วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน): 1-7, 2566
Songklanakarin Journal of Plant Science, Vol. 10, No. 1 (January-June): 1-7, 2023
Invited article-ISSN: 2351-0846

การลดต้นทุนการผลิตข้าวด้วยระบบปลูกแบบประณีต (SRI)

Cost Reduction of Rice Production with the System of Rice Intensification (SRI)

นันทิยา พนมจันทร์[1*]

Nantiya Panomjan[1*]

[1] สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

[1] Department of Plant Science, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung 93210

** Corresponding author: n_numkum@hotmail.com, pnantiya@tsu.ac.th*

Received 03 February 2023; Revised 24 February 2023; Accepted 13 March 2023

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักของประชากรมากว่าครึ่งของประชากรโลก การทำนาสมัยใหม่เน้นการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูง จึงมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีค่อนข้างมาก ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตข้าวสูงขึ้น แต่มีวิธีการปลูกข้าวแบบใหม่ คือ การทำนาแบบประณีต หรือ ระบบกล้าต้นเดียว (The system of rice intensification; SRI) เป็นระบบการเพิ่มผลผลิตข้าวที่อาศัยหลักการย้ายกล้าเมื่อต้นข้าวอายุน้อย ปลูกหนึ่งต้นต่อหลุม จัดการน้ำแบบแห้งสลับเปียก ใช้ปุ๋ยอินทรีย์และไม่ใช้สารเคมี ซึ่งเป็นการปลูกข้าวที่มีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่สูง ใช้ต้นทุนในการผลิตน้อย และลดการใช้สารเคมีในนาข้าว การปลูกข้าวในระบบ SRI มีศักยภาพเพิ่มผลผลิตได้สูงถึง 2,400 กิโลกรัม/ไร่ ประเทศไทยทดลองปลูกแบบประณีตในพื้นที่ต่าง ๆ ผลผลิตข้าวมีความแปรปรวนสูง และน้อยกว่าประเทศอื่น ๆ การปลูกด้วยวิธี SRI สามารถลดต้นทุนการทำนาได้ 4 ปัจจัยการผลิต ได้แก่ 1) เมล็ดพันธุ์ลดลง 90% ต่อพื้นที่ปลูก 2) ปุ๋ยเคมีใส่ลดลง 30% (20 กิโลกรัม/ไร่) แต่เพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ 15% (10 กิโลกรัม/ไร่) 3) ปริมาณน้ำที่ใช้ลดลง 43% และ 4) ผลผลิตเพิ่มขึ้น 50% จากการใช้ระยะปลูกที่กว้างกว่า 20x20 เซนติเมตร และปลูก 1 ต้น/หลุม เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าวแบบประณีต พบว่า ลงทุนน้อยกว่าการปลูกข้าวแบบนาดำถึง 2% ดังนั้น ต้นทุนการผลิตข้าวตลอดกระบวนการผลิตด้วยวิธีปลูกข้าวแบบประณีตช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวได้มากกว่าวิธีปลูกข้าวแบบนาดำ และยังเป็นวิธีปลูกที่สามารถสร้างความสมดุลและปลอดภัยให้กับระบบการผลิตข้าวตลอดห่วงโซ่อาหารอีกด้วย

คำสำคัญ: วิธีปลูกข้าวแบบใหม่, ข้าวอินทรีย์, ดำต้นเดียว, การทำนาดำ

Abstract

Rice is the main food crop for more than half of the world's population. The modern farming focuses on increasing high productivity per area. Therefore, quite a lot of chemical fertilizers and chemicals are used. As a result, the cost of rice production is higher. But there is a new way of growing rice, namely, elaborate farming or the system of rice intensification (SRI), a system to increase rice productivity that relies on the principle of transplanting when the rice plants are young. Plant one plant per hole. Water management between dry and wet Use organic fertilizers and no chemicals. This is a rice plantation that has the potential to increase productivity per rai high. Use less production costs and reduce the use of chemicals in rice fields. Rice cultivation in SRI has the potential to increase yields up to 2,400 kg/rai. For Thailand, SRI method has begun in different areas. Rice yields are highly variation and less than other countries. SRI planting can reduce the cost of rice production in 4 production factors: 1) 90% reduction in seed per planting area 2) 30% reduction in chemical fertilizer application (20 kg per rai), but add organic fertilizer 15% (10 kg/rai), 3) the amount of water used was reduced by 43%, and 4) the yield was increased by 45-61% from using a planting spacing wider than 20x20 cm and planting 1 plant/hole. SRI found that the investment was 2% less than that of traditional transplanting method (TTM). SRI method reduces the cost of rice production more TTM. It is also a planting method that can create a balance and safety for the rice production system throughout the food chain.

Keywords: New rice planting method, organic rice, single-transplanting, transplanting rice

Published by Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. All rights reserved.
For Permissions, please e-mail: sjps.fnr@gmail.com

บทนำ

ปัญหาที่เกิดขึ้นด้านการผลิตข้าว คือ ผลผลิตต่อไร่ต่ำ ข้าวคุณภาพต่ำ มีการปนเปื้อนสารเคมี ขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง และดินขาดอินทรียวัตถุแน่นทึบและเป็นกรด เป็นต้น ปัญหาดังกล่าวโดยเฉพาะผลผลิตต่อไร่ต่ำ สามารถแก้ไขได้โดยพิจารณาความเหมาะสมของระยะปลูก ซึ่งเป็นตัวกำหนดความหนาแน่นของต้นพืชต่อหน่วยพื้นที่ (Karim *et al*., 1992; Banik *et al*., 1997) ความหนาแน่นที่มากจะจำกัดความสามารถในการแตกกอ (Uphoff, 2003) ซึ่งจะส่งผลต่อการออกรวงและการสร้างเมล็ดข้าว การจัดการด้วยระบบการปลูกที่เหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวให้สูงขึ้นได้ วิธีการปลูกข้าวแบบประณีต (The system of rice intensification, SRI) หรือการปลูกข้าวต้นเดี่ยวเป็นวิธีการปลูกข้าวอีกแบบหนึ่งซึ่งมีหลักการจัดการในแปลงปลูก คือ พยายามสร้างสภาพแวดล้อมใหม่ให้เอื้อต่อการแสดงศักยภาพของต้นข้าวอย่างเต็มที่ ตั้งแต่การเตรียมกล้าและย้ายกล้าเมื่อข้าวอายุยังน้อย (8-12 วัน) วิธีการปักกล้าปลูกแบบตัว L แทนการปักดำ ปลูกหนึ่งต้นต่อหลุม ระยะระหว่างหลุมที่เท่ากัน และมีการขังน้ำให้ท่วมหน้าดินสูงประมาณ 1-2 เซนติเมตร และปล่อยให้หน้าดินแห้งและเปียกสลับกันจนกระทั่งถึงระยะก่อนออกรวงเล็กน้อย กำจัดสารวัชพืชโดยวิธีกล ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งระบบปลูกแบบ SRI ทำให้สามารถลดการใช้จำนวนเมล็ดพันธุ์ได้มากกว่าครึ่ง ประหยัดค่าเมล็ดพันธุ์ ประหยัดน้ำในการเพาะปลูก ลดพื้นที่ในการตกกล้า ส่งผลให้ต้นข้าวเจริญเติบโตเร็วสามารถตั้งต้นได้ภายใน 3 วันหลังจากปักดำ แตกหน่อได้กอใหญ่ออกรวงเยอะ ลำต้นใหญ่แข็งแรง ความสูงต้นมากกว่า 2 เมตร รากแผ่ขยายเป็นวงกว้างทำให้สามารถหาอาหารเลี้ยงลำต้นได้มาก และการกำจัดวัชพืชทำได้ง่ายเพราะมีช่องว่างระหว่างกอข้าว (Uphoff, 2007, Shukla *et al*., 2016) ดังนั้น วิธีการจัดการปลูกที่พยายามสร้างสภาพแวดล้อมใหม่ให้เอื้อต่อการแสดงศักยภาพของต้นข้าวโดยการปลูกข้าวแบบประณีต น่าจะสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวให้สูงขึ้นได้อีกวิธีหนึ่ง บทความนี้จึงได้รวบรวมผลจากงานวิจัยเพื่อยืนยันว่าการปลูกข้าวด้วย SRI ว่าสามารถเพิ่มผลผลิตได้มาก โดยไม่ต้องใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม และเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถใช้เป็นทางเลือกในการปลูกข้าวเพื่อปรับให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูกของแต่ละชุมชน และส่งเสริมการผลิตข้าวที่เน้นเรื่องความปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมด้วย

1. หลักการปฏิบัติของระบบการผลิตข้าวแบบประณีต (The system of rice intensification; SRI)

ระบบการเพิ่มผลผลิตข้าว SRI ได้ช่วยให้ชาวนาหลายร้อยคนในมาดากัสการ์เพิ่มผลผลิตข้าวได้อย่างน้อยหนึ่งเท่าตัว หากมีการจัดระบบอย่างดีให้แก่ต้นข้าว ดิน และน้ำ ผลผลิตอาจเพิ่มเป็น 1,280-1,600 กิโลกรัม/ไร่ หรือมากกว่านั้นได้ ควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1) ย้ายต้นกล้าขณะอายุน้อย

ย้ายต้นอ่อนเมื่ออายุ 8-12 วัน หรือมีใบเล็ก ๆ สองใบแทงออกจากเมล็ดข้าว ต้นข้าวมีการเพิ่มจำนวนเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ซึ่งสามารถตั้งตัวได้อย่างรวดเร็วกว่าการปลูกต้นกล้าที่แก่กว่า หรืออายุราว 3-6 สัปดาห์ เพิ่มการพัฒนาของระบบรากและกระตุ้นการแตกหน่อ และส่งผลให้ศักยภาพในการผลิตหน่อจะลดลง (Menete *et al*. 2008; Pasuquin *et al*., 2008) (Figure 1A)

2) ปักดำเพียงต้นเดียว

ปลูกต้นกล้าทีละต้น แทนการปลูกเป็นกระจุก ๆ ละ 3-4 ต้น หรือมากกว่านั้นอย่างที่นิยมทำกัน (เมื่อปลูกต้นกล้าหลาย ๆ ต้นขึ้นร่วมกัน รากแต่ละต้นจะทำงานแข่งกัน ซึ่งเป็นปัญหาเดียวกันกับเมื่อต้นข้าวอยู่ใกล้กับวัชพืชซึ่งจะเกิดการแย่งอาหาร น้ำ และแสงแดด) (San-oh *et al*., 2004) (Figure 1B)

3) ระยะปลูกกว้าง

กำหนดระยะปลูกให้กว้างกว่าระยะปลูกขนาด 20x20 เซนติเมตร หรือ 25x25 เซนติเมตร หรือ 30x30 เซนติเมตร ใช้เชือกหรือลูกกลิ้งเพื่อให้ได้ระยะระหว่างแม่นยำเพื่อความสะดวกในการปลูกพืช ช่วยลดจำนวนวัชพืชโดยเว้นระยะห่างเพื่อให้รากเจริญเติบโต (Thakur *et al*., 2010) (Figure 1C)

4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์

ธาตุอาหารสำหรับต้นข้าวในระบบการผลิตข้าวแบบ SRI เน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจาก ระบบการผลิตข้าวแบบ SRI ให้ผลผลิตสูง จึงจำเป็นต้องมีการทดแทนสารอาหารในดินที่ถูกใช้ไป (ดินที่อุดมไปด้วยปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักจะมีโครงสร้างที่ดีทำให้รากพืชเจริญเติบโตในดินได้ดี ซึ่งปุ๋ยคอกจะปล่อยสารอาหารได้ช้ากว่าปุ๋ยทั่วไปในระยะยาวจะทำให้ต้นพืชได้รับประโยชน์จากแหล่งอาหารนี้มาก รากต้นข้าวที่สมบูรณ์แข็งแรงสามารถดึงสารอาหารจากปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกได้ดี (Yang *et al*., 2004) (Figure 1D)

5) การควบคุมน้ำแบบแห้งสลับเปียก

ก่อนข้าวจะตั้งท้องควรปล่อยให้พื้นนาแห้งสลับกับเปียก แต่ผิวดินต้องมีความชื้นประมาณ 1-2 เซนติเมตรอย่างสม่ำเสมอ ที่เป็นเช่นนี้เพราะ ข้าวไม่ใช่พืชน้ำ หากข้าวไม่ได้อยู่ใต้น้ำจะเจริญเติบโตได้ดีกว่า และข้าวสามารถดึงออกซิเจนจากอากาศได้โดยตรง และเมื่อดินไม่ได้อุ้มน้ำทำให้รากข้าวงอกยาวออกไปเพื่อหาอาหาร แต่หากอยู่ในน้ำรากข้าวสร้างถุงลมเล็ก ๆ เพื่อดูดออกซิเจนจากผิวดินซึ่ง

ทำให้การส่งอาหารไปสู่หน่อและใบถูกรบกวน (Yang *et al*., 2004; Suryavanshi *et al*., 2013) (Figure 1E)

6) การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน

กำจัดวัชพืชครั้งแรกหลังปลูก 10-12 วัน และอีก 14 วัน ควรกำจัดวัชพืชอีกครั้ง ก่อนที่ข้าวจะคลุมพื้นที่ได้ ควรมีการกำจัดวัชพืชอย่างน้อย 3 ครั้ง การจัดการให้ที่นาขังน้ำและแห้งสลับกันทำให้มีวัชพืชมาก เพื่อทำให้ไม่มีวัชพืช หากมีมากควรมีการกำจัดเพื่อไม่ให้วัชพืชแย่งอาหารกับต้นข้าว ใช้เครื่องกำจัดวัชพืชแบบกลไกง่าย ๆ เรียกว่า คราดหมุน ซึ่งในขณะที่ทำการกำจัดวัชพืชจะเป็นการพรวนดินไปในตัว ช่วยเพิ่มอากาศในดิน และซากวัชพืชจะกลายเป็นปุ๋ยหมักสำหรับต้นข้าว พื้นที่ 1 ไร่ ใช้เวลาในการกำจัดวัชพืช 10 วัน การกำจัดวัชพืชแต่ละครั้งช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวได้ถึง 400 กิโลกรัม/ไร่ การเน่าเปื่อยของซากพืชในสภาวะน้ำขังทำให้เกิดก๊าซมีเทน ซึ่งก่อให้เกิดความร้อนขึ้นไปในชั้นบรรยากาศ ทำให้โลกร้อนขึ้น ดังนั้นการทำนาแบบ SRI ยังเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมเพราะไม่ขังน้ำในนาจึงช่วยลดการเกิดก๊าซมีเทน (Suryavanshi *et al*., 2013) (Figure 1F)

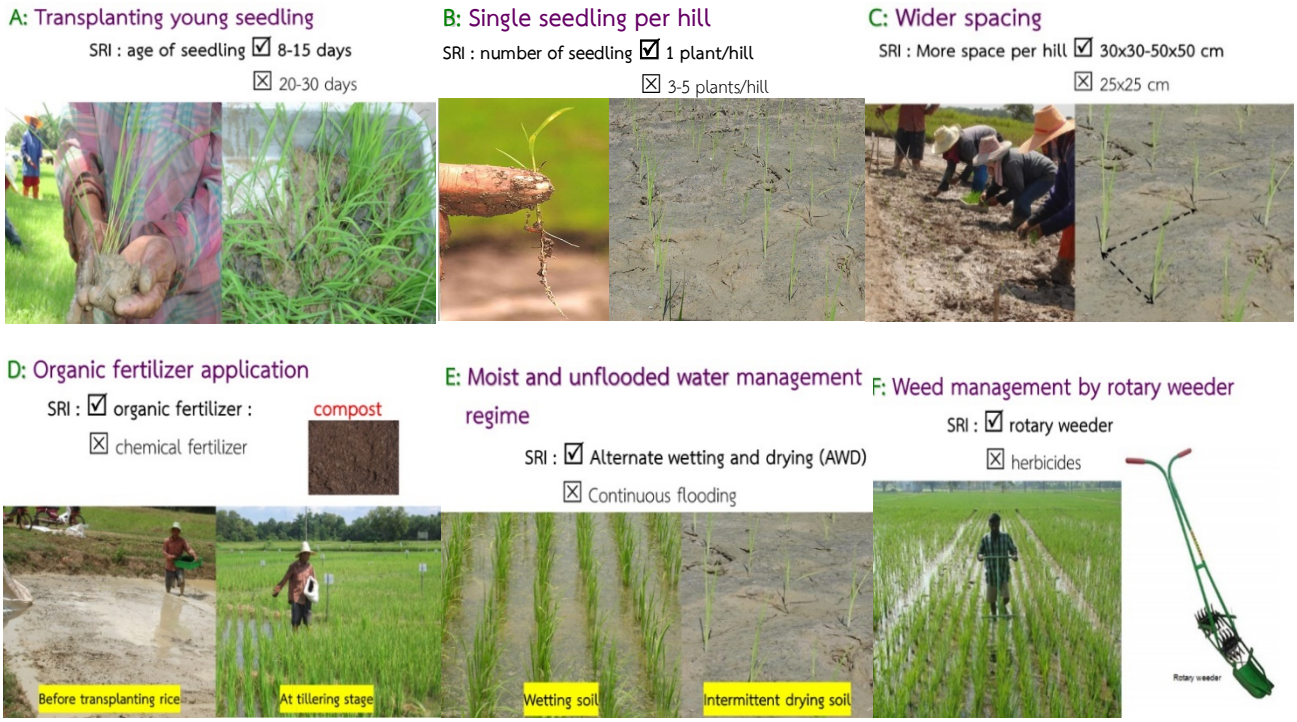

Figure 1 The system of rice intensification (SRI) principles and practices
Sources: Panomjan *et al*. (2010)

2. บทบาทของระบบการผลิตข้าวแบบ SRI ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

สิ่งที่คาดหวังจากการปลูกข้าว คือ ผลผลิต จะทำอย่างไรจึงจะทำให้ต้นข้าวให้ผลผลิตสูงสุด ต้องพิจารณาจากการเจริญเติบโตขององค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง ผลผลิต น้ำหนักเมล็ด (ขนาดเมล็ด) การจัดการปลูกข้าวด้วยระบบการผลิตข้าวแบบ SRI เป็นการจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวเพื่อให้ต้นข้าวแสดงศักยภาพในการสร้างองค์ประกอบของผลผลิตได้อย่างเต็มที่ ซึ่งการปลูกข้าวด้วยระบบการผลิตข้าวแบบ SRI มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช และกระบวนการจัดการปลูกข้าวทั้งระบบดังต่อไปนี้

1) ช่วยให้ข้าวมีการแตกหน่อมากขึ้น

เนื่องจากการย้ายต้นกล้าขณะต้นยังเล็ก (Early transplanting) หลังจากเพาะกล้า (ตกกล้า) 8-10 วัน หรือก่อน 15 วัน ต้นกล้าสามารถตั้งตัวได้รวดเร็วและได้รับผลกระทบต่อการเจริญเติบโตน้อยกว่าต้นกล้าที่มีอายุมาก จำนวนหน่อต่อต้น(กอ) เฉลี่ย 30 ต้น แต่สามารถเพิ่มสูงขึ้นได้ 50-70 ต้น หากมีการจัดการดินที่ดี (Uphoff, 2003; Uphoff, 2007) และพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์จะมีศักยภาพในการแตกกอต่างกันด้วย เช่น การทดลองปลูกข้าวด้วยระบบการผลิตข้าวแบบ SRI ของ Latif *et al*. (2005) ใช้ข้าว 5 พันธุ์เป็นข้าวพันธุ์อายุสั้น 3 พันธุ์ (BRRI dhan 28, BRRI dhan 35 และ BRRI dhan 36) และพันธุ์อายุยาว 2 พันธุ์ (BRRI dhan 29 และ BRRI Hybrid dhan 1) พบว่า พันธุ์ข้าวที่ตอบสนองต่อระบบการผลิตข้าวแบบ SRI โดยมีการแตกกอสูงสุด จำนวนเมล็ดลีบน้อย และให้ผลผลิตสูงสุด (7.30 ตัน/เฮกตาร์) คือ ข้าวพันธุ์อายุยาว BRRI dhan 29 และไม่ใช่เป็นข้าวพันธุ์ผสม

2) ส่งเสริมให้ระบบรากมีการแผ่กระจายและหยั่งลึกได้ดี

รากข้าวที่ปลูกด้วยระบบการผลิตข้าวแบบ SRI มีการเจริญเติบโตดี มีการแผ่กระจายของรากตั้งแต่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร จากพื้นผิวดิน ปริมาณและน้ำหนักของรากต่อต้นมากกว่าวิธีการทำนาดำแบบแบบทั่วไป (Longxing *et al*., 2002) ระบบรากที่แผ่กระจายได้กว้างและชอนไชลงสู่ใต้ดินได้ลึกส่งผลให้มีการยึดเกาะกับอนุภาคดินได้ดี เมื่อเปรียบเทียบการยึดเกาะของรากโดยวัดจากแรงดึงที่ใช้ถอนต้นข้าวต่อหลุม พบว่าการผลิตข้าวแบบ SRI ใช้แรงดึง 53 กิโลกรัม สำหรับถอนต้นข้าว 1 ต้น/หลุม ซึ่งมากกว่าการใช้แรงดึงต้นข้าวที่ปลูกแบบการทำนาดำปกติ ซึ่งใช้แรงดึงเพียง 28 กิโลกรัม เพื่อถอนต้นข้าว 3 ต้น/หลุม (Uphoff, 1999) การปลูกข้าวเพียง 1 ต้น/หลุม ต้นข้าวจะเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากได้รับแสง ธาตุอาหารอย่างเต็มที่ ระบบรากแผ่กระจายได้ดี ไม่เกิดการแก่งแย่งธาตุอาหารอย่างเช่นการปลูกข้าว 3-4 ต้น/หลุม ซึ่งระบบรากจะพันกัน และมีการแก่งแย่งแข่งขันกันเพื่อดูดยึดน้ำและแร่ธาตุที่อยู่ใกล้ผิวราก เช่นเดียวกับการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชที่เจริญเติบโตในนาข้าว (Stoop *et al*., 2002)

3) ส่งเสริมให้ต้นข้าวมีความสูง และพื้นที่ใบเพิ่มสูงขึ้น

Longxing และคณะ (2002) ได้ทดลองปลูกข้าวในสภาพขังน้ำ และไม่ขังน้ำ ด้วยต้นกล้าเพียงต้นเดียว และใช้ระยะปลูกกว้างตามวิธีการปลูกข้าวแบบ SRI พบว่า การผลิตข้าวแบบ SRI ทำให้ข้าวมีพื้นที่ใบสำหรับการสังเคราะห์แสงน้อยกว่าการปลูกข้าวแบบปักดำทั่วไป แต่ประสิทธิภาพของพื้นที่ใบสำหรับการสังเคราะห์แสงมีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าการปลูกข้าวแบบปักดำทั่วไปประมาณ 7% นอกจากนั้น ยังพบว่าต้นข้าวที่ปลูกในสภาพไม่ขังน้ำมีการกระจายตัวของใบเพิ่มขึ้นที่ระดับความสูง 50 และ 100 เซนติเมตร ส่งผลให้ได้รับแสงอย่างเต็มที่สูงกว่าสภาพขังน้ำ เมื่อตรวจวิเคราะห์สารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง และการส่งถ่ายสารอาหารสะสมยังรวงข้าว หรือแม้แต่สารอาหารที่ตรวจพบในใบ ลำต้น กาบใบ พบว่า การผลิตข้าวแบบ SRI ส่งผลให้มีปริมาณสารอาหารที่สะสมในส่วนต่าง ๆ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต สารละลายน้ำตาล และไนโตรเจนมากกว่าการปลูกแบบปักดำทั่วไปในทุก ๆ ส่วนของต้นข้าว (Sho-hua *et al*., 2002)

4) เพิ่มผลผลิตของข้าวให้สูงขึ้น

ผลจากการปลูกข้าวด้วยระบบการผลิตข้าวแบบ SRI สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก เพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง จึงมีการสะสมอาหารในส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะส่วนขององค์ประกอบผลผลิตต่าง ๆ ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวที่ปลูกด้วยวิธี SRI เปรียบเทียบกับการผลิตข้าวด้วยวิธีการทำนาดำแบบทั่วไป จาก 10 ประเทศ พบว่า ในทุกพื้นที่ผลผลิตของข้าวที่ปลูกด้วยระบบ SRI สูงกว่าการปลูกด้วยวิธีการทำนาดำแบบทั่วไป (Thakur *et al*., 2014; Shukla *et al*., 2016) ความมากน้อยของผลผลิตในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ข้าวและสภาพแวดล้อมที่ข้าวได้รับ และการปลูกข้าวแบบ SRI ยังส่งให้การสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าว ได้แก่ ลำต้น กาบใบ ใบ และช่อดอก ที่ระยะการเจริญเติบโตหลังจากดอกบานแตกต่างกันออกไป การปลูกข้าวแบบต้นเดี่ยวด้วยระยะปลูกที่กว้าง (30×30 และ 40×40 เซนติเมตร) ให้ผลผลิตเฉลี่ยที่สูงกว่าระยะชิด (20×20 เซนติเมตร) โดยการปลูกด้วยระยะ 40×40 เซนติเมตร (Panomjan *et al*., 2010)

Table 1 Effects of rice management practices on yield-contributing characters

Management practice	Ave. panicle (number/hill)	Panicles (m^2)	Ave. panicle length (cm)	Spikelet (number/panicle)	Filled Spikelets (%)	1000 grain weight (g)
SRI	16.9	439.5	22.5	151.6	89.6	24.7
SMP	6.9	355.2	18.7	107.9	79.3	24.0
LSD .05	3.5	61.6	2.3	12.9	5.1	0.2

Note: SRI = The system of rice intensification with alternate wetting and drying (AWD) water management, SMP = Standard management practices with continuous flooding

Sources: Thakur *et al*. (2014)

5) ประหยัดน้ำที่ใช้สำหรับการปลูกข้าว

การปลูกข้าวด้วยระบบการผลิตข้าวแบบ SRI ช่วยให้มีการใช้น้ำสำหรับการปลูกข้าวลดลง จากวิธีการทำนาดำแบบปกติ ความต้องการใช้น้ำของข้าวที่ปลูกด้วยระบบการผลิตข้าวแบบ SRI สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วง (Sato, 2006) ดังนี้

5.1) ระยะการเตรียมดินสำหรับการตกกล้า ต้องการใช้น้ำ 800-1,000 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์

5.2) ระยะปักดำและหลังการปักดำ (25-30 วันหลังเพาะกล้า) ต้องการใช้น้ำ 2,000-3,000 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์

5.3) ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ เป็นระยะที่มีการปล่อยให้ดินเปียกและแห้งสลับกันไป สามารถลดการใช้น้ำจากการปล่อยให้น้ำท่วมขังแปลงน้ำถึง 40%

ในประเทศจีนได้ทดลองปลูกข้าวด้วยระบบปลูกแบบ SRI เปรียบเทียบกับระบบปลูกแบบปักดำทั่วไป พบว่า ข้าวที่ปลูกด้วย

ระบบปลูกแบบ SRI มีความต้านทานต่อความแห้งแล้ง ระบบรากมีความต้องการใช้น้ำลดลงในปีที่ 1 และปีที่ 2 เท่ากับ 6.10 และ 45.85% ตามลำดับโดยเปรียบเทียบกับปีก่อนหน้าที่เริ่มมีการปลูกข้าวด้วยระบบ SRI (Xiaoyun *et al*., 2005) เช่นเดียวกับ Uphoff (2007) รายงานว่าการปลูกข้าวเมื่อไม่มีการเก็บน้ำให้ท่วมขังแบบต่อเนื่องสามารถประหยัดน้ำได้ 25-50%

6) ลดการหักล้มของต้นข้าว

เนื่องจากการปลูกข้าวด้วยระบบการผลิตแบบ SRI ส่งผลให้ระบบรากของข้าวแข็งแรง และแตกหน่อมาก ทำให้ลำต้นแข็งแรงและต้านทานต่อสภาพแวดล้อม มีการหักล้มลดลง ดังตัวอย่างใน Figure 3 ต้นข้าวที่ปลูกด้วยระบบการผลิตแบบ SRI ไม่มีการหักล้มหลังจากที่มีพายุไต้ฝุ่นพัดผ่าน แต่ข้าวที่ไม่ได้ปลูกด้วยวิธีดังกล่าวต้นข้าวหักล้มทั้งแปลง (Uphoof, 2007)

7) ประหยัดเมล็ดพันธุ์

การปลูกต้นกล้าเพียง 1 ต้น/หลุมและใช้ระยะปลูกที่กว้าง ส่งผลให้จำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการเพาะกล้าลดลง Shukla และคณะ (2016) ทดลองปลูกข้าวด้วยระบบ SRI ที่สถาบันการจัดการน้ำระหว่างประเทศในประเทศอินเดีย พบว่า อัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกข้าวด้วยระบบ SRI เท่ากับ 7 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ซึ่งน้อยกว่าการปลูกแบบปักดำทั่วไปมาก (68 กิโลกรัม/เฮกตาร์) เช่นเดียวกับการทดลองของ Verzola (2005) ได้ปลูกข้าวด้วยระบบ SRI ใช้เมล็ดพันธุ์ในการปลูกเพียง 5-10 กิโลกรัม/เฮกตาร์ น้อยกว่าการปลูกแบบปักดำปกติซึ่งใช้เมล็ดพันธุ์ 40 กิโลกรัม/เฮกตาร์ และการปลูกแบบหว่านใช้เมล็ดพันธุ์สูงถึง 100 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ในทำนองเดียวกับการทดลองของ Panomjan และคณะ (2021) เมล็ดพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ปลูกด้วยระบบ SRI ประหยัดเมล็ดพันธุ์ได้มากกว่าวิธีการปลูกแบบนาดำโดยคนดำ 2 เท่า และนาดำโดยใช้รถดำนา 3 เท่า (Table 3)

8) ลดต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการปลูกข้าวส่วนใหญ่จะเป็นค่าจ้างแรงงานสำหรับการปักดำ การกำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ย และเก็บเกี่ยว Xiaoyun และคณะ (2005) ได้ปลูกข้าวด้วยระบบปลูกแบบ SRI ในประเทศจีน พบว่า สามารถประหยัดแรงงานได้ตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต 9-11 คน เช่นเดียวกับการทดลองของ Sato (2006) รายงานว่าการปลูกข้าวแบบ SRI สามารถลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มรายได้ให้สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวแบบปักดำทั่วไป โดยการปลูกข้าวแบบ SRI สามารถลดการใช้เมล็ดพันธุ์ได้ 90% ลดการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี 50% (Shukla *et al*., 2016) (Table 2) และจากการหมั่นดูแล พิถีพิถันต่อการปลูกและการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับต้นข้าวให้ได้มากที่สุด ต้นข้าวจึงเจริญเติบโตได้ดีให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น เมื่อคิดเป็นรายได้สุทธิแล้วการปลูกข้าวด้วยระบบ SRI สามารถทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มสูงขึ้นถึง 50% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกข้าวแบบอื่น ๆ (Panomjan *et al*., 2021) (Table 3) และการกำจัดวัชพืชโดยการใช้เครื่องมือกล (จอบหมุน) แทนการกำจัดวัชพืชด้วยมือ หรือการใช้สารเคมี สามารถลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรมากขึ้นอีกด้วย (Uprety, 2006)

Table 2 The cultivation cost of SRI and Conventional paddy methods (n=60)

Cultivation practices	Expenditure (Rs or INR)		Differentiation (%)
	SRI method	Conventional method	
1. Seed rate	60	600	90
2. Nursery management	168	1,250	87
3. Land preparation	1,800	1,800	0
4. Transplanting management	1,200	2,400	50
5. Fertilizer management	1,260	3,240	61
6. Weed management	600	2,500	76
7. Pesticide management	450	3,000	85
8. Harvesting	1,500	1,500	0
Total	7,038	16,290	57

Sources: Shukla *et al*. (2016)

9) ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม

การปลูกข้าวด้วยระบบการผลิตแบบ SRI เน้นการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างของดินดีขึ้น แปลงปลูกข้าวไม่ปล่อยให้เกิดสภาพน้ำท่วมขังต่อเนื่องกันนาน ๆ สามารถเพิ่มออกซิเจนให้กับดิน เพิ่มกิจกรรมจุลินทรีย์ในดิน ลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในสภาพไม่มีออกซิเจน และการปลูกแบบ SRI ไม่มีการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช หรือศัตรูพืช ซึ่งช่วยให้ลดปริมาณการปนเปื้อน และการตกค้างของสารพิษในธรรมชาติ (Uphoff, 2003; Uphoff, 2007) (Figure 2)

Table 3 Comparison of the cost per area to produce Sang Yod rice between manual transplanting and transplanting machine methods under organic production system

Cost per area to produce rice[1/]	TTM[2/] (THB/rai)	RTM (THB/rai)	SRI (THB/rai)
1. Field preparation	350	350	350
2. Seedbed and transplanting seedling	2,400	1,600	2,400
3. Seed (31 THB/kg)	155 (5 kg/rai)	310 (10 kg/rai)	93 (5 kg/rai)
4. Weed management (a person/day)	400	400	400
5. Compost and fermented bio-extract (a person/2 times)	800	800	800
6. Fuel diesel (2 times; field preparation and harvesting periods)	750	750	750
7. Harvesting machine rent (THD/day)	500	500	500
8. Tractor rent (THB/day)	200	200	200
Total cost	5,555	4,910	5,493

Note:[1/] The survey data have been analyzed weighted mean, a total 10 randomly selected farmers were interviewed between normal transplanting rice and rice transplanting machine. [2/] Traditional transplanting method (TTM); Rice transplanting machine (RTM); The system of rice intensification (SRI).

Sources: Panomjan *et al.* (2021)

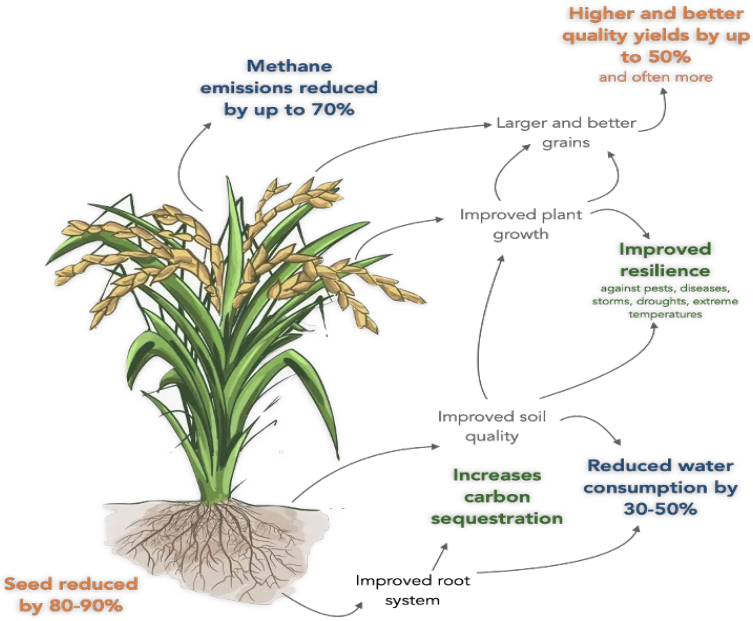

Figure 2 Effects of SRI production on productivity and environment

Sources: McCallum (2022)

สรุปและข้อเสนอแนะ

การปลูกข้าวแบบประณีตช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวได้ถึง 13.28% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกแบบนาดำทั่วไป โดยสามารถลดค่าเมล็ดพันธุ์ 80-90% ลดการใช้ปุ๋ยเคมี 30% ลดการใช้น้ำ 30-50% แม้จะมีจำนวนต้นต่อพื้นที่ลดลงแต่เป็นการจัดการปัจจัยการผลิตที่ทำให้ข้าวนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตอย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 50% นอกจากนั้นระบบการผลิตแบบ SRI ช่วยส่งผลให้ระบบข้าวมีความแข็งแรงมากขึ้น ลดปัญหาการหักล้ม เพิ่มคุณภาพดินจากการเน้นใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ลดปริมาณแก๊สมีเทนจากนาข้าวที่ไม่ได้มีการขังน้ำตลอดฤดูปลูกเพราะมีการควบคุมน้ำแบบแห้งสลับเปียก ส่งผลให้ปริมาณวัชพืชในนาข้าวมีปริมาณน้อยลง ระบบปลูกข้าวแบบ SRI จึงเป็นรูปแบบการปลูกข้าวที่เหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่ขนาดเล็ก 5-10 ไร่ เพื่อการจัดการและดูแลต้นข้าวได้อย่างทั่วถึง ตามหลักการและแนวปฏิบัติของระบบการปลูกแบบ SRI สามารถเป็นรูปแบบที่ลดค่าใช้จ่ายและสร้างความยั่งยืนของระบบนิเวศน์ เป็นระบบการผลิตที่จัดสภาพความเป็นอยู่ของต้นข้าวให้ใช้ปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถปรับตัวและทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่มีความแปรปรวนได้เป็นอย่างดี ผลผลิตข้าวที่ได้จากระบบการผลิตแบบ SRI จึงมีทั้งมูลค่าและคุณค่าตลอดห่วงโซ่อาหารอย่างแท้จริง

เอกสารอ้างอิง

Banik, P., Sarkar, D., Basmal, T., Ghosal, P.K. and Bagohi, D.K. 1997. Effect of different numbers and age of seedlings on rice (*Oryza sativa*) cultivars in lowland plateau region of Bihar. Indian Journal of Agronomy 42: 265-268.

Karim, M.A., Ali, A., Ali, S.S., Mohammed, A., Majid, A. and Akhtar., T.A. 1992. Effect of plant density on rice grain quality. International Rice Research Newsletter 17: 12.

Latif, M.A., Islam, M.R., Ali, M.Y. and Saleque, M.A. 2005. Validation of the system of rice intensification (SRI) in Bangladesh. Field Crops Research 93: 281-292.

Longxing, T., Xi, W. and Shaokai, M. 2002. Physiological effects of SRI methods on the rice plant. *In* Assessment of the System for Rice Intensification (SRI) (eds. N. Uphoff, E.C.M. Fernandes, L.P. Yuan, J.M. Peng, S. Rafaralahy, J. Rabenandrasana), pp. 132-136. Proceedings of an International Conference, Sanya, China, 1-4 April 2002. New York: CIIFAD, Ithaca.

McCallum, J. 2022. SRI: A nature-based approach for rice cultivation providing a triple win for people, planet and prosperity. Resilience Hub, COP27: 1-5.

Menete, M.Z.L., van Es, H.M., Brito, R.M.L., DeGloria, S.D. and Famba, S. 2008. Evaluation of system of rice intensification (SRI) component practices and their synergies on salt-affected soils. Field Crops Research 109: 34-44.

Panomjan, N., Kritavorn, J., and Klinmanee, C. 2010. Increasing Rice Yield with the System of Rice Intensification (SRI) in Phatthalung Province. Report research. Phatthalung: Thaksin University, Phatthalung Campus.

Panomjan, N., Unsup, S. and Wiboonpun, W. 2021. Comparison of Sang Yod rice cultivation methods in organic rice production system. Khon Kaen Agriculture Journal 49 (Suppl.1): 329-335.

Pasuquin, E., Lafarge, T. and Tubana, B. 2008. Transplanting young seedlings in irrigated rice fields: Early and high tiller production enhanced grain yield. Field Crops Research 105: 141–155.

San-oh, Y., Mano, Y., Ookawa, T. and Hirasawa, T. 2004. Comparison of dry matter production and associated characteristics between direct-sown and transplanted rice plants in a submerged paddy field and relationships to planting patterns. Field Crops Research 87: 43-58.

Sato, S. 2006. An evaluation of the system of rice intensification (SRI) in Eastern Indonesia for its potential to save water while increasing productivity and profitability. International Dialogue on Rice and Water: Exploring Options for Food Security and Sustainable Environments, IRRI, 7-8 March 2006, Los Baños, Philippines.

Shao-hua, W., Weixing, C., Dong, J., Tingbo, D. and Yan, Z. 2002. Physiological characteristics and high-yield techniques with SRI rice. *In* Assessment of the System for Rice Intensification (SRI) (eds. N. Uphoff, E.C.M. Fernandes, L.P. Yuan, J.M. Peng, S. Rafaralahy, J. Rabenandrasana), pp. 116-124. Proceedings of an International Conference, Sanya, China, 1-4 April 2002. New York: CIIFAD, Ithaca.

Shukla, S., Bloese, J. and Ray, T. 2016. Effect of yield, quality attributes and cost of rice (*Oryza Sativa* L.) variety under system of rice intensification (SRI) organic and conventional methods of rice cultivation. International Journal of Scientific and Research Publications 6: 313-316.

Stoop, W.A., Uphoff, N. and Kassam, A. 2002. A review of agricultural research issues raised by the system of rice intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving farming systems for resource-poor farmers. Agricultural Systems 71: 249-274.

Suryavanshi, P., Singh, Y.V., Prasanna, R., Bhatia, A. and Shivay, Y.S. 2013. Pattern of methane emission and water productivity under different methods of rice crop establishment. Paddy and Water Environment 11: 321–329.

Thakur, A.K., Rath, S., Roychowdhury, S. and Uphoff, N. 2010. Comparative performance of rice with system of rice intensification (SRI) and conventional management using different plant spacings. Journal of Agronomy and Crop Science 196: 146-159.

Thakur, A.K., Singh, R. and Kumar, A. 2014. The science behind the system of rice intensification (SRI). Bhubaneswar: Research Bulletin No.69, Directorate of Water Management (ICAR), Odisha, India.

Uphoff, N. 1999. Agroecological implications of the system of rice intensification (SRI) in Madagascar. Environment, Development and Sustainability 1: 297-313.

Uphoff, N. 2003. Higher yields with fewer external inputs? The system of rice intensification and potential contributions to agricultural sustainability. International Journal of Agricultural Sustainability 1: 38-50.

Uphoff, N. 2007. The system of rice intensification (SRI): an efficient, economical and ecologically-friendly way to increase productivity. PANAP-RICE SHEETS. Penang, Malaysia.

Uprety, R. 2006. SRI takes root in Nepal. LEISA INDIA 22:28-30.

Verzola, R. 2008. System of Rice Intensification (SRI): Practices and Results in the Philippines. Available from SSRN: https://ssrn.com/abstract=1159703 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1159703 (accessed on 14 July 2008).

Xiaoyun, L., Xiuli, X. and Hi, L. 2005. A socio-economic assessment of the system of rice intensification (SRI): A case study from Xinsheng Village, Jianyang Country, Sichuan Province. Beijing: China Agricultural University.

Yang, C., Yang, L., Yang, Y. and Ouyang, Z. 2004. Rice root growth and nutrient as influenced by organic manure in continuously and alternately flooded paddy soils. Agricultural Water Management 70: 67-81.