

## การใช้แหนแดงและปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพในระบบข้าวต้นเดียวแบบประณีต

(Azolla & BOF-System of Rice Intensification, SRI)

ศ. เกียรติคุณ ดร. นันทกร บุญเกิด รศ. ดร.หนึ่ง เตียอำรุง นางสาวยุพงค์ จันทร์ขำ  
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การผลิตข้าวในปัจจุบันต้องใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพ สามารถเพิ่มผลผลิต และนำไปสู่ความยั่งยืนของระบบการผลิต ตลอดจนรักษาสุขภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น ในการจัดการปัจจัยการผลิตซึ่งได้แก่ การจัดการธาตุอาหารให้ถูกต้องเหมาะสม ตลอดจนการจัดการระบบและวิธีการผลิตข้าว จึงเป็นหลักการสำคัญเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเพิ่มผลผลิตข้าว

โครงการเกษตรอินทรีย์ สวนเกษตรเฉลิมพระเกียรติ ได้มีการจัดตั้งหน่วยวิจัย โดยจำลองรูปแบบเกษตรทฤษฎีใหม่ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งพื้นที่ของโครงการได้ดำเนินการทำวิจัยการผลิตพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ จนได้การรับรองผลิตภัณฑ์อินทรีย์มาตรฐานประเทศไทย (Organic Thailand) ของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งในส่วนของโครงการฯ ได้ดำเนินการผลิตข้าวอินทรีย์ โดยใช้ปัจจัยการผลิตหลัก คือ แหนแดง (Azolla) และปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ (Bioorganic Fertilizer) จากนั้นโครงการฯ ได้นำปัจจัยการผลิตทั้งสองมาใช้ในระบบการปลูกข้าวต้นเดียว (System of Rice Intensification; SRI) ซึ่งดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลมาเป็นระยะเวลา 1 ปี โดยให้ชื่อรูปแบบการผลิตข้าวของโครงการฯ ว่า “การใช้แหนแดงและปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพในระบบการปลูกข้าวต้นเดียวแบบประณีต”

### ระบบการปลูกข้าวทั่วไป

1. ข้าวนาปี หรือข้าวในฤดู
2. ข้าวนาปรัง

## วิธีการผลิตข้าวของเกษตรกรทั่วไป

### การผลิตข้าวแบบนาดำ (Transplanting method)

มีการเตรียมแปลงปลูก และตกล้ำก่อนทำการปักดำ โดยใช้กล้าอายุ 25-30 วัน โดยใช้ระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว 4-5 กิโลกรัม/ไร่

### การผลิตข้าวแบบนาหว่าน (Seed Broadcasting or direct seed method)

- การหว่านแบบแห้ง (Dry seed broadcasting) โดยทำการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่ได้เพาะให้งอกลงแปลงปลูกที่เตรียมไว้ก่อนฝนตกหรือปล่อยน้ำเข้าแปลง โดยไม่มีการไถกลบเมล็ดโดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ข้าว 15 กิโลกรัม/ไร่

- ข้าวหว่านนาตม หลังจากการไถเตรียมดิน ทำการปล่อยน้ำเข้าให้ดินชุ่ม 5-10 วัน ทำการไถซ้ำ 2-3 ครั้งเพื่อกำจัดวัชพืช จากนั้นทำการหว่านข้าวออกก่อนปล่อยน้ำเข้าแปลงปลูก

### การปลูกข้าวนาหยอด (Seed drilling method)

ใช้ในกรณีที่พื้นที่เพาะปลูกมีปัญหาด้านความแปรปรวนของฝน เช่น กรณีที่ฝนทิ้งช่วง หรือน้ำท่วมขัง ซึ่งนาหยอดนิยมทำในพื้นที่ที่เป็นดินทรายหรือร่วนปนทราย ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 3-5 เมล็ด/หลุม หรือ 8-10 กิโลกรัม/ไร่

### การปลูกข้าวไร่ หรือข้าวนาดอน (Upland rice planting method)

ปลูกในพื้นที่ดอนหรือมีปริมาณน้ำฝนน้อย ข้าวไร่จะมีความทนแล้งสูง ซึ่งจะทำการปลูกแบบหยอดหลุม โรยแถว หรือหว่าน หลังการเตรียมแปลง โดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กิโลกรัม/ไร่

## ปัญหาจากการผลิตข้าวในระบบทั่วไป

- ใช้เมล็ดพันธุ์ในอัตราสูง เช่น นาดำใช้ 5-7 กิโลกรัม/ไร่ นาหว่านใช้ 15-17 กิโลกรัม/ไร่
- มีปัญหาในการกำจัดวัชพืช โดยเฉพาะในนาหว่าน
- การแตกกอของข้าวมีช่วงระยะเวลาสั้น (หลังการปักดำ 30-40 วัน) และแตกกอได้น้อย
- ต้นข้าวมีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูต่ำ ทำให้เกิดการใช้สารกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชสูง
- ใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตหลัก ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูง และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ

### **การปลูกข้าวในระบบประณีตแบบต้นเดี่ยว (System of Rice Intensification ; SRI)**

การปลูกข้าวในระบบประณีต (System of Rice Intensification ; SRI) ได้มีการพัฒนามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 ในประเทศมาดากัสการ์ (Madagascar) โดย Fr. Henri de Laulanie, S.J เป็นชาวฝรั่งเศส โดยใช้หลักการ การจัดการพืช การจัดการดิน และการจัดการน้ำร่วมกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะการเพิ่มผลผลิตข้าว

การปลูกข้าวในระบบนี้จะเน้นเรื่องการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปัจจัยการผลิตหลัก และใช้น้ำน้อยเพียงให้ดินชื้นเท่านั้น เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำ การปลูกข้าวโดยให้ระดับน้ำตื้นนั้น ทำให้รากข้าวได้รับออกซิเจนได้ง่าย มีผลทำให้ต้นข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีและแตกกอได้เร็ว ดังนั้น การปลูกข้าวในระบบนี้จะต้องสามารถระบายน้ำออกได้ เพื่อไม่ให้ระดับน้ำสูงเกินไป เพราะหลักการสำคัญคือ ให้ข้าวได้น้ำในระดับดินชั้นก็เพียงพอ ซึ่งเป็นการประหยัดน้ำ เพราะในสภาพที่มีน้ำน้อยก็สามารถผลิตข้าวได้

จากศึกษาวิจัย Dr. Norman Uphoff และคณะ ในเรื่องการปลูกข้าวต้นเดี่ยวแบบประณีต (SRI) ในหลายๆ ประเทศในเอเชีย สรุปได้ดังนี้

1. **ได้ผลประโยชน์มากกว่า (Additional benefits of SRI practice) เนื่องจาก**
  - อายุการเก็บเกี่ยวลดลง 1-2 สัปดาห์
  - น้ำหนักเมล็ดได้จากการสีสูงกว่าประมาณ 15 %
  - สามารถนำแนวคิดไปใช้กับการปลูกพืชในระบบอื่นๆ ได้ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และอ้อย เป็นต้น
  - เป็นการพัฒนาเกษตรกรรายย่อยให้มีทักษะในการทำการเกษตรแบบประณีต
2. **การปลูกข้าวในระบบ SRI ไม่ใช่เทคโนโลยีแต่เป็นองค์รวมแนวคิด 6 อย่าง (SRI not a technology-6 core ideas) ได้แก่**
  - ใช้กล้าที่มีอายุน้อย (8-15 วัน) เพื่อให้มีศักยภาพในการเจริญเติบโตดีขึ้น
  - หลีกเลี่ยงการทำให้รากถูกทำลาย เช่น การใช้กล้าอายุมากแล้วถอนมาปลูก
  - ให้มีระยะปลูกห่างขึ้น เช่น 30 x 30 ซม., 40 x 40 ซม. เป็นต้น
  - รักษาดินให้มีความชื้นแต่ไม่ให้น้ำขัง
  - ให้ดินได้รับอากาศตลอดเวลา
  - ส่งเสริมให้อินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปัจจัยการผลิตหลัก

**SRI จึงก่อให้เกิดระบบนิเวศเกษตร ใช้ในการจัดการพืช ดิน น้ำ และธาตุอาหาร**

- ส่งเสริมการเจริญเติบโตของระบบราก
- เพิ่มความหลากหลายของจุลินทรีย์ดิน เพื่อให้ได้ผลประโยชน์มากขึ้น

3. การเปรียบเทียบการปลูกข้าวในระบบปกติ และระบบ SRI ของ Dr. Norman และคณะ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการปลูกข้าวในระบบปกติ และระบบ SRI

ของ Dr. Norman และคณะ

ระบบปกติ	ระบบ SRI
กล้าอายุ 30 วัน	กล้าอายุ 8-15 วัน
ระยะปลูก 20x20 ซม.	ระยะปลูก 30x30 ซม.
ดินมีน้ำขังตลอดเวลา	ดินแห้งและเปียกสลับกันไป
ใช้ปุ๋ยเคมี	เน้นการใช้อินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี

4. ลดการใช้น้ำ (Reduced water use)

- ให้น้ำน้อยที่สุด เท่าที่พืชต้องการ ไม่จำเป็นต้องให้น้ำขังตลอดเวลา
- ให้ผลผลิตข้าวสูง แม้ใช้น้ำในปริมาณน้อย

5. เกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อม (Environmentally beneficial production)

- การใช้น้ำน้อย เป็นการลดแรงกดดันต่อระบบสิ่งแวดล้อม
- ลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน เป็นการรักษาคุณภาพน้ำ (NO<sub>3</sub> น้อย)
- ลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรู ทำให้เกิดประโยชน์ต่อคุณภาพดิน น้ำ และ จุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์
- การทำน้ำไม่ขัง จึงทำให้ลดการผลิตแก๊สมีเทน (CH<sub>4</sub>) ในนาข้าว

6. ข้าวมีความทนทานต่อศัตรูพืช (Pest and disease resistance)

- พบว่าข้าวในระบบนี้มีความทนทานต่อศัตรูพืช เพราะระบบรากและลำต้น แข็งแรง
- มีการใช้สารเคมีน้อย หรือไม่ใช้เลย
- แนะนำให้ใช้การบริหารจัดการศัตรูพืชแทน คือ การจัดการแบบผสมผสาน
- สารเคมีกำจัดศัตรูพืชบางอย่าง สามารถใช้ได้ตามความจำเป็น

7. คุณภาพเมล็ด (Grain quality)

- ได้ข้าวจากการสีมากกว่า (milling quality)
- ให้เมล็ดข้าวลีบน้อย
- ให้เมล็ดข้าวที่หักน้อย
- มีเมล็ดที่เป็นข้าวท้องปลาชิว (chalkiness) หรือ ข้าวท้องไข (white abdomen) น้อย
- ให้คุณค่าทางอาหาร และโปรตีนสูง เนื่องจากได้ไนโตรเจนเพียงพอ
- ได้ธัญอาหารรองมากขึ้น เนื่องจากข้าวมีปริมาณรากมากและลึก สามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้ดี

## สรุปผลการปลูกข้าวต้นเดียวแบบประณีต รูปแบบของ Dr. Norman Uphoff ได้ดังนี้

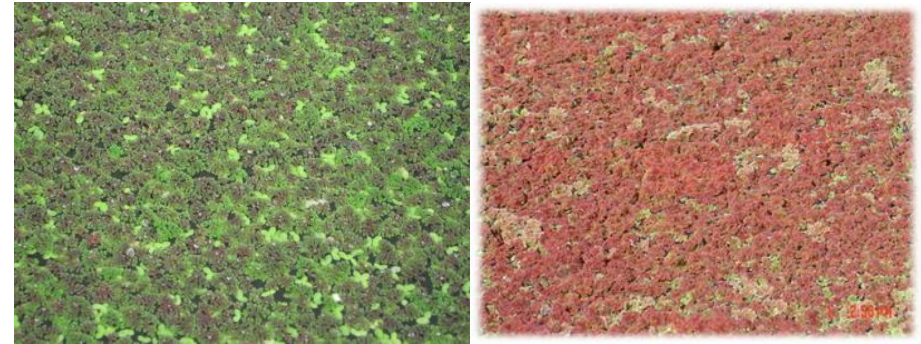
- ผลผลิตเพิ่มขึ้น 50-100% (ให้สุทธิ 78% หลังหัก % เมล็ดลีบ )
- ลดการใช้น้ำ 25-50 % เพราะให้น้ำเพียงดินเปียกขึ้น
- ไม่จำเป็นต้องลงทุนมาก
- ไม่เน้นการใช้สารเคมีทางการเกษตร
- ข้าวมีความต้านทานต่อโรค และแมลง
- ต้นข้าวทนแล้ง และทนต่อการล้ม เพราะลำต้นใหญ่ และแข็งแรง
- เมล็ดข้าวมีคุณภาพสูง
- ต้นทุนการผลิตลดลง 10-20 % จากการใช้เมล็ดพันธุ์ เพียง 1 กิโลกรัม/ไร่ และใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปัจจัยการผลิตหลัก

## ระบบการผลิตข้าวของ มทส โดย “การใช้แหนแดงและปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพในระบบการปลูกข้าวต้นเดียวแบบประณีต”

ข้าวเป็นอีกพืชหนึ่งที่ทำการผลิตเป็นพืชหลักในระบบเกษตรอินทรีย์ของโครงการฯ และได้มีการดำเนินการผลิตแบบประณีต จึงเข้าหลักเกณฑ์เดียวกันกับการผลิตข้าวในแบบ SRI จึงได้นำการผลิตข้าวในระบบนี้มาทำการปรับให้เข้ากับระบบการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ซึ่งได้แก่ **แหนแดง และปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ** โดยให้พื้นที่ปลูกข้าวมีน้ำขังได้เล็กน้อยประมาณ 2-5 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถเลี้ยงแหนแดงได้

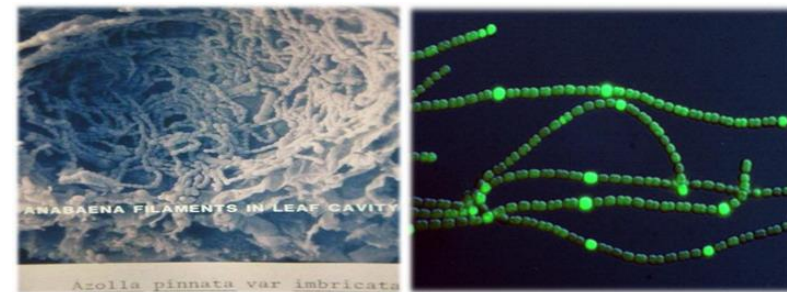
**แหนแดง (Azolla)** เป็นเฟิร์นน้ำเล็กๆ ชนิดหนึ่ง เจริญเติบโตและลอยอยู่บนผิวน้ำในเขตร้อนและอบอุ่น แหนแดงมีคุณสมบัติเป็นทั้งปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยชีวภาพ เนื่องจากในโพรงใบของแหนแดงมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) สกุล อะนาบีน่า และ

สปิซีส์ อะโซแล (Anabana azollae) อาศัยอยู่ โดยดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับแหนแดงแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน และสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ (symbiotic nitrogen fixing microorganisms)



อะโซล่า พินนาตา (*Azolla pinnata*)

รูปที่ 1 แสดงลักษณะของแหนแดงพันธุ์ต่างๆ



รูปที่ 2 แสดงลักษณะของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน Anabaena azollae ที่อาศัยแบบพึ่งพา

ในโพรงใบของแหนแดง

**ແໜແດງສາມາດຂາຍພັນຊື້ໄດ້ 2 ວິທີ ຄື**

- ✚ ການຂາຍພັນຊື້ແບບໄມ້ອາດັຍເປັດ ຫຼືແບບແຕກໜ່ວຍ ເມື່ອຕົ້ນມີການເຈຣີຍເຕີບໂຕ ເຕີມທີ່ແລ້ວ
- ✚ ການຂາຍພັນຊື້ແບບອາດັຍເປັດ ໂດຍການສ້າງສປອຣ໌ ເປັນການຂາຍພັນຊື້ທີ່ເກີດຈາກ ການຜສມກັນຂອງເສລລີ້ບພັນຊື້ເປັດຜູ້ ແລະເປັດເມີຍ

**ວິທີການເພາະເລີ້ຍແລະຂາຍພັນຊື້ແໜແດງ**

**ການເລີ້ຍເພື່ອອຸນບາລ ຫຼືເກັບຮວບຮວມພັນຊື້ແໜແດງ**

- ✚ ເລີ້ຍໃນປອດິນໂຄລນ ກະຣາງ ແລະປອຣ໌ເມນຕ໌ (ຄລ້າຍການເລີ້ຍບ້ວ)

**ການເລີ້ຍເພື່ອເພີ່ມປຣິມາດແລະຂາຍພັນຊື້**

- ✚ ເລີ້ຍໃນປອຣຣາມາຕິ ໂດຍເລີ້ຍໃນກະຮັງ
- ✚ ເລີ້ຍໃນແປງໂດຍຕຣງ

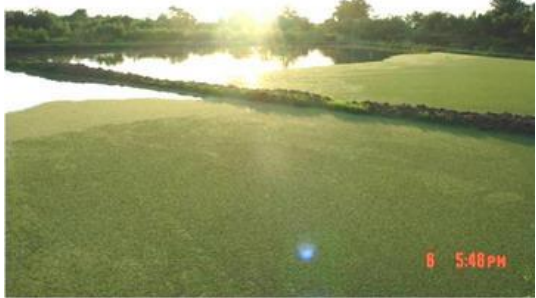


ແໜແດງໃນປອຣ໌ເມນຕ໌



ແໜແດງໃນກະຮັງ

ຮູບທີ່ 3 ແສດງລັກຊະນະການເລີ້ຍແລະຂາຍພັນຊື້ແໜແດງໃນຮູບແບບຕ່າງໆ



ຮູບທີ່ 4 ລັກຊະນະການເຈຣີຍເຕີບໂຕຂອງແໜແດງໃນແປງຂ້າວກ່ອນການປັກດຳຂ້າວ



ຮູບທີ່ 5 ລັກຊະນະການເຈຣີຍເຕີບໂຕຂອງແໜແດງໃນແປງຂ້າວຫຼັງການປັກດຳຂ້າວ

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงແໜແຂງในแต่ละช่วงอายุ

ลักษณะการเพาะเลี้ยงແໜແຂງ	ปริมาณไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่)
เลี้ยงก่อนปักดำข้าว 20 วัน แล้วทำการไถกลบ	9-17
เลี้ยงก่อนปักดำข้าว 30 วัน แล้วทำการไถกลบ	12-25
เลี้ยงพร้อมการปักดำข้าว ให้เจริญในแปลงข้าว 20 วัน	7-15
เลี้ยงพร้อมการปักดำข้าว ให้เจริญในแปลงข้าว 30 วัน	12-20

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติธาตุอาหารหลักของແໜແຂງ (% ต่อกรัมของน้ำหนักแห้ง)

ไนโตรเจน (%)	ฟอสฟอรัส (%)	โปแตสเซียม (%)
3.71	1.55	1.25

**ความเหมาะสมของແໜແຂງในการใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว**

- แໜແຂງสามารถเจริญเติบโตและขยายปริมาณได้รวดเร็ว
- สามารถเลี้ยงແໜແຂງให้เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีไนโตรเจนต่ำ
- แໜແຂງมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่สูง (3-5%)
- แໜແຂງสลายตัวได้รวดเร็ว ใช้ระยะเวลาสั้นในการผลิตปุ๋ยให้กับข้าว

**ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ (Bioorganic Fertilizer)**

**ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ** หมายถึง ปุ๋ยที่เกิดจากกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพพร้อมๆ กัน และนำมาผสมกันในขั้นตอนสุดท้าย กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพในระบบนี้จะต่างจากการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ทั่วไป เนื่องจากการผลิตปุ๋ยในระบบนี้จะใช้คุณสมบัติในระหว่างกระบวนการหมัก (Decomposing) สูงมาก จนสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อก่อโรคทั้งในคน สัตว์ และพืช ตลอดจนเมล็ดพืชที่ติดมากับมูลสัตว์ เมื่อกระบวนการย่อยสลายสมบูรณ์ (maturity) จากนั้นทำการนำจุลินทรีย์ปุ๋ยชีวภาพกลุ่ม PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) ที่ได้ทำการคัดเลือกเชื้อเฉพาะ และทำการผลิตในรูปเชื้อบริสุทธิ์แล้วนำมาผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ผลิตไว้ดังกล่าว โดยให้ปุ๋ยชีวภาพเจริญอยู่ในวัสดุปุ๋ยอินทรีย์ในความชื้น 30-35%

ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพนั้น ได้ทำการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการเป็นปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งได้แก่ จุลินทรีย์กลุ่ม Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนและผลิตออกซินได้ และนอกจากปุ๋ยชีวภาพในกลุ่ม PGPR แล้วยังได้นำเชื้อราปฏิปักษ์ ไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma harzianum*) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ และยับยั้งทำลายเชื้อราที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรครากเน่าโคนเน่าในพืช ใส่ลงไปในปีดังกล่าวด้วย

**คุณสมบัติที่สำคัญของจุลินทรีย์กลุ่ม พืชพิอาร์**

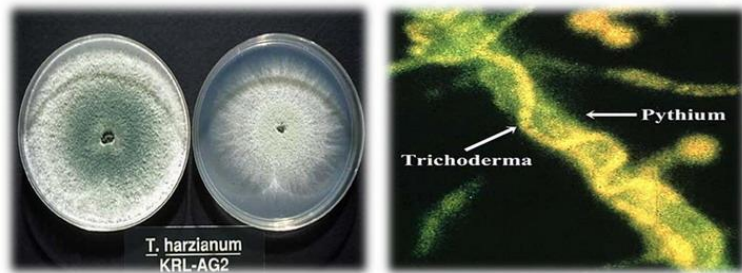
1. สร้างธาตุอาหารที่จำเป็นแก่พืช เช่น สามารถเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศมาเป็นปุ๋ยไนโตรเจนแก่พืช
2. สามารถสร้างฮอร์โมนพืช เช่น IAA (Indole Acetic Acid) ทำให้ระบบของรากพืชแข็งแรง ดูดซึ่ธาตุอาหารในดินได้ดี
3. สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคที่ระบบรากพืช เช่น การใช้เชื้อราปฏิปักษ์

*Trichoderma harzianum*





รูปที่ 6 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่ม PGPR ที่มีผลต่อระบบรากและการเจริญเติบโตของพืช



รูปที่ 7 แสดงลักษณะและการทำลายเชื้อก่อโรค ของเชื้อราปฏิปักษ์ ไตรโคเดอร์มา

### การควบคุมคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ในระหว่างกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพ

#### ปริมาณความชื้น (moisture content)

รักษาความชื้นของกองวัสดุระหว่างหมักฝนระยะแรกให้ได้ 50-60% โดยน้ำหนัก และความชื้นจะลดลงเหลือ 30-35% เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตหรือปุ๋ยย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว (Maturity)

#### อุณหภูมิ (Temperature)

- มีผลต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลาย
- อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการสลายตัวของอินทรีย์สาร
- ในระหว่างกระบวนการย่อยสลายอุณหภูมิสามารถสูงถึง 60-70 องศาเซลเซียส สามารถทำลายเชื้อก่อโรค และเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับวัสดุ

#### อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)

อินทรีย์คาร์บอน และไนโตรเจนมีส่วนสำคัญในกระบวนการหมัก ซึ่งคาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานและแหล่งคาร์บอนของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการเจริญเติบโต สำหรับไนโตรเจนเป็นแหล่งธาตุอาหารที่จุลินทรีย์ต้องการในปริมาณมาก และค่าการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนจึงเป็นอีกดัชนีหนึ่งที่ใช้ในการตรวจสอบการย่อยสลายสมบูรณ์ (maturity) ของปุ๋ย ซึ่งเมื่อปุ๋ยอินทรีย์ย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว ค่า C/N ไม่เกิน 20:1 และคงที่

#### การควบคุมคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ

- ทำการนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดที่ใส่ลงไปในการบวนการผลิต ควรอยู่ในช่วงอย่างน้อย  $10^7$  เซลล์/กรัมของปุ๋ย
- ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) และค่าคาร์บอน/ไนโตรเจน (C/N ratio)
- ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณค่าธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)
- ทำการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการเหนี่ยวนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC)
- ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อพืช (phytotoxicity) โดยการทดสอบความงอกในเมล็ดพันธุ์พืช (seed germination index)

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพที่ผลิตโดยใช้วัสดุเกษตร (พืช) ต่อ มูลสัตว์ อัตราส่วน 1:1

	ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ มทส.	ปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐาน**
organic matter	33.31	≥ 30
C/N ratio	19.:1	20:1
Total N	2.35	1
Total P	1.27	0.5
Total K	1.76	0.5
ปริมาณเชื้อรวม	$2.07 \times 10^8$	-
<i>Azotobacter</i> sp.	$7.0 \times 10^7$	$10^6$ (a)
<i>Azospirillum</i> sp.	$4.3 \times 10^7$	$10^6$ (b)
<i>Trichoderma harzianum</i>	$2.4 \times 10^6$	-



รูปที่ 8 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพที่บรรจุกระสอบพร้อมใช้

### ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ

#### ➤ ปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้โครงสร้างดินมีเสถียรภาพ ดูดซับน้ำได้ดีและระบายน้ำได้ง่าย

#### ➤ ปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน

เพิ่มค่า CEC (ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน) ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารในรูปแคตไอออนไปกับการชะล้าง และช่วยต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงค่ากรด-ด่าง

#### ➤ ปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน

ช่วยเพิ่มชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ดิน และเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มส่งเสริมการเจริญเติบโต ส่งผลให้รากพืชเจริญเติบโตได้ดี และเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารให้กับพืช

#### ➤ ลดความรุนแรงของโรคพืช

- จุลินทรีย์กลุ่ม ฟีซีฟิอาร์ ช่วยกระตุ้นให้เกิดการสร้างฮอริโมนทำให้ระบบรากพืชแข็งแรงมีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช
- การใช้เชื้อราปฏิปักษ์ไตรโคเดอร์มา ช่วยในการยับยั้งเชื้อก่อโรครากเน่าโคนเน่าให้กับพืชปลูกได้

### ขั้นตอนการผลิตข้าวโดยการใช้น้ำหมัก และปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ ในระบบการปลูกข้าวต้นเดียวแบบประณีต

- การเพาะกล้า
- การเตรียมดินก่อนปักดำ
- การเตรียมแปลงปลูกการปักดำข้าว
- การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว



## วิธีการและขั้นตอนการเพาะกล้าสำหรับการผลิตข้าวในระบบ SRI

จากผลการทดลองในฟาร์มเกษตรอินทรีย์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่าการเพาะกล้าเพื่อใช้ในการปลูกข้าวต้นเดียวแบบประณีตนั้น มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. แช่เมล็ดพันธุ์ข้าว 12 ชั่วโมง และห่อผ้า 1 – 2 คืน จนเมล็ดเริ่มมีรากงอก (เช่นเดียวกับการแช่เมล็ดสำหรับตกกล้า)

2. ใช้กระบะพลาสติกที่มีรูขนาดเล็กบรรจุด้วยซีเมนต์ที่เปียกชื้นจากการรดน้ำให้อยู่ตัว จากนั้นทำการเกลี่ยหน้าให้เรียบ แล้วโรยเมล็ดพันธุ์ข้าว (ตามข้อ 1) โดยทำการโรยเมล็ดข้าวให้สม่ำเสมอ จากนั้นให้โรยซีเมนต์กลบบางๆ หนาประมาณ 1 เซนติเมตร ทำการรดน้ำให้ชุ่ม

3. นำกระบะกล้าวางไว้ในที่ร่ม เช่น ในโรงเรือนเพาะชำ ใต้ชายคา หรือที่มีลมพัดผ่านได้

4. เมื่ออายุกล้าได้ 8 วันสามารถนำไปปลูกในแปลงปลูกได้ และไม่ควรให้อายุกล้าเกิน 15 วัน เพราะรากกล้าจะยาวมากเกินไป

ข้อดีของการเพาะกล้าโดยวิธีนี้ คือ สามารถถอนกล้าไปปลูกได้ง่าย และเคลื่อนย้ายสะดวก สามารถยกไปได้ทั้งกระบะและวางไว้ใกล้ๆ กับแปลงปลูก ทำให้ไม่เสียเวลาในการถอนและเคลื่อนย้าย

### \*\*เทคนิคการเพาะกล้าสำหรับการปลูกข้าวในระบบ SRI\*\*

- พื้นที่เพาะปลูก 1 ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม
- ทำการเพาะกล้าก่อนปลูก 8-15 วัน
- แช่เมล็ดพันธุ์นาน 12-24 ชั่วโมง
- เพาะกล้าในถาด หรือแปลงขนาดเล็ก
- ให้มีความชื้นในแปลงเพาะหรือถาดเพาะ แต่ไม่ควรให้น้ำขัง



รูปที่ 9 ลักษณะการเพาะกล้าในถาดพลาสติก และกล้าที่พร้อมทำการปักดำ

### การถอนกล้า และการขนย้ายต้นกล้า

- ควรทำการย้ายปลูกกล้าที่อายุประมาณ 8-15 วัน และยังคงให้เมล็ดข้าวติดอยู่
- ในกรณีเพาะในถาดสามารถยกถาดไปยังแปลงปลูกได้เลย
- กรณีเพาะกล้าในแปลงควรทำการถอนที่ละน้อยและย้ายปลูกทันที
- ควรทำการปักดำกล้าที่ถอนให้แล้วเสร็จภายในเวลาครึ่งชั่วโมง
- ไม่ควรล้างรากหรือให้รากกล้าแห้งก่อนทำการปักดำ

### การเตรียมแปลงปลูก และการปลูกข้าวต้นเดียว

1. ปล่อยน้ำเข้าแปลงทิ้งไว้ 1 คืน ทำการหว่านปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพตามปริมาณที่ต้องการ ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน (รูปที่ 10)
2. จากนั้นใช้รถไถเดินตามตีดินให้เป็นโคลน โดยให้ระดับน้ำลึก 2-5 เซนติเมตร (รูปที่ 11)
3. ทำการหว่านแหนแดงที่ทำการเพาะเลี้ยงไว้แล้วให้ทั่วแปลง หรือแหนแดงประมาณ 1 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร ทิ้งไว้ 7-10 วัน



4. จากนั้นແໜ່ແດງຈະເຈືອງເຕີບໂຕຈົນເຕັມພື້ນທີ່ ທຳກາວຄວາດຫຼືໂຄກລບແໜ່ແດງ ລຽງແປງປູກແລະທຳໃຫ້ດິນມີລັກສະນະເປັນໂຄລນ



รูปที่ 11 ທຳກາວແໜ່ແດງກ່ອນທຳກາວປັກດຳ 2 ສັບດາຫ໌ ແລະທຳກາວໄຄ/ຄວາດລບແໜ່ແດງ ກ່ອນປັກດຳ

รูปที่ 12 แสดงการทำแถวปลูกให้เป็นรูปตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสก่อนปักดำ





5. ນຳເຄື່ອງມືສຳລັບທຳແຂວງປູກ ຈຶ່ງທຳດ້ວຍທ່ອ PVC ລາກຂນານໄປກັບຄັນນາ ໃຫ້ເປັນເສັ້ນຊຽງ ໂດຍປລາຍທ່ອຈະຖືກກັດແລະກຶດລຽງດິນເປັນແຂວງຍາວ ຄຶ່ງລະ 4 ແຂວງ ຮະຍະທ່າງແຂວງລະ 30 ຫມ.
6. ທຳກາວລາກແຂວງໃນແຂວງເດີຍວກັນໃຫ້ເຕັມພື້ນທີ່ແປງປູກ ຈາກນັ້ນທຳກາວລາກແຂວງໃນແຂວງຕັ້ງຈາກກັນໃຫ້ເປັນຮູປີ່ເສັ້ນມຈັຕຸຣັດ
7. ທຳກາວປູກຂ່າວໂດຍນຳກລຳທີ່ເຕຣີຍມໄວ້ໃນກະບະເພາະ ມາປູກລຽງຊຽງຮອຍຕັດ ຂອງສີ່ເສັ້ນມ ໂດຍໃຊ້ນົວກຶດດິນໃນແຂວງຮາບລັກໄມ່ເກີນ 1 ຫມ.



รูปที่ 13 แสดงการปักดำข้าวแบบต้นเดี่ยว โดยรากอยู่ในแนวนอนตั้งฉากกับลำต้น

ต้นข้าวจะต้องตั้งฉากกับแนวรากเป็นรูปตัว “L” (L shape) และหลังจากทำการปักดำ 1-2 วัน ให้ทำการปล่อยน้ำเข้าแปลงปลูกให้ระดับน้ำลึกประมาณ 2 ซม. และทำการหว่านแหนแดงให้ทั่วแปลงในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อ 20 ตารางเมตร

#### การดูแลรักษาแหนแดงและระดับน้ำในแปลงปลูก

-  ทำการหว่านแหนแดงเพิ่มหลังจากการปักดำ 1-2 วัน (หลังการใส่ปุ๋ยในแปลงข้าว)
-  ควรให้ระดับน้ำสูงประมาณ 2 เซนติเมตร ในครั้งแรก เพื่อป้องกันวัชพืชและเพิ่มการกระจายตัวของแหนแดง
-  จากนั้นให้รักษาระดับน้ำไม่ควรสูงเกิน 5 เซนติเมตร
-  หว่านปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุได้ 30 วัน (หรือหว่านแค่เป็นปุ๋ยรองพื้นในขณะที่เตรียมดิน ในกรณีที่มีธาตุอาหารเพียงพอ)



รูปที่ 14 แสดงการเจริญเติบโตของแหนแดง ในแปลงข้าว

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี (การแตกหน่อ ออกรวง) และผลผลิตข้าวหอมมะลิ ในระบบ มทส กับวิธีปกติ

ดัชนีเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าว (ข้าวเจ้าหอมมะลิ)	วิธีปกติ	ระบบ มทส
อายุกล้า (วัน)	30	10
อายุเก็บเกี่ยว (วัน) หลังจากเมล็ดตอก	145	135
ระยะปลูก (เซนติเมตร)	20x20	30x30
จำนวนรวง/กอ	11	27
ความสูงระยะเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)	120	165
จำนวนเมล็ด/รวง	210.70	301.50
% เมล็ดลีบ	14.13	4.64
น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	22.75	29.70
ผลผลิต/ไร่ (กิโลกรัม)	594.00	1,348.00

**สรุปข้อดีของการปลูกข้าวต้นเดียวร่วมกับการใช้ແໜແດງและปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ**

1. ใช้เมล็ดพันธุ์น้อย คืออัตรา 1 กิโลกรัม/ไร่
2. สามารถลดต้นทุนการผลิตจากการใช้ปุ๋ยเคมี โดยการใช้ແໜແດງแทน
3. สามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ และແໜແດງ
4. เพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์กลุ่มส่งเสริมการเจริญเติบโต
5. ประหยัดน้ำเพราะใช้น้ำในปริมาณน้อยในการเพาะปลูก (ระดับน้ำลึก 2-5 ซม.)
6. สามารถกำจัดวัชพืชและข้าวปนได้ง่ายและทั่วถึงในระหว่างแถวปลูก และลดปริมาณวัชพืชจากการใช้ແໜແດງ
7. อายุการเก็บเกี่ยวเร็วกว่าปกติ 10-15 วัน
8. จำนวนการแตกกอ (รวง/กอ) สูงกว่าวิธีปกติ 2-3 เท่า
9. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากข้าวลีบน้อยกว่าวิธีการผลิตแบบปกติ
10. ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 50-70%

**\*กรณีมีวัชพืชเกิดขึ้นในแปลงให้รีบกำจัดภายใน 15 วัน หลังปักดำข้าว**