

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

399/82 หมู่ 10 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ : 061-7982552

Facebook : สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

Fax : 052-001367

E-mail : renewable.rese2015@gmail.com



คู่มือประกอบการอบรม



โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรม
สู่กลุ่มผู้รับผลประโยชน์เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ปี 2562



ได้รับการสนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ดำเนินงานโดยสมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

คำนำ

โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรมสู่กลุ่มผู้รับประโยชน์เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตประจำปี 2562 ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และดำเนินงานโดยสมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน (สพย.) มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่และถ่ายทอด องค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านต่างๆ ให้แก่เจ้าหน้าที่ และกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ความรับผิดชอบของศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้เจ้าหน้าที่ภายในศูนย์ศึกษาฯ รวมถึงเกษตรกรได้มีความรู้เพิ่มขึ้น นำองค์ความรู้เหล่านั้นไปปรับใช้ ในการประกอบอาชีพ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตอีกทางหนึ่ง

ในการจัดทำคู่มือฝึกอบรม ครั้งนี้เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมใช้เป็นเอกสารประกอบในการเข้าร่วมฝึกอบรม และยังสามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลความรู้ เพื่อประกอบการพัฒนาอาชีพ สร้างรายได้ และสร้างชุมชนให้มีความเข้มแข็งและยั่งยืน

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้เข้ารับการอบรมทุกท่าน

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

สารบัญ

คำนำ	ก
สารบัญ	ข
หัวข้อที่ 1 การใช้ดินชาวเคโอลินเป็นสารเคลือบผล เพื่อเพิ่มผลผลิตควบคุมเพลี้ยไฟ และโรคแอนแทรกโนส ในไม้ผล	1
- การใช้ดินชาวเคโอลิน	1
- การควบคุมการเกิดโรคผิวยาลายโดยเพลี้ยไฟ และควบคุมการเกิดโรคแอนแทรกโนสในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้	10
- ลดอาการใบไหม้ในฤดูร้อนที่มีความเข้มแสงมาก และเพิ่มคุณภาพผลผลิตแก้วมังกร	14
- ควบคุมการเข้าทำลายของแตนฝอยปมในต้นกล้วยคาลิปัตส	15
- ควบคุมการเกิดโรคแอนแทรกโนสในองุ่น	16
หัวข้อที่ 2 การเลี้ยงหมูลุมดินชีวภาพจากงานวิจัยสู่ชุมชน	21
เกษตรพอเพียง	
- พฤติกรรมสุกรที่สังเกตได้ทั่วไป	22
- รูปแบบการผลิตปลุสต์วอินทรีย์	28
- ความสำคัญ และที่มาของปัญหาการเลี้ยงหมูลุม	29
- การทำอาหารหมักสำหรับหมูลุม	45
- ขั้นตอนและวิธีการเลี้ยง	46

-	การพัฒนาตัวบุคคล	50
-	เศรษฐกิจและสังคม	51
หัวข้อที่ 3 การประยุกต์ใช้เปลือกกุ้งเปลือกปูเพื่อการเกษตร		53
-	ไคโตซาน	54
-	กระบวนการผลิตไคติน	55
-	กระบวนการผลิตไคโตซาน	56
-	แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสง หรือ พีเอสบี	58
-	การต่อหัวเชื้อจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง	62
หัวข้อที่ 4 การประยุกต์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์		64
เพื่อการเกษตรและครัวเรือน		
-	อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์	65
-	เทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	66
-	การประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ	69
-	การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	72
-	ตัวอย่างการออกแบบระบบฯ แบบเชื่อมต่อสายส่ง	74
-	ตัวอย่างการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ	75
-	การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า	78
-	การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	84
-	การตรวจเช็คและการบำรุงรักษาระบบ	86
หัวข้อที่ 5 โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปลาหนัง		91

เนื้อหาขบวนการผสมบึงสยาม เพื่อการพัฒนาวิสาหกิจ

- การคัดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ปลาผสม 92
- การคำนวณฮอร์โมนสำหรับการผสมเทียม 101
- การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดี (Good Aquaculture Practice; GAP) 106
- การแปรรูปเพิ่มมูลค่าและการสร้าง brand 108

หัวข้อที่ 6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้การผลิตส้มโอ 121

พันธุ์ทับทิมสยามให้มีคุณภาพ

- พันธุ์ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม 121
- การเตรียมกิ่งพันธุ์ 123
- การเตรียมพื้นที่ปลูก 124
- การดูแลรักษาส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม 126
- การดูแลรักษาระยะติดดอกและผล 130
- การไว้จำนวนผลต่อต้นที่เหมาะสม 132
- การเก็บเกี่ยว 133

ทำเนียบวิทยากร 135

ผู้ดำเนินการโครงการ 137

การใช้ดินชาวเคโอลินเป็นสารเคลือบผล เพื่อเพิ่มผลผลิต ควบคุมเพลี้ยไฟ และโรคแอนแทรคโนส ในไม้ผล

รองศาสตราจารย์คณพล จุฑามณี
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศ เป็นภัยคุกคามที่มีผลต่อระบบนิเวศน์ การเจริญเติบโต การออกดอกและติดผลของพืช ในประเทศไทยพบว่าในช่วงหน้าแล้ง ที่มีความเข้มแสงสูงและน้ำในดินมีปริมาณน้อย ส่งผลให้พืชเกิดอาการใบไหม้และผิวผลไหม้ ซึ่งสามารถพบได้ในพืชหลายชนิด เช่น ส้มที่กำลังติดผลของอำเภอฝางจังหวัดเชียงใหม่ ต้นแก้วมังกรที่ปลูกทั่วไป และสับปะรดของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ที่กำลังติดผลในช่วงฤดูร้อน (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ผลสับปะรดที่ปลูกในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในช่วงฤดูร้อนที่มีความเข้มแสงสูงและขาดน้ำ พบอาการใบไหม้ และการล้มของผล ทำให้ผลไหม้ได้มากขึ้น ผลสุกเร็วขึ้นและมีขนาดเล็กกว่าปกตินอกจากนี้ในภาวะที่พืชได้รับปริมาณแสงที่มากเกินไป มีผลทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงถูก

ยับยั้ง ส่งผลให้พืชมีการสร้างผลผลิตลดลง การผลิตพืชภายใต้หลังคาพลาสติก หรือวัสดุพรางแสง จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะลดความเข้มแสงในช่วงกลางวัน ทำให้พืชยังคงมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่สูงในช่วงกลางวันได้

จากการศึกษาการผลิตมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ภายใต้หลังคาพลาสติกยังพบอีกว่า สามารถทำให้ได้ผลมะม่วงที่มีผิวสวย ผลผลิตปราศจากการเข้าทำลายจากเพลี้ยไฟ และไม่พบการเกิดโรคผลเน่าและแอนแทรคโนส (ภาพที่ 3) แต่อย่างไรก็ตามหลังคาพลาสติกมีราคาสูง และเมื่อเก็บผลผลิตเสร็จต้องทำการรื้อพลาสติกออกและสร้างคลุมใหม่เมื่อมะม่วงเริ่มออกดอก จึงทำให้ไม่มีความสะดวกในการปฏิบัติงาน



ภาพที่ 2 ผลมะม่วงน้ำดอกไม้ในระยะเก็บเกี่ยวภายใต้การคลุมหลังคาพลาสติก ไม่พบอาการผิวผลถูกทำลายโดยเพลี้ยไฟ (ซ้าย) และไม่พบโรคแอนแทรคโนสและผลเน่า (ขวา)

ดินขาวเคโอลิน คือดินที่มีแร่ Kaolinite ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) เป็นองค์ประกอบ พบได้ในประเทศจีน เม็กซิโก บราซิล เป็นต้น ในประเทศไทยพบได้ที่จังหวัดลำปาง ระนอง สุราษฎร์ธานี ปราจีนบุรี และอุดรดิตถ์

โดยมีการใช้ดินขาวเคโอลินในอุตสาหกรรมเครื่องเซรามิก เครื่องสำอาง และยาสีฟัน สำหรับด้านการเกษตร ดินขาว เคโอลินใช้เป็นสารเติม (filler) เพื่อปรับปริมาตรสารเคมีทางการเกษตร ในต่างประเทศ บริษัท Engelhard Corporation ประเทศอเมริกา ได้พัฒนาดินขาวเคโอลินให้อยู่ในรูปสารการค้าชื่อ Surround WP™ โดยระบุว่าจากการที่สารนี้มีสีขาว จึงสามารถสะท้อนแสงที่ตกกระทบบนผิวพืช ทำให้ลดความร้อนที่พืชได้รับ พืชจึงไม่เกิดภาวะเครียดจากความร้อน (heat stress) และสามารถเพิ่มผลผลิตพืชได้หลายชนิด เช่น แอปเปิ้ล เกรฟฟรุต วอลนัท อัลมอนด์ และ องุ่น เป็นต้น

ในปี พ.ศ. 2552 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ให้ทุนอุดหนุน การวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้วัสดุเคลือบใบ เพื่อลด photoinhibition ภายใต้สภาวะโลกร้อน และคุณภาพผลผลิตของมะม่วงพันธุ์มหาชนก” โดย คณะผู้วิจัยได้ทดลองใช้ดินขาวเคโอลินนำเข้ามาจากประเทศมาเลเซีย และ อินโดนีเซีย พบว่า ดินขาวเคโอลินจากประเทศมาเลเซีย มีความสามารถในการยอมให้แสงที่มีความเข้มแสงประมาณ $600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ซึ่งเป็น ความเข้มแสงที่มะม่วงมีการสังเคราะห์แสงได้สูงที่สุด ผ่านผิวกระจกใสที่ เคลือบดินขาวเคโอลินได้

การทดลองพ่นดินขาวเคโอลินที่ความเข้มข้น 60 กรัมต่อลิตร จำนวน 1 และ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ให้กับมะม่วงพันธุ์มหาชนก ตั้งแต่เริ่มติด ผล จนถึงระยะก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์ พบว่า ดินขาวเคโอลินสามารถ

ทำให้ต้นมะม่วงมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่สูงขึ้น (ภาพที่ 5) และสามารถเก็บผลผลิตได้จำนวนมากขึ้น (ตารางที่ 1) นอกจากนี้การพ่นดินขาวเคโอลินไปเคลือบผลมะม่วง ทำให้ผลมะม่วงไม่ถูกแสงแดดโดยตรง ดังนั้นผลมะม่วงในระยะเก็บเกี่ยวจึงมีสีแดงตรงตามลักษณะประจำพันธุ์ของมะม่วงมหาชนก และไม่พบการเกิดโรคแอนแทรกคโนส บนผลในระยะเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 1 ผลของการพ่นดินขาวเคโอลิน อัตรา 60 กรัม/ลิตร ต่อผลผลิตในมะม่วงพันธุ์มหาชนก ณ แปลงทดลองสถานีวิจัยกาญจนบุรี

การพ่นสาร	ผลผลิต รวม (ลูก)	ผลผลิต ต่อต้น (ลูก)	น้ำหนัก รวม (กิโลกรัม)	น้ำหนักรวม ต่อต้น (กิโลกรัม)
ไม่พ่นสาร	1,018	254.50	89.85	22.46
พ่นสาร 1 ครั้ง/ สัปดาห์	1,161	290.25	113.68	28.42
พ่นสาร 2 ครั้ง/ สัปดาห์	1,299	324.75	135.97	33.99



ภาพที่ 3 ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกภายใต้การเก็บเกี่ยวและบ่มเป็นเวลา 4 วัน ในสภาพธรรมชาติ (A) พบการระบาดของโรคแอนแทรกคโนสบนผิวมากกว่าการพ่นดินขาวเคโอลิน 1 ครั้ง/สัปดาห์ (B) และ 2 ครั้ง/สัปดาห์ (C)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้สนับสนุนทุนโครงการสนับสนุนการวิจัยขยายผลสู่การปฏิบัติและพัฒนาต่อยอดงานวิจัยและสิ่งประดิษฐ์ ประจำปีงบประมาณ 2553 เรื่อง “การพัฒนาดินขาวเคโอลินเป็นสารเคลือบผล เพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตควบคุมเพลี้ยไฟและโรคแอนแทรกคโนส” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำดินขาวเคโอลินจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย พัฒนาเป็นสารเคลือบใบและผล เพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตควบคุมแมลงศัตรูพืชและโรคพืชในมะม่วงและแก้วมังกร

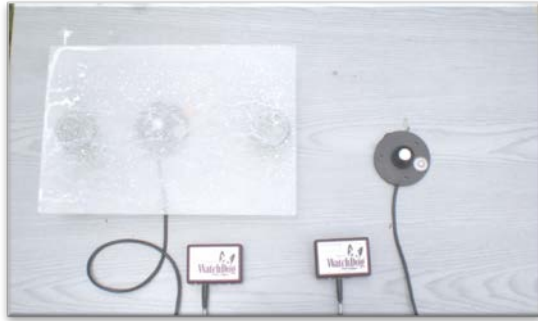
การประสานงานกับสำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 เชียงใหม่ สามารถนำดินขาวเคโอลินจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย มาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี จำนวน 5 ตัวอย่าง ดังนี้

1. อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง ขนาด 200 mesh (MT 200)
2. อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง ขนาด 200 mesh (TKL 200)
3. อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง ขนาด 325 mesh (TKL 325)
4. อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ ขนาด 325 mesh (UTD 325)
5. อำเภอเมือง จังหวัดระนอง ขนาด 325 mesh (RN 325)

นำตัวอย่างดินชาวเคโอลินทั้ง 5 ชนิด มาทดสอบคุณสมบัติด้านความสามารถในการดูดกลืนความเข้มแสงที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ความสามารถในการละลายน้ำ วัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นและค่า pH โดยมีการดำเนินการดังนี้

1. การศึกษาคุณสมบัติด้านความสามารถในการดูดกลืนความเข้มแสงที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง

นำดินชาวเคโอลิน 60 กรัมผสมน้ำ 1 ลิตรพ่นลงบนแผ่นกระจกใส วัดค่าความเข้มแสงในช่วงที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis photon flux) ที่บริเวณบนและล่างของแผ่นกระจกใส โดยใช้หัววัดความเข้มแสง (quantum light sensor) ทำการศึกษาในช่วงเวลา 10.00 – 14.00 น.



ภาพที่ 4 วิธีการวัดการผ่านของความเข้มของแสงที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis photon flux, PPF) ภายใต้กระจกใสที่พันด้วยดินขาวเคโอลิน

การศึกษาพบว่าดินขาวเคโอลินทั้ง 5 ตัวอย่าง มีความสามารถในการลดการผ่านของความเข้มของแสงที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis photon flux, PPF) ได้แตกต่างกัน โดยดินขาวเคโอลิน 3 ชนิด คือ จากอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง จังหวัดอุตรดิตถ์ และ จังหวัดระนอง สามารถลดค่า PPF ได้ 35-38% และค่า PPF ที่วัดได้ผ่านกระจกใสของดินขาวเคโอลินทั้ง 3 ชนิดอยู่ในช่วงประมาณ 600 -1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ได้ ซึ่งเป็นความเข้มแสงที่ทำให้มะม่วงสังเคราะห์แสงได้สูงที่สุด ในขณะที่ดินขาวเคโอลินจากอำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปางขนาด 200 และ 325 meshมีความสามารถในการลดค่า PPF ได้เล็กน้อย ซึ่งแสดงว่าดินขาวเคโอลินจากอำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปางทั้ง 2 ชนิด ไม่มีคุณสมบัติลดการผ่านของความเข้มแสงที่มีความเข้มสูงได้

2. การศึกษาค่า pH ความชื้น และความสามารถของดินขาวเคโอลินในการละลายน้ำ

ทดสอบโดยนำตัวอย่างดินขาวเคโอลินจำนวน 60 กรัมผสมน้ำ 1 ลิตร เติมสาร dispersing agent เพื่อลดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของแข็งชนิดเดียวกันทำให้การตกตะกอนลดลง สังเกตการละลายน้ำ (ภาพที่ 8) และศึกษาเวลาในการตกตะกอนโดยวัดการดูดกลืนคลื่นแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 450 nm ตั้งแต่เริ่มต้นผสมและวัดการดูดกลืนคลื่นแสงต่อเนื่องทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที



ภาพที่ 5 การละลายของดินขาวเคโอลินทั้ง 5 ชนิด

เมื่อผสมดินขาวเคโอลินลงในน้ำ จะพบตะกอนดินขาวเคโอลินที่มีสีแตกต่างกัน โดยดินขาวเคโอลิน จากอำเภอแม่ทะ และอำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง จะมีตะกอนสีเทา ในขณะที่ดินขาวเคโอลินจากจังหวัดระนอง และอุตรดิตถ์ จะมีตะกอนสีขาว และเมื่อพิจารณาถึงเวลาในการตกตะกอนพบว่า ดินขาวเคโอลินจากจังหวัดระนองตกตะกอนอย่างรวดเร็ว

ภายใน 5 นาทีแรกหลังการผสมสาร ในขณะที่ดินขาวเคโอลินจากอำเภอมะแมะ จังหวัดลำปางมีการตกตะกอนที่ช้าที่สุด

3. เปอร์เซ็นต์ความชื้นและค่า pH

การศึกษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นทดสอบโดยนำสารละลายดินขาวเคโอลิน จำนวน 60 กรัม ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 200 mesh ซึ่งน้ำหนักแล้วนำมาอบให้แห้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักก่อนและหลังอบแห้ง การศึกษาความเป็นกรดต่างของดินขาวเคโอลินทดสอบโดยนำตัวอย่างดินขาวเคโอลินจำนวน 60 กรัมผสมน้ำ 1 ลิตร แล้วนำมาวัดค่าความเป็นกรดต่างด้วยเครื่อง pH meter

ดินขาวเคโอลินระนอง มีความชื้นมากที่สุดเท่ากับ 4.13% และค่อนข้างเป็นกรด คือมีค่า pH เท่ากับ 6.55 (ตารางที่ 2) ดินขาวเคโอลินจากอำเภอมะแมะ จังหวัดลำปาง และดินขาวเคโอลินระนอง มีค่า pH ใกล้เคียงกัน คือ 7.46 และ 7.45 ตามลำดับ แต่ดินขาวเคโอลินอุตรดิตถ์ มีความชื้นต่ำที่สุดเท่ากับ 1.93% ในขณะที่ดินขาวเคโอลิน MT มีความชื้นสูงกว่าเท่ากับ 3.02% (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรอร์เซ็นต์ความชื้นและค่า pH ของดินขาวเคโอลินจากอำเภอ
แม่ทะ จังหวัดลำปาง (MT) จากจังหวัดระนอง (RN) และจาก
จังหวัดอุตรดิตถ์ (UTD)

ชนิดดินขาวเคโอลิน	ความชื้น (%)	ค่า pH
MT	3.02	7.45
UTD	1.93	7.46
RN	4.13	6.55

**การพัฒนาดินขาวเคโอลินเป็นวัสดุเคลือบผล เพื่อการเพิ่มคุณภาพ
ผลผลิต การพัฒนาสีผิว การควบคุมการเกิดโรคผิวลายโดยเพลี้ยไฟ
และควบคุมการเกิดโรคแอนแทรกคโนสในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้**

การศึกษาในมะม่วงทำการทดสอบกับมะม่วงที่ออกดอกในฤดูร้อน
และฤดูฝน โดยในช่วงฤดูร้อนที่สภาพอากาศมีความเข้มแสงและอุณหภูมิสูง
อัตราการสังเคราะห์แสงของมะม่วงถูกยับยั้ง ส่งผลให้ผลผลิตลดลง การใช้
ดินขาวเคโอลินจากจังหวัดลำปาง อัตรา 60 กรัม/ลิตร เป็นสารเคลือบใบ
มะม่วงทำให้ใบมะม่วงมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงขึ้น ดังนั้นมะม่วงจึง
สามารถนำสารอาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงไปใช้ในการเพิ่ม
ผลผลิตให้มากขึ้นได้ โดยผลการวิจัยพบว่า การพ่นสารเคโอลิน ลำปาง 2

ครั้งต่อสัปดาห์ สามารถทำให้ผลผลิตรวมต่อต้นเพิ่มขึ้นได้ 32.06% และ น้ำหนักรวมของผลต่อต้นเพิ่มขึ้น 22.84% (ตารางที่ 3)

การทดลองใช้ดินชาวเคโอลินเป็นวัสดุเคลือบผลในฤดูฝนพบว่า การพ่นสารเคโอลินทั้งจากจังหวัดลำปาง อุตรดิตถ์ และระนอง ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลมะม่วงได้มากขึ้น โดยเฉพาะการพ่นดินชาวเคโอลิน ลำปาง 1 ครั้ง/สัปดาห์สามารถเก็บผลผลิตได้มากกว่าการไม่พ่นสาร 30.55% (ตารางที่ 4)

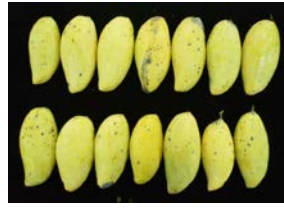
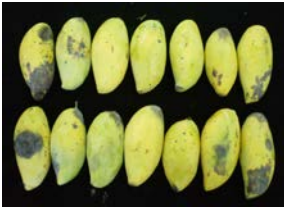
ตารางที่ 3 ผลของดินชาวเคโอลินจากอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง ต่อ ปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ออกดอกในช่วงฤดูร้อน

การให้สาร	จำนวนผลเฉลี่ย (ลูก)	น้ำหนักรวมของผล (กิโลกรัมต่อต้น)
ต้นควบคุม	131.00	39.40
พ่นสาร 1 ครั้ง/สัปดาห์	138.80	38.40
พ่นสาร 2 ครั้ง/สัปดาห์	173.00	48.40

ตารางที่ 4 ผลของการพ่นดินขาวเคโอลินจากอำเภอมะเข่ จังหวัดลำปาง (MT) จากจังหวัดระนอง (RN) และจากจังหวัดอุตรดิตถ์ (UTD) ในช่วงฤดูฝนตั้งแต่มะม่วงเริ่มติดผล ต่อปริมาณผลผลิต มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

Treatment	จำนวนผลเฉลี่ย (ลูก)	น้ำหนักรวมของผล (กิโลกรัมต่อต้น)
ต้นควบคุม	72.00	24.00
MT 1 ครั้ง/สัปดาห์	108.50	30.50
MT 2 ครั้ง/สัปดาห์	94.00	31.75
UTD 1 ครั้ง/สัปดาห์	100.00	33.75
UTD 2 ครั้ง/สัปดาห์	93.25	31.25
RN 1 ครั้ง/สัปดาห์	103.50	34.75
RN 2 ครั้ง/สัปดาห์	101.00	33.25

เมื่อพิจารณาถึงการเกิดโรคแอนแทรกคโนส พบว่าในระยะก่อนการบ่มผล มะม่วงที่ได้รับการพ่นสารละลายดินขาวเคโอลินจากอำเภอมะเข่ จังหวัดลำปาง 2 ครั้งต่อสัปดาห์พบการเกิดโรคแอนแทรกคโนสบนผิวผลน้อยที่สุด และในระยะหลังการบ่ม การพ่นดินขาวเคโอลินทุกชนิด สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรกคโนส บนผิวผลได้ และพบว่า การพ่นสารละลายดินขาวเคโอลินจากอำเภอมะเข่ จังหวัดลำปาง 2 ครั้งต่อสัปดาห์พบการเกิดโรคแอนแทรกคโนสบนผิวผลน้อยที่สุด (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 6 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยวและบ่มเป็นเวลา 4 วัน ในสภาพธรรมชาติ (ซ้าย) พบการระบาดของโรคแอนแทรกโนสบนผิวมากกว่าการพ่นสารเคโอลินอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง 1 ครั้ง/สัปดาห์ (กลาง) และ 2 ครั้ง/สัปดาห์ (ขวา) และการพ่นสารเคโอลินทำให้ผิวมะม่วงในระยะสุกมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้พบว่าดินขาวเคโอลินทุกชนิดสามารถลดการเกิดราดำบนผิวใบได้ โดยการพ่นสารละลายดินขาวเคโอลินลำปาง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ มีแนวโน้มพบการเกิดราดำบนผิวใบน้อยที่สุด ราดำบนผิวใบเกิดจากการที่เพลี้ยจักจั่นดูดกินน้ำเลี้ยงจากดอกและช่อดอก และถ่ายมูลซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำหวานออกมาติดที่ใบ ดังนั้นการที่พบราดำบนใบมะม่วงที่น้อยลงภายหลังพ่นสารเคโอลินสันนิษฐานว่า เนื่องมาจากการดินขาวเคโอลินมีผลลดจำนวนของเพลี้ยจักจั่นที่ดูดกินน้ำเลี้ยงจากดอกและช่อดอกมะม่วงได้



ภาพที่ 7 ลักษณะใบมะม่วงที่ได้รับการพ่นสารเคโอลิน (ซ้ายและกลาง) และใบมะม่วงที่ไม่ได้พ่นสารเคโอลิน พบราดำบนผิวใบ (ขวา)

การพัฒนาดินชาวเคโอลิเป็นวัสดุเคลือบกิ่ง เพื่อลดอาการใบไหม้ในฤดูร้อนที่มีความชื้นแสงมาก และเพิ่มคุณภาพผลผลิตแก้วมังกร

การศึกษาในแก้วมังกรทำการทดลองในพันธุ์เนื้อแดงโดยใช้ดินชาวเคโอลิน 3 ชนิด คือ ดินชาวเคโอลิน จากอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง ดินชาวเคโอลินจากจังหวัดอุดรดิตถ์ และดินชาวเคโอลินจากจังหวัดระนอง และพ่นดินชาวเคโอลินความเข้มข้นของ 60 กรัม/ลิตร 1 และ 2 ครั้ง /สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ดินชาวเคโอลินจากอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง สามารถลดอุณหภูมิใบพืชได้มากที่สุด (ภาพที่ 11) ดังนั้นจึงสามารถลดอาการกิ่งไหม้ทั้งในระยะเริ่มต้นและรุนแรงได้ดีที่สุด



ภาพที่ 8 ลักษณะกิ่งแก้วมังกรที่ได้รับการพ่นสารเคโอลิน (ซ้าย) และการพ่นสารเคโอลินสามารถลดอุณหภูมิกิ่งจาก 42.4 °C (กลาง) เป็น 33.8 °C (ขวา) ทำให้สามารถลดอาการกิ่งไหม้ได้

การประเมินการเกิดโรคบนกิ่ง พบว่า การพ่นเคโอลินสามารถลดการเกิดโรค brown spot บนกิ่งได้ โดยโรค brown spot จะพบจากบาดแผลที่เกิดขึ้นภายหลังจากการเข้าทำลายของแมลง ดังนั้นจึงสันนิษฐานว่าการพ่นเคโอลินสามารถลดการเข้าทำลายของแมลงบนกิ่งแก้วมังกร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค brown spot ได้ (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 9 โรค Brown spot บนกิ่งแก้วมังกร เกิดจากเชื้อ *Dothiorella* sp. การระบาดพบที่กิ่งอ่อน โดยเกิดขึ้นหลังจากบาดแผลที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลง

การพัฒนาดินชาวเคโอลินจากแหล่งผลิตในประเทศไทยเป็นสารเคลือบใบ เพื่อควบคุมการเข้าทำลายของแตนฝอยปมในต้นกล้วยคาลิปตัส

การศึกษาในยูคาลิปตัส *E. camaldulensis* x *E. brassiana* สายพันธุ์ K58 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของแตนฝอยปม (ภาพที่ 13) พบว่า ดินชาวเคโอลินมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการควบคุมการเข้าทำลายใบและยอดอ่อนของต้นกล้วยคาลิปตัสโดยแตนฝอยปม ในสภาพแปลงได้ดีกว่าในสภาพโรงเรือนเพาะชำ (ภาพที่ 14) โดยดินชาวเคโอลินสูตรดีต์มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดการเข้าทำลายแตนฝอยปม นอกจากนี้การพ่นดินชาวเคโอลินสูตรดีต์ทำให้ต้นกล้วยคาลิปตัสมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น จึงเป็นผลทำให้ต้นกล้วยคาลิปตัสมีอัตราการเติบโตด้านความสูง มากกว่าต้นกล้าที่ไม่ได้รับการพ่นดินชาวเคโอลิน ซึ่งสามารถสังเกตได้ภายหลังการพ่นดินชาวเคโอลินได้ประมาณ 1 เดือน



ภาพที่ 10 ต้นกล้วยคาลิปที่ถูกทำลายโดยแตนฝอยปมในระยะรุนแรง มีลักษณะลำต้นบิดเบี้ยว ยอดบิดงอ ไม่สามารถปลุกเป็นการค้าได้

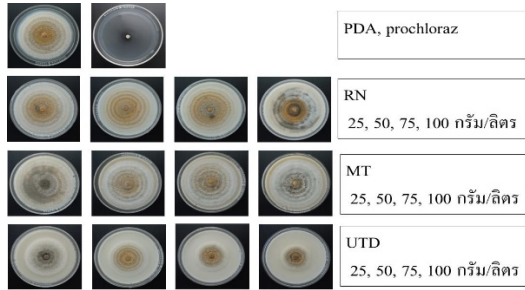


ภาพที่ 11 ต้นกล้วยคาลิปตัสที่ได้รับการพ่นดินขาวเคโอลินในสภาพแปลง โรงเรือนเพาะชำ (ซ้าย)และใน สภาพแปลง (ขวา)

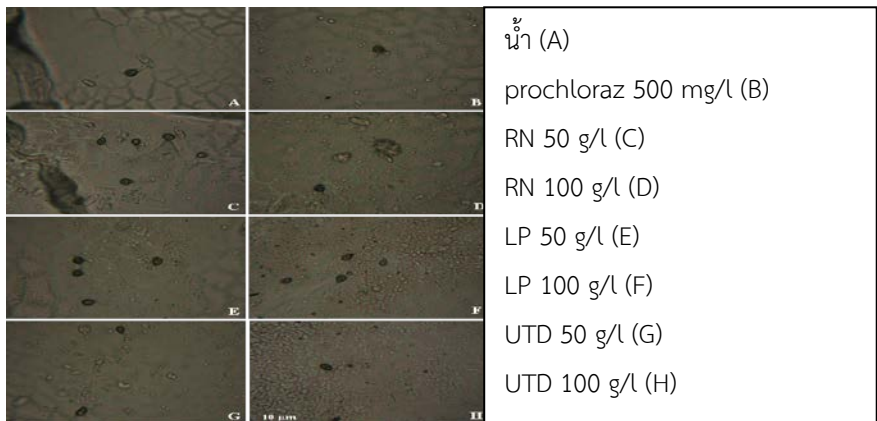
การพัฒนาดินขาวเคโอลินเป็นสารเคลือบใบ เพื่อการเพิ่มคุณภาพผลผลิต และควบคุมการเกิดโรคแอนแทรกโนสในองุ่น

การศึกษาในองุ่นพบว่า เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินขาวเคโอลินกับสาร prochloraz ต่อการติดเชื้อแอนแทรกโนสพบว่า ดินขาวเคโอลินไม่มีคุณสมบัติในการเป็นสารกำจัดโรคพืชถึงแม้ดินขาวเคโอลินจะสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใย *C. gloeosporioides* บนอาหาร PDA

ได้ (ภาพที่ 15) แต่ spore ของเชื้อสามารถงอก สร้าง germ tube และ appressorium ได้



ภาพที่ 12 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของดินขาวเคโอลินระนอง (RN) ลำปาง (LP) และอูตรดิตถ์ (UTD) ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* บนอาหาร PDA

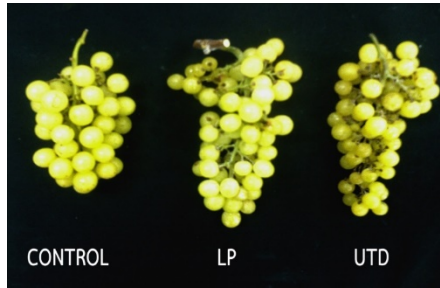


ภาพที่ 13 ประสิทธิภาพของดินชาวเคโอลินระนอง (RN) ลำปาง (LP) และ อูตรดิตถ์ (UTD) ต่อการงอกของสปอร์เชื้อราโรคแอนแทรกโนส บนใบองุ่น หลังจากปลูกเชื้อ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

การศึกษาผลของดินชาวเคโอลินต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คุณภาพผลผลิต (ภาพที่ 17) พบว่าการพ่นดินชาวเคโอลินลำปางและอูตรดิตถ์ อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ก่อนเริ่มติดผล เป็นเวลา 8 สัปดาห์มีผลทำให้องุ่นมีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 17) เนื่องจากดินชาวเคโอลินสามารถลดความเข้มแสงที่สูงเกินกว่าที่องุ่นจะนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รวมถึงลดความร้อนจากแสง ความเข้มสูงที่สัมผัสกับใบพืช (Heat stress) ดังนั้นจึงทำให้องุ่นมีจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการพ่นด้วยน้ำกลั่น การสังเคราะห์แสงสูงที่ขึ้นทำให้องุ่นสามารถสร้างและนำแป้ง น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ไปใช้ในการสร้างผลผลิตองุ่นได้มากขึ้น



ภาพที่ 14 ใบองุ่นจากเถาที่ไม่ได้รับการพ่นดินชาวเคโอลิน (ซ้าย) และ ได้รับการพ่นดินชาวเคโอลิน (ขวา)



ภาพที่ 15 ผลผลิตต่อรุ่นในระยะเก็บเกี่ยว (WATER= พ่นด้วยน้ำ LP= ดินขาวเคโอลินลำปาง UTD = ดินขาว เคโอลินอุตรดิตถ์)

ดินขาวเคโอลินมีคุณสมบัติที่สามารถพัฒนาเป็นสารเคลือบใบและผลในพืชเศรษฐกิจได้ เพื่อนำดินขาวเคโอลินไปใช้ในพืชชนิดอื่น ๆ เช่น การลดอาการใบและผลไหม้ในสับปะรด การควบคุมแตนฝอยปมในยูคาลิปตัส และควบคุมโรคแอนแทรกโนสในองุ่น โดยเฉพาะจุดเด่นด้านการลดความร้อนจากความเข้มแสงที่สูงในฤดูร้อน จึงสามารถเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง ทำให้พืชมีปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น และลดอาการไหม้ของผลผลิตพืชในช่วงฤดูร้อน ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพที่ดีขึ้นได้ และประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ทุณโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง การใช้ดินขาวเคโอลินเพื่อควบคุมอาการผลไหม้และราสนิม และเพิ่มคุณภาพผลผลิตของส้ม เพื่อให้บุคลากรด้านวิจัยและส่งเสริมงานไม้ผลขนาดเล็กและร้อนมูลนิธิโครงการหลวง ได้มีความเข้าใจและเป็นแม่ข่ายในการนำองค์ความรู้ ด้านการใช้ดินขาวเคโอลินไปใช้เป็นสารเคลือบผล เพื่อควบคุมอาการผลไหม้และราสนิม และเพิ่มคุณภาพผลผลิตของส้ม สำหรับคุณสมบัติด้านการควบคุม

โรคพืชและแมลงนั้น เนื่องจากดินชาวเคโอลินไม่มีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชและโรคพืชโดยตรง ดังนั้นการที่ดินชาวเคโอลินสามารถควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช เกิดจากคุณสมบัติด้านกายภาพที่สารนี้มีสีขาว และเมื่อนำมาพ่นเคลือบใบพืชจะมีลักษณะเป็นฟิล์ม เคลือบลำต้น ใบ และผลได้ ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติรบกวนการเข้าทำลายของแมลง การวางไข่ของแมลง และทำให้สปอร์ของเชื้อราที่มากับน้ำไม่สามารถสัมผัสกับผิวของใบหรือผลไม่ได้โดยตรง จึงสามารถป้องกันโรคพืชที่ที่อาศัยน้ำเป็นพาหะ เช่น โรคแอนแทรคโนสและโรคผลเน่าได้ ดังนั้นดินชาวเคโอลินจึงเหมาะสมสำหรับการผลิตพืชแบบเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากสามารถลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลงและโรคพืชได้

จุดเด่นของดินชาวเคโอลินคือการลดความเข้มข้นสูงโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน ที่สัมผัสกับใบและผลพืชโดยตรง จึงมีผลโดยตรงในการลดอาการใบและผลไหม้ และทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ดินชาวเคโอลินไม่ใช่สารกำจัดแมลงศัตรูพืชและโรคพืช ดังนั้นจึงไม่มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงศัตรูพืช หรือยับยั้งการแพร่ระบาดของโรคพืชได้เหมือนกับการใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชและโรคพืช การใช้ดินชาวเคโอลินจึงเป็นการใช้เพื่อควบคุมการระบาดของโรคและแมลง จึงอาศัยคุณสมบัติการเคลือบใบและผล เป็นการป้องกันการสัมผัสของแมลง การวางไข่ของแมลงบนผิวพืช และทำให้สปอร์ของเชื้อราที่มากับน้ำไม่สามารถสัมผัสกับผิวของใบหรือผลไม่ได้โดยตรง

2

การเลี้ยงหมูหลุมดินชีวภาพจากงานวิจัย สู่ชุมชนเกษตรพอเพียง

นายภูวดล ประพฤติดี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง

พฤติกรรมสุกรที่สังเกตได้ทั่วไป

สุกรอาจจะถือได้ว่าเป็นสัตว์ที่มีความฉลาดเป็นอันดับที่สี่ รองมาจากคน สัตว์พวกลิงปลาวาฬและปลาโลมา ในป่าสุกรอยู่กันเป็นฝูง โดยมีการควบคุมและมีการจัดลำดับการข่มเหนือ ที่ชัดเจนในฝูง สุกรเพศผู้ หรือพ่อพันธุ์มักจะแยกตัวอยู่ตามลำพัง ฝูงสุกรดำรงอยู่โดยสุกรเพศเมียที่เป็นตัวข่มเหนือ เป็นผู้รับผิดชอบดูแลและช่วยเหลือสุกรเพศเมียอื่นๆ ภายในฝูงในการเลี้ยงลูกสุกร เมื่อมีสุกรตัวใหม่เข้ามาภายในฝูง สุกรเพศเมียที่มีลำดับการข่มเหนือสูงสุดนี้จะเข้าไปต่อสู้ เพื่อจัดลำดับการข่มเหนือภายในฝูงให้สุกรตัวใหม่ เมื่อสามารถจัดลำดับการข่มเหนือได้แล้ว สุกรดังกล่าวก็ถือเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัวในฝูงให้ที่อยู่ อาหารและให้การคุ้มครองด้วย

สุกรเป็นสัตว์ที่มีความไวอย่างไม่น่าเชื่อ สุกรเป็นสัตว์ที่ตกใจง่าย เป็นสัตว์ที่รักความสะอาด ในสุกรที่เลี้ยงปล่อย ไม่ได้ขังกรงสุกรจะเลือกบริเวณที่ห่างไกลจากที่นอนของมันและเป็นพื้นที่อยู่ต่ำกว่าเป็นที่สำหรับอาบน้ำ สุกรฉลาดพอที่จะเรียนรู้ว่าแรงลมและฝนสามารถพัดพาและชะล้างสิ่งปฏิกูลที่มันขับถ่ายออกมาไปจากบริเวณที่สูงกว่า ซึ่งมัน ใช้เป็นรังของมันได้ สุกรเป็นสัตว์ที่ชอบเกลือกกลิ้งในโคลนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 2

ประการ เหตุผลประการแรกสุกรเป็นสัตว์ที่ไม่มีต่อมเหงื่อ เมื่ออุณหภูมิในร่างกายของมันสูงขึ้น มันจะทำให้ร่างกายของมันมีอุณหภูมิต่ำลงได้มีเพียงวิธีเดียวคือ การลงนอนแช่อยู่ในน้ำ หรือโคลน เมื่อโคลนที่ฉาบบนตัวของสุกรด้านนอกแห้ง แต่ด้านในที่สัมผัสกับผิวหนังยังชื้นและเย็น เหตุผลประการที่สองคือ โคลนที่ฉาบบนผิวหนังสุกร จะป้องกันผิวหนังของสุกรจากแสงอาทิตย์ในลักษณะเดียวกับการใส่เสื้อผ้าของคนเรานั่นเอง

พฤติกรรมสุกรตามหลักวิชาการ

ชนิดของสุกร

- สุกรที่เลี้ยงปล่อย (Free-ranged pigs) เช่น สุกรชาวเขา สุกรที่เลี้ยงปล่อยตามบ้าน และสุกรป่า
 - สุกรที่เลี้ยงในเชิงอุตสาหกรรม (Commercial pigs)
 - สุกรพ่อพันธุ์ สุกรแม่พันธุ์
 - ลูกสุกร (สุกรก่อนหย่านม สุกรหลังหย่านม และสุกรเล็ก)
 - สุกรขุนหรือสุกรสามสาย (ลาร์จไวท์, ดุรอก และ แลนด์เรซ หรือ เปียตรง แอมเชียร์)

ระบบประสาทสัมผัสในสุกร

- การได้ยิน (Hearing): เสียข้อมือ
- การมองเห็น (Vision): ทิศทางของหาง, การนอนสุมกัน
- การดมกลิ่น (Smelling) 4
- การรับรส (Taste)
- การสัมผัสและไชร้ลำตัว (Grooming)

กรไต่ยีนในสุกร

- การส่งเสียงคำรามทางจมูก: ตอบสนองต่อเสียงที่คุ้นเคย หรือพวกเดียวกัน

- การส่งเสียงคำรามทางจมูกถี่ ๆ: เมื่อสุกรตกใจ หรือตื่นกลัว
- การส่งเสียงคำรามทางจมูกแบบแผ่ว ๆ และดั่งขึ้นเรื่อย ๆ: ส่ง

เสียงป้องกันลูกสุกร

- คำรามเป็นเวลานาน: ตอบสนองต่อการถูกสัมผัส
- ร้อง: เมื่อสุกรตกใจ
- เสียงร้องแหลม: เนื่องจากความเจ็บปวด

การมองเห็นของสุกร : ทิศทางของหาง (Tail position)

- หางม้วนขดกันแน่น: ลูกหมูที่สมบูรณ์
- หางเหยียดตรง: ลูกหมูไม่สบาย
- หางยกขึ้นและม้วน: การทักทายกัน การแย่งอาหารไล่หมูตัวอื่น
- หางเหยียดและห้อยลง: กำลังนอนหลับ
- หางบิดเบี้ยวผิดปกติรูปร่าง: มีการอักเสบที่ผิวหนัง

ระบบประสาทสัมผัสในสุกร

- การดมกลิ่น (Smelling) : • การรับรส (Taste): หมูมีตุ่มรับรสมากกว่าไก่และจะไวต่อความหวานและขม มากกว่าเค็มและเปรี้ยว

- การขยับถ่าย: การแบ่งบริเวณในคอกเพื่อขยับถ่าย
- การไลร์ลำตัว (Grooming)

พฤติกรรมการกินของสุกรในทางสังคม

- สุกรจะกินอาหารได้มากเมื่อเลี้ยงอยู่ด้วยกัน
- เมื่อสุกรตัวหนึ่งไปที่รางอาหาร สุกรตัวอื่นมักจะตามไปด้วย
- มักจะทำให้มีการแย่งรางอาหารบริเวณเดียวกัน
- เกิดขึ้นตั้งแต่สุกรเริ่มดูดนม
- แม้ว่าการเลี้ยงรวมจะช่วยเพิ่มการกินอาหาร แต่สุกรที่มีศักดิ์ต่ำ

ในฝูงอาจจะถูกแย่งอาหารได้ง่าย

การสูญเสียและการเปลี่ยนแปลงจากการกิน

- สุกรเป็นสัตว์ที่ชอบคุ้ยเขี่ยอาหารเช่นเดียวกับไก่ อาหารจึงหกหล่นออกจากที่ให้อาหารได้
- ถ้ารางอาหารมีขนาดใหญ่กว่าตัวสุกร สุกรจะใช้จมูกคุ้ยอาหารหรือลงไปนอนและถ่ายในรางอาหาร
- สุกรเล็กมักจะทำให้มีอาหารหกมากกว่าสุกรใหญ่
- การให้อาหารแบบกึ่งแข็งกึ่งเหลวจะช่วยให้สุกรกินอาหารได้มากขึ้นและมีอาหารหกน้อยลง
- ควรมีรางอาหารที่พอเพียงให้สุกร เพื่อป้องกันการแย่งอาหาร

พฤติกรรมก้าวร้าวในทางสังคม

- การจัดลำดับศักดิ์ (Hierarchy) ของลูกสุกรแรกคลอด
 - เกิดขึ้น 2-3 วันแรกหลังคลอด
 - การใช้ฟันขบเพื่อแย่งหัวนม

- หัวนมคู่หน้าสุดจะมีน้ำนมมาก มีโอกาสเกิดเต้านมอักเสบน้อย
และโอกาสถูกแม่เหยียบน้อยกว่า

- พฤติกรรมการกัดหาง กัดหูและการรุมกัดสุกรตัวอื่นที่อ่อนแอ
- พฤติกรรมแพะตามท้อง กัดไม้กั้นคอก

• หมูหย่านม

- จะมีการจัดลำดับศักดิ์ใหม่
- ตัวผู้ที่เป็นพ่อพันธุ์มีศักดิ์สูงกว่าแม่พันธุ์, ตัวผู้ตอนมักมีศักดิ์เท่ากับแม่พันธุ์
- หมูที่มีศักดิ์สูง (dominant) มักจะให้พวกที่มีศักดิ์ต่ำกว่า (subordinate) ไช้ตามตัว (Grooming)

• หมูโต

- มีการต่อสู้แย่งชิงตำแหน่งของศักดิ์ในฝูงใหม่
- หมูที่มีศักดิ์ต่ำมักจะไมโตเพราะมักจะถูกแย่งอาหาร
- ควรใส่หมูตัวเล็กในคอกก่อนใส่หมูโต

พฤติกรรมความเป็นแม่ (Maternal behavior)

• ประกอบไปด้วย

- การหาทำเลสร้างที่คลอดลูกของแม่สุกร
- การสร้างรังคลอดลูก
- การเลี้ยงลูกอ่อน
- การเลียลูก (ไม่ค่อยพบ) และการกินรกตัวเอง
- การอนุบาลลูก และการให้นมลูก

- การเลี้ยงสุกรสมัยใหม่จะทำให้มี พฤติกรรมความเป็นแม่ลดลง
- แม่สุกรจะเรียกลูกมากินนมโดยส่งเสียงเป็นจังหวะ

พฤติกรรมกรรมการเลี้ยงลูกที่ผิดปกติ

- การกัดลูกตัวเอง
 - มักเกิดขึ้นในแม่สุกรหรือสุกรสาวท้องแรก
 - ทำให้ลูกสุกรตายเฉลี่ย 4 %
- ไม่ยอมให้ลูกกินนม
 - มักเกิดกับแม่สุกรที่เป็นเต้านมอักเสบ
- การหย่านมไม่ตรงตามธรรมชาติ
 - ปกติลูกสุกรจะหย่านมอายุ 5 อาทิตย์ (ธรรมชาติ 14 อาทิตย์)
 - การหย่านมเร็วในการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม: 3-4 อาทิตย์

จากการที่ได้ทราบพฤติกรรมการเป็นอยู่ของสุกร (หมู) อย่งคร่าวๆแล้วนั้น จึงทำให้เข้าใจว่าสุกรเองก็ต้องการความสบายตัว และต้องการแสดงลักษณะนิสัยทางธรรมชาติของตนบ้างเพื่อลดความเครียดแต่ปัจจุบันผู้เลี้ยงมักไม่ค่อยคำนึงถึงพฤติกรรมต่างๆ เหล่านี้ ถ้านำสุกรจำนวน 4 ตัวไปเลี้ยงในคอกขนาด 10x20 เมตร จะพบว่าสุกรมีเนื้อตัวมอมแมมสกปรก นั่นเป็นสิ่งที่พบเห็นได้เสมอๆ ในฟาร์มของเกษตรกรผู้เลี้ยง (ด้วยเหตุผลทางธุรกิจ) เมื่อนำสุกรมาเลี้ยงขังคอก สุกรจะเริ่มมีความก้าวร้าวเกิดขึ้นระหว่างสุกรด้วยกัน เว้นแต่จะมีการกำจัดสิ่งปฏิกูลออกให้สะอาดแต่ในทางปฏิบัติทำได้ค่อนข้างลำบาก สุกรในคอกจึงไม่มีทางเลือกจึงต้องอาศัยน้ำปัสสาวะในการใช้ช่วยลดความร้อนของมัน หรือถ้ามีน้ำให้มันก็จะ

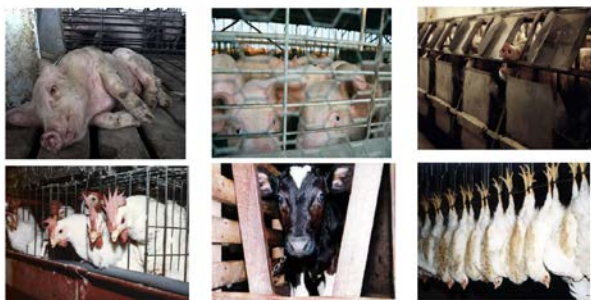
เล่นน้ำ คิดเล่นๆ ว่าถ้านำคน 4 คนซึ่งรวมไว้เหมือนกับการเล่นสกรู สภาวการณ์ดังกล่าวอาจจะไม่แตกต่างกันก็ได้ สกรูมีคุณกับมนุษย์มากในแง่ของการเป็นแหล่งอาหารของมวลมนุษย์โลก แต่การปฏิบัติกับสกรูที่มีคุณนี้ จึงสมควรที่จะต้องเอาใจใส่มาก มีปัจจัยหรือมูลเหตุหลายแง่มุมอีกหลายประการที่ควรคำนึงถึง

คอกแม่สกรูอุ้มท้อง

ในหลายประเทศแม่สกรูอุ้มท้องจะถูกนำมาเลี้ยงในคอกซึ่งแคบมากจนกระทั่งแม่สกรูไม่สามารถที่จะก้าวได้มากกว่าหนึ่งก้าว หรือแม้แต่หันหลังตลอดระยะเวลาสี่เดือนของการอุ้มท้องก่อนคลอดแม่สกรูจะถูกย้ายไปคอกคลอดที่ซึ่งมันไม่สามารถที่จะเคลื่อนไหวใดๆ ได้เลยนอกจากยืนขึ้นและนอนลง

คอกสกรูที่อึดคัด

ลูกสกรูถูกหย่านมาก่อนกำหนดเมื่ออายุ 3-4 สัปดาห์ และนำไปขุนให้อ้วนเพื่อใช้เนื้อเป็นอาหาร พวกมันต้องอยู่ในคอกที่แออัดและสกปรกบนพื้นคอนกรีตที่ปราศจากสิ่งปกคลุม หรือพื้นที่เป็นแผ่นยาวแคบซึ่งปราศจากที่รองนอน พวกมันไม่สามารถแสดงออกซึ่งพฤติกรรมตามธรรมชาติ เช่น การขุดคุ้ย การหาอาหาร และการเดินสำรวจไปมา



“ไม่จำเป็นต้องเลี้ยงสัตว์แบบนี้ สัตว์ในฟาร์มที่ถูกเลี้ยงแบบปล่อย สามารถเดินได้อย่างอิสระ และแสดงพฤติกรรมตามธรรมชาติได้นั้น เป็นอาหารที่ปลอดภัยกว่าสำหรับมนุษย์ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีความเมตตาต่อสัตว์”

รูปแบบการผลิตปศุสัตว์อินทรีย์

ระดับรายย่อย การปลูกพืช-เลี้ยงสัตว์ผสมผสาน เช่น ไร่พื้นเมือง สุกรหลังบ้าน โค กระบือ

ระดับธุรกิจชุมชน เป็นการเลี้ยงสัตว์ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ร่วมกับการปลูกพืช เช่นการเลี้ยงไก่ เป็ด สุกร โคเนื้อ โคนม แพะ เป็นการเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นรายได้หลัก

ระดับการเลี้ยงสัตว์เชิงการค้า การเลี้ยงสัตว์ที่ต้องการผลผลิตจากสัตว์สูงสุด ให้อาหารตามมาตรฐานการผลิตของพันธุ์สัตว์นั้นๆ ปรับระบบการผลิตเป็นโรงเรือนปิด ป้องกันการสัมผัสเชื้อโรค

ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ระบบการเลี้ยงหมูหลุมดินชีวภาพ (Deep-litter system) เป็นระบบการเลี้ยงทางเลือกที่แตกต่างไปจากระบบการเลี้ยงทั่วไป (Conventional confinement system) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นระบบปิด เป็นฟาร์มขนาดใหญ่ และผลิตในเชิงอุตสาหกรรม (Commercial farm) ขณะที่เกษตรกรรายย่อยไม่สามารถจะเลี้ยงสุกรเป็นอาชีพได้เนื่องจากปัญหาของต้นทุนการผลิต ไม่ว่าจะเป็นโรงเรือนหรือค่าใช้จ่ายด้านอาหาร แต่ก็ยังคงมีการเลี้ยงอยู่บ้างในระบบการเลี้ยงแบบหลังบ้าน (Backyard farm) เพื่อกินเศษอาหารที่เหลือจากครัวเรือน รวมทั้งผลพลอยได้ทางการเกษตร ดังนั้นระบบการเลี้ยงหมูหลุมดินชีวภาพจึงน่าจะเป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงแบบหลังบ้าน และเกษตรกรรายย่อยที่สามารถจัดหาผลพลอยได้ทางการเกษตรในพื้นที่มาใช้ประโยชน์จากการศึกษาของ Morrison และคณะ (2007) พบว่าระบบการเลี้ยงหมูหลุมดินชีวภาพจะมีต้นทุนที่ถูกกว่า มีสุขภาพที่แข็งแรง และค่านึงถึงสวัสดิภาพของสุกรมากกว่า ระบบทั่วไป และเป็นระบบการเลี้ยงที่ได้รับความนิยมในหลายประเทศเนื่องจากสามารถลด ปัญหาการบาดเจ็บและเจ็บป่วยของสุกรได้ดีกว่าระบบทั่วไป รวมทั้งยังเป็นระบบการผลิตที่ คำนึงถึงระบบนิเวศน์และสิ่งแวดล้อม (Margeta et al., 2010)

ที่มาที่ไป ทำไมต้องหมูหลุม

ภายหลังการปฏิวัติเขียว ส่งผลให้มีการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตทางการเกษตรมาเป็นแบบเข้มข้น เพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งมีแง่ดีในการเพิ่มผลผลิต แต่ก็ไม่เหมาะสำหรับเกษตรกรรายย่อยเนื่องจากต้องใช้ทุนการผลิตสูง และยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงหมูก็เช่นเดียวกัน ปัจจุบันแม้ประสิทธิภาพการผลิตในฟาร์มจะดีกว่าสมัยก่อน แต่ต้องมีต้นทุนสูงด้วย และส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อมมาโดยตลอด ทำให้การเลี้ยงหมูรายย่อยแบบ ออมสินหลังบ้าน ค่อย ๆ หายไปจากชุมชน

แต่เดิมเรานิยมเลี้ยงสุกรหลังบ้านครอบครัวละ 1 - 2 ตัวเพื่อเอาไว้กินเศษอาหารเหลือจากครัวเรือนและหาเศษผัก หญ้า ต้นกล้วย บอน มะละกอ เอามาเสริมเป็นอาหารเพื่อให้ต้นทุนการเลี้ยงไม่สูงนัก เป็นการเลี้ยงแบบเก็บออมเงิน เป็นหมูออมสินต่อมามีการวิวัฒนาการเลี้ยงแบบอาหารสำเร็จรูปใช้เวลาเลี้ยงเพียง 4-5 เดือน ได้น้ำหนักถึง 100 กิโลกรัม เมื่อคิดต้นทุนค่าอาหารและการจัดการแล้วปรากฏว่าขาดทุน ดังคำกล่าวที่ว่า เลี้ยงหมูให้เจ็ก ทุนหายกำไรหด หลายคนจึงเลิกเลี้ยงสุกรและหาอาชีพอื่น ๆ แทน

การเลี้ยงสุกรบ้านเราในปัจจุบันยังทำให้สิ่งแวดล้อมเลวลง ส่งกลิ่นเหม็นกระจายไปทั่วและสร้างปัญหาให้กับชุมชน ดูจากนครปฐม พออย่างเข้าเขตจังหวัดก็มีกลิ่นขี้หมูโชยมาให้รู้ว่าถึงแล้ว แต่การเลี้ยงสุกรแบบเกษตรธรรมชาติเกาหลี นอกจากจะได้กำไรงามแก่ผู้เลี้ยงยังเป็นการลดต้นทุน

ค่าอาหารได้ด้วย และยังทำให้ภาระกิจการเลี้ยงสุกรเบาแรงลง เช่น ไม่ต้อง
มาทำความสะอาดกวาดพื้นคอกกำจัดขี้สุกร ไม่มีกลิ่นขี้สุกร พื้นไม่
เฉอะแฉะ และไม่มีแมลงวันรบกวน

ขั้นตอนและวิธีการเลี้ยง

1. การสร้างโรงเรือน

แบบดั้งเดิม

เลือกพื้นที่น้ำไม่ท่วมขัง อากาศถ่ายเทสะดวก ปลูกสร้างด้วยวัสดุ
ในท้องถิ่น โครงไม้ไผ่ หลังคาหญ้าคา ขนาด กว้าง x ยาว x สูง = 2 x 6 x
1.8 เมตร เลี้ยงคอกละ 10 ตัว (เฉลี่ยให้สุกรมีพื้นที่ตัวละประมาณ 1.2 -1.5
ตารางเมตร) หลังคาควรมีแสงรอดผ่าน หรือมีพื้นที่รับแสงได้ 1/3 ของ
พื้นที่คอกตลอดทั้งวัน จะทำให้มีการฆ่าเชื้อด้วยแสงอาทิตย์ทุกวัน

แบบประยุกต์

เลือกพื้นที่น้ำไม่ท่วมขัง อากาศถ่ายเทสะดวก ปลูกสร้างโดยใช้
วัสดุที่มีความทนทานตามกำลังของผู้เลี้ยง ขนาด คอกตามจำนวนสุกรที่จะ
เลี้ยง เช่นกัน ความสูง ควรสูงโปร่งเพื่อถ่ายเทความร้อนได้ดี (เฉลี่ยให้สุกรมี
พื้นที่ตัวละประมาณ 1.2 -1.5 ตารางเมตร) หลังคาควรสร้างแบบหน้าจั่ว 2
ชั้น และควรมีแสงลอดผ่าน หรือมีพื้นที่รับแสงได้ 1/3 ของพื้นที่คอกตลอด
ทั้งวัน จะทำให้มีการฆ่าเชื้อด้วยแสงอาทิตย์ทุกวัน

2. การเตรียมหลุม

แบบดั้งเดิม

ขุดหลุมลึก 90 ซม. ความกว้าง ความยาวขึ้นอยู่กับจำนวนหมูที่จะเลี้ยง โดยมีพื้นที่ต่อตัว 1.2 - 1.5 เมตร/ตัว 2. ก่ออิฐให้รอบทั้ง 4 ด้านของหลุม และก่อเผื่อให้สูงกว่าปากหลุมประมาณ 30 เซนติเมตร โดยไม่ต้องเทพื้น

แบบประยุกต์

สำหรับพื้นที่ที่ดินแข็งมาก ยากแก่การขุด

1. ขุดหลุมลึกเพียง 45 ซม. แล้วนำดินที่ขุดขึ้นมาก่อเป็นหลุมยกสูงขึ้นอีก 45 ซม. ก็จะได้หลุมลึก 90 ซม. เช่นกันทำให้ประหยัดแรงงานขุดและง่ายต่อการขนวัสดุรองนอนออกจากหลุม ความกว้างยาวขึ้นอยู่กับจำนวนหมูที่จะเลี้ยง โดยมีพื้นที่ต่อตัว 1.2 - 1.5 เมตร/ตัว 2. ก่ออิฐให้รอบทั้ง 4 ด้าน และให้สูงกว่าปากหลุมประมาณ 30 เซนติเมตร ไม่ต้องเทพื้น

แบบประยุกต์

พื้นที่ที่เป็นเชิงเขา

1. แบบนี้เหมาะกับพื้นที่ที่เป็นเชิงเขา คือจะขุดด้านที่เป็นเนินเขา ละไม่ขุดด้านตีนเขา ไม่ต้องขุดหลุมทั้งหมด ให้ขุดเพียงเชิงดินที่เป็นเนินเขา ออกแล้วก่ออิฐ ทั้ง 4 ด้าน เช่นกันทำให้ประหยัดแรงงานขุดและง่ายต่อการขนวัสดุรองนอนออกจากหลุม ความกว้างยาวขึ้นอยู่กับจำนวนหมูที่จะเลี้ยง โดยมีพื้นที่ต่อตัว 1.2 - 1.5 เมตร/ตัว 2. ก่ออิฐให้รอบทั้ง 4 ด้าน และให้สูงกว่าปากหลุมประมาณ 30 เซนติเมตร ไม่ต้องเทพื้น

แบบประยุกต์

สำหรับพื้นที่ดินทราย หรือติดชายทะเล

1. ดินทรายนั้น โดยธรรมชาติจะขุดง่าย แต่ไม่คงรูป หากขุดเป็นหลุมไปแล้วจะเสี่ยงต่อการถูกน้ำฝนกัดเซาะและทำให้แนวหลุมพังทลายได้โดยง่าย และเขตพื้นที่ภาคใต้ก็ยังมีฝนตกชุก วิธีที่เหมาะสมคือ ไม่ต้องขุดหลุมให้ก่ออิฐยก 13 ซม. สูง 90 ซม. เลยทีเดียว แต่อาจมีการเทคานด้านข้างเพื่อเสริมความแข็งแรง และไม่ต้องเทพื้น ส่วนความกว้างยาวขึ้นอยู่กับงานวนหมู่ที่จะเลี้ยง โดยมีพื้นที่ต่อตัว 1.2 - 1.5 เมตร/ตัว

2. ก่ออิฐให้รอบทั้ง 4 ด้าน และให้สูงกว่าปากหลุมประมาณ 30 เซนติเมตร (เมื่อเติมวัสดุเติมหลุมแล้ว) และให้หาดินมาถมรอบๆ คอก (ถ้าเป็นไปได้) และอัดให้แน่นเพิ่มความแข็งแรง โดยในอนาคตต้องมีการปลูกพืชคลุมดินประเภทหญ้าที่มีรากจับดินป้องกันดินทลายด้วยจะได้ผลที่ดีมาก วัสดุเตรียมพื้นคอก และวิธีทำพื้นคอก

แบบดั้งเดิม

โดยจัดทำเป็น 3 ชั้นๆ ละ 30 ซม. โดยใช้วัสดุติดดังนี้ - แกลบดิบ 10 ส่วน - ดินเดิมที่ขุดออกจากหลุม 1 ส่วน - น้ำหมักชีวภาพจากจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Micro Organism หรือ IMO)

วิธีทำพื้นคอก

1. ใส่แกลบ 10 ส่วน
2. ใส่ดินเดิมที่ขุดออกจากหลุม 1 ส่วน
3. เทแกลบกับดินจนได้ความสูง 30 ซม.
4. ใช้เกลือเม็ด 1 ถ้วยตราไก่ หรือประมาณครึ่งลิตรโรยหน้า

5. ผสมน้ำหมักจุลินทรีย์ ขนาด 2 ซอนโตะละลายน้ำ 10 ลิตร รดให้ทั่วพุ่ม

6. ขั้นต่อไปทำเหมือนเดิมจนครบ 3 ชั้น ทั้งไว้ 7- 10 วันปล่อยให้เกิดการหมักของจุลินทรีย์ จึงนำลูกหมูหย่านมาเลี้ยงเมื่อเลี้ยงไปได้ระยะหนึ่งให้เติมวัสดุรองคอกด้วยเสริมเติมให้เต็มเสมอ

แบบประยุกต์

(1) – สำหรับจังหวัดชุมพรและภาคใต้ /เป็นที่ทราบกันดีว่าจังหวัดชุมพรมีฝนตกชุก และมีฤดูหนาวที่สั้นมากหรือแทบจะไม่มีในบางปี)

จัดทำเป็น 2 ชั้นๆ ละ 45 ซม. โดยใช้วัสดุติดดังนี้ - แกลบดิบ, ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว แกลบกาแพ ทางปาล์มป่น ทั้งหมด รวมเป็น 10 ส่วน

โดยใช้แกลบดิบกับขี้เลื่อยเป็นหลักเนื่องจากทนต่อการย่อยสลายไม่ร้อน ไม่อ่อมความชื้นมากไป สำหรับขุยมะพร้าวและแกลบกาแพอาจใช้เพื่อลดต้นทุน เพราะบางครั้งอาจได้มาฟรีๆ เนื่องจากเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรในจังหวัด ส่วนทางปาล์มป่นนั้นหากใครมีเครื่องสับป่นก็สามารถจัดหาได้เช่นกัน

- ดินเดิมที่ขุดออกจากหลุม 1 ส่วน

- น้ำหมักชีวภาพจากจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Micro Organism หรือ IMO)

วิธีทำพื้นคอก

1. จัดเป็นชุดละ ๆ โดยใส่ - แกลบดิบ 3, ชี้เลื่อย 3 ขุยมะพร้าว 2 ทางปาล์มป่น 2 หรือแกลบกาแพ 2 กรณีหาทางปาล์มป่นไม่ได้) รวมเป็น 10 ส่วน

2. ใส่ดินเดิมที่ขุดออกจากหลุม 1 ส่วน

3. เทส่วนผสมในข้อ 1 และ 2 กับดินจนได้ความสูง 45 ซม.

4. ใช้เกลือเม็ด 1 ถ้วยตราไก่ หรือประมาณครึ่งลิตรโรยหน้า

5. ผสมน้ำหมักจุลินทรีย์ ขนาด 2 ซ้อนโต๊ะละลายน้ำ 10 ลิตร รด

ให้ทั่วพุ่ม

6. ทิ้งไว้ 7- 10 วันปล่อยให้เกิดการหมักของจุลินทรีย์ จึงนำลูกหมูหย่านมาเลี้ยงเมื่อเลี้ยงไปได้ระยะหนึ่งจนชั้นแรก (45 ซม.)

7. เมื่อเริ่มมีการย่อยสลายของชั้นแรก (ปกติจะเติมช่วงกลางของการขุน) ให้เติมวัสดุรองคอกด้วยวิธีเดียวกับชั้นแรก จนได้ความสูง 45 ซม.

แบบประยุกต์

สำหรับจังหวัดชุมพรและภาคใต้ /เป็นที่ทราบกันดีว่าจังหวัดชุมพรมีฝนตกชุก และมีฤดูหนาวที่สั้นมากหรือแทบจะไม่มีในบางปี)

จัดทำเป็น 2 ชั้นๆ ละ 45 ซม. โดยใช้วัสดุดิบดังนี้ - แกลบดิบ, ชี้เลื่อย ขุยมะพร้าว แกลบกาแพ ทางปาล์มป่น ทั้งหมด รวมเป็น 10 ส่วน

โดยใช้แกลบดิบกับชี้เลื่อยเป็นหลักเนื่องจากทนต่อการย่อยสลายไม่ร้อน ไม่อ่อมความชื้นมากเกินไป สำหรับขุยมะพร้าวและแกลบกาแพอาจใช้เพื่อลดต้นทุน เพราะบางครั้งอาจได้มาฟรีๆ เนื่องจากเป็นผลพลอยได้ทาง

การเกษตรในจังหวัด ส่วนทางปาล์มป่นนั้นหากใครมีเครื่องสับป่นก็สามารถ
จัดหาได้เช่นกัน - ดินเดิมที่ขุดออกจากหลุม 1 ส่วน - น้ำหมักชีวภาพจาก
จุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Micro Organism หรือ IMO)

วิธีทำพื้นคอก

1. อาจจัดเป็นชุดละ ๆ โดยใส่ - แกลบดิบ 3, ขี้เลื่อย 3 ขยุ
มะพร้าว 2 แกลบกาแฟ 2 (กรณีหาทางปาล์มป่นไม่ได้) รวมเป็น 10 ส่วน
2. ใส่ดินเดิมที่ขุดออกจากหลุม 1 ส่วน
3. เทส่วนผสมในข้อ 1 และ 2 กับดินจนได้ความสูง 45 ซม.
4. ไข่เกลือเม็ด 1 ถ้วยตราไก่ หรือประมาณครึ่งลิตรโรยหน้า
5. ผสมน้ำหมักจุลินทรีย์ ขนาด 2 ซอนโตะละลายน้ำ 10 ลิตร รด
ให้ทั่วพุ่ม
6. ทิ้งไว้ 7- 10 วันปล่อยให้เกิดการหมักของจุลินทรีย์ จึงนำลูกหมู
หย่านมมาเลี้ยงเมื่อเลี้ยงไปได้ระยะหนึ่งจนชั้นแรก (45 ซม.)
7. เมื่อเริ่มมีการย่อยสลายของชั้นแรก (ปกติจะเติมช่วงกลางของ
การขุน) ให้เติมวัสดุรองคอกด้วยวิธีเดียวกับชั้นแรก จนได้ความสูง 45 ซม.

3. พันธุ์สุกร

วิธีที่ดีที่สุดในการได้มาซึ่งพันธุ์สุกรคือ ผลิตลูกสุกรเองจากพ่อแม่
พันธุ์ในฟาร์มของเรา หรือจัดหาเนื้อเชื้อพ่อพันธุ์คุณภาพดีและปลอดโรคมา
ผสมเทียมกับแม่พันธุ์ที่เรามี แต่ถ้าหากไม่สะดวกก็ควรหาซื้อลูกสุกร 3
สายเลือดจากฟาร์มที่ไว้ใจได้ และคัดสายพันธุ์มาแล้ว โดยใช้ลูกสุกรที่หย่า
นมแล้ว อายุประมาณ 1 เดือน น้ำหนักประมาณ 12 - 20 กิโลกรัม

นอกจากนั้นหากไม่สามารถหาพันธุ์สุกร 3 สายเลือดได้จริงๆ ก็สามารถใช้สุกร 2 สายพันธุ์ (ควรเป็นลูกจากพ่อพันธุ์ประเภทเนื้อ) หรือหากไม่มีความสามารถในการจัดหาสุกรพันธุ์เศรษฐกิจจริงๆ ก็สามารถใช้สุกรพันธุ์พื้นเมืองได้ ซึ่งจะทนทานต่อสภาพอากาศได้ดี กินอาหารได้หลากหลายกว่า และเสี่ยงต่อการเป็นโรคติดต่อได้น้อยกว่า แต่มีข้อเสียที่ราคาปรับซื้อ และอาจต้องซาแหละขายเองในละแวกใกล้บ้าน

โดยลูกสุกรหย่านมทุกตัว ก่อนเข้าขุน ต้องผ่านการทำวัคซีนป้องกันโรคคอหิวต้งสุกร และถ่ายพยาธิด้วย

4. อาหารและวิธีการเลี้ยง

ในระยะแรก ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด สำหรับลูกสุกรไปก่อน โดยค่อยๆ ปรับอัตราส่วน จากอาหารเดิมทั้งหมดแล้วค่อยๆ ทดแทนด้วยสูตรสุกรรุ่นในช่วง 1 เดือนแรกที่ลงขุน และค่อยๆ เริ่มให้ ผลไม้ เช่นกล้วย และผักอบน้ำเพื่อสร้างความคุ้นและความเคยชิน เมื่อสุกรเริ่มชินกับพืชผัก ทดแทนแล้ว หลังจากนั้นลดอาหารสำเร็จรูปลงครึ่ง และทดแทนด้วยพืชผักอีกครั้งหนึ่ง โดยในกลางวันให้กินอาหารเสริมประเภทพืช ผัก และถ้ามีกากน้ำตาลให้หั่นพืชผักหมักกับกากน้ำตาลทิ้งไว้ 1 วัน แล้วให้กินจะเป็นการดียิ่ง ในระยะเดือนที่ 2 หากผู้เลี้ยงมีความสามารถในการทำหยวกหมัก และหญ้าหมัก ก็สามารถเริ่มให้หยวกและหญ้าหมักแก่สุกรได้ เพราะจะมีความน่ากินมากกว่าและมีความย่อยได้มากกว่า โดยมีระยะเวลาเลี้ยง 4 - 5 เดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารชั้นที่ให้ โดยจะได้น้ำหนักจับขายที่ประมาณ 90 - 100 กก.

คำแนะนำการให้อาหาร

น้ำหนักหมู	ชนิดอาหาร	ปริมาณ พืชผัก ทดแทน กก/ตัว/วัน
15 - 30 กก. หย้าสด หรือเศษผักทดแทน 30 - 40%	อาหารสำเร็จรูป โปรตีน 18 %	หย้าสดหรือเศษผัก ทดแทน 30 - 40%
30 - 60 กก.	อาหารสำเร็จรูป โปรตีน 16 %	หย้าสดหรือเศษผัก ทดแทน 50%
60 - 100 กก.	อาหารสำเร็จรูป โปรตีน 14 %	หย้าสดหรือเศษผัก ทดแทน 50%

หมายเหตุ หากไม่สามารถหาซื้ออาหารสำเร็จรูป ที่มี โปรตีน 18 % จากร้านค้าได้ สามารถใช้อาหารสำเร็จรูป โปรตีน 16 % ได้ แต่ต้องเพิ่มปริมาณการให้อาหารสำเร็จ เช่น อาหาร 1 กก.มี % โปรตีน 16 ก็ต้องให้อาหาร 16% โปรตีน จำนวน 1.12 กก. จึงจะเทียบเท่าการให้อาหารสำเร็จรูป โปรตีน 18 % จำนวน 1 กก.

คำแนะนำการให้น้ำดื่ม

หมูที่เลี้ยงแบบหมูหลุมดินชีวภาพจะมีการเสริมน้ำหมักชีวภาพลงไปในน้ำดื่มโดยให้ที่จุดพักน้ำก่อนที่จะเข้าสู่ท่อน้ำที่ด้วยตามอัตราส่วน โดยต้องเป็นน้ำที่ไม่มีสารคลอรีน อาจจะเป็นน้ำดิบ หรือ ถ้าเลี้ยงน้ำประปาที่มีสารคลอรีนไม่ได้ ให้พักน้ำไว้ในภาชนะเปิดแดดส่องถึงได้ประมาณ 1 วัน แล้วจึงถ่ายไปผสมกับน้ำหมักชีวภาพ

อัตราการใช้น้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเปล่า ในหมุหลุมระยะต่างๆ เป็นดังนี้

1. ระยะแรก (หมูเล็ก) ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน ต่อน้ำเปล่า 1,000 ส่วน
2. ระยะเจริญเติบโต (วัยรุ่น) ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน ต่อน้ำเปล่า 800 ส่วน
3. ระยะโตเต็มที่ ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน ต่อน้ำเปล่า 500 ส่วน (น้ำ 1 ปี๊บ มี 20 ลิตร หากเป็นหมูเล็กผสมแค่ 2 ซ้อนโต๊ะ, หมูรุ่น ผสม 3 ซ้อนโต๊ะ, หมูใหญ่ ผสม 4 ซ้อนโต๊ะ)

เกร็ดเล็กเกร็ดน้อย

1.ในการเปิดน้ำหรือเติมน้ำใส่จุดพักควรทำต่อเมื่อน้ำลดลงไปในปริมาณที่ชัดเจน เช่น ถังน้ำปริมาตร 200 ลิตร [1 ลิตรมี 1,000 ซีซี นั้นกรณีหมูเล็ก ขณะน้ำเต็มถึง ก็ผสมน้ำหมักชีวภาพลงไป 1 ซีซี ต่อ มี 1,000 ซีซี (1 ลิตร)] จึงต้องผสมน้ำหมักชีวภาพลงไป 200 ซีซี ในน้ำเต็มถึง 200 ลิตรนั่นเอง

2. เมื่อน้ำที่ผสมน้ำหมักชีวภาพนี้พร้อมลงไป อย่าทยอยเติมน้ำและน้ำหมักชีวภาพ เพราะสัดส่วนจะเพี้ยนไปได้ ให้ผู้เลี้ยงทำสัญลักษณ์ไว้ที่ข้างถัง สัก 4 ระดับ ระดับละ 50 ลิตร เมื่อน้ำลดลงมาที่ระดับใดก็เติมน้ำและน้ำหมักชีวภาพให้ได้ตามสัดส่วน ถ้าน้ำลดลงครึ่งถัง แสดงว่าน้ำพร้อมไป 100 ลิตร ถ้าจะเติมให้เต็มถึง ก็ต้องผสมน้ำหมักชีวภาพลงไป 100 ซีซีนั่นเอง (อย่าลืมใช้สัดส่วนของน้ำหมักชีวภาพ)

จุลินทรีย์ คืออะไร

จุลินทรีย์ เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า มีประโยชน์ต่อธรรมชาติไม่ชอบแสงแดดและชอบกินของหวานหรือน้ำหมักพืชจากน้ำตาลทรายแดงเป็นอาหาร ดังนั้นเราจึงต้องนำเอาจุลินทรีย์มาใช้ในภาคเกษตรกรรมทดแทนการใช้สารเคมี

อินทรีย์วัตถุ คืออะไร

เศษซากพืชและเศษซากสัตว์ที่ทับถมกันอยู่ในดิน ขบวนการย่อยสลายก็ต้องอาศัยจุลินทรีย์ แล้วจึงไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

จุลินทรีย์แบ่งออกได้ 2 ประเภท

1. ประเภทที่สร้างประโยชน์ ส่วนใหญ่อยู่บนผิวดินต้องการอากาศหายใจ เช่น กลุ่มสังเคราะห์แสง ยีสต์แลคโตบาซิลลัส แอสเปอร์จิลัส
2. ประเภทที่ให้โทษ ส่วนใหญ่อาศัยลึกลงไปได้ดินประมาณ 0.5 - 1 เมตร ลงไปไม่ต้องการอากาศหายใจเช่น แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา ไส้เดือนฝอย

การทำน้ำหมักจุลินทรีย์

น้ำหมักจุลินทรีย์หรือน้ำหมักชีวภาพ ได้มาจากการหมักพืชผักผลไม้ หรือเนื้อสัตว์กับน้ำตาล เพื่อดึงเอาจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปในบรรยากาศ หรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าจุลินทรีย์ท้องถิ่น (IMO/ Indigenous Micro Organism ซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเกาหลี) มาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมการเกษตร เนื่องจากจุลินทรีย์เป็นกลไกพื้นฐานของการย่อยสลาย หรือการแปรสภาพของอินทรีย์วัตถุ

โดยปกติแล้วมีจุลินทรีย์หลายชนิดที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ แต่จุลินทรีย์ที่เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้นั้น เป็นประเภทที่เติบโตได้ดีในสภาพที่มีความหวาน ซึ่งเราสามารถใส่สารที่ให้ความหวานได้หลายชนิดเช่น น้ำตาลชนิดต่าง ๆ, น้ำอ้อย แต่ควรหลีกเลี่ยงน้ำตาลทรายขาว เนื่องจากมีสารฟอกขาวซึ่งจะสกัดกั้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (หากน้ำตาลที่นิยมใช้กันก็มีสารนี้ปนเปื้อนอยู่ด้วยบ้างเช่นกัน แต่ก็อนุโลมได้เพราะมีราคาถูก)



สูตร และส่วนผสม (ในการฝึกอบรมจริงจะมีให้ทั้งหมด 8 สูตร ขอแนะนำเพียงสูตรขั้นพื้นฐานที่ใช้ทั่วไป เพียง 3 สูตรก่อน)

1. สูตรผักอบน้ำ เป็นสูตรที่เหมาะสมสำหรับการเร่งการเจริญเติบโต หรือที่เรียกว่า สูตรแม่ ใช้ผักอบน้ำ เช่น ผักบั้ง ผักกาด ผักตบชวา หยวกกล้วย หน่อไม้ ฯลฯ ซึ่งควรเก็บก่อนที่ตะวันจะขึ้น มิฉะนั้นฮอร์โมนในพืชจะแปรสภาพไปทำหน้าที่สังเคราะห์แสง ทำให้ประสิทธิภาพของน้ำหมักจะด้อยลง

วิธีการทำ

นำผักมาสับเป็นท่อนเล็ก ๆ ยาวประมาณ 1 ซม. แล้วนำไปคลุกเคล้ากับน้ำตาล หรือกากน้ำตาล ในอัตราส่วน ผัก 3 ส่วน ต่อน้ำตาล 1 ส่วน น้ำ 1 ส่วน ใส่ไว้ในถังที่มีฝาปิด ทิ้งไว้ประมาณ 10 วันก็สามารถนำมาใช้ได้

2. สูตรผลไม้ เป็นสูตรที่เหมาะสมสำหรับการเร่งผสมพันธุ์ เร่งดอก เร่งผล หรือที่เรียกว่า สูตรพ่อ ใช้ผลไม้ได้ทุกชนิดที่ใกล้สุก หรือสุกแล้ว เช่น มะละกอ กัลย ชนุน ทุเรียน พักทอง ฯลฯ

วิธีการทำ

นำมาสับเป็นชิ้นเช่นเดียวกับผัก แต่หากเป็นลูกเล็ก ๆ เช่นกัลยสุก สามารถใส่เป็นลูกได้เลย โดยผสมกับน้ำตาล หรือกากน้ำตาล ในอัตราส่วน ผลไม้ 3 ส่วน ต่อน้ำตาล 1 ส่วน น้ำ 1 ส่วน ใส่ไว้ในถังที่มีฝาปิด ทิ้งไว้ประมาณ 10 วันก็สามารถนำมาใช้ได้

3. สูตรเนื้อสัตว์ เป็นสูตรกลางที่สามารถใช้ได้ทั่วไป ใช้เนื้อสัตว์หรือเศษชิ้นส่วนของสัตว์ เช่น หอยเชอรี เนื้อปลา รกหมู ซากสัตว์ที่ตายใหม่ ๆ (ชำแหละทำความสะอาดแล้ว) ฯลฯ

วิธีการทำ

นำเนื้อสัตว์มาสับเป็นชิ้น หากเป็นหอย อาจทุบให้พอแตก แล้วนำมาคลุกเคล้ากับน้ำตาล หรือกากน้ำตาล (ใช้อุปกรณ์) ในอัตรา เนื้อสัตว์ 1 ส่วน ต่อน้ำตาล 1 ส่วน น้ำ 1 ส่วน ใส่ไว้ในถังที่มีฝาปิด ทิ้งไว้ประมาณ 3 เดือนขึ้นไปจึงจะสามารถนำมาใช้ได้ (ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาหมัก)



หมักส่วนผสมในถัง



หมักได้ที่แล้ว

การนำไปใช้ประโยชน์

น้ำหมักชีวภาพสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ทั้งในด้านการเกษตรและอื่น ๆ เช่น การบำบัดน้ำเสีย ล้างห้องน้ำดับกลิ่น หรือแก้ปัญหาส้วมเต็ม ฯลฯ โดยหลังจากการหมักจนครบกำหนดแล้วให้กรองเอาแต่น้ำหัวเชื้อมาผสมกับน้ำเปล่าให้เจือจางลง สำหรับการนำมาใช้ในการเกษตรนั้นสามารถใช้ได้ทั้งกับพืช และสัตว์ ดังนี้

การใช้ประโยชน์กับพืช

ใช้ได้โดยตรงเป็นปุ๋ยน้ำ โดยการผสมน้ำราดลงพื้นที่ปลูกพืช การแช่เมล็ดพันธุ์เพื่อขุบชีวิตหรือเพิ่มภูมิต้านทาน, ผสมในปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพ, ใช้เป็นฮอร์โมนเร่งการผสมเกสร ฯลฯ

ส่วนผสม

1. ระยะกล้าอ่อน ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน ต่อน้ำเปล่า 1,000 ส่วน
2. ระยะเจริญเติบโต (หนุ่ม) ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน ต่อน้ำเปล่า 800 ส่วน
3. ระยะโตเต็มที่ ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน ต่อน้ำเปล่า 500 ส่วน

การใช้ประโยชน์กับสัตว์

ใช้สำหรับผสมในน้ำ หรืออาหารสัตว์ เพื่อช่วยในกระบวนการย่อยอาหาร หรือใช้ราดพื้นคอกสัตว์เพื่อปรับสภาพ/กำจัดกลิ่น, เป็นยาแก้โรคผิวหนัง โรคปากเปื่อยเท้าเปื่อย ฯลฯ

4. ระยะแรกเกิด-ทารก ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน ต่อน้ำเปล่า 1,000 ส่วน
5. ระยะเจริญเติบโต (วัยรุ่น) ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน ต่อน้ำเปล่า 800 ส่วน
6. ระยะโตเต็มที่ ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน ต่อน้ำเปล่า 500 ส่วน (น้ำ 1 ปี๊บ มี 20 ลิตร หากเป็นหมูเล็กผสมแค่ 2 ช้อนโต๊ะ, หมูรุ่น ผสม 3 ช้อนโต๊ะ, หมูใหญ่ ผสม 4 ช้อนโต๊ะ)

หมายเหตุ การแบ่งเป็นสูตร แม่-พ่อ-กลาง นั้นจะเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องนั้น ๆ ได้ดีตามที่ระบุไว้ แต่ก็สามารถใช้แทนกันได้ ไม่มีผลเสียอะไร

การเก็บรักษาน้ำจุลินทรีย์

น้ำจุลินทรีย์ที่ได้จากการหมักพืชที่มีสีเขียวหรือผลไม้สด ในสัดส่วน 3 ต่อ 1 ส่วน คือ พืชสีเขียว 3 ส่วน ต่อน้ำตาลทรายแดง 1 ส่วน นำมาหมักเข้าด้วยกันจะเกิดเป็นน้ำเหลวเข้มข้นน้ำตาล มีกลิ่นหอมคล้ายแอลกอฮอล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 28 องศาเซลเซียส เก็บไว้นาน 1 ปี ถ้ามีกลิ่นบูดให้เติมน้ำตาลทรายแดงเพิ่มลงไปเพื่อให้กลับมามาใช้ได้เหมือนเดิม

การทำอาหารหมักสำหรับหมูหลุม

อาหารสำหรับเลี้ยงสุกรแบบธรรมชาติ (หมูหลุม) จะเน้นการใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ตามธรรมชาติในชุมชนและท้องถิ่นเป็นหลัก ได้แก่ ผลไม้และพืชสีเขียวชนิดต่าง ๆ เช่น เศษผักต่าง ๆ หยวกกล้วย ผักบุงเถาแผ่นดินเทศ เถาฟักทอง ผักตบชวา สาหร่าย มะละกอดิบ หน่อไม้ สับปะรด แดงโม ยอดมันสำปะหลัง ใบบอน ฯลฯ นำมาหมักเพื่อเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร ช่วยในการย่อยได้ของอาหารแทนการนำมาต้มเหมือนสมัยก่อน ซึ่งทำให้คุณค่าของอาหารจากธรรมชาติเหล่านั้นลดลง การนำเศษผัก 100 กิโลกรัม หมักกับน้ำตาลทรายแดงหรือกากน้ำตาล 4 กิโลกรัมและผสมเกลือ 1 กิโลกรัมหมักในถังทิ้งไว้ 7 วัน จะได้ผักหมักที่มีคุณภาพ โดยมีโปรตีน 17.87 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.78 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,500 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม หากนำไปตากแห้งจะมีโปรตีน 24.87 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำไปทดแทนอาหารสำเร็จรูปได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจนำไปผสมกับ เปลือกหอยป่น ราละเอียด ข้าวโพดป่น ให้สุกรกินโดยไม่ต้องใช้อาหารสำเร็จรูปเลยก็ได้ (โชคชัย สารากิจ , 2548)

วัสดุและอุปกรณ์

1. ถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร สำหรับใส่อาหารหมัก
 2. หยวกหรือพีซผักสีเขียวทุกชนิด
 3. น้ำตาลทรายไม่ขัดสี 4 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 4 ส่วน (ส่วนละ 1 กก.)
 4. เกลือเม็ด 1 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 4 ส่วน (ส่วนละ 2.5 ชีด)
- อัตราส่วนการใช้ เศษผลไม้หรือพีซผักสีเขียว 100 กิโลกรัม ต่อน้ำตาลทรายแดงหรือ

ขั้นตอนและวิธีการทำ

1. หั่นหยวกหรือเศษพีซผักออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 2-4 เซนติเมตร
 2. นำหยวกหรือเศษพีซที่หั่นเรียบร้อยแล้วใส่ในถัง
 3. ใช้มือกดหรือใช้เท้าเหยียบให้แน่นและเรียบ
 4. โรยน้ำตาลทรายไม่ขัดสีให้ทั่ว
 5. โรยเกลือเม็ดทับหน้าให้ทั่ว
 6. ปิดฝาถัง และปิดด้วยฝาถังอีกครั้งหมักทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ (วันหากจำเป็นเร่งด่วนหมัก 4-5 วัน ก็สามารถนำไปใช้ได้)
- หมายเหตุ ถ้าหมักอาหารจำนวน 100 กิโลกรัม และสามารถแบ่งการหมักออกเป็น 4 ชั้น ๆ ละ 25 กิโลกรัม โดยใช้อัตราส่วน ขั้นตอน และวิธีการทำดังที่กล่าวข้างต้น จะทำให้การหมักอาหารมีคุณภาพดียิ่งขึ้น

ข้อบ่งใช้ ใช้ตามอัตราส่วนที่ต้องการ เช่น อาหารหมัก 80 กิโลกรัมต่ออาหารสำเร็จ 20 กิโลกรัม หรือ อาหารหมัก 70 กิโลกรัม ต่ออาหารสำเร็จ 30 กิโลกรัม เป็นต้นหรือแล้วแต่ที่เรากำหนด



ภาพที่ 1 การหั่นต้นกล้วยหรือเศษพืชผัก



ภาพที่ 2 ถังสำหรับใช้หมัก



ภาพที่ 3 การใส่น้ำตาลทรายแดงหรือกากน้ำตาล



ภาพที่ 4 การใส่เกลือเม็ด



ภาพที่ 5 การปิดฝาถังหมักและเก็บไว้ในที่ร่ม



ภาพที่ 6 หยวกกล้วยหมักแล้วนำมาผสมกับอาหารสำเร็จใช้เลี้ยง

1. การคำนวณข้อมูลการเจริญเติบโตของสุกร

1.1 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG)

เริ่มจากการคือน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยในช่วงเข้าทดสอบของสุกรทั้งหมดในแต่ละกลุ่มทดลองจากสูตร

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย = น้ำหนักสุกรที่เพิ่มขึ้นรวม/จำนวนสุกรที่เลี้ยงทั้งหมด

แล้วจึงนำมาเข้าสู่ตรรกาคำนวณ หาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG)

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย/จำนวนวันที่ขุน}}$$

1.2 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) = น้ำหนักอาหารที่สุกรกิน/น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

1.3 อายุสุกรปรับน้ำหนัก 100 กก. (AGE 100)

อายุสุกรที่ปรับน้ำหนัก 100 กิโลกรัม (AGE100)

$$= \text{อายุเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - (100 - \text{น้ำหนักสุดท้าย}) / ADG$$

ตารางที่ 1 ลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจบางประการของสุกรที่เลี้ยงแบบสุกรแบบทั่วไป และเลี้ยงแบบหมู หลุมดินชีวภาพ (ข้อมูลเหล่านี้ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่แล้ว)

ลักษณะที่ตรวจวัด	วิธีการเลี้ยง		Prob T-test
	สุกรขุนแบบทั่วไป	หมูหลุมดินชีวภาพ	
จำนวนสัตว์ทดลอง (ตัว)	8	8	
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัม)	746.43±88.65 ¹	714.27±132.09	0.3145
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	2.11±0.25 ⁿ	1.72±0.20 ^ข	0.0055
อายุสุกรปรับน้ำหนัก 100 กิโลกรัม (วัน)	137.85±11.34	140.18±11.75	0.6928

ค่าเฉลี่ยแถวเดียวกันภายใต้พยัญชนะกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติ ($p < 0.01$)¹ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 2 ลักษณะซากของสุกรที่เลี้ยงแบบสุกรแบบทั่วไป และเลี้ยงแบบ หมูหลุมดินชีวภาพ

ลักษณะที่ตรวจวัด	วิธีการเลี้ยง		Prob T-test
	สุกรขุนแบบทั่วไป	หมูหลุมดินชีวภาพ	
จำนวนสุกรที่ชำแหละ (ตัว)	4	4	
น้ำหนักซากอุ่น (กก.)	98.13±7.30 ¹	97.96±2.07	0.0678
น้ำหนักซากเย็น (กก.)	76.09±6.98	74.19±1.87	0.0579
เปอร์เซ็นต์ซาก	77.09±6.89	75.20±1.85	0.0584
เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง	39.58±0.25	39.07±1.26	0.2032
เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงมีชีวิต	40.59±2.84	40.08±1.25	0.2141
เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงซาก	40.91±2.81	40.25±1.25	0.2172
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเฉลี่ย (ตร.ซม.)	29.44±4.14	25.47±5.94	0.2555
ความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ย (ซม.)	1.16±0.20	1.21±0.13	0.2808

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของปุ๋ยอินทรีย์ที่วิเคราะห์ได้จากวัสดุพื้นคอกเปรียบเทียบกับค่ากำหนดคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (พ.ศ.2548)

ลำดับที่	องค์ประกอบของปุ๋ยที่วิเคราะห์ได้จากวัสดุพื้นคอก	ค่าที่วัดได้	ค่าตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (พ.ศ.2548)
1	pH (ค่าความเป็นกรด - ด่าง)	7.32	5.5 - 8.5
2	Ec dS/m (ค่าการนำไฟฟ้า)	1.24	ไม่เกิน 6 เดซิซีเมน/เมตร (dS/m)
3	Organic Matter (อินทรียวัตถุ)	23.92	ไม่น้อยกว่า 30 % โดยน้ำหนัก
4	Total N (%) (ไนโตรเจน)	0.49	ไม่น้อยกว่า 30 % โดยน้ำหนัก
5	Total P2O5 (%) (ฟอสฟอรัส)	0.64	ไม่น้อยกว่า 0.5 % โดยน้ำหนัก
6	Total K2O (%) (โพแทสเซียม)	0.83	ไม่น้อยกว่า 0.5 % โดยน้ำหนัก
7	Total CaO (%) (แคลเซียม)	0.51	ไม่ได้กำหนดไว้
8	Total MgO (%) (แมกนีเซียม)	0.44	ไม่ได้กำหนดไว้
9	Total Na (%) โซเดียม	0.08	ไม่ได้กำหนดไว้

การพัฒนาตัวบุคคล

ท่านจะสังเกตได้ว่าผู้ที่ได้นาการเลี้ยงหมูแบบหลุมดินชีวภาพไปทำเองที่บ้านนั้นล้วนจะมีการพัฒนาตนเองไปเรื่อย ๆ มีการเสาะหาวิธีการจัดการใหม่ๆ เพื่อลดต้นทุน หรือหาวัสดุทดแทนการผลิต หรือการปรับปรุงโครงสร้างโรงเรือน แม้กระทั่ง การนาสมุนไพรมาประยุกต์ใช้เอง และที่สำคัญเมื่อตนเองมีความรู้แล้วก็อยากจะแนะนำสิ่งดี ๆ ให้แก่เพื่อนบ้านหรือผู้สนใจการเลี้ยงหมูด้วยกัน นับเป็นการพัฒนาทั้งคน ทั้งหมูจริง ๆ

การลดต้นทุน

1. ต้นทุนด้านอาหาร ที่ลดลงตั้งแต่ 30 % - 70 % ขึ้นอยู่กับการจัดการ ความเอาใจใส่
2. ต้นทุนด้านสาธารณสุขโรค การเลี้ยงหมูแบบนี้ไม่ต้องอาบน้ำสุกรตลอดระยะที่ขุน เพราะตัวหมูจะสะอาดอยู่เสมอ
3. ต้นทุนด้านแรงงานและเวลา คนเลี้ยงหมูไม่ต้องเหนื่อยโกยขี้หมู ไม่ต้องล้างคอกไม่ต้องอาบน้ำหมู
4. ต้นทุนการสร้างโรงเรือน วัสดุที่ประหยัดต้นทุนทุกชนิดที่มีในท้องถิ่น สามารถนาสร้างคอกและรองพื้นได้ไม่ว่าจะเป็น ไม้ไผ่ แกลบ ขี้เลื่อย แกลบกาแพ ฟางข้าว หรือแม้แต่ขุยมะพร้าวและขานอ้อย
5. ต้นทุนด้านยารักษาโรคและยาบำรุง หมูที่เลี้ยงแบบนี้มักได้รับวิตามินเสริมจากผัก ผลไม้ และน้ำหมักชีวภาพอยู่แล้ว นอกจากนี้ความที่หมูไม่เครียดก็ยังนาไปสู่ระบบภูมิต้านทานที่แข็งแรงของหมูด้วย

เศรษฐกิจและสังคม

1. คนเลี้ยงหมูทั้งระดับครอบครัว และชุมชนมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ไม่ต้องเครียดกับภาวะจ่ายแพง แต่ขายถูก

2. หมดปัญหาความขัดแย้งระหว่าง คนเลี้ยงหมูกับเพื่อนบ้าน (คนหมื่นกลืนหมู) เพราะการเลี้ยงรูปแบบนี้ไม่มีทั้งกลิ่นไม่พึงประสงค์และแมลงวันรบกวน

คุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1. ลดการใช้สารเคมีและลดการปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อม
2. คนเลี้ยงหมูลดการสัมผัสกับสารเคมีทั้งทางตรงและทางอ้อม

ผู้บริโภค(คนกินเนื้อหมู)

1. ลดปริมาณของสารตกค้างในเนื้อหมู
2. ผู้บริโภคมีตัวเลือกเพิ่มขึ้นเนื่องจากแหล่งที่มาของเนื้อหมูมีมากขึ้น

ข้อจำกัดของการเลี้ยงหมูหลุมดินชีวภาพ

1. พื้นที่หากเป็นพื้นที่น้ำสามารถท่วมถึง หรือระดับน้ำใต้ดินสูงจะมีปัญหาในการขุดหลุมดิน ซึ่งต้องใช้แรงงานในการปรับพื้นที่หรือแก้ปัญหามากกว่าเดิม

2. ในฤดูแล้ง พืชผักที่ใช้เสริมอาจขาดแคลนได้ โดยเฉพาะกรณีในพื้นที่เลี้ยงหมูอยู่ไกลแหล่งน้ำ

3. ผู้เลี้ยงต้องมีพื้นที่และมีพืชผักให้เป็นอาหารเสริมแก่หมูพอสมควร

4. การเลี้ยงสุกรแบบนี้แพร่หลายในการผลิต แต่ยังไม่ได้รับการส่งเสริมทางการตลาดเท่าที่ควร

5. การเลี้ยงหมูหลุม ที่ต้องการลดต้นทุนจริงๆ เหมาะสำหรับการเลี้ยงแบบรายย่อยไม่เหมาะที่จะเลี้ยงมากเกินไป เพราะจะมีปัญหาในการหาวัสดุรองนอน และการหาพืชผักทดแทนอาหารสำเร็จรูป

6. ผู้เลี้ยง (เจ้าของหมู) ต้องมีความรับผิดชอบ มีมานะอดทน ช่างสังเกต และควรเป็นคนใฝ่รู้ และที่สำคัญสมาชิก ในครอบครัวต้องช่วยกันดูแลหมูหากขาดคุณสมบัติเหล่านี้ยากที่จะเลี้ยงหมูหลุมให้ประสบความสำเร็จได้

3

การประยุกต์ใช้เปลือกกุ้งเปลือกปูเพื่อการเกษตร

ผศ.ดร.สัญญา กุดั่น

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปัจจุบันการนำเปลือกกุ้งเปลือกปูไปใช้ประโยชน์นั้น ถือว่าเป็นการเพิ่มมูลค่าของเหลือจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง โดยมากก็จะเป็นการนำไปแปรรูปเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ สกัดสารโคไคซานและโคติน ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์หลายด้าน อาทิ ด้านสิ่งแวดล้อมใช้บำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ โรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตภัณฑนม และโรงงานผลิตเครื่องสำอางที่มีปริมาณอินทรีย์สารและโลหะหนัก ประเภททองแดง นิกเกิล สังกะสี โครเมียม และเหล็ก โปรตีนที่ตกตะกอนสามารถนำกลับมาใช้เป็นวัสดุให้จุลินทรีย์ในบ่อบำบัดน้ำเสียหรือในบ่อกุ้งเกาะใช้เป็นที่อยู่อาศัยและมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น ใช้กำจัดเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในพืชตระกูลถั่วหลายชนิด ปรับปรุงคุณภาพดิน เร่งดอกของกล้วยไม้ สร้างโซ่อาหารในบ่อปู สามารถนำไปช่วยยืดอายุของผลผลิตทางเกษตร เช่น มังคุด มะม่วง สตอเบอร์รี่ และฝรั่งกลมสาลี่ ใช้เป็นองค์ประกอบของอาหารบำรุงสุขภาพเพื่อช่วยลดคอเลสเตอรอล นำมาใช้ในการตกตะกอนของไวน์ขาวและไวน์แดง ทำเป็นฟิล์มสำหรับเคลือบอาหารช่วยในการลดจำนวนแบคทีเรียและยืดอายุในการเก็บให้ยาวนานขึ้น ใช้เป็นสารปรุงแต่งผลิตภัณฑ์อาหารทะเลต่าง ๆ ให้มีกลิ่นกุ้ง กลิ่นปู

ไคโตซาน เป็นสารที่เตรียมได้จากธรรมชาติ และเป็นอนุพันธ์ของไคตินที่ได้จากเปลือกกุ้งเปลือกปู โครงสร้างของไคโตซานประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคซามีน และเอ็นอะซิติลกลูโคซามีนอยู่รวมในสายเดียวกัน สามารถจำแนกประเภทของไคโตซานได้จาก เปอร์เซ็นต์การดึงหมู่อะซิติล, ระดับการเกิดการแทนหมู่อะซิติล, น้ำหนักโมเลกุล และรูปแบบของหมู่อะซิติลในสายโพลิเมอร์ ไคโตซานเป็นสารชีวภาพที่มีคุณสมบัติทางชีวภาพที่น่าสนใจคือ ไม่เป็นพิษ สามารถย่อยสลายได้

ปัจจุบันมีการนำไคโตซานมาใช้ประโยชน์มากมาย ในด้านการเกษตร การแพทย์ และอาหาร เป็นต้น ประโยชน์ของไคโตซานในทางการเกษตรมีหลายลักษณะ เช่น ช่วยยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุของโรคพืช และสร้างความต้านทานโรคให้กับพืชเนื่องจากไคโตซานมีคุณสมบัติที่สามารถออกฤทธิ์เป็นตัวกระตุ้น ทำให้พืชผลิตเอนไซม์ไคตินเนส และสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของกลไกป้องกันตนเองจากแมลง การกระตุ้นให้พืชสร้าง phytoalexin ยับยั้งการเจริญของเชื้อรารวมถึงป้องกันการเกิดโรคจากเชื้อราเชื้อราก่อโรค มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชหลายชนิด (Barka และคณะ 2004) ไคโตซานสามารถส่งเสริมการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดิน เช่น เชื้อแอสคิตินมัยซีเตส และ ไตรโคเดอร์มา ส่งผลให้ปริมาณของจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคพืช เช่น เชื้อฟูซาเรียม และ ไฟทรอปทอรา ลดลง มีการใช้ไคโตซานเป็นสารเคลือบเมล็ดพืชเพื่อป้องกันการเสียหายของเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากฟิล์มไคโตซานมีลักษณะยึดหยุ่นแข็งแรง ยึดเกาะกับผิวเมล็ดพันธุ์ได้ดี สามารถเร่ง

การเจริญเติบโตเพิ่มผลผลิต โดยจากรายงานของ Chandkrachang และคณะ (2003) กล่าวว่าสารโคโตซานช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของราก และยังพบว่าสารโคโตซานสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและเพิ่มความทนทานต่อโรคในพืชบางชนิด เช่น กล้วยไม้ อองุ่น ถั่ว (Hadwiger และ Loschke, 1981) เป็นต้น มีการรายงานในการข้าวสุพรรณบุรี 1 ปลูกข้าวแล้วพ่นโคโตซานอัตรา 0.4 กรัมต่อน้ำ 50 ลิตร มีผลทำให้ความยาวราก จำนวนราก ความยาวใบ และความสูงของต้นข้าวเพิ่มขึ้น (Lu และคณะ, 2002) และมีการศึกษาระดับของเอนไซม์เบต้า-1,3-กลูคาเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทในด้านเพิ่มความต้านทานแก่ต้นข้าวพบว่า โคโตซานเป็นตัวเหนี่ยวนำให้สร้างเอนไซม์เบต้า-1,3-กลูคาเนส

กระบวนการผลิตโคติน

1. การกำจัดโปรตีน เป็นขั้นตอนกำจัดโปรตีนออกจากเปลือกกุ้ง ปู ด้วยการทำปฏิกิริยากับด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2% ที่อุณหภูมิห้อง 12-24 ชั่วโมง ซึ่งสารโปรตีนจะถูกกำจัดออกพร้อมกับไขมัน และสีบางส่วน
2. การกำจัดเกลือแร่ เป็นขั้นตอนการกำจัดอนินทรีย์สารจำพวกแร่ธาตุต่าง ๆ ที่อยู่ในเปลือกกุ้ง ปู ด้วยการทำปฏิกิริยากับกรดเกลือความเข้มข้น 7% นาน 12-24 ชั่วโมง แร่ธาตุจะถูกกำจัดออกในรูปของอนินทรีย์สารที่ละลายน้ำได้ เช่น แคลเซียมคลอไรด์ และกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระเหยออกไป รวมไปถึงโปรตีน และสีบางส่วน

3. การกำจัดสี เป็นขั้นตอนการกำจัดตรงควดหรือสีออกให้หมด
ขั้นตอนนี้อาจทำก่อนกระบวนการผลิตโคโตซานเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โคติน
และนำโคตินมาผลิตโคโตซานหรือทำหลังขั้นตอนการผลิตโคโตซานเพื่อให้
ได้ผลิตภัณฑ์โคโตซาน การฟอกสีจะจะใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือ
โซเดียมเปอร์คลอเรต เหมือน ๆ กับกระบวนการฟอกสีในสิ่งทอ แต่สาร
เหล่านี้มีผลทำให้สายโซ่โมเลกุลของโคโตซานแตกสั้นลง จึงนิยมทำในขั้น
ตอนต้นของกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตโคโตซาน

นำสารโคตินเป็นสารตั้งต้นในการผลิตโคโตซาน โดยการกำจัดหมู่อะซิ
ติลของโคติน การกำจัดหมู่อะซิติลสามารถด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสด้วย
กรด แต่วิธีนี้ไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากประสิทธิภาพการกำจัดยังด้อยกว่าการ
กำจัดด้วยด่าง ซึ่งนิยมใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการทำปฏิกิริยา หลังจาก
นั้นจะล้างด้วยน้ำให้สะอาดและอบให้แห้ง

การเตรียมโคโตซานที่ปรับสภาพสำหรับการเกษตร

1. อุปกรณ์

- ขวดน้ำพลาสติกใส บรรจุน้ำสะอาด (กรณีเป็นน้ำประปา ควรใส่
ขวดทิ้งไว้ 1 คืน)
- กรดน้ำส้ม 5%
- โคโตซาน 5 กรัม
- โซขาว

2. วิธีการทำ

- เตรียมเจือจางกรดน้ำส้ม 1 ส่วนกับน้ำสะอาด 9 ส่วน
- เติมไคโตซาน 5 กรัม ลงไป ปิดฝาขวด เขย่าให้ละลายจนหมด
- เติมไข่ขาว 1 ซ้อนชา (5 ซีซี)
- ปิดฝาขวด เขย่าให้ละลาย ตั้งทิ้งไว้กลางแดดจัดเวลา 6-12 ชั่วโมง

3. วิธีใช้

- ข้าว ผสมไคโตซานที่ปรับสภาพ 1 ส่วนต่อน้ำ 1,000 ส่วน รดกองเมล็ดข้าว หรือรดในแปลงกล้าก่อนการนำไปเพาะปลูก และหลังจากการปลูก ฉีดพ่นในแปลงนา 30 และ 60 วัน

- พืชชนิดอื่น ๆ ผสมไคโตซานที่ปรับสภาพ 1 ส่วนต่อน้ำ 1,000 ส่วน ฉีดพ่นในแปลงทุก ๆ 7 วัน

- สัตว์เลี้ยง ผสมไคโตซานที่ปรับสภาพ 1 ส่วนต่อน้ำ 1,000 ส่วน ให้สัตว์ดื่ม

- บำบัดน้ำเสีย ผสมไคโตซานที่ปรับสภาพ 1 ส่วนต่อน้ำเสีย 100 ส่วน



แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสง หรือ ฟิเอสปี พบได้ตามธรรมชาติตามแหล่งน้ำจืด น้ำเค็ม และนอกจากนี้ยังพบตามแหล่งน้ำเสีย บ่อบำบัดน้ำเสีย (Levett, 1990; Imhoff, 1992; Brock, 1994) บทบาทของแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงมีความสำคัญในกระบวนการนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ และการตรึงไนโตรเจน โดยทั่วไปจะแบ่งแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (Pfenning และ Truper, 1989; Kobayashi, 2000)

1. แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงสีม่วง

1.1 แบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงที่สะสมก้ำมะถัน

แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงในวงศ์ Chromatiaceae และ วงศ์ Rhodospirillaceae สามารถเจริญได้ดีในสภาพโพรโทอโตโทรฟ สามารถใช้สารประกอบซัลเฟอร์ ซัลไฟต์ และไทโอซัลเฟตเป็นตัวรับอิเล็กตรอนเพื่อรีดิวซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปเป็นสารอาหารภายในเซลล์ได้ (Imhoff, 1992; Van Niel, 1944) และจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงกลุ่มนี้ จะสะสมก้ำมะถันไว้ในเซลล์ ซึ่งส่วนใหญ่แบคทีเรียกลุ่มนี้จะทนต่อสภาพที่มีออกซิเจน จึงสามารถเจริญได้ ภายใต้สภาวะแบบเฮเทอโรโทรฟที่มีอากาศ-ไม่มีแสง มีแบคทีเรียโอดคลอโรฟิลล์ เอ และแคโรทีนอยด์

1.2 แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงสีม่วงที่ไม่สะสมก้ำมะถัน

แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงกลุ่มนี้ พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติในชั้นน้ำที่มีแสงสว่างส่องถึงมีสารอินทรีย์ และพบการรวมตัวกันเป็นกลุ่มในแหล่งน้ำที่ไม่มีออกซิเจนมีแสงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบได้ใน

พื้นดิน บ่อบำบัดน้ำเสีย ที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง จุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงสีม่วงที่ไม่สะสมก้ำมะถันสามารถเจริญได้ดี และรวดเร็ว (Pfenning และ Truper, 1992; Oliver, 1994) เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้มีการสังเคราะห์ด้วยแสงสีม่วงที่มีการสะสมซัลเฟอร์ จึงสามารถเจริญได้ทั้งแบบโฟโตเฮเทอโรโทรฟ และโฟโตออโตโทรฟ โดยใช้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นตัวให้อิเล็กตรอน ซึ่งส่วนใหญ่แบคทีเรียกลุ่มนี้จะทนต่อสภาพที่มีออกซิเจน จึงสามารถเจริญได้ภายใต้สภาวะแบบเฮเทอโรโทรฟที่มีอากาศ และไม่มีแสง มีแบคทีเรียโอรคคอลลีโฟลล์ เอ และแคโรทีนอยด์ หลายชนิดในการสังเคราะห์แสง ทำให้ปัจจุบันแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงสีม่วงที่ไม่สะสมก้ำมะถันได้รับความสนใจในด้านการศึกษาและวิจัยอย่างกว้างขวาง มีการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพกันอย่างแพร่หลาย

2. แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงสีเขียว

แบคทีเรียกลุ่มนี้จะอยู่ในวงศ์ Chlorobiaceae ซึ่งเป็นแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงสีเขียว มีลักษณะเซลล์เป็นแบบเส้นสาย มีโครงสร้างพิเศษ คือ คลอโรเปียม หรือ คลอโรโซม ขนาดใหญ่ประกอบด้วย แบคทีเรียโอรคคอลลีโฟลล์ ซี ดี และ อี และ มีโครงสร้างในการจับพลังงานแสง และจะไม่สะสมก้ำมะถันไว้ในเซลล์ การนำแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงกลุ่มนี้ไปใช้เพื่อการเกษตร

1. การใช้แหล่งอาหารเสริมของสัตว์

แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น *Rhodospseudomonas capsulate* มีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 60-65 ซึ่งโปรตีนเหล่านี้ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น และมีวิตามินและแร่ธาตุ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 6 กรดฟอลิก วิตามินบี 12 วิตามินซี วิตามินดี และวิตามินอี เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุ สารโคแฟกเตอร์ เช่น ยูบิควิโนน และโคเอนไซม์คิว ที่เป็นส่วนต้านอนุมูลอิสระ ประกอบอยู่ด้วยจึงเหมาะที่จะใช้เป็นแหล่งอาหาร

- Kabayashi และ Kurata (1978) ได้ทดลองผสมเซลล์แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงในอาหารเลี้ยงไก่ในปริมาณ 0.01 – 0.04 เปอร์เซ็นต์ในรูปของเซลล์สด ซึ่งพบว่าไก่จะเริ่มไข่เร็วขึ้น ระยะเวลาในการให้ไข่มากขึ้น คุณภาพของไข่ดีขึ้นและสีของไข่แดงขึ้น

- การนำแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงมาผสมในอาหารปลาสวยงาม เช่นในอาหารเลี้ยงปลาทองเมื่อนำเอา *Rhodobacter gelatinosa* ทดแทนปลาป่น 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าช่วยให้การเจริญของปลาดีขึ้น (สาวิตร, 2530) นอกจากนี้ยังมีการผสม *Rhodobacter sphaeroides* ในอาหารเลี้ยงปลาแฟนซีคาร์พ พบว่าปลามีสีเข้มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยผสมในอาหารสำหรับลูกปลาคาร์พในสัดส่วน 0.1% พบว่าอัตราการรอดตายสูงขึ้น เนื่องจากไฮโดรเจนซัลไฟด์จากของเสียที่ลูกปลาผลิตออกมา เมื่อสะสมในปริมาณมากจะเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของลูกปลา แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถเปลี่ยนไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้อยู่ในรูปสารประกอบซัลเฟอร์ที่ไม่เป็นพิษต่อลูกปลา

- กลุ่มบริษัท Premium Aquatics Inc. ซึ่งผู้ผลิตอาหารและอุปกรณ์เสริมสำหรับเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ผลิตเชื้อผสมของแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสง 4 สายพันธุ์ ภายใต้ชื่อทางการค้าว่า sr-PSBTM และ AZOO SUPER RED PHOTOSYNTHETIC BACTERIA จากรายงานพบว่าช่วยให้ปลาเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วช่วยเพิ่มสีส้มให้กับปลา นอกจากนี้ยังช่วยย่อยสารอินทรีย์ที่เป็นของเสียในน้ำของบ่อเลี้ยงปลาและยังป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้อีกด้วย

3. การใช้ในพืชผลทางการเกษตร

มีรายงานว่าแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถผลิตการผลิตฮอร์โมนพืชได้เช่น โคติโคไนนิน ผลิตจาก *Rhodospirillum rubrum*, ไคเนติน และ ซีเอติน ซึ่งผลิตโดย *Rhodobacter sphaeroides* นอกจากนี้ยังมีออกซิน , กรดอินโดล-3-อะซิติก (IAA) และกรดอินโดล-3-ปิวิทริก (IBA) ผลิตจาก *Rhodobacter sphaeroides* ซึ่งฮอร์โมนพืชเหล่านี้มีส่วนในการกระตุ้นการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืชได้ มีรายงานว่า แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมกัมมะถันที่ผลิตสารนี้ เช่น *Rhodobacter palustris* สามารถผลิตสารกำจัดวัชพืชและยาฆ่าแมลงชีวภาพได้ เช่น 5-aminolevulinic acid (ALA)

- ในปี ค.ศ. 2000 Kabayashi มีการศึกษาใช้เซลล์แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพใส่ในต้นพลัม เมื่อศึกษาองค์ประกอบของผลและเปลือก พบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ลูกพลัมยังมีความหวานและความมันวาวด้วยเมื่อเทียบกับที่ใช้เพียงปุ๋ยอินทรีย์เพียงชนิดเดียว

- ในปี ค.ศ. 2004 Maki และคณะได้มีการนำแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงไปใช้สำหรับการเพาะปลูกข้าวโดย พบว่า ดินในบริเวณรากข้าวในระยะข้าวตั้งท้องจะมีสถานะแบบไม่มีออกซิเจนทำให้แบคทีเรียที่ในกลุ่มแอนแอโรบิกแบคทีเรียเจริญได้ดี สร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ขึ้นมา ทำให้มีผลไปยับยั้งกระบวนการสร้างเมตาบอลิซึมของรากข้าวทำให้เป็นพิษต่อราก แต่เมื่อนำแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงมาใส่ลงในดินในระยะเวลาดังกล่าวแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงจะเปลี่ยนไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้อยู่ในรูปสารประกอบซัลเฟอร์ที่ไม่เป็นพิษต่อราก จึงมีผลให้รากของต้นข้าวเจริญงอกงามมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดและลักษณะของต้นข้าวก็มีความแข็งแรง

การต่อหัวเชื้อจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง

1. อุปกรณ์

- ขวดน้ำพลาสติกใส บรรจุน้ำสะอาด (กรณีเป็นน้ำประปา ควรใส่ขวดทิ้งไว้ 1 คืน)
- หัวกุ้งสด หรือ ไช้ไก่สด หรือไข่นา หรือ น้ำล้างปลา
- หัวเชื้อพีเอสบี ในน้ำสะอาด

2. วิธีการทำ

- เติมหิวเชื้อ (เติมในปริมาณที่จะทำให้หน้าเปล่าเปลี่ยนเป็นสีแดงอ่อน)
 - เติมหิวกุ้งสด 1 หัว หรือ ไช้ไก่สด หรือ ไข่นา หรือ น้ำล้างปลา 1 ช้อนชา ต่อน้ำเปล่า 500 ซีซี
- (1 ช้อนโต๊ะต่อ น้ำเปล่า 1.5 ลิตร)

- ปิดฝาขวด เขย่า ตั้งทิ้งไว้กลางแดดจัดระยะเวลา 5- 14 วัน

3. วิธีใช้

- ข้าว ผสมหัวเชื้อพีเอสบี 1 ส่วนต่อน้ำ 9 ส่วน รดกองเมล็ดข้าว หรือรดในแปลงกล้าก่อนการนำไปเพาะปลูก และหลังจากการปลูก ใช้หัวเชื้อ 5 ลิตร/ไร่ รดในแปลงทุก ๆ 7 วัน

- พืชชนิดอื่น ๆ ผสมหัวเชื้อพีเอสบี 1 ส่วนต่อน้ำ 9 ส่วน รดในแปลงทุก ๆ 7 วัน

- สัตว์เลี้ยง ผสมหัวเชื้อพีเอสบี 1 ส่วนต่อน้ำ 9 ส่วน ให้สัตว์ดื่ม

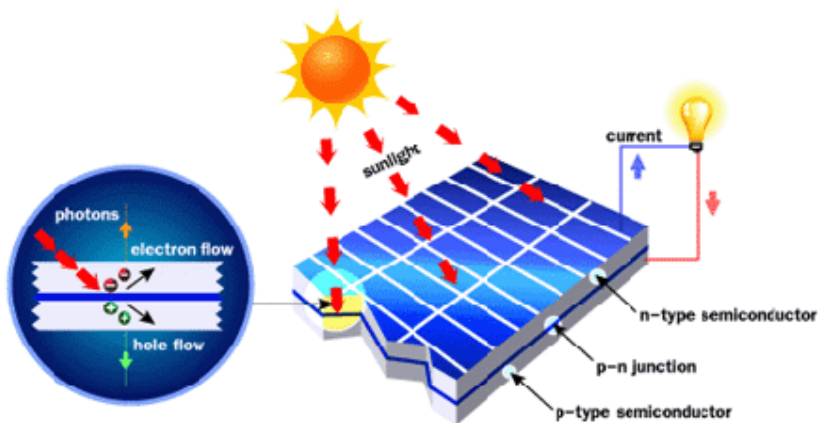
- บำบัดน้ำเสีย ผสมหัวเชื้อพีเอสบี 10 ส่วนต่อน้ำเสีย 1 ส่วน



4

การประยุกต์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อการเกษตรและครัวเรือน

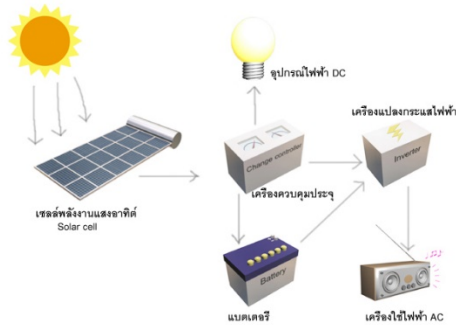
ดร.คงฤทธิ แม่นศิริ หน่วยวิจัยระบบพลังงานอัจฉริยะ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



เซลล์แสงอาทิตย์ คือ สร้างจากสารกึ่งนำตัวสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงเมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์จะเกิดการสร้างพาหะทางไฟฟ้าประจุลบ (Electron) และบวก (Hole) ขึ้น ซึ่งในโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์เพื่อแยกพาหะทางไฟฟ้าออกจากกัน เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนขึ้นก็จะมีกระแสไฟฟ้าได้

อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้

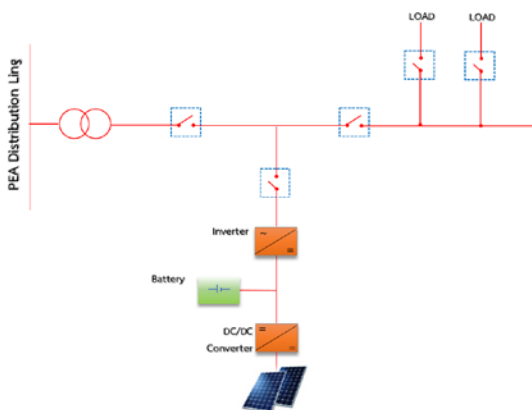


- **แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module)** ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรง และมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt)
- **เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller)** ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย

- **แบตเตอรี่ (Battery)** ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ
- **เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)** ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ
- **ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection)** ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฟ้าผ่า

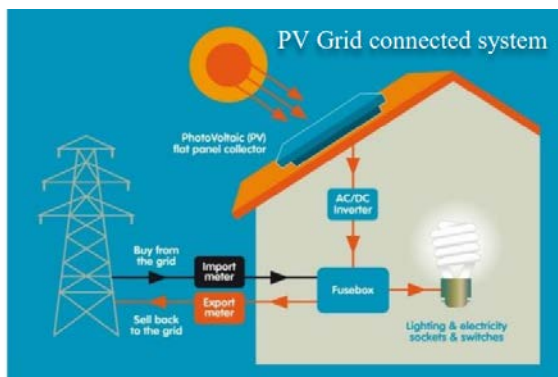
เทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบอิสระ (Stand Alone)



ระบบอิสระ (Stand - alone) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าจาก National Grid โดยมีหลักการทำงานแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดพร้อมทั้งประจุพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินไว้ในแบตเตอรี่พร้อมๆ กัน ส่วนในช่วงเวลากลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้น พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ประจุไว้ในเวลากลางวันจึงถูกนำมาใช้เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้แก่โหลด และสามารถใช้กับโหลดหรือภาระทางไฟฟ้าได้ 2 แบบ คือ โหลดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Load) และโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Load)

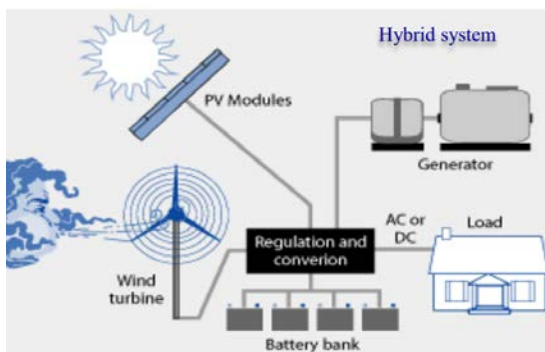
- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบเชื่อมต่อสายส่ง (Grid Connected)



ระบบเชื่อมต่อสายส่ง (Grid - connected) เป็นระบบที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนกระแสตรงเป็นไฟฟ้า

กระแสสลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยตรง มีหลักการทำงานแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้โดยตรง โดยผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ และหากมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินจะถูกจ่ายเข้าระบบจำหน่ายไฟฟ้า ส่วนในช่วงกลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะจ่ายให้แก่โหลดโดยตรง ซึ่งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบเชื่อมต่อสายส่งเป็นระบบที่ถูกออกแบบให้ทำงานเมื่อมีไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายเท่านั้น และเมื่อระบบเกิดความผิดปกติหรือระบบจำหน่ายไฟฟ้าเกิดขัดข้อง ระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะหยุดการจ่ายไฟฟ้าทันที

- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผสมผสาน (Hybrid)



ระบบผสมผสาน (Hybrid) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ

เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและไฟฟ้า พลังงานน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล มีหลักการทำงาน คือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟฟ้าได้จะจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ชนิด Multi Function ทำงานร่วมกับไฟฟ้าจากพลังงานลมและจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดพร้อมทั้งทำงานประจุไฟฟ้าส่วนเกินในแบตเตอรี่ ในกรณีพลังงานลมต่ำไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้หรือเวลากลางคืนไม่มีไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ชุดแบตเตอรี่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลด

การประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ

การนำพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานจากธรรมชาติมาทดแทนพลังงานรูปแบบอื่นๆ ได้รับความสนใจและเป็นที่ยอมรับมากขึ้น สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมากมายใน

บ้านพักอาศัย ระบบแสงสว่างภายในบ้าน, ระบบแสงสว่างนอกบ้าน (ไฟสนาม, ไฟโรงจอดรถ และโคมไฟรั้วบ้าน ฯลฯ), อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ , ระบบเปิด-ปิดประตูบ้าน, ระบบรักษาความปลอดภัย, ระบบระบายอากาศ, เครื่องสูบน้ำ, เครื่องกรองน้ำ และไฟสำรองยามฉุกเฉิน ฯลฯ

ระบบสูบน้ำ อู๊ปโภค, สาธารณูปโภค, ฟาร์มเลี้ยงสัตว์, เพาะปลูก, ทำสวน-ไร่, เหมืองแร่ และชลประทาน ฯลฯ



ระบบแสงสว่าง โคมไฟป้ายรถเมล์, ตู้โทรศัพท์, ป้ายประกาศ, สถานที่จอดรถ, แสงสว่างภายนอกอาคาร และไฟถนนสาธารณะ ฯลฯ



ระบบประจุ ไฟสำรองไว้ใช้ยามฉุกเฉิน, ศูนย์ประจุแบตเตอรี่ประจำ

แบตเตอรี่	หมู่บ้านในชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าใช้, แหล่งจ่ายไฟสำหรับใช้ในครัวเรือนและระบบแสงสว่างในพื้นที่ห่างไกล ฯลฯ
ทำการเกษตร	ระบบสูบน้ำ, พัฒลมอบผลผลิตทางการเกษตร และเครื่องนวดข้าว ฯลฯ
เลี้ยงสัตว์	ระบบสูบน้ำ, ระบบเติมออกซิเจนในบ่อน้ำ (บ่อกุ้งและบ่อปลา) และแสงไฟดักจับแมลง ฯลฯ
อนามัย	ตู้เย็น/กล่องทำความเย็นเพื่อเก็บยาและวัคซีน, อุปกรณ์ไฟฟ้าทางการแพทย์ สำหรับหน่วยอนามัย, หน่วยแพทย์เคลื่อนที่ และสถานีนีออนามัย ฯลฯ
คมนาคม	สัญญาณเตือนทางอากาศ, ไฟนำร่องทางขึ้น-ลงเครื่องบิน, ไฟประกาศ, ไฟนำร่องเดินเรือ, ไฟสัญญาณข้ามถนน, สัญญาณจราจร, โคมไฟถนน และโทรศัพท์ฉุกเฉิน ฯลฯ
สื่อสาร	สถานีทวนสัญญาณไมโครเวฟ, อุปกรณ์โทรคมนาคม, อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา และสถานีตรวจสอบอากาศดาวเทียม ฯลฯ



บันเทิง และ แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับบ้านพักตากอากาศในพื้นที่
พักผ่อน ห่างไกล,ระบบประจุแบตเตอรี่แบบพกพาติดตัวไปได้
 และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้ความบันเทิง ฯลฯ

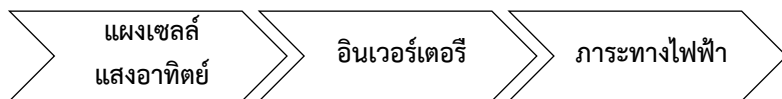
พื้นที่ห่างไกล ภูเขา, เกาะ, ป่าลึก และพื้นที่สายส่งการไฟฟ้าเข้าไม่ถึง
 ฯลฯ



การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

- การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ
 เชื่อมต่อสายส่ง (Grid Connected)

มีส่วนประกอบหลักๆ คือ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอินเวอร์เตอร์
 แบบเชื่อมต่อสายส่ง โดยระบบดังกล่าวจะไม่มีระบบสะสมพลังงาน
 เนื่องจากไม่ต้องเก็บกักพลังงานไว้ใช้



การกำหนดขนาดของระบบนั้นไม่ขึ้นอยู่กับภาระทางไฟฟ้า แต่จะขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ติดตั้งและงบประมาณของผู้ใช้งาน ซึ่งการออกแบบระบบไม่ควรออกแบบเกินกว่าการใช้งานจริง เพื่อให้มีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่าต่อการใช้งาน เนื่องจากหากมีการออกแบบระบบที่น้อยกว่าภาระทางไฟฟ้า ระบบจะดึงไฟจากระบบจำหน่ายจากการไฟฟ้าเข้ามาใช้ และเมื่อออกแบบระบบให้มีขนาดใหญ่เกินไป ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบจะส่งจ่ายคืนแก่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า

ข้อพิจารณาการออกแบบระบบฯ แบบเชื่อมต่อสายส่ง

1. สำรวจพื้นที่ที่ต้องการติดตั้งระบบโดยมีข้อมูลดังต่อไปนี้
 - ขนาดพื้นที่ที่จะติดตั้งระบบและตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์หลัก
 - พิจารณาลักษณะทิศและทิศทางของพื้นที่
 - งบประมาณการติดตั้งทั้งระบบ
2. ออกแบบขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
 - ลักษณะการจัดวาง
 - โครงสร้างที่รองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
 - มุมเอียงและทิศทางของแผงเซลล์แสงอาทิตย์
 - การต่ออนุกรม – ขนาน เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าสอดคล้องกับอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์

- ระบบการเดินสายไฟฟ้า ให้คำนึงถึงขนาดสายไฟฟ้า พิกัดกระแส และการจัดเรียง
- 2. เลือกขนาดอินเวอร์เตอร์แบบเชื่อมต่อสายส่งให้มีความเหมาะสมกับกำลังไฟฟ้าของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

ตัวอย่างการออกแบบระบบฯ แบบเชื่อมต่อสายส่ง

ข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณ

- ค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยต่อเดือน เท่ากับ 3,000 บาท
- อัตราค่าไฟฟ้า เฉลี่ยหน่วยละ 4.25 บาท
- ค่าแพคเตอร์ของพลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 3.5 – 5 h (ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศทิศและองศาในการติดตั้งและปัจจัยต่างๆ)
- **คำนวณปริมาณการใช้ต่อวัน**
 = ค่าไฟฟ้ายรายเดือน (3,000 บาท) / 30 วัน / ค่าไฟฟ้า (4.25 บาท)
 = 23.53 หน่วยต่อวัน

คำนวณขนาดกำลังติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

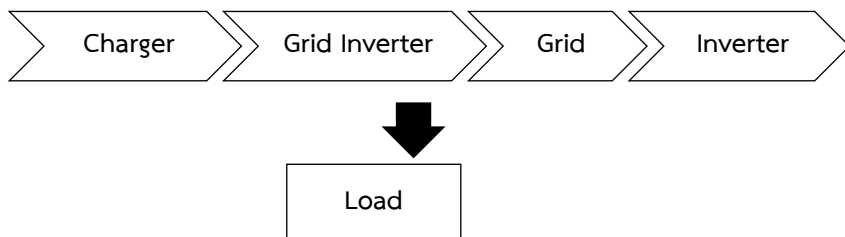
$$= \text{ปริมาณหน่วยไฟฟ้าต่อวัน (23.53 หน่วย) / ค่าแพคเตอร์ (4 h)}$$

$$= 6 \text{ กิโลวัตต์}$$

ดังนั้น เมื่อมีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 3,000 บาท ควรติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดไม่เกิน 6 กิโลวัตต์ เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานและคุ้มค่าในการลงทุน

- การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบอิสระ (Stand Alone)

หลักการออกแบบระบบ ต้องทำการพิจารณาขนาดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และความจุของแบตเตอรี่ให้มีความเหมาะสมกับความต้องการใช้ไฟฟ้าจากระบบ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบอิสระ ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆ คือ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องประจุแบตเตอรี่ (Charger) เครื่องแปลงกระแส (Inverter) และแบตเตอรี่



ข้อพิจารณาการกำหนดขนาดของอุปกรณ์ในระบบ

1. ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากการออกแบบระบบดังกล่าวจะได้ขนาดของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในหน่วยของวัตต์สูงสุดทั้งระบบ เพื่อนำไปหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยพิจารณาดังนี้

- เลือกเทคโนโลยีของเซลล์แสงอาทิตย์ และการผลิตที่จะนำมาใช้
- พิจารณาเปรียบเทียบบริษัทผู้ผลิต รุ่นที่มีการผลิต
- พิจารณารายละเอียดทางเทคนิค ได้แก่ ประสิทธิภาพ ฯลฯ
- พิจารณาจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากอัตราส่วนระหว่างขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบรวมต่อพิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงในรุ่นที่เลือก
- พิจารณาการติดตั้งระบบและการจัดเรียงแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้ระดับแรงดันที่ต้องการใช้งานและความสามารถในการจ่ายกระแสของระบบ

2. การหาขนาดแบตเตอรี่

จากการออกแบบระบบดังกล่าวจะได้ขนาดความจุแบตเตอรี่รวมของทั้งระบบเพื่อนำไปหาความจุและจำนวนลูกของแบตเตอรี่ โดยพิจารณาดังนี้

- เลือกเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ที่จะนำมาใช้งาน
- พิจารณาพิกัดกำลังของระบบเพื่อเลือกกระตบแรงดันใช้งานที่เหมาะสม
- พิจารณาจำนวนลูกของแบตเตอรี่ หาได้จากอัตราส่วนระหว่างความจุรวมทั้งระบบต่อผลคูณของจำนวนแถวและความจุของแบตเตอรี่แต่ละลูก
- พิจารณารายละเอียดทางเทคนิค ได้แก่ ประสิทธิภาพ DOC เป็นต้น

3. อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่

- พิจารณาพิกัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของการประจุและการคายประจุแบตเตอรี่ในระบบ
- พิจารณาความสามารถในการควบคุมการประจุและการคายประจุให้กับแบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีอายุการใช้งานนาน

4. เครื่องแปลงกระแส (Inverter)

- พิจารณาพิกัดกำลังของอินเวอร์เตอร์จากการคำนวณภาระทางไฟฟ้าสูงสุดที่สภาวะการใช้งาน
- พิจารณาระตบแรงดันไฟฟ้าขาเข้าให้เหมาะสมและสอดคล้องกับระบบแรงดันไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์และระบบแบตเตอรี่

- พิจารณาผลกระทบที่มีต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ ฮาร์โมนิกส์ การควบคุมแรงดันทางด้านกระแสสลับ เป็นต้น

ตัวอย่างการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ

ขั้นตอนการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ

1. ประเมินปริมาณการใช้งานภาระทางไฟฟ้า
2. หาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสม
3. หาขนาดของเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่
4. หาขนาดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

1. ประเมินปริมาณการใช้งานภาระทางไฟฟ้า

- ต้องทราบว่าบ้าน หรือ หมู่บ้านที่จะทำการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีความต้องการการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอะไรบ้าง
- กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดเป็นเท่าไร
- จำนวนชั่วโมงที่มีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้า
- วิเคราะห์และคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดเป็นหน่วยพลังงาน (kWh)

การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า

ปกติเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะบอกถึงกำลังไฟฟ้าอยู่แล้ว อาจจะบอกเป็นกำลังไฟฟ้า หรือกระแสไฟฟ้าที่ใช้

$$\text{พลังงานไฟฟ้า (Wh)} = \text{กำลังไฟฟ้า (P)} \times \text{เวลาที่ใช้งาน (t)}$$

ตัวอย่างการประเมินภาระทางไฟฟ้า

- บ้านหนึ่งหลังมีเครื่องใช้ไฟฟ้าและระยะเวลาในการใช้งาน ดังนี้
- หลอดไฟ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 4 หลอด ใช้งาน 7 ชม./วัน
- พัดลม ขนาด 45 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง ใช้งาน 4 ชม./วัน
- โทรทัศน์ ขนาด 80 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง ใช้งาน 5 ชม./วัน



อุปกรณ์ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (W)	จำนวน (Unit)	เวลาใช้งาน (hr)	พลังงานไฟฟ้า (Wh)
หลอดไฟ	36	4	7	1,008
พัดลม	45	1	4	180
โทรทัศน์	80	1	5	400

2. หาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การคำนวณหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากสมการ

$$P_{\text{peak}} = \frac{E_{\text{el}} I_{\text{STC}}}{E_{\text{glob}} Q}$$

P_{peak} ขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (W)

E_{el} พลังงานไฟฟ้าที่ภาระทางไฟฟ้าต้องการ (kWh/day)

E_{glob} พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร
(kWh/m²)

Q Quality Factor of System (0.8)

$$\begin{aligned} P_{\text{peak}} &= \frac{1.588 \text{ kWh} \times 1 \text{ kW/m}^2}{5 \text{ kWh/m}^2 \times 0.8} \\ &= 0.397 \text{ kW} \sim 400 \text{ W} \end{aligned}$$

วิธีคิดง่ายๆ

$$= \frac{1.588 \text{ kWh}}{4} = 0.397 \text{ kW}$$

บ้านหลังนี้ ต้องติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 400 วัตต์
 การประเมินขนาดแบตเตอรี่

ขนาดของแบตเตอรี่หาได้จากสมการ

$$C_B = \frac{L \times E_{el}}{DOD \times D_T \times \eta_c \times \eta_w \times \eta_B}$$

C_B ความจุของแบตเตอรี่ (kWh)

L จำนวนวันเพื่อใช้ในวันที่ไม่มีแสงแดด (day)

E_{el} พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน (kWh/day)

DOD อัตราการคายประจุของแบตเตอรี่ (0.80)

D_T ผลกระทบของอุณหภูมิที่ทำให้แบตเตอรี่ต่ำลง (0.85)

η_c ประสิทธิภาพของอุปกรณ์แปลงไฟฟ้า (0.80)

η_w ประสิทธิภาพของสายไฟ (0.95)

η_B ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ (0.85)

$$\begin{aligned} C_B &= \frac{1 \text{ day} \times 1.588 \text{ kWh/day}}{0.80 \times 0.85 \times 0.8 \times 0.95 \times 0.8} \\ &= 3.845 \text{ kWh} \end{aligned}$$

วิธีคิดง่ายๆ

ขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

0.413

W

ตัวอย่างการหาจำนวนแบตเตอรี่

หาได้จากขนาดของแบตเตอรี่ (Ah)/ความจุของแบตเตอรี่แต่ละลูก (V)

- แบตเตอรี่ขนาด 12V 80Ah
- จะได้ $3.845 \text{ kWh} / 12\text{V} = 320 \text{ Ah}$
- จำนวนแบตเตอรี่ = $320 \text{ Ah} / 80 \text{ Ah} = 4$ ลูก
- ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแรงดันของเครื่องประจุแบตเตอรี่ 12V, 24V, 48V

3. การคำนวณหาขนาดเครื่องควบคุมการประจุ

- การเลือกเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ (charger) ต้องเลือกให้มีขนาดเหมาะสมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- ต้องเลือกเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ที่สามารถประจุกระแสไฟฟ้าได้ มากกว่า กระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพียงเล็กน้อย

ตัวอย่าง

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Dupont) ขนาด 110 W กระแส 1.37 A
- จำนวน 4 แผง ทำการต่อแบบขนาน 4 ชุด (440 วัตต์)

- จะได้กระแสสูงสุด = $1.37 \times 4 = 5.48 \text{ A}$
- สามารถเลือกใช้ได้กับ เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ ที่รับกระแสมากกว่า 5.48 A ขนาดกำลังวัตต์ > 440 วัตต์ ขนาดแรงดันขาออก = 12V หรือ 24V หรือ 48V ให้เหมาะสมกับอินพุตแรงดันของเครื่องแปลงกระแส (Inverter)

4. การคำนวณหาขนาดเครื่องแปลงกระแส

ขนาดของเครื่องแปลงกระแส (Inverter) ต้องมีความสามารถแปลงไฟฟ้าได้มากกว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของภาระทางไฟฟ้า ซึ่งหาได้จากการรวมกำลังไฟฟ้าของภาระทางไฟฟ้าทั้งหมด

ตัวอย่าง

หลอดไฟ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 4 หลอด = 144 วัตต์

พัดลม ขนาด 45 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง = 45 วัตต์

โทรทัศน์ ขนาด 80 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง = 80 วัตต์

รวมกำลังไฟฟ้าทั้งหมด 269 วัตต์ ขนาดเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านหลังนี้ต้องมีความสามารถในการแปลงกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 269 วัตต์ สามารถเลือกใช้ได้กับ เครื่องแปลงกระแส ขนาด > 269 W แรงดันอินพุต 12V หรือ 24V หรือ 48V ให้เหมาะสมกับ เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่

จากตัวอย่างสามารถสรุปได้ดังนี้

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ กำลังไฟฟ้า > 400 วัตต์
- แบตเตอรี่ กำลังไฟฟ้า 3.845 kWh
- เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ขนาด > 400 วัตต์ > 5.48 A
(Output 12V หรือ 24V หรือ 48V)
- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด > 296 วัตต์ (Input 12V หรือ 24V หรือ 48V)



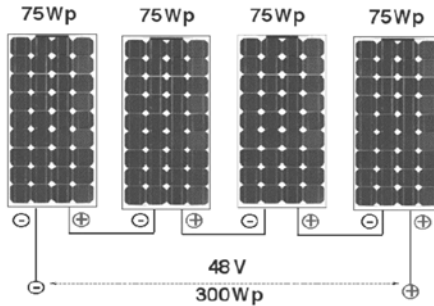
การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

การออกแบบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ข้อควรคำนึง มีดังนี้

- มีความแข็งแรงในการติดตั้ง
- ไม่เป็นสนิม
- คำนึงถึงตำแหน่งการติดตั้ง มุมเอียง
- โครงสร้างควรทำการต่อสายดิน

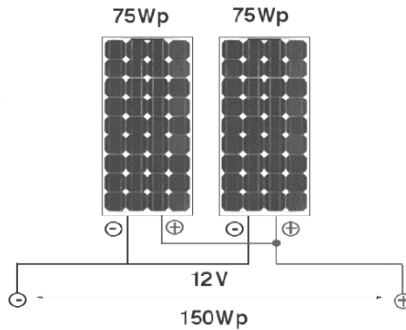
- การต่อวงจรแบบอนุกรม

ลักษณะการต่อแผงแบบอนุกรม จะส่งผลให้กระแสเท่าเดิม แรงดันสูงขึ้น

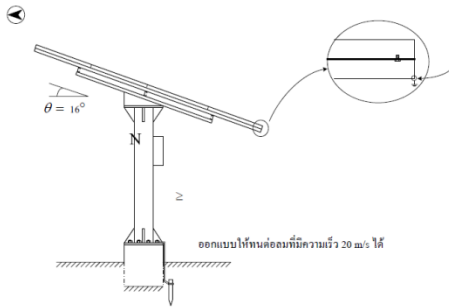
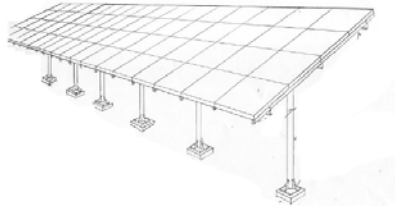


- การต่อวงจรแบบขนาน

ลักษณะการต่อแผงแบบขนาน จะส่งผลให้แรงดันเท่าเดิม กระแสสูงขึ้น



- การวางโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์



การตรวจเช็คและการบำรุงรักษาระบบ

โดยปกติ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ไม่ว่าจะเป็นระบบโซลาร์เซลล์หรือระบบทั่วไป จะเกิดการเสียหายได้ง่ายถ้าไม่ได้รับการดูแลรักษาเท่าที่ควร ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหรือซ่อมอุปกรณ์เป็นเงินจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงจากการเสียหายของอุปกรณ์ การบำรุงดูแลรักษาระบบให้ทำงานปกติอยู่เสมอเป็นสิ่งจำเป็น นอกจากนี้ยังช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบอีกด้วย

- การตรวจเช็คเซลล์แสงอาทิตย์

1. ตรวจเช็คที่เซลล์แสงอาทิตย์กับโครงสร้างว่าอยู่ในสภาพดีไหม

2. เช็จุดเชื่อมต่อสายไฟในกล่องรวมสายและซีลกันน้ำว่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่

3. ตรวจสอบว่ามีเงาบังหรือแผงเซลล์ สกปรกหรือไม่

4. ตรวจสอบคุณภาพของแผงย่อยในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าไม่ปกติ (แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าต่ำลง) ให้รีบเปลี่ยนแผงใหม่ทันที มิเช่นนั้นจะทำให้ระบบทั้งระบบเสื่อมสภาพเร็วขึ้น

5. ควรตรวจสอบส่วนที่ยึดโซล่าเซลล์ โครงเหล็ก นอตและสกรูต่างๆให้แน่นหนาที่อยู่เสมอ



6. ควรหมั่นล้างทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์เป็นประจำด้วยน้ำเปล่าเพื่อกำจัดฝุ่นผง ชี้นกหรือวัสดุอื่นๆ ซึ่งมาลดทอนแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบตัวแผง ทำให้ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้น้อยลงเกือบ 20 เปอร์เซ็นต์ การล้างทำความสะอาดควรทำเวลาเช้า ไม่ควรทำเวลากลางวัน เพราะเมื่อกระจกแผงที่ร้อนเจอกับน้ำเย็น อาจจะทำให้กระจกแตกได้ นอกจากนี้ไม่

ควรใช้วัสดุที่เป็นฝอยมาขัดคราบสกปรกบนกระจกแผงเพราะอาจทำให้กระจกเป็นรอย

7. ไม่ควรให้มีชิ้นกติดอยู่บนแผงโซลาร์เซลล์ เพราะอาจทำให้บริเวณที่มีมูลนกติดนานๆ ไม่สามารถรับแสงได้ ซึ่งจะมีผลต่อการไหลเวียนของไฟฟ้าภายในเซลล์ อาจทำให้แผงโซลาร์เซลล์เสียหายได้



8. ไม่ควรให้มี สัตว์ เช่น วัวหรือหมาเข้าไปในบริเวณแผงโซลาร์เซลล์ เพราะ จะทำความเสียหายให้แผงโซลาร์เซลล์ได้

9. ไม่ควรให้มีต้นไม้ขึ้นบริเวณแผงโซลาร์เซลล์ เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟน้อยลง



- การตรวจเช็ค Charge controller และ Inverter

1. ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อสายไฟว่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่
2. ตรวจสอบมีแมลง หรือ มด เข้าไปทำรังหรือไม่
3. สังเกตไฟแสดงสถานะของระบบยังปกติหรือไม่

■ การตรวจเช็คแบตเตอรี่

1. เช็ควงบริเวณสายไฟที่ขั้วแบตเตอรี่ให้อยู่ในสภาพดีเสมอ
2. ทำความสะอาดที่ขั้วของแบตเตอรี่และบริเวณฝาปิดด้วยผ้าชุบน้ำ
3. ในกรณีที่มีน้ำกลั่นภายในเซลล์อยู่น้อยควรเติมน้ำกลั่นให้อยู่ในระดับ (ห้ามเติมน้ำกรดลงไปอีกเป็นอันขาด)
4. เก็บรักษาแบตเตอรี่ไว้ในที่แห้ง และสะอาด
5. การตรวจสอบสภาพแบตเตอรี่โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ (Hydro Meter) วัดค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายกรดกำมะถัน



ค่าความถ่วงจำเพาะ 1.275 – 1.300	แบตเตอรี่มีไฟเต็มไม่ต้องอัดไฟ
ค่าความถ่วงจำเพาะ 1.225	แบตเตอรี่มีไฟอยู่ครึ่งหนึ่งต้องอัดไฟใหม่
ค่าความถ่วงจำเพาะ 1.150	แบตเตอรี่มีไฟอยู่ประมาณ 1 ใน 4 ต้องอัดไฟใหม่
ค่าความถ่วงจำเพาะ $29 < 1.150$	ถ้าทิ้งไว้นานกว่านี้จะไม่สามารถอัดไฟเข้าไปและกลายเป็นแบตเตอรี่ที่หมดสภาพแล้ว

รองศาสตราจารย์เกรียงศักดิ์ เม่งอาพันธ์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การพัฒนาระบบการเพิ่มผลผลิต มูลค่า มาตรฐานและ Brand ปลาหนังลูกผสมสำหรับวิสาหกิจชุมชนจากการเพาะเลี้ยงปลาหนังน้ำจืด ซึ่งเป็นอาชีพที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารเศรษฐกิจและสุขภาพของชุมชน เนื่องจากอาหารสัตว์น้ำจากธรรมชาติมีจำนวนลดลงมากกว่านั้นปลาหนังที่เพาะเลี้ยงเดิมๆ มีมูลค่าน้อยไม่ได้คุณภาพและมาตรฐาน และไม่เป็นที่ต้องการของตลาด จึงได้คิดค้นระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำครบวงจร ตั้งแต่การคัดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ปลาลูกผสมรุ่นที่ 1 (F₁) อายุ 2-3 ปี จนได้เป็นสายพันธุ์ใหม่ คือ ปลาลูกผสมรุ่นที่ 2 (F₂) โดยการวิเคราะห์รูปร่างและพันธุกรรมที่จำเพาะ (โตดี เนื้ออร่อย และดีต่อสุขภาพ) กับระบบการเลี้ยงที่ได้มาตรฐานสัตว์น้ำที่ดี วัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการขั้นตอนการเพาะเลี้ยงปลาหนังแบบที่เลี้ยงง่าย โตไว ทำให้ได้เนื้อปลาที่มีคุณภาพดี มีสีและกลิ่นของเนื้อปลาที่ดี เหมาะสำหรับเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจต่อไป จึงได้พัฒนากระบวนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบครบวงจร มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1) การคัดพันธุ์และปรับปรุงปลาลูกผสม ขั้นตอนที่ 2) มีการเลี้ยงและตรวจรับรองที่ได้มาตรฐานสัตว์น้ำที่ดี (GAP) สู่อินทรีย์ ขั้นตอนที่ 3) การแปรรูปเพิ่มมูลค่าจากเนื้อปลา ขั้นตอนที่ 4)

ความร่วมมือที่ดีกับภาคชุมชน ภาครัฐ และภาคเอกชน ด้านการตลาด เพื่อให้รายได้ที่มั่นคงแก่เกษตรกรเพิ่มขึ้น 3-10 เท่า ขั้นตอนที่ 5) การสนับสนุนด้านวิชาการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีการติดตามประเมินผลงานอย่างต่อเนื่องดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การพัฒนาระบบการเพิ่มผลผลิต มูลค่า มาตรฐานและ Brand ปลาอุกผสมบิกสยามแม่โจ้

1. การคิดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ปลาอุกผสม

1.1 ลักษณะเด่นของปลาบิกปลาสรวย และปลาอุกผสม

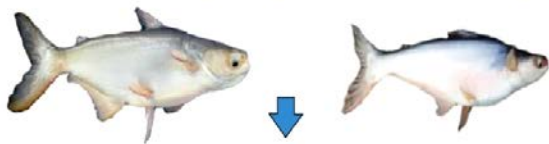
ปลาบิก (*Pangasianodon gigas*) เป็นปลาน้ำจืดประเภทไม่มีเกล็ดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก มีถิ่นกำเนิดเดิมในลุ่มแม่น้ำโขง เป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตดีมาก จัดอยู่ในวงศ์เดียวกับปลาสรวย ปลาเทพา ปลาเทโพ ลักษณะภายนอกที่แตกต่างจากปลาหนังขนาดใหญ่ชนิดอื่น ได้แก่ ลักษณะของฟันและหนวด ปลาบิกไม่มีฟันและเกือบจะไม่มีหนวด โดยที่ปลาวัยอ่อนมีฟันและกินปลาอื่นเป็นอาหาร แต่เมื่อโตขึ้นฟันจะหลุดไป

และมีตาซึ่งจะอยู่ต่ำกว่ามุมปาก เนื้อปลาบึกนอกจากมีรสชาติดีแล้ว ยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงอีกด้วย โดยประกอบไปด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และกรดไขมันหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย จึงทำให้เกษตรกรจำหน่ายได้ราคาดี

ปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) เป็นปลาที่เลี้ยงในประเทศไทยมานาน แต่มีข้อจำกัดในเรื่องสีเนื้อมีสีเหลือง ไม่ค่อยได้รับความนิยมในการบริโภค แต่มีข้อดีในเรื่องของการเจริญเติบโตการเจริญพันธุ์ และความตกไข่ที่ดี จึงมักนำมาผสมกับปลาชนิดอื่น เช่น ปลาบึก ปลาสวาย เพื่อเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงสีเนื้อให้มีสีขาวอมชมพู

ที่มาของการคัดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ปลาลูกผสมรุ่นที่ 1 (F_1) อายุ 2-3 ปี จนได้เป็นสายพันธุ์ใหม่ คือ ปลาลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) โดยสามารถแยกรูปร่างและพันธุกรรมจำเพาะของปลาลูกผสมฯ มีลักษณะเด่น เช่น เจริญเติบโตดี เนื้ออร่อย เจริญพันธุ์ได้ดี เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรและผู้บริโภค

ปี 2550-51 พ่อปลาบึกแม่ใจ 75 (รุ่นที่2) อายุ 5-6 ปี X แม่ปลาสวย อายุ 2-3 ปี



ลูกปลาบึกลูกผสม (ลูกผสมรุ่นที่ 1)



ปี 2553 พ่อ X แม่ปลาบึกลูกผสม (พ่อบึก-แม่สวย) อายุ 3 ปี



ปี 2556 ลูกปลาบึกสยามแม่ใจ (ลูกผสมรุ่นที่ 1) อายุ 18 เดือน



ภาพที่ 2 ที่มาปลาหน้ลูกผสมบึกสยามแม่ใจ

ตารางที่ 1 ความเป็นนวัตกรรมของสายพันธุ์ปลาลูกผสมบิกสยามแม่ใจ

องค์ประกอบ	ปลาสวาย/ปลาบึก	ปลาลูกผสมบิกสยามแม่ใจ
1. คุณค่าสายพันธุ์	1. ราคาถูก เลี้ยงในระบบไม่ได้มาตรฐาน GAP	1. ราคาเพิ่มขึ้น 3 เท่า เลี้ยงในระบบได้มาตรฐาน GAP สามารถนำแปรรูปเพิ่มมูลค่าได้หลากหลาย
2. ลักษณะเด่น	2. เนื้อเหลืองมีกลิ่นโคลน มีเนื้อ 35-40% เข้าสู่ตลาด 1-2 ปี/10 ปี	2. เนื้อขาวอมชมพู มีโอเมก้า 3, 6 และมีเนื้อ 45-50% เจริญพันธุ์ดี และช่วงยาว เข้าสู่ตลาดเร็ว 6-12 เดือน
3. สายพันธุ์ปลา	3. ไม่แน่นอนหลายสายพันธุ์	3. สายพันธุ์ใหม่ทั้งรูปร่างและพันธุกรรม
4. ฤทธิ์ชีวภาพต่อสุขภาพ (ของน้ำมันในเนื้อปลา)	4. ไม่มีการทดสอบ	4. มีการทดสอบมีผลดีต่อสุขภาพ เช่น ป้องกันและลดอนุมูลอิสระ ลดไตรกลีเซอไรด์ การอักเสบ และป้องกันเบาหวาน (ดวงพร และคณะ, 2553 และ 2558)
5. ราคา/ศักยภาพทางการตลาด	5. ไม่คุ้มกับการเลี้ยงเชิงวิสาหกิจขนาดเล็ก/น้อยไม่แน่นอน	5. คุ้มกับการเลี้ยงเชิงวิสาหกิจขนาดเล็ก/ปานกลางถึงมากแน่นอน

การเพาะเลี้ยงปลาลูกผสมเชิงวิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืน ซึ่งปัจจุบันนิยมเลี้ยงกันมากขึ้น ทั้งในบ่อดินและ ในกระชัง ควรให้ความสำคัญในเรื่องการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่ดีเพื่อผลิตลูกปลาที่มีสายพันธุ์ที่ดีและมีคุณลักษณะเป็นที่ต้องการของตลาด จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของลักษณะปลาบึก ปลาสวาย และปลาหนังลูกผสมระหว่างพ่อแม่ปลาบึกและแม่ปลาสวาย อาทิเช่น น้ำหนักของปลาอายุ 1 ปี ขึ้นไป ปลาหนังลูกผสมเจริญเติบโตและเจริญพันธุ์ได้ดีกว่าปลาสวาย ส่วนลักษณะของจุดน้ำหมึกหรือจุดดำตามลำตัวจะพบได้เฉพาะปลาบึกที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 กิโลกรัมขึ้นไป ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างปลาบึก ปลาสวาย และปลาลูกผสมบึกสยามๆ คุณลักษณะฟันของปลาบึกจะไม่มีฟัน ปลาลูกผสมบึกสยามๆ จะมีฟันล่างตรงกลางเล็กน้อย ส่วนด้านบนไม่มีฟัน ส่วนปลาสวายมีทั้งฟันบนและฟันล่าง ส่วนหัวและลำตัวของปลาบึกกว้างกว่าปลาลูกผสมบึกสยามๆ และปลาสวาย ความยาวหมวดบริเวณขากรรไกรบนของปลาบึกจะสั้นกว่าปลาสวายประมาณ 1.5 เท่า ครีบหางปลาบึกจะเว้ากว้างและหนากว่า ปลาสวาย

ตารางที่ 2 ลักษณะเด่นที่แตกต่างของปลาบึก ปลาสวาย และปลาลูกผสมบึกสวายฯ ขนาด 1.5-2 กิโลกรัม

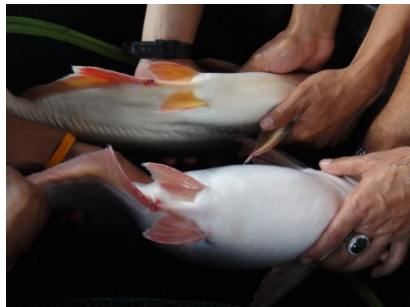
ชนิดปลา	ลักษณะหัว	จุดดำ	ลักษณะฟัน	ครีบทาง	ตำแหน่งตา	ความยาวหมวด	% เนื้อ	สีเนื้อ	การโต/เจริญพันธุ์	อัตราการรอด/ต้านทานโรค
ปลาบึก 	หัวกว้าง ปาน	มี	ไม่มี	แฉก กว้าง หนา	ใต้เส้น ขอบปาก	สั้น	35- 40	ชมพู แดง	ช้ามาก	ดีมาก
ปลาสวาย 	หัวเรียว แคบ ยาว	ไม่มี	มีทั้งฟัน บนและ ฟันล่าง	แฉก แคบ บาง	บนเส้น ขอบปาก	ยาว	30- 35	เหลือง	ดี	ดี

ปลาหนัง ลูกผสม F ₁ 	หัวปาน เล็ก	มี	มีพินล่าง ตรงกลาง เล็กน้อย	เว้า แคบ	บนเส้น ขอบปาก	ปานกลาง	40- 45	ขาว ชมพู	ดีมาก	ดีมาก
ปลาลูกผสมบึก สยามฯ 	หัวปาน เล็ก	มี	มีพินล่าง	เว้า แคบ หนา	กึ่งกลาง ขอบปาก	ปานกลาง	45- 50	ขาว ชมพู	ดีมาก	ดีมาก

1.2 การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาหนังลูกผสม

พ่อแม่พันธุ์ปลาหนังลูกผสมที่เป็นพ่อแม่พันธุ์ได้ต้องมีอายุ 3 ปีขึ้นไป ไม่ควรมากกว่า 10 ปี มีน้ำหนักกว่า 3 กิโลกรัม โดยปกติจะปล่อย 300 ตัว/ไร่ บ่อที่เลี้ยงควรมีขนาดใหญ่และมีความลึกกว่าบ่อเลี้ยงปลาเนื้อธรรมดา อย่างน้อยควรมีขนาด 1 ไร่ ความลึก 2-3 เมตร มีระบบท่อส่งน้ำและระบายน้ำเพื่อช่วยในเรื่องการเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์ การให้อาหารโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ให้อัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักต่อวัน อาหารที่นิยมใช้จะมีส่วนประกอบของ ปลาขี้ตม 22 เปอร์เซ็นต์ ปลาป่น 22 เปอร์เซ็นต์ กากถั่วเหลือง 18 เปอร์เซ็นต์ รำละเอียด 33 เปอร์เซ็นต์ และวิตามินหรือใช้สารละลายไปรูลิน่า 5 เปอร์เซ็นต์ คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมโดยเฉพาะค่าออกซิเจน ความเป็นกรด น้ำที่มีออกซิเจนต่ำ และมีความเป็นกรดสูง จะมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ การพัฒนา และปริมาณของไข่และอสุจิ ขั้นตอนที่กำหนดความสำเร็จในการเพาะพันธุ์ปลา คือ บ่อปลาควรอยู่กลางแจ้ง อุณหภูมิที่เหมาะสมควรมีค่า 30-35 องศาเซลเซียส มีการถ่ายเทน้ำสม่ำเสมอ การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่เจริญเติบโตดี อายุน้อย สมบูรณ์เพศ แข็งแรง และรูปร่างสมบูรณ์ โดยทั่วไปหลักใช้การคัดเลือก สังเกตลักษณะท้องปลาว่ามีการพัฒนาของไข่และน้ำเชื้อ โดยดูจากแม่ปลาท้องจะอูมนิ่มเมื่อกดดูท้องเบาๆ จะมีไข่ ส่วนตัวผู้จะมีน้ำเชื้อสีขาวขุ่นไหลออกมา แสดงถึงความพร้อมที่จะฉีดฮอร์โมนเพื่อการผสมเทียมได้ ควรงดอาหารปลา ก่อนการผสมเทียม 1 วัน โดยพ่อแม่พันธุ์ปลาที่มีความพร้อมมักจะเริ่มในเดือนมิถุนายน ถึง สิงหาคม ปลาพ่อแม่พันธุ์ที่มี

ความสมบูรณ์เพศหรือเจริญพันธุ์เต็มที่ ซึ่งได้จากการเลี้ยงในบ่อดินแล้ว นำมาเพาะขยายพันธุ์



ภาพที่ 3 ลักษณะพ่อพันธุ์ (บน) และแม่พันธุ์ (ล่าง) ที่มีความสมบูรณ์พร้อม เพาะขยายพันธุ์

1.3 การเพาะผสมเทียมเพื่อขยายพันธุ์ปลา

การเพาะขยายพันธุ์ด้วยการฉีดฮอร์โมนเป็นการกระตุ้นการตกไข่ ให้หลุดจากฟอลลิเคิลลงในช่องว่างรังไข่ ส่วนการวางไข่จะตามมาในธรรมชาติ ก่อนการผสมเทียมต้องงดอาหาร 1-2 วัน ต้องตรวจสอบการพัฒนาของไข่และน้ำเชื้อก่อน โดยการรีดพ่อพันธุ์ที่มีรูปร่างเรียวยาวและมีสีครีบท้องสีเหลืองอ่อน ตีงเพศจะเรียวยาวแหลม เมื่อรีดท้องเบาๆ จะมีน้ำเชื้อสีขาวขุ่นออกมา ส่วนตัวเมียท้องจะอูมนิ่มกว่าและครีบท้องจะมีสีขาวอ่อน เมื่อรีดท้องเบาๆหรือใช้สายยางขนาดเล็กสอดเข้าช่องเพศจะมีไข่ออกมาขนาด 1-1.5 มิลลิเมตร แสดงว่ามีการพัฒนาเจริญพันธุ์พร้อมที่จะผสมเทียม

การคำนวณฮอร์โมนสำหรับการผสมเทียม

ปกติแล้วฮอร์โมน LHRHa ที่วางจำหน่ายทั่วไปมีลักษณะของเหลวบรรจุขวดขนาด 10 มิลลิลิตร (cc) ราคา 2,000-3,000 บาท ความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัม (μg) อัตราการใช้โดยทั่วไป 10-40 ไมโครกรัมต่อปลาหนัก 1 กิโลกรัม ใช้ร่วมกับยา domperidone มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาวแผงละ 100-200 บาท ขนาด 10 mg (มิลลิกรัม) อัตราการใช้ 5-10 มิลลิลิตรต่อปลาหนัก 1 กิโลกรัม การใช้ควรแบ่งฮอร์โมน 1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร จะมีความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัม ควรเก็บฮอร์โมนในตู้เย็น

ตัวอย่างที่ 1 กรณีฉีดปลาที่มีน้ำหนักเท่ากันตัวผู้และเมียอย่างละ 2 ตัว เช่น 4 ตัวๆ ละ 3 กิโลกรัม น้ำหนักปลาทั้งหมด 12 กิโลกรัม อัตราเข้มข้น 10 μg /กิโลกรัม เนื่องจากท้องปลาไม่ไข่และน้ำเชื้อพัฒนาดี

$$\text{ฮอร์โมนใช้ทั้งหมด} = 12 \times 10 = 120 \mu\text{g}$$

$$\text{ฮอร์โมน 1,000 } \mu\text{g ใน การละลาย} = 10 \text{ cc}$$

$$\begin{aligned} \text{ฮอร์โมน 120 } \mu\text{g ใน การละลาย} &= \frac{10 \times 120}{1000} \\ &= 1.2 \text{ cc} \end{aligned}$$

กำหนดให้ใช้สารละลาย 0.5 มิลลิลิตร ต่อปลา 1 กิโลกรัม ปลา

$$\text{ใช้น้ำกลั่น} = 12 - 1.2 = 10.8 \text{ มิลลิลิตร}$$

ยาเสริมฤทธิ์ (Moethelium) ที่ใช้ 1 กิโลกรัม ใช้ 5 มิลลิกรัม ปลา
หนัก 12 กิโลกรัม ใช้ 60 มิลลิกรัม (6 เม็ด) นำไปบดให้ละเอียดแล้วละลาย
ผสมในน้ำกลั่นและฮอร์โมน ตามลำดับ

- เขย่าส่วนผสมก่อนนำไปฉีดปลาแต่ละตัวๆ ละ 3 มิลลิกรัม (ตาม
น้ำหนักตัวปลา) สารละลายที่ผสมแล้วจะหมดพอดี

หลังจากฉีดฮอร์โมนแล้วควรเช็คความพร้อมของแม่ปลาก่อนที่จะ
รีดไข่ ประมาณ 6-8 ชั่วโมง และระวังอย่ารีดไข่ปลาก่อนไข่สุกหรือเข้าเกิน
ทำให้น้ำเข้าช่องท้องของแม่ปลาหรือไข่ทิ้งเพราะจะทำให้ปลาเสีย โดย
สังเกตจากเมื่อจับแม่ปลาขึ้นมารีดไข่และรีดน้ำเชื้อตาม ขณะรีดไข่และ
น้ำเชื้อต้องระวังไม่ให้มีน้ำปน แต่ถ้ายังไม่สามารถรีดไข่ได้ อาจจำเป็นต้อง
ฉีดตัวเฉพาะตัวเมียเข็มที่สองโดยเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนเป็น 1.5-2
เท่า



ภาพที่ 4 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์ (ชาย) และการเพาะผสมเทียมเพื่อผลิตลูก
พันธุ์ปลาฯ (ขวา)



ภาพที่ 5 การรีดไข่แม่พันธุ์ปลา (ซ้าย) การรีดน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ปลา (กลาง) และการผสมไข่กับน้ำเชื้อ (ขวา)

1.4 การอนุบาลลูกปลา

หลังการผสม 30 ชั่วโมง ลูกปลาจะฟักออกเป็นตัว โดยทำการอนุบาลลูกปลาจำนวน 10,000 ตัว ในบ่อซีเมนต์ขนาด 1.8x3.2x0.6 เมตร เมื่อลูกปลามีอายุ 3-6 วัน อาหารที่ให้ คือ ไข่แดง อาร์ทีเมีย และไรแดง (อัตรา 100 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว) อายุ 7-10 วัน ให้ไรแดง ปลาปน และรำละเอียด อัตราส่วน 1:2:1 (อัตรา 30 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว) ให้อาหารวันละ 6 ครั้ง หลังจากนั้นย้ายอนุบาลในบ่อดิน ขนาด 100 ตารางเมตร ให้ปลาปนผสมรำละเอียด ปลาขี้ขาว และอาหารลูกกบ (ปั่นเป็นก้อน) และอายุ 11-30 วัน ให้อาหารลูกกบ (อัตรา 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวต่อวันๆ ละ 3 ครั้ง) จนครบ 30 วัน จะได้ลูกปลาขนาดประมาณ 5-10 กรัม มีความยาวประมาณ 3 นิ้ว ซึ่งสามารถนำไปเลี้ยงต่อในบ่อดินหรือกระชังให้ได้ขนาดตลาด และมีอัตราการรอดตายหลังการผสมและอนุบาลมากที่สุดเฉลี่ย 20 เปอร์เซ็นต์ ได้ลูกปลาขนาด 2-5 นิ้ว อายุ 1-2 เดือน สำหรับผลิตลูกปลาให้กับบ่อสาธิต และเกษตรกรที่ผ่านการอบรมที่สนใจต้องการเลี้ยงปลา

ตารางที่ 3 การอนุบาลลูกปลาจำนวน 10,000 ตัว หลังการฟักในบ่อซีเมนต์ขนาด 1.8x3.2x0.6 เมตร

อายุ (วันหลังการฟัก)	อาหาร	ปริมาณอาหาร (กรัม/วัน)	หมายเหตุ
2	1. ไช้แดง	1) 120 (6 ฟอง)	-ไช้แดง 1 ฟอง มีน้ำหนักประมาณ 20 กรัม
3	1. ไช้แดง 2. อาร์ทีเมีย 3. ไรแดงแช่แข็ง (ตัวเล็ก)	1) 140 (7 ฟอง) 2) 10 3) 30	-ถุงไช้แดงยุบ 100%
4	1. ไช้แดง 2. อาร์ทีเมีย 3. ปลาปน:รำละเอียด 4. ไรแดงแช่แข็ง (ตัวเล็ก)	1) 100 (5 ฟอง) 2) 5 3) 20:10 4) 30	-ลูกปลาเริ่มกินกันเอง
5	1. ไช้แดง	1) 40 (2 ฟอง)	-อะติเมียร์:ไรแดง

อายุ (วันหลังการพัก)	อาหาร	ปริมาณอาหาร (กรัม/วัน)	หมายเหตุ
	2. อาร์ทีเมีย 3. ไรแดงแช่แข็ง	2) 2 3) 60	ให้ 1 มื้อ/วัน (06.00 น.)
6	1. อาร์ทีเมีย 2. ไรแดงแช่แข็ง	1) 5 2) 60	-ลดช่วงเวลาการให้อาหารให้เหลือ 4 มื้อ/ วัน -คัดแยกลูกปลาที่แตก size
7	1. อาร์ทีเมีย 2. ไรแดงแช่แข็ง	1) 5 2) 70	-ย้ายลูกปลาบ่อที่หนาแน่น -คัดแยกลูกปลาที่แตก size
8	1. อาร์ทีเมีย 2. ปลาปน:รำละเอียด 3. ไรแดงแช่แข็ง	1) 2 2) 5:10 3) 80	-คัดแยกลูกปลาที่แตก size
9	1. ปลาปน:รำละเอียด	1) 5:10	

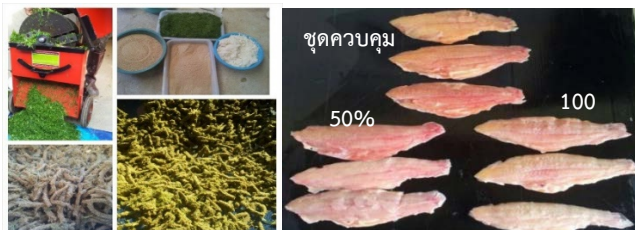
อายุ (วันหลังการพัก)	อาหาร	ปริมาณอาหาร (กรัม/วัน)	หมายเหตุ
	2. ไรแดงแช่แข็ง	2) 10	

2. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดี (Good Aquaculture Practice; GAP)

2.1 การเลี้ยงปลาลูกผสมบิกสยามและการผลิตอาหารปลาสำหรับชุมชน

บ่อที่ใช้เลี้ยงปลาลูกผสมบิกสยามฯ ควรมีพื้นที่ขนาด 400 ตารางเมตร ถึง 2 ไร่ หรือกระชังขนาด 30-60 ตารางเมตร ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำใหญ่และมีน้ำให้ตลอดปี เช่น แม่น้ำ หรือคลองชลประทาน ที่ไม่มีปัญหาน้ำท่วม พื้นที่ควรมีความลาดเทเล็กน้อยป้องกันน้ำท่วมขัง ตลอดจนเพื่อความสะดวก และประหยัดค่าใช้จ่ายในการระบายน้ำเข้าและออก ระดับความลึกประมาณ 2.5-3 เมตร เนื้อดินควรเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนลูกรัง ควรตั้งอยู่ห่างตลาดสด ชุมชนแออัด แหล่งโรงงานอุตสาหกรรม การคมนาคมสะดวก และไฟฟ้าเข้าถึง ในกรณีที่เป็นบ่อเก่า ก่อนปล่อยปลาลงเลี้ยง ควรมีการเตรียมบ่อ เพื่อกำจัดศัตรูปลาและทำให้ปลามีอัตราการรอดสูงสุด ทำการระบายน้ำออกจนแห้ง แล้วโรยปูนขาวในอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ จากนั้นสูบน้ำเข้าบ่อโดยมีถุงกรองที่ทำด้วยอวนมุ้งเขียว ช่วยกรองไข่หรือตัวอ่อนของสัตว์น้ำอื่นๆ เมื่อสูบน้ำเข้าบ่อจนได้ระดับลึกที่ต้องการแล้ว ควรตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำก่อนนำพันธุ์ปลาลงเลี้ยง ความหนาแน่นในการเลี้ยงปลาเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ เนื่องจากปลาหนึ่งลูกผสมที่ตลาดต้องการมีขนาดตั้งแต่ 1.2-3 กิโลกรัม ซึ่งต้องใช้เวลาเลี้ยง 6 เดือน ถึง 2 ปี เป็นปลาที่โตค่อนข้างดี อัตราการปล่อยปลาลูกผสมขนาด 3 นิ้วในบ่อดิน เพื่อการอนุบาลควรปล่อยประมาณ 30 ตัว/ตารางเมตร ระยะเวลา 2 เดือน ให้อาหารลูกปลาคูกอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวปลา เมื่อปลามีขนาด

โต 5-10 นิ้ว ขึ้นก็ควรย้ายบ่อเพื่อลดความหนาแน่นควรปล่อยในอัตรา 2-5 ตัว/ตารางเมตร เลี้ยงนาน 6-8 เดือนก็จะได้ปลาขนาด 1.5 กิโลกรัม/ตัว



ภาพที่ 11 อาหารเม็ดจมน้ำผสมและผสมเนเปียร์ทดแทนปลาป่นและสีเนื้อปลา (นิสรา และคณะ, 2557)

ตัวอย่างที่ 1 การเลี้ยงในกระชัง ณ ชุมชนบ้าน อำเภอสันแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ กระชังขนาดประมาณ 30 ตารางเมตร ปล่อยปลาหนึ่งลูกผสม อายุประมาณ 2 เดือน อัตราการปล่อยประมาณ 1 ตารางเมตร/ตัว ให้อาหารปลาเม็ดลอยโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว/วัน การเจริญเติบโตของปลาในกระชังและบ่อดิน พบว่ามีน้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโต/วันเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 12 มอบพันธุ์ปลาลูกผสมในกระชังที่ อำเภอสันแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

3. การแปรรูปเพิ่มมูลค่าและการสร้าง brand

ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นโอกาสทางตลาดที่ดีของผลิตภัณฑ์อาหารจากปลา จากคุณภาพและองค์ประกอบของเนื้อปลาน้ำจืดผสม โดยอาหารที่บริโภคจะต้องมีความสะอาด สะดวก มีคุณภาพ และรูปแบบที่มีความหลากหลายมากขึ้น ผู้บริโภคต้องการความสะดวกสบายในการบริโภคอาหารที่เตรียมหรือปรุงง่าย ใช้เวลาน้อยในการเตรียมจึงต้องการอาหารที่พร้อมจะบริโภคได้ และอาหารพร้อมปรุง นอกจากจะต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่แล้ว ยังปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมที่คนยอมรับอยู่แล้วให้มีรูปแบบหลากหลายมากขึ้น เพื่อให้ผู้บริโภคมีโอกาสเลือกมากขึ้น ช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตปลา และช่องทางการตลาด และผลิตภัณฑ์เหล่านี้สามารถซื้อเป็นของขวัญได้ด้วย ได้แก่ ปลาแช่เนื้อ ใส่อ้ว ปลาต้มสมุนไพร premium ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง



ภาพที่ 14 ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อปลาน้ำจืดผสมฯ เนื้อแช่ ใส่อ้ว ปลาต้ม และปลาต้มสมุนไพร premium

3.1 การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ปลาแล่นเนื้อ

ล้างทำความสะอาดตัวปลาแล้วนำไปแช่น้ำแข็งเป็นเวลา 2-4 ชั่วโมง จากนั้นแล่นเนื้อปลาทั้งสองข้าง (ซ้ายและขวา) จะได้เนื้อประมาณ 40-45 เปอร์เซ็นต์ การทำปลาสไลด์ลวกจิ้ม ทำได้โดยการสไลด์เนื้อปลาเป็นชิ้นบางๆ จากนั้นต้มน้ำให้เดือดใส่ขิงแก่ ใบมะกรูด ตะไคร้ ลงไปเพื่อดับกลิ่นคาวของปลาหรืออาจใช้น้ำซาวข้าว นำเนื้อปลาที่สไลด์แล้วไปลวกไม่ควรลวกให้สุกหรือดิบจนเกินไป หรือนำไปบรรจุถุงสุญญากาศเพื่อเป็นวัตถุดิบในการทำเมนูอาหารพร้อมทาน เช่น ทอดกระเทียม ต้มยำ ผัดฉ่า และสเต็กปลา

3.2 การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว

โดยการใช้เนื้อปลาส่วนที่ติดกระดูก (เนื้อซูด) และเนื้อปลา เตรียมเนื้อปลาตามสูตร แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดเพื่อให้เนื้อปลาเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำวัตถุดิบในการทำไส้อั่วที่เตรียมไว้ขนาดผสมกับเนื้อปลาให้เข้ากัน ทำการบรรจุไส้อั่วใส่ในไส้ที่เตรียมไว้ แล้วผูกไส้อั่วเป็นท่อนประมาณ 5-6 นิ้ว ทำให้สุกโดยการย่างไฟ หรือ ทอดจนอุณหภูมิกลาง 69 องศาเซลเซียส หรือ ประมาณ 30-45 นาที

วัตถุดิบ/ส่วนผสมเครื่องแกง

ลำดับ	วัตถุดิบ	กรัม	เครื่องแกง	กรัม
1	เนื้อปลา บดละเอียด	1500	พริกแห้ง	70
2	เกลือ	15	ข่า	15
3	น้ำปลาแท้	15	กระเทียม	50
4	ผงชูรส	8	หอมแดง	80
5	น้ำตาลทราย		ผิวมะกรูด	30
6	พริกแกง	100	ตะไคร้	80
7	ใบมะกรูดหั่น ฝอย	40	กะปิ	30
8	ตะไคร้หั่นฝอย	100		



ภาพที่ 17 ขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไส้ข้าวปลา

3.3 การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกพรีเมียม

ผลิตภัณฑ์พลาสติกพรีเมียม ใช้ในส่วนของเนื้อท้องปลา โดยนำเนื้อท้องมาล้างด้วยน้ำให้สะอาดแล้วตั้งเส็ดน้ำทิ้งไว้ จากนั้นทำการโคลกกระเทียม ชিং ข่า และตะไคร้ให้ละเอียด แล้วนำเนื้อท้องมาคลุกเคล้าให้เข้ากันกับวัตถุดิบที่เตรียมไว้ พลาสติกที่หมักเสร็จแล้วนำไปบรรจุในถุงพลาสติก และซีลด้วยเครื่องสุญญากาศ ทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน จากนั้นเก็บในตู้แช่แข็งได้นาน 1-2 เดือน

วัตถุดิบ

1. เนื้อท้อง	1	กิโลกรัม
2. เกลือ	15	กรัม
3. กระเทียม	150	กรัม
4. ชিং	30	กรัม
5. ข่า	30	กรัม
6. ตะไคร้	40	กรัม



ภาพที่ 18 ขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาต้ม

3.4 การเพิ่มมูลค่าไขมันปลาหนังน้ำจืดเป็นผลิตภัณฑ์เสริม

อาหารและความงาม

ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพื่อสุขภาพและความงาม รวมถึงเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์ ในประเทศไทยมีมูลค่ากว่า 140,000 ล้านบาท จากกระแสรักสุขภาพและความงามยังคงเป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้ตลาดสินค้าเพื่อสุขภาพยังคงมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ด้วยพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2560) ตลาดอาหารสุขภาพเพื่อป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง หรือ NCD (Non communicable diseases) มีการเติบโตสูงอย่างต่อเนื่อง และสารให้ประโยชน์เชิงหน้าที่ (functional ingredient) ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องสำอางได้หลายรูปแบบ ซึ่ง

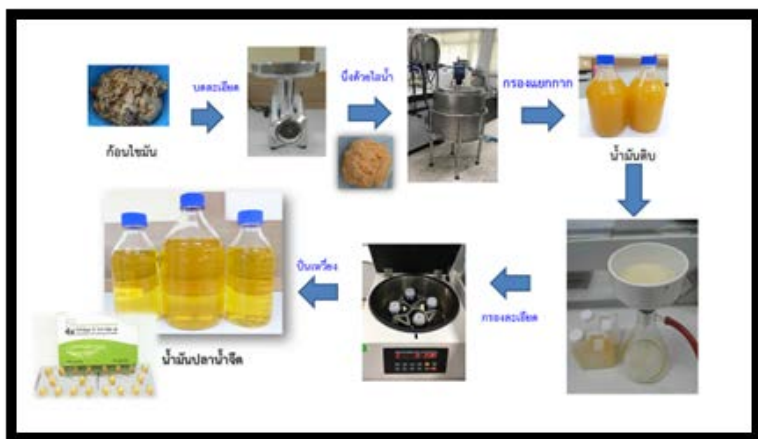
คาดการณ์ว่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่อปี จากปี 2015 ถึง 2020 โดยจะมีมูลค่าประมาณ 3.2 ล้านล้านบาท

3.4.1 การเพิ่มมูลค่าไขมันปลาหนึ่งน้ำจืดเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร
อุตสาหกรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการประมงในประเทศไทยมีหลายแห่งที่ส่งออกปลาหนึ่งเนื้อขาวในรูปแบบเนื้อปลาแล่เป็นชิ้นแช่แข็ง ทำให้มีผลพลอยได้หรือส่วนเหลือใช้ที่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะก้อนไขมันบริเวณช่องท้องของปลาหนึ่งเนื้อขาวประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ที่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์เท่าที่ควร ดังนั้นก้อนไขมันในช่องท้องของปลาหนึ่งกลุ่มปลาสาวยจึงถูกนำมาสกัดเป็นน้ำมันปลา โดยนำส่วนของก้อนไขมันปลาไปนึ่งด้วยไอน้ำที่ 90-100 องศาเซลเซียส (°C) เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำเข้าสู่เครื่องบีบอัด (hydraulic press) เพื่อแยกส่วนที่เป็นของเหลวออกจากกาก กรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จะได้น้ำมันปลา (crude oil) ที่เป็นของเหลวมีสีเหลืองขุ่น น้ำมันดิบหรือ crude oil สามารถนำไปเสริมในอาหารสัตว์ เช่น อาหารปลา ทดแทนน้ำมันปลาที่สกัดจากปลาทะเลได้ โดยทั่วไปปลาใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงาน โครงสร้างเซลล์ และบำรุงรักษาสภาพของผนังเซลล์ ในเนื้อเยื่อของปลา มีไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณมากซึ่งมีบทบาทในการควบคุมการไหลของสารเข้าออกเซลล์ ช่วยลำเลียงวิตามินที่ละลายในไขมัน เช่น วิตามิน A, D, E และ K กรดไขมันเป็นโครงสร้างสำคัญของฮอร์โมนเพศซึ่งมีบทบาทต่อการสืบพันธุ์ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของปลา ปริมาณไขมันที่เหมาะสมในอาหารปลาไม่ควรเกิน 12% อาหารปลาส่วนใหญ่ต้องผสม

น้ำมันปลาทะเลเพื่อให้ได้ปริมาณกรดไขมันที่จำเป็นในอาหารเพียงพอ จากการศึกษาของสิทธิกร และขั้นตอนการสกัดน้ำมันปลาจากก้อนไขมันปลา หนึ่งน้ำจืดที่เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูป และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร น้ำมันปลาน้ำจืดที่อุดมด้วยกรดไขมันโอเมก้า 9



ภาพที่ 19 การสกัดน้ำมันปลาน้ำจืด



ภาพที่ 20 น้ำมันปลาน้ำจืดที่อุดมด้วยกรดไขมันโอเมก้า 9

น้ำมันปลา

น้ำมันปลา คือ น้ำมันที่สกัดได้จากส่วนเนื้อ หนัง หัว และหางของปลา โดยเฉพาะปลาในเขตหนาว น้ำมันปลาประกอบด้วยกรดไขมันโอเมก้า 3 โอเมก้า 6 และ 9

ประโยชน์ของน้ำมันปลา (Johnson, 2014)

1. ช่วยลดระดับของไตรกลีเซอไรด์ในเลือด และเพิ่มระดับของเอชดีแอลโคเลสเตอรอลซึ่งเป็นไขมันที่ดี

2. ป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยลดการเกาะตัวของเกล็ดเลือด ทำให้เลือดไม่เกาะตัวเป็นลิ่ม เลือดจึงไหลเวียนได้ดีขึ้น ลดความหนืดของผนังหลอดเลือด ทำให้ผนังหลอดเลือดมีความยืดหยุ่น

3. ลดความดันโลหิต จากรายงานผลการศึกษาวินิจฉัยพบว่าอาหารที่ประกอบด้วยปลาหางแข็งหรือปลาทูซิ่งมี EPA ในปริมาณ 2.2 กรัมต่อวัน สามารถลดความดันเลือดซิสโตลิกในคนไข้ที่มีโรคความดันผิดปกติทางกรรมพันธุ์ที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์และคอเลสเตอรอลในเลือดสูง

4. ลดการอักเสบ พบว่ากรดไขมันโอเมก้ามีส่วนช่วยลดกระบวนการอักเสบได้

5. ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด

3.4.2 การเพิ่มมูลค่าน้ำมันปลาน้ำจืดเป็นผลิตภัณฑ์

เครื่องสำอาง

อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีอัตราการเจริญเติบโตและขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ผู้บริโภคทั้งเพศชาย เพศหญิง ในทุกๆ ช่วงวัยต่างให้ความสนใจและใส่ใจในการดูแลตัวเอง ทั้งความงามและผิวพรรณ ตลาดเครื่องสำอางมีแนวโน้มการเติบโตที่ดี ทั้งยังมีกลยุทธ์การปรับตัวที่น่าสนใจมาก และพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทใหม่ๆ ที่ใช้สมุนไพรตามธรรมชาติเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

น้ำมันปลาน้ำจืดที่สกัดได้จากก้อนไขมันถูกนำมาทดสอบฤทธิ์ชีวภาพ พบว่ามีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี ป้องกันริ้วรอยก่อนวัย ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว สามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางบำรุงผิว เช่น ลิปสติกบำรุงริมฝีปาก ครีมบำรุงผิวหน้า เป็นต้น โดยแสดงตำรับและภาพลิปมันบำรุงริมฝีปากในตารางที่ 3 และภาพที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ตำรับลิปมันบำรุงริมฝีปาก

ลิปมัน 100 กรัม	ปริมาณ (%)
น้ำมันปลา - Fish oil	10
น้ำมันโจโจ้บาร์- Jojoba oil	15
น้ำมันทานตะวัน- Sunflower oil	15
น้ำมันมะกอก - Olive oil	15

ขี้ผึ้ง - Bee wax	20
เชียบัตเตอร์ - Shea butter	20
วิตามินอี - Vitamin E	1
วาสลีน - Vasline	4

วิธีทำ

1. ละลายขี้ผึ้ง ให้ใสก่อน เเทน้ำมันทุกชนิดเทลงไป กวนให้เข้ากัน
2. ใส่เชียบัตเตอร์ วาสลีน และวิตามินอีแล้วกวนให้เข้ากัน
3. เมื่ออุณหภูมิลด (40 °C) แต่งกลิ่นและสี
4. เทใส่บรรจุภัณฑ์



4. ความร่วมมือกับภาคเอกชนด้านการตลาดและส่งเสริมการผลิต

ตลาดในประเทศ มีการนำเข้าปลาหนังเนื้อขาวประมาณ 10,000 ตัน/ปี ส่วนในตลาดต่างประเทศ เช่น กลุ่มประเทศแถบยุโรป อเมริกา

มาเลเซีย สิงคโปร์ พบว่า มีความต้องการปลาเนื้อขาวและปลาสวายเนื้อขาวประมาณ 5 แสน - 1 ล้านตัน/ปี โดยมีมูลค่าหลายแสนล้านบาทในรูปแบบปลาแช่เนื้อ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่สามารถผลิตปลาลูกผสมเนื้อขาวและปลาสวายที่มีสายพันธุ์ดีได้เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นของผู้บริโภค ทำให้ต้องมีความจำเป็นในการจัดอบรมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องใน การเพาะเลี้ยงปลาหนังลูกผสมเนื้อขาว เพื่อพัฒนาอาชีพให้แก่เกษตรกร ปัจจัยสำคัญที่จะเลี้ยงปลาให้ประสบความสำเร็จเป็นที่ต้องการของตลาด คือ บุคคลากรต้องมีคุณสมบัติที่ดี เช่น มีความรู้และเข้าใจระบบการตลาดปลา รู้การทำบัญชีต้นทุนผลตอบแทน มีคุณสมบัติของนักวิชาการ มีการสังเกต และรู้จักคิดวิเคราะห์ สามารถใช้ทรัพยากรอย่างฉลาด ชยัน ประหยัด ทำงานเป็น แก้ปัญหาเก่ง และกล้าที่จะมุ่งมั่นสู่ความสำเร็จภายใต้ข้อมูลและปัจจัยที่สำคัญทางวิชาการ สนับสนุน คือ

1. การจัดการเรื่องสายพันธุ์ปลาที่ดี
2. การจัดการเรื่องคุณภาพน้ำและอาหาร
3. สามารถลดต้นทุนการผลิตแต่ได้คุณภาพและปริมาณผลผลิตดีเท่าเดิมหรือเพิ่มขึ้น
4. การจัดการวางแผนผลผลิตและตลาดให้สามารถมีผลตอบแทนที่เหมาะสมอย่างสมดุล
5. การตลาดและการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับ และสามารถซื้อได้สะดวกน่ารับประทานต่อผู้บริโภคเป็นสิ่งจำเป็นต้อง

นำมาประยุกต์ใช้ ดังนั้นรูปแบบผลิตภัณฑ์และการตลาดจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น การสร้างผลิตภัณฑ์ที่ดี ตรงความสนใจ ผู้บริโภคสามารถหาซื้อได้สะดวก ราคาเหมาะสม โดยทางคณะผู้วิจัยได้แปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าและช่องทางการตลาดของปลาหมึกผสม ได้แก่ ใส้กรอกปลา ใส้จืด ปลา ปลาแล่นเนื้อ และน้ำมันปลา จะนำไปสู่การพัฒนาให้ปลาหมึกผสมตัวใหม่มีการเพาะเลี้ยงปลาเชิงอาชีพอย่างยั่งยืน การทำใส้จืดและปลาแล่นเนื้อผสมบึกสยามแม่โจ้ การขยายกิจการ ความร่วมมือของเอกชน กับเซฟร้านอาหารหรือภัตตาคาร โดยช่วยส่งเสริมให้ความร่วมมือในการรับซื้อเนื้อปลาลูกผสมบึกสยามฯ เพื่อมาแปรรูปทำใส้จืด การตลาดและการวางจำหน่ายร่วมกับ บริษัท วนสนันท์ และ บริษัท เอส แอนด์ พี ซินดิเคท จำกัด (มหาชน) และบริษัท Life farm land ทั้งนี้จำเป็นต้องวางแผนการผลิตลูกปลาและระบบการเลี้ยงที่ให้ได้ปริมาณและคุณภาพเพียงพอต่อความต้องการ ปลอดภัยของผู้บริโภคและสภาพแวดล้อม ตลอดจนระบบการเลี้ยงของเกษตรกรผู้เลี้ยงมีความมั่นคงสามารถผลิตได้เพียงพอได้มาตรฐานและมีฐานะที่ดีขึ้น นอกจากนี้การวิเคราะห์ความต้องการของผู้บริโภคและจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ปลาลูกผสม ตลอดจนเพิ่มช่องทางการจำหน่ายทางสื่อ online หรือ face book ช่วยให้เพิ่มยอดการจำหน่ายและมูลค่า อีกทั้งลดต้นทุนด้านการตลาดให้กับเกษตรกรผู้ผลิตได้อีกด้วย

5. การสนับสนุนด้านวิชาการแหล่งเรียนรู้และการติดตาม

เพื่อให้ระบบการเพาะเลี้ยงปลาลูกผสมพัฒนาได้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพและมีดัชนีชี้วัด เช่น จำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาฯ มูลค่าผลผลิต ความยั่งยืนของธุรกิจ การตอบสนองของผู้บริโภคและศูนย์เรียนรู้ชุมชน มีมูลค่าและปริมาณเพิ่มขึ้นตลอดจนการได้รางวัลในระดับประเทศและนานาชาติ ซึ่งจะให้ความรู้ด้านการเพาะเลี้ยงปลาหนังลูกผสม การทำอาหารปลาจากวัสดุท้องถิ่น การเลี้ยงปลาหนังลูกผสมให้ได้มาตรฐานที่ดีสู่อินทรีย์ การตรวจวิเคราะห์น้ำสำหรับการเพิ่มผลผลิต การแปรรูปเพิ่มมูลค่า และออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าจากปลาหนังลูกผสม และการตลาดการให้คำปรึกษาวางแผนติดตามให้กับเกษตรกรในพื้นที่ การเป็นแหล่งศึกษาดูงานและจัดอบรมเชิงปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี



ทีมงานวิจัย ได้รับถ้วยรางวัลพระราชทาน สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี รางวัล Platinum Award จาก ผลงานวิจัย เรื่อง "นวัตกรรมระบบการผลิตและการเพิ่มมูลค่าปลาหนังลูกผสมเพื่อชุมชน" ในงานมหกรรมวิจัยแห่งชาติ 2559 (Thailand Research Expo 2016)

รองศาสตราจารย์ ดร. สมพร ณ นคร

พันธุ์ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม

การปลูกส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามในอำเภอปากพนังส่วนใหญ่นิยมใช้กิ่งพันธุ์จากการตอนกิ่งแล้วนำมาปลูก ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามจะมีลักษณะประจำพันธุ์ดังนี้

1. ทรงพุ่ม ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามจะมีลักษณะทรงพุ่มเหมือนส้มโอพันธุ์อื่นๆทั่วไป มีขนาดปานกลาง เนื่องจากขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่งเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มประมาณ 4-5 เมตร และความสูงประมาณ 5 - 6 เมตร

2. ลักษณะใบ ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามจะมีลักษณะใบค่อนข้างยาวรีกลางใบจะกว้าง ส่วนของยอดจะใหญ่มีขนปกคลุม ปลายใบจะมีลักษณะแหลม เมื่อหงายดูใต้ใบจะมีขนเล็กๆปกคลุมทั่วทั้งใบ เมื่อจับดูขนจะมีลักษณะนุ่มคล้ายกำมะหยี่

3. ลักษณะผล ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม เมื่อผลโตเต็มที่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวตามอายุ จะมีสีผิวสีเขียวนวลอมเหลือง ส่วนบนจะมีจุดคล้ายส้มโอพันธุ์ขาวม่วง บริเวณผิวผลจะมีขนเล็กๆปกคลุมทั่วทั้งผล ขนจะอ่อนนุ่มเมื่อจับดูจะมีความรู้สึกลื่นๆกำมะหยี่ บริเวณจุดกึ่งกลางก้นของผลเมื่อ

สุกแก่เต็มที่จะมีจุดสีน้ำตาลเข้มและขนบริเวณก้นประมาณครึ่งลูกจะหายไป ซึ่งสามารถแบ่งขนาดของผลส้มโอได้ ดังนี้

- เส้นรอบวงมากกว่า 25 เซนติเมตร ขนาดจัมโบ้
- เส้นรอบวง ระหว่าง 20 - 25 เซนติเมตร ขนาดเบอร์ 1
- เส้นรอบวงระหว่าง 18-20 เซนติเมตร ขนาดเบอร์ 2
- เส้นรอบวง น้อยกว่า 18 เซนติเมตร ขนาดเบอร์ 3



ลักษณะภายนอกของผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม

ลักษณะภายในผล เมื่อทำการตัดขวางผลส้มโอจะเห็นว่าผิวเปลือกค่อนข้างบาง ผันงกลีบจะมีลักษณะสีขาวอมชมพูมีเมล็ดค่อนข้างมากเรียงชิดแกนผล เนื้อกุ่มเล็ก ๆ จะทับซ้อนกันหลายชั้นมีสีชมพูเข้มคล้ายสีทับทิมจนถึงสีแดง รสชาติหวาน หอมและนุ่ม



ลักษณะภายนอกของผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม

- การเตรียมกิ่งพันธุ์

การคัดเลือกกิ่งต้องคัดเลือกกิ่งพันธุ์ที่ดี ควรคัดเลือกกิ่งพันธุ์ที่ปลอดโรค แข็งแรง ตรงตามสายพันธุ์ ให้ผลดี โดยเลือกกิ่งพันธุ์ที่ดีจากต้นแม่ที่แข็งแรง สมบูรณ์ไม่เป็นโรค กิ่งมีสีเขียวอมน้ำตาลหรือสีน้ำตาลอมเขียว ไม่เป็นกิ่งแก่ ควรเป็นกิ่งที่ตั้งขึ้นมาทำการขยายพันธุ์โดยการตอน และเมื่อสังเกตเห็นระบบรากมีความหนาแน่นและมีสีเขียวแกมน้ำตาล สามารถตัดกิ่งตอนไปปลูกได้ หรืออาจนำไปชำไว้ในถุงพลาสติก ประมาณ 1-1.5 เดือน ก่อนนำไปปลูกในแปลง



การขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามด้วยวิธีการตอนกิ่ง

- **การเตรียมพื้นที่ปลูก**

ในพื้นที่ลุ่ม จำเป็นต้องยกร่องให้สูงจากระดับน้ำท่วมถึงอย่างน้อย 50 เซนติเมตร ระหว่างร่องขุดเป็นร่องน้ำกว้าง 1- 1.5 เมตร ลึกประมาณ 1.00 เมตร ร่องปลูกกว้าง 6-8 เมตร โดยปกติจะมีคันดินเพื่อป้องกันน้ำท่วมใช้ระยะปลูกคือ 5x5 หรือ 6x6 ในพื้นที่ 1 ไร่ จะปลูกได้ประมาณ 25 ต้น

- **การปลูกส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม**

ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม สามารถปลูกได้ในที่ดอนหรือในที่ลุ่มไม่มีน้ำท่วมขัง หรือในที่ลุ่มโดยการยกร่อง ลักษณะของดินที่ชอบจะเป็นดินร่วนเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์สูง ระบายน้ำได้ดี มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินระหว่าง 5.5-6.0 มีน้ำเพียงพอตลอดปี ควรเป็นแหล่งน้ำที่มีน้ำสะอาดปราศจากสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่มีพิษปนเปื้อน มีการกระจายตัวของฝนสม่ำเสมอ ชอบแสงแดดจัด ซึ่งมีลักษณะพิเศษที่สำคัญคือ ต้องการแคลเซียม (Calcium) และ แมกนีเซียม (Magnesium) สูง เพราะจะทำให้ส้มโอมีรสชาติหวานเข้ม การปลูกควรวางต้นพันธุ์ส้มโอลงในหลุมพอประมาณอย่าให้หลุมลึกเกินไป แล้วใช้มีดคมๆ กรีดถุงจากก้นถุงถึงปากถุง (กรณีชำถุง) แล้วดึงถุงพลาสติกออกกระวังอย่าให้ดินในถุงแตก กลบดินที่ผสมแล้วพูนโคนต้นทำการกดดินบริเวณรอบโคนต้นให้แน่น แล้วปักไม้

หลักพร้อมผูกเชือกเพื่อป้องกันการโยกคลอนเมื่อลมพัด คลุมดินบริเวณโคน ต้นด้วยฟางข้าวหรือหญ้าแห้งแล้วรดน้ำให้ชุ่มหลังจากนั้นเพื่อป้องกันสางแดดจัด ควรทำร่มเงาในช่วงแรกประมาณ 1-2 เดือน ก่อนต้นพันธุ์จะตั้งตัวได้

• วิธีการปลูก

1. ขุดหลุมปลูกกลางร่องที่ขุดไว้ หรือกลางโคกที่พ่นดินไว้ ให้กว้างและลึก เท่ากับถุงที่เพาะชำกิ่งพันธุ์ ประมาณ 50 ซม.

2. ผสมดิน โดยใช้ปุ๋ยคอกเก่า จำนวน 2-3 กก. และปุ๋ยร็อคฟอสเฟต ประมาณ 300-500 กรัม ต่อหลุม แล้วคลุกเคล้าเข้าด้วยกันเพื่อใช้รองก้นหลุมก่อนปลูก

3. ยกวางถุงเพาะชำกิ่งพันธุ์ส้มโอลงในหลุม โดยให้ระดับของหน้าดินในถุงกิ่งพันธุ์ สูงกว่าระดับดินปากหลุมปลูกเล็กน้อย

4. ใช้มีดที่คมกรีดถึงจากก้นถุงขึ้นมาถึงปากถุงทั้งด้านซ้ายและขวา ดึงถุงเพาะชำพลาสติกออก

5. จัดรากของกิ่งพันธุ์ให้เป็นชั้น ๆ และกระจายโดยรอบ กลบดินลงในหลุม อย่าให้สูงถึงรอยที่ติดตา เสียยอดหรือรอยทาบ กดดินบริเวณโคนต้นให้แน่น

6. ปักไม้หลักและผูกเชือกยึด เพื่อป้องกันลมพัดโยก

7. ทาว์สตุคคุมดินบริเวณโคนต้น เช่น ฟางข้าว หญ้าแห้ง

8. รดน้ำให้โชก ทำร่มเงา เพื่อช่วยพรางแสงแดด



การปลูกส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม

การดูแลรักษาส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม

1. การใส่ปุ๋ยและการให้น้ำ การให้ปุ๋ยส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามเมื่ออายุ 1 ปี จะเป็นช่วงที่รากเริ่มงอก ควรจากรักษาโดยการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะปุ๋ยเคมีควรให้ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 ผสมกับปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 สัดส่วน 1:1 ในอัตราส่วน 200 กรัมต่อต้น โดยแบ่งใส่ประมาณ 3 เดือนต่อครั้ง สลับกับการใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยชีวภาพ และเมื่อส้มโอมีอายุ 2-3 ปี ก็ให้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตรดังกล่าวข้างต้น 1-2 กิโลกรัมต่อต้นต่อ 3 เดือน โดยการแบ่งใส่เหมือนเดิมเมื่อส้มโอมีอายุ 4 ปี ก็จะเริ่มให้ผลผลิตในช่วงแรก ให้ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15 -15 ในอัตรา 2-3 กิโลกรัม ต่อต้นต่อ 2 เดือน

หรือดูทรงพุ่มเป็นหลักในการใช้ปุ๋ย และติดผลแล้วให้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 2-3 กิโลกรัมต่อต้น เพื่อเพิ่มขนาดของผลและก่อนเก็บเกี่ยว ประมาณ 1-2 เดือน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 2-3 กิโลกรัมต่อต้น หลังจากนั้นให้ฉีดพ่นฮอร์โมนโซโลโปแตส (SOLOPOTAS) เพื่อเพิ่มรสชาติ ให้มีความหวานและนุ่มน่ารับประทาน หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วควร จะทำการตัดแต่งกิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออก เช่น กิ่งกระโดง กิ่งแห้ง กิ่งที่เป็น โรค กิ่งคดงอ และกิ่งเปียดเสียดอก เพื่อให้ทรงพุ่มโปร่ง แสงแดดส่อง เข้าถึงภายในทรงพุ่ม สำหรับการตัดแต่งกิ่งหลังจากการตัดแล้วควรทาแผล ด้วยปูนขาว หรือปูนแดง หรือสารป้องกันกำจัดเชื้อรา หรือสีน้ำมันเพื่อ ป้องกันเชื้อราเข้าทำลาย

การให้น้ำส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเนื่องจาก ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามต้องการน้ำสม่ำเสมอพอสมควรถ้ามีน้ำขังมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดผลกระทบบอย่างรุนแรงต่อระบบรากอาจจะก่อให้เกิดโรครากเน่าโคนเน่าได้ และถ้าหากขาดน้ำเป็นเวลานานก็จะทำให้ต้นส้มโอแคระแกร็นระบบรากไม่เจริญเติบโต ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพของผลผลิตไม่ดี ทำให้ผลเล็ก เนื้อกุ่มจะแข็ง และอาจจะทำให้เกิดรสชาติขมได้ ดังนั้นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำแก่ส้มโอควรจะดูสภาพภูมิอากาศและดูคุณสมบัติของดินประกอบด้วย กล่าวคือเมื่อสภาพภูมิอากาศร้อนและแห้งแล้งส้มโอ

จะมีอัตราการคายน้ำสูง โดยเฉพาะคุณสมบัติของดินที่เป็นดินทรายการอุ้มน้ำไม่ดี ควรให้น้ำวันละครั้งเป็นอย่างน้อยถ้าหากคุณสมบัติของดินเป็นดินค่อนข้างเหนียวการอุ้มน้ำไม่ดีควรให้น้ำสัปดาห์ละครั้ง ดังนั้นการให้น้ำอาจจะแตกต่างกันออกไปโดยให้สังเกตความชื้นในดินเป็นหลัก ควรให้น้ำแต่พอเหมาะไม่ควรมากเกินไปหรือน้อยเกินไป โดยเฉพาะการเตรียมความพร้อมของต้นส้มโอที่อายุมากกว่า 4 ปี เพื่อเตรียมการออกดอกโดยการรดให้น้ำประมาณ 20-25 วัน เมื่อสังเกตเห็นว่าใบอ่อนเริ่มห่อตัวแสดงว่าส้มโอขาดน้ำ รีบให้น้ำทันที แล้วใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 2-3 กิโลกรัมต่อต้น เพื่อกระตุ้นการออกดอกและเมื่อส้มโอเริ่มออกดอกควรรดให้น้ำเพื่อป้องกันดอกร่วง และเมื่อช่อดอกพัฒนาไปเป็นผลก็ให้น้ำที่น้อยไปเรื่อยๆจนถึงระดับปกติ

2. การตัดแต่งกิ่ง วัตถุประสงค์ในการตัดแต่งกิ่ง

- เพื่อให้ทรงต้นเกิดความสมดุลระหว่างรากและต้นส้มโอ
- ควบคุมขนาดทรงพุ่ม
- เกิดความสมดุลระหว่างธาตุอาหารในต้นส้มโอ
- ลดความรุนแรงของโรค ช่วยให้แดดส่องได้ทั่วถึงทรงพุ่ม
- เพื่อให้มีการแตกใบอ่อนอย่างสม่ำเสมอ

- สะดวกในการปฏิบัติงานในสวน เช่น พรวนดิน พ่นสารเคมี และ เก็บเกี่ยว

- เป็นการลดอายุการแก่ของต้น ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

หลักพิจารณาทั่วไปในการตัดแต่งกิ่งส้มโอ

1. ตัดแต่งกิ่งทุกปีหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต
2. ตัดกิ่งที่อ่อนแอ มีลักษณะการเข้าทำลายของโรค และแมลง
3. ตัดกิ่งที่เจริญซ้อนทับกันหรือไขว้กัน กิ่งที่ทำมุมแคบกับลำต้น
4. ตัดกิ่งที่เจริญซ้อนทับกันหรือไขว้กัน กิ่งที่ทำมุมแคบกับลำต้น



ตัดกิ่งที่อ่อนแอ มีลักษณะการเข้า
ทำลายของโรค และแมลง



ตัดกิ่งที่เจริญซ้อนทับกันหรือไขว้
กัน กิ่งที่ทำมุมแคบกับลำต้น



กิ่งกาฝาก



กิ่งกระโดง

- การดูแลรักษาระยะติดดอกและผล

ในกรณีที่ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามได้พัฒนาผลขึ้นมาเรื่อยๆ เกษตรกรมีความจำเป็นที่จะต้องตัดแต่งกิ่งให้พอเหมาะกับสภาพความอุดมสมบูรณ์ของต้น และควรจะเก็บผลที่มีอาการยางไหล ผลเป็นโรคนำไปเผาไฟหรือไปทำลายนอกแปลง และถ้าหากกิ่งพันธุ์ไม่แข็งแรงควรจะหาไม้ค้ำยันด้วย ในระยะติดผลเป็นระยะที่มีความสำคัญมาก เพราะถ้าหากการดูแลรักษาไม่ดีจะได้ผลผลิตที่ไม่มีคุณภาพ ดังนั้นในระยะติดผลควรจะมีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทั้งโรคและแมลง โดยการฉีดพ่นสารเคมีชนิด อีบาเพ็คติน อย่างน้อย 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เมื่อส้มโอดอกตูมขนาดเท่าหัวไม้ขีดไฟ และครั้งที่ 2 ห่างจากครั้งแรกประมาณ 7 วันแล้วปล่อยให้ดอกบาน การใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มขนาดของผลอย่างน้อยเดือนละครั้ง โดยการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หรือ 16-16-16 ในอัตรา 1.0 กิโลกรัมต่อต้นต่อเดือน และเมื่อผลส้มโอโต

เต็มที่ก่อนจะเก็บเกี่ยวประมาณ 1-2 เดือน ให้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 ในอัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น ก็จะทำให้ผลผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามมีคุณภาพดี กล่าวคือ ผลโต ผิวสวย ได้ขนาดตามความต้องการของตลาด และรสชาติหวานนุ่มนวลรับประทานที่เป็นจุดเด่นของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามอีกด้วย การปฏิบัติในระยะติดดอกและผลควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ระยะติดดอกและระยะดอกบาน ควรให้น้ำต้นส้มโออย่างสม่ำเสมอ สำหรับการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชในช่วงระยะดอกบานและติดผลอ่อน โดยเฉพาะเพลี้ยไฟพริก หากพบปริมาณเพลี้ยไฟมากกว่า 4 ตัว/ยอด หรือพบการทำลายผลอ่อนมากกว่าหรือเท่ากับ 10 % ของจำนวนผลที่สุ่มสำรวจ ให้ฉีดพ่นสารป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น อิมิดาโคลพริด 10% อัตรา 10 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร หรือสารฟิโฆซาโลน 25%อีซี อัตรา 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร หรือ สารเฟนโพพาทริน 10%อีซี อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร หากพบหนอนขอนใบส้ม ระบาดในช่วงแตกใบอ่อน และติดผลอ่อน พ่นสาร ป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น สารอะบาเม็กติน 1.8%อีซี อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร หรือสารอีไทออน 50 %อีซี อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

2. ระยะดอกบานและติดผลอ่อน สำหรับการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชในช่วงระยะดอกบานและติดผลอ่อน หากพบหนอนเจาะผลส้มให้

ตัดแต่งผลที่ถูกทำลาย ฉีดพ่นด้วยสารไซเปอร์เมทริน + โฟซาโลน 6.25 % + 22.5 % อีซี อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

3. ระยะติดผลอ่อน สำรวจการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชในช่วงติดผลอ่อน หากพบหนอนเจาะผลส้มให้ ตัดแต่งผลที่ถูกทำลาย ฉีดพ่นด้วยสารไซเปอร์เมทริน + โฟซาโลน 6.25 % + 22.5 % อีซี อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และหากส้มโอดิตติดผลอ่อนในระยะแห้งแล้งจะพบการระบาดของไรแดง ฉีดพ่นสารป้องกันและกำจัดไรแดง เช่น อะมีทราซ 20% อีซี อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และควรระวังการเข้าทำลายของโรคแคงเกอร์ที่ใบ กิ่ง และ ผลของส้มโอ ให้ป้องกันโดยการพ่นสารคอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ และคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ ทุกๆ 7 วัน โดยเฉพาะในช่วงที่มีฝนตกชุก

การไว้จำนวนผลต่อต้นที่เหมาะสม

จากการที่ผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามมีราคาต่อผลค่อนข้างสูง จึงทำให้เกษตรกรบางรายไว้จำนวนผลต่อต้นมากเกินไป เช่น ให้ติดผลตั้งแต่อายุ 3 ปี อาจไว้จำนวนผลต่อต้น 30 -40 ผล ซึ่งเป็นจำนวนที่มากเกินไปและอาจทำให้ต้นส้มโอสร้างอาหารไปเลี้ยงผลไม่เพียงพอและอาจทำให้ผลมีขนาดเล็ก จากผลการศึกษากการไว้จำนวนผลต่อต้นของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามที่มีอายุต้น 4 ปี เกษตรกรควรไว้ผลต่อต้น จำนวน 50-60 ผล จะได้

น้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อ ขนาดของผลใหญ่กว่าการไว้จำนวนผลต่อต้น 70 ผล

การเก็บเกี่ยว

การเก็บผลผลิตส้มโอ โดยปกติจะนับวันจากอายุหลังดอกบาน ประมาณ 6.5-7.5 เดือน (ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์) และลักษณะภายนอกผล ประกอบ เช่น ต่อมน้ำมัน บริเวณก้นผลจะห่าง ผิวผลมีนวล ควรใช้แรงที่มีความชำนาญในการเก็บเกี่ยวส้มโอ และจากการที่ผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามมีราคาต่อผลค่อนข้างสูง จึงทำให้เกษตรกรบางรายเกี่ยวผลส้มโอที่ยังอยู่ในระยะการพัฒนาที่ยังไม่เหมาะสม เมื่อเก็บเกี่ยวผลออกมาจำหน่ายทำให้มีผลส้มโอไม่มีคุณภาพ ดังนั้นเกษตรกรควรเก็บผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามที่มีอายุผลประมาณ 7-7.5 เดือน จึงจะมีคุณภาพด้านความหวานที่เพิ่มขึ้นและปริมาณกรดลดลง



ทำเนียบวิทยากร



หัวข้อฝึกอบรม การใช้ดินชาวเคโอลินเป็นสารเคลือบผล เพื่อเพิ่มผลผลิต ควบคุมเพลี้ยไฟ และโรคแอนแทรกโนส ในไม้ผล
รองศาสตราจารย์คณพล จุฑามณี
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เบอร์โทร 089-8125011



หัวข้อฝึกอบรม เทคโนโลยีการเลี้ยงหมูหลุมดินชีวภาพจากงานวิจัยสู่ชุมชนเกษตรพอเพียง
นายภูวดล ประพฤตดี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เบอร์โทร 0814165060



หัวข้อฝึกอบรม เทคโนโลยีสารชีวภาพโคโตซานในการเพาะเห็ดนางรม
อาจารย์ ผ.ศ.ดร.สัญญา กุดั่น เบอร์โทร
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
เบอร์โทร 090-9634275



หัวข้อฝึกอบรม การประยุกต์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรและครัวเรือน
ดร.คงฤทธิ์ แม้นศิริ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
หน่วยวิจัยระบบพลังงานอัจฉริยะ
เบอร์โทร 091-8422718



หัวข้อฝึกอบรม โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปลาหนังเนื้อขาวลูกผสมบึงสยาม เพื่อการพัฒนาวิสาหกิจ
รองศาสตราจารย์เกรียงศักดิ์ เม่งอาพันธ์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
เบอร์โทร 081-8837925



หัวข้อฝึกอบรม การถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้การผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามให้มีคุณภาพ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร ฒ นคร
เบอร์โทร 081-9787639

ผู้ดำเนินโครงการ

หัวหน้าโครงการ

ครูประทุม สุริยา

อุปนายก

ผู้ร่วมโครงการ

นายสุชัชจ จีร์แก้ว

นายกสมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

นายปราณิต จรบุดตะ

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

นางสาวกชกร แก้วก่องมา

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

นางสาวอุษณา แดงขาวเขียว

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

นางสาวกฤษณา มณีเย็น

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

นางสาวธิดารัตน์ สวงรัมย์

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

นางสาวณัฐริกา อินตาราช

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

นางสาวพัฒนิตา ตูจรัตน์นะ

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

นางสาววชิรา วรศรี

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

นางสาวจามจุรี ทรัพย์ประเสริฐ

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

ดร.สัณญา กุดั่น

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

อ.ชัยวิชิต เพชรศิลา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตชุมพร



ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ดำเนินการโดย สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน (สพย.)

จัดทำโดย

สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

399/82 หมู่ 10 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ : 061-7892552

Facebook : สมาคมพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน

Fax : 052-001367

E-mail : renewable.rese2015@gmail.com

