ເສດເບົ່າເຫັດ ເປັນຕົ້ນ. ເມື່ອມີຈຳນວນຫຼາຍຈະກໍ່ໃຫ້ເກີດປັນຫາໃນການກຳຈັດ ແລະ ມີຜົນຕໍ່ສິ່ງເວັດລ້ອມ ແຕ່ສາມາດນຳມາໃຊ້ໃຫ້ເກີດປະໂຫຍດຄື: ມາຜະລິດປຸ່ຍ ແລະ ປຸກົມີດໄດ້. ເຊິ່ງອິນຊີວັດຖຸເຫຼືອໃຊ້ບາງຊະນິດມີຄຸນສິມບັດ ແລະ ອົງປະກອບທີ່ທີ່ມີຄວາມເໝາະສີມຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງຟິດ ທັງໃນດ້ານປິດປ້ອຍຫາດອາຫານ (ສອນສີ ແລະ ຄະນະ, 2003) ອິນຊີວັດຖຸເຫຼືອໃຊ້ແຕ່ລະຊະນິດມີຄ່າການປິດປ້ອຍອະນິນຊື່ໃນໂຕເຈນ ແຕ່ກ່າວ່າງກັນ ເປັນຕົ້ນແມ່ນເສດເຫຼືອທາງການກະເສດຄື: ເບົ່າເຫັດ ເປັນກ່ອນເບົ່າປຸກເຫັດທີ່ປະກອບໄປດ້ວຍສານອາຫານລ້ຽງເຊື້ອເຫັດສູງ ເນື່ອງຈາກເບົ່າເຫັດປະກອບດ້ວຍແຫຼ່ງອາຫານຂອງເຫັດກຸ່ມຂອງ ຕາບອນ (carbon) ໄດ້ແກ່ນໍ້າຕາມຕ່າງໆເຊັ່ນ: glucose, xylose, arabinose ແລະ fructose ເຊິ່ງຈັດເປັນອາຫານປະເຜດຄາໂບໄຮ ເດັດທີ່ມີໂມເລກຸນຂະໜາດນ້ອຍ ແລະ ມີສານອາຫານປະເຜດຄາໂບໄຮເດັດທີ່ມີໂມເລກຸນຂະໜາດໃຫຍ່ເຊັ່ນ: cellulose ແລະ hemicellulose ຈຶ່ງຈຳເປັນຕ້ອງອາໄສຈຸລິນຊື່ທີ່ຊ່ວຍຍ່ອຍໃນການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງເຫັດ, ນອກນັ້ນຍັງມີແຫຼ່ງສານອາຫານປະເຜດໄນໂຕເຈນ (nitrogen) ແລະ ແທາດ (element) ນັ້ນສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າເບົ່າເຫັດປະກອບດ້ວຍສານອາຫານຫຼົງເຫຼືອຢູ່ເຝື່ອປຸກົມີດ ແລະ ນຳກັບມາໃຊ້ໃຫມ່ໄດ້.

ပိုင် ၃

## ទូប័រណ៍ និង វិធីការ

### 3.1 ទូប័ការណ៍

### 3.1.1 ແນວັດ ແລະ ວັດສະຄຸເພາະບູກຕົ້ນອ່ອນ

- ແນວັນຝຶກທີ່ໃຊ້ໃນການສຶກສາ ດ້ວຍເມັດັນຜັກບັອກໂຄລີ ສາຍັນ NEW 29-A
  - ວັດສະດຸແບະປຸກ ແມ່ນນຳໃຊ້ສິ່ງເສດຖື່ອຈາກການປຸກເຫັດ (ເປົ້າເຫັດນາງໄລມໜັງການເກັບເຫັດໝົດແລ້ວ)

### 3.1.2 ວັດສະຖຸອຸປະກອນ ແລະ ເຄື່ອງມື

- ឧបករណីផ្លោប្រាក ដើម្បី: ហាត និង ទ្វាខិនីស្ថិតិនុវត្តិម៉ោង
  - ផ្ទាល់សំណា
  - ឌីអី 4 តាំងម៉ោង
  - តីវិញ្ញាណុនបាយុម
  - តីវិញ្ញាបិត
  - Beaker
  - Cylinder
  - Volume flask
  - Rotary evaporator
  - Micro Pipet
  - Tube
  - Rack tube
  - ឃិប
  - ពួកិលិមខំ (Hot Air Oven)
  - តីវិញ្ញាគិត្យ: Multi Model Microplate Reader ឬថ្ម Synergy TM HT ផលិតជាគ USA និង Spectrophotometer
  - ឧបករណីប៉ានិភាគី: ប៉ូម, បិក, ក៉ូងតាមរូប, តុមដិវត័រ, បែបដិវត័រ ប៉ែនពុំ

### 3.1.3 ສາມແຮມີ

- Quercetin
  - Aluminum Nitrate
  - Potassium Nitrate
  - Methanol
  - Ethanol
  - DPPH (2,2-Diphenyl - 1 - picrylhydrazyl).
  - ນ້ຳກັ້ນບໍລິສຸດ

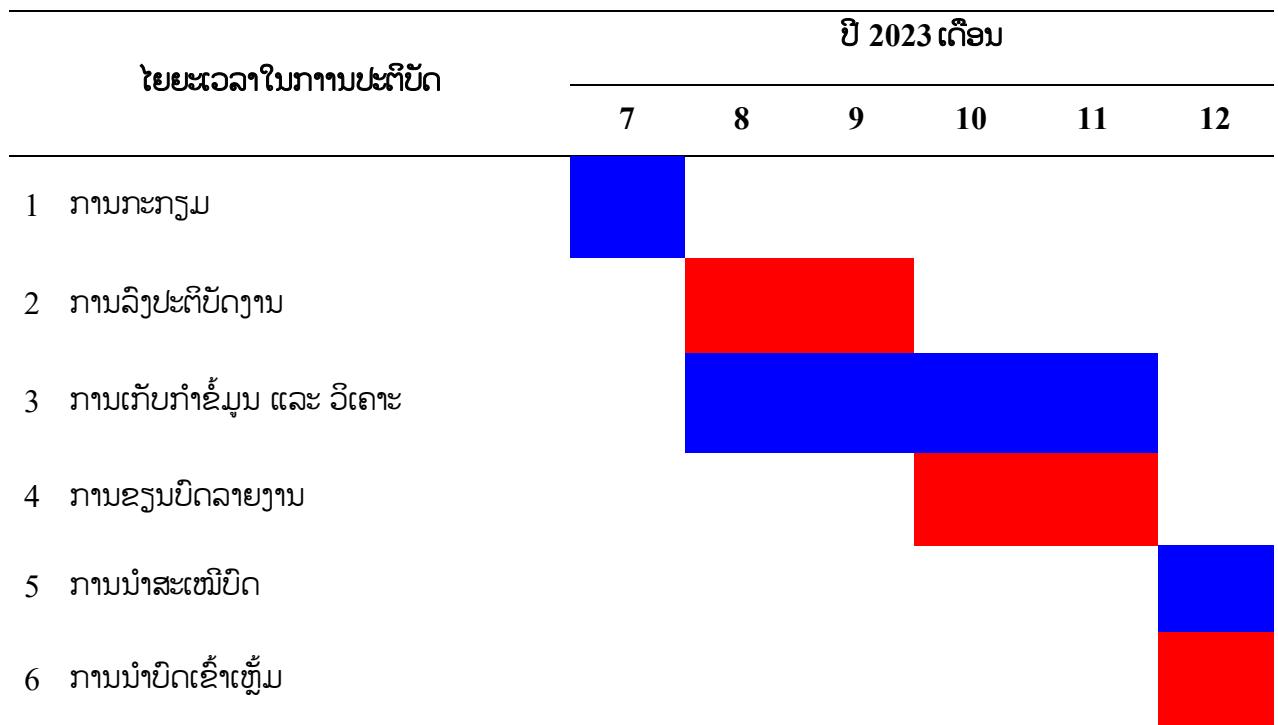
## 3.2 ວິທີການສຶກສາ

### 3.2.1 ສະຖານທີ່ທິດລອງ

ສະຖານທີ່ທິດລອງແມ່ນໄດ້ປະຕິບັດຢູ່ຝາມປຸກຝຶດຂອງສູນສາທິດ ແລະ ບໍລິການເຕັກນິກກະສິກາຮ່ວມມື ລາວ-ຈິນ ແລະ ວິເຄາະຂໍ້ມູນທີ່ຫ້ອງທິດລອງ ຄະນະກະເສດສາດ ແລະ ຂັບຜະຍາກອນປ້າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາໄລສູ່ ພານວົງ.

### 3.2.2 ໄລຍະວລາການສຶກສາ

ຕາຕະລາງທີ 3.1: ໄລຍະວລາໃນການສຶກສາ



### 3.2.3 ຂັ້ນຕອນການສຶກສາ

ການສຶກສາທິດລອງໃນຄັ້ງນີ້ແມ່ນໄດ້ວາງແຜນແບບສຸມສົມບຸນ (CRD) ເຊິ່ງປະກອບມີ 7 ສິ່ງທິດລອງ ແລະ ປະກອບມີ 3 ຊັ້ນ ເຊິ່ງການທິດລອງແມ່ນໄດ້ສົມທຽບດອກໄຟ 0; 50 ແລະ 100  $\mu\text{mol}$  ແລະ ນອກນັ້ນ ແມ່ນ ໄດ້ສົມທຽບ ສີ່ງ 3 ຊະນິດຄື: ສີແຕງ, ສີຟ້າ ແລະ ສີສິ້ນ, ເຊິ່ງໄດ້ກຳນົດຄື:

ການກຳນົດແສງໄຟຟ້າຈາກດອກ LED ເຊິ່ງກຳນົດຄື:

- A0 ແມ່ນໝາຍເຖິງບໍ່ໃຊ້ດອກໄຟ
- A50 ແມ່ນໝາຍເຖິງໃຊ້ດອກໄຟ 50  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- A100 ແມ່ນໝາຍເຖິງໃຊ້ດອກໄຟ 100  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

ການກຳນົດຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ ປະກອບດ້ວຍ:

- a1 ແມ່ນໝາຍເຖິງໃຊ້ແສງສີແຕງ
- a2 ແມ່ນໝາຍເຖິງໃຊ້ແສງສີຟ້າ
- a3 ແມ່ນໝາຍເຖິງໃຊ້ແສງສີສິ້ນ

## ເຊື່ອສິ່ງທິດລອງໃນການສຶກສາໃນຄັ້ງນີ້ ປະກອບມີ:

- A0
- A50a1
- A50a2
- A50a3
- A100a1
- A100a2
- A100a3

### 3.2.4 ການປະຕິບັດງານ

#### 3.2.4.1 ການກະຽມມັດຜັນເຝື່ອທິດສອບຄວາມງອກ

ການກະຽມມັດຜັນ: ໂດຍການນຳມັດຜັນມາແຊັ້ນນໍ້າເກືອ ເຝື່ອຄັດເອົາມັດທີ່ບໍ່ສົມບູນອອກ, ຫຼັງຈາກນັ້ນ ນຳມັດຜັນມາຕາກລົມປະມານ 30 ນາທີ ຈຶ່ງແບ່ງອອກເປັນ 7 ສ່ວນ, ແຕ່ລະສ່ວນມີນໍ້າໜັກ 6 ຊົ່ວໂມງ 1,200 ມັດ.

ການກະຽມພາຫາດເພະແກ່ງ: ນຳພາຫາດທີ່ມີຂະໜາດກວ້າງ 22 cm, ຍາວ 30 cm ແລະ ສູງ 10 cm, ນຳສິ່ງເສດຫຼືອຈາກເບົ້າເຫັດໂດຍຜ່ານການຂ້າເຊື້ອດ້ວຍການຕົ້ມເປັນເວລາ 3 ຊົ່ວໂມງແລ້ວມານັ້ນອກດ້ວຍນໍ້າເຢັນ 1 ຊົ່ວໂມງມາໃສ່ພາຫາດເພະແກ່ງໃຫ້ໜາ 2 cm ແລ້ວຂັ້ນເປັນ 3 ຊົ່ວໂມງ, ຫວ່ານມັດຜັນໃສ່ຂໍ້ລະ 400 ມັດ ຫຼັງຈາກນັ້ນ, ຈຶ່ງນຳສິ່ງເສດຫຼືອຈາກເບົ້າເຫັດທີ່ກະຽມໄວ້ຫວ່ານໃສ່ໃຫ້ມີຄວາມໝາ 0.5 cm.

ກະຽມແກ້ດໄຟມທີ່ມີຂະໜາດ ກວ້າງ 33 cm, ຍາວ 47 cm ແລະ ສູງ 15 cm ຈຳນວນ 7 ແກ້ດ, ນຳພາຫາດເພະແກ່ງທີ່ກະຽມໄວ້ລົງໃສ່ຫຼັງຈາກນັ້ນ, ຕິດຕັ້ງອອກໄຟໃສ່ແຕ່ລະແກ້ດໃຫ້ສູງຈາກໝາແກ້ດ 15 cm.

ການໃຫ້ນໍ້າ: ໂດຍການໃຊ້ປັກກີສິດນໍ້າໃສ່ພາຫາດເພະແກ່ງວັນລະ 2 ຄັ້ງ ໃຫ້ມີຄວາມຊັ້ນ 60-80% ແລະ ຄວບຄຸມອຸນະພຸມດ້ວຍການໃຊ້ຜ້າແພີກຄຸມໃຫ້ມີອຸນະພຸມ 24-28 ອົງສາ.

ການສຶກສາວິໄຈຄັ້ງນີ້ແມ່ນ ເປັນການທິດລອງໃຊ້ແສງ Light Emitting Diode (LED) ຕໍ່ການງອກຂອງມັດ, ການຈະລົນເຕີບໂຕ, ຜົນແຜລິດ ແລະ ການສະສົມສານທີ່ເປັນປະໂຫຍດຕໍ່ສຸຂະພາບ ຂອງຕົ້ນອອນບັອກໂຄລີ ໂດຍມີລາຍລະອຽດຂອງການທິດລອງ ດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້:

ນຳແກ່ນຜັກບັອກໂຄລີມາທິດສອບດ້ວຍວິທີ TP (Top of paper) ເພະມັດດ້ວຍການຈັດວາງມັດໃສ່ຫາດເພະແກ່ງຜັນ 6 ຊົ່ວໂມງ/ສິ່ງທິດລອງ, ເຮັດເປັນ 3 ຊົ່ວໂມງ/ສິ່ງທິດລອງ, ເຮັດເປັນ 3 ຊົ່ວໂມງ/ສິ່ງທິດລອງ.

ການທິດສອບຄວາມງອກ ແມ່ນຄັດແຍກເອົາ 50 ມັດ/ສິ່ງທິດລອງ ໂດຍການນັບຈຳນວນຕົ້ນທີ່ອກແຕ່ລະວັນຫຼັງຈາກວ່າມັດໄດ້ 1 ວັນຈິນຮອດ 7 ວັນ ແລະ ສຸມເອົາ 15 ເບຍ/ສິ່ງທິດລອງ ສໍາລັບການສຶກສາຄວາມງອກຂອງມັດຜັນນີ້ແມ່ນໄດ້ເກັບທຸກໆ ວັນຈິນຮອດມື້ທີ່ 7.

#### 3.2.4.2 ການສຶກສາການຈະລົນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນແຜລິດ

ສໍາລັບການສຶກສາການຈະລົນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນແຜລິດຂອງມັນແມ່ນໄດ້ປະຕິບັດຄື:

- ໄດ້ນຳເອົາມັດຜັນ 6 ຊົ່ວໂມງ/ສິ່ງທິດລອງ ມາວາງໃສ່ເບົ້າທີ່ເຮົາກະຽມໄວ້ ໂດຍໄດ້ປະຕິບັດຕາມສິ່ງທິດລອງທີ່ໄດ້ລະບຸໄວ້ຂ້າງເທິງ, ແຕ່ລະສິ່ງທິດລອງແມ່ນໄດ້ໃຊ້ໂຟມຂັ້ນ ເຊິ່ງການກະຽມພາສະນະທີ່ບຸກນັ້ນແມ່ນໄດ້ໃຊ້ສິ່ງເສດຫຼືອຈາກເບົ້າເຫັດທີ່ກະຽມໄວ້ຫວ່ານໃສ່ໃຫ້ມີຄວາມໝາ 0.5 cm ຫຼັງຈາກນັ້ນແມ່ນໄດ້ເອົາມັດຜັນໄປຫວ່ານໃຫ້ທົ່ວພາສະນະທີ່ເຮົາກະຽມໄວ້ນັ້ນ, ຮັກສາຫາກທີ່ເພະແລ້ວວາງໄວ້ໃນສະພາບແວດລ້ອມທີ່ມີອຸນຫະພຸມ 24-28 ອົງສາ ແລະ ມີຄວາມຊຸ່ມ 60-80 ເປົ້າເຊັ້ນ ເຊິ່ງການສຶກສານີ້ແມ່ນໄດ້ເກັບກຳຂໍ້ມູນຢ່າງເປົ້າເຊັ້ນ 2 ຊົ່ວໂມງ/ສິ່ງທິດລອງ ທີ່ 7 ວັນ ແລະ 14 ວັນ. ເຊິ່ງການເປີດແສງ ຫຼື ດອກໄຟແມ່ນໃຊ້ເວລາ 9 ຊົ່ວໂມງຕໍ່ມື້.

### ຕາຕະລາງທີ 3.2: ບັດໄຈຂອງແສງທີ່ມີຜົນຕໍ່ການງອກຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ

ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງ ( $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ )	ຊະນິກຂອງແສງ LED	ຄວາມຍາວຄື່ນແສງ (nm)
50	ສີສົມ	589-627
	ສີແດງ	627-770
	ສີຝ່າ	436-495
100	ສີສົມ	589-627
	ສີແດງ	627-770
	ສີຝ່າ	436-495

### 3.2.5 ການບັນທຶກຂໍ້ມູນ

ດັ່ງທີ່ກ່າວມາຂ້າງເທິງແລ້ວວ່າ: ການເກັບກຳຂໍ້ມູນແມ່ນໄດ້ຮັດຢູ່ 2 ໄລຍະຄື:

ໄລຍະທີ 1: ແມ່ນສຶກສາຄວາມງອກ ເຊິ່ງໄດ້ບັນທຶກຂໍ້ມູນຄວາມງອກໃນມື້ທີ 1 ຈົນຮອດມື້ທີ 14.

ໄລຍະທີ 2: ແມ່ນໄດ້ສຶກສາການຈະເລີນເຕີບໂຕແມ່ນໄດ້ເກັບກຳຢູ່ 2 ຊ່ວງຄື: ໄລຍະ 1-7 ວັນ ແລະ 1-14 ວັນ ເຊິ່ງໄລຍະນີແມ່ນໄດ້ເກັບກຳຄວາມສູງຂອງຕົ້ນອ່ອນ, ຄວາມຍາວຂອງຮາກ, ຄວາມກວ້າງຂອງໃບ ແລະ ຜິນ ຜະລິດ (ນ້ຳໜັກສິດ) ເຊິ່ງການສຸມເອົາຕົວຢ່າງແມ່ນກຳນົດເອົາ 15 ຕົ້ນ.

### 3.2.6 ການຄິດໄລຂໍ້ມູນ

ການຄິດໄລຄວາມງອກແມ່ນໄດ້ໄດ້ບັນທຶກທຸກໆ ຈົນຮອດມື້ສຸດທ້າຍ ແລະ ນອກນັ້ນ ຍັງໄດ້ຄິດໄລດັດຊະນີຄວາມງອກຂອງຕົ້ນອ່ອນ ເຊິ່ງໃຊ້ສຸດຄິດໄລຄື:

ເປີເຊີຄວາມງອກ = ຈຳນວນເມັດທີ່ອກ  $\times 100 / \text{ຈຳນວນເມັດຜັນທັງໝົດທີ່ເອົາລົງກໍາ}$

ການຄິດໄລດັດຊະນີຄວາມງອກ = ເປີເຊີຄວາມງອກ / ຈຳນວນວັນທີສຶກສາຄວາມງອກ ຫຼື ໃຊ້ວິທີຂອງ Blackman (1919)

ການຄິດໄລການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜິນຜະລິດນ້ຳໜັກສິດ ເຊິ່ງໃຊ້ສຸດຄິດໄລຄື:

ຄວາມສູງຂອງລໍາຕົ້ນ (cm) = ຜິນບວກຈຳນວນຕົ້ນທີ່ວັດແທກລວງສູງ / ຈຳນວນຕົ້ນທີ່ວັດແທກ

ຄວາມຍາວຂອງຮາກ (cm) = ຜິນບວກຈຳນວນຕົ້ນທີ່ວັດແທກຄວາມຍາວຂອງຮາກ / ຈຳນວນຕົ້ນທີ່ວັດແທກ

ຄວາມກວ້າງຂອງໃບ (cm) = ຜິນບວກຈຳນວນຕົ້ນທີ່ວັດແທກຄວາມກວ້າງຂອງໃບ / ຈຳນວນຕົ້ນທີ່ວັດແທກ

ຜິນຜະລິດນ້ຳໜັກສິດ (mg/ຕົ້ນ) = ນ້ຳໜັກສິດທັງໝົດ / ຈຳນວນຕົ້ນອ່ອນ

### 3.2.7 ການວິເຄາະອີງປະກອບທາງຄົມີຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ

#### 3.2.7.1 ສຶກສາປຽບທຽບປະສິດທິພາບຂອງແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງຂອງຫຼອດ LED

ສຶກສາປຽບທຽບປະສິດທິພາບຂອງແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມແສງຂອງຫຼອດ LED ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕໍ່ອີງປະກອບທາງຄົມີຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ.

## 1) ການສະກັດ

ຕົວຢ່າງຕື່ນອ່ອນບູອກໂຄລີອິບໃຫ້ແຫ້ງທີ່ອຸນຫະພູມ 50 ອີງສາເຊ ເປັນໄລຍະເວລາ 48 ຊົ່ວໂມງ ດ້ວຍຕູ້ອິບຄວາມຊຸ່ມ (Hot Air Oven) ແລະ ນຳໄປບິດລະອຽດໃສຖິງພູາສະຖິກປ້ອງກັນຄວາມຊຸ່ມ, ຊັ່ງເອົາ 5 g ຕື່ມທາດພາລະລາຍ 80% ເອຫາໂນລ 100 ml ບັນຈຸໃນຂວດແກ້ວໄປຕັ້ງເທິງຫມໍ່ຄວາມຮອນ (Hot plat stirrer) ເປັນເວລາ 1 ຊົ່ວໂມງ ທີ່ອຸນຫະພູມຫ້ອງນຳມາເປັນໃນເຄື່ອງ centrifuge ດ້ວຍຄວາມໄວຂອງການປິ່ນແມ່ນ 2000 rpm ໃຊ້ເວລາ 15 min ນຳມາກອງເອົາຂອງແຫຼວດ້ວຍເຈີຍກອງເປີ 4 ແລະ ແຍກສ່ວນກາກຖຶນ, ນຳເອົາສານລະລາຍທີ່ໄດ້ໄປຮັດໃຫ້ແຫ້ງດ້ວຍເຄື່ອງລະເຫີຍອາຍ (Rotary evaporator) ຈະໄດ້ສານສະກັດຫາຍາບແຫ້ງ (Crude extract) ນຳສານສະກັດທີ່ເຫຼືອຈາກຂັ້ນຕອນການລະເຫີຍໄປຊັ້ງ ແລ້ວລືບນໍ້າຫັກຂວດ, ໃຊ້ 80% ເອຫາໂນລ 20 ml ໄປລະລາຍສານສະກັດ, ໄດ້ມາເປັນສານສະກັດ ເກັບຕົວຢ່າງທີ່ຈະໃຊ້ທິດສອບໄວ້ໃນຕູ້ເຢັນທີ່ອຸນຫະພູມ 4°C.

## 2) ການທິດສອບ ການວິເຄາະອງປະກອບ ຝຣາໂວນອຍ (Total Flavonoid Content)

ການການຊອກຫາປະລິມານສານຝຣາໂວນອຍ (Flavonoid Content) ແມ່ນໃຊ້ຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນ 100 ເທົ່າ ໂດຍໄດ້ ປະຕິບັດຕາມວິທີການຂອງ Timnoy *et al.* (2014) ເຊິ່ງປະຕິບັດຄື ໃສ ຕົວຢ່າງຂອງສານສະກັດໃນປະລິມານ 0.5 mL, ໃສ 10% Aluminium nitrate ໃນປະລິມານ 0.1 mL, ໃສ 1 M ຂອງ Potassium acetate ໃນປະລິມານ 0.1 mL, ເຕີມຕົວທຳລະລາຍ (ທີ່ຄືກັນກັບຕົວທຳລະລາຍທີ່ໃຊ້ໃນການສະກັດ) ປະລິມານ 3.3 mL ເພື່ອໃຫ້ມີປະລິມານ 4 mL ຂອງສານປະກອບໃນຫຼູອດທິດລອງ, ຫຼັງຈາກນັ້ນ ນຳໄປເປັນ ໃຫ້ສານປະສົມເຂົ້າກັນດີ ໃນ Vortex ແລະ ບຶ່ມໃນອຸນນະພູມ ເປັນເວລາ 40 min ຈາກນັ້ນ ຫຼັງຈາກນັ້ນວັດການດູດກິນແສງທີ່ລະດັບຄື່ນແສງ 415nm. ສານມາດຕະຖານ Quercetin ໄດ້ຖືກນຳໃຊ້ເປັນມາດຕະຖານ ແລະ ລາຍງານເປັນ quercetin equivalent (QE) mg/g.

## 3) ການທິດສອບ ສານຝີໂໂນລິກລວມ (Total polyphenol Content)

ການຊອກຫາປະລິມານ polyphenol Content (TP) ແມ່ນໃຊ້ຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນ 100 ເທົ່າ ໂດຍວິທີການວິເຄາະແບບ Folin-Ciocalteu ຕາມວິທີການຂອງ Eom *et al.* (2008). ສານສະກັດຈາກຕົວຢ່າງ 200 μL ຖືກດູດໃສຫຼູອດທິດສອບທີ່ບັນຈຸ 200 μL ຂອງສານໂຟລິກ (folic reagent 2 M) ຫຼັງຈາກນັ້ນເຕີມນໍ້າກັນ 1.8 mL ຕັ້ງຜັກໄວ້ 3 ນາທີສໍາລັບປະຕິກິລິຍາ ຫຼັງຈາກນັ້ນສັ້ນດ້ວຍເຄື່ອງປະສົມສານ (vortex), ຢອດ 400 μL ຂອງສານ sodium carbonate 10% w/v ແລະ ປະສົມເຂົ້າໄປໃນຫຼູອດທິດລອງ, ບັບບໍລິມາດຫັງໜິດໃຫ້ໄດ້ 4 mL ໂດຍນໍ້າກັນ ຫຼູອດປະຕິກິລິຍາຫັງທີ່ມີຖືກບຶ່ມໃນອຸນຫະພູມຫ້ອງ 1 ຊົ່ວໂມງ ແລະ ວັດການແທກການດູດກິນແສງທີ່ລະດັບ 750 nm, ດ້ວຍເຄື່ອງ Synergy HT, BioTek, ໂດຍປຽບທຽບສານມາດຕະຖານ Gallic acid 10-50 mg/g (gallic acid equivalents GAE).

## 4) ການທິດສອບສານ (Total tannin content)

ການຊອກຫາປະລິມານ Tannin content ແມ່ນໃຊ້ຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນ 100 ເທົ່າ ໄດ້ຖືກວິເຄາະໂດຍວິທີ Folin-Denis ດັດແບງຕາມວິທີຂອງ Padma *et al.* (2013) ໂດຍຫຍໍ້, 250 μL ຂອງສານສະກັດຕົວຢ່າງໄດ້ຖືກເຕີມລົງໄປໃນຫຼູອດປະຕິກິລິຍາ ແລ້ວເຕີມນໍ້າກັນປະລິມານ 1625 μL, ເຕີມສານ Folin reagent (2 M) ປະລິມານ 125 μL, ເຕີມສານລະລາຍໂຊມດຽມຄາໂບເນດ 250 μL (sodium carbonate %10 w/v) ຫຼັງຈາກນັ້ນເຕີມນໍ້າກັນປະລິມານ 250 μL ແລະ ນຳໄປວັດຄ່າການດູດກິນແສງ 750 nm ໂດຍປຽບທຽບການສານມາດຕະຖານ Tannic acid 50-10 mg/g (Tannic acid equivalents TAE).

#### 5) งานทีดส่องประสีดทึ่พາບໃນການຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫະ ດ້ວຍວິທີ DPPH Scavenging Activity

งานวัดประสิทธิภาพต้านอนุมูลอิสระได้ทึกอิ่มตามวิธี scavenging activity แม่น ใช้ความเข้มข้น 50 เท่า ของประทิกวิถีทางสารมาดตาม 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) ตามวิธีของ Braca *et al.* (2003) และ ตัดเป็นลักษณะอย่างตามความเหมาะสม, งานสะภัດแม่นใช้ Methanol 80% จำนวน 50 mL ตามด้วยการเติมสาร DPPH ความเข้มข้น 0.15 mM จำนวน 0.03 g และนำไปในชุดปฏิจิราบ (Hot plate stirrer) เป็นเวลา 1 h ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาถูกใส่ตัวอย่างที่เจือจางใส่ตัวอย่างที่เจือจางใน 5 ละอับ (10, 20, 50, 100 และ 500 เท่า) สั่นสะสีมเข้ากัน และปั่นที่ในอุณหภูมิห้องในบ่อนมีดเป็นเวลา 30 นาที, นำมารวบรวมถูกกันและถูกตื้นๆ 490 nm ด้วยเครื่อง Synergy HT, BioTek, งานติดไฟล์ต้านอนุมูลอิสระในรูปแบบเบี้ยนยับยิ่งของสารสะภัດตามสัดส่วนต่อไปนี้:

Inhibition (%):  $(1 - B/A) * 100$

โดยที่ A แม่บ้านดูแลรักษา DPPH โดยบ์ได้ประสิมงานสะกด และ B แม่บ้านดูแลรักษา DPPH.

ប្រើបានម៉ាកិតាល់ IC<sub>50</sub> ដើម្បីការណែនាំខ្សោយបុរាណ (Inhibition %) មាស៉ាង Standard curve រួមរាបលក្ខណៈការងើរជាមុន។

- 1) ได้สมมติ y=ax+b จาก Standard curve มาเรียบก่อเป็น
  - 2)  $IC\ 50 = (50 - b)/a$
  - 3)  $IC\ 50\ mg/g = IC\ 50 \times 1000$

#### ๖) ภาระผู้ดูแลบ้านเรือนทั่วชนิด

ຊັ້ງຕົ້ນອ່ອນບູກໂຄລີອົບແຫ່ງທີ່ບິດລະອຽດຕົວຢ່າງມາ 5 ກຣມ ໃສ່ໃນ crucible ເຜົາໄດ່ຍໃຊ້ອຸນຫະພູມຕໍ່ໄດ່ຍໃຊ້ເຕີ້ໄຟຟ້າຈົນຄວັນຂອງຕົວຢ່າງລະເຫີຍເປັນສີຂາວ ນຳໄປເຜົາຕໍ່ໃນເຕີ້ເຜົາທີ່ 525 ອົງສາເຊລ ແລ້ວ ຈົນເຕີ້ມີສີເທິ່ງຈຶ່ງຊັ້ງຫານ້າໜັກຂອງ ຄຳນວນຫາເປີເຊັນເຖົ່າໃນຕົວຢ່າງຈະມີເຖົ່າບໍ່ເກີນ 7% ແລ້ວ ສ່ວນປະກອບທີ່ສໍາຄັນຂອງເຖົ່າແມ່ນໄປແຕສເຊມສູງສຸດ 27 - 36 % ໃນຮູບຂອງ  $K_2O$  ແລ້ວ ປິດສະົົງລັດສູງສຸດ 14 - 18 % ໃນຮູບ  $P_2O_5$  ເຊິ່ງເປັນປະລິມານແຮທາດທີ່ມີໃນຕົ້ນອ່ອນບູກໂຄລີ (AOAC, 1990).

### 3.2.8 ការគិតផ្ទោមភាពសង្គម

งานวิเคราะห์มุ่งที่ได้จากงานที่ทดลองแม่นนำใช้โปรแกรมวิเคราะห์โดยใช้ Minitab Program (version 2000) ผู้เชี่ยวชาญ: สี่ทีเดลอน และ ค่าความผิดปกติทางที่ลับดับความเชื่อมั่น 95%

## ບົດທີ 4

### ຜົນໄດ້ຮັບ

#### 4.1 ຄວາມງອກ ແລະ ດັດຊະນິຄວາມງອກ

ຈາກຕາຕະລາງທີ 4.1 ເຫັນວ່າ: ອັດຕາການງອກ ແລະ ດັດຊະນິການງອກຂອງເມັດນູອກໂຄລີທີ່ສູງກວ່າໜຸ້ມໍ່ແມ່ນການໃຊ້ດອກໄຟຂະໜາດທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ ແລະ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ ແລະ ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ຮອງລົງມາແມ່ນການໃຊ້ ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ກັບ ແສງສີສັ່ນ ແລະ ແສງທຳມະຊາດ ແລະ ຕໍ່ກວ່າໜຸ້ມໍ່ແມ່ນ A100 ທີ່ໃຊ້ແສງສີຟັ້ງ.

ຕາຕະລາງທີ 4.1 ຄວາມງອກ ແລະ ດັດຊະນິຄວາມງອກ

ລາຍການ	ສິ່ງທີ່ດັລອງ							SEM	P
	A0	A50a1	A50a2	A50a3	A100a1	A100a2	A100a3		
ຄວາມງອກ, %	98.67 <sup>b</sup>	100 <sup>a</sup>	98 <sup>bc</sup>	98.67 <sup>b</sup>	100 <sup>a</sup>	96.67 <sup>c</sup>	100 <sup>a</sup>	0.436	0.001
ດັດຊະນິການງອກ	7.14 <sup>a</sup>	7.14 <sup>a</sup>	7.00 <sup>b</sup>	7.00 <sup>b</sup>	7.14 <sup>a</sup>	6.91 <sup>c</sup>	7.14 <sup>a</sup>	0.018	<0.001

#### 4.2 ລວງສູງຂອງລຳຕົ້ນ, ຄວາມຍາວຂອງຮາກ, ຄວາມກວ້າງຂອງໃບ ແລະ ຜົນຜະລິດສິດ

ສໍາລັບລວງສູງຂອງລຳຕົ້ນອ່ອນ ແລະ ຄວາມຍາວຂອງຮາກ ໃນຊ່ວງໄລຍະ 7 ວັນທຳອິດແມ່ນເຫັນວ່າ: ການໃຊ້ ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບແສງສີສັ່ນ, ຮອງລົງມາແມ່ນການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ ແລະ ບໍ່ໃຊ້ແສງຫຍ່ງ ແລະ ຕໍ່ກວ່າໜຸ້ມໍ່ແມ່ນການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບ ແສງສີແດງ ແລະ ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ), ແຕ່ສໍາລັບຄວາມກວ້າງຂອງໃບແມ່ນບໍ່ມີ ຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ( $P>0.05$ ) (ຕາຕະລາງທີ 4.2).

ຕາຕະລາງທີ 4.2 ລວງສູງຂອງລຳຕົ້ນ, ຄວາມຍາວຂອງຮາກ ແລະ ຄວາມກວ້າງຂອງໃບ, cm (7 ວັນ)

ລາຍການ	ສິ່ງທີ່ດັລອງ							SEM	P
	A0	A50a1	A50a2	A50a3	A100a1	A100a2	A100a3		
ຄວາມສູງລຳຕົ້ນ	8.1 <sup>b</sup>	7.1 <sup>c</sup>	6.84 <sup>e</sup>	8.5 <sup>a</sup>	8.1 <sup>b</sup>	7.067 <sup>cd</sup>	8.703	0.046	<0.001
ຄວາມຍາວຂອງຮາກ	2.35 <sup>bc</sup>	2.54 <sup>c</sup>	2.33 <sup>cd</sup>	3.07 <sup>a</sup>	2.70 <sup>b</sup>	1.83 <sup>e</sup>	3.61	0.020	<0.001
ຄວາມກວ້າງຂອງໃບ	1	1	1	1	1	1	1	0	1

ຕໍ່ສໍາລັບລວງສູງຂອງລຳຕົ້ນອ່ອນ ຄວາມຍາວຂອງຮາກ ແລະ ຄວາມກວ້າງຂອງໃບຂອງລຳຕົ້ນອ່ອນນູອກໂຄລີ ເມື່ອມາສືມ ທຽບແສງໃນລະດັບ 0; 50 ແລະ 100 ແມ່ນບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ( $P>0.05$ )

ສໍາລັບລວງສູງຂອງລຳຕົ້ນອ່ອນ ແລະ ຄວາມຍາວຂອງຮາກ ໃນຊ່ວງໄລຍະ 14 ວັນ ແມ່ນເຫັນວ່າ: ດອກໄຟທີ່ ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບແສງສີສັ່ນສູງຫຼາຍກວ່າໜຸ້ມໍ່, ຮອງລົງມາແມ່ນແສງທຳມະຊາດ, ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A100 ແລະ ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ທີ່ໃຊ້ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ ແລະ ຕໍ່ກວ່າໜຸ້ມໍ່ແມ່ນດອກໄຟທີ່ມີ ແສງຂະໜາດ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີຟັ້ງ ແລະ ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ ແລະ ມີ ຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິ ( $P<0.05$ ) ແລະ ສໍາລັບຄວາມກວ້າງຂອງໃບແມ່ນບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ

( $P>0.05$ ) ແຕ່ສໍາລັບນໍ້າໜັກສີດຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີທີ່ສູງກວ່າໜູ້ແມ່ນ: ການນຳໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີແຕງ ແລະ ສີຟ້າ, ອອງລົງມາແປ່ນແສງສີສິນ ແລະ ເຖິງກວ່າໜູ້ແປ່ນແສງທຳມະຊາດ ແລະ ການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີຂະໜາດແສງ A50 ຮ່ວມກັບແຕ່ລະສີ (ຕາຕະລາງທີ 4.3).

**ຕາຕະລາງທີ 4.3:** ລາງສູງຂອງລໍາຕົ້ນ, ຄວາມຍາວຂອງຮາກ, ຄວາມກວ້າງຂອງໃບ (cm) ແລະ ຜົນຜະລິດສີດ (14 ວັນ)

ລາຍການ	ສິ່ງທີ່ດອລອງ							SEM	<i>P</i>
	A0	A50a1	A50a2	A50a3	A100a1	A100a2	A100a3		
ຄວາມສູງລໍາຕົ້ນ	11.17 <sup>ab</sup>	10.42 <sup>c</sup>	8.17 <sup>f</sup>	11.25 <sup>a</sup>	10.55 <sup>cd</sup>	9.91 <sup>c</sup>	10.64 <sup>c</sup>	0.120	<0.001
ຄວາມຍາວຂອງຮາກ	3.08 <sup>b</sup>	2.67 <sup>c</sup>	3.05 <sup>bc</sup>	3.65 <sup>a</sup>	2.83 <sup>d</sup>	3.05 <sup>bc</sup>	2.54 <sup>ef</sup>	0.028	<0.001
ຄວາມກ້ວາງຂອງໃບ	1	1	1	1	1	1	1	-	1
ຜົນຜະລິດລວມ, g	75.67 <sup>f</sup>	78 <sup>e</sup>	78.33 <sup>de</sup>	80 <sup>d</sup>	92.67 <sup>a</sup>	90.33 <sup>b</sup>	86 <sup>c</sup>	0.667	<0.001
ຜົນຜະລິດ/ຕົ້ນ, mg	63.05 <sup>f</sup>	65 <sup>e</sup>	65.28 <sup>de</sup>	66.67 <sup>d</sup>	77.22 <sup>a</sup>	75.28 <sup>b</sup>	71.67 <sup>c</sup>	0.556	<0.001

#### 4.3 ອົງປະກອບຫາງເຄີຍຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ

ຈາກຕາຕະລາງທີ 4.4 ເຫັນວ່າ: ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ: ສານຕ້ານອານຸມຸນອິດສະຫຼະທີ່ບັນຈຸຢູ່ນໍາຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີແປ່ນບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ( $P>0.05$ )

**ຕາຕະລາງທີ 4.4:** ປະລິມານສານຕ້ານອະນຸມຸນອິດສະຫຼະທີ່ບັນຈຸຢູ່ນໍາຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ

ລາຍການ	Total polyphenol (mg GAE/g D.W) <sup>ns</sup>	Total tannin (mg TAE/g D.W)	Flavonoid (mg QE/g D.W)	DPPH (IC50 mg/ml)	Ash %
A0	10.48±0.30	9.07±0.02	8.97a±0.16	1.86c±0.32	14.99
A50a1	10.97±0.54	6.27c±0.14	2.56c±0	1.91c±0.23	18.61
A50a2	11.70±1.39	8.08b±0.04	4.64b±0.1	2.03c±0.25	11.24
A50a3	10.48±0.18	6.22c±0.09	4.62b±0.18	1.85c±0.12	21.27
A100a1	8.73±0.24	5.49d±0	4.32b±0.12	0.75a±0.42	25.17
A100a2	9.33±0.36	6.18c±0.39	2.06d±0.01	1.39b±0.22	20.99
A100a3	9.70±0.72	6.45c±0.07	2.36cd±0	1.55c±0.00	24.61
<i>P</i>	0.2994	0.0003	0.000	0.0074	0.14

## ບົດທີ 5

### ວິຈານຜົນໄດ້ຮັບ

ຈາການສຶກສາກ່ຽວກັບປະສິດທິພາບຂອງແສງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂອງແສງທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕໍ່ອັດຕາຂອງການງອກ, ດັດຊະນີຄວາມງອກ, ການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນຜະລິດ ຂອງບູອກໂຄລີ ທີ່ໄດ້ສຶກສາຢູ່ ຝາມປຸກຜິດຂອງສູນສາທິດ ແລະ ບໍລິການເຕັກນິກກະສິກາກ່ວ່ມມືລາວ-ຈິນ ແຂວງອຸດົມໄຊ ສາມາດເວົ້າໄດ້ວ່າ:

ສະຖານທີ່ແມ່ນເຫັນວ່າມີຄວາມເໝາະສົມ ເຊິ່ງສະແດງໃຫ້ເຫັນມີຄວາມສະດວກ ແລະ ນອກຈາກນັ້ນ ອຸປະກອນທີ່ໃຊ້ໃນການສຶກສາກ່່ຫາໄດ້ສະດວກ.

ສໍາລັບຊ່ວງໄລຍະເວລາໃນການສຶກສາກ່່ເຫັນວ່າມີຄວາມເໝາະສົມ ແລະ ນອກນັ້ນ ເມັດຝັນບູອກໂຄລີ ທີ່ນຳມາສຶກສາໃນຄັ້ງນີ້ເຫັນວ່າ ມີຄວາມບໍລິສຸດສູງ ເຊິ່ງເຫັນໄດ້ວ່າອັດຕາຄວາມງອກ ແລະ ດັດຊະນີຄວາມງອກກໍ່ສູງ ແລະ ນອກຈາກນັ້ນ ບໍ່ວ່າຈະເປັນຄວາມສູງຂອງຕົ້ນອ່ອນ, ຄວາມຍາວຂອງຮາກ, ຈຳນວນໃບ ແລະ ຜົນຜະລິດຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ ແມ່ນສອດຄ່ອງກັບການສຶກສາຂອງ ສູນທອນ (1996); ວະສັນ (2001); ສົມບູນ (2005) ເຊິ່ງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ: ອັດຕາຄວາມງອກແມ່ນສູງ ລວມທັງດັດຊະນີຄວາມງອກກໍ່ສູງເຊັ່ນດຽວກັນຕື່: 98-100% ແລະ ນອກນັ້ນ ຖ້າຫຽບຜົນໄດ້ຮັບອື່ນໆ ບໍ່ວ່າຈະເປັນ ຄວາມສູງຂອງຕົ້ນ, ຄວາມຍາວຂອງຮາກ, ຈຳນວນໃບ ແລະ ຜົນຜະລິດ ແມ່ນສອດຄ່ອງກັບການສຶກສາຂອງ ຂ່າວປະຈຳວັນ (2023); Ambrosone *et al.* (2004); Brückner *et al.* (2005); Fahey *et al.* (1997); Kumari *et al.* (2020); Moreno *et al.* (2006); Viliam and Alana (2007).

ສໍາລັບອົງປະກອບທາງເຄີມທີ່ບັນຈຸຢູ່ຕົ້ນອ່ອນຂອງບູອກໂຄລີ ທີ່ສຶກສາໃນຄັ້ງນີ້ເຫັນວ່າ: ສານ Polyphenol ມີຄ່າສູງກວ່າຫຼຸ່ມ, ຮອງລົງມາແມ່ນ Tannin, Flavonoi ແລະ DPPH ຕາມລຳດັບ ແລະ ສອດຄ່ອງກັບການສຶກສາຂອງ Damon *et al.* (2025); Fahey *et al.* (1997); Kumari *et al.* (2020); Moreno *et al.* (2006); Sesso *et al.* (2003) ບໍ່ວ່າຈະເປັນ DPPH, Polyphenol, Tannin ແລະ Flavonoi %.

ນອກນັ້ນ, ສາມາດເວົ້າໄດ້ວ່າ: ຕົ້ນອ່ອນຂອງບູອກໂຄລີ ສາມາດບໍລິໂພກ ແລະ ຈຳໜ່າຍໄດ້ເລີ່ມແຕ່ ອາຍຸ 7-14 ວັນ ຫຼື ຖ້າຫຼາຍກວ່ານັ້ນຈະຮັດໃຫ້ມັນເກີດມີໃບແທ້ ແລະ ບໍ່ມີຄວາມໜ້າກິນ ແລະ ຈະຮັດໃຫ້ຕົ້ນມັນລົ້ມແຕ່ເຫັ້ນນີ້ກໍ່ຂຶ້ນກັບຄວາມຕ້ອງການຂອງແຕ່ລະຄົມ ແຕ່ທີ່ສຳຄັນ ຄວນບໍລິໂພກໃນຊ່ວງອາຍຸ 7-14 ວັນ ເຊິ່ງຈະໄດ້ຜົນຜະລິດທີ່ໜ້າກິນ ແລະ ອົງປະກອບທາງເຄີມກໍ່ມີຄວາມເໝາະສົມ.

## ບົດທີ 6

### ສະຫຼຸບຜົນໄດ້ຮັບ

ຈາກການສຶກສາກ່ຽວກັບອີງປະກອບທາງເຄມີ, ອັດຕາຄວາມງອກ ແລະ ການຈະເລີນເຕີບໂຕ ລວມທັງຜົນ ຜະລິດຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ ທີ່ໄດ້ມີການສົມທຽບດອກໄຟທີ່ມີຂະໜາດແສງ 0; A50 ແລະ A100 ໂດຍສົມທຽບຄວາມຍາວຕົ້ນແສງທີ່ແຕກຕ່າງກັນຄື: ສີແດງ, ສີຝາ ແລະ ສີສົ່ມ ເຊິ່ງສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ຄື:

- ອີງປະກອບທາງເຄມີທີ່ບັນຈຸຢູ່ຕົ້ນອ່ອນຂອງບູອກໂຄລີ ທີ່ສຶກສາໃນຄົ້ນນີ້ເຫັນວ່າ: ສານ Polyphenol ມີຄ່າສູງກວ່າໜຸ່ງ, ຮອງລົງມາແມ່ນ Tannin, Flavonoi ແລະ DPPH ຕາມລຳດັບ, ແຕ່ເຖິ່ງລວມແມ່ນບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ແລະ ສາມາດເວົ້າໄດ້ວ່າ ຄວາມເຂັ້ມຂົງແສງແມ່ນມີຜົນຕໍ່ອີງປະກອບທາງເຄມີຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີ.

ອັດຕາການງອກ ແລະ ດັດຊະນີຄວາມງອກຂອງເມັດບູອກໂຄລີທີ່ສູງກວ່າໜຸ່ງແມ່ນການໃຊ້ດອກໄຟຂະໜາດທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ກັບແສງສີແດງ ແລະ A100 ກັບແສງສີຝາ ( $P<0.05$ ), ຮອງລົງມາແມ່ນການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ກັບແສງສີສົ່ມ, ແສງທຳມະຊາດ ແລະ ຕໍ່ກວ່າໜຸ່ງແມ່ນ A100 ທີ່ໃຊ້ຮ່ວມກັບແສງສີຝາ.

ສໍາລັບລວງສູງຂອງຕົ້ນອ່ອນ ແລະ ຄວາມຍາວຂອງຮາກ ໃນຊ່ວງໄລຍະ 7 ວັນທຳອິດແມ່ນເຫັນວ່າ: ການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບແສງສີສົ່ມ, ຮອງລົງມາແມ່ນການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ ແລະ ບໍ່ໃຊ້ແສງຫຍັງ ແລະ ຕໍ່ກວ່າໜຸ່ງແມ່ນການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບແສງສີຝາ ( $P<0.05$ ), ແຕ່ສໍາລັບຄວາມກວ່າງຂອງໃບແມ່ນບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ( $P>0.05$ ).

- ສໍາລັບລວງສູງຂອງຕົ້ນອ່ອນ ແລະ ຄວາມຍາວຂອງຮາກ ໃນຊ່ວງໄລຍະ 14 ວັນ ແມ່ນເຫັນວ່າ: ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບແສງສີສົ່ມສູງຫຼາຍກວ່າໜຸ່ງ, ຮອງລົງມາແມ່ນແສງທຳມະຊາດ, ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A100 ແລະ ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ທີ່ໃຊ້ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ ແລະ ຕໍ່ກວ່າໜຸ່ງແມ່ນດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີຝາ ແລະ ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A50 ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ ( $P<0.05$ ), ແລະ ສໍາລັບຄວາມກວ່າງຂອງໃບແມ່ນບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນ ( $P>0.05$ ), ແຕ່ສໍາລັບນໍ້າໜັກສິດຂອງຕົ້ນອ່ອນບູອກໂຄລີເຫັນວ່າ: ການນຳໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີແສງຂະໜາດ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ ແລະ ສີຝາ, ຮອງລົງມາແມ່ນແສງສີສົ່ມ ແລະ ຕໍ່ກວ່າໜຸ່ງແມ່ນແສງທຳມະຊາດ ແລະ ການໃຊ້ດອກໄຟທີ່ມີຂະໜາດແສງ A50.

ສະນັ້ນ, ສາມາດເວົ້າໄດ້ວ່າ: ການໃຊ້ແສງໄຟທີ່ມີຂະໜາດແສງ A100 ຮ່ວມກັບແສງສີແດງ, ສີຝາ ແລະ ສີສົ່ມ ຈຶ່ງເປັນທາງເລືອກຫົ່ງໃນການເພະເມັດບູອກໂຄລີ ກໍ່ຄືການໃຫ້ຜົນຜະລິດທາງດ້ານນໍ້າໜັກສິດ ແລະ ການສະສົມສານຕ້ານອານຸມຸນອິດສະຫຼະ.

ເອກະສານອ້າງອີງ

- ຂ່າວປະຈຳວັນ, (2023). ຕິດອ່ອນບັນດາໂຄລີ ຜັກທີ່ມີປະໂຫຍດຫຼາຍທີ່ຄືນຢູ່ບຸນຖອກໃຈ. (ລະບົບອອນໄລນ໌)  
<https://thai.ac/news/show/293903> (30.04.2023)
- ສຸນທອນ ເຮືອງກະເສມ, (1996). ຄຸ້ມີການບຸກຜັກ. ISBN 974-7252-47-3, ຫັ້ນ. 128 (ພາສາໄທ)
- ສຸນທອນ ເຮືອງກະເສມ, (1996). ຄຸ້ມີການບຸກຜັກກະເສດ ສະຫຍາມ ຖຸກເທິບ, ຫັ້ນ. 128 (ພາສາໄທ)
- ສິມບູນ ແຊະກິດສະຍາວັດ. (2005). ສະລິລະວິທະຍາຟິດ (Plant physiology) ພາກວິຊາຟິດສາດ ຄະນະ  
 ວິທະຍາສາດ ມະຫາວິທະຍາໄລ ກະເສດສາດ, ຈາມຈຸລືໂປສັກ ຖຸກເທິບ, ຫັ້ນ 252.
- ສຸລິສາ ແຊະວິເສດຖິດ, ກະມົນ ເລີດລັດ ແລະ ສະລາວຸດ ບຸນສາກຸນ, (1995). ລາຍງານການວິຈະ ການປັບປຸງ  
 ຜົນລູກປະສົມບອກໂຄລີ-ຄະນຳ ສໍາລັບພາກຕາເວັນອອກສ່ຽງເຫຼືອ, ຄະນະກະເສດສາດ ມະຫາວິທະ  
 ຍາໄລຂອນແກ່ນ, ຂອນແກ່ນ, ຫັ້ນ. 14 (ພາສາໄທ).
- ສະຫຍາມເຄມີ. (2019). ຫຼັອດຝູ້ອຳລິດເຊັ່ນ/ຫຼັອດນີ້ອອນ ຂຶ້ດີ ແລະ ອັນຕະລາຍຫຼັອດຝູ້ອຳລິດເຊັ່ນ (ລະບົບອອນໄລນ໌)  
<https://www.siamchemi.com>
- ດະໄນ ບຸນຍະກຽດຕີ. (2013). ສາລິລະວິທະຍາຂອງປິດ. (ລະບົບອອນໄລນ໌)  
[www.cssckmutt.in.th/cssc/cssc\\_classroom/...Doc/10\\_Plant%20and%20Solar.pdf](http://www.cssckmutt.in.th/cssc/cssc_classroom/...Doc/10_Plant%20and%20Solar.pdf)
- ທອດໄຊ ນິບທີລາສູງາບ. (2008). ຫຼັອດຝູ້ອຳລິດເຊັ່ນ (ລະບົບອອນໄລນ໌)  
[http://www.dss.go.th/images/st-article/pep\\_3\\_2550\\_Flores.pdf](http://www.dss.go.th/images/st-article/pep_3_2550_Flores.pdf)
- ທີຕິມາ ບຸດສະບາສີ. (2012). ການເຜີ່ມຂຶ້ນຂອງປະຊາກອນ (ລະບົບອອນໄລນ໌)  
<https://www.gotoknow.org/posts/418083>
- ນິບມາດ ຕະການລັງສີ, (2008). ຜິດວິທະຍາສັດຕະວະແຜດ, ຜົ້ນຖານ ແລະການນຳໃຊ້. ຄະນະສັດຕະວະແຜດສາດ  
 ມະຫາວິທະຍາໄລມະຫິດິນ, ຫັ້ນ. 46-92.
- ຝັດທະນາ ແສງອຸ່ນແກ້ວ, (2023). ການຄົ້ນຄວ້າ ແລະ ການຝັດທະນາ ລະບົບເຮືອນຮື່ມ ສໍາລັບຊາວກະສິກອນຂະໜາ  
 ທາ ນ້ອຍ ເຜື່ອເຜີ່ມຜົນຜະລິດຝິດຜັກໃນລະດຸຜົນ. ສູນຄົ້ນຄວ້າຝິດຜັກ ແລະ ໄມ້ໃຫ້ໜາກ (ລະບົບອອນ  
 ໄລນ໌) <file:///C:/Users/Amin/Downloads/dmzdFVtM3D0twst4.pdf> (30.04.2023)
- ເມມ ຈັນປະຍຸນ, (1989). ຜັກສວນຄົວກ້າວສໍາຄັນ ແຫ່ງການເງິ່ນຕົວເອງ, ISBN 974-86535-4-4. ຫັ້ນ 144  
 (ພາສາໄທ)
- ວະສັນ ສະພາລັກ, (2001). ການບຸກຜັກ, ກະເສດສາດ, ຖຸກເທິບມະຫານະຄອນ, ຫັ້ນ. 144.
- AOAC., (1990). Official Methods of Analysis. Association of official Analytical Chemists.15th Edition (K Helrick editor). Arlington pp 1230.
- Ambrosone, C. B., S. E. McCann, J. L. Freudenheim, J. R. Marshall, Y. Zhang. and P. G. Shields., (2004). Breast cancer risk in premenopausal women is inversely associated with consumption of broccoli, a source of isothiocyanates, but is not modified by GST genotype. Journal of Nutrition 134: 1134-1138.
- Anadon, A., Gupta, RC. Fipronil. In: Gupta, RC., editor., (2012). Veterinary Toxicology Basic and Principle. 2nd ed. San diego: Elsevier; p. 604-608
- Braca, A., Fico, G., Morelli, I., De Simone, F., Tome, F. and De Tommasi, N., (2003). Antioxidant and free radical scavenging activity of flavonol glycosides from different Aconitum species. Jounal Ethnopharmacol 86:63–67. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00043-6](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00043-6)

- Brückner, B., Schonhof, I., Kornelson, C. and Schrödter, R., (2005). Multivariate Sensory Profile of Broccoli and Cauliflower and Consumer Preference. *Italian journal of food science*, 17(1).
- Cunningham, J., (2007). Broccoli sprouts may help prevent skin cancer. Available from: [www.indiaedunews.net/Science/Broccoli\\_sprouts\\_may\\_help\\_prevent\\_skin\\_cancer\\_231](http://www.indiaedunews.net/Science/Broccoli_sprouts_may_help_prevent_skin_cancer_231) [2010 December 10].
- Damon, M., Zhang, N. Z., Haytowitz, D. B. and Booth, S. L., (2005). Phylloquinone (vitamin K1) content of vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(8), 751-758
- Eom, SH., Park, HJ., Jin, CW., Kim, DO., Seo, DW., Jeong, YH. and Cho, DH., (2008) Changes in antioxidant activity with temperature and time in Chrysanthemum indicum L. (Gamguk) teas during elution processes in hot water. *Food Sci Biotechnol* 17:408–412
- Fahay, J. W., Zhang, Y. And Talalay, P., (1997). Broccoli sprouts: An exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. *Proceedings of the National Acadamy of Science* 94: 10367–10372.
- Goins, G. D., Yorio, N. C., Sanwo, M. M. and Brown, C. S., (1997). Photomorphogenesis, photosynthesis, and seed yield of wheat plants grown under red light-emitting diodes (LEDs) with and without supplemental blue lighting. *Journal Exp. Bot.* 48(312): 1407–1413.
- Giedre, S., Ausra, B., Akvile, U., Gintara S. and Pavelas, D., (2010). The effect of red and blue light component on growth and development of frigo strawberries. *Zemdirbyste–Agriculture*. 97 (2): 99–104.
- Health., (2008). Healthcare Information Directory. Available from: <http://www.ihealthdirectory.com/sulforaphane/> [2011 August 7].
- Jane, B. and Neil, A., (2011). Plant growth as a function of LED light. *Nat. Photonics*. 3: 835
- Jai, H. R., Kyoung, S.S., Gab, L.C., Eui, S.R., Sheong, C.K., Seong, K.C., Si-yong, K. and Chang-Hyu, B., (2012). *Korean J.* 25(6): 731–738.
- Kobæk-Larsen, M., (2004). Health promoting compounds in vegetables and fruits: A systematic approach for identifying plant components with impact on human health. *Trends in food science & technology*, 15(7-8), 384-393
- King, N. and Tran, MH., (2015). Long-acting anticoagulant rodenticide (superwarfarin) poisoning: a review of its histological development, epidemiology and clinical management. *Transfusion Medicine Reviews.*; 29, 250-258.
- Kumari Shubha., Reetu., Shreya Anand. and Anirban Mukherjee., (2020). Broccoli: A potential functional food. *Food and Scientific Reports ISSN 2582-5437*
- Moreno, D. A., Carvajal, M., López-Berenguer, C. and García-Viguera, C., (2006). Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 41(5), 1508-1522
- Minitab., (2000). Minitab Release 13.31 for windows, Windows\* 95/98/2000/xp. Minitab Inc., State College Pennsylvania, USA.
- Moreno, D. A., Carvajal, M., López-Berenguer, C., & García-Viguera, C., (2006). Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 41(5), 1508-1522.
- Ming, C.W., Chi, Y.H., Chii, M.J., Yuh, T.W., Chih, Y.W., Ho, H.C. and Hung, M.C., (2007). A 75 novel approach of LED light radiation improves the antioxidant activity of pea seedlings. *Food Chem.* 101(10): 1753–1758.

- Masahumi, J., Kazuhiro, S., Fumiuki, G., Shin-nosuke, H. and Toshihiro, Y., (2010). Hortscience. 45(12): 1809–1814.
- Naznin, M. T., Lefsrud, M., Gravel, V. and Hao, X., (2006). Different ratios of red and blue LED light effects on coriander productivity and antioxidant properties. Acta Hort. 1134(10): 223–229.
- Rosa, E. A. S. and R. K. Heaney., (1993). The effect of cooking and processing on the glucosinolates content: studies on four varieties of Portuguese cabbage and hybrid white cabbage. Journal of the Science of Food and Agriculture 62: 259-265.
- Spitz, M. R., Duphorne, C. M., Detry, M. A., Pillow, P. C., Amos, C. I., Andrade, M. D., Gu, X., Hong, W. K. and Wu, X., (2000). Dietary intake of isothiocyanates: evidence of a joint effect with glutathione S-transferase polymorphisms in lung cancer risk. Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention 9: 1017-1020.
- Sesso, H. D., Gaziano, J. M., Liu, S. and Buring, J. E., (2003). Flavonoid intake and the risk of cardiovascular disease in women. The American journal of clinical nutrition, 77(6), 1400-1408.
- Viliam Zvalo. and Alana Respondek., (2007). Broccoli VEGETABLE CROPS PRODUCTION GUIDE FOR NOVA SCOTIA
- Zhang, S., D. J. Hunter, B. Rosner, E. Giovannucci, G. Colditz, F. Speizer and W. Willett., (2000). Intake of fruits, vegetables and related nutrients and the risk of non-Hodgkin's lymphoma among women. Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention 9: 477–485
- Zhao, H., J. Lin, H. B. Grossman, L. M. Hernandez, C. P. Dinney and X. Wu., (2007). Dietary isothiocyanates, GSTM1, GSTT1, NAT2 polymorphisms and bladder cancer risk. International Journal of Cancer 120: 2208-2213

ເອກະສານຊ້ອນທ້າຍ

## ເອກະສານຊ້ອນຫ້າຍ ກ: ການວິຄະະ IC 50

IC50 ເປັນຄ່າຊື້ທີ່ໃຊ້ໃນທາງວິທະຍາສາດຜູ້ວັດການອອກລິດຂອງປາ ຫຼື ສານເຄມີ IC50 ມາ ຈາກຄໍາວ່າ 50% Inhibitory concentration ພາຍໃຕ້ຄວາມເຂັ້ມຂອງສານທີ່ອອກລິດຢັບຢື່ງ (antagonist) ດັ່ງ 50% ເຊິ່ງໃນນີ້ໝາຍຄວາມວ່າຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນຂອງສານສະກັດທີ່ໃຊ້ໃນການຢັບຢື່ງເອັນໄຊມ້ໄທໂຮຊີເນສທີ່ລະດັບ 50% ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າສານສະກັດທີ່ໃຊ້ຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນນ້ອຍຍິ່ງດີກວ່າໃນການອອກລິດຢັບຢື່ງເອັນໄຊມ້ໄທໂຮຊີເນສ.

### ❖ ວິທີການວິຄະະ

1. ຕົວຢ່າງທີ່ໃຊ້ 5g ປະສິມກັບນ້ຳກັ້ນ 100 ml

2. ການເຈືອຈາງ

1 ເທົ່າ : 0.25 ml

10 ເທົ່າ : 0.025 ml

20 ເທົ່າ : 0.0125 ml

50 ເທົ່າ : 0.005 ml

100 ເທົ່າ : 0.0025 ml

3. ນຳຕົວຢ່າງ 150 μl ແຕ່ລະຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນທີ່ເຈືອຈາງໄວ້ນັ້ນນຳມາປະສິມກັບສານ DPPH 600 μl ບຶ່ມໄວ້ທີ່ມີເຖິງຫະພູມຫ້ອງ 30 ນາທີ, ຈາກນັ້ນນຳໄປຖາດໃສ່ plate 300 μl ນຳໄປວິຄະະໃນຊ່ວງຄ່າດູດກິນແສງ 490 nm ແລະ ວັດຄ່າ blank

4. ການຄິດໄລ່ % ການຢັບຢື່ງດ້ວຍສຸດ:

$$\text{Inhibition (\%)} = (1 - \frac{B}{A}) \times 100$$

A = ຄ່າດູດກິນແສງ

B = blank ສານທີ່ບໍ່ເຈືອຈາງ

ແທນຄ່າໃສ່ໃນແຕ່ລະຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນທີ່ເຈືອຈາງແຕ່ 1-100 ເທົ່າ ແລ້ວຈະໄດ້ຄ່າ % ຂອງການຢັບຢື່ງນຳຄ່າ % ການຢັບຢື່ງຢ່າງນ້ອຍ 3 ຊ່ວງມາສ້າງເສັ້ນສະແດງເສັ້ນຊື່

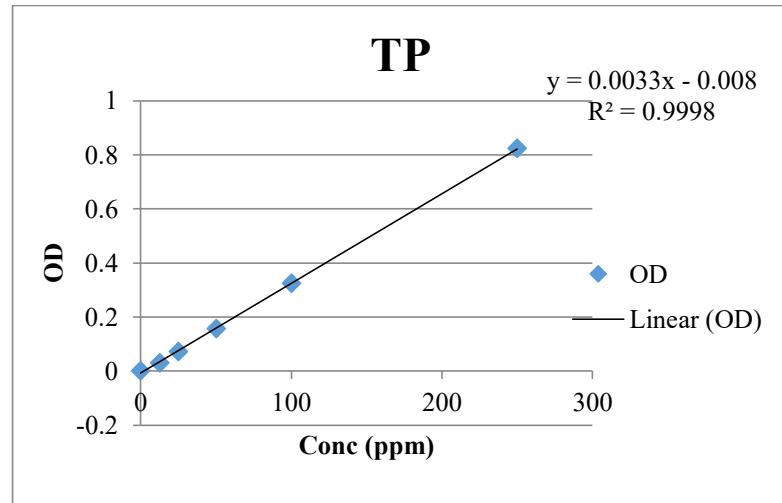
5. ສະແດງເສັ້ນສະແດງເສັ້ນຊື່ ແລະ ສະແດງສິມຜົນເສັ້ນຊື່ ແລະ ຄ່າ R<sup>2</sup> ຈາກນັ້ນຈະໄດ້ສິມຜົນ  $y = ax + b$  ຫຼັາຍກຮູ້ຄ່າ y 50% ? ແທນຄ່າ 50 ໃສ່ y ຈະກາຍເປັນ 50 = ax + b ຈາກນັ້ນແທນຄ່າ ໃສ່ຕາມສູດຄິດໄລ່

6. ຢ່າກໄດ້ຄ່າ 1/IC50 ແມ່ນເອົາຄ່າທີ່ໄດ້ມາຫານ 1

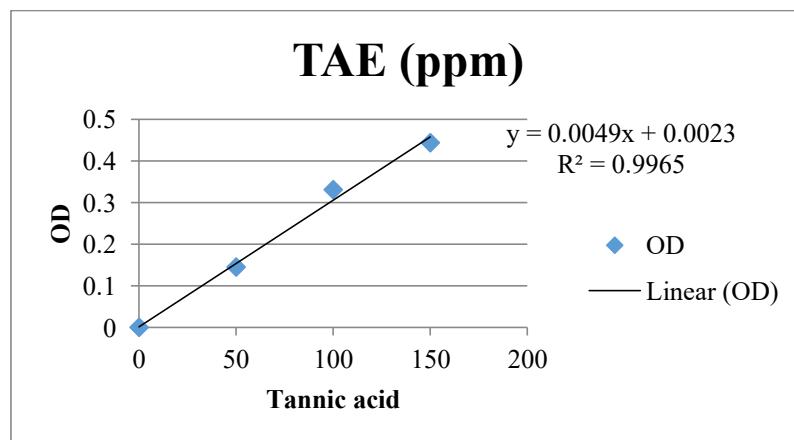
## ເອກະສານຊັ້ນທ້າຍ ຂ: Standard curve ຂອງແຕ່ລະສານທີ່ວິເຄາະ

### 1. Standard curve ຝຣາໂວນອຍ (Total Flavomoid Content)

### 2. Standard curve ສານຝີໄນລິກລວມ (Total polyphenol Content)

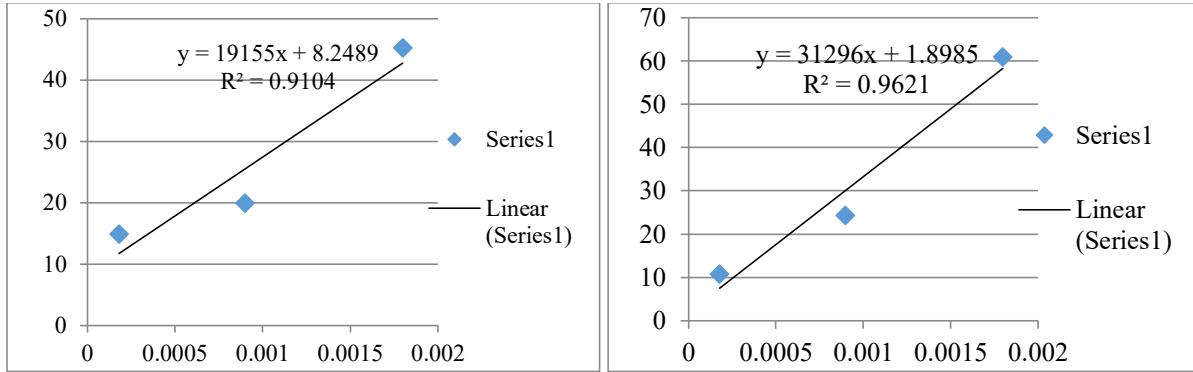


### 3. Standard curve ການທິດສອບສານ (Total tannin content)

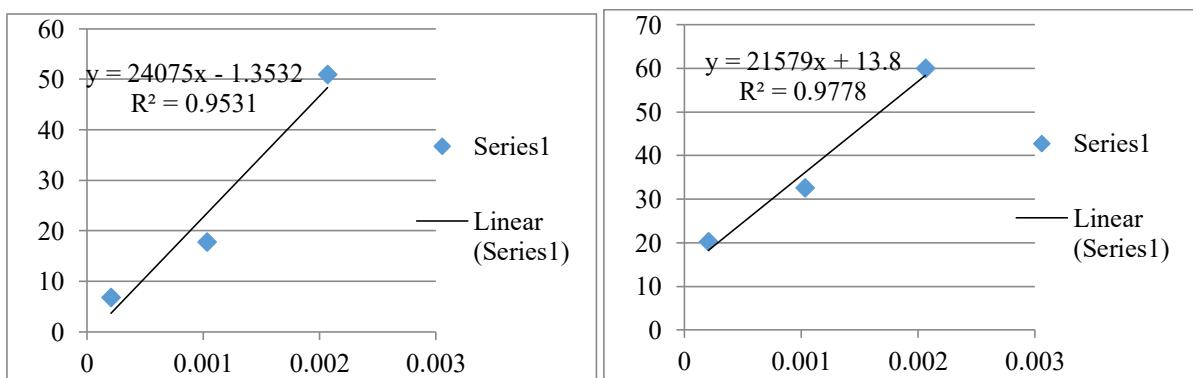


#### 4. ការពិនិត្យបច្ចេកទេរកម្មវិធី DPPH Scavenging Activity

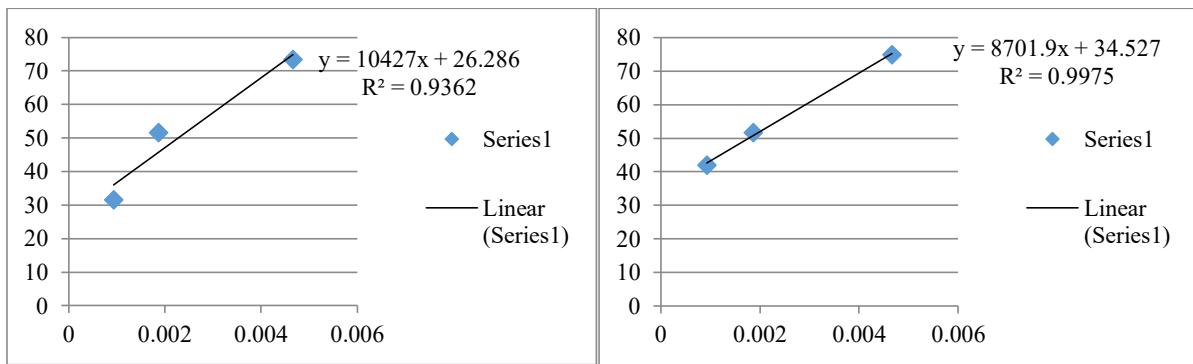
##### 4.1 Standard curve of A0 (2 Replications)



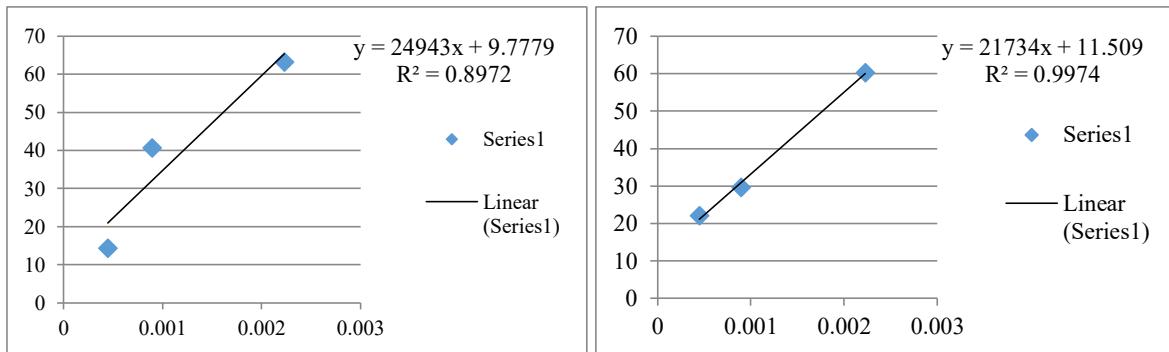
##### 4.2 Standard curve of A50a1 (2 Replications)



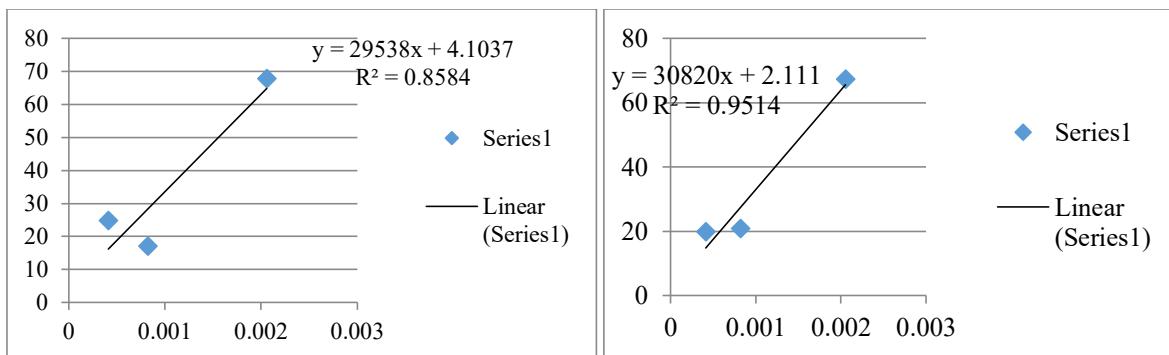
##### 4.3 Standard curve of A100a1 (2 Replications)



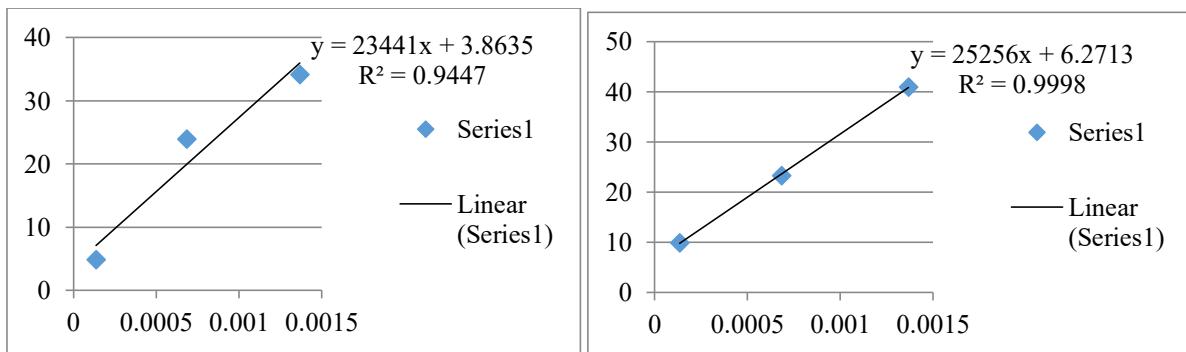
#### 4.4 Standard curve of A50a2 (2 Replications)



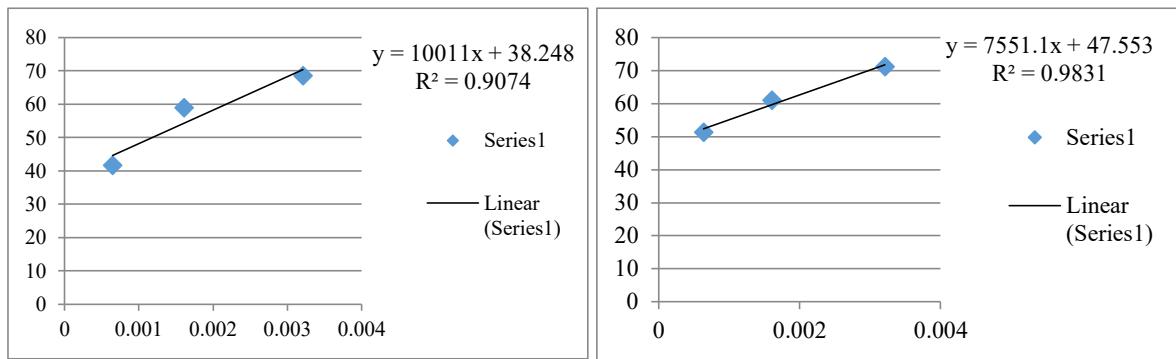
#### 4.5 Standard curve of A100a2 (2 Replications)



#### 4.6 Standard curve of A50a2 (2 Replications)



#### 4.7 Standard curve of A100a2 (2 Replications)



## ເອກະສານຊ້ອນທ້າຍ ຕະ: ຮູບຊ້ອນທ້າຍ



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 1. ແນວັນນູອກຄລື



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 2. ການຄັດເລືອກແນວັນນູອກຄລື



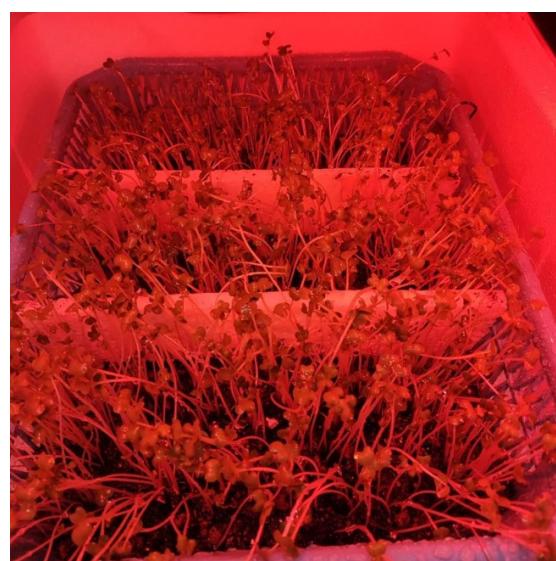
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 3. ແນວັນທີການຄັດເລືອກໄດ້



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 4. ການກະກຽມສິ່ງທີດລອງ



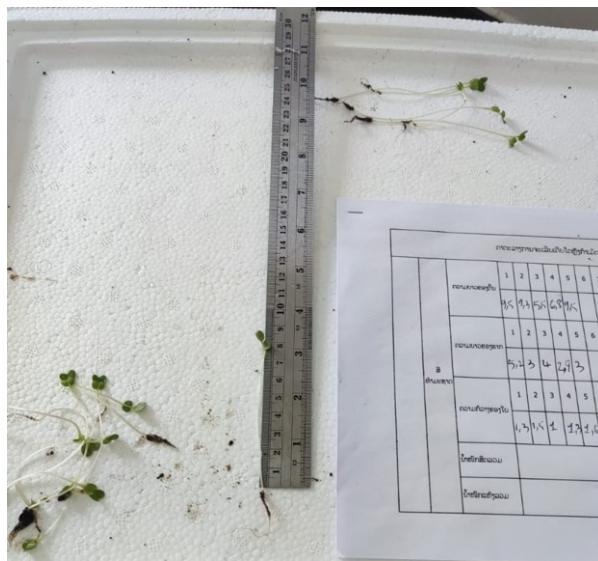
ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 5. ການທີດລອງ (ແສງສີສິ້ນ)



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 6. ການທີດລອງ (ແສງສີແດງ)



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 7. ການທຶດລວງ (ແສງສີຟ້າ)



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 8. ການວັດແທກລວງສູງ



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 9. ການວັດຄວາມຍາວຂອງຮາກ



ຮູບຊ້ອນທ້າຍທີ 10. ການເກັບກຸ້ຜົນແຈລິດ

## ປະທາວດຂອງຜູ້ຂຽນ



ຊື່ ແລະ ນາມສະກຸນ: ແກ້ວມະນີ ຜິມມະພາວັນ  
ວັນ ເດືອນ ປີເກີດ: 16 ມິນາ 1983  
ລະຫັດບັດນັກສຶກສາ: 2022103514  
ເກີດທີ່ບ້ານ: ນ້ຳງາ  
ທີ່ຢູ່ປັດຈຸບັນບ້ານ: ດອນສະອາດ, ເມືອງຫຼາວ ແຂວງ ອຸດິມໄຊ  
ຈຸດທີການສຶກສາ:  
ປີ 2001 - 2004 ເປັນນັກຮຽນຢູ່ໂຮງຮຽນຈຶ່ງເກົາ ຊຽງຮຸງ ເມືອງຫຼັກ  
ແຂວງຢູ່ນນານ ປະເທດຈີນ  
ປີ 2005 - 2008 ເປັນນັກຮຽນຢູ່ໂຮງຮຽນເຕັກນິກວິຊາຊີບ ຊຽງຮຸງ  
ແຂວງຢູ່ນນານ ປະເທດຈີນ  
ປີ 2017 - 2019 ເປັນນັກຮຽນປະລິນຍາໂທຢູ່ມະຫາວິທະຍາໄລສູພານຸ່ວົງ  
ປີ 2023 - 2024 ເປັນນັກຮຽນປະລິນຍາໂທຢູ່ມະຫາວິທະຍາໄລສູພານຸ່ວົງ  
ເບີໂທ: 020 54199549  
**Whats App:**+85620 54199549  
**E-mail:** keomanypmpv@gmail.com