

ความก้าวหน้างานวิจัยเพื่อการทดลองในอวกาศ (National Space Exploration)

“การศึกษาไข่น้ำภายใต้แรงโน้มถ่วงต่ำเพื่อพัฒนาระบบปลูก

พืชและผลิตอาหารสำหรับกิจกรรมสำรวจอวกาศ”



INTRODUCTION



อ. ดร.ทัฏพงษ์ ตุลยานนท์

ปริญญาตรี: วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พฤกษศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล

ปริญญาเอก: Doctor of Philosophy (Biological Science)

Virginia Tech, USA

ปัจจุบัน: อาจารย์ประจำ กลุ่มสาขาวิชาชีวนวัตกรรมฯ

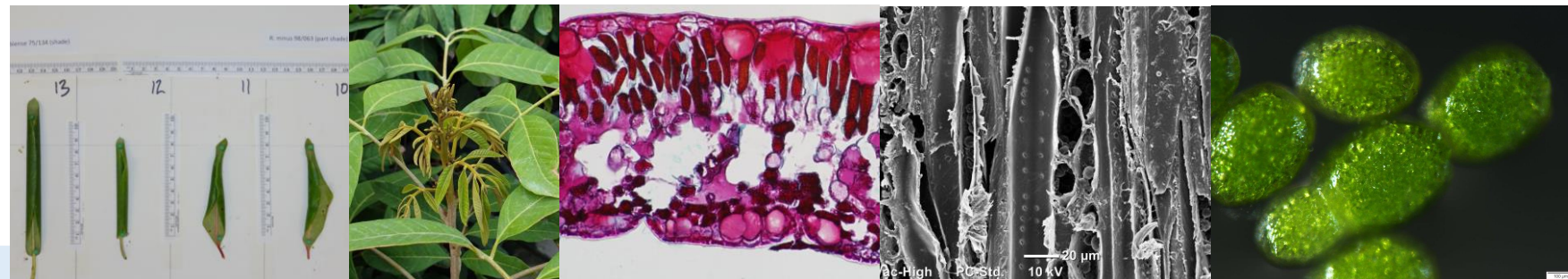
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ห้องปฏิบัติการ Plant Biology & Astrobotany (SC1-354B)

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา

Email: tatpong.tul@mahidol.edu

โครงการวิจัย: ผลของสภาพอากาศต่อการออกดอกของต้นลำไย, การปรับตัวของพืชในอวกาศเพื่อผลิตอากาศและอาหาร, ผลกระทบของสภาพแรงโน้มถ่วงสูงต่อการอยู่รอดของพืช
แหล่งทุน: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, National Space Exploration Program, JSTP, NSTDA



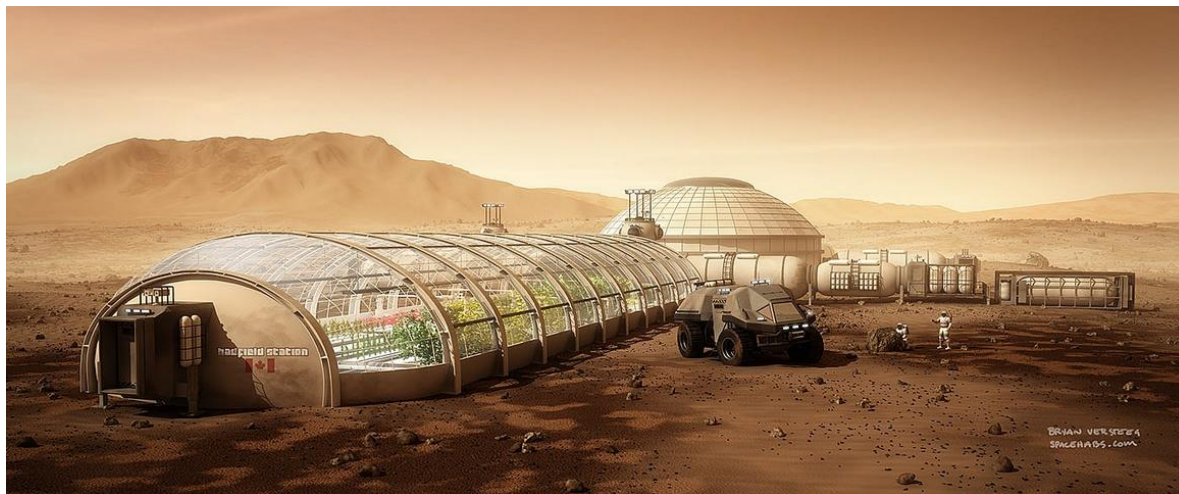
มองถึงโลกอนาคต

ก้าวต่อไปของมนุษยชาติ คือการไปอวกาศ

การหมุนเวียนทรัพยากรที่มีอยู่มีความสำคัญอย่างมหาศาล

พืชเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการหมุนเวียนคาร์บอนโดยใช้ CO_2 และพลังงานแสง

เพื่อสร้าง O_2 และสารอินทรีย์



ข้าวใช้น้ำในปริมาณมหาศาลต่อพื้นที่

พืชหัวใช้ดินเป็นวัสดุปลูก

ส่วนที่รับประทานได้ของข้าวโพดน้อยมากต่อ

น้ำหนักต้น

NASA VEGGIE

โครงการ VEGGIE

30 ปีที่แล้ว โครงการ Vegetable Production System “VEGGIE” ก่อตั้งโดย NASA สำหรับ ISS เพื่อเพิ่มคุณภาพของผู้อยู่อาศัย โดยเป็นแหล่งอาหารและที่พักผ่อนของนักบิน สามารถควบคุมความเข้มแสง ช่วงแสง ความเร็วลม ส่งรูปไปยังพื้นโลก ข้อมูลการทดลองอื่น ๆ จะถูกเก็บใน datalogger ที่ 4°C สำหรับต้นพืชและวัสดุอื่น ๆ จะถูกเก็บที่ -95°C ระหว่างการเดินทางกลับสู่โลก



Weight	8kg
Power requirement	90 WATT
R&D	Orbital Technology
First test	2010
First production	2015
Successor	Advanced Plant Habitat

CHINA YUEGONG-1

โครงการ YUEGONG

ระบบของ YUEGONG-1 สามารถบรรจุนักวิจัยได้ 3-4 คน น้ำและอากาศหมุนเวียนภายในเต็มระบบ โดยผลิต O₂ จากพืช ประกอบด้วยถังพืช 5 ชนิดและผัก 15 ชนิด มีการเลี้ยงแมลงอาหาร โดย 55% ของอาหารสำหรับนักวิจัยถูกผลิตขึ้นภายในระบบ วัตถุประสงค์เพื่อทดสอบระบบสำหรับ Chinese Space Station

Size	160 m ²
Farming area	58 m ²
Multipurpose area	42 m ²
Designer	Beijing University
Type	BLSS
Finished	January 2014



THAI Space Exploration Program



ไข่น้ำคืออะไร

ไข่น้ำ หรือ ผำ (watermeal) เป็นพืชลอยน้ำในสกุล Wolffia

พืชดอกขนาดเล็กที่สุดในโลก มีลักษณะเป็นวงรีขนาดเล็ก

มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ไม่มีราก ลำต้น ใบ น้ำหนักเฉลี่ย 150 μg

มีพื้นที่การสังเคราะห์ด้วยแสงต่อน้ำหนักสูงมาก เป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็ว

ที่สุดในโลก พบได้เกือบทั่วทุกมุมโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเขตอบอุ่นและ

เขตร้อน สามารถใช้ประกอบอาหารได้ เช่น ยำ ทอด แกง



จุดเด่นของไข่น้ำ

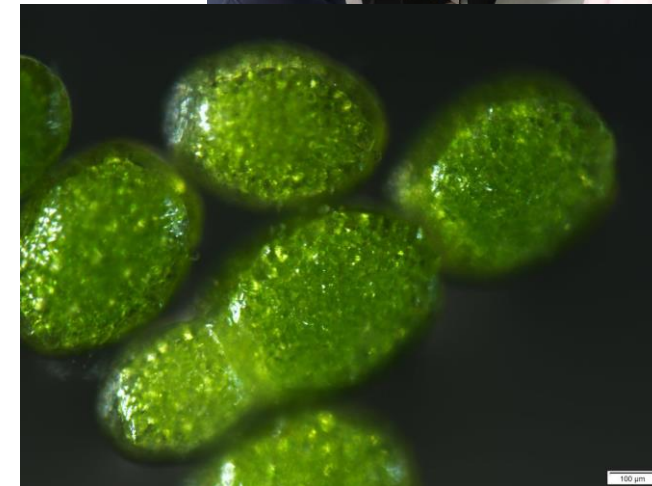
1. วงจรชีวิตสั้น
2. ไม่ใช้ดินในการเพาะเลี้ยง
3. คุณค่าทางโภชนาการสูง มีแป้ง ไขมัน โยอาหาร และกรดอะมิโนจำเป็น
4. สะสมโลหะหนัก เป็นประโยชน์ในการบำบัดของเสีย

WATERMEAL



OBJECTIVES

1. ศึกษาการปรับตัวและตอบสนองของไข่น้ำภายใต้สภาพแรงโน้มถ่วงต่ำ ทั้งด้านการเจริญเติบโต โครงสร้าง สรีรวิทยา การแสดงออกของยีน การแสดงออกของโปรตีน และการตอบสนองต่อความเครียด
2. เพื่อพัฒนาระบบการปลูกเลี้ยงไข่น้ำที่สามารถทำงานได้จริงในสภาพแรงโน้มถ่วงต่ำ



EXPERIMENT PROCEDURE

PHASE 1



Ground station setup
and basic research

PHASE 2



Microgravity
experiments

PHASE 3



Further analysis
Conclusion and application

PHASE 1 Ground station setup and basic research

Research crew

- ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของไข่น้ำ
- วิเคราะห์จีโนมและโปรตีนโอม
- ศึกษาไข่น้ำภายใต้สภาพ microgravity จำลอง
- ศึกษาการปรับตัวของพืชต่อสภาวะเครียดต่าง ๆ

Mechanic crew

- ออกแบบ watermeal microchamber
- ทดสอบระบบดูแลพืช ระบบไฟ โครงสร้างที่เกี่ยวข้อง
- วางระบบเก็บและส่งข้อมูลการทดลอง
- วางระบบเชื่อมต่อกับ space station หรือ ดาวเทียม

EXPERIMENT

PHASE 1 Ground station setup and basic research



PHASE 2 Microgravity experiments

Research crew

- ติดตามและวิเคราะห์ผลการทดลองในอวกาศ แบบ real-time
- ทำการทดลองควบคู่บนพื้นโลก
- Social media



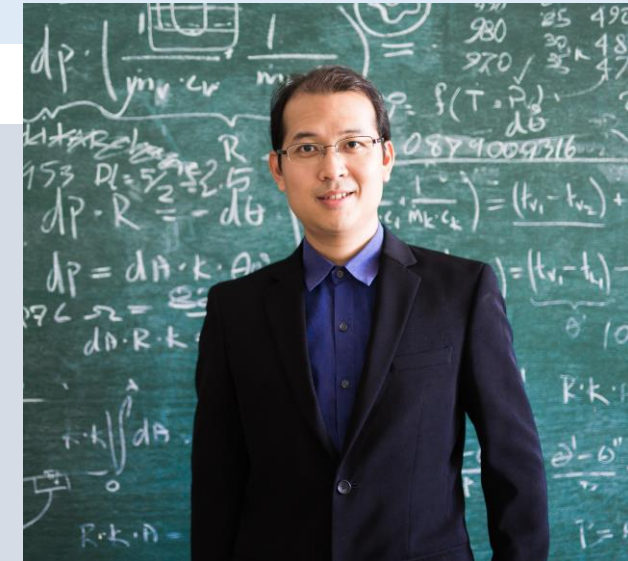
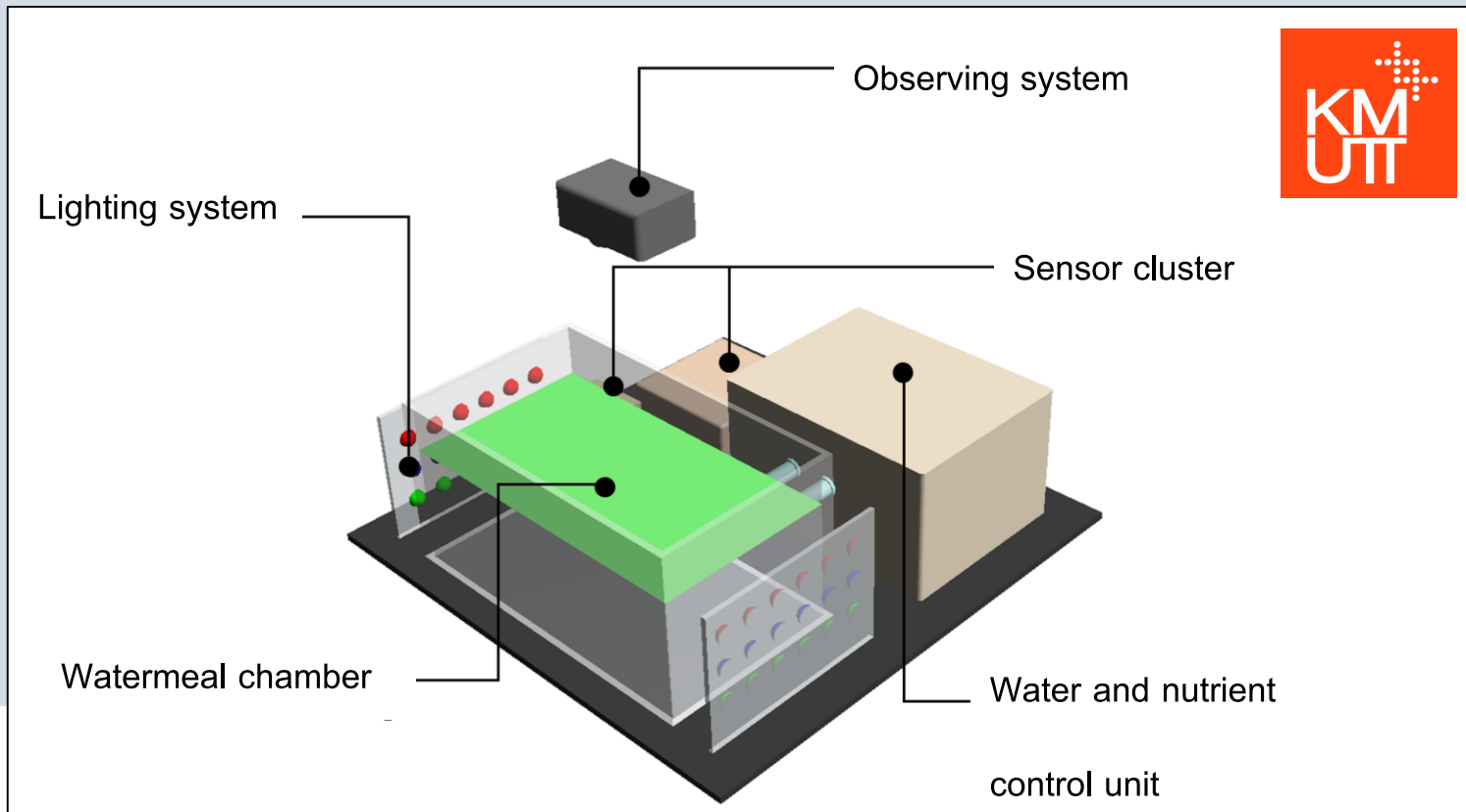
Mechanic crew

- ติดตามการทดลองและการแก้ปัญหา
- ทำการทดลองควบคู่บนพื้นโลก
- ออกแบบอุปกรณ์ใหม่

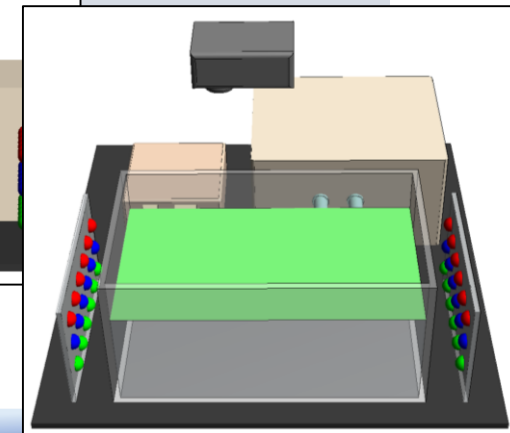
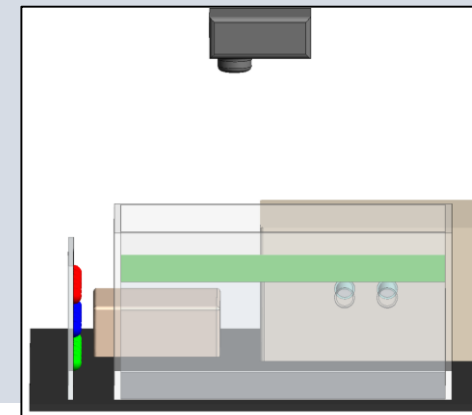
EXPERIMENT

PHASE 2 Microgravity experiments

Watermeal Microchamber "DENDRON (tree)"



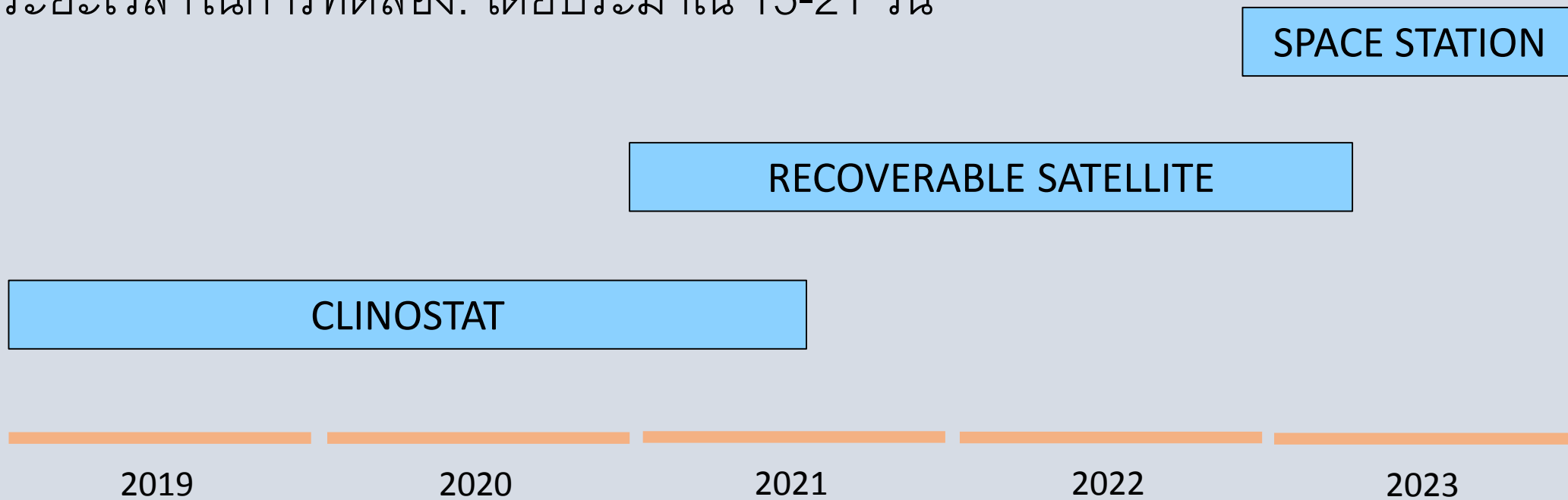
ผศ.ดร.สนธิพัร โอมมณี



EXPERIMENT

PHASE 2 Microgravity experiments

ระยะเวลาในการทดลอง: โดยประมาณ 15-21 วัน



Project conclusion

ปัจจัยที่ต้องการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

- อัตราการเจริญเติบโต
- อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
- การแสดงออกของยีนและโปรตีน
- ลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลง
- การปรับตัวทางสรีรวิทยา
- คุณค่าทางโภชนาการ
- ความสามารถในการดูดซับโลหะหนัก
- การกลายพันธุ์

PHASE 3 Further analysis, conclusion and application

Research crew

- วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
- ออกแบบการทดลองเพิ่มเติม
- Outreach
- ผลงานตีพิมพ์ สิทธิบัตร
- Prototype validation
- ศึกษาข้อผิดพลาดของอุปกรณ์



EXPERIMENT

PHASE 3 Further analysis, conclusion and application



MISSION STATUS

- รวบรวมกลุ่มวิจัยขึ้นในปลายปี 2561
- โครงการวิจัยได้เริ่มขึ้นในปีเดียวกัน
- จัดตั้งห้องปฏิบัติการ Plant Biology & Astrobotany ขึ้นภายใต้ กลุ่มสาขาวิชาชีวนวัตกรรม ฯ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- วิเคราะห์ลำดับเบสของทั้งจีโนมเสร็จสิ้นแล้ว ภายใต้ความร่วมมือกับห้องปฏิบัติการ High-throughput Rice Genomic and Phenomic Laboratory (HRGP) ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี



HRGP lab



MISSION STATUS

- GISTDA กำลังพัฒนาอุปกรณ์ทดลอง codename “DENDRON”
- กลุ่มวิจัยและ GISTDA ได้ยื่นขอการสนับสนุนทุนวิจัยจาก วช. เพื่อเริ่มโครงการวิจัยเต็มตัว
- โครงการวิจัยย่อยที่กำลังดำเนินการอยู่คือการศึกษาระสิทธิภาพของไข่น้ำภายใต้สภาวะแรงโน้มถ่วงสูงจำลอง





ทีมวิศวกร ดูแลและพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์และการทดสอบระบบ



Whole genome DNA sequence analysis

รวบรวมไข่น้ำและขยายพันธุ์สำหรับการทดลอง

COLLABORATION



วิเคราะห์โปรตีนและ proteomics

Computational analysis



Modelling and simulation

Computational analysis

COLLABORATION



ออกแบบระบบดูแลพืชและการวิเคราะห์ด้วย sensor
ศึกษาผลผลิตของไข่น้ำและการออกสู่สังคม



สรีรวิทยาการปรับตัว การเจริญเติบโต และการสังเคราะห์ด้วยแสง
ศึกษาผลกระทบจากแรงโน้มถ่วงต่ำต่อการขยายพันธุ์และการผลิตออกซิเจน
Modelling and simulation

TEAMWORK



Co-
investigators:
Sontipee
Aimmanee, Ph.D.
KMUTT

Sittiruk
Roytrakul, Ph.D.
BIOTEC, NSTDA

Charin
Modchang, Ph.D.
Mahidol
University

Siriwat
Sakhonwasee, Ph.D.
Maejo University

Phanchita
Vejchasarn, Ph.D.
Ubolratchathani
Rice Research
Institute

Sucheewin
Krobthong
BIOTEC, NSTDA



Research Leader:
Monrudee
Liangruksa, Ph.D.
NANOTEC, NSTDA

Principal
Investigator
Tatpong
Tulyananda,
Ph.D.
Mahidol
University

