



บันทึกข้อความ

คณะผลิตกรรมการเกษตร	
เลขที่ 1902	เวลา 10.05
วันที่ 13 พ.ค. 2563	

ส่วนงาน หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน โทร ๓๖๓/๐

ที่ อว ๖๙.๓.๒.๒/๑๔๑

วันที่ ๓ พฤษภาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอดำเนินการจัดซื้อครุภัณฑ์โครงการวิจัยปี ๒๕๖๓

คณบดีคณะผลิตกรรมการเกษตร	
เลขที่ ๕24	เวลา
วันที่ 13 พ.ค. 2563	

เรียน ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

เนื่องด้วยข้าพเจ้า ผศ. ดร. สิริวัฒน์ สาครวาสี อาจารย์ประจำหลักสูตรพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร ได้รับการจัดสรรทุนวิจัยจาก สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) หรือ สวก. ประจำปี ๒๕๖๓ ชื่อ “โครงการพัฒนาระบบควบคุมแรงดึงระเหยน้ำในอากาศสำหรับต้นแบบระบบโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กติดตั้งในเฟอร์นิเจอร์” งบประมาณ ๑,๖๒๕,๒๔๐ บาท (หนึ่งล้านหกแสนสองหมื่นห้าพันสองร้อยแปดสิบบาทถ้วน) เลขที่สัญญา CRP ๖๓๐๕๐๓๑๐๕๐ ดังรายละเอียดตามเอกสารแนบที่ ๑

ในการนี้ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามแผนวิจัยของโครงการ จึงขอให้สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร เป็นผู้ดำเนินงานจัดซื้อครุภัณฑ์โครงการวิจัยปี ๒๕๖๓ รายการ “ตู้ทดสอบการควบคุม VPD แบบ ๖ ช่องปลูก” ซึ่งมีคุณลักษณะตามเอกสารแนบที่ ๒ พร้อมกันนี้ได้แนบใบเสนอราคาจากบริษัทผู้รับจ้างและคู่เทียบจำนวน ๓ ราย และรายชื่อคณะกรรมการตรวจรับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

๑. ผศ. ดร. ปรีดา นาเทเวศน์ ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นประธานกรรมการ
๒. อ.ดร. สุเทพ วัชรเวชศฤงคาร ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นกรรมการ
๓. อ.ดร. แสงเดือน อินชนบท ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นกรรมการ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

เรียน ผอ. สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

☐ เพื่อโปรดทราบ
☒ เพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองชัย จูวัฒนสำราญ)

คณบดีคณะผลิตกรรมการเกษตร

13 พ.ค. 2563

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ สาครวาสี)

หัวหน้าโครงการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย วิริยะอลงกรณ์)
ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
(เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน

(นางอารีย์ นามเรือง)

หัวหน้างานบริหารและธุรการ

ใบเสนอราคา/Quotation

ชื่อลูกค้า : CRP6305031050 โครงการพัฒนาระบบควบคุมแรงดันระดับน้ำในอากาศสำหรับ
ระบบโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กติดตั้งในเพอร์ริเตอร์

เลขประจำตัวผู้เสียภาษี : 3100502176508

ชื่อผู้ติดต่อ : -

ที่อยู่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ต.หนองหาร อ.สนทราย จ.เชียงใหม่ 50290

โทร :

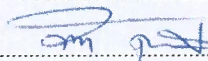
อีเมลล์ :

เลขที่เอกสาร : qu6305-001

วันที่เอกสาร : 1/05/2563

ยื่นราคาภายใน (วัน) : 30

มีความยินดีที่จะเสนอราคา ดังต่อไปนี้ :

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วยละ	จำนวนเงิน
1	ตู้ทดสอบการควบคุม VPD แบบ 6 ช่องปลูก แต่ละช่องขนาด 0.5x0.5x0.5 เมตร ภายในตู้ด้วย Plastwood ผนังหนา 4 mm พื้นหนา 10 mm -เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ (วัดค่าได้ในช่วง -40 ถึง 100 องศาเซลเซียส) 6 ชุด -เซ็นเซอร์วัดค่าความชื้น ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1.5% (วัดค่าได้ในช่วง0-80%) จำนวน 6 ชุด -ระบบเก็บบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และVPD (ค่าแรงดึงน้ำในอากาศ) -หน้าจอแสดงผลอุณหภูมิ ความชื้น และVPD แบบ Real-Time ขนาด 3.5 นิ้ว จำนวน 6 ชุด -ชุดอุปกรณ์ควบคุม VPD ประมวลผลแบบ Quadcore (ไมโครคอมพิวเตอร์, เครื่องสร้างความชื้นด้วยระบบอัลตราโซนิก และพัดลม DC ขนาด 4 นิ้ว) จำนวน 6 ชุด -ระบบแสง LED พร้อมรีโมทควบคุม (ความเข้มแสง 200 PPFD ที่ระยะ 30 cm) ประกอบด้วยชิปแสงสีขาว สีแดง สีน้ำเงิน และแสงอินฟราเรด จำนวน 6 ชุด -ถาดปลูก PVC หนา 5 mm ขนาด 43x56x5 cm จำนวน 6 ชุด	1	140,000.00	140,000.00
หมายเหตุ :-		รวมจำนวนเงินทั้งสิ้น		140,000.00
หนึ่งแสนสี่หมื่นบาทถ้วน				
กรุณาลงนามยืนยันการสั่งซื้อด้านล่างนี้ (.....) ผู้สั่งซื้อสินค้า วันที่/...../.....		ขอแสดงความนับถือ  (นายทิวา จามรี) ผู้เสนอราคา		
ธนาคารไทยพาณิชย์ (SCB) ชื่อบัญชี บริษัททิวา อินโนเวท จำกัด เลขที่บัญชี 5963019944				

ที่ ขม. 010312



สำนักงานทะเบียนหุ้นส่วนบริษัทจังหวัดเชียงใหม่
กรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์

หนังสือรับรอง

ขอรับรองว่าบริษัทนี้ ได้จดทะเบียนเป็นนิติบุคคล ตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์
เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 ทะเบียนนิติบุคคลเลขที่ 0505561002916

ปรากฏข้อความในรายการตามเอกสารทะเบียนนิติบุคคล ณ วันออกหนังสือนี้ ดังนี้

1. ชื่อบริษัท บริษัท ทิวา อินโนเวท จำกัด
2. กรรมการของบริษัทมี 1 คน ตามรายชื่อดังต่อไปนี้
 1. นายทิวา จามะรี/
3. จำนวนหรือชื่อกรรมการซึ่งลงชื่อผูกพันบริษัทได้คือ
กรรมการหนึ่งคนลงลายมือชื่อและประทับตราสำคัญของบริษัท/
- 4.ทุนจดทะเบียน 1,000,000.00 บาท / หนึ่งล้านบาทถ้วน/
5. สำนักงานใหญ่ ตั้งอยู่เลขที่ 369/25 หมู่ที่ 13 ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่/
6. วัตถุประสงค์ของบริษัทมี 28 ข้อ ดังปรากฏในสำเนาเอกสารแนบท้ายหนังสือรับรองนี้ จำนวน 2 แผ่น
โดยมีลายมือชื่อนายทะเบียนซึ่งรับรองเอกสารและประทับตราสำนักงานทะเบียนหุ้นส่วนบริษัทเป็นสำคัญ

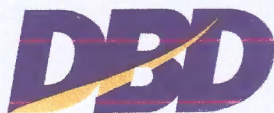
ออกให้ ณ วันที่ 7 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2563



(นางสาวจิราภรณ์ สวัสดิ์เมธานนท์)
นายทะเบียน



คำเตือน : ผู้ใช้ควรตรวจสอบข้อความทราบท้ายหนังสือรับรองฉบับนี้ทุกครั้ง



จัดพิมพ์ เมื่อเวลา 13:02 น.

กรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์
Department of Business Development
Ministry of Commerce

โทร. 02 528 7600

“จับจ่าย ใช้บริการ ให้ใจบริการ”
Creative Services
สายด่วน 1570 www.dbd.go.th

ที่ ขม. 010312



สำนักงานทะเบียนหุ้นส่วนบริษัทจังหวัดเชียงใหม่
กรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์

หนังสือรับรอง

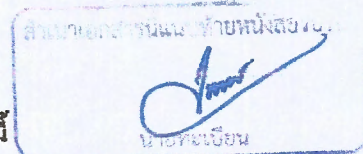
ข้อควรทราบ ประกอบหนังสือรับรอง ฉบับที่ ขม. 010312

1. นิติบุคคลนี้ได้ส่งงบการเงินปี 2561
2. หนังสือรับรองเฉพาะข้อความที่ห้าง/บริษัทได้นำมาจดทะเบียนไว้เพื่อผลทางกฎหมายเท่านั้น
ข้อเท็จจริงเป็นสิ่งที่ควรหาไว้พิจารณาฐานะ
3. นายทะเบียนอาจเพิกถอนการจดทะเบียน ถ้าปรากฏว่าข้อความอันเป็นสาระสำคัญที่จดทะเบียน
ไม่ถูกต้อง หรือเป็นเท็จ



กรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์
Department of Business Development
Ministry of Commerce

"จับเข่าคุย ให้สิ่งดีๆ เกิดขึ้น"
Creative Services
สายด่วน 1570 www.dbd.go.th



วัตถุประสงค์ของ ห้างหุ้นส่วนสามัญ บริษัท นี้ มี 28 ข้อ ดังนี้

- (23) ประกอบกิจการผลิต ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ด้านการเกษตร ผลิตภัณฑ์แปรรูปด้านการเกษตร ผลิตภัณฑ์สำหรับพืช สารอาหารสำหรับพืช สารอาหารแปรรูปสำหรับพืช เวชภัณฑ์ยา และผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับพืชทุกประเภท
- (24) ประกอบกิจการจำหน่าย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ด้านการเกษตร ผลิตภัณฑ์แปรรูปด้านการเกษตร ผลิตภัณฑ์สำหรับพืช สารอาหารสำหรับพืช สารอาหารแปรรูปสำหรับพืช เวชภัณฑ์ยา และผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับพืชทุกประเภท
- (25) ประกอบกิจการนำเข้า-ส่งออก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ด้านการเกษตร ผลิตภัณฑ์แปรรูปด้านการเกษตร ผลิตภัณฑ์สำหรับพืช สารอาหารสำหรับพืช สารอาหารแปรรูปสำหรับพืช เวชภัณฑ์ยา และผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับพืชทุกประเภท
- (26) ประกอบกิจการจำหน่าย เครื่องจักรและอุปกรณ์ด้านวิศวกรรม ออกแบบ-ติดตั้ง รวมทั้งซ่อมบำรุงงานด้านวิศวกรรม
- (27) ประกอบกิจการจำหน่าย อะไหล่และชิ้นส่วนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ด้านวิศวกรรมทั้งปึกและตั้ง
- (28) ประกอบกิจการผลิตและพัฒนา จำหน่ายโปรแกรมสำเร็จรูป รวมทั้งให้บริการติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป ทางด้านวิศวกรรม



กรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์
Department of Business Development
Ministry of Commerce

โทร. 02 528 7600

"จับจัม ฝั่งใจใส่ใจบริการ"
Creative Services
สายด่วน 1570 www.dbd.go.th



ឧបនាយករដ្ឋមន្ត្រី

- [illegible]

မလ္လဘူမိပုဂ္ဂိုလ်များအား

(M.C) T.C

ספר זה נרכש על ידי מוזיאון תל אביב

५ अ. ०१०३१२



เลขรหัสประจำบ้าน 5495-001152-9	รายการเกี่ยวกับบ้าน	เล่มที่ 1
รายการที่อยู่ 43/1 หมู่ที่ 13	สำนักทะเบียน	ท้องถื่นเทศบาลตำบลร้องกวาง
ตำบลร้องกวาง อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่		
ชื่อหมู่บ้าน บ้านร้องกวาง	ชื่อบ้าน	
ประเภทบ้าน บ้าน	ลักษณะบ้าน	ตึกเดี่ยว 1 ชั้น 2 ห้อง
วันเดือนปีที่กำหนดบ้านเลขที่ 10 สิงหาคม 2554		
ลงชื่อ (น.ส.สุภัทรีญา แจ่มรอด)		นายทะเบียน
วันเดือนปีที่พิมพ์ทะเบียนบ้าน 10 สิงหาคม 2554		

ทำถูกต้อง
นายทะเบียน

เล่มที่ 1	รายการบุคคลในบ้านของเลขรหัสประจำบ้าน 5495-001152-9	ลำดับที่ 1
ชื่อ นายทิวา จามะรี	สัญชาติ ไทย	เพศ ชาย
เลขประจำตัวประชาชน 1-7104-00046-25-5	สถานภาพ เจ้าบ้าน	เกิดเมื่อ 30 ม.ค. 2534
มหาวิทยาลัยให้กำเนิด ชื่อ ประดิษฐ์	3-7209-00616-80-4 สัญชาติ ไทย	
บิดาผู้ให้กำเนิด ชื่อ โนง	3-7209-00098-28-5 สัญชาติ ไทย	
* มาจาก 17/66 ม.3 ต.แม่ทราย		นายทะเบียน
อ.ร้องกวาง จ.แพร่ เมื่อ 10 ส.ค. 2554	(น.ส.สุภัทรีญา แจ่มรอด)	
** ไปที่		นายทะเบียน



บัตรประจำตัวประชาชน Thai National ID Card
เลขประจำตัวประชาชน Identification Number 1 7104 00046 25 5

ชื่อตัวและชื่อสกุล นาย ทิवा จามะรี

Name Mr. Thiva

Last name Jamaree

เกิดวันที่ 30 ม.ค. 2534

Date of Birth 30 Jan. 1991

ศาสนา พุทธ

ที่อยู 43/1 หมู่ที่ 13 ต.ร้องกวาง

อ.ร้องกวาง จ.แพร่

8 ม.ค. 2559

วันออกบัตร

8 Mar. 2016

Date of Issue

วันหมดอายุ

(ถ้ามี) - (ถ้ามี) (ถ้ามี)

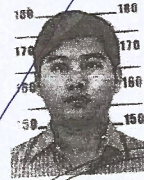
เจ้าพนักงานออกบัตร

29 ม.ค. 2568

วันบัตรหมดอายุ

29 Jan. 2025

Date of Expiry



5014-02-03081015

คำนำหน้าชื่อ
นาย ทิवा

BORA-7.2-02-2559



ประเทศไทย
THAILAND

13-0998579-13

ใบเสนอราคา

ชื่อ ที่อยู่ โทรศัพท์ แฟกซ์	CRP6305031050 โครงการพัฒนาระบบควบคุมแรงดันระดับน้ำในอาคาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290 เลขภาษี 3100502176508	เลขที่เอกสาร วันที่ อ้างอิง ชนิดการขาย ชนิดภาษี อัตรภาษี	Q-0020563 5/5/2563 : สด สินค้ารวมภาษี 7.00
--------------------------------------	--	---	---

No.	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ	ราคา/@	ส่วนลด	รวมเงิน
1	ตู้ทดสอบการควบคุม VPD แบบ 6 ช่องปลูก แต่ละช่องขนาด 0.5x0.5x0.5 เมตร ภายในตู้ด้วย Plastwood ผนังหนา 4 mm. พื้นหนา 10 mm. - เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ(วัดค่าได้ในช่วง -40 ถึง 100 องศาเซลเซียส) 6 ชุด - เซนเซอร์วัดค่าความชื้น ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1.5%(วัดค่าได้ในช่วง 0-80%) จำนวน 6 ชุด - ระบบเก็บบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และVPD(ค่าแรงดันน้ำในอากาศ) - หน้าจอแสดงผลอุณหภูมิ ความชื้น และVPD แบบ Real-Time ขนาด 3.5 นิ้ว จำนวน 6 ชุด - ชุดอุปกรณ์ควบคุม VPD ประมวลผลแบบ Quadcore(ไมโครคอมพิวเตอร์, เครื่องสร้างความชื้นระบบอัลตราโซนิกและพัดลม DC ขนาด 4 นิ้ว) จำนวน 6 ชุด - ระบบแสง LED พร้อมรีโมทควบคุม(ความเข้มแสง 200 PPFD ที่ระยะ30cm) ประกอบด้วยชิปแสงสีขาว สีแดง สีน้ำเงิน และแสงอินฟราเรด จำนวน 6 ชุด - ถาดปลูก PVC หนา 5mm. ขนาด 43x56x5 cm. จำนวน 6 ชุด	1.00	ea.	149,000.00		149,000.00

ศิริ แอร์ เอ็นจิเนียริง
126/6 หมู่ 4 ตำบลสันนาเม็ง
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

หมายเหตุ	CRP6305031050 โครงการพัฒนาระบบควบคุมแรงดันระดับน้ำในอาคารสำนักงานต้นแบบ ระบบไร้วางาน ผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ติดตัวโซลาร์เซลล์ (หนึ่งแสนสี่หมื่นเก้าพันบาทถ้วน)	ส่วนลดการค้า มูลค่าสินค้า ภาษีมูลค่าเพิ่ม รวมทั้งสิ้น	0.00 139,252.34 9,747.66 149,000.00
----------	--	--	--

ทางบริษัทหวังว่าสินค้าที่ได้เสนอราคาขณะนี้ จะได้รับการพิจารณาจากท่าน
และหวังว่าจะได้มีโอกาสดำเนินการให้บริการท่านในครั้งต่อไป

พนักงานขาย กฤษณา จักขุนทร
(กาญจนา จักขุนทร)



บริษัท โพรเอกซ์ตริม จำกัด
4 Xtreme Co.,Ltd.

171/1 ม.1 ต.สันกำแพง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ 50130
171/1 M.1 T.Sankampang A.Sankampang P.Chiangmai 50130
Tel: +6689-432-4600 Email: 4xsale@gmail.com

ใบเสนอราคา
QUOTATION

เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร: 0505553006011

ชื่อ : CRP6305031050 TAX3100502176508
โครงการพัฒนาระบบควบคุมแรงดันระดับน้ำในอากาศสำหรับต้นแบบ
ที่อยู่ : เลขที่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ตำบล/แขวง หนองหาร อำเภอ/เขต สันทราย จังหวัด เชียงใหม่
รหัสไปรษณีย์ 50290
Tel : - Email : -

เลขที่/No : QT1001
วันที่/Date : 07/05/2563

ลำดับ ITEM	รายการ DESCRIPTION	จำนวน QTY.	ราคาต่อหน่วย UNIT PRICE	จำนวนเงิน AMOUNT
1	ชุดทดสอบการควบคุม VPD แบบ 6 ช่องปลูก แต่ละช่องขนาด 0.5x0.5x0.5 เมตร ภายในบุด้วย Plastwood ผนังหนา 4 mm พื้นหนา 10 mm -เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ (วัดค่าได้ในช่วง -40 ถึง 100 องศาเซลเซียส) 6 ชุด -เซ็นเซอร์วัดค่าความชื้น ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1.5% (วัดค่าได้ในช่วง 0-80%) จำนวน 6 ชุด -ระบบเก็บบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และ VPD (ค่าแรงดันน้ำในอากาศ) -หน้าจอแสดงผลอุณหภูมิ ความชื้น และ VPD แบบ Real-Time ขนาด 3.5 นิ้ว จำนวน 6 ชุด -ชุดอุปกรณ์ควบคุม VPD ประมวลผลแบบ Quadcore (ไมโครคอมพิวเตอร์, เครื่องสร้างความชื้นด้วยระบบอัลตราโซนิก และพัดลม DC ขนาด 4 นิ้ว) จำนวน 6 ชุด -ระบบแสง LED พร้อมรีโมทควบคุม (ความเข้มแสง 200 PPFD ที่ระยะ 30 cm) ประกอบด้วยชิปแสงสีขาว สีแดง สีน้ำเงิน และแสงอินฟราเรด จำนวน 6 ชุด -ถาดปลูก PVC หนา 5 mm ขนาด 43x56x5 cm จำนวน 6 ชุด	1	145,000.00	145,000.00
รวมราคาสินค้า (SUB TOTAL)				145,000.00
จำนวนภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT 7%)				10,150.00
รวมทั้งสิ้น (GRAND TOTAL)				155,150.00

จำนวนเงินรวมทั้งสิ้น(ตัวอักษร)

หนึ่งแสนห้าหมื่นห้าพันหนึ่งร้อยห้าสิบบาท

ผู้อนุมัติชื่อ
Approver

วันที่: _____

ผู้เสนอราคา
Bidder

วันที่: 07/05/2563

ผู้จัดการ
Manager

วันที่: 07/05/2563

นักวิจัยจะต้องลงทะเบียนเพื่อส่งข้อเสนอโครงการที่ www.arda.or.th คลิก Icon "ยื่นข้อเสนอและ
รายงานโครงการวิจัย (ARDA EPMS)"

Rev.04/2013

ค้นฉบับ



แบบข้อเสนอโครงการวิจัย

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

รหัสโครงการ.....

(สำหรับเจ้าหน้าที่)

1. ชื่อโครงการ (ไทย) โครงการพัฒนาระบบควบคุมแรงดันไอน้ำในอากาศสำหรับต้นแบบระบบโรงงานผลิตพืช
ขนาดเล็กติดตั้งในเฟอร์นิเจอร์
(อังกฤษ) Developing Vapor Pressure Deficit Controlling System for Prototype of Micro-
Plant Factory with Artificial Light (m-PFAL) for Installed in Furniture

2. ชื่อหัวหน้าโครงการ (ไทย) นาย สิริวัฒน์ สาครวาสี
(อังกฤษ) Mr. Siriwat Sakhonwasee

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ที่ทำงาน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โทรศัพท์ 086-195-7423 e-mail tongscpl@yahoo.com

ลายมือชื่อ.....

3. ชื่อหัวหน้าหน่วยงานสังกัด ผศ. พาวิน มะโนชัย

ตำแหน่ง: รองอธิการบดี

หน่วยงาน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โทรศัพท์ 053 871 117.....โทรสาร.....053-873-628.....e-mail...pawin@mju.ac.th.....

ลายมือชื่อ.....ผู้ขอรับทุน

(หัวหน้าหน่วยงาน)

4. ระยะเวลาของโครงการ 12 เดือน งบประมาณรวม...1,625,280...บาท

- สวก. ...1,293,900... บาท

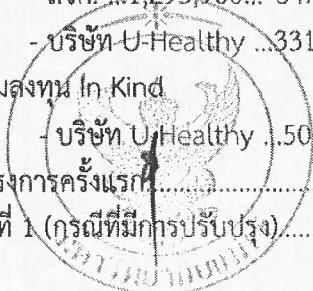
- บริษัท U-Healthy ...331,380...บาท (คิดเป็น 20% ของมูลค่ารวม In Cash โครงการ)

การร่วมลงทุน In Kind

- บริษัท U-Healthy ...50,000...บาท

วันที่เสนอโครงการครั้งแรก.....

ครั้งที่ 1 (กรณีที่มีการปรับปรุง).....



- บริษัท U-Healthy ...331,380...บาท (คิดเป็น 20% ของมูลค่ารวม In Cash โครงการ)
การร่วมลงทุน In Kind

- บริษัท U-Healthy ...50,000...บาท

วันที่เสนอโครงการครั้งแรก.....

ครั้งที่ 1 (กรณีที่มีการปรับปรุง).....

ครั้งที่ 2 (กรณีที่มีการปรับปรุง)

โครงการยื่นเสนอขอรับทุนจากหน่วยงานอื่น

☒ ไม่ ☐ เสนอ ระบุหน่วยงาน.....

5. คำเฉพาะสำหรับการค้นหา (key word)

ระบบควบคุมสภาพแวดล้อม แรงดึงระเหยน้ำในอากาศ โรงงานผลิตพืชขนาดเล็ก

6. คณะผู้วิจัย/ผู้ร่วมโครงการ

6.1 ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว)

นาย สิริวัฒน์ สาครวาสี

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คุณวุฒิ ปริญญาเอก

ความชำนาญ/ความสนใจพิเศษ สรีรวิทยาของการผลิตพืชในระบบปิด การจัดการธาตุอาหารพืช

สถานที่ติดต่อ สาขาพืชผัก คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โทรศัพท์/โทรสาร 053-878-596

ความรับผิดชอบต่อโครงการที่เสนอ (ระบุส่วนงาน) หัวหน้าโครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาระบบควบคุม
แรงดึงน้ำในอากาศเพื่อระบบปลูกพืชแบบ m-PFAL ที่ติดตั้งอยู่ในเฟอร์นิเจอร์

คิดเป็น 70%

ความรับผิดชอบต่อโครงการอื่นๆ ซึ่งยังอยู่ระหว่างดำเนินการ (ถ้ามีโปรดระบุชื่อโครงการและแหล่ง
ทุนสนับสนุน)

1. โครงการพัฒนาต้นแบบระบบปิดและระบบ IoT เพื่อผลิตสตรอเบอร์รี่ภายใต้แสงไฟเทียมในตู้คอนเทน
เนอร์ (แหล่งทุนจาก สกว. ฝ่ายสนับสนุนการวิจัยในอุตสาหกรรม)

ลงชื่อ.....

(.....)

6.2 ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว)

นาย โชติพงศ์ กาญจนประโชติ

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ **คุณวุฒิ** ปริญญาเอก (วิศวกรรม)

ความชำนาญ/ความสนใจพิเศษ ระบบเกษตรอัจฉริยะ เซ็นเซอร์ด้านการเกษตร

สถานที่ติดต่อ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โทรศัพท์/โทรสาร 053-875-869

ความรับผิดชอบต่อโครงการที่เสนอ (ระบุส่วนงาน) ที่ปรึกษาโครงการ และหัวหน้าโครงการย่อยที่ 2 การสร้างแอปพลิเคชันเพื่อการควบคุมและสังเกตการณ์ระบบปลูก m-PFAL บนสมาร์ทโฟนและการทดสอบใช้งาน

คิดเป็น 30%

ความรับผิดชอบต่อโครงการอื่นๆ ซึ่งยังอยู่ระหว่างดำเนินการ (ถ้ามีโปรดระบุชื่อโครงการและแหล่งทุนสนับสนุน)

1. โครงการพัฒนาต้นแบบระบบปิดและระบบ IoT เพื่อผลิตสตอเบอรี่ภายใต้แสงไฟเทียมในตู้คอนเทนเนอร์ (แหล่งทุนจาก สกว. ฝ่ายสนับสนุนการวิจัยในอุตสาหกรรม)

ลงชื่อ.....
(.....)

7. วัตถุประสงค์

-เพื่อพัฒนาระบบควบคุมค่าแรงดึงระเหยน้ำของอากาศในระบบโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กสำหรับการติดตั้งในเฟอร์นิเจอร์ และเป็นฐานเทคโนโลยีที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ในการควบคุมค่าแรงดึงระเหยน้ำของอากาศในโรงเรือนปลูกพืชของเกษตรกร

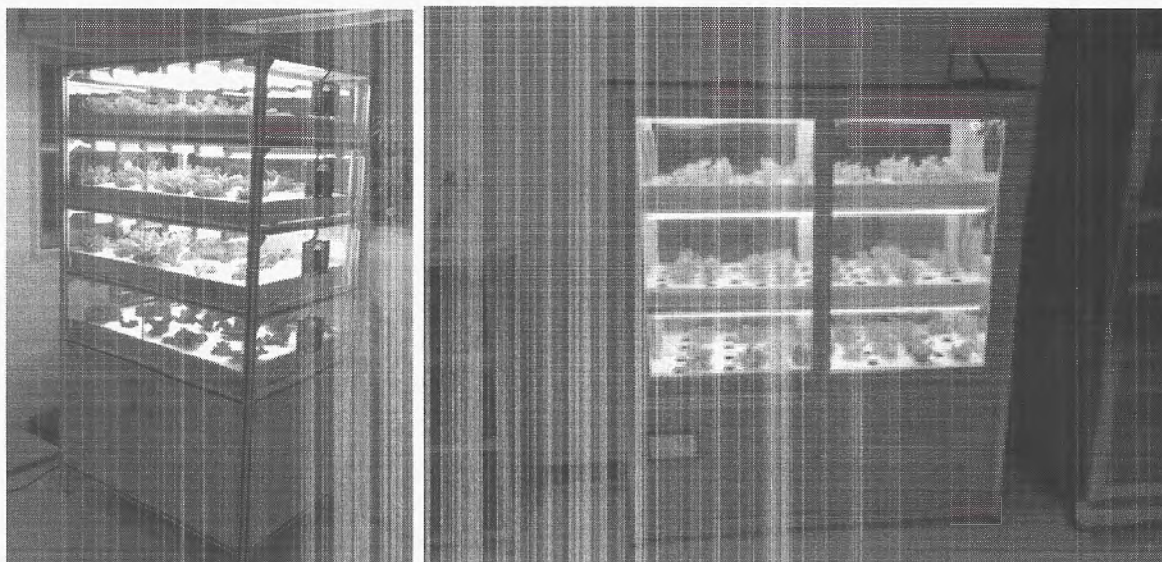
8. การพัฒนาเทคโนโลยี

ที่มาและแนวคิด

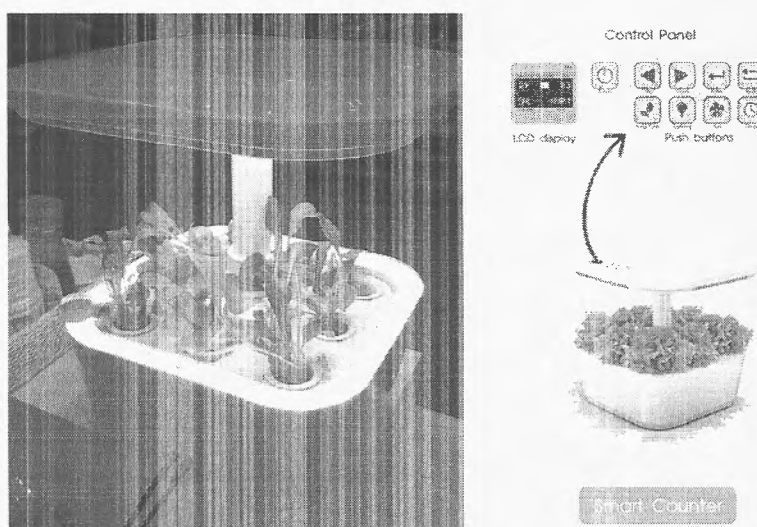
ระบบโรงงานผลิตพืชขนาดเล็ก (micro-Plant Factory with Artificial Lighting หรือ m-PFAL) ถูกใช้เพื่อการปลูกพืชในครัวเรือนและตามสถานที่สาธารณะ เพื่อจุดประสงค์ในการประดับตกแต่งสถานที่โดยเป็นส่วนหนึ่งของเฟอร์นิเจอร์และผลิตพืชอาหารที่สะอาดปราศจากสารกำจัดศัตรูพืช หัวใจสำคัญของระบบนี้คือการควบคุมสภาพแวดล้อมในระบบปลูกพืช ผู้ผลิตอาจออกแบบให้ระบบมีลักษณะเป็นแบบกึ่งปิดหรือปิดโดยสมบูรณ์ก็ได้ ระบบแบบกึ่งปิดมีข้อดีในเรื่องของการควบคุมองค์ประกอบของอากาศให้ใกล้เคียงกับธรรมชาติเนื่องจากระบบมีการแลกเปลี่ยนอากาศกับภายนอกอยู่ตลอดเวลาและมีต้นทุนต่ำ แต่ข้อเสียคือสภาพแวดล้อมในระบบจะมีการผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมภายนอกด้วย ในส่วนของระบบปิดแบบสมบูรณ์มีข้อดีคือสามารถคุมสภาพแวดล้อมภายในระบบได้ง่าย แต่ข้อเสียคือต้นทุนของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการคุมสภาพแวดล้อม เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำความชื้น เครื่องลดความชื้น (Dehumidifier) เครื่องควบคุมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีราคาสูงและมีขนาดใหญ่จนอาจส่งผลกระทบต่อความสวยงามของระบบในกรณีที่ใช้เป็นเฟอร์นิเจอร์

สิ่งที่มีอยู่แล้วในตลาด

ในประเทศไทยมีบริษัทที่ผลิต m-PFAL อยู่แล้วทั้งระบบปิดและแบบกึ่งปิด เช่น บริษัท อินเทล อะโกร จำกัด (Intel Agro Co., Ltd) ที่จำหน่าย m-PFAL โดยมีลักษณะเป็นตู้ปลูกผักตั้งพื้น ขนาดเล็กที่สุดที่จำหน่ายมีปริมาตรในตู้ประมาณ 0.35 ลูกบาศก์เมตร ตู้นี้ถูกออกแบบมาเพื่อหน้าที่ในการปลูกผักเพียงอย่างเดียวจึงไม่สามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ในครัวเรือน นอกจากนี้ยังกินไฟค่อนข้างมาก (ประมาณการณ่ว่าเกิน 200 วัตต์ต่อตู้) ค่าไฟถือเป็นภาระค่าใช้จ่ายที่ผู้ใช้ m-PFAL ต้องแบกรับและเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจซื้อ



ภาพที่ 1 m-PFAL ของบริษัท Intel Agro จะเห็นว่าตู้ปลูกผักนี้ถูกออกแบบมาเพื่อจุดประสงค์ในการปลูกพืช โดยเฉพาะและมีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังกินไฟค่อนข้างมาก (ภาพจากเว็บไซต์ของบริษัท Intel Agro ใช้เพื่อการอ้างอิงเท่านั้น)

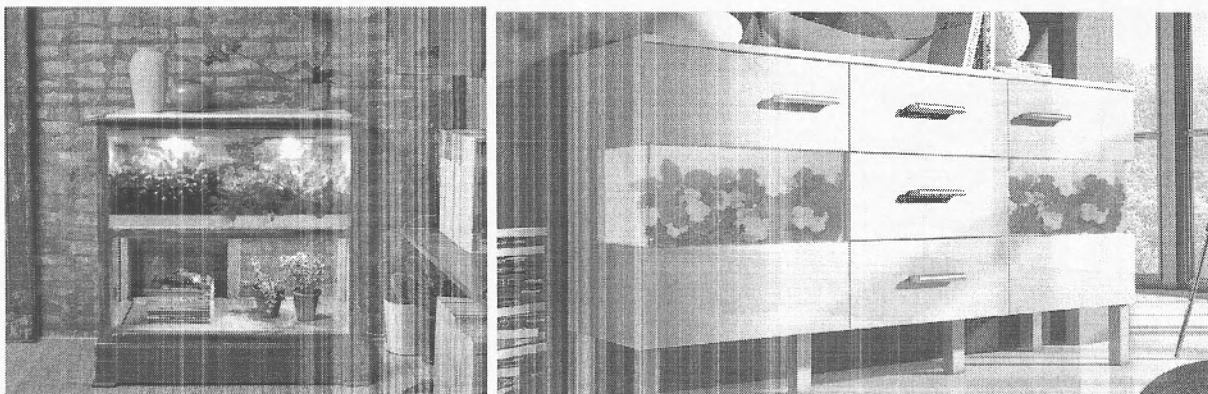


ภาพที่ 2 m-PFAL ของบริษัท Civic Media ชื่อว่า “Smart Counter” ออกแบบมาเพื่อใช้ปลูกพืชเพียงอย่างเดียว มีขนาดเล็กกินไฟน้อย เป็นระบบเปิด ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตของพืชได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม

มาก ระบบนี้เชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนด้วย (ภาพจากเว็บไซต์ของบริษัท Civic Media เพื่อการอ้างอิงเท่านั้น)

บริษัทที่ให้ความสนใจพัฒนาเทคโนโลยี

บริษัท U-Healthy ก่อตั้งขึ้นโดยทีมงานที่มีประสบการณ์ในด้านการทำเฟอร์นิเจอร์อะลูมิเนียมมาเป็นเวลานานและมีความต้องการจะพัฒนาระบบ m-PFAL เช่นกัน แต่ระบบ m-PFAL ที่บริษัทต้องการมีความแตกต่างที่สำคัญกับ m-PFAL ที่มีอยู่ในท้องตลาดในประเทศไทยอยู่ 3 ประการหลัก ประการแรกคือ m-PFAL ของ U-Healthy จะมีขนาดเล็ก (ปริมาตรเล็กกว่า 0.15 ลูกบาศก์เมตร) และเป็นส่วนหนึ่งของเฟอร์นิเจอร์ เช่น ชั้นวางหนังสือ โต๊ะทำงานหรือตู้เก็บของในครัวได้ ประการที่สอง m-PFAL ของบริษัทจะต้องกินไฟน้อย (น้อยกว่า 100 วัตต์) และไม่เป็นภาระค่าไฟฟ้าแก่ผู้ใช้สูงจนเกินไป ประการที่ 3 m-PFAL ของบริษัทต้องมีระบบควบคุมสภาพแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพสูงโดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่และกินไฟมาก นอกจากนี้ระบบ m-PFAL ที่จะพัฒนาขึ้นจะมีการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ การเปิด-ปิด และกำหนดเงื่อนไขการทำงานของ บัมเปอร์, พัดลม, ไฟLEDแสงสว่าง สามารถสังเกตการณ์ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้แบบ real-time ผ่าน smartphone และมีฐานข้อมูลสำหรับโปรแกรมการปลูกพืชแต่ละชนิด เหมือนกันกับบริษัทอื่น



ภาพที่ 3 ลักษณะของเฟอร์นิเจอร์ที่มีระบบ m-PFAL ฝังตัวอยู่ที่บริษัท U-Healthy ต้องการจะพัฒนาขึ้น (เป็นเพียงภาพประกอบเพื่อให้เข้าใจแนวคิดเท่านั้น เฟอร์นิเจอร์ของจริงอาจมีรูปลักษณ์แตกต่างไปจากนี้)

สิ่งที่ต้องการพัฒนา

งานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนา m-PFAL ที่มีคุณสมบัติตามที่กล่าวไป โดยในเบื้องต้นจะใช้ระบบแบบกึ่งปิดซึ่งมีต้นทุนต่ำ แต่ความท้าทายสำคัญของระบบกึ่งปิดคือหากปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกไม่เหมาะสม ต้นพืชที่อยู่ข้างในระบบปลูกก็อาจไม่สามารถเติบโตได้ หนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชคือแรงดึงระเหยน้ำในบรรยากาศ (Vapor Pressure Deficit) ซึ่งเป็นดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับการเปิดปิดของปาก

ใบพืช ค่า VPD ที่สูงเกินไปจะทำให้ปากใบปิด พืชจะหยุดการสังเคราะห์แสงและดูดซึมน้ำอาหาร ในขณะที่ค่า VPD ที่ต่ำเกินไปจะยับยั้งการคายน้ำและการดูดซึมน้ำอาหารของพืช ทั้งนี้มีรายงานว่าค่า VPD ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชอยู่ประมาณ 0.85-1.0 kPa ซึ่งเป็นช่วงที่ทำให้ปากใบเปิดและพืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุด ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการนำเทคโนโลยีควบคุมค่า VPD มาใช้ในการปรับสภาพแวดล้อมในระบบโรงงานผลิตพืช งานวิจัยครั้งนี้จึงต้องการพัฒนาระบบควบคุมค่า VPD สำหรับระบบโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กแบบกึ่งปิด เพื่อให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีแม้ว่าระบบจะถูกวางอยู่ในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชก็ตาม

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะเฉพาะของระบบ m-PFAL ที่มีอยู่ในท้องตลาดและที่บริษัท U-Healthy ต้องการจะพัฒนาขึ้น

	ลักษณะเฉพาะ		
	m-PFAL ของบริษัท Intel Agro	m-PFAL ของบริษัท Civic Media	m-PFAL ที่บริษัท U-Healthy ต้องการจะพัฒนาขึ้น
1	ใช้ปลูกพืชได้เพียงอย่างเดียว	ใช้ปลูกพืชได้เพียงอย่างเดียว	ใช้ปลูกพืชและทำหน้าที่เป็นเฟอร์นิเจอร์ได้ด้วย
2	กินไฟมากกว่า 200 วัตต์ต่อหนึ่งตู้	กินไฟ 75 วัตต์ต่อหนึ่งตู้	กินไฟน้อยกว่า 100 วัตต์ต่อหนึ่งตู้
3	มีทั้งแบบระบบปิดและระบบกึ่งปิด	เป็นระบบเปิดเท่านั้น	เป็นระบบกึ่งปิดเท่านั้น

4	ไม่มีระบบควบคุม VPD	ไม่มีระบบควบคุม VPD	มีระบบควบคุม VPD
5	มีแอปพลิเคชันควบคุมและสังเกตการณ์ผ่านมือถือ	มีแอปพลิเคชันควบคุมและสังเกตการณ์ผ่านมือถือ	มีแอปพลิเคชันควบคุมและสังเกตการณ์ผ่านมือถือ

ระบบควบคุมค่า VPD ต้นทุนต่ำที่จะพัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ 1. ไมโครคอนโทรเลอร์ 2. พัดลม 3. เครื่องพ่นไอน้ำ 4. เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ ในการทำงานเซ็นเซอร์จะวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นเพื่อคำนวณค่า VPD ทั้งนี้เมื่อค่า VPD สูงกว่าช่วงที่กำหนดไมโครคอนโทรเลอร์จะสั่งการให้เครื่องพ่นไอน้ำทำงานเพื่อเพิ่มความชื้นซึ่งจะส่งผลให้ค่า VPD ลดลงจนถึงค่าที่ตั้งไว้ ในกรณีที่ค่า VPD ต่ำกว่าที่กำหนด ไมโครคอนโทรเลอร์จะสั่งให้พัดลมจะหมุนเร็วขึ้นเพื่อพยายามระบายความชื้นออกจากระบบ การควบคุม VPD แบบนี้จะทำให้ปากใบพืชเปิด พืชมีการดูดซึมธาตุอาหารได้ดีรวมไปถึงมีการสังเคราะห์แสงได้ตลอดซึ่งจะส่งผลให้พืชโตเร็ว ไม่ว่าสภาพแวดล้อมภายนอกจะเป็นอย่างไรก็ตาม

9. หลักการ เหตุผลความจำเป็นและผลงานที่มีมาก่อน

โรงงานผลิตพืช (Plant Factory with Artificial Light หรือ PFAL) คือระบบปลูกพืชแบบปิดที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมตัวอย่างเช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและปุ๋ยอย่างเข้มงวด โรงงานผลิตพืชส่วนใหญ่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 16 ตารางเมตรและอาจใหญ่ได้ถึงระดับหลายร้อยตารางเมตร ระบบโรงงานผลิตพืชนั้นถูกใช้ประโยชน์ทั้งในเชิงพาณิชย์และในงานวิจัย ต่อมามีการพัฒนาระบบโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กสำหรับการใช้งานในครัวเรือนหรือตามร้านอาหารที่มีพื้นที่ไม่มาก เรียกว่า micro-PFAL หรือ m-PFAL โดยมีปริมาตรของระบบอยู่ระหว่าง 0.03-2 ลูกบาศก์เมตร ลักษณะเฉพาะที่สำคัญของ m-PFAL คือ 1. ใช้ระบบปลูกพืชแบบไร้ดิน 2. พืชได้รับแสงเทียมจากหลอดไฟ LED 3. มีการออกแบบระบบที่สวยงามเพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับสถานที่ 4. ใช้งานและดูแลรักษาง่าย 5. ไม่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืช 6. ช่วงแสง อุณหภูมิ การให้น้ำและปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นๆในระบบต้องถูกควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติหรือด้วยคน (Takagaki et al., 2016)

ในปัจจุบันมีบริษัทที่ทำ m-PFAL วางขายในประเทศไทยแล้วโดยมีลักษณะเป็นตู้ขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นมาเพื่อการปลูกพืชเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 1 และ 2) ดังนั้นกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นเป้าหมายของ m-PFAL ลักษณะนี้คือผู้ที่สนใจการปลูกพืชในร่มเพื่อการบริโภคอย่างจริงจังเท่านั้น มองในอีกมุมหนึ่งก็น่าจะมีผู้บริโภคที่อาจไม่ต้องการตู้ปลูกผักขนาดใหญ่ซึ่งจะก่อให้เกิดภาระเรื่องค่าไฟ แต่สนใจการปลูกพืชในร่มเพื่อสร้างบรรยากาศภายในบ้านให้มีสีเขียวและในขณะเดียวกันก็ต้องการเพอร์นิเจอร์เพื่อการใช้สอย เช่น การเก็บของและการวางเครื่องใช้ด้วย บริษัท U-Healthy จึงสนใจจะพัฒนาเพอร์นิเจอร์ที่มีตู้ปลูกผักขนาดเล็กติดตั้งอยู่เพื่อตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มหลังนี้ซึ่งน่าจะเป็นกลุ่มที่มีขนาดใหญ่กว่ากลุ่มแรก

หนึ่งในลักษณะพิเศษของระบบ m-PFAL ที่บริษัท U-Healthy จะพัฒนาขึ้นคือระบบควบคุมค่า VPD ซึ่งตามปกติแล้วมีการใช้เพื่อควบคุมการเปิดของปากใบของพืชที่ปลูกในโรงเรือน ระบบนี้มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในโรงเรือนปลูกพืช เช่น มะเขือเทศ ของประเทศญี่ปุ่น (Lu et al., 2015) ค่า VPD นั้นส่งผลอย่างชัดเจนต่อค่าการนำไหลของปากใบ (Sakhonwasee et al., 2017) โดยเมื่อค่าต่ำการคายน้ำของพืชจะลดลง และทำให้การดูดซึมน้ำธาตุอาหารจากวัสดุปลูกหรือสารละลายลดลงด้วย แต่หากค่าสูงเกินไปปากใบจะปิดทำให้อัตราสังเคราะห์แสงลดต่ำลงและยับยั้งการดูดซึมน้ำธาตุอาหารด้วย มีรายงานว่าค่า VPD ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชโดยทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 0.5-1.0 kPa (Lu et al., 2015; Zhang et al., 2015; Niu et al., 2016) การปรับค่า VPD ในระบบปลูกนั้นสามารถทำได้สองทาง ทางแรกคือการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิซึ่งในระบบปลูกจริงทำได้ยากและมีต้นทุนสูง ทางที่สองคือการเปลี่ยนแปลงความชื้นซึ่งนิยมใช้กันมากที่สุดเนื่องจากทำได้ง่ายและมีต้นทุนต่ำ อย่างไรก็ตามการเพิ่มความชื้นในระบบปลูกก็อาจเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคที่มาจากเชื้อราเช่นกัน งานวิจัยนี้จึงจะทำการทดสอบการควบคุมค่า VPD ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด โดยใช้การตั้งโปรแกรมผ่านทาง microcontroller เพื่อให้ได้ระบบปลูกพืชขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพสูงและเหมาะสำหรับการใช้งานในครัวเรือน

จากการสืบค้นสิทธิบัตรพบว่าสิทธิบัตรเกี่ยวกับการควบคุมค่า VPD สำหรับการปลูกพืชอยู่สองรายการ อันแรกเป็นสิทธิบัตรของสหรัฐอเมริกาหมายเลข US4856227A เป็นระบบคำนวณค่า VPD สำหรับการตัดสินใจให้น้ำในโรงเรือนปลูกพืช ซึ่งออกเมื่อปี ค.ศ. 1989 อันที่สองเป็นของสหภาพยุโรปหมายเลข EP0352031A1 เป็นระบบปิดสำหรับการเพาะเมล็ดและปลูกพืชที่มีระบบระบายอากาศสามารถปรับความเร็วของพัดลมได้ มีระบบพ่นน้ำฝอยภายในเพื่อเพิ่มความชื้น ออกเมื่อปี ค.ศ. 1992 ไม่พบสิทธิบัตรที่ใกล้เคียงกันในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง (เฉพาะส่วนของหัวข้อที่ 9)

- Takagaki M., Hara H., Kozai T. (2016). Chapter 5: Micro- and Mini-PFALs for Improving the Quality of Life. In “Plant Factory: An indoor vertical farming system for efficient quality food production” (ed. by Kozai, T., Niu, G., and Takagaki, M.), Ed. 1. Academic Press, Elsevier. p 3-5.
- Lu Na, Nukaya Tsunaki, Kamimura Taichi, Zhang Dalong, Kurimoto Ikusaburo, Takagaki Michiko, Maruo Toru, Kozai Toyoki, Yamori Wataru (2015) Control of vapor pressure deficit (VPD) in greenhouse enhanced tomato growth and productivity during the winter season. Scientia Horticulturae, 197, 17-23.
- Niu G, Kozai T, Sabeh N (2016). Chapter 8: Physical Environmental Factors and Their Properties. In “Plant Factory: An indoor vertical farming system for efficient quality food

production” (ed. by Kozai, T., Niu, G., and Takagaki, M.), Ed. 1. Academic Press, Elsevier. p 129-140.

- Sakonwasee S, Thummachai K, Nimnoi N (2017) Influences of LED light quality and intensity on stomatal behavior of three petunia cultivars grown in a semi-closed system. Environ. Control Biol. 55(2): 93-103.

- Zhang Dalong, Zhang Zhongdian, Li Jianming, Chang Yibo, Du Qingjie, Pan Tonghua, Aroca Ricardo (2015) Regulation of Vapor Pressure Deficit by Greenhouse Micro-Fog Systems Improved Growth and Productivity of Tomato via Enhancing Photosynthesis during Summer Season. PLOS ONE, 10, e0133919

10. วิธีดำเนินการวิจัย และแผนการดำเนินงานวิจัย

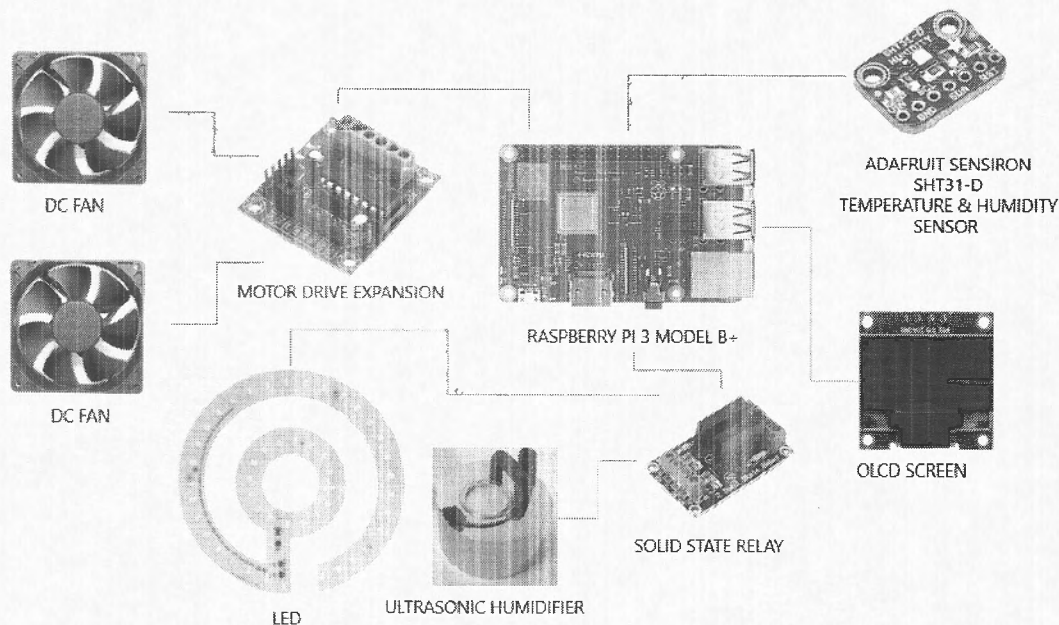
โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาระบบควบคุมแรงดันน้ำในอากาศเพื่อระบบปลูกพืชแบบ m-PFAL ที่ติดตั้งอยู่ในเฟอร์นิเจอร์

กิจกรรมที่ 1.1. การสร้างตู้ทดสอบการควบคุมค่า VPD

ในขั้นแรกจะดำเนินการสร้างชั้นปลูกพืชซึ่งประกอบไปด้วยช่องปลูกพืชแบบ m-PFAL ทั้งหมด 4 ช่องซึ่งแยกออกจากกันอย่างอิสระ แต่ละช่องมีขนาด $0.5 \times 0.5 \times 0.5$ เมตร ทั้งสี่ช่องนี้จะถูกใช้เพื่อการทดสอบเงื่อนไขของโปรแกรมแบบต่างๆที่จะใช้ในการควบคุม VPD ใน m-PFAL ทั้งสี่ช่องจะมีเซ็นเซอร์สำหรับการวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยข้อมูลทั้งหมดจะเก็บรวบรวมอยู่ใน Data Logger และมีหน้าจอซึ่งสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นในแต่ละช่องปลูกได้ตามเวลาจริง (Real-Time) ทั้งสี่ช่องมีการติดตั้งหลอดไฟ LED ให้แสงที่ความเข้ม 150 PPFD ทุกช่องมีการติดตั้งพัดลมเล็กขนาดกำลังไฟประมาณ 0.4 A สองตัว ตัวแรกเป่าลมจากภายนอกเข้าด้านใน ตัวที่สองเป่าลมจากภายในออกสู่ด้านนอก ในสามช่องปลูกมีการติดตั้งตัวทำหมอกแบบ Ultrasonic สำหรับเพิ่มความชื้นภายในช่องปลูก ในส่วนของระบบปลูกพืชจะทำการปลูกพืชในสารละลายแบบน้ำนิ่ง โดยใช้ธาตุความจุ 5 ลิตรสำหรับใส่สารละลายปุ๋ย

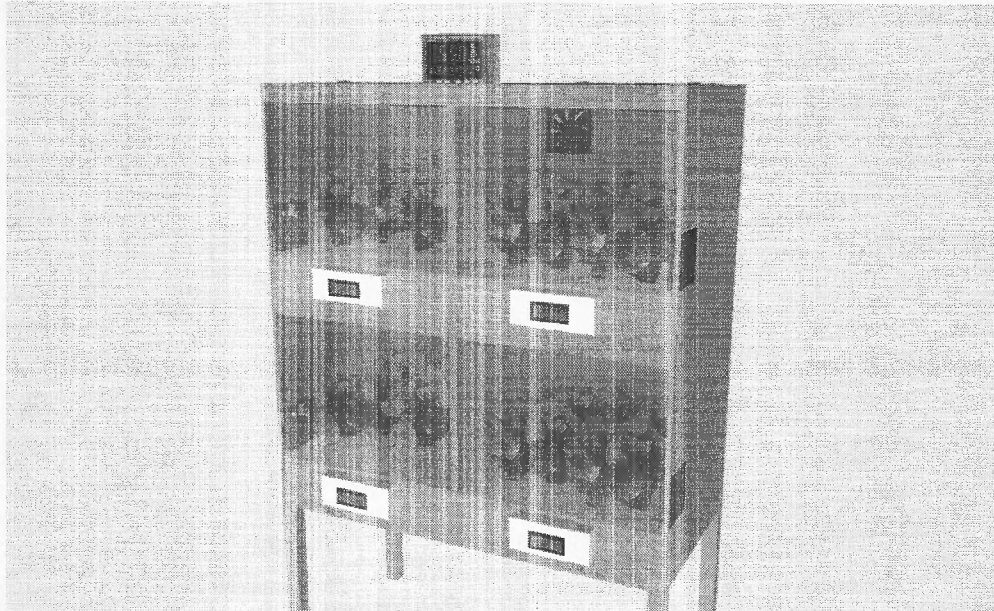
การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละช่องปลูกจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) 1 ตัว (Raspberry Pi) ซึ่งถูกเขียนโปรแกรมให้ทำงานแตกต่างกันเพื่อทดสอบเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุด ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดไฟและค่า VPD ในช่องปลูก ระบบควบคุมค่า VPD ที่จะพัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ 1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2. พัดลม 3. เครื่องพ่นไอน้ำ 4. เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ ในการทำงานเซ็นเซอร์จะวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นเพื่อคำนวณค่า VPD ทั้งนี้เมื่อค่า VPD สูงกว่าช่วงที่กำหนดไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้เครื่องพ่นไอน้ำทำงาน

เพื่อเพิ่มความชื้นซึ่งจะส่งผลให้ค่า VPD ลดลงจนถึงค่าที่ตั้งไว้ในกรณีที่ค่า VPD ต่ำกว่าที่กำหนด ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้พัดลมจะหมุนเร็วขึ้นเพื่อพยายามระบายความชื้นออกจากระบบ นอกจากนี้ยังมีการกำหนดเงื่อนไขของการพ่นหมอกให้ทำงานต่อเนื่องครั้งละไม่เกิน 10 นาทีและต้องพัก 20 นาทีก่อนที่จะสามารถทำงานครั้งต่อไปได้ เนื่องจากการทำงานเป็นเวลาดิถีกันนานอาจทำให้เครื่องร้อนมากเกินไปและมีอายุการใช้งานสั้น



ภาพที่ 4 แสดงแนวคิดการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ต่างๆที่เป็นองค์ประกอบของระบบควบคุมค่า VPD ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของอุปกรณ์ทั้งหมด การทำงานของพัดลมและตัวพ่นหมอกแบบ Ultrasonic จะขึ้นอยู่กับค่า VPD ส่วนไฟแอลอีดีจะทำงานตามเวลา คุณสมบัติของอุปกรณ์ทั้งหมดมีรายละเอียดอยู่ในส่วนของภาคผนวก (เป็นเพียงการคาดการณ์เท่านั้น ในการทำงานจริงรายละเอียดอุปกรณ์อาจมีการปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสม)

เมื่อประกอบตู้ทดสอบเสร็จแล้วจะทำการทดลองตั้งค่า VPD ในแต่ละช่องปลูกและทำการเก็บข้อมูลต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ ว่าระบบทำงานได้ตามที่คาดหรือไม่ ช่วงเวลานี้อาจต้องมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ตามความเหมาะสม



ภาพที่ 5 ลักษณะของตู้ทดสอบการควบคุมค่า VPD ที่ต้องการจะสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัย ตู้นี้จะเป็นครุภัณฑ์ที่เสนอขอจัดทำในโครงการนี้ (เป็นเพียงการคาดการณ์ รูปแบบของตู้ที่ใช้จริงอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม)

กิจกรรมที่ 1.2. การทดสอบปลูกพืชใน m-PFAL ที่มีการควบคุมค่า VPD

เมื่อตู้ทดสอบพร้อมจะเริ่มดำเนินการทดลองปลูกพืช โดยในครั้งแรกจะทดลองปลูกต้นผักกาดหอม ก่อน ใช้แสงเทียมจากหลอด LED ที่มีค่าอุณหภูมิแสง 6500 K ความเข้มแสง 150 PPFD บူးที่ใช้เป็นสูตร Modified Hoagland (Epstien and Bloom, 2005) ค่า EC ประมาณ 2 mS ค่าความเป็นกรดต่างประมาณ 5.8 โดยจะทำการทดลอง 4 ดำรับโดยมีการผันแปรค่า VPD ค่าที่กำหนดในแต่ละดำรับยึดเอาค่า VPD ที่แนะนำสำหรับการปลูกพืชจากการตรวจเอกสารเป็นหลัก (Lu et al., 2015; Zhang et al., 2015; Niu et al., 2016) ดำรับที่ 1 ไม่เปิดพัดลม ไม่มีการควบคุมค่า VPD ดำรับที่ 2 ควบคุมค่า VPD 0.7-1 kPa ดำรับที่ 3 ควบคุมค่า VPD 1-1.2 KPa ดำรับที่ 4 เปิดพัดลมตลอดเวลา ไม่มีการควบคุมค่า VPD ทั้งนี้การคำนวณค่า VPD เป็นไปตามสมการดังนี้

$$VPD_{Air} = e^{oT_{Air}} (1 - ((\%Relative\ Humidity\ of\ air)/100))$$

โดย
$$e^{oT_{Air}} = 0.61083 \times 10^{(7.6448T/242.62 + T)}$$

- ค่า T มีหน่วยเป็น Celsius
- ค่า VPD_{Air} ที่คำนวณได้มีหน่วยเป็น kPa

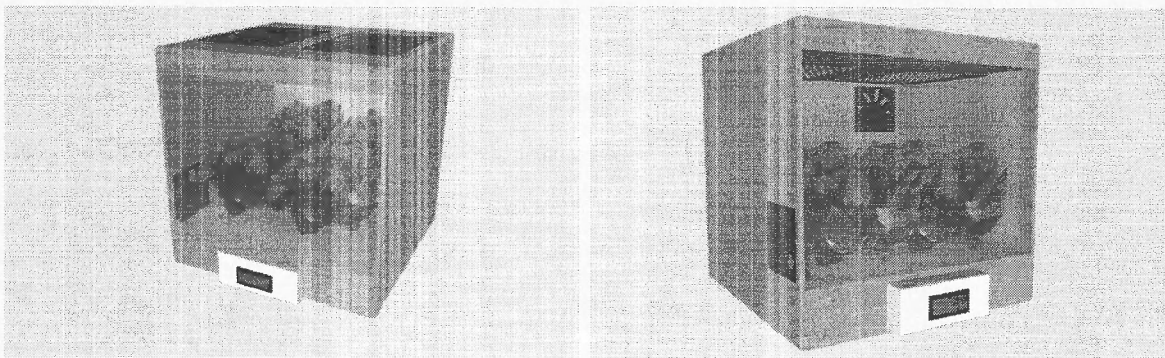
ทำการทดลองเป็นเวลา 1 เดือน เก็บข้อมูลปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับการพ่นหมอก ความสูง ลักษณะต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง

กิจกรรมที่ 1.3. การปรับปรุงระบบและทดสอบในพีชชนิดอื่นๆ

ข้อมูลจากกิจกรรมที่ 2 จะถูกนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบในภาพรวม โดยมีความเป็นไปได้สูงที่อาจจะต้องมีการปรับปรุงเงื่อนไขบางอย่างในการทำงานของพัดลมและตัวทำหมอก หรืออาจต้องมีการเพิ่มอุปกรณ์บางอย่างเข้าไปในระบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลการทดลองในกิจกรรมที่ 2 เมื่อทำการปรับปรุงแล้วจะทำการทดสอบในผักกาดหอมซ้ำอีกครั้งและในต้นพืชอีก 1 ชนิด จะทำการทดลองรอบละ 1 เดือนและเก็บข้อมูลเหมือนกับในกิจกรรมที่ 2

กิจกรรมที่ 1.4. การทดสอบในสถานที่ใช้งานจริงและเปรียบเทียบกับบริษัทคู่แข่ง

จะทำการสร้าง m-PFAL ขนาดเล็ก 3 กล่อง เพื่อทดสอบนำไปวางในสำนักงานส่วนที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ และ ในบ้านที่มีคนพักอาศัยอีก 2 แห่ง โดยจะทำการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของแต่ละสถานที่ด้วย ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 1 เดือนและเก็บข้อมูลเหมือนกับในกิจกรรมที่ 2 ทั้งนี้จะนำระบบของคู่แข่งจำนวน 1 ระบบมาทำการทดสอบควบคู่กันไปด้วย



ภาพที่ 6 ตู้เล็กที่จะจัดทำขึ้นเพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุม VPD ในสภาพปลูกจริง เปรียบเทียบกับระบบปลูกขนาดเล็กที่มีขายในประเทศไทย ตู้นี้ไม่ได้จัดว่าเป็นครุภัณฑ์เนื่องจากทำขึ้นจากวัสดุเบาและใช้อุปกรณ์ที่มีราคาถูกเป็นหลัก โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในกิจกรรมที่ 4 เท่านั้น

กิจกรรมที่ 1.5. การออกแบบเฟอร์นิเจอร์สำหรับติดตั้งระบบ m-PFAL

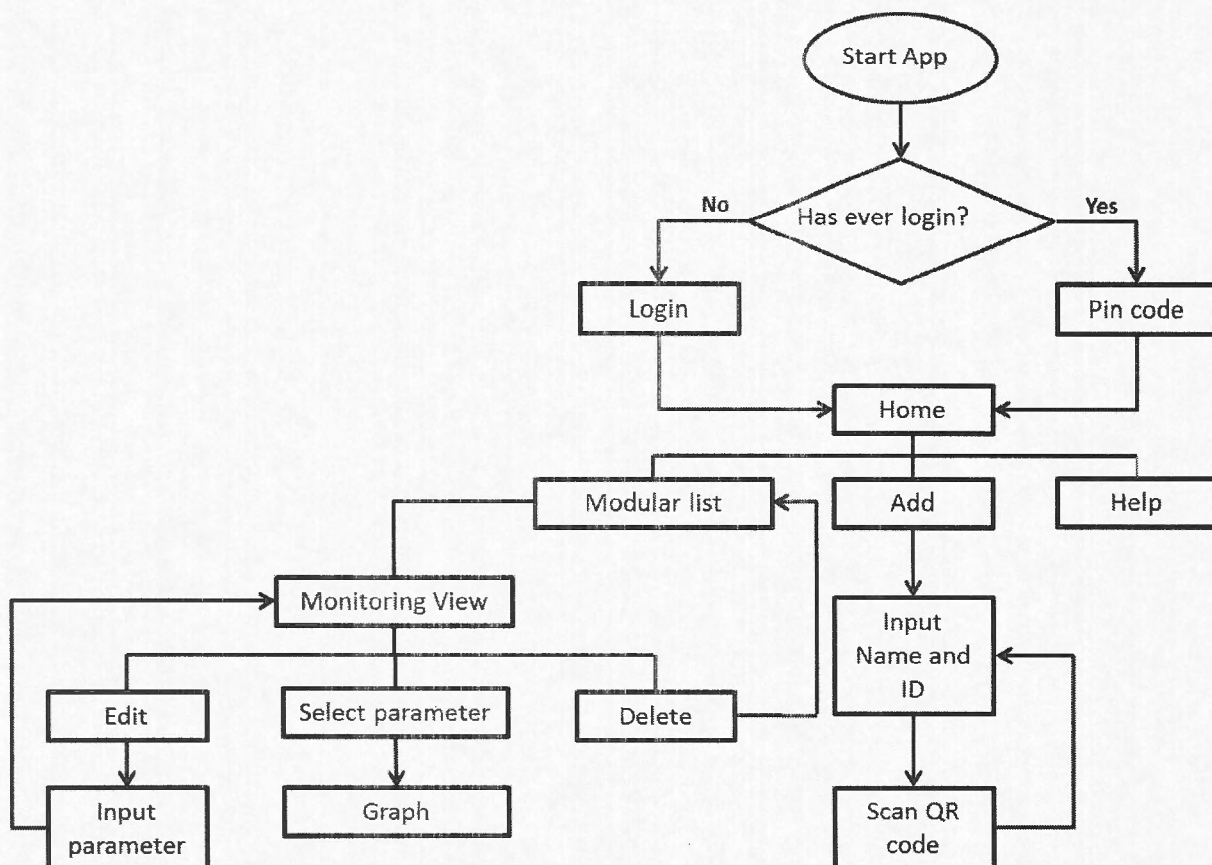
กระบวนการออกแบบเฟอร์นิเจอร์จะดำเนินการควบคู่ไปกับงานทดลองในกิจกรรมที่ 3 และ 4 เพื่อให้ได้เฟอร์นิเจอร์ที่มีโครงสร้างสอดคล้องกับขนาดและการจัดวางอุปกรณ์ของ m-PFAL ตามแนวคิดที่ได้นำเสนอไปแล้วในภาพที่ 3 ในส่วนนี้จะใช้งบประมาณ In Kind ของบริษัทในการสร้างเฟอร์นิเจอร์ต้นแบบ

โครงการย่อยที่ 2 การสร้างแอปพลิเคชันเพื่อการควบคุมและสังเกตการณ์ระบบปลูก m-PFAL บนสมาร์ตโฟนและการทดสอบใช้งาน

กิจกรรมที่ 2.1. ทำการออกแบบแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้บนสมาร์ตโฟน

แอปพลิเคชันนี้จะสามารถควบคุมการทำงานของ พัดลม แสง และเครื่องทำหมอกได้ อีกทั้งยังสามารถสังเกตการณ์ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นและค่าแรงดันน้ำในอากาศภายในระบบปลูกได้ด้วย

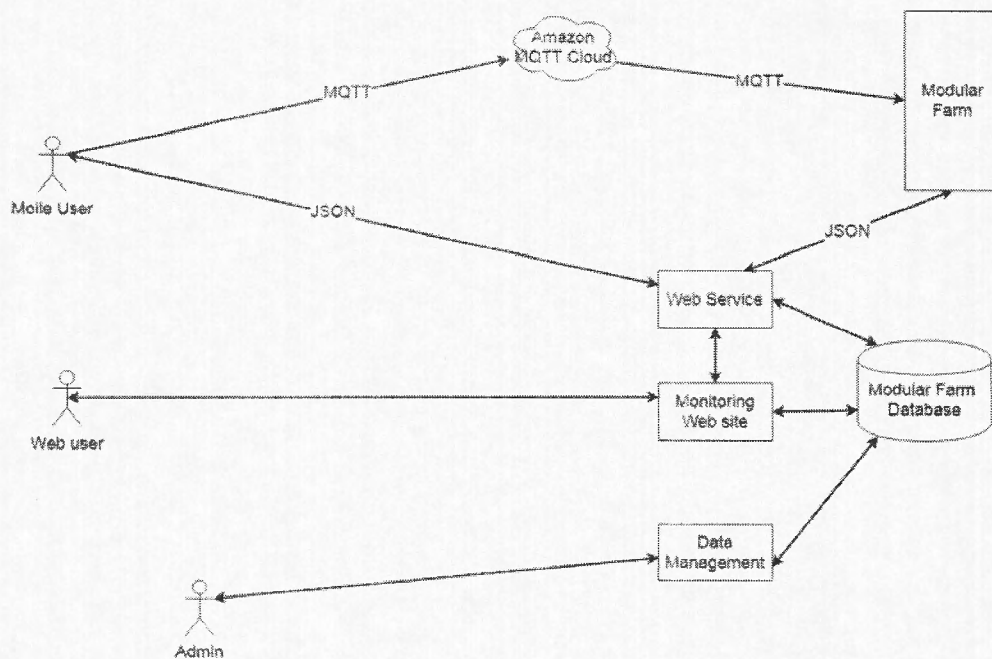
แอปพลิเคชันสำหรับการแสดงผลค่าปัจจัยใน m-PFAL สำหรับโครงการนี้ จะถูกพัฒนาขึ้นใน รูปแบบของโมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) ระบบจะต้องสามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์ Smart mobile devices ระบบปฏิบัติการ Android และ ios โดยแอปพลิเคชันทั้งสองรูปแบบทำหน้าที่มอนิเตอร์และป้อนค่าพารามิเตอร์เพื่อการควบคุมการทำงานของ m-PFAL ผ่านระบบเน็ตเวิร์ค โดยภาพที่ 7 แสดงไดอะแกรมการทำงานของ Application workflow



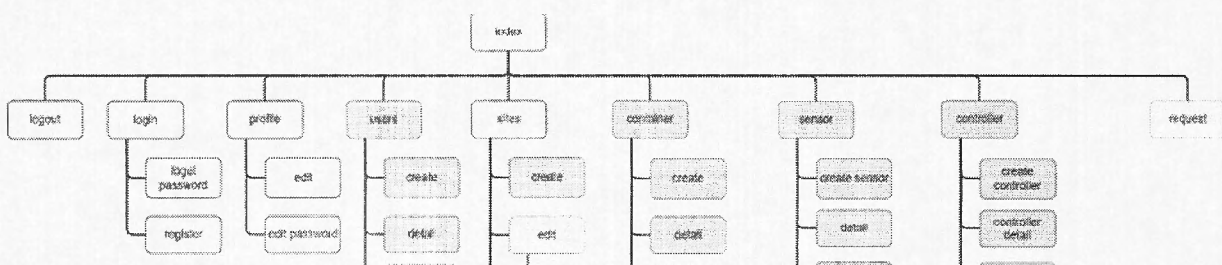
ภาพที่ 7. ไดอะแกรมการทำงานของ Application workflow อุปกรณ์ m-PFAL

แรงดึงระเหยน้ำของอากาศ (Vapor Pressure Deficit of air) หรือ VPD เป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการเปิด/ปิดของปากใบพืช โดย ในสถานะที่อุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำ VPD จะมีค่าสูง ซึ่งอาจส่งผลให้ปากใบปิดและพืชหยุดการสังเคราะห์แสง แอปพลิเคชันที่จะพัฒนาขึ้นจะสามารถควบคุมค่า VPD ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับ การเจริญเติบโตของพืช (ประมาณ 0.85 kPa) โดยใช้วิธีการพ่นหมอก เพื่อควบคุมให้ปากใบ พืชเปิดและสามารถสังเคราะห์แสงได้ในช่วงเวลาที่ยาวนานกว่าเดิม โดยตัวระบบมีเซ็นเซอร์ที่สามารถประมวลผลและคำนวณค่า VPD ของอากาศได้แบบ real-time และระบบสามารถ ตัดสินใจพ่นหมอกโดยใช้หัวพ่นหมอกที่ติดตั้งกระจายอยู่ในระบบปลูกเพื่อปรับค่า VPD ให้อยู่ในช่วง 0.7-1.0 kPa

แอปพลิเคชันจะทำงานร่วมกับ m-PFAL ผ่านการส่งข้อมูลแบบ JSON โดยใช้การสื่อสารข้อมูลแบบ HTTP และ MQTT เพื่อควบคุมการทำงาน เก็บข้อมูลและแสดงผลของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ โดยเว็บไซต์จะประกอบด้วย 3 การทำงานหลักได้แก่ ส่วนแสดงผล และ ส่วนควบคุม มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

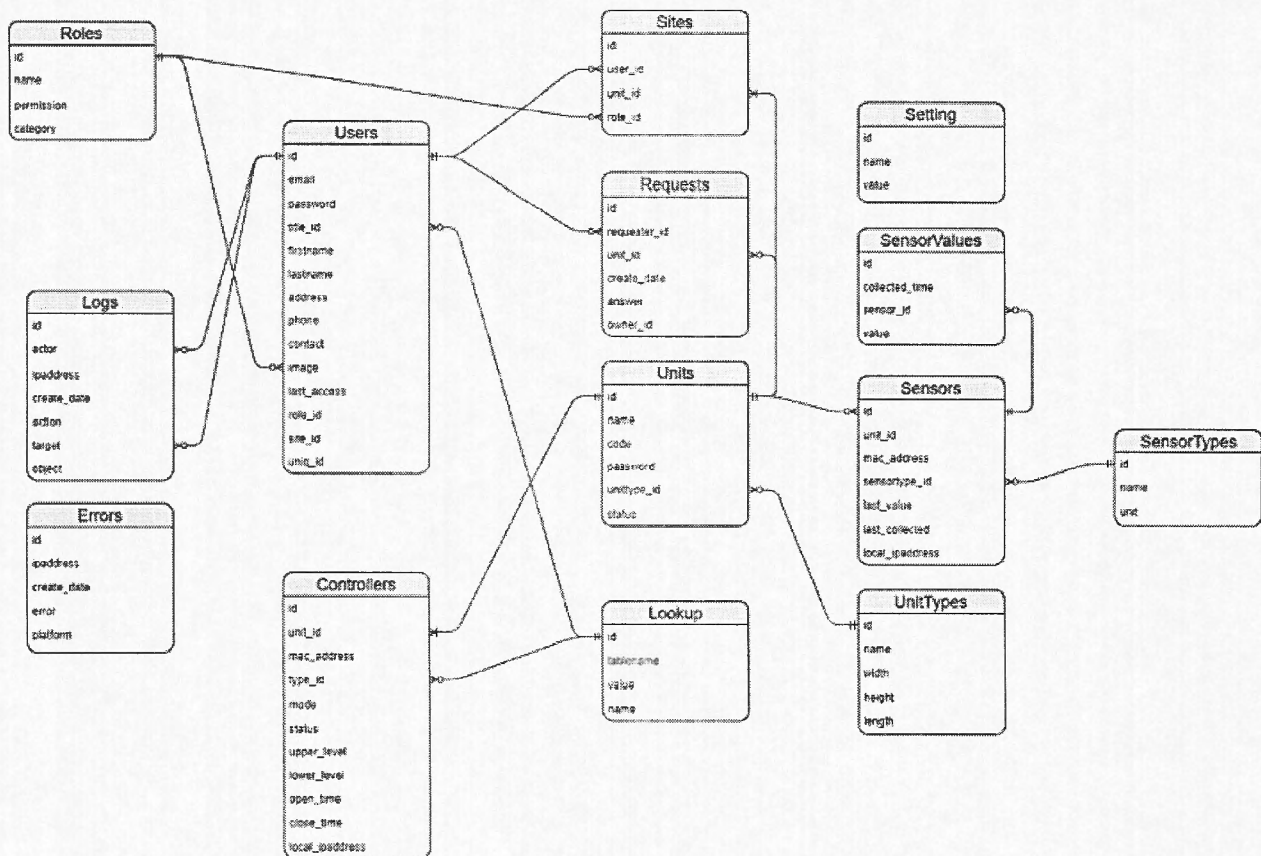


ภาพที่ 8. โครงสร้างการทำงานของ m-PFAL software



ภาพที่ 9. แผนผังเว็บไซต์ (sitemap) แสดงโครงสร้างของเว็บไซต์

ภาพที่ 9. แผนผังเว็บไซต์ (sitemap) แสดงโครงสร้างของเว็บไซต์



ภาพที่ 10. ERD แผนผังความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลของเว็บไซต์

ภาพที่ 10. ERD แผนผังความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลของเว็บไซต์

กิจกรรมที่ 2.2. การสร้างต้นแบบ m-PFAL application และทดสอบใช้งานจริง

ทำการดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอน	รายละเอียด
1. วิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงาน	ทำการกำหนดฟังก์ชันการทำงาน และคุณลักษณะของ application ให้สามารถทำงานร่วมกับระบบ m-PFAL ได้
2. ออกแบบ application	ทำการออกแบบ UI (User Interface) และโครงสร้าง application ให้เหมาะสมกับฟังก์ชันการทำงานและสามารถดึงดูดความสนใจจากผู้ใช้งานได้
3. พัฒนา application	ทำการพัฒนา application เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมอนิเตอร์และควบคุมระบบ m-PFAL ผ่านเน็ตเวิร์ค
4. ทดสอบการทำงาน	ทำการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของ Application พร้อมกับการทดลองปลูกพืชจริงในตู้ปลูกต้นแบบ
5. ประเมินและสรุปผล	นำผลการดำเนินงานของทุกขั้นตอนมาประเมินร่วมกัน เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนา application และวัตถุประสงค์ของโครงการ

เอกสารอ้างอิง (เฉพาะส่วนของหัวข้อที่ 10)

- Epstein, E., Bloom, A.J. (2005). Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. Second edition. Sinauer associates
- Lu Na, Nukaya Tsunaki, Kamimura Taichi, Zhang Dalong, Kurimoto Ikusaburo, Takagaki Michiko, Maruo Toru, Kozai Toyoki, Yamori Wataru (2015) Control of vapor pressure deficit (VPD) in greenhouse enhanced tomato growth and productivity during the winter season. Scientia Horticulturae, 197, 17-23.
- Niu G, Kozai T, Sabeh N (2016). Chapter 8: Physical Environmental Factors and Their Properties. In “Plant Factory: An indoor vertical farming system for efficient quality food

production” (ed. by Kozai, T., Niu, G., and Takagaki, M.), Ed. 1. Academic Press, Elsevier. p 129-140.

- Zhang Dalong, Zhang Zhongdian, Li Jianming, Chang Yibo, Du Qingjie, Pan Tonghua, Aroca Ricardo (2015) Regulation of Vapor Pressure Deficit by Greenhouse Micro-Fog Systems Improved Growth and Productivity of Tomato via Enhancing Photosynthesis during Summer Season. PLOS ONE, 10, e0133919

10.1 แผนการดำเนินงานวิจัย (แผนปฏิบัติงาน/กิจกรรมในแต่ละช่วงระยะเวลาของโครงการ นำเสนอ ในลักษณะ Gantt Chart)

ตารางแผนงานวิจัย

โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาระบบควบคุมแรงดันน้ำในอากาศเพื่อระบบปลูกพืชแบบ m-PFAL ที่ติดตั้งอยู่ในเฟอร์นิเจอร์

กิจกรรม	ปีที่ 1						ผู้รับผิดชอบ
	เดือนที่	เดือนที่	เดือนที่	เดือนที่	เดือนที่	เดือนที่	
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
กิจกรรมที่ 1: การสร้างตู้ ทดสอบระบบ VPD	↔						ผศ. ดร. สิริวัฒน์ สาครวาสี
กิจกรรมที่ 2: การทดสอบ ปลุกพีชในฯ		↔					
กิจกรรมที่ 3: การปรับปรุง ระบบและฯ			↔				
กิจกรรมที่ 5: การทดสอบใน สถานที่ใช้ฯ				↔			
กิจกรรมที่ 6: การออกแบบ เฟอร์นิเจอร์ฯ					↔		

โครงการย่อยที่ 2 การสร้างแอปพลิเคชันเพื่อการควบคุมและสังเกตการณ์ระบบปลูก m-PFAL บนสมาร์ตโฟนและการทดสอบใช้งาน

กิจกรรม	ปีที่ 1						ผู้รับผิดชอบ
	เดือนที่	เดือนที่	เดือนที่	เดือนที่	เดือนที่	เดือนที่	
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
กิจกรรมที่ 1: วิเคราะห์ฟังก์ชัน การทำงาน	←→						ผศ. ดร. โชติพงศ์ กาญจนประโชติ
กิจกรรมที่ 2: ออกแบบ application		←→					
กิจกรรมที่ 3: พัฒนา application			←→				
กิจกรรมที่ 4: ทดสอบการ ทำงาน				←→			
กิจกรรมที่ 5: ประเมินและ สรุปผล					←→		

กิจกรรมที่จะดำเนินการ : บรรยายกิจกรรมต่างๆ ที่จะดำเนินการทดลอง ที่จะดำเนินการทดลอง ทดสอบหรือประดิษฐ์สร้างขึ้น โดยในแต่ละกิจกรรมจะต้องระบุเป้าหมายและวิธีทำโดยละเอียด

ตารางเวลาของกิจกรรม : ให้จัดทำตารางสรุปแสดงกิจกรรมต่างๆ ที่เสนอว่าจะดำเนินการพร้อมระบุ เวลาที่ต้องใช้ของแต่ละกิจกรรม นับตั้งแต่เริ่มโครงการ จนถึงสิ้นสุดโครงการ

ตารางผลงานในแต่ละช่วงเวลา

ปีที่	เดือนที่	ผลงานที่คาดว่าจะสำเร็จ
1	1-3	- ศึกษาค้นคว้าข้อมูล VPD - ฟังก์ชันการทำงาน และคุณลักษณะของ application ให้สามารถทำงานร่วมกับระบบ m-PFAL ได้
	3-5	- ข้อมูลค่า VPD ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชในระบบ m-PFAL - User Interface และโครงสร้าง application
	5-6	- ข้อมูลเงื่อนไขในการทำงานของระบบควบคุม VPD
	7-8	- ข้อมูลการทดสอบใช้งานในสถานที่จริงเปรียบเทียบกับบริษัทคู่แข่ง - application เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมอนิเตอร์และควบคุมระบบ m-PFAL ผ่านเน็ตเวิร์ค
	8-12	- เฟอร์นิเจอร์ต้นแบบที่มีการติดตั้งระบบ m-PFAL ซึ่งมีการควบคุมค่า VPD - ผลการทำงานของ Application พร้อมทั้งผลการทดลองปลูกพืชจริง - รายงานบทวิเคราะห์การทำงานของ application m-PFAL และบทสรุป

11. ประโยชน์ที่จะได้รับจากผลงานวิจัย

ปีที่1

1. ได้ระบบควบคุมค่าแรงดึงระเหยนํ้าของอากาศในระบบโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กสำหรับการติดตั้งในเฟอร์นิเจอร์
2. ได้จดสิทธิบัตรระบบควบคุมค่า VPD ใน m-PFAL และต้นแบบเฟอร์นิเจอร์ที่มีระบบ m-PFAL ติดตั้ง

12. ผู้ที่จะได้ประโยชน์จากโครงการ

1. บริษัท U-Healthy สำหรับการนำไปติดตั้งในเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถปลูกพืชได้
2. เกษตรกรผู้ใช้โรงเรือนในการผลิตพืช เช่น มะเขือเทศ พริกหวาน และเมล่อน จะสามารถใช้และเป็นผู้ได้รับประโยชน์จากระบบนี้ด้วยในอนาคต

13. ประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ-สังคมและประโยชน์ที่ภาคเกษตรและเศรษฐกิจส่วนรวมจะได้รับทั้งระยะสั้นและระยะยาวตามความเป็นไปได้

- บริษัท U-Healthy มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายเฟอร์นิเจอร์ที่มีระบบ m-PFAL
- การใช้ระบบควบคุม VPD ในระบบ m-PFAL แบบกึ่งปิดทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น ส่งเสริมการทำฟาร์มในเขตเมือง ประชาชนได้บริโภคอาหารที่สดใหม่ไม่ต้องขนส่งมาจากที่ห่างไกล ทำให้มีพื้นที่สีเขียวในเมืองมากขึ้น
- เกษตรกรที่นำระบบไปใช้ในการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนผลิตพืชจะได้ผลผลิตที่มีคุณภาพมากกว่าเดิม ตัวอย่างเช่น ในกรณีของการผลิตมะเขือเทศในโรงเรือนซึ่งมักประสบปัญหาโรคผลกันเน่าในช่วงฤดูร้อน โรคนี้มีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารแคลเซียมไปเลี้ยงในส่วนผลไม่มีประสิทธิภาพ การควบคุมค่า VPD น่าจะสามารถบรรเทาปัญหานี้ลงได้ ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพมากกว่าเดิม

14. ผลตอบแทนและวิธีการแบ่งปันผลประโยชน์ด้านการเงินต่อสำนักงาน

ทรัพย์สินทางปัญญาที่ได้จากการวิจัยภายใต้โครงการ...โครงการพัฒนาระบบควบคุมแรงดึงระเหยนํ้าในอากาศสำหรับต้นแบบระบบโรงงานผลิตพืชขนาดเล็กติดตั้งในเฟอร์นิเจอร์.....ให้เป็นกรรมสิทธิ์ร่วมกันระหว่างสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) และ มหาวิทยาลัย...มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.... หากโครงการสามารถขยายผลสู่เชิงพาณิชย์ การจัดสรรผลประโยชน์ให้หักค่าใช้จ่ายค่าบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาร้อยละ 15 ของผลประโยชน์ในแต่ละงวดก่อนจัดสรรผลประโยชน์ระหว่างผู้ให้ทุนกับผู้รับทุนในสัดส่วน

50 : 50 (ตามระเบียบคณะ กรรมการบริหารสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร ว่าด้วยการรักษาสีทึบในทรัพย์สินทางปัญญาและการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากผลงานวิจัย พ.ศ. 2555)

15. ความร่วมมือกับสถาบันอื่น

- บริษัท U-Healthy สนับสนุนเฟอร์นิเจอร์และโครงสร้างของตู้ทดสอบการควบคุม VPD

16. ความชำนาญของคณะผู้วิจัยที่มีอยู่แล้วและที่ยังต้องพัฒนา

- ผศ. ดร. สิริวัฒน์ สาครวาสี

- มีความเชี่ยวชาญด้านระบบโรงงานผลิตพืช โดยเป็นผู้ประดิษฐ์ “ระบบโรงงานพืช” (สัดส่วนการประดิษฐ์ 100%) อนุสิทธิบัตร เลขที่ 13493

- ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโรงงานผลิตพืชตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติที่อยู่ในฐานข้อมูล Scopus

- Sakhonwasee S, Thummachai K, Nimnoi N (2017) Influences of LED light quality and intensity on stomatal behavior of three petunia cultivars grown in a semi-closed system. Environ. Control Biol. 55(2): 93-103.

- Phansurin W, Jamaree T, Sakhonwasee S (2017) Comparison of Growth, Development, and Photosynthesis of Petunia Grown Under White or Red-blue LED lights. Hortic. Sci. Technol. 35(6):689-699.

- ผศ. ดร. โชติพงศ์ กาญจนประโชติ

- มีความเชี่ยวชาญเรื่องระบบ IoT ในการบริหารจัดการระบบเกษตรอัจฉริยะ และเครื่องจักรเกษตร โดยมีผลงานวิจัยที่ได้ทำเสร็จสิ้นแล้ว อาทิเช่น การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดทางการเกษตรแบบไร้สาย สำหรับระบบเกษตรแม่นยำ, ระบบเพาะถั่วงอกปลอดสารพิษอัตโนมัติ แบบน้ำหมุนเวียนควบคุมด้วยชุดบอร์ด Arduino, ระบบให้น้ำต้นลำไยอัจฉริยะควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และการออกแบบระบบการควบแน่นใต้พื้นดินสำหรับระบบการให้น้ำอัตโนมัติ

17. อุปกรณ์ที่มีอยู่และสถานที่ที่ใช้ดำเนินการ

- สถานที่มีความพร้อม แต่อุปกรณ์บางอย่างต้องมีการสร้างขึ้นใหม่ตามที่ได้อธิบายไปแล้วในส่วนของวิธีการดำเนินงาน

18. งบประมาณ

แบบข้อเสนองบประมาณโครงการวิจัย สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

รายการ	ปีที่ 1	
	จำนวนเงิน (บาท)	
สวท.	U-Healthy (In Cash)	
1. ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยและเจ้าหน้าที่อื่น ๆ	420,000	0
<u>โครงการย่อยที่ 1</u>		
1.1 ผู้ช่วยวิจัย (วุฒิ ป.โท 1 คน 12 เดือน)	210,000	
<u>โครงการย่อยที่ 2</u>		
1.2 ผู้ช่วยวิจัย (วุฒิ ป.โท 1 คน 12 เดือน)	210,000	
2. ค่าตอบแทนคณะผู้วิจัย	192,000	0
คณะผู้วิจัย		
<u>โครงการย่อยที่ 1</u>		
1) ผศ. ดร. สิริวัฒน์ สาครวาสี (12 เดือน)	96,000	
<u>โครงการย่อยที่ 2</u>		
2) ผศ. ดร. โชติพงศ์ กาญจนประโชติ (12 เดือน)	96,000	
3. ค่าใช้สอย	193,000	193,000
<u>โครงการย่อยที่ 1</u>		
3.1 ค่าจ้างเหมาเขียนโปรแกรมควบคุมค่า VPD และระบบอื่นๆ	30,000	30,000
3.2 ค่าจ้างเหมาประกอบ m-PFAL ขนาด 0.5 x 0.5 x 0.5 เมตร จำนวน 3 ตู้ (ใช้ในกิจกรรมที่ 4)	36,500	36,500
<u>โครงการย่อยที่ 2</u>		
3.3 ค่าจ้างเหมาทำ Mobile Application อุปกรณ์ m-PFAL ระบบปฏิบัติการ Android และ ios	76,500	76,500
- Domain name และ Hosting ระยะเวลา 1 ปี		
- แสดงผลข้อมูลจาก		
• อุณหภูมิความชื้น		
• ความเข้มแสง		
• ค่า อุณหภูมิน้ำและค่า EC		
• ค่า VPD		
- ส่วนการป้อนข้อมูลเพื่อการตั้งค่าพารามิเตอร์ควบคุมการทำงาน		
- ควบคุมการเปิด ไฟแสงสว่างและระบบสร้างหมอก		
- ควบคุมระบบพัดลมปรับอากาศ		
3.4 ค่าจ้างเหมาติดตั้งระบบไฟฟ้า	25,000	25,000
3.5 ค่าจ้างเหมาติดตั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและ network	25,000	25,000

รายการ	ปีที่ 1 จำนวนเงิน (บาท)	
	สวก.	U-Healthy (In Cash)
4. ค่าวัสดุ	149,620	138,380
<u>โครงการย่อยที่ 1</u> 4.1 วัสดุสำหรับการปลูกพืชในระบบสารละลาย 4.2 วัสดุประกอบตู้ทดสอบใช้ในกิจกรรมที่ 4 ขนาด 0.5 x 0.5 x 0.5 เมตร จำนวน 3 ตู้ เช่น อะคริลิก สายไฟ ถาด พัดลมเล็ก และโฟม 4.3 วัสดุอุปกรณ์อื่นๆ เช่น แอลกอฮอล์ โฟมปลูก ถ้วยปลูก สายไฟ กาวและอื่นๆ <u>โครงการย่อยที่ 2</u> 4.1 วัสดุควบคุมการเปิด-ปิดไฟ (ควบคุมกระแสไฟฟ้าต้นทาง) จำนวน 1 จุด 4.2 วัสดุควบคุมการเปิด-ปิดพัดลมปรับอากาศภายใน (ควบคุมกระแสไฟฟ้าต้นทาง) จำนวน 1 จุด 4.3 IoT Gateway 4.4 วัสดุไฟฟ้าสำหรับตู้ต้นแบบ จำนวน 1 ตู้ 4.5 วัสดุอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหน่วยประมวลผลกลางและการรับส่งข้อมูลในย่านความถี่ 2.4 Ghz	24,000 40,000 25,000 10,000 15,000 15,000 5,000 15,620	24,000 40,000 25,000 10,000 15,000 15,000 5,000 4,380
5. ค่าครุภัณฑ์	185,753	0
<u>โครงการย่อยที่ 1</u> 5.1 ตู้ทดสอบการควบคุม VPD แบบ 4 ช่องปลูก แต่ละช่อง ขนาด 0.5 x 0.5 x 0.5 เมตร (ใช้ในกิจกรรมที่ 1 และ 2) มีคุณลักษณะดังนี้ - มี data logger และเซ็นเซอร์เก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นจำนวน 4 ชุด - มีหน้าจอจำนวน 1 จอ ที่สามารถดูข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นในช่องปลูกทั้งหมดได้ตามเวลาจริง (Real-Time) - แต่ละช่องปลูกติดตั้งระบบควบคุม VPD ซึ่งประกอบด้วย พัดลม 2 ตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ เครื่องทำหมอก ถาดปลูก และไฟแอลอีดี หมายเหตุ รูปแบบของตู้อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม <u>โครงการย่อยที่ 2</u> 5.2 เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น อากาศ จำนวน 1 ชุด 5.3 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มแสง จำนวน 1 ชุด 5.4 เซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณ EC และอุณหภูมิน้ำ 5.5 หลอดไฟแสงสว่างชนิด LED (ค่าอุณหภูมิสี 6500K และ 3700K) จำนวน 20 ชุด 5.6 ปั๊มน้ำสำหรับอุปกรณ์ระบบเพิ่มความชื้นในอากาศและระบบน้ำวน 5.7 อุปกรณ์ Ultrasonic ทำหมอกและหัวพ่นหมอกสำหรับเพิ่มความชื้นในอากาศ	140,000 5,000 5,000 10,000 5,000 5,000 15,753	

รายการ	ปีที่ 1	
	จำนวนเงิน (บาท)	
	สวก.	U-Healthy (In Cash)
6. ค่าบริการวิชาการ (10% ไม่รวมค่าครุภัณฑ์)		0
ค่าธรรมเนียมอุดหนุนสถาบัน	123,527	
7. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	30,000	0
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ ค่าประชุมต่างๆ ค่าจัดแสดงผลงาน โปสเตอร์ หรืออื่นๆ (กรณี สวก. ขอความร่วมมือดำเนินการ) หรือค่าใช้จ่ายอื่นๆที่ไม่ได้ระบุไว้ แต่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของโครงการวิจัย	30,000	
รวมทั้งสิ้น	1,293,900	331,380
	1,625,280	

การร่วมลงทุนวิจัยในโครงการของ บ. U-Healthy ในรูปแบบ In kind

โครงอะลูมิเนียมออกแบบพิเศษสำหรับสร้างตู้ปลูกทดสอบ VPD งบประมาณ 50,000 บาท

รายละเอียดชี้แจงเหตุผลความจำเป็นในการจัดซื้อครุภัณฑ์

ครุภัณฑ์

- ตู้ปลูกพืชสำหรับการทดสอบการควบคุมค่า VPD คือหัวใจของการทดลองนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำในการทดลอง การทดสอบลักษณะนี้ไม่สามารถทำได้ในสภาพเปิดปกติ ตู้ทดสอบที่สร้างขึ้นจะเป็นตัวแทนของระบบ m-PFAL ที่จะใช้ติดตั้งในเฟอร์นิเจอร์จริง

ลักษณะการใช้และความจำเป็นต่อโครงการวิจัยที่ขอรับการสนับสนุน

- ใช้ทดสอบอิทธิพลของค่า VPD ต่อการเจริญเติบโตของพืช

ประโยชน์ของครุภัณฑ์นี้จะมีต่อไปหลังจากโครงการวิจัยเสร็จสิ้นลง

- ใช้ศึกษาอิทธิพลของค่า VPD ความชื้นและแสงต่อการเจริญเติบโตของพืชได้หลายชนิด

สถานภาพของครุภัณฑ์นี้ในหน่วยงานของท่าน (กรุณาทำเครื่องหมายที่หน้าหัวข้อ)

☒ ไม่มีครุภัณฑ์

☐ ปัจจุบันมีอยู่แล้ว โดยมีสถานภาพและการใช้งานดังนี้

ครุภัณฑ์

สถานภาพและการใช้งานปัจจุบัน

.....

.....

.....

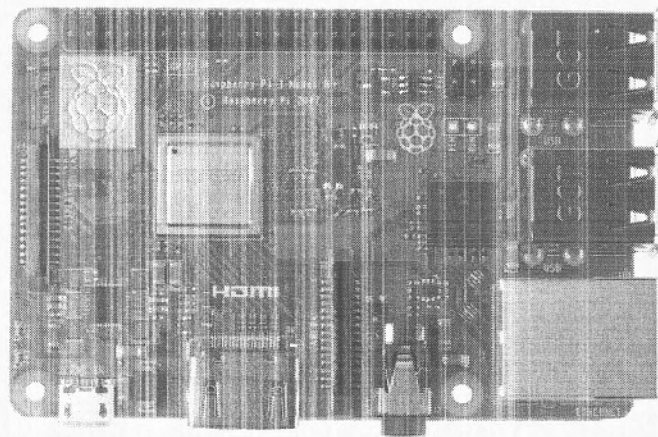
.....

ภาคผนวก

1. คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่คาดว่าจะใช้ในการทำระบบควบคุม VPD

หมายเหตุ เป็นเพียงการคาดการณ์เท่านั้นรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้จริงอาจมีการปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสม

1. Raspberry PI 3 MODEL B+



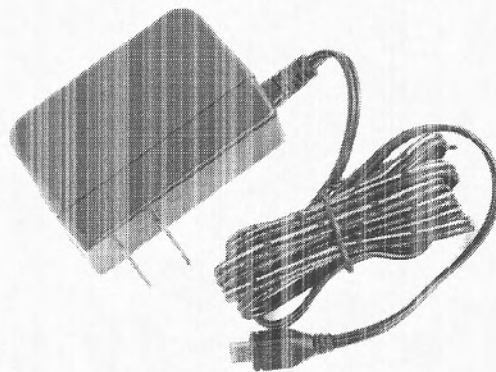
คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry PI มีหน่วยประมวลผล 1.4GHz 64-bit quad-core processor

สามารถเชื่อมต่อไร้สายได้ผ่าน dual-band wireless LAN, Bluetooth 4.2/BLE และ Ethernet ความเร็วสูง

รองรับจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบ Power-over-Ethernet support

ราคา 1,520 บาท

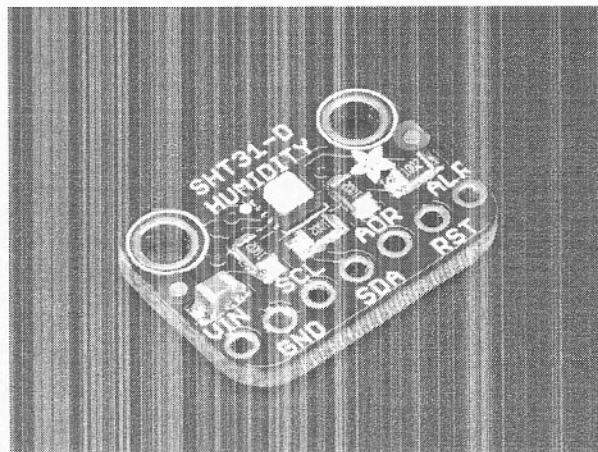
2. Power Supply สำหรับ Raspberry PI



แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับ Raspberry ยี่ห้อ Stontronics กำลังไฟ 12.75W ให้กระแสไฟฟ้า 5.1V, 2.5A ระดับประสิทธิภาพ Level VI มีการเชื่อมต่อแบบ Micro USB

ราคา 270 บาท

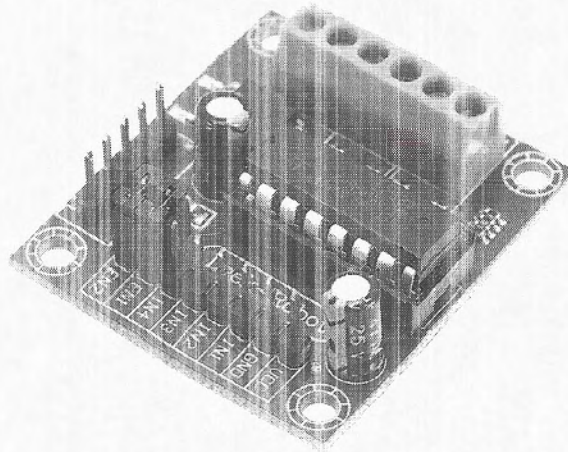
3. ADAFRUIT SENSIRON SHT31-D TEMPERATURE & HUMIDITY SENSOR



เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นของ Sensiron เป็นเซนเซอร์ที่มีความแม่นยำสูง มีความคลาดเคลื่อนความชื้นเพียง $\pm 2\%$ และอุณหภูมิ $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ มีการเชื่อมต่อแบบ I²C (Inter-Integrated Circuit) สามารถเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

ราคา 600 บาท

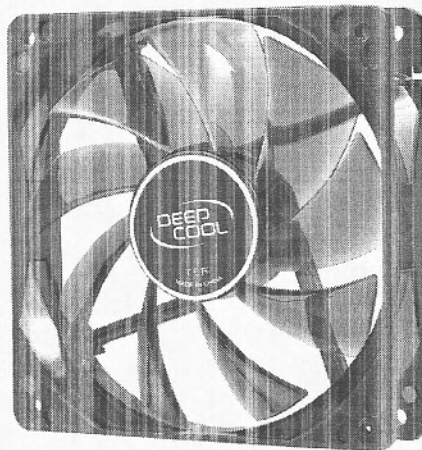
4. L293D Motor Drive Expansion Board



ส่วนขยายการควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์สำหรับควบคุมความเร็วพัดลม สามารถควบคุมกระแสไฟได้ที่ 4.5-25V และ 600mA ต่อช่อง สูงสุดได้ไม่เกิน 1.2A แบบไม่ต่อเนื่อง ควบคุมโดยกระแสไฟฟ้า Logical ตั้งแต่ 0 ถึง 1.5 V

ราคา 100 บาท

5. พัดลมคอมพิวเตอร์ DEEPCOOL 120 MM WINBLADE (WHITE)



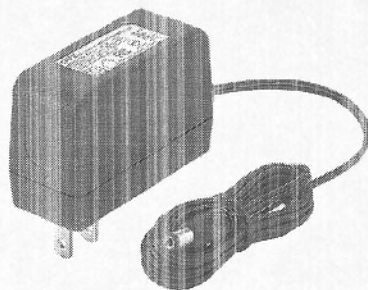
มีคุณสมบัติทางเทคนิคดังนี้

Overall Dimension	120X120X25mm
Operating Voltage	10.8 ~ 13.2VDC
Fan Speed	1300±10%RPM
Net Weight	118.5g
Started Voltage	7VDC

Max. Air Flow	65.16CFM
Bearing Type	Hydro Bearing
Rated Current	0.2±10%A
Noise	26dB(A)
Rated Voltage	12VDC
Power Input	2.16W

ราคา 190 บาท

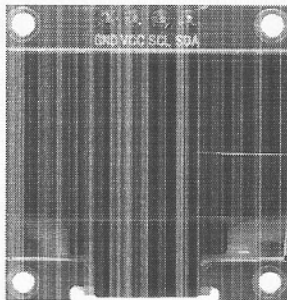
6. Power Supply สำหรับพัดลมคอมพิวเตอร์



DC Adapter สามารถให้กระแสไฟฟ้าขนาด 12V 2A สำหรับพัดลมคอมพิวเตอร์ 2 ตัว

ราคา 330 บาท

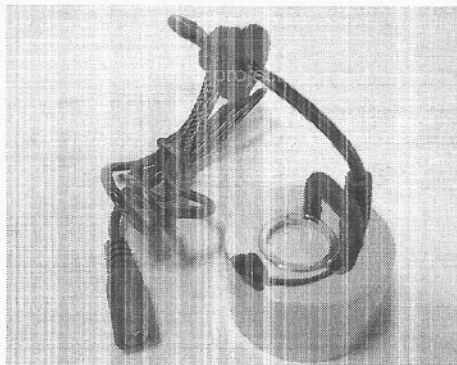
7. จอแสดงผล OLED



OLED Display (Organic Light-Emitting Diode) เป็นจอแสดงผลที่เปล่งแสงโดยสารอินทรีย์ มีการเชื่อมต่อแบบ I2C ความละเอียดหน้าจอที่ 128 x 64

ราคา 200 บาท

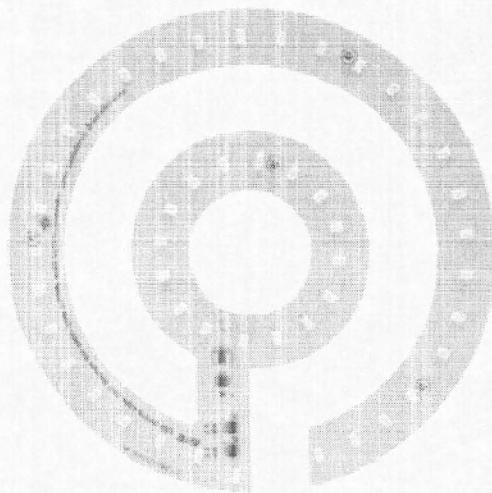
8. Ultrasonic Humidifier



เครื่องทำหมอกแบบอัลตราโซนิก กระแส 8A แรงดัน 24V ใช้น้ำในการสร้างหมอกประมาณ 350-400มิลลิลิตร/ชั่วโมง

ราคา 380 บาท

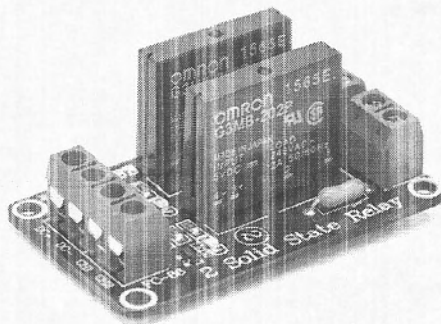
9. LED



LED Ceiling kit DOB ยี่ห้อ EVE ขนาด 12 วัตต์ ให้ความสว่างสูง 1020 ลูเมนและมีอุณหภูมิสี 6,000K แสงขาว อุณหภูมิใช้งาน -20 ถึง 50 องศาเซลเซียส มีอายุการใช้งานยาวนานถึง 50,000 ชั่วโมง

ราคา 300 บาท

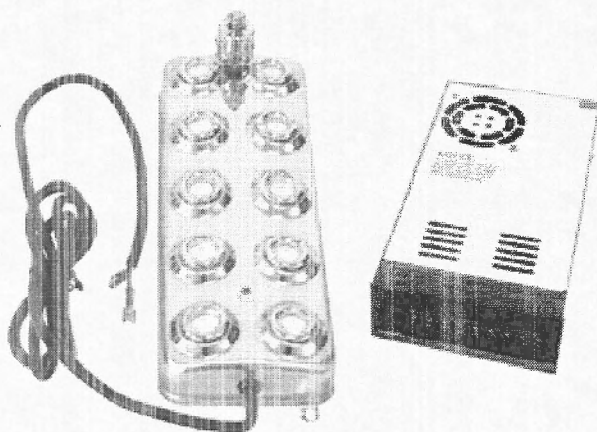
10. Solid State Relay



Solid State Relay (SSR) รีเลย์ไฮดรอลิกแบบ SPDT จำนวน 2 ช่อง สามารถใช้กับโหลดเฉพาะแรงดันไฟฟ้า AC 100 ถึง 240 VAC กระแสสูงสุดไม่เกิน 2A โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานเป็นสัญญาณลอจิกระดับ TTL

ราคา 180 บาท

11. Ultrasonic Humidifier(ระบบต้นแบบ)



ชุด ultrasonic ชนิด 10 หัว Size:253x91x35mm Humidification Method: Mist Discharge Mist Output (gallon / day):5000ML/H Type: Ultrasonic Humidifier Classification: Humidification Application: 11-20 Humidity

ราคา 7,500 บาท

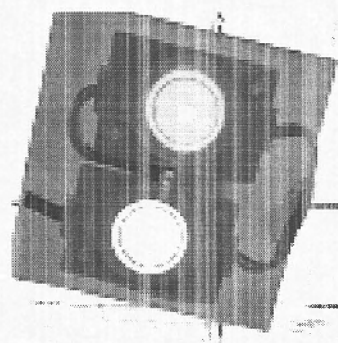
12. Digital EC/Temperature Electrode



วัสดุขั้วไฟฟ้า Platinum ฉนวนแบบแก้วหุ้มพลาสติกป้องกันการกัดกร่อน ประมวลผลค่า EC และ อุณหภูมิสารละลายในช่วง -5 to 100°C ในรูปแบบข้อมูล ดิจิตอล

ราคา 15,000 บาท

13. ชุดหลอดไฟ LED (ค่าอุณหภูมิสี 6500K และ 3700K)



ราคา 150

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล(ภาษาไทย) ดร. สิริวัฒน์ สาครวาสี

(ภาษาอังกฤษ) Siritwat Sakhonwasee Ph.D.

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำ

หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

(e-mail)

สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ 086-195-7423 โทรสาร 053-878-596

E-mail-address tongscpl@yahoo.com และ siritwat@mju.ac.th

ประวัติการศึกษา

ระดับ	วุฒิการศึกษา	สถาบัน	สาขา
ปริญญาตรี	B.Sc.	มหาวิทยาลัยมหิดล	พฤกษศาสตร์
ปริญญาโท	M.Sc.	University of California Davis	Plant Biology
ปริญญาเอก	Ph.D.	University of California Davis	Plant Biology

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- ความเครียดในพืชอันมีสาเหตุมาจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Stress)

- ธาตุอาหารพืช
- การปลูกพืชในระบบปิด

ผลงาน/งานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

- Ticconi CA, Lucero RD, Sakhonwasee S, Adamson AW, Creff A, Nussaume L, Desnos T, Abel S. (2009) ER-resident proteins PDR2 and LPR1 mediate the developmental response of root meristems to phosphate availability. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 18;106(33):14174-9.

- Sorwong A, Sakhonwasee S (2015) Foliar Application of Glycine Betaine Mitigates the Effect of Heat Stress in Three Marigold (*Tagetes erecta*) Cultivars. *Hort. J.* 84(2): 161-171.

- Sakhonwasee S, Phingkasan W (2017) Effects of the Foliar Application of Calcium on Photosynthesis, Reactive Oxygen Species Production, and Changes in Water Relations in Tomato Seedlings under Heat Stress. *Horti. Environ. BioTechnol.* 58(2):119-126.

- Sakhonwasee S, Thummachai K, Nimnoi N (2017) Influences of LED light quality and intensity on stomatal behavior of three petunia cultivars grown in a semi-closed system. *Environ. Control Biol.* 55(2): 93-103.

- Phansurin W, Jamaree T, Sakhonwasee S (2017) Comparison of Growth, Development, and Photosynthesis of Petunia Grown Under White or Red-blue LED lights. *Hortic. Sci. Technol.* 35(6):689-699.

เอกสารรายงานการประชุม

- Sakhonwasee S. (in press) The effect of moderate heat stress on photosynthesis of four lettuce cultivars. *Proceeding of International Congress on Interdisciplinary Research and development (INRIT) 2015*

- Sakonwasee S. (in press) Using leaf surface temperature as an index for evaluating heat tolerance in lettuce. *Proceeding of International Congress on Interdisciplinary Research and development (INRIT) 2016*

2. ชื่อ-นามสกุล(ภาษาไทย) นายโชติพงศ์ กาญจนประโชติ

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Choatpong Kanjanaphachaoat

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สถานที่ติดต่อ(ที่ทำงาน) คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ที่อยู่ เลขที่ 63 ถนนเชียงใหม่-พร้าว ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

โทรศัพท์053-878123 โทรสาร053-498902 เบอร์มือถือ062-3956355

E-mail:choatpong_k@hotmail.com, choatpong@sgmaejo.mju.ac.th

ประวัติการศึกษา

2544 วศ.บ. (วิศวกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2546 วศ.ม. (วิศวกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2554 Ph.D. (Bio-Industrial Machatronics Engineering) National Chung-Hsing University, Taiwan

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

1. การพัฒนาและออกแบบเครื่องตัดจุกระเทียม
2. การพัฒนาและออกแบบเครื่องสลัดน้ำผึ้ง

3. โปรแกรมการหาพื้นที่ใบอย่างง่ายโดยใช้ภาพถ่ายจากกล้องดิจิตอล
4. ระบบนำทางสำหรับควบคุมเครื่องจักรกลการเกษตรแบบอัตโนมัติที่ทำงานในสภาพแวดล้อมแบบกลางแจ้งของสวนผลไม้
5. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลผลิตมะเขว่นหลังจากการอบแห้ง
6. ผลกระทบของอุณหภูมิและความหนาของชั้นวัสดุต่อคุณภาพของกากมะพร้าว
7. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการทำนายการเปลี่ยนแปลงความชื้นของกากมะพร้าว
8. การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดทางการเกษตรแบบไร้สาย สำหรับระบบเกษตรแม่นยำ
9. ระบบเพาะถั่วงอกปลอดสารพิษอัตโนมัติ แบบน้ำหมุนเวียนควบคุมด้วยชุดบอร์ด Arduino
10. ระบบให้น้ำต้นลำไยอัจฉริยะควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
11. การออกแบบระบบการควบคุมอัตโนมัติพื้นดินสำหรับระบบการให้น้ำอัตโนมัติ
12. ระบบควบคุมการให้แสงสว่างด้วยหลอด LED แบบอัตโนมัติสำหรับแปลงปลูกไม้ตัดดอก
13. การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ตรวจวัดค่าปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่กลับกอง (วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1)
14. ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการพัฒนาในรอบปี ผลผลิต และคุณภาพของผลลำไยพันธุ์อีดอในภาคเหนือของประเทศไทย
15. การพัฒนาสูตรการคำนวณผลผลิตลำไยในเขตภาคเหนือของประเทศไทย
16. การศึกษาการกระจายตัวของลมร้อนของการอบแห้งลำไยในตู้อบแบบคอนเทนเนอร์
17. การพัฒนาเครื่องสีข้าวแบบแกนเหล็กสำหรับข้าวเมล็ดยาว
18. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลผลิตมะเขว่นหลังจากการอบแห้ง

การนำเสนอผลงานวิจัย

1. Choatpong Kanjanaphachaoat, Narisa Kalyanavit, Benjamast Sommano and Parawee Kanjanaphachaoat. 2013. Quality improvement of Mah-Khwuaen (Zanthoxylum Limonella Alston) using different drying methods and the optimal mathematical model. International Conference, the Asia Pacific Conference on Postharvest Systems Improvement for Food Security and Poverty Reduction (APC2013). 4-6 December 2013, Lane Xang Hotel, Vientiane, Lao PDR.
2. Choatpong Kanjanaphachaoat, Kuen-Chang Hsieh, Chung-Teh Sheng. 2011. Development of a Guiding Control System for the Autonomous Vehicle Working in Outdoor Orchard Environment. (IEEE) Proceedings 2011 World Congress on Engineering and Technology, Oct. 28-Nov.2, 2011, Shanghai, China. Publisher: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Printed in Beijing, China.

3. Wei-Cheng Chen, Chung-Teh Sheng, Choatpong Kanjanaphachaoat. 2011. The Application of Solar Energy for Chicks Warming System to Reduce Carbon Dioxide Emission. (IEEE) International Conference, Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC), 2011 2nd. Deng Leng. 6812 – 6815.
4. โชติพงศ์ กาญจนประโชติ, ขนิษฐา เนียมพุ่มพวงและ นภาพร อินทรสมัย. 2556. การปรับปรุงค่าความแม่นยำและพัฒนาโปรแกรมการแสดงผล สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดค่าปัจจัยในแปลงการเพาะปลูก. การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย ครั้งที่ 1 "สร้างสรรค์ภูมิปัญญาเพื่อพัฒนาสู่อาเซียน". 5 มีนาคม 2556 จังหวัดราชบุรี: 20-28.
5. โชติพงศ์ กาญจนประโชติ. 2555. ระบบนำทางสำหรับควบคุมเครื่องจักรกลการเกษตรแบบอัตโนมัติ ที่ทำงานในสวนผลไม้. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13, 4-5 เมษายน 2555 จังหวัดเชียงใหม่
6. จินตนา พรปิ่นพรม, จุฑามาศ บุญเลา, โชติพงศ์ กาญจนประโชติและฤทธิชัย อัครราชันย์. 2555. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการทำนายการเปลี่ยนแปลงความชื้นของกากมะพร้าว. การประชุมวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ระหว่างวันที่ 23-24 สิงหาคม 2555 ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
7. จินตนา พรปิ่นพรม, จุฑามาศ บุญเลา, โชติพงศ์ กาญจนประโชติและฤทธิชัย อัครราชันย์. 2555. ผลกระทบของอุณหภูมิและความหนาของชั้นวัสดุต่อคุณภาพของกากมะพร้าว. การประชุมวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ระหว่างวันที่ 23-24 สิงหาคม 2555 ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

สิ่งตีพิมพ์และเอกสารเผยแพร่

1. Choatpong Kanjanaphachaoat, Kuen-Chang Hsieh², Chung-Teh Sheng, and Hwang Mins-Shi. 2011. Combining a differential global positioning system and double electric compass to improve multi-path error correction for a high-precision agricultural robotic vehicle. Maejo Int. J. Sci. Technol.
2. Kuen-Chang Hsieh, Kuen-Tsann Chen, Choatponag Kanjanaphachaoat, Ching wen Yeh, and Yu-Yawn Chen. 2011. The Application of Finite Element Methods to Study Force Transducer Anti-Deviated Load Characteristics. Applied Mechanics and Materials Vols. 138-139 (2012) 168-174.
3. Kuen-Chang Hsieh, Hsueh-Kuan Lu, Chih-Lin Chuang, Choatponag Kanjanaphachaoat, Yu-Jen Chen, Kuen-Tsann Chen, and Yu Yawn Chen. 2011. Application of artificial neural network models on standing foot-to-foot bioelectrical impedance analysis of body composition measurements. The American Journal of Clinical Nutrition: In Press.

4. Jintanaporn Panaprom, Jutamat Bunloa, Choatpong Kanjanaphachaoat and Rittichai Assawarachan. 2012. Effect of Temperature and Layer Thickness on Quality of Coconut Residue. *Agricultural Sci. J.* 43: 3:228-231.
5. Jintanaporn Panaprom, Jutamat Bunloa, Choatpong Kanjanaphachaoat and Rittichai Assawarachan. 2012. Mathematical Models for Hot Air Drying Characteristics of Coconut Residue. *Agricultural Sci. J.* 43: 3: 224-227.
6. Choatpong Kanjanaphachaoat, Narisa Kalyanavit, Benjamast Sommano and Parawee Kanjanaphachaoat. 2015. Quality improvement of Mah-Khwuaen (*Zanthoxylum Limonella* Alston) using different drying methods and the optimal mathematical model. *Proc. IInd Southeast Asia Symp. on Quality Management in Postharvest Systems. Acta Hort.* 1088, Pp 583-586. ISHS 2015
7. สุนทร สืบคำ โชติพงศ์ กาญจนประโชติ และระวิน สืบคำ. 2558. การหาพื้นที่หน้าตัดประสิทธิภาพของชิ้นวัสดุทางการเกษตรที่มีรูปร่างไม่แน่นอน. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ม.ช.* 22(3) : 63-75.

รายชื่อโครงการบริการวิชาการ

1. โครงการอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและการใช้งานอุปกรณ์ระบบหลอดไฟ LED และระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติสำหรับการเพาะปลูกดอกเบญจมาศ
2. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้เครื่องเพาะถั่วงอกปลอดสารพิษอัตโนมัติ
3. โครงการให้ความรู้และฝึกอบรมการใช้งานอุปกรณ์และระบบการให้น้ำแบบแม่นยำ

เอกสารแนบที่ 2

คุณลักษณะของ ตู้ทดสอบการควบคุม VPD แบบ 6 ช่องปลูก ที่ต้องการจัดซื้อ

- ตู้ทดสอบการควบคุม VPD แบบ 6 ช่องปลูก แต่ละช่อง ขนาด 0.5 x 0.5 x 0.5 เมตร
- มีเซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ วัดค่าได้ในช่วง -40 °C ถึง 100 °C หรือมากกว่า จำนวน 6 ชุด
- มีเซ็นเซอร์วัดค่าความชื้น ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1.5% ในช่วงความชื้น 0-80% จำนวน 6 ชุด
- มีระบบเก็บข้อมูลย้อนหลังค่า อุณหภูมิ ความชื้น และค่า VPD (ค่าแรงดึงน้ำในอากาศ)
- มีหน้าจอจำนวน 6 จอ ที่สามารถดูข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และค่า VPD ในช่องปลูกทั้งหมดได้ตามเวลาจริง (Real-Time)
- แต่ละช่องปลูกติดตั้งระบบควบคุม VPD ซึ่งประกอบด้วย พัดลม 1 ตัว ไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) เครื่องทำหมอก
- ไมโครคอมพิวเตอร์ต้องสามารถทำหน้าที่สั่งการอุปกรณ์เพื่อควบคุมค่า VPD ในตู้ได้ และต้องมีหน่วยประมวลผลแบบ Quadcore หรือสูงกว่า
- แต่ละช่องติดตั้งไฟแอลอีดีที่สามารถควบคุมคุณภาพแสงได้ มีชิปแอลอีดีที่ให้แสงสีขาว แสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสงอินฟราเรด มีความเข้มแสงที่วัดจากหลอดไฟห่าง 30 cm ไม่ต่ำกว่า 200 PPFD
- แต่ละช่องติดตั้งถาดปลูกทำจาก PVC ความหนาไม่น้อยกว่า 5 มม. สำหรับการปลูกพืชในระบบสารละลาย
- วัสดุที่บุภายในตู้ทั้งหมดต้องทำจาก Plastwood ส่วนพื้นความหนาไม่น้อยกว่า 10 มม. ส่วนผนังไม่น้อยกว่า 4 มม.