การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม แบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดอุตรดิตถ์

ไพโรจน์ นะเที่ยง

สาขาเทคโนโลยีอุตสาหการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

ผู้เขียนหลัก อีเมล: pairote.n@gmail.com

บทความวิจัย

วันที่รับบทความ:
8 มีนาคม 2562

วันแก้ไขบทความ:
20 พฤษภาคม 2562

วันตอบรับบทความ:
27 พฤษภาคม 2562

RETRACTED

บทคัดย่อ

การมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรเพื่อพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม เป็นไปเพื่อลดต้นทุนการทำนา [illegible]การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีเป็นความร่วมระหว่างนักวิจัยและเกษตรกรในพื้น[illegible]ยมีปราชญ์ชาวบ้านซึ่ง[illegible]ยวชาญด้านการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่[illegible]กรกลการเกษตร เป็นที่ปรึกษา [illegible]ออกแ[illegible]ลูกหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวให้มี[illegible]ณะเป็นท่อกลม ผลิตจากพลาสติก และเจาะรูที่ผิวด้านนอกให้มีรูเรียวรอบทิศทาง ตามแนวเส้นรอบวง จำนวน 5 แถว แถวละ 14 รู รวมทั้งสิ้น 70 รู ซึ่งรูเรียวมีลักษณะเป็นรูปทรงกรวยปลายตัด ที่ฐานของรูเรียวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง [illegible] มิลลิเมตร โดยที่ปากรูด้านบนมีความ[illegible]เอียงทำมุม 38 องศา ตามพื้นผิวของชุดลูกหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว จากการนำเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวไปใช้งานในเขตพื้นที่นำร่องของจังหวัดอุตรดิตถ์ และเปรียบเทียบต้นทุนการ[illegible]ข้าวจากแปลงน[illegible]ชาติของกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการพบว่า เกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเพียง 6-10 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการหว่านพ่[illegible]ต้องใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวถึง 25-30 กิ[illegible]ร่ ทำให้เกษตรกรลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ถึง 20 กิโลกรัม/ไร่ ส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนการทำนาเพียง 2,800 บาท/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวด้วยวิธีใช้เครื่องหว่านพ่นที่มีต้นทุนการทำนาถึง 3,520 บาท/ไร่ ซึ่งลดต้นทุนการทำนาได้ 720 บาท/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 20 และมีผลให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีในสัดส่วนที่น้อยลง เนื่องจากต้นข้าวมีระยะห่างระหว่างกอที่เหมาะสม ทำให้มีการตอบสนองต่อปุ๋ยและมีการเจริญเติบโตที่ดี เป็นผลให้เกษตรกรยอมรับเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม เนื่องจากสามารถลดต้นทุนการทำนาได้

คำสำคัญ: จังหวัดอุตรดิตถ์ นาน้ำตม เมล็ดพันธุ์ข้าว เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ การลดต้นทุน

Development of Rice Seed Dropping Machine for Paddy Field with Local Farmer Participation in Uttaradit Province

Research Article

Received:
8 March 2019

Revised:
20 May 2019

Accepted:
27 May 2019

Pairote Nathiang

Industrial Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, Muang District, Uttaradit Province, Thailand 53000

Corresponding author's E-mail: pairote.n@gmail.com

RETRACTED

Abstract

Farmer participation in the development of rice seed dropping machine for swamp paddy field reduces the cost of cultivation. The designing process and technological development stem from cooperation between researchers and local farmers as well as local professionals as consultants with their expertise in agricultural machinery development. The designed rice seed dropping set uses a plastic pipe with drilled tapering holes and its surface according to its perimeter for 5 rows each with 14 holes and a total of 70 holes. These tapering holes are truncated cone shape; its base has 11 millimeters diameter and the top of the hole is 38 degrees slope along the surface of rice dropping set. The result of the trial of this technology in pilot area of Uttaradit province by comparing the cost of rice cultivation from participants' demonstration rice fields shows that farmers can reduce the use of rice seed to 8-10 kilograms/Rai against 25-30 kilograms/Rai in the sowing method. In brief the farmers are able to reduce the cost of rice seed to 80 kilograms/Rai; the cost of rice cultivation is reduced to only 2,800 Baht/Rai while costing 3,520 Baht/Rai in sowing method cultivation. Such reduction of cultivation cost of 720 Baht/Rai equals to 20%. In addition, farmers use less proportion of chemical fertilizer due to the proper distance between each rice clump. The appropriate distance results in rice responding to fertilizer and growing well. Therefore, the farmers approve the technology of rice seed dropping machine for swamp paddy field that reduces the cost of rice cultivation when comparing to sowing machine.

Keywords: Uttaradit province, Swamp paddy field, Rice seed, Dropping machine, Cost reduction

บทนำ

ในปัจจุบัน เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ปลูกข้าวเชิงการค้าจะปลูกข้าวแบบนาหว่าน ซึ่งการทำนาหว่านแบ่งออกเป็นหว่านแห้งหรือหว่านสำรวย และหว่านน้ำตมหรือหว่านข้าวงอก การปลูกข้าวแบบนาหว่านจะปลูกในพื้นที่ที่มีฝนตกตามฤดูกาลเพราะต้องอาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติ (Grist, 1986) และใช้พันธุ์ข้าวตามความเหมาะสม เช่น ถ้าเป็นที่ลุ่มน้ำลึกก็ใช้พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ ซึ่งการปลูกข้าวแบบนาหว่านเกษตรกรนิยมใช้เครื่องหว่านพ่นเมล็ดพันธุ์ข้าวแบบสะพายหลังติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลังขนาด 3 แรงม้า อัตราประสิทธิภาพการหว่านพ่นเมล็ดพันธุ์ข้าว 5-8 ไร่/ชั่วโมง สามารถหว่านพ่นเมล็ดพันธุ์ข้าวได้รวดเร็ว ลดเวลา แรงงาน ความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับการหว่านโดยใช้แรงงานคน แต่การใช้เครื่องพ่นหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวประสบปัญหาหลายด้าน เช่น ต้นทุนสูงเนื่องจากต้องใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวในอัตรา 25-30 กิโลกรัม/ไร่ (วัฒนชัย สุภา, 2554) อีกทั้งยังต้องมีการฉีดพ่นสารเคมีสำหรับควบคุมวัชพืชในแปลงนาก่อนการหว่านพ่นเมล็ดพันธุ์ข้าว และต้นข้าวเจริญเติบโตอย่างแออัด ทำให้ได้รับปุ๋ยไม่ทั่วถึง เป็นผลให้ต้นข้าวไม่สมบูรณ์ ทำให้ต้องใช้ปุ๋ยเคมีมากขึ้น และต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากขึ้นเนื่องจากในแปลงนาไม่มีการถ่ายเทอากาศและแสงแดดส่องผ่านระหว่างต้นข้าว ทำให้ต้นข้าวไม่แข็งแรง อีกทั้งยังเกิดโรคระบาดและแมลงทำลายได้ง่าย รวมถึงปัญหาข้าววัชพืชหรือข้าวดีดที่ต้องใช้แรงงานในการถอนออก

อำเภอตรอนและอำเภอพิชัย เป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญของจังหวัดอุตรดิตถ์ ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพหลักคือการทำนา คิดเป็นร้อยละ 90 ของประชากรในพื้นที่ (วิรัตน์ จำรัสรัตนพัน, 2551) สภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มและมีระบบชลประทานที่ดีเนื่องจากในพื้นที่มีการจัดตั้งโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าจากแม่น้ำน่านซึ่งเป็นแหล่งน้ำต้นทุนที่สำคัญของการทำนา จึงทำให้เป็นพื้นที่ที่สามารถทำนาได้อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง คือช่วงฤดูนาปีและนาปรังของทุกปี ซึ่งเกษตรกรทำนาในระบบนาน้ำตมและใช้วิธีปลูกข้าวด้วยการใช้เครื่องหว่านพ่นเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นหลัก จากการทำงานของนักวิจัยร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่พบว่า การปลูกข้าวโดยใช้เครื่องหว่านพ่นเมล็ดพันธุ์ข้าวนั้นเกษตรกรจะมีต้นทุนค่าดำเนินการหลักสองส่วน คือ ค่าจ้างแรงงานหว่านพ่นเฉลี่ย 40 บาท/ไร่ และต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 600 บาท/ไร่ (ไพโรจน์ นะเที่ยง, 2555) ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวกับการปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านพ่นจะมีค่าใช้จ่ายและใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวมากกว่าการปลูกข้าวด้วยวิธีอื่นๆ และประสบปัญหา เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เพิ่มขึ้น ต้นข้าวแตกกอน้อย การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพิ่มขึ้น เป็นผลให้เกษตรกรมีต้นทุนการทำนาเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในอัตราที่สูงขึ้นทุกปี

จากสภาพปัญหาข้างต้นของเกษตรกรทำนา จึงเกิดแนวความคิดและการดำเนินงานเพื่อแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการปลูกข้าวในสภาพการทำนาแบบนาน้ำตมแทนการปลูกข้าวโดยการใช้เครื่องหว่านพ่นเป็นความร่วมมือของแกนนำเกษตรกรทำนาร่วมกับปราชญ์ชาวบ้านในพื้นที่ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ โดยร่วมกันออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม เพื่อลดต้นทุนการผลิตในกระบวนการทำนาของเกษตรกร อีกทั้งยังช่วยเพิ่มศักยภาพให้กับเกษตรกรในพื้นที่ในการมีส่วนร่วมในการทำงานระหว่างนักวิจัยและชุมชนได้รับการพิสูจน์แล้วว่าทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ในชุมชนสามารถนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพของชุมชน (ชัชวาล ทัตติวงษ์, 2555)

สถานการณ์ที่เป็นอยู่เดิม

การทำนาในเขตอำเภอตรอนและอำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ ถือเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรในพื้นที่ เป็นการทำนาเชิงการค้า (ทำเพื่อขาย) เป็นหลัก เกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่การทำนาโดยเฉลี่ย 30-100 ไร่ ทำนาอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง คือช่วงฤดูนาปีและนาปรังของทุกปี โดยในทุกกระบวนการทำนาจะใช้วิธีการจ้างเหมาเป็นหลักตั้งแต่การเตรียมดินจนถึงขั้นตอนการเก็บเกี่ยว กระบวนการทำนาเริ่มจากการเตรียมดินโดยการปล่อยน้ำให้ท่วมขังในแปลงนาเป็นระยะเวลา 1-3 วัน จากนั้นทำการไถปั่นและทำเทือกนา (ภาพที่ 1) แล้วจึงหว่านพ่นเมล็ดพันธุ์ข้าว (ภาพที่ 2) ซึ่งเมื่อหว่านพ่นเมล็ดพันธุ์ข้าวในแปลงนาแล้วจึงใส่ปุ๋ยทั้งหมด 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 หลังจากหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าว 25-30 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 ครั้งที่ 2 เมื่อต้นข้าวอายุ 60 วัน ใส่ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 และดูแลนาข้าวโดยการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตามลักษณะอาการที่พบ

จากการวิเคราะห์กระบวนการปลูกข้าวด้วยวิธีใช้เครื่องหว่านพ่น โดยผู้วิจัยและเกษตรกรในพื้นที่ พบว่าเกษตรกรมีต้นทุนในขั้นตอนของการปลูกข้าวด้วยวิธีการหว่านพ่น ประกอบด้วย ค่าจ้างแรงงานหว่านพ่นเฉลี่ย 40 บาท/ไร่ และใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวในอัตราเฉลี่ย 25-30 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็นต้นทุนเฉลี่ย 600 บาท/ไร่ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนการทำนาพบว่า การทำนาของเกษตรกรมีการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวมากเกินความจำเป็น จึงทำให้ต้นทุนการทำนาเพิ่มขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันเมล็ดพันธุ์ข้าวมีราคาสูงขึ้น ผนวกกับเกษตรกรในพื้นที่ไม่มีศักยภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ จึงทำให้เกษตรกรมีความสนใจและต้องการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อนำมาใช้ทดแทนเครื่องหว่านพ่นที่ใช้งานในปัจจุบัน ซึ่ง

RETRACTED

จะลดการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว ส่งผลต่อการลดต้นทุนการทำนาของเกษตรกรได้โดยตรง

กระบวนการที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงและการยอมรับของชุมชนเป้าหมาย

งานวิจัยนี้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่สามารถลดต้นทุนการทำนาโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อให้ชุมชนและนักวิจัยร่วมกันคิด ร่วมกันทำ โดยใช้ทุนความรู้และศักยภาพที่มีอยู่ของชุมชน (สีลาภรณ์ บัวสาย, 2554) ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเกษตรกรในชุมชน ปราชญ์ชาวบ้านผู้มีความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลทางการเกษตร นักวิจัย และองค์กรภาคีเครือข่ายในพื้นที่ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ (ปรีชา ปิยะจันทร์, 2548) ซึ่งพื้นที่กร[illegible]คือ ตำบลวังแดง อำเภอตรอน และตำบลท่ามะเฟือง อ[illegible]อพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยมีกิจกรรมดังนี้

1) **การจัดกิจกรรมการถ่ายทอด[illegible]ความรู้[illegible]นำเสนอการวิจัยเชิงปฏิบัติการ** ดำเนินการ[illegible]นที่บ้านเลขที่ 217 [illegible]ม่ที่ ตำบลวังแดง (ภาพที่ 3) ซึ่งเป็น[illegible]นของคุณ[illegible]ประเทือง [illegible]สุข ปราชญ์ชาวบ้านผู้มีความ[illegible]วชา[illegible]การพัฒนา[illegible]โนโลยีเครื่องจักรกลทางการ[illegible]ตร ประกอบ[illegible]กิจกรร[illegible]การถ่ายทอดเทคโนโลยีลดต้น[illegible]และ[illegible]ประสิทธิภาพ[illegible]ระบวนการทำนา ทำให้เกษตรกรทำนาในพื้นที่[illegible]ความเข้าใจเกี่ยวกับการลดต้นทุน

ภาพที่ [illegible] การไถปั่นและ[illegible]อกนา

ภาพที่ 2 การหว่านพ่นเมล็ดพันธุ์ข้าว

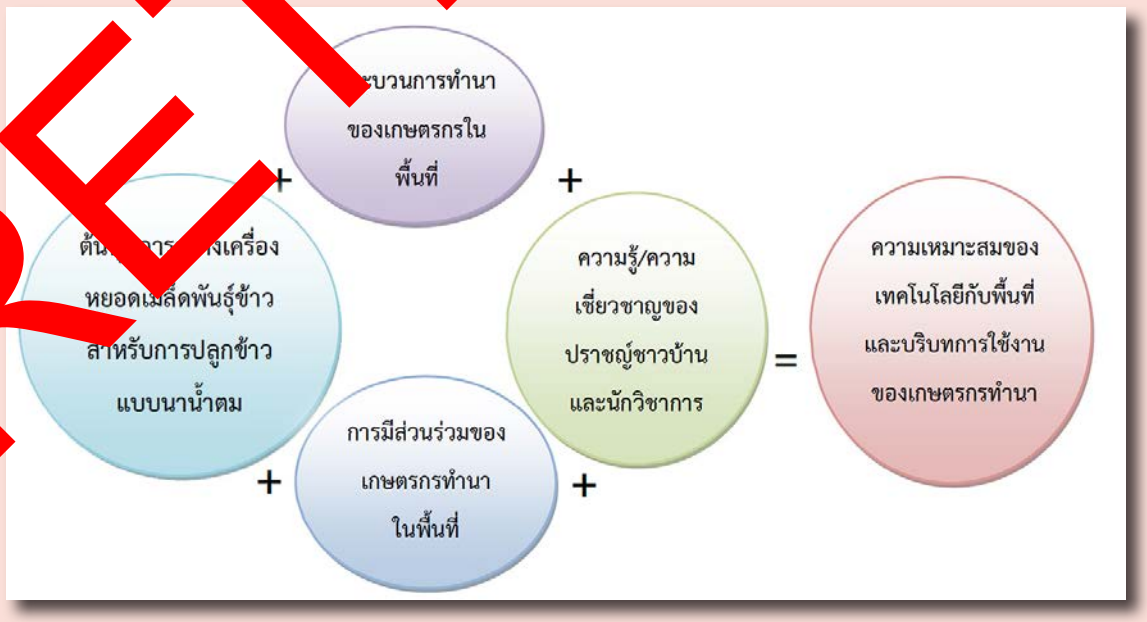
ภาพที่ 3 กิจกรรมการถ่ายทอดองค์ความรู้และนำเสนอการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

RETRACTED

การทำนาและกระบวนการสร้างและออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับการปลูกข้าวแบบนาน้ำตมให้เกิดความเหมาะสม สำหรับการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมทำให้เกษตรกรทำนารับรู้ถึงบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันระหว่างปราชญ์ชาวบ้าน ผู้วิจัยและเกษตรกรทำนาในพื้นที่ 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มเกษตรกรทำนาหาดกรวดพัฒนา ตำบลท่ามะเฟือง อำเภอพิชัย จำนวน 17 ราย และกลุ่มเกษตรกรทำนาบ้านวังแดง ตำบลวังแดง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 25 ราย

2) **การพัฒนาแนวทางการสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับบริบทการทำนาของพื้นที่** ผู้วิจัยใช้การเก็บข้อมูลจากการอภิปรายและตั้งคำถามเป็นหัวข้อ เพื่อให้กลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการนำเสนอความคิดเห็นและเสนอแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตร สำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม โดยวางแผนการทำงานร่วมกับชุมชน (วรงค์ นัยวินิจ, 2558) ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลและศักยภาพของชุมชนร่วมกัน จึงก่อให้เกิดรูปแบบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่และบริบทการใช้งานของเกษตรกรทำนา (ภาพที่ 4)

2.1) **ต้นทุนการสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม** การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตรในครั้งนี้ต้องมีความเหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกรทำนาในพื้นที่ กล่าวคือ ราคาในการสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม ไม่ควรเกิน 150,000 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับราคารถไถนาแบบเดินตาม เนื่องจากเป็นราคาต้นทุนที่เกษตรกรมีกำลังซื้อและสามารถตัดสินใจจัดหามาใช้งานได้ รวมถึงวัสดุหรืออุปกรณ์ที่เป็นส่วนของโครงสร้างหลักควรหาได้ในชุมชน เพื่อให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุงกับการทำงาน (เตือนใจ ปิยัง, 2561) ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกวัสดุของโครงสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมเป็นโลหะเหล็ก (Steel) ประเภทเหล็กกล้าคาร์บอน (High Carbon steel) ซึ่งมีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ในเนื้อเหล็กมากกว่าร้อยละ 0.6 เป็นเหล็กที่มีความแข็งและต้านแรงดึงสูงต่อการสึกหรอ มีความเหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนในเครื่องจักรกลทางการเกษตร อีกทั้งมีราคาไม่สูงมากนักจึงทำให้ต้นทุนไม่สูง ส่วนชุดลูกหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวเลือกใช้พลาสติก (พีวีซี) เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและสามารถเจาะรูได้ง่าย ชุดกล่องบรรจุเมล็ดพันธุ์ข้าวเลือกใช้วัสดุเหล็กกล้าผสม (Stainless steel) ซึ่งเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรง และไม่เป็นสนิม ส่วนระบบต้นกำลังใช้เครื่องยนต์เล็กที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ มีราคาไม่สูงและเป็นอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในชุมชนสามารถซ่อมแซมและปรับแต่งได้โดยช่างในชุมชน (มานิต ภู่ผ่องแก้ว, 2560) ระบบส่งกำลังใช้ร่วมกันระหว่างพูเล่และสายพานร่วมกับระบบเฟืองโซ่เพื่อให้ง่ายต่อการปรับความเร็วรอบการหยอดของชุดลูกหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว ผลจากการออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม พบว่าสามารถสร้างเครื่องต้นแบบโดยมีต้นทุนไม่เกิน 120,000 บาทต่อเครื่อง ซึ่งเป็นราคาที่เกษตรกรยอมรับได้



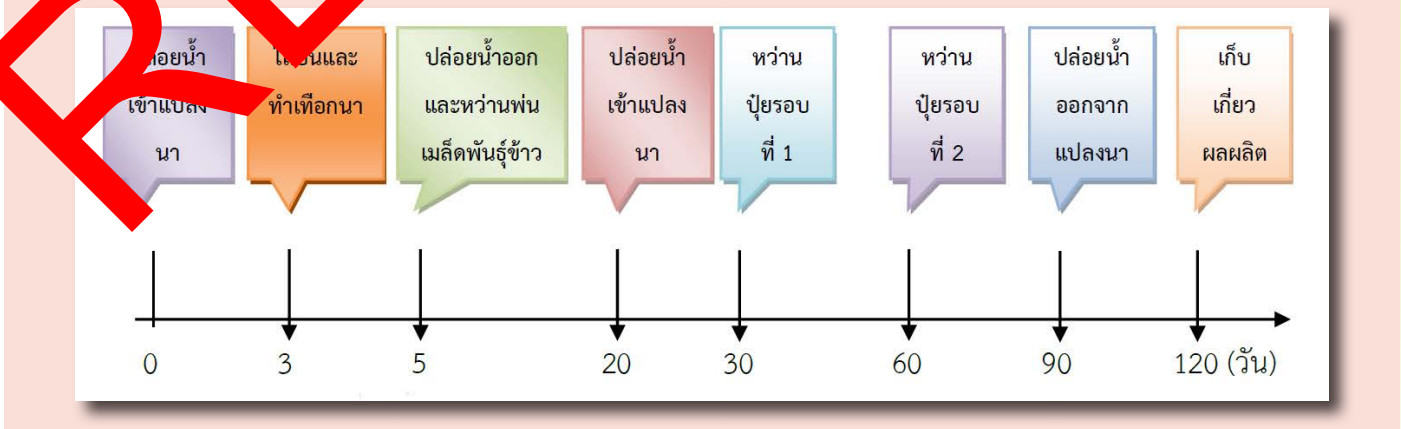
ภาพที่ 4 แนวทางการออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมเพื่อให้มีความเหมาะสมกับบริบทและการใช้งานของเกษตรกรทำนาในพื้นที่

RETRACTED

2.2) กระบวนการทำนาของเกษตรกรในพื้นที่ เพื่อให้ระบบการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมเกิดความเหมาะสมกับลักษณะการทำงานของเกษตรกรในพื้นที่ ผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการทำนาของเกษตรกรในพื้นที่ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ (ภาพที่ 5) จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นพบว่าการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ซึ่งเป็นข้าวอายุสั้นเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะเวลา 120 วัน (สุรเวทย์ กฤษณะเศรณี, 2548) โดยใช้วิธีการหว่านพ่นการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ยต่อไร่สูงถึง 20–30 กิโลกรัม/ไร่ ต้นทุนการทำนาเฉลี่ย 3,520 บาท/ไร่

2.3) การมีส่วนร่วมของเกษตรกรทำนาในพื้นที่ การมีส่วนร่วมเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้เกิดกระบวนการยอมรับและการเรียนรู้ในขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน (นิตยา เงินประเสริฐศรี, 2544) จากการทำงานในกระบวนการออกแบบและวางแผนร่วมกันพบว่า เกษตรกรในพื้นที่มีการเสนอแนวทางด้านข้อกำหนดสมรรถนะของเครื่องจักร (Specification) โดยมีข้อสรุปด้านการกำหนดขอบเขตของ[illegible] ออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม เพื่อ[illegible] ความเหมาะสมกับลักษณะการทำนาของเกษตรกรในพื้นที่ โด[illegible] กำหนดให้มีคุณสมบัติเด่นที่สำคัญคือ สามารถ[illegible] ครั้งละ 10 แถว ขนาดความกว้าง 2 เมตร กล่องบรรจุ[illegible]ดพันธุ์ข้า[illegible]ามารถบรรจุได้ไม่น้อยกว่า 30 กิโลกรัม ประสิท[illegible]พในการ[illegible] พันธุ์ข้าวได้ประมาณ 30 ไร่/วัน ลด[illegible]การใช้[illegible]ลง 600–700 บาท/วัน และที่สำคัญคือต้องส[illegible]รถลดการใช้เม[illegible]พันธุ์ลงเหลือเพียง 6–10 กิโลกรัม/ไร่ [illegible]ทำให้[illegible]นการทำนาข[illegible]กษตรกรลดลง ด้านการใช้วัสดุ[illegible]หมาะสม (Mat[illegible]ls selection) กำหนดให้เลือกใช้วัสดุที่[illegible]ามารถหาได้ทั่วไปจากร[illegible]ายวัสดุก่อสร้างภายในชุมชนเพื่อให้ง่ายต่อการจัดหาและไม่มีต้นทุนค่าขนส่ง และจากการรวมกลุ่มเพื่ออภิปรายหาข้อสรุปด้านลักษณะการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม ซึ่งทำให้เกิดข้อสรุปด้านการออกแบบร่วมกันคือ ระบบ[illegible]นของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมที่[illegible]พัฒนาขึ้นนั้นจะออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งานลักษณะเดีย[illegible]รถไถนาแบบเดินตาม ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลการเกษ[illegible]เกษตร[illegible]ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แต่เนื่องจากรถไถนาแบบเดิ[illegible]มีข้อจำกัดในก[illegible]ทำงา[illegible] คือต้องให้ผู้ใช้งานเดินบังคับจึงเ[illegible]ารเมื่อยล้[illegible]ณะทำงาน [illegible]นน เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้า[illegible]หรับ[illegible]น้ำตมที่พัฒนาขึ้[illegible]จึงต้องออกแบบให้เป็นลักษณ[illegible]ารนั่งบังคับ [illegible]ต้องกำ[illegible]ดระยะการบังคับระบบกลไก[illegible]ทาง[illegible]องเครื่องจักรใน[illegible]ส่วนให้เหมาะสมกับสรีระตามหลักการยศาสตร์[illegible]มากที่สุดเพื่อให้เกิดความสะดวกและลดค[illegible]ล้าในขณะใช้งาน[illegible]ริศ เจริญพร, 2543) อีกทั้งการออ[illegible]แบบระบบกลไกต่างๆ จะต้องไม่ซับซ้อน เมื่อเกิดปัญหาการใ[illegible]านเกษตรกรสา[illegible]รถเข้าใจหลักการทำงานและสามารถแก้ไขปั[illegible]า รวมถึงบำรุ[illegible]ษาได้ด้วยตนเองอย่างเหมาะสม

3) ก[illegible]องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมและการทดลอง การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้[illegible]เครื่อง[illegible]อดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม ใช้การมีส่วนร่วมระหว่างนักวิจัยกับเกษตรกรในพื้นที่ ซึ่งมีคุณลุงประเทือง ศรีสุข ราชญ์ชาวบ้านผู้มีความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลทางการเกษตรเป็นที่ปรึกษา ร่วมกันทำงานตามแผนที่ได้วางไว้ตั้งแต่ร่วมกันเลือกวัสดุที่ใช้สร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม การสร้าง จนถึงขั้นตอนของการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน การสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมนั้น เกษตรกรและผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการเชื่อมโลหะเพื่อประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างของตัวเครื่อง เนื่องจากการ



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการทำนาของเกษตรกรในพื้นที่ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ

RETRACTED

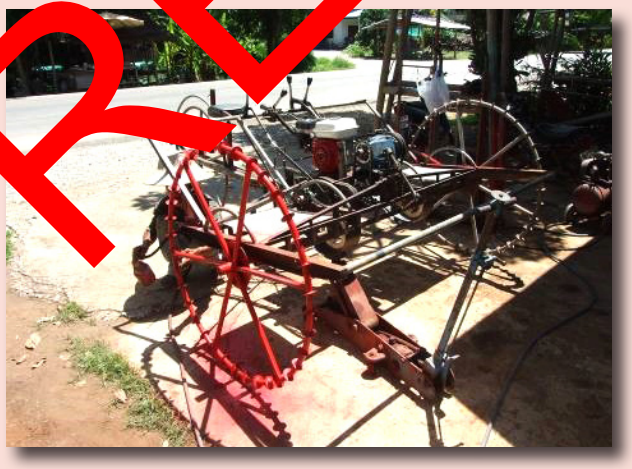
เชื่อมประสานแบบหลอมละลาย (Fusion welding processes) เป็นการเชื่อมโดยอาศัยการให้ความร้อนแก่โลหะชิ้นงานจนถึงจุดหลอมละลายโดยใช้อุณหภูมิสูงถึง 5000 °C เพื่อทำให้โลหะชิ้นงานหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกันจึงทำให้รอยต่อมีความแข็งแรง อีกทั้งยังเป็นกระบวนการที่ง่ายต่อการทำงานมากกว่าการต่อยึดด้วยวิธีการอื่นๆ และง่ายต่อการซ่อมบำรุงเมื่อเกิดความเสียหายต่อเครื่องจักร (Kou, 2003) (ภาพที่ 6) ในด้านระบบต้นกำลังของเครื่องจักรใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็กที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ ใช้น้ำมันเบนซิน 91 เป็นเชื้อเพลิง ขนาด 5.5 แรงม้า (ภาพที่ 7) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ต้นกำลังที่นิยมใช้งานในชุมชน จึงทำให้เกิดความประหยัดและปลอดภัยในการใช้งานมากกว่าการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เพราะในขั้นตอนของการนำเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวไปใช้นั้นจะต้องนำไปใช้ในพื้นที่นาที่มีน้ำท่วมขังจึงเป็นการป้องกันอันตรายหากอุปกรณ์สัมผัสกับน้ำโดยตรง ระบบส่งกำลังใช้ระบบเฟืองโซ่เพื่อให้ง่ายต่อการปรับความเร็วรอบและทดกำลังของระบบขับเคลื่อนเครื่องจักร ซึ่งระบบการปรับความเร็วรอบและทดกำลังด้วยเฟืองโซ่นี้สามารถสร้างได้ง่ายและมีราคาถูก (บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ, 2518)

4) กิจกรรมการคืนข้อมูลการทำงานสู่เกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การคืนข้อมูลจัดขึ้น ณ ที่ทำการของกลุ่มเกษตรกรทำนาหาดกรวดพัฒนา ตำบลท่ามะเฟือง อำเภอพิชัย เพื่อคืนข้อมูลสู่เกษตรกรโดยมีนักวิจัย คุณลุงประสิทธิ์ ทองศรีสุข ปราชญ์ชาวบ้าน และประชาชนทั่วไปเข้าร่วมกิจกรรม (ภาพที่ 8) ... ผลการดำเนินงานให้ชุมชนได้รับทราบ ซึ่งพบว่ากระบวนการเรียนรู้และการให้ข้อเสนอแนะการต่อยอดความรู้เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมจากเกษตรกรรายอื่นๆ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของเกษตรกรในชุมชนที่เกิดการยอมรับเทคโนโลยี (อเนก ชิตเกสร, 2547) เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการทำนาของเกษตรกรในพื้นที่

ความรู้หรือความเชี่ยวชาญที่ใช้

การสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวสำหรับนาตมใช้หลักการออกแบบในเชิงวิศวกรรมจากนักวิชาการร่วมกับการใช้ภูมิปัญญาของปราชญ์ชาวบ้านที่มีองค์ความรู้และประสบการณ์ในการสร้างเครื่องจักรกลการเกษตร การออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดข้าวสำหรับนาน้ำตมมีดังนี้

โครงสร้างด้านหน้าของตัวเครื่องมีแท่นสำหรับวางกล่องโลหะซึ่งทำจากแผ่นโลหะขึ้นรูปสองกล่องติดตั้งอยู่ด้านหน้าทั้งสองข้างและทำมุม 70 องศากับตัวเครื่องเพื่อใช้สำหรับบรรจุและปล่อยเมล็ดพันธุ์ข้าวให้ตกลงด้านล่างขณะใช้งาน มีช่องให้เมล็ดข้าวไหลลงสู่ท่อกลางที่สามารถปรับความเร็วของการไหลของเมล็ดข้าว ... ของตัวกล่องมีฝาที่สามารถปิด-เปิดได้โดยใช้บานพับโลหะ ... ของกล่องแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนบนเป็นช่องว่างรูปกรวยทรงเหลี่ยมเพื่อใช้เป็นช่องทางสำหรับใส่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่จะนำไปหยอด และส่วนล่างเป็นช่องทางสำหรับลำเลียงเมล็ดพันธุ์ข้าวไปสู่ชุดลูกหยอดซึ่งมีลักษณะเป็นท่อกลวงที่ทำจากพลาสติก ซึ่งมีการเจาะรูให้มีลักษณะเป็นรูเรียวโดยรอบตัวแกนเพลาท่อกลวงในทิศทางตามแนวเส้นรอบวงของตัวท่อ เพื่อเป็นทางออกของเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยระยะห่างของรูเจาะเป็นตัวกำหนดระยะห่างในการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว



ภาพที่ 6 การเชื่อมประกอบโครงสร้าง

ภาพที่ 7 การติดตั้งเครื่องยนต์ขนาด 5.5 แรงม้า

RETRACTED

ภาพที่ 8 กิจกรรมการคืนข้อมูลสู่ชุมชนเกษตรกรทำนาในพื้นที่และองค์กรภาคีเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง

RETRACTED

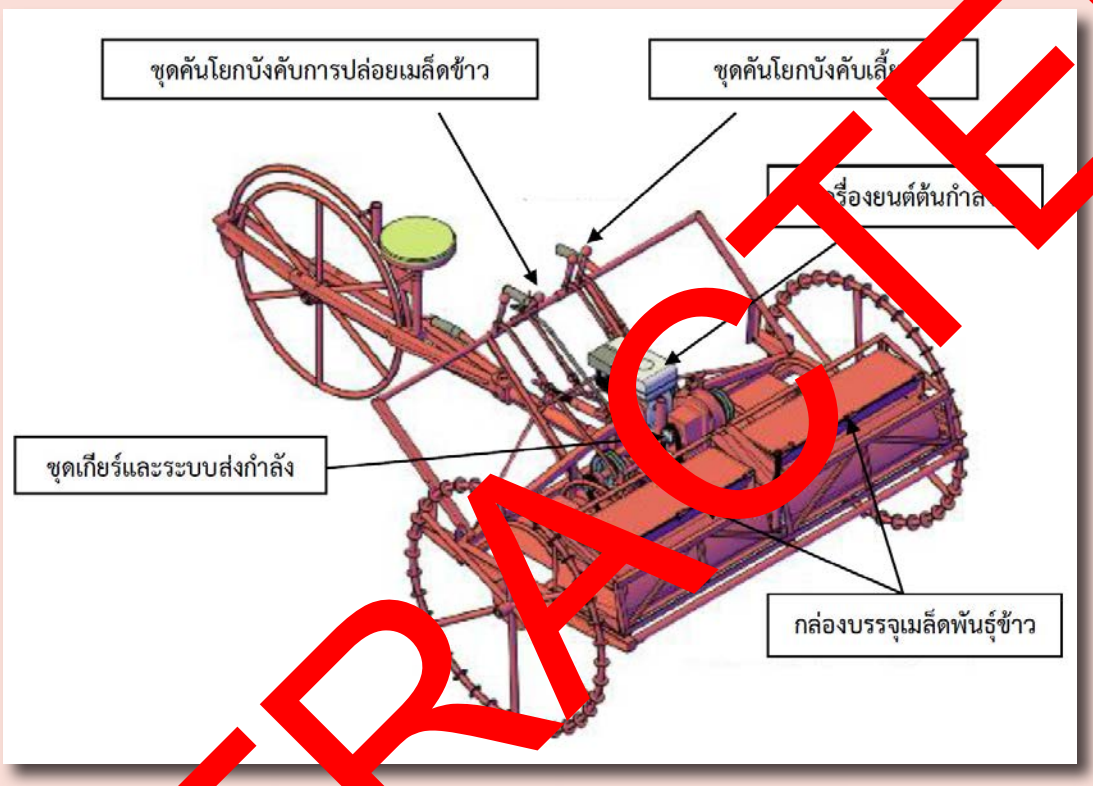
โครงสร้างตรงกลางของตัวเครื่องใช้สำหรับเป็นแท่นวางเครื่องยนต์ขนาด 5.5 แรงม้า เพื่อเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนชุดลูกหยอดและการหมุนล้อหน้าทั้งสองข้างโดยใช้วิธีการส่งกำลังด้วยระบบเฟืองโซ่และสายพานร่วมกัน เพื่อใช้ในการขับชุดลูกหยอดในส่วนของกล่องเมล็ดด้านหน้าให้หมุนไปข้างหน้าเพื่อตักและปล่อยเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อทำการหยอด และใช้เป็นตัวส่งกำลังให้กับแกนเพลาขับเคลื่อนด้านข้างข้างหน้าของตัวเครื่องให้หมุนขับล้อหน้าทั้งสองล้อให้ขับเคลื่อนไปข้างหน้าเมื่อใช้งาน ชุดควบคุมการบังคับเลี้ยวและชุดควบคุมการหมุนของชุดลูกหยอดเป็นลักษณะของคันโยกยึดติดกับแกนเพลาลักษณะรูปตัวยูที่ติดอยู่กับตัวเครื่องหยอดที่ตำแหน่งด้านหลังของเครื่องยนต์ต้นกำลัง

โครงสร้างด้านหลังของตัวเครื่องเป็นส่วนที่นั่งของผู้ควบคุมบังคับเครื่องขณะที่ใช้งาน ซึ่งติดตั้งไว้หนึ่งที่นั่งสำหรับคนขับและมีชุดล้อหลังออกแบบให้เป็นแบบล้อเดี่ยวสามารถหมุนได้อย่างอิสระทำหน้าที่ประคองตัวรถหยอดให้เกิดความสมดุลขณะที่มีการเคลื่อนที่ โดยชุดโครงสร้างด้านหลังนี้จะเชื่อมต่อกับชุดโครงสร้างด้านหน้าด้วยสลักเกลียวที่ทำจากแกนเหล็กที่สามารถหมุนได้ 180 องศา เพื่อประโยชน์ในการบังคับการเลี้ยวในขณะใช้งาน (ภาพที่ 9) ส่วนไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ต้นกำลังจะส่งผ่านทางท่อไอเสียไปทางด้านหลังเพื่อไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานสูดดมไอเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน

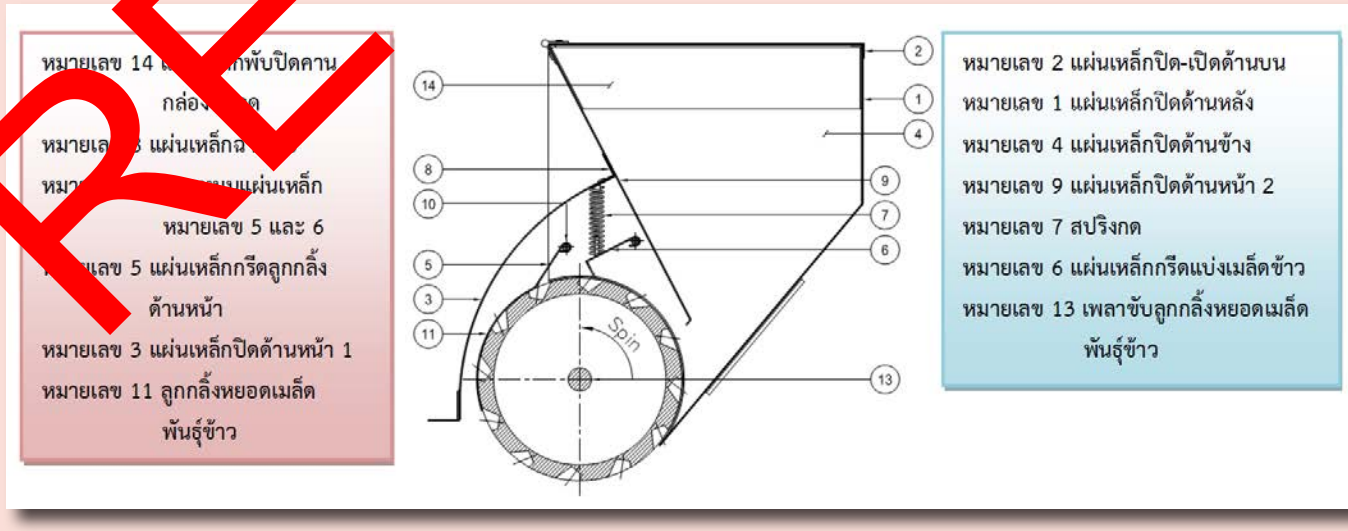
สำหรับส่วนประกอบสำคัญของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมคือชุดลูกหยอด ออกแบบให้มีลักษณะเป็นท่อกลวงทำจากพลาสติก ซึ่งมีการเจาะรูที่ผิวท่อด้านนอกให้เป็นลักษณะรูเรียวเอาไว้โดยรอบในทิศทางตามแนวเส้นรอบวงของตัวท่อจำนวน 5 แถว แถวละ 14 รู รวมทั้งสิ้น 70 รู โดยรูเรียวมีลักษณะเป็นรูปทรงกรวยปลายตัด ฐานของรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 11 มิลลิเมตร ลักษณะของปากรูด้านบนมีลักษณะลาดเอียงตามพื้นผิวของชุดลูกหยอด ความลาดเอียงของผิวรูด้านล่างจะลาดเอียง 38 องศา ส่วนความลาดเอียงจากผิวรูด้านบนจะลาดเอียง 33 องศา และปลายท่อทั้งสองด้านจะปิดปลายท่อด้วยแผ่นพลาสติกแข็งแล้วเจาะรูตรงกลางเพื่อใช้ในการสวมแกนเพลาขับเพื่อใช้ในการหมุนขับชุดลูกหยอดให้ทำงาน โดยปลายแกนเพลาขับด้านหนึ่งจะสวมอยู่ในแกนตลับลูกปืนที่ติดตั้งอยู่บนตัวโครงเพื่อใช้ประคองแกนเพลาขับในขณะที่ทำการหมุนขับชุดลูกหยอด ส่วนปลายแกนเพลาขับอีกด้านหนึ่งจะติดตั้งจานโซ่ โดยสวมและยึดติด

ด้วยสลักเกลียวบนแกนเพลาขับเพื่อใช้เป็นตัวรับกำลังจากโซ่ขับที่ต่อเชื่อมกับชุดเกียร์สำหรับทดกำลังให้ไปหมุนชุดลูกหยอดให้ทำงาน โดยด้านบนของชุดลูกหยอดจะมีสปริงเป็นตัวกดให้แผ่นเหล็กเรียบแนบสนิทกับผิวของชุดลูกหยอด และด้านหน้าของชุดลูกหยอดจะมีแผ่นเหล็กเรียบสำหรับกดเพื่อประคองไม่ให้เมล็ดพันธ์ข้าวที่อยู่ภายในรูเรียวหลุดร่วงลงมาก่อนถึงจังหวะหยอดเมล็ดพันธ์ข้าว (ภาพที่ 10)

RETRACTED



ภาพที่ [illegible] ส่วนประกอบหลัก [illegible] โครงสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม



ภาพที่ 10 กลไกการทำงานและส่วนประกอบของชุดลูกหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว

สถานการณ์ใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

จากการนำเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมไปทดสอบประสิทธิภาพในแปลงนาสาธิตโดยใช้ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 โดยเริ่มจากการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวแช่ในน้ำนาน 12 ชั่วโมง และผึ่งลมให้เหลือความชื้นประมาณร้อยละ 35-40 (ภาพที่ 11) จากนั้นจึงนำเมล็ดพันธุ์ข้าวเทลงกล่องบรรจุด้านหน้าตัวเครื่องทั้งสองกล่องซึ่งสามารถบรรจุได้ในปริมาณ 60-80 กิโลกรัม (ภาพที่ 12) ซึ่งผลจากการทดสอบประสิทธิภาพพบว่า สามารถหยอดข้าวได้ในอัตราเร็วเฉลี่ย 25 ถึง 30 ไร่ต่อวัน มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 600-700 บาทต่อวัน (ภาพที่ 13) โดยความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้นกำลังขนาด 5.5 แรงม้า ไม่มีผลต่ออัตราการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวเนื่องจากระบบทดความเร็วรอบของชุดลูกหยอดแยกออกมาจากระบบขับเคลื่อนจึงทำให้อัตราเร็วในการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวคงที่ การปลูกข้าวด้วยการใช้เครื่อง[illegible]เมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมมีต้นทุนเพียง 150 ถึง [illegible]0 บาทต่อไ[illegible] ระยะห่างระหว่างแถวห่าง 20 เซนติเมตร ยาว[illegible]เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมทำให้ต้นข้าวไม่แออัด[illegible]และไม่แย[illegible]หารทำให้ต้นข้าวแข็งแรงกว่านาหว่าน จำนวน[illegible]ต้นข้าวที่หยอดต่อจุ[illegible]ประมาณ 5-10 เมล็ด ซึ่งเมล็ดพันธุ์ข้าวจะ[illegible]ขึ้นระยะ[illegible]า 3 วัน หลัง[illegible]หยอดลงแปลงนา (ภาพที่ [illegible] อีกทั้ง[illegible]ลดอัตรา[illegible]ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว ซึ่งวิธีหว่าน[illegible]จะใช้เมล็ดพ[illegible]ข้าวในอัตรา 25-30 กิโลกรัม/ไร่ แต่เครื่[illegible]หยอ[illegible]มล็ดพันธุ์ข้าวสำ[illegible]นาน้ำตมใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเพียง 6-10 กิโลกรัม/

RETRACTED

ภาพที่ 11 การเตรี[illegible]มล็ดพันธุ์ข้าวก[illegible]ำไปหยอดและผึ่งลมให้เหลือความชื้[illegible]ระมาณประมาณร้อยล[illegible]5-40

ภาพที่ 12 การเทเมล็ดพันธุ์ข้าวลงกล่องบรรจุสามารถใส่ได้ปริมาณ 60-80 กิโลกรัม

ภาพที่ 13 การทดลองใช้งานเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม

ผลการเก็บข้อมูลจากแปลงนาสาธิตโดยทำการเพาะปลูกในช่วงการทำนาปีระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึง ระยะเก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 โดยใช้พื้นที่ของกลุ่มเกษตรกรทำนาหาดกรวดพัฒนา ตำบลท่ามะเฟือง อำเภอพิชัย และกลุ่มเกษตรกรทำนาบ้านวังแดง ตำบลวังแดง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ พื้นที่ทำนาตัวอย่างจำนวน 14 ไร่ พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกคือ ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 อายุการเก็บเกี่ยว 120 วัน พบว่า การปลูกข้าวด้วยเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมช่วยให้สามารถประหยัดเมล็ดพันธุ์ข้าวและปุ๋ยมากกว่าการปลูกข้าวแบบหว่านพ่น อีกทั้งยังทำให้ต้นข้าวที่งอกหลังจากการหยอด มีการเจริญเติบโตอย่างเป็นแถวเป็นแนวภายในระยะเวลา 20 วัน เหมือนการปลูกแบบปักดำ จึงทำให้ต้นข้าวมีระยะห่างระหว่างแถวที่เหมาะสมมีผลให้ต้นข้าวแตกกอดีลักษณะลำต้นสูงประมาณ 10 เซนติเมตร (ภาพที่ 15) และเมื่อต้นข้าวเจริญเติบโตในระยะเวลา 1 เดือน พบว่า ในระยะนี้ต้นข้าวเริ่มมีการแตกกอแน่นขึ้น (มองเห็นแถวต้นข้าวเป็นแนวเหมือนกับการดำนา) ความสูงประมาณ 15 เซนติเมตร (ภาพที่ 16)

ผลการเก็บข้อมูลผลผลิต พบว่า ข้าวที่ปลูกด้วยเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมมีจำนวนเมล็ดข้าวต่อร[illegible]เมล็ด/รวง ผลผลิตข้าวเปลือกแปลงน[illegible]าธิตของกลุ่มเกษตรกรทำนาบ้านวังแดง ได้ข้าวเปลือกจำนว[illegible]60 ตัน เฉลี่ย 900 กิโลกรัม/ไร่ ความชื้นประมาณร้อ[illegible]ละ 29-3[illegible]ส่วนแปลงนาสาธิตของกลุ่มเกษตรกรทำนาหาดกรวดพัฒนา ได้ข้าวเปลือกจำนวน 11.50 ตัน เฉลี่ย 820 กิโ[illegible]ม/ไร่ ความชื้นประมาณร้อยละ 29-30 เมื่อเปรียบเทียบอัตราผลผ[illegible]ระหว่างการปลูกข้าวด้วยเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมกับการหว่านพ่น พบว่าปริมาณผลผลิตข้าวที่เกษตรกรได้รับมีความแตกต่างกันไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าการปลูกข้าวด้วยเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมสามารถ[illegible]ต้นทุนการทำนาได้มากกว่า

ภาพที่ 14 ลักษณะ[illegible]เมล็ดพันธุ์ข้าวที่งอกในระยะเวลา 3 วัน หลังจากหยอดลงแปลงนา

ภาพที่ 15 ต้นข้าวที่งอกหลังจากการหยอดเมล็ดพันธุ์ระยะเวลา 20 วัน

RETRACTED

ภาพที่ 16 ลักษณะการแตกกอในระยะที่ต้นข้าวมีอ[illegible]รบ 1[illegible]น

ผลการเปรียบเทียบต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมกับการทำงานในปัจจุบันของเกษตรกร พบว่า วิธีการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวของทั้งการหว่านพ่นและเครื่องหยอด มีการทำงาน 3 ขั้นตอนเหมือนกัน[illegible]อ การทำความสะอาด การแช่ และการผึ่งเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมสามารถบรรจุเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ในปริมาณ 60–80 กิโลกรัม แต่เครื่องหว่าน[illegible]แบบสะพายหลังบรรจุเมล็ดพันธุ์ข้าวได้เพียง 30 กิโลกรัม จึงทำให้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวบรรทุกเมล็ดพันธุ์ข้าวได้มากกว่า[illegible]เท่า และผลการเปรียบเทียบข้อมูลด้านอัตราค่าใช้จ่ายต่อการทำ[illegible]1 ไร่ ระหว่างการปลูกข้าวด้วยเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมกับการปลูกข้าวด้วยเครื่องหว่านพ่น (ตาราง[illegible]1) ซึ่งเมื่อพิจารณาต้นทุนรวมของค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าว 1 ไร่ เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสามารถลดต้นทุนการทำนาได้เฉลี่ย 720 บาท/ไร่

ระยะเวลา[illegible]นในการใช้[illegible]นเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้[illegible]สำหรับ[illegible]น้ำตม

[illegible]วิเคราะห์[illegible]มทุนด้วยวิธีคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Hu[illegible]979) เพื่อคำนวณต้นทุนการใช้งาน จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนของ[illegible]เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมเปรียบเทียบกับเครื่องหว่านพ่น ซึ่งเมื่อเกษตรกรซื้อเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมในราคา 120,000 บาท จากผลการสำรวจพบว่าแรงงาน 1 คน สามารถทำการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวได้พื้นที่ประมาณ 1.5 ถึง 2 ไร่/ชั่วโมง (เฉลี่ย 1.75 ไร่/ชั่วโมง) มีต้นทุนค่าจ้างคนงานหว่านพ่น 40 บาท/ไร่ จึงทำให้จุดคุ้มทุนการใช้งานเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมมีค่าเท่ากับ 457.93 ไร่/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับก[illegible]หว่านพ่นด้วยแร[illegible]นคน ส่วนการคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Pay [illegible]k Period, PBP) [illegible]การใช้งานเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับน[illegible]ตม สามา[illegible]คำนวณด้วยการแทนค่าจากจำนวนเงินลงทุนในส่วนที่เกี่ยวกับเครื่องหยอดข้าวที่กำหนดราคาไว้ที่ 120,000 บาท[illegible]ทำการคำนวณตามสูตรการหาระยะเวลาคืนทุน เมื่อกำหนดให้

*1) **เงินลงทุน*** (ค่าเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว) ราคาเครื่องละ [illegible],000 บาท

*2) **ผลตอบแทนจากการใช้งานเครื่องหยอดข้าว*** (เฉลี่ยต่อปี) โดยกำหนดให้เครื่องหยอดข้าวมีช่วงระยะเวลาในการทำงาน 3 เดือนต่อปี (กำหนดตามช่วงฤดูการทำนาปีละ 3 ครั้ง)

*3) **อัตราการทำงานของเครื่องหยอดข้าว*** ประมาณ 25 ถึง 30 ไร่/ชั่วโมง ดังนั้นเมื่อคิดโดยเฉลี่ยแล้วเครื่องหยอดข้าวจะทำงานประมาณ 27 ไร่/ชั่วโมง (ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง/วัน เดือนละ 20 วัน ปีละ 3 เดือน)

*4) **อัตราค่าจ้างรถหยอดข้าว*** เท่ากับ 150 บาท/ไร่ ดังนั้นเครื่องหยอดข้าวสามารถทำงานได้ 27 x 20 = 540 ไร่/เดือน

*5) **อัตราผลตอบแทน*** (รายได้จากการใช้เครื่องหยอดข้าว) เมื่อคิดต่อเดือน จะมีรายได้เท่ากับ 540 x 15 = 81,000 บาท เมื่อทำงานครบ 3 เดือน จะมีรายได้เท่ากับ 81,000 x 3 = 243,000 บาท

*6) **การคำนวณหาต้นทุนการใช้งานเครื่องหยอดข้าว*** (ต้นทุนแปรผันต่อเดือน) ประกอบด้วย

6.1) ค่าดอกเบี้ย ร้อยละ 15 ต่อปี = 75 บาท

6.2) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R&M) ร้อยละ 1.2 ของราคาเครื่อง = 2,304 บาท

6.3) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง = 13,680 บาท

RETRACTED

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมของค่าใช้จ่ายการปลูกข้าวจากแปลงนาสาธิตในพื้นที่ของกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ

รายการค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าว (ต่อพื้นที่ 1 ไร่)	ค่าใช้จ่ายการปลูกข้าวด้วยเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว (บาท/ไร่)	ค่าใช้จ่ายการปลูกข้าวด้วยเครื่องหว่านพ่น (บาท/ไร่)
ขั้นตอนการเตรียมดิน		
ไถปั่น 2 ครั้ง (จ้างเหมา)	400	400
ฉีดพ่นสารควบคุมหญ้า–วัชพืช (จ้างเหมา)	110	110
ซักร่องระบายน้ำ (จ้างเหมา)	50	50
ขั้นตอนการปลูก		
ค่าเมล็ดพันธุ์	240	600
ค่าแรงการปลูก (จ้างเหมา)	150	40
ฉีดพ่นสารควบคุมศัตรูข้าว	160	1
หว่านปุ๋ยเคมี 46–0–0 รอบที่ 1 (จ้างเหมา)	300	425
หว่านปุ๋ยเคมี 16–16–0 (จ้างเหมา)	30	375
หว่านปุ๋ยเคมี 46–0–0 รอบที่ 2 (จ้างเหมา)	ไม่ต้องใส่	170
ขั้นตอนการดูแลรักษา		
ฉีดพ่นสารกำจัดแมลง (จ้างเหมา)	200	300
ฉีดพ่นฮอร์โมน (จ้างเหมา)	1	150
สารจับใบ	150	150
ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว		
ค่าจ้างรถเกี่ยวข้าว	450	450
ขั้นตอนขนส่ง		
ค่าจ้างรถบรรทุก	140	140
ต้นทุนรวมของค่าใช้จ่ายการทำนา	**2,800**	**3,520**

หมายเหตุ: การเปรียบเทียบต้นทุนรวมของค่าใช้จ่ายการทำนาในตารางที่ 1 ในขั้นตอนของการปลูกจะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าวด้วยเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวจะใช้ปุ๋ยเคมีในส่วนที่น้อยกว่าเนื่องจากต้นข้าวมีระยะห่างระหว่างกอที่เหมาะสมทำให้มีการตอบสนองต่อปุ๋ยและมีการเจริญเติบโตที่ดี

6.4) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น ร้อยละ10 ของราคาน้ำมันเชื้อเพลิง = 568 บาท

6.5) ค่าแรงงานคนขับ (วันละ 250 บาท) = 5,000 บาท

6.6) ค่าแรงงาน (วันละ 500 บาท) = 10,000 บาท

ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการใช้งานเครื่องหยอดข้าวต่อเดือนคิดเป็น 32,427 บาท/เดือน

ระยะเวลาคืนทุน = 120,000/(81,000 – 32,427) = 2.47 เดือน

ดังนั้นจึงทำให้สามารถสรุปได้ว่าเกษตรกรที่นำเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม (กรณีที่นำไปรับจ้างหยอดข้าว) จะมีระยะเวลาการคืนทุนเท่ากับ 2.47 เดือน หรืออาจกล่าวได้ว่าระยะเวลาเพียง 1 ฤดูกาลทำนาจะสามารถถึงจุดคุ้มทุนเมื่อเทียบกับราคาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีราคาเท่ากับ 120,000 บาท

การประเมินระดับการยอมรับเทคโนโลยีของชุมชน ด้วยการใช้แบบสอบถามจากกลุ่มเกษตรกรทำนาในพื้นที่ประกอบด้วย กลุ่มเกษตรกรทำนาหาดกรวดพัฒนา ตำบลท่ามะเฟือง อำเภอพิชัย จำนวน 17 ราย และกลุ่มเกษตรกรทำนาบ้านวังแดง ตำบลวังแดง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 25 ราย รวม ทั้งสิ้น 42 ราย โดยการประเมินแบ่งเป็นสองประเด็น ดังตารางที่ 2 ดังนี้ การยอมรับด้านโครงสร้าง ส่วนประกอบ/การใช้งาน พบว่า เกษตรกรให้การยอมรับว่าสามารถบำรุงรักษาและซ่อมแซมได้ง่ายด้วยตัวของเกษตรกรผู้ใช้มีค่าเฉลี่ย 4.88 ส่วนการยอมรับในด้านประโยชน์ที่ได้รับพบว่า เกษตรกรให้การยอมรับว่าช่วยให้ลดการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวลงได้ในปริมาณที่น่าพอใจ มีค่าเฉลี่ย 5.00

RETRACTED

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยระดับการยอมรับเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม

ประเด็นการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับการยอมรับ
การยอมรับด้านโครงสร้าง ส่วนประกอบ/การใช้งาน			
การออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบอย่างแข็งแรง	4.45	0.65	มาก
สามารถใช้งานได้ง่าย เนื่องจากระบบกลไกไม่มีความซับซ้อน	4.34	0.70	มาก
สามารถบำรุงรักษาและซ่อมแซมได้ง่ายด้วยตัวของเกษตรกรผู้ใช้	4.88	0.76	มากที่สุด
ความเหมาะสมกับการนำไปใช้กับสภาพนาทุกๆ ลักษณะ	3.24	0.43	ปานกลาง
ความสามารถหยอดเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวได้ทุกสายพันธุ์ที่มีลักษณะต่างกัน	4.87	0.64	มากที่สุด
รวม	**4.35**	**0.64**	**มาก**
การยอมรับในด้านประโยชน์ที่ได้รับ			
ความเหมาะสมที่จะนำไปทดแทนการปลูกข้าวด้วยวิธีอื่น	4.93	0.54	มากที่สุด
สามารถลดต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรได้เป็นอย่างดี	4.98	0.61	มากที่สุด
ช่วยให้ลดการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวลงได้ในปริมาณที่น่าพอใจ	5.00	0.00	มากที่สุด
สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับการพัฒนาศักยภาพของชาวนาได้อย่างยั่งยืน	4.87	0.40	มากที่สุด
ระดับการยอมรับต่อประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม	4.96	0.75	มากที่สุด
รวม	**4.94**	**0.46**	**มากที่สุด**

RETRACTED

ผลกระทบและความยั่งยืนของการเปลี่ยนแปลง

จากการวิเคราะห์ผลกระทบและความยั่งยืนของการเปลี่ยนแปลงด้วยตัวชี้วัดจากสิ่งบ่งชี้การใช้ประโยชน์ตามคุณลักษณะของนวัตกรรมเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม สามารถสรุปได้ดังนี้

1) **ประโยชน์ที่ได้รับจากนวัตกรรม** (Relation advantage) คือระดับความเชื่อถือว่า นวัตกรรมนั้นมีคุณสมบัติที่ดีกว่าความคิดหรือสิ่งที่มีอยู่เดิม (เจษฎา มิ่งฉาย, 2558) สำหรับการนำเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมมาใช้ประโยชน์ในกระบวนการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอตรอนและอำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ เกษตรกรระบุว่า “การนำเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมมาใช้ในกระบวนการปลูกข้าวสามารถลดต้นทุนการทำนา และทำให้การทำงานมีความสะดวก รวมถึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของเกษตรกร ซึ่งการสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนทำให้องค์ความรู้นั้นเกิดขึ้นและคงอยู่ในชุมชน และเป็นองค์ความรู้ที่สามารถแก้ไขปัญหาในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมของชุมชนได้อย่างยั่งยืน”

2) **การเข้ากันได้ดีกับสิ่งที่มีอยู่เดิม** (Compatibility) คือระดับนวัตกรรมซึ่งมีความสอดคล้องกับคุณค่า ประสบการณ์และความต้องการที่มีอยู่ในตัวผู้รับนวัตกรรมนั้นๆ (ฉัตรพล พิมพา, 2560) สำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่ออกแบบโครงสร้างเพื่อรองรับวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชุมชน เช่น เครื่องยนต์ต้นกำลังขนาดเล็ก อุปกรณ์ในระบบส่งและทดกำลังซึ่งมีอยู่ในชุมชน อีกทั้งเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมยังออกแบบให้ระบบการทำงานคล้ายคลึงกับระบบการทำงานของรถไถนาแบบเดินตามซึ่งใช้งานในชุมชน ทำให้นวัตกรรมที่เกิดขึ้นมาใหม่นั้นเข้ากันได้กับประสบการณ์และสิ่งที่มีอยู่เดิมในชุมชน

3) **ความซับซ้อน** (Complexity) คือระดับความเชื่อว่านวัตกรรมมีความซับซ้อน ยากต่อการเข้าใจและยากต่อการนำไปใช้ สำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม เป็นนวัตกรรมที่ง่ายต่อการใช้งานและไม่จำเป็นต้องมีการปรับแต่งหรือเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานใดๆ และสามารถปรับเปลี่ยนวัสดุ อุปกรณ์ และกลไกได้ด้วยช่างซ่อมเครื่องจักรกลการเกษตรทั่วไปที่มีอยู่ในชุมชน

ในกรณีที่พบความผิดพลาดหรือเกิดข้อบกพร่องในการทำงาน

4) การทดลองใช้ (Trial ability) คือระดับของนวัตกรรมที่สามารถมองเห็นจากผลการทดลองและสามารถปฏิบัติได้จริง สำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมมีการทดลองในลักษณะการจัดทำแปลงสาธิตในชุมชน (ภาพที่ 17) ซึ่งการทดลองได้ใช้แปลงนาและเมล็ดพันธุ์ข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ พบว่าการปลูกข้าวด้วยเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างจากการปลูกข้าวด้วยวิธีการหว่านพ่นแต่มีต้นทุนการทำนาลดลง

5) การสังเกตได้ (Observability) คือระดับของนวัตกรรมที่สามารถมองเห็นกระบวนการในการปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม สำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมสามารถแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมถึงกระบวนการทำงาน ซึ่งมีการทำงานเป็นไปตามข้อกำหนดของกลุ่มเกษตรกรทำนา จากการสังเกตพบว่าในชุมชนมีการปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าวจากการใช้เครื่องหว่านพ่นมาใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมเพิ่มขึ้นและยังคงใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยมีการจัดการในรูปแบบของศูนย์บริการเทคโนโลยีสำหรับชุมชน ในพื้นที่หมู่ที่ 3 ตำบลวังกะพี้ อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ เพื่อให้บริการกับเกษตรกรทำนาในพื้นที่สามารถติดต่อเพื่อนำเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมไปใช้ประโยชน์ โดยคิดอัตราค่าบริการรับจ้างหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวในอัตราไร่ละ 150 บาท/ไร่ อีกทั้งยังมีเกษตรกรทำนาบางส่วนได้มีการสั่งผลิตและสั่งซื้อเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตม เพื่อนำไปใช้หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวในแปลงของตนเองและนำไปรับจ้างหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวให้กับเกษตรกรทำนาในพื้นที่รายอื่นๆ ต่อไป

ภาพที่ 17 แปลงนาสาธิตในชุมชนเพื่อสร้างการรับรู้ให้กับเกษตรกรทำนาในพื้นที่

ข้อเสนอแนะ

1) การ[illegible]ด้วยเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำ[illegible]น้ำตม สามารถลดต้นทุนการทำนาได้เนื่องจากทำให้เกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเพียง 6-10 กิโลกรัม/ไร่ แต่ทั้งนี้เกษตรกรต้องเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว

2) การนำเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับนาน้ำตมไปใช้งานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้นจะเหมาะสมกับแปลงนาที่มีระบบการระบายน้ำที่ดีสามารถควบคุมระดับน้ำในแปลงนาได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อารี วิบูลย์พงศ์ ผู้ประสานงานชุดโครงการทุนพัฒนานักวิจัยสู่ตำแหน่งวิชาการเพื่อชุมชนและสังคม สัญญาทุนเลขที่ RDG5940004-2L10 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย อธิการบดี และคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ คุณลุงประเทือง ศรีสุข กลุ่มเกษตรกรทำนาในพื้นที่อำเภอตรอนและอำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ให้ความร่วมมือ เอื้อเฟื้อสถานที่และสละเวลาในการให้ข้อมูลต่างๆ เป็นอย่างดีจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

RETRACTED

บรรณานุกรม

เจษฎา มิ่งฉาย. (2558). ชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟล์ในก๊าซชีวภาพ: กิจกรรมเพื่อสังคมสำหรับเกษตรกรรายย่อย. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 7*(1), 47–58.

ฉัตรพล พิมพา. (2560). การมีส่วนร่วมในการพัฒนาเครื่องล้างมันเทศของชุมชนบ้านทับน้ำ อำเภอบางประหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 9*(2), 81–89.

ชัชวาล ทัตติวัช. (2555). การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory research–PAR): มิติใหม่ของรูปแบบการวิจัยเพื่อการพัฒนาชุมชนระดับท้องถิ่น. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2561, จาก http://www.polpacon7.ru.ac.th/download/article/การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม.doc

เตือนใจ ปียัง. (2561). การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือในสวนปาล์มน้ำมัน บ้านห้วยยูง จังหวัดกระบี่. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 10*(5), 365–374.

นริศ เจริญพร. (2543). *การยศาสตร์ = Ergonomics.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นิตยา เงินประเสริฐ์ศรี. (2544). การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม. *วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 2*(7), 61-

บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. (2518). *ทฤษฎีงานเครื่องมือกล.* กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ปรีชา ปิยะจันทร์. (2548). คู่มือเทคนิคการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของชุมชน. สืบค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2561, จาก http://www.krirk.ac.th/2557/download/m2.pdf.

ไพโรจน์ นะเที่ยง. (2555). *การนำเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับการปลูกข้าวแบบน้ำตมสู่การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะผ่านกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วยรูปแบบการจัดการความรู้แบบมีส่วนร่วมเพื่อลดต้นทุนการผลิตและพัฒนาศักยภาพของชาวนาอย่างยั่งยืน (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์).* อุตรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

มานพ แย้มแฟง. (2560). การพัฒนาเครื่องผ่าหมากสดกึ่งอัตโนมัติตามกระบวนการ[illegible]ผลหมาก. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 9*(6), 420–429.

วรงค์ นัยวินิจ. (2558). กระบวนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำให้มีความสามารถบริหารจัดการน้ำชลประทานระบบท่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตำบลบุ่งมะแลง อำเภอสว่างวีระวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 7*(1), 4–18.

วัฒนชัย สุภา. (2554). *การวิจัยและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวนาดำสำหรับใช้ร่วมกับรถไถนาแบบเดินตาม (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์).* กรุงเทพฯ: ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก กรมการข้าว.

วิรัตน์ จำนงรัตนพัน. (2551). *รูปแบบการทำนาแบบมีส่วนร่วมของชาวนาตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์).* อุตรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

สีลาภรณ์ บัวสาย. (2554). *การวิจัยเพื่อพัฒนาพื้นที่.* กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สุรเวทย์ กฤษณะเศรณี. (2548). *โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกข้าวและเทคโนโลยีการผลิตข้าวในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์).* กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

อเนก ชิตเกสร. (2547). การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR=Participatory Action Research). สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2561, จาก http://business.uvap.ac.th/ba-km/km%20 การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม.pdf.

Grist, D. H. (1986). *[illegible]e* (6th Ed.). New York: Longman.

H[illegible], D. (1979). *Farm power and machine management* (7th Ed.). Lowa State: University Press Ames, Lowa.

Kou, S. (2003). *Welding metallurgy* (2nd Ed.). USA: Wiley publications.

RETRACTED