

ทะเบียนวิจัยเลขที่	53 54 01 18 040000 010 000 01 11
ชื่อโครงการวิจัย	การใช้มาตรการวิธีพืชและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวไร่อินทรีย์บนพื้นที่ลาดเท จังหวัดเชียงราย Effect of Vegetative Measures and High-Grade Organic Fertilizer on Growth and Yield of Organic Upland Rice on Sloping Land, Chiang Rai
กลุ่มชุดดินที่	29 ชุดดินบ้านจ้อง (Bg)
ผู้ดำเนินการ	นางสาวถนอมขวัญ ทิพวงศ์ สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน นางปวีณา เกษทัน สถานีพัฒนาที่ดินเชียงราย

บทคัดย่อ

ข้าวไร่เป็นพืชอาหารหลักเพื่อการยังชีพที่สำคัญของประชากรชาวเขาและแสดงถึงความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งข้าวไร่ที่ปลูกส่วนใหญ่มีผลผลิตต่อไร่ต่ำ จึงจำเป็นต้องทำการศึกษากการใช้มาตรการวิธีพืชและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวไร่อินทรีย์บนพื้นที่ลาดเท ในจังหวัดเชียงราย เป็นระยะเวลา 2 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม 2553 จนถึงเดือนกันยายน 2554 โดยวางแผนวางการทดลองแบบ 3x4 Factorial in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 คือ มาตรการวิธีพืช 3 วิธีการ ได้แก่ ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ การคลุมดินด้วยวัสดุฟางข้าว และการปลูกพืชแซม และปัจจัยที่ 2 คือ อัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 4 ระดับ คือ 50 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชและอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตข้าวไร่ ผลการทดลองพบว่าการปลูกข้าวไร่ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช (vegetative measure) ได้แก่ การคลุมดิน (mulching) การปลูกพืชแซม (intercropping) ส่งผลทำให้ข้าวไร่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นข้าว การแตกกอ การออกรวง ผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักเมล็ด (กรัมต่อ 100 เมล็ด) และน้ำหนักฟางข้าว มีค่าใกล้เคียงหรือแตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกข้าวไร่เพียงอย่างเดียว โดยไม่ทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ แต่มีแนวโน้มว่าการปลูกข้าวไร่เพียงอย่างเดียวโดยที่ไม่ทำมาตรการวิธีพืชร่วมด้วยนั้นมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวไร่ต่ำกว่าการปลูกข้าวไร่ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์วิธีพืชวิธีการใดวิธีหนึ่ง สำหรับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 4 ระดับ ประกอบด้วยอัตรา 50 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ นั้น พบว่าการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นข้าวไร่และปริมาณผลผลิตของข้าวไร่ขึ้นอยู่กับระดับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เพิ่มขึ้น โดยอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับ 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้ผลผลิตมีค่าสูงแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงกับข้าวไร่ที่ระดับ 100-150 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายการใช้ปุ๋ยลงได้ สำหรับการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของดินลดลง ปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าลดลง

หลักการและเหตุผล

ข้าวไร่เป็นระบบการเพาะปลูกเพื่อการยังชีพที่สำคัญในอดีต แต่ได้ลดความสำคัญลงเมื่อการปลูกพืชเชิงการค้าได้มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น แหล่งปลูกข้าวไร่ส่วนใหญ่พบมากทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ สำหรับการปลูกข้าวไร่บนพื้นที่ลาดชันทางภาคเหนือนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นชาวเขาที่ใช้วิธีปลูกแบบดั้งเดิมและอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติเท่านั้นจึงทำให้ได้รับผลผลิตต่ำเพียง 270 กิโลกรัมต่อไร่ จึงไม่เพียงพอต่อการบริโภคในครัวเรือนทำให้เกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อซื้อข้าวมาบริโภคเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปริมาณข้าวไร่ที่เพียงพอต่อการบริโภคตลอดทั้งปีของสมาชิกในครัวเรือนจำนวน 4 คน ต้องได้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 400 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปัญหาการปลูกข้าวไร่บนพื้นที่ลาดชันสูงในภาคเหนือที่ให้ผลผลิตต่ำมีสาเหตุจากปัญหาความด้อยคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่เอง ปริมาณและการกระจายตัวของฝนในพื้นที่ต่ำ ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินจากการจัดการดินที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ขาดการปรับปรุงบำรุงดินและไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำใดๆ ทำให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดินจึงทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินขาดอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารพืช ผลผลิตพืชจึงลดลงหลังจากเพาะปลูกพืชได้เพียง 2-3 ปี เป็นเหตุให้เกิดปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าตามมาเพื่อขยายพื้นที่ปลูกให้มากขึ้นโดยการแผ้วถางป่าและเผา (slash and burn) หรือการย้ายที่เพาะปลูกข้าวไร่แห่งใหม่ในลักษณะของการทำไร่เลื่อนลอย (shifting cultivation)

การจัดการดินที่เหมาะสมกับการปลูกข้าวไร่เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีนั้นนับเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการผลิตข้าวไร่ให้เพียงพอต่อการบริโภค ซึ่งการปลูกพืชบนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจำเป็นต้องใช้ที่ดินอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ มีการจัดการดินอย่างเหมาะสมและทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อลดความรุนแรงของปริมาณน้ำไหลบ่าและลดการสูญเสียดิน โดยใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช (vegetative measures) ซึ่งเป็นการนำพืชพวกตระกูลถั่วบำรุงดิน หญ้าเลี้ยงสัตว์หรือหญ้าธรรมชาติมาปลูกเป็นแถบขวางความลาดเทของพื้นที่เพื่อดักตะกอนดินและน้ำ และช่วยปรับปรุงบำรุงดิน มาตรการทางพืชมีหลายวิธีการ อาทิ การปลูกพืชคลุมดิน การคลุมดิน การปลูกพืชปุ๋ยสด การปลูกพืชสลับเป็นแถบ การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแซม เป็นต้น (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2544)

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้นำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชและเทคโนโลยีด้านปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดินมาใช้ร่วมกันเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่ลาดเทภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์ที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีทุกชนิด รวมทั้งปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช วัชพืชและฮอร์โมนต่างๆ แต่มุ่งเน้นการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ปลูกพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่มีการปลูกพืชหมุนเวียน การคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นในดิน เป็นต้น โดยดำเนินการศึกษาวิจัยแปลงเกษตรกรในจังหวัดเชียงรายเนื่องจากเกษตรกรชาวเขาในจังหวัดเชียงรายยังคงนิยมปลูกข้าวไร่ไว้เพื่อการบริโภคกันมาก คาดว่าผลการวิจัยที่ได้รับจะทำให้ทราบถึงมาตรการวิธีพืชและการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เหมาะสมและสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ให้เพียงพอต่อการบริโภค ตลอดจนทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ และทำให้ใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวไร่จากการใช้มาตรการวิธีที่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง
2. เพื่อศึกษาสมบัติของดินจากการใช้มาตรการวิธีที่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

การตรวจเอกสาร

1. สถานการณ์การปลูกข้าวไร่

ประเทศไทยมีการปลูกข้าวไร่ใช้ประโยชน์ทางการค้าและความมั่นคงทางอาหารของประชากรในพื้นที่ต่างๆ จากข้อมูลของศูนย์วิจัยข้าวทั่วประเทศพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวไร่รวมประมาณ 668,486 ไร่ มีเนื้อที่เพาะปลูกในภาคเหนือ 343,461 ไร่ ภาคตะวันตก 202,383 ไร่ ภาคตะวันออก 41,979 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 42,293 ไร่ และภาคใต้ 38,370 ไร่ (กลุ่มงานประชาสัมพันธ์ กรมการข้าว, 2556) ผลผลิตข้าวไร่เฉลี่ย 270 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแหล่งปลูกข้าวไร่ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน น่าน เชียงใหม่ เชียงราย ตาก อุตรดิตถ์ ลำปาง เพชรบูรณ์หนองคาย ชัยภูมิ เลย และกาญจนบุรี ส่วนภาคใต้มีพื้นที่ปลูกเพียงเล็กน้อยและนิยมปลูกข้าวไร่แซมยางพารา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552)

สถานการณ์การปลูกข้าวไร่ในจังหวัดเชียงรายพบว่าการปลูกข้าวไร่กันมากในเขตอำเภอเมือง อำเภอเวียงป่าเป้า อำเภอแม่สรวย อำเภอแม่สลอง และอำเภอแม่จัน พันธุ์ข้าวไร่ที่นิยมปลูกได้แก่ ชิวแม่จัน เจ้าฮ่อ บางแห่งปลูกข้าวพันธุ์ญี่ปุ่น ก.วก.1 มาจากพันธุ์ซาซานิซิกิ (SASANISHIKI) ซึ่งเป็นข้าวเจ้านาสวนและไม่ไวต่อช่วงแสง และข้าวญี่ปุ่น ก.วก.2 มาจากพันธุ์อากิตะโกมาชิ (AKITAKOMACHI) เป็นข้าวเจ้านาสวนและไม่ไวต่อช่วงแสง ปลูกในสภาพไร่พื้นราบและเชิงเขา (สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว, 2551) ปัญหาผลผลิตข้าวไร่ต่ำมีสาเหตุจากความไม่บริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ ขาดการปรับปรุงบำรุงดิน และขาดการจัดการเขตกรรมที่เหมาะสม จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวไร่ให้เกษตรกรบ้านแสนใจใหม่ จังหวัดเชียงราย ให้ทำการคัดแยกและเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ มีการปรับปรุงบำรุงดินและจัดการเขตกรรมที่เหมาะสมทำให้สามารถเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตข้าวไร่ได้มากขึ้นจากเดิม 145 กิโลกรัมต่อไร่ เป็น 497 กิโลกรัมต่อไร่ (ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 2551)

2. ข้าวไร่: การปลูกและพันธุ์ข้าวไร่

ข้าวไร่ (upland rice) เป็นพืชที่สามารถทนเค็มได้เล็กน้อย ปลูกได้ในทุกสภาพพื้นที่ทั้งพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดเท ปลูกได้ในดินเหนียว ดินร่วนเหนียว ดินร่วนและดินทราย ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน 3.0-10.0 ต้องการปริมาณน้ำฝนมากกว่า 200 มิลลิเมตรต่อเดือน ตลอดฤดูการเพาะปลูก ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม และมีการกระจายของฝนดีตลอดฤดูปลูก (กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว, 2543) คุณภาพดินสำหรับปลูกข้าวไร่ชั้นที่มีความเหมาะสมสูง (highly suitable) ที่ทำให้ได้รับผลผลิตที่ดีจะต้องมีอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ปริมาณความต้องการน้ำช่วงการเพาะปลูก 450-650 มิลลิเมตร ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางถึงสูงมาก ความลึกของหน้าดินมากกว่า 50 เซนติเมตร และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน 5.1-6.0 โดยมีรายละเอียดระดับความเหมาะสมของค่าพิสัยของคุณภาพที่ดินสำหรับข้าวไร่ดังตารางผนวกที่ 1 (บัณฑิต และ คาร์ณ, 2542)

สภาพการปลูกข้าวไร่โดยทั่วไปนั้นเกษตรกรจะปลูกข้าวไร่ตามไหล่เขาหรือที่ราบสูงตามหุบเขาต่างๆ มักปลูกเพื่อใช้บริโภคในครัวเรือนเป็นหลัก เป็นการปลูกที่ปล่อยทิ้งไว้ตามสภาพธรรมชาติ ขาดการดูแลเอาใจใส่ ผลผลิตที่ได้แต่ละปีไม่แน่นอน การใส่ปุ๋ยเคมีกับข้าวไร่ควรแบ่งใส่ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 17-17-17 หรือ 16-16-8 หรือ 13-13-21 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากข้าวไร่มีอายุ 30 วัน และครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตหรือแอมโมเนียมคลอไรด์ในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ หรือใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่ ในระยะข้าวออกดอก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2533) ส่วนการปลูกข้าวไร่บนพื้นที่ดอนจะไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ สามารถปลูกได้ทั้งแบบหยอดเป็นหลุม (drilling) มีระยะระหว่างต้นและแถว 20-30 เซนติเมตร หยอดเมล็ดข้าวหลุมละ 5-8 เมล็ด ใช้เมล็ดพันธุ์ 6-8 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการปลูกแบบโรยเป็นแถว (row drilling) มีระยะห่างระหว่างแถว 25-30 เซนติเมตร ใช้เมล็ดพันธุ์ 10-15 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการปลูกแบบหว่าน (broadcasting) เหมาะกับพื้นที่ลาดชันน้อยหรือที่ราบ โดยใช้เมล็ดพันธุ์ 15 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมการข้าว, 2551)

การปลูกข้าวไร่ส่วนใหญ่จะใช้แรงงานคนเป็นหลักเนื่องจากปัจจัยในด้านสภาพพื้นที่ทำการเกษตรเป็นที่สูงและลาดชันจึงไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลเพื่อจัดการในแปลงได้ การปลูกข้าวไร่จะปลูกในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม และเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม การปลูกใช้วิธีการหยอดพร้อมกับการใส่ปุ๋ย โดยการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 ในอัตราส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าว 30 กิโลกรัมต่อปุ๋ย 4-5 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ไร่ จากนั้นนำไปหยอดในแปลง แม้วิธีการนี้มีข้อเสียคือทำให้ข้าวที่งอกในแปลงไม่มีความสม่ำเสมอแต่เกษตรกรนิยมเพราะขาดแคลนแรงงาน หลังจากนั้นจะหว่านปุ๋ยอีกครั้งในช่วงข้าวตั้งท้อง การใส่ปุ๋ยจะใส่พร้อมการกำจัดวัชพืชมโดยใช้แรงงานคน ซึ่งก็มักจะพบปัญหาโดนฝนชะล้างทำให้ข้าวไม่ได้รับปุ๋ยที่หว่าน ปัญหาศัตรูข้าวส่วนใหญ่คือวัชพืช เกษตรกรสามารถจัดการได้โดยการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชนิดก่อนงอก ส่วนโรคแมลงและศัตรูข้าวอื่นๆ ไม่พบว่าเป็นปัญหามากนักจึงไม่มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด ผลผลิตข้าวที่ได้แตกต่างกันมากตามแต่ละพันธุ์ ตั้งแต่ 150-300 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบปัญหาข้าวปนเนื่องจากการจัดการในแปลงและมีวิธีการเก็บเมล็ดไว้ทำเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เหมาะสม แต่ก็พบเกษตรกรบางรายมีการคัดเลือกรวงข้าวไว้สำหรับเป็นเมล็ดพันธุ์ข้าวในฤดูถัดไปด้วย (รณชัย และ ธัญวารภรณ์, 2557)

พันธุ์ข้าวไร่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว, 2551) ดังนี้

1) พันธุ์ข้าวไร่ไม่ไวต่อช่วงแสง ได้แก่ อาร์ 258 (R258) เป็นข้าวไร่ข้าวเหนียว ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรัง เหมาะกับสภาพพื้นที่ดอนที่ฝนหยุดเร็วและค่อนข้างแห้งแล้ง ผลผลิต 252 กิโลกรัมต่อไร่

2) พันธุ์ข้าวไร่ไวต่อช่วงแสง ได้แก่ กูเมืองหลวงขาวโปงไคร้ เจ้าฮ่อ ซิวแม่จัน ดอกพะยอม น้ำรุ เจ้าลีซอสันป่าตอง ซึ่งพันธุ์ข้าวไร่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในพื้นที่ภาคเหนือ ได้แก่ ซิวแม่จัน (Sew Mae Jan) เป็นข้าวไร่ข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมือง ไวต่อช่วงแสงอย่างอ่อน ปลูกได้ทั้งสภาพไร่และสภาพนา ผลผลิต 456 กิโลกรัมต่อไร่ เจ้าฮ่อ (Jow Haw) เป็นข้าวเจ้าพันธุ์พื้นเมือง ไวต่อช่วงแสงอย่างอ่อน ปลูกในสภาพไร่พื้นราบและเชิงเขาสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร ผลผลิต 210 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำรุเป็นข้าวไร่เจ้าที่ไวต่อช่วงแสงอย่างอ่อน ปลูกบนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,000-1,400 เมตร ผลผลิต 247 กิโลกรัมต่อไร่ เจ้าลีซอสันป่าตอง เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง ผลผลิต 391 กิโลกรัมต่อไร่

3. การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชในระบบเกษตร

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ใช้กันสามารถแบ่งออกตามลักษณะของมาตรการได้เป็น 2 ประเภท คือ มาตรการวิธีกล (mechanical measures) และมาตรการวิธีพืช (vegetative measures) การเลือกใช้มาตรการใดควรพิจารณาลักษณะดิน ภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ตลอดจนการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเลือกวิธีการผสมผสานมาตรการให้เหมาะสมให้การทำการเกษตรเกิดความยั่งยืน มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำจะเสริมให้การอนุรักษ์ดินและน้ำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) การใช้มาตรการวิธีพืชร่วมกับการปลูกพืชเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินบนพื้นที่ลาดชัน เป็นแนวทางหนึ่งที่ยั่งยืนต่อการปฏิบัติ ลงทุนต่ำและมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้วิธีกล เช่น ในประเทศอินโดนีเซียพบว่าการใช้หญ้า *setaria* sp. ปลูกเป็นแถวตามแนวระดับ และใส่เศษหญ้าคลุมลงในแถบสูง 15 เซนติเมตร การปลูกแคฝรั่ง และหญ้า *setaria* sp. เป็นแถวตามแนวระดับอย่างละ 1 แถว โดยให้มีระยะห่างระหว่างแถวแคฝรั่งและหญ้าในแนวตั้ง 30 เซนติเมตร แล้วใช้เศษหญ้าและเศษต้นแคฝรั่งใส่ระหว่างแถวสูง 15 เซนติเมตร จากนั้นใช้เศษต้นแคฝรั่งคลุมแปลงปลูกพืชในอัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และการทำชั้นบ้นไคสามารถลดปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชแบบดั้งเดิมในสภาพพื้นที่ลาดชันสูง (นคร, 2548 อ้างถึง siebert et al, 1991)

3.1 มาตรการวิธีพืช: นิยาม ความหมาย

มาตรการวิธีพืช หมายความว่า วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีการทางพืช โดยการปลูกพืช หรือใช้ส่วนใดๆ ของพืชทำให้เป็นแถบหรือเป็นแนวหรือปกคลุมผิวดิน หรืออื่นๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

มาตรการวิธีพืช (vegetative measure) เป็นการเพิ่มความหนาแน่นของพืช การคลุมดินเพื่อป้องกันเม็ดฝนกระทบผิวดิน ตลอดจนการปรับปรุงบำรุงดิน เป็นการลงทุนต่ำ เกษตรกรสามารถปฏิบัติได้เอง โดยใช้พืชตระกูลถั่ว หญ้าเลี้ยงสัตว์หรือหญ้าธรรมชาติปลูกเป็นแถบบางความลาดเทของพื้นที่หรือปลูกคลุมดิน หรือการใช้ระบบการปลูกพืชแบบผสมผสานเพื่อลดความแรงของเม็ดฝน ดักตะกอนดินและชะลอความเร็วของน้ำ มาตรการวิธีพืชมีหลายวิธีการ อาทิ การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชปุ๋ยสด การปลูกพืชสลับเป็นแถบ การปลูกพืชระหว่างแถบบำรุงดิน คันซอกพืชไม้บังลม เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558; คณะทำงานชุดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน, 2556; กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

นอกจากนี้ยังมีระบบการจัดการพืชซึ่งเป็นคำรวมที่มาจากคำว่าระบบปลูกพืช (cropping system) กับการจัดการ (management) หมายถึงแบบแผนของการปฏิบัติที่กระทำต่อพืชโดยมีการกำหนดที่แน่นอนเกี่ยวกับเวลา วิธีการ สถานที่ ชนิดพืชและเครื่องมือเพื่อให้พืชปลูกสามารถอำนวยประโยชน์ในด้านอนุรักษ์ ป้องกัน ปรับปรุง พื้นฟูและบำรุงรักษาทรัพยากรดินและน้ำให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูง ระบบการจัดการพืชแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การจัดการพืชโดยใช้ระบบปลูกพืช (cropping system) และการจัดการพืชโดยการปลูกพืชเฉพาะแห่ง (site specific cropping) (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2537) ซึ่งระบบการปลูกพืชต้องพิจารณาดังนี้

1) พืชหลัก (main crop) หมายถึง พืชที่ปลูกในแถวและเป็นพืชที่ผู้ปลูกให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกในการเก็บเกี่ยวเอาผลผลิตไปจำหน่าย พืชจำพวกนี้เมื่อปลูกแล้วต้องเอาใจใส่ดูแลรักษาอย่างดีตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว เรียกว่าพืชเศรษฐกิจ อาทิ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น

2) พืชรอง (companion crop) หมายถึง พืชที่ปลูกกับพืชหลักซึ่งอาจปลูกในลักษณะเป็นพืชแซมหรือพืชหมุนเวียนอย่างใดอย่างหนึ่ง จุดประสงค์ในการปลูกเพื่อให้มีการใช้พื้นที่ว่างระหว่างแถวให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ขณะเดียวกันก็ช่วยคลุมดิน พืชรองเป็นพืชที่ผู้ปลูกให้ความสำคัญและเอาใจใส่ดูแลน้อยกว่าพืชหลักและมุ่งหวังในการเก็บเกี่ยวผลผลิตรองลงไป อาทิ ถั่วเขียว ถั่วลิสง ถั่วแดง ถั่วพุ่ม และถั่วเหลือง เป็นต้น

3) พืชยึดดิน (sod crop) หมายถึง หญ้าที่มีการเจริญเติบโตแผ่ประสานดิน ลักษณะเตี้ยเกือบชิดดิน เป็นพืชที่ปลูกเพื่อวัตถุประสงค์ในการยึดดินป้องกันการชะล้างพังทลายและปลูกเพื่อพักดินในระบบหมุนเวียน ได้แก่ หญ้าแพงโกล่า หญ้าขนน้อย หญ้ามาเลเซีย เป็นต้น บางกรณีพืชยึดดินควรต้องใช้หญ้าที่มีขนาดความสูงปานกลางซึ่งใช้ได้ผลดีกับดินบางชนิด อาทิ หญ้ารูชี้หญ้าซิกแนล เป็นต้น

3.2 ชนิดของมาตรการวิธีพืช มาตรการวิธีพืชที่ควรนำมาใช้ในการจัดการพื้นที่เพื่อรักษาทรัพยากรดินและน้ำ ป้องกันดินไม่ให้เกิดการกัดเซาะพังทลาย รักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและอนุรักษ์น้ำไว้ให้อื้ออำนวยสำหรับการผลิตทางการเกษตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558; คณะทำงานชุดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน, 2556; สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548; กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2537) มีดังนี้

1) การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) เป็นการปลูกพืชสองชนิดหรือมากกว่าหมุนเวียนกันลงบนพื้นที่เดียวกัน อาจปลูกพืชเศรษฐกิจหมุนเวียนกับพืชตระกูลถั่วหรือพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าวโพด-ถั่ว โดยจัดชนิดพืชและเวลาปลูกให้เหมาะสม เป็นการหมุนเวียนการใช้ธาตุอาหารพืชทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ สามารถควบคุมการระบาดของโรคแมลงและวัชพืช

2) การปลูกพืชแซม (intercropping) เป็นการปลูกพืชตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปบนพื้นที่ในเวลาเดียวกัน โดยปลูกพืชที่สองแซมลงในระหว่างแถวของพืชหลัก เช่น ข้าวโพดแซมถั่ว พืชแซมควรเป็นพืชตระกูลถั่วและมีอายุสั้นกว่าพืชหลัก ระบบรากของพืชทั้งสองควรมีระดับที่แตกต่างกัน วิธีนี้ช่วยลดการระเหยน้ำจากผิวดินเนื่องจากการเพิ่มประชากรพืชที่ปกคลุมดินและโรคแมลงและวัชพืชน้อยลง

3) การปลูกพืชเหลื่อมฤดู (relay cropping) เป็นการปลูกพืชต่อเนื่องคาบเกี่ยวกัน โดยการปลูกพืชที่สองระหว่างแถวของพืชแรกในขณะที่พืชแรกให้ผลผลิตแต่ยังไม่แก่เต็มที่ พืชที่สองควรเป็นพืชตระกูลถั่วอายุสั้น ทนร่มเงาและควรเป็นพืชที่ต่างตระกูลกันกับพืชแรกเพื่อขจัดปัญหาโรคและแมลงสะสม โดยพืชแรกจะเป็นพืชที่เลี้ยงให้ร่มเงากับพืชที่สอง เป็นค้ำหรือเป็นวัสดุคลุมดิน วิธีนี้ทำให้สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินกับพืชที่ปลูกตามมาได้อย่างคุ้มค่าและเพิ่มรายได้ต่อพื้นที่ให้มากขึ้น

4) การปลูกพืชสลับเป็นแถบ (strip cropping) เป็นการปลูกพืชที่มีระบบปลูกชิดและห่างเป็นแถบสลับกันขวางความลาดเทของพื้นที่ พืชที่มีระบบปลูกชิด เช่น ถั่วลิสงหรือถั่วเหลืองสลับกับแถบข้าวไร่ ข้าวโพดและข้าวฟ่าง วิธีนี้ช่วยลดการสูญเสียดิน ลดอัตราการไหลบ่าของน้ำ ช่วยปรับปรุงบำรุงดินและลดความเสียหายจากการระบาดของโรคและแมลง เหมาะกับพื้นที่ลาดเทไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

5) การปลูกพืชตามแนวระดับ (contour cultivation) เป็นการปลูกพืชสลับให้เต็มพื้นที่ไปตามแนวระดับ ช่วยป้องกันการชะล้างพังทลาย เหมาะกับพื้นที่ลาดชัน 2-12 เปอร์เซ็นต์

6) การปลูกพืชระหว่างแถบไม้พุ่มบำรุงดิน (alley cropping) เป็นการปลูกพืชระหว่างแถบไม้พุ่มบำรุงดินตามแนวระดับ ช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน ปรับปรุงโครงสร้าง เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ที่มีความลาดเทต่ำถึงความลาดชันสูง

7) การปลูกพืชคลุมดิน (cover cropping) เป็นการปลูกพืชตระกูลหญ้าหรือพืชตระกูลถั่วคลุมดิน ใช้ได้ในพื้นที่ที่มีความลาดชันตั้งแต่ 0-35 เปอร์เซ็นต์ และเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับปลูกคลุมดินในสวนไม้ผล ส่วนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ และเป็นดินเลว ใช้ปลูกพืชเศรษฐกิจไม่คุ้มค่า พืชที่ขึ้นปกคลุมผิวดินช่วยควบคุมการชะล้างพังทลายของดินและปรับปรุงบำรุงดิน ช่วยป้องกันเม็ดฝนมิให้กระทบผิวดินโดยตรง ลดการชะล้างผิวดิน ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ควบคุมวัชพืช และช่วยปรับสภาพแวดล้อมบริเวณปลูกพืชให้เหมาะสม

8) การปลูกพืชปุ๋ยสด (green manure cropping) เป็นการปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อไถกลบคลุกเคล้ากับดิน สามารถใช้ร่วมกับการปลูกพืชในระบบหมุนเวียนและการปลูกพืชแซม ช่วยปรับปรุงบำรุงดิน ทำให้สมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและชีวภาพดินดีขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุอาหารไนโตรเจน และช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน

9) แถบหญ้าเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ (grass barrier for soil and water conservation) เป็นการปลูกหญ้าเป็นแถบตามแนวระดับบนพื้นที่ลาดชันระหว่างคูรับน้ำขอบเขาสามารถใช้แทนคันดิน โดยพื้นที่ระหว่างแถบหญ้าใช้ปลูกพืชเศรษฐกิจ วิธีนี้ช่วยลดการสูญเสียดินบนพื้นที่ลาดชันและทำให้เกิดการปรับตัวเป็นขั้นบันไดดินตามธรรมชาติ

10) การปลูกหญ้าเพื่อรักษาคูรับน้ำขอบเขา (grass planting of hillside ditches) หรือปลูกหญ้าเพื่อรักษาขั้นบันไดดิน (terrace) หรือเชิงลาดด้านนอกขั้นบันได (grass riser) วิธีนี้ช่วยป้องกันมิให้คูรับน้ำขอบเขาถูกกัดเซาะทำให้ประหยดงบประมาณซ่อมแซมหรือบำรุงรักษา ช่วยกำจัดวัชพืช รวมทั้งช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของดินบนเชิงลาดด้านนอกและในพื้นที่ด้านบนของคูรับน้ำ โดยหญ้าจะช่วยดักตะกอนดินที่ไหลมากับน้ำ ชนิดหญ้า อาทิ หญ้าเบอร์มิวด้า หญ้าบาเฮีย หญ้ารูซี่และหญ้าพื้นเมืองพันธุ์เลื้อย รวมทั้งหญ้าเจ้าชู้

11) การปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก (vetiver grass in hedge-row) เป็นการปลูกหญ้าแฝกขวางความลาดชันของพื้นที่ 1 แถวในทุก 3 แถวของพืชหลัก โดยปลูกตามแนวระดับหรือเป็นแนวขวางความลาดชันหรือปลูกเป็นแนวในแถวของพืชหลักและทำเป็นรูปครึ่งวงกลมหยายขึ้นบริเวณโคนต้น

12) การคลุมดิน (mulching) เป็นการใช้วัสดุต่างๆ คลุมดินเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น เศษซากพืช ฟางข้าว หรือวัสดุอื่นๆ สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุคลุมดินกับพืชผัก ไม้ผล และพืชไร่ เป็นต้น ช่วยลดปริมาณน้ำไหลบ่า ลดการสูญเสียดิน ควบคุมวัชพืช ควบคุมอุณหภูมิดิน เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้ดินสามารถเก็บความชื้นไว้ในดินได้ยาวนานขึ้น อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการคลุมดินขึ้นอยู่กับชนิดของพืชหรือวัสดุที่ใช้คลุมดิน อัตราการใช้ ระยะเวลาการคลุมดิน เป็นต้น (ศักดิ์ดา, 2537) ทั้งนี้พบว่าฟางข้าวเป็นแหล่งสำคัญของไนโตรเจนคาร์บอนสำหรับจุลินทรีย์ รวมทั้งน้ำตาลเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ไชมัน โปรตีน และแพคติน สารประกอบเหล่านี้มีถึง 40 เปอร์เซ็นต์ โดยพบองค์ประกอบหรือธาตุอาหารในฟางข้าวโดยเฉลี่ยดังนี้ ไนโตรเจน (N) 0.7 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (P) 0.15 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม (K) 1.83 เปอร์เซ็นต์ ซิลิกา (Si) 11.0 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม (Mg) 0.25 เปอร์เซ็นต์ และซัลเฟอร์ (S) 0.80 เปอร์เซ็นต์ และมี C/N ratio กว้างมากกว่า 20:1 ทั้งนี้การปลูกข้าว 1 ไร่ จะได้ฟางข้าวประมาณ 0.32-1.6 ตัน ดังนั้นการไถกลบตอซังข้าวจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงบำรุงดิน (กรมการข้าว, 2552)

13) คันซากพืช (contour trash line) เป็นการนำซากพืชที่ได้จากการบุกเบิกพื้นที่หรือส่วนเหลือหลังการเก็บเกี่ยวแล้วนำมาวางสุ่มให้สูง 50 เซนติเมตร เป็นคันตามแนวระดับห่างกัน 20-40 เมตร หรือตามแนวคันดิน ควรดำเนินการในขณะที่บุกเบิกพื้นที่ใหม่และไม่มีทุนหรือเวลาเพียงพอ

ที่จะทำคันดินแบบอื่น ซึ่งในอนาคตสามารถเปลี่ยนคันซากพืชเป็นแนวคันดินได้ ช่วยลดความเร็วของน้ำไหลป่าและตัดตะกอนดิน และเป็นการใช้เศษเหลือของพืชให้เกิดประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน

14) ไม้บังลม (windbreak) เป็นแถบต้นไม้หรือหญ้าสูงที่ปลูกเป็นระยะๆ โดยมีระยะห่างของแถบพืชที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการสูญเสียดินและน้ำและผลเสียหายที่จะเกิดแก่พืชเนื่องจากแรงลม เช่น การฉีกหักของกิ่งไม้และการร่วงหล่น ลอดอัตราการระเหยน้ำจากผิวดิน ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำ และจากการคายระเหยของพืช ลดความเสียหายอันเนื่องมาจากละอองเกลือในพื้นที่ใกล้ทะเล พืชที่ใช้เป็นไม้บังลมควรมีระบบรากลึก กิ่งเหนียวแน่น เช่น กระจับปี่ กระจับปี่ สุน ไม้ไผ่ และมะขาม

4. แนวทางการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตพืชอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์ (organic farming) คือ ระบบการจัดการด้านการเกษตรแบบองค์รวมที่เกื้อหนุนต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเน้นการใช้วัสดุธรรมชาติ หลีกเลี่ยงวัตถุเคมีที่ได้จากการสังเคราะห์ และไม่ใช้พืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ที่ได้มาจากการดัดแปรพันธุกรรม (จีเอ็มโอ) มีการจัดการกับผลิตภัณฑ์โดยเน้นการแปรรูปด้วยความระมัดระวัง เพื่อรักษาสภาพการเป็นเกษตรอินทรีย์และคุณภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ในทุกขั้นตอน โดยมุ่งเน้นการฟื้นฟูและรักษาความสมบูรณ์ของดินและคุณภาพน้ำด้วยอินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสดอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ทรัพยากรในพื้นที่การเกษตรมาหมุนเวียนใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด รักษาความหลากหลายทางชีวภาพ รักษาความสมดุลของธรรมชาติและความยั่งยืนของระบบนิเวศ ทั้งนี้มีข้อกำหนดว่าต้องใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตพืชอินทรีย์เป็นเวลาอย่างน้อย 12 เดือน ก่อนปลูกสำหรับพืชล้มลุก และ 18 เดือน ก่อนเก็บเกี่ยวผลิตผลอินทรีย์ครั้งแรกสำหรับพืชยืนต้น (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.), 2556; กรมวิชาการเกษตร, 2558)

พืชอินทรีย์ หมายถึง พืช ผลผลิต และผลิตภัณฑ์จากพืช ที่ได้จากการผลิตโดยใช้วัสดุธรรมชาติ ไม่ใช้พืชที่มีการตัดต่อสารพันธุกรรม รักษาความหลากหลายทางชีวภาพ และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อม (กรมวิชาการเกษตร, 2543)

ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบเป็นสารอินทรีย์ที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ โดยผ่านกระบวนการผลิตทางธรรมชาติ ที่รู้จักกันดีมีอยู่ 3 ชนิด คือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด รวมทั้งซากพืช ซากสัตว์ และของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร เช่น กากตะกอนอ้อย (filter cake) ทะลายปาล์ม เป็นต้น ปุ๋ยอินทรีย์โดยทั่วไปจะมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยเพียง 2-1-1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชจำเป็นต้องใช้ในปริมาณที่สูงเพื่อชดเชยธาตุอาหารพืชในดินที่สูญเสียไปกับผลผลิต โดยคุณสมบัติสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ ความชื้นไม่เกินร้อยละ 35 ปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 30 ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง pH 5.5-8.5 และปริมาณเอ็น-พี-เค มากกว่าร้อยละ 1.0-0.5-0.5 ตามลำดับ โดยหน้าที่หลักของปุ๋ยอินทรีย์ คือ การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น ทำให้ดินโปร่ง ร่วน ซุย รากพืชสามารถงอกไช้ไปหาธาตุอาหารได้ง่ายขึ้น และหน้าที่ที่สำคัญมากอีกประการหนึ่งคือทำให้ดินมีอินทรีย์วัตถุเพิ่มมากขึ้น (อำนาจ, 2555; ทศนิยม และประทีป, 2552)

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (high-grade organic fertilizer) เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์หรืออินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูงมาผ่านการหมักจนย่อยสลายตัวสมบูรณ์หรือการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการสลายตัวสมบูรณ์แล้วผสมกับวัสดุอินทรีย์หรืออินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูง เช่น กระจับปี่ มูลค้างคาว หรือหินฟอสเฟต ใช้ร่วมกับสารเร่ง

ซูปเปอร์ พด.1 ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายเซลลูโลสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของพืช สารเร่งซูปเปอร์ พด.2 เป็นจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายโปรตีน ไขมัน และละลายฟอสเฟต และใช้จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการละลายฟอสฟอรัสอินทรีย์จากสารเร่ง พด.9 เพื่อผลิตปุ๋ยดังกล่าวออกมา โดยมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม 3.0-4.0 5.0-9.0 และ 1.0-2.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงดังกล่าวนี้มีธาตุอาหารที่ครบถ้วนจึงใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าปุ๋ยหมักโดยทั่วไป สำหรับไม้ผลและไม้ยืนต้นใช้อัตรา 5-10 กิโลกรัมต่อต้น รองกันหลุมหรือหว่านรอบๆ โคนต้นจนถึงบริเวณทรงพุ่มคลุมเคล้ากับดิน คำแนะนำการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงกับพืชไร่ ควรใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรฟอสฟอรัส อัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตามธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจะมีปริมาณแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต (กรมพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.; สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน, 2557) โดยส่วนผสมและขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน ปริมาณ 100 กิโลกรัม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข) มีดังนี้

ส่วนผสมที่ใช้ประกอบด้วย

- กากเมล็ดถั่วเหลืองหรือปลาป่น	60	กิโลกรัม
- มูลสัตว์	40	กิโลกรัม
- สารเร่งซูปเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ซอง	25	กรัม
- สารเร่งซูปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาล	26-30	ลิตร

ขั้นตอนการผลิต

(1) ผสมกากเมล็ดถั่วเหลืองและมูลสัตว์ตามส่วนผสมให้เข้ากัน

(2) นำสารเร่งซูปเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ซอง (25 กรัม) เติลงในสารเร่งซูปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อแล้วจำนวน 26-30 ลิตร คนประมาณ 5-10 นาที นำไปรดบนกองวัสดุที่ผสมในข้อ (1) คลุกเคล้าให้เข้ากันเพื่อให้ความชื้นสม่ำเสมอทั่วทั้งกอง

(3) ตั้งกองปุ๋ยเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีความสูง 30-50 เซนติเมตร แล้วใช้วัสดุคลุมกองให้มิดชิดเพื่อรักษาความชื้นในกองปุ๋ยระหว่างการหมัก

(4) กลับกองปุ๋ยทุก 5 วัน และควบคุมความชื้นในกองให้อยู่ในช่วง 50-60 เปอร์เซ็นต์

(5) กลับกองปุ๋ยหมักเป็นเวลา 10-15 วัน หรือจนกระทั่งอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยลดลงเท่ากับภายนอกกองปุ๋ยจึงนำไปใช้ได้

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงควรคำนึงถึงความต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารในแต่ละช่วงเวลาการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดังนั้นการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักแต่ละชนิด ได้แก่ สูตรไนโตรเจนสูง และสูตรฟอสฟอรัสสูง สามารถช่วยให้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ได้ตรงตามความต้องการของพืชในช่วงการเจริญเติบโต ทำให้ประหยัดการใช้ปุ๋ย ลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงควรเลือกใช้สูตรตามความเหมาะสมของดินและพืช มีการปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชแบบช้าๆ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหาร ช่วยปรับปรุงบำรุงสมบัติทางด้านเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินเป็นแหล่งอาหารและพลังงานแก่จุลินทรีย์ดิน ทำให้สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในกรณีการผลิตข้าวอินทรีย์ในข้าวใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน อัตรา 25 50 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรฟอสฟอรัส อัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการปลูกข้าวไร่

การศึกษาการปลูกข้าวไร่บนชุดดินเชิงสนในพื้นที่โครงการพัฒนาอ้อย อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย พบว่าการปลูกแถบกระถินและมะแฮะ การปลูกแถบหญ้าและการทำคันคูรับน้ำรอบเขาสามารถลดการสูญเสียดินและน้ำไหลป่าได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกข้าวไร่แบบเกษตรกร ถึงแม้ว่าการปลูกแถบกระถินและมะแฮะและการทำคันคูรับน้ำรอบเขาจะทำให้เสียพื้นที่ปลูกข้าวไร่ประมาณ 1 ใน 6 ของพื้นที่ แต่ผลผลิตข้าวไร่จากวิธีการเหล่านี้ไม่ต่างไปจากวิธีการปลูกข้าวไร่แบบเกษตรกรซึ่งไม่เสียพื้นที่ปลูกข้าวไร่เลย โดยวิธีการปลูกแถบกระถินและมะแฮะ การปลูกแถบหญ้า การทำคันคูรับน้ำรอบเขา และการปลูกข้าวไร่แบบเกษตรกร ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ 181 148 152 และ 190 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (อุทิศ และคณะ, 2551)

การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชในระบบการปลูกข้าวไร่พบว่าการปลูกพืชคลุมดินร่วมกับข้าวไร่ในพื้นที่อำเภอปอเกลือในจังหวัดน่าน เกษตรกรมักปลูกถั่วสอหรือถั่วลันเตาร่วมกับข้าวไร่ โดยทำการปลูกถั่วสอไปพร้อมๆ กับการหยอดเมล็ดข้าวไร่ เมื่อถึงช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวไร่จะเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วลันเตาไปด้วย ถั่วลันเตาเป็นพืชที่มีศักยภาพในการคลุมดินและบำรุงดินในพื้นที่ปลูกข้าวไร่และข้าวโพดเนื่องจากไม่เลื้อยพันกับพืชหลักมากนัก ขึ้นอยู่กับการบังร่มเงาของพืชหลัก ถั่วลันเตาสามารถคลุมดินได้ดีโดยเฉพาะในช่วงต้นของการเจริญเติบโตที่มีพื้นที่ข้าวไร่น้อย (นคร, 2553)

การศึกษาระบบการปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่บนพื้นที่ลาดชันสูงในพื้นที่ตำบลภูฟ้า อำเภอปอเกลือ จังหวัดน่าน วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 5 วิธีการ 3 ซ้ำ วิธีการ ประกอบด้วย 1. การปลูกข้าวไร่แบบเกษตรกร มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้หญ้าแฝก 1 แถว ปลูกขวางความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่างระหว่างแถบหญ้าแฝกในแนวราบ 10 เมตร ปลูกข้าวไร่โดยไม่ใส่ปุ๋ย 2. ปลูกข้าวไร่แบบเกษตรกร มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้หญ้าแฝก 1 แถว ปลูกขวางความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่างระหว่างแถบหญ้าแฝกในแนวราบ 10 เมตร ปลูกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ 3. ปลูกข้าวไร่แบบเกษตรกร มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้หญ้าแฝก 1 แถว ปลูกขวางความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่างระหว่างแถบหญ้าแฝกในแนวราบ 10 เมตร ปลูกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ 4. ปลูกข้าวไร่แบบเกษตรกร มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้หญ้าแฝก 1 แถว ปลูกขวางความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่างระหว่างแถบหญ้าแฝกในแนวราบ 10 เมตร ปลูกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ 5. ปลูกข้าวไร่แบบเกษตรกร มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้หญ้าแฝก 1 แถว ปลูกขวางความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่างระหว่างแถบหญ้าแฝกในแนวราบ 10 เมตร ปลูกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอก 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองพบว่าช่วงระยะเวลาการปลูกถั่วลันเตาในระบบการปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูงในระบบปลูกข้าวโพด-ถั่วลันเตา ควรปลูกเป็นพืชแซมหรือพืชเลื้อย และควรใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำคือใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย ฟอสฟอรัสมีแนวโน้มมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด เนื่องจากชุดดินเชิงสน (Ce) ที่ใช้ในการทดลองนี้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก การใส่ปุ๋ยโดโลไมท์อัตราต่ำจึงไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตข้าวโพดและถั่วลันเตาที่ปลูกในระบบควรมีการใส่ปุ๋ยโดโลไมท์ในอัตราสูงหรือใส่ตามความต้องการปุ๋ยของดิน สำหรับการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินพบว่า

ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นการใช้ปูนโดโลไมท์อัตราต่ำนี้ยังไม่มีผลต่อการลดความเป็นกรดของดิน ส่วนการใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 กับข้าวโพดมีแนวโน้มทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลงเนื่องจากปุ๋ยที่ใส่ไม่มีโพแทสเซียมพืชจึงดึงโพแทสเซียมจากดินไปใช้ และในชุดดินเชิงแสนที่มีการใช้ประโยชน์มานาน มักพบปัญหาศัตรูพืชรบกวน เช่น หนอน ทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชมากกว่าปัจจัยอื่น (นคร และ ศรีบุญพงศ์, 2548)

การศึกษาการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ในระบบการปลูกพืชเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูงในพื้นที่อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน กลุ่มชุดดินที่ 30 ชุดดินบ้านจ้อง (Bg) ระหว่างปี พ.ศ.2549-2551 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 5 วิธีการ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 1.การปลูกข้าวไร่ในระบบปลูกพืชสลับเป็นแถบหมุนเวียนกับถั่วดำ 2.การปลูกข้าวไร่ในระบบปลูกพืชหมุนเวียนกับถั่วมะแฮะ 3.การปลูกข้าวไร่แซมด้วยถั่วดำ 4.ปลูกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ สูตร 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ และ 5.ปลูกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ สูตร 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ทุกปี ผลการทดลองพบว่าการปลูกข้าวไร่ที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ สูตร 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวไร่สูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีการอื่น การใช้ปูนโดโลไมท์ อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวไร่เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว การปลูกข้าวไร่เหลืองด้วยถั่วพุ่มดำโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวไร่สูงขึ้นเมื่อปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง การปลูกข้าวไร่หมุนเวียนกับถั่วมะแฮะโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ปริมาณวัชพืชลดลง แก้ไขปัญหาการเผาเศษวัชพืชและควบคุมศัตรูพืช ปัญหาศัตรูพืชมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวไร่ตลอดจนการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนมากกว่าปัจจัยด้านการเสื่อมโทรมของดิน ซึ่งการจัดการดินที่ต่างกันทำให้สมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรจากผิวดินเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ดินยังมีสภาพเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดจัดมาก ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูง (นคร, 2552)

การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของคูรับน้ำรอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูงในพื้นที่จังหวัดน่าน กลุ่มชุดดินที่ 55 ชุดดินวังสะพุง (Ws) ความลาดชันพื้นที่ 15-20 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 ซ้ำ 4 วิธีการ คือ 1) ปลูกข้าวไร่โดยไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 2) ปลูกข้าวไร่โดยมีระยะห่างระหว่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง (vertical interval, V.I.) 3 เมตร 3) ปลูกข้าวไร่โดยมีระยะห่างระหว่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง (V.I.) 6 เมตร 4) ปลูกข้าวไร่โดยมีระยะห่างระหว่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง (V.I.) 9 เมตร ผลการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตของข้าวไร่ด้านความสูง โดยวิธีการที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการขุดคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 3 เมตร 6 เมตร 9 เมตร ข้าวไร่มีความสูงเฉลี่ย 100-108 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับวิธีไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีความสูง 106 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าผลผลิตข้าวไร่ที่ระยะห่างระหว่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 6 เมตร ให้ผลผลิตข้าวไร่เฉลี่ยสูงสุด 342 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือระยะห่างระหว่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 3 เมตร และ 9 เมตร ให้ผลผลิตข้าวไร่เฉลี่ย 316 และ 313 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ให้ผลผลิต 304 กิโลกรัมต่อไร่ (ศรีบุญพงศ์ และคณะ, 2558)

การศึกษาพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองที่มีศักยภาพเพื่อใช้ในระบบเกษตรยั่งยืนของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ดำเนินการในพื้นที่โรงเรียนมัธยมพระราชทานเฉลิมพระเกียรติ โดยใช้ข้าวไร่ท้องถิ่นที่เกษตรกรนิยมปลูกมาทดสอบจำนวน 7 พันธุ์ได้แก่ ข้าวมะเคาะ ข้าวชิวกันจ้ำ ข้าวหนอนแคบ ข้าวเตย ข้าวหก ข้าวดอกตอง และข้าวบรา โดยใช้ข้าวชิวแม่จันเป็นพันธุ์เปรียบเทียบทดสอบในฤดูนาปี ปี พ.ศ.2550 ผลการทดลองพบว่าเมล็ดข้าวที่ทำการทดสอบทุกพันธุ์มีความงอกสม่ำเสมอดี ความสูงอยู่ในช่วง 145.48–171.80 เซนติเมตร โดยข้าวดอกตองจะมีความสูงมากที่สุด การแตกกออยู่ระหว่าง 9.90–12.07 ต้นต่อกอ และข้าวพันธุ์ที่แตกกอสูงสุดคือข้าวหนอนแคบ สำหรับองค์ประกอบผลผลิตพบว่า จำนวนรวงต่อกอของข้าวไร่ที่ทดสอบไม่มีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 5.55–6.10 รวงต่อกอ และมีเปอร์เซ็นต์การเกิดรวงค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับพันธุ์ส่งเสริมพบว่าข้าวเตยมีจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงสุด 208.32 เมล็ดต่อรวง ส่วนข้าวชิวกันจ้ำและข้าวมะเคาะมีจำนวนเมล็ดต่อรวงต่ำที่สุด ต่ำกว่าพันธุ์ส่งเสริม น้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวหนอนแคบสูงสุด 3.88 กรัม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวมะเคาะและข้าวหก ผลผลิตต่อกอพบว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือข้าวเตย รองลงมาคือข้าวดอกตองและข้าวหนอนแคบ ตามลำดับ ซึ่งให้ผลไปทางเดียวกันกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวในพื้นที่ 2x5 ตารางเมตร พบว่าข้าวดอกตอง ข้าวเตยและข้าวหนอนแคบให้ผลผลิตสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิต 698.33 670.06 และ 622.88 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การทดลองนี้ทำในสภาพแปลงทดลองที่มีการดูแลรักษาอย่างดี ควรทำการทดสอบในสภาพพื้นที่ต่างๆ และในสภาพแปลงเกษตรกรเพื่อทดสอบศักยภาพที่แท้จริงต่อไป (กิตติศักดิ์, 2552)

การศึกษาการใช้ฟางข้าวเพื่อควบคุมความชื้นในดินและการระบาดของวัชพืชและผลผลิตข้าวไร่ ในปี 2552 ณ แปลงทดลองและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวและธัญพืชเมืองหนาวดงหลักหมื่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนแยกศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ โดยใช้ฟางข้าวอัตรา 200 400 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ ควบคุมดินหลังการปลูกข้าวไร่และการไม่ใช้ฟางข้าว ผลการทดลองพบว่า การควบคุมความชื้นในดินและน้ำหนักแห้งของวัชพืชทั้ง 4 วิธี ให้ผลใกล้เคียงกันคือความชื้นในดินอยู่ระหว่าง 12.3-13.6 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้งของวัชพืชระหว่าง 6.33-9.42 กรัมต่อตารางเมตร จำนวนวัชพืชที่พบระหว่าง 75-117 ต้นต่อตารางเมตร และพบหญ้าแห้วหมูจำนวน 32-95 ต้นต่อตารางเมตร ส่วนการให้ผลผลิตข้าวไร่พันธุ์เจ้าสีฮอสน์ป่าตองพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้ฟางข้าวอัตราที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้นคือการใช้ฟางข้าวอัตรา 600 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 584 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือการใช้ฟางข้าวอัตรา 400 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ และการไม่ใช้ฟางข้าวให้ผลผลิต 563 561 และ 520 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ไพโรจน์, 2553)

การประเมินผลผลิตของเชื้อพันธุ์กรรมข้าวไร่ที่ทดสอบในจังหวัดขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 2 ซ้ำ ข้าวที่นำมาทดสอบ 252 สายพันธุ์ เป็นข้าวเหนียว 141 สายพันธุ์ และข้าวเจ้า 111 สายพันธุ์ พบว่าผลผลิตข้าวไร่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ข้าวสายพันธุ์ ULR077 ให้ผลผลิตสูงสุด 553.8 กิโลกรัมต่อไร่ สายพันธุ์ ULR023 ให้ผลผลิต 536.7 กิโลกรัมต่อไร่ โดยข้าวทั้งสองสายพันธุ์ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์หอมสกลนครและพันธุ์ชิวแม่จันที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งให้ผลผลิต 256.2 และ 270 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตรองลงมาคือสายพันธุ์ ULR049 ข้าวขาวเล็ก ตาดฟ้า 1 และสายพันธุ์เมล็ดฝ้าย ให้ผลผลิต 472 470.9 468.8 และ 443.2 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สายพันธุ์ข้าวไร่ที่ให้ผลผลิตต่ำสุดคือข้าวล้อให้ผลผลิต 111.9 กิโลกรัมต่อไร่ (วีรยุทธ และ จิรวัดน์, 2558)

6. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา ชุมชนศึกษาและพืชทดสอบ

6.1 ข้อมูลทั่วไป ตำบลห้วยชมภู ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของอำเภอเมืองจังหวัดเชียงราย มีพื้นที่ 259 ตารางกิโลเมตร หรือ 161,875 ไร่ ตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ลาวฝั่งซ้าย ป่าแม่กกฝั่งขวา พื้นที่เป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีอากาศเย็นตลอดปี แบ่งการปกครองเป็น 11 หมู่บ้าน หมู่บ้านทั้งหมดอยู่ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลห้วยชมภู ได้แก่ หมู่ที่ 1 บ้านห้วยसान หมู่ที่ 2 บ้านแม่มอญ หมู่ที่ 3 บ้านห้วยแม่เลี่ยม หมู่ที่ 4 บ้านผาลั้ง หมู่ที่ 5 บ้านกนกน้อย หมู่ที่ 6 บ้านห้วยชมภู หมู่ที่ 7 บ้านปางขอน หมู่ที่ 8 บ้านห้วยแก้ว หมู่ที่ 9 บ้านแม่สะ หมู่ที่ 10 บ้านจะคือ และหมู่ที่ 11 บ้านร่มเย็น มีจำนวนประชากรทั้งหมด 10,390 คน แยกเป็นชาย 5,288 คน หญิง 5,102 คน จำนวนครัวเรือน 3,893 หลังคาเรือน ตำบลห้วยชมภูมีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ข้างเคียง ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับตำบลท่าตอน อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงใหม่ ตำบลแม่ยาว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
ทิศใต้	ติดต่อกับตำบลโป่งแพร์ อำเภอแม่ลาว ตำบลลาวี อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับตำบลดอยฮาง ตำบลป่าอ้อดอนชัย ตำบลแม่กรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ตำบลโป่งแพร์ อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับตำบลลาวี อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ตำบลแม่่นาวาง อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงใหม่

ลักษณะภูมิประเทศของตำบลห้วยชมภูมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 500-1,600 เมตร ลักษณะพื้นที่เป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน เช่น ดอยชมพู ดอยกาดผี ดอยเก็ยะ ดอยเก็ยะยาว ดอยแก่งหลวง เป็นต้น พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ลาวฝั่งซ้าย และป่าแม่กกฝั่งขวา ซึ่งถือเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญของตำบลคือแม่น้ำกกซึ่งอยู่ทางทิศเหนือของตำบลถือเป็นแม่น้ำสายหลักและเป็นเส้นแบ่งขอบเขตระหว่างตำบลห้วยชมภูและตำบลแม่ยาว และมีลำน้ำสาขาที่ไหลลงสู่แม่น้ำกกทางทิศเหนืออีกหลายสาย เช่น ลำห้วยชมภูมีต้นกำเนิดจากดอยชมพู น้ำแม่สลักมีต้นกำเนิดจากดอยฮาง ลำห้วยกนกน้อยมีต้นกำเนิดจากดอยกาดผีและดอยเก็ยะยาว ไหลผ่านบ้านหัวนา บ้านกลาง และบ้านกนกน้อย ลำห้วยหมากเลี่ยมมีต้นกำเนิดจากดอยเก็ยะ นอกจากนี้ยังมีลำห้วยทางด้านทิศใต้ของตำบล เช่น น้ำแม่กรณ์ ลำห้วยसान ห้วยชมภู และห้วยแม่มอญ สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลห้วยชมภู ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ ได้แก่ พื้นที่บริเวณทิศเหนือและทิศใต้ของตำบล ส่วนพื้นที่บริเวณด้านทิศตะวันออกของตำบลซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบมีการใช้ประโยชน์เป็นพื้นที่เกษตรกรรมในลักษณะของไร่หมุนเวียนและปลูกข้าวโพดเป็นส่วนใหญ่

ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยา 08013 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย พบว่าปีน้ำ 2553 มีปริมาณน้ำฝนรวม 1,918.3 มิลลิเมตร จำนวนวันฝนตก 136 วัน ส่วนปีน้ำ 2554 มีปริมาณน้ำฝนรวม 2,016.7 มิลลิเมตร จำนวนวันฝนตก 144 วัน ดังแสดงในตารางผนวกที่ 3 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) ส่วนอุณหภูมิในจังหวัดเชียงรายปี พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2554 มีค่าเฉลี่ย 25.4 และ 24.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 4 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556)

6.2 ชุดดินที่ใช้ในงานวิจัย คือ ชุดดินปากช่อง กลุ่มชุดดินที่ 29 การจำแนกดิน Fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic (Kandic) Paleustults มีการจัดเรียงชั้นดิน Ap(A)-Bt ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึกลับมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มถึงสีน้ำตาลปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียว สีแดงปนเหลือง ถึงสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5) เกิดจากการฟุ้งของหินตะกอนเนื้อละเอียดและหินที่แปรสภาพ เช่น หินดินดาน หินทรายแป้ง หินโคลน หินชนวน หินฟิลไลต์ เป็นต้น บริเวณพื้นที่ภูเขาและรวมถึงที่เกิดจากวัสดุหินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางไกลๆ โดยแรงโน้มถ่วง บริเวณเชิงเขาหรือเกิดจากตะกอนดินที่ถูกน้ำพาบริเวณเนินตะกอนรูปพัด สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นเนินเขา มีความลาดชัน 3-35 เปอร์เซ็นต์ การระบายน้ำดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเข้าถึงเร็ว การซึมผ่านได้ของน้ำระดับปานกลาง พืชพรรณธรรมชาติป่าเบญจพรรณ และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด อ้อย ยาสูบ ข้าวไร่ สับปะรด และสวนผลไม้ เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย ชุดดินนี้มีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ คือ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำและเป็นกรด สภาพพื้นที่มีความลาดชัน ดินเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่าย หากต้องการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการปลูกพืชจะต้องทำการปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้อินทรีย์วัตถุ ปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี และใช้วัสดุปูนปรับแก้ความเป็นกรดของดิน และจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำให้เหมาะสม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)



ภาพที่ 1 สภาพพื้นที่ปลูกข้าวไร่บริเวณอำเภอเมืองในจังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ.2552

6.3 พันธุ์ข้าวไร่ที่ใช้ในการศึกษา การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้าวไร่พันธุ์ชีวแม่จัน ซึ่งเป็นข้าวไร่ข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมือง ไร่ต่อช่วงแสง ปลูกได้ในนาปี เป็นพันธุ์รับรองเมื่อ 7 ธันวาคม 2522 ลักษณะทั่วไป ต้นสูง 110-15 เซนติเมตร ลำต้นสีเขียว ใบแคบและยาว คอรวงยาว เมล็ดยาว ร่วงปานกลาง ข้าวเปลือกสีฟาง ก้านจุดสีม่วง อายุเก็บเกี่ยวกลางเดือนตุลาคม (ปลูกต้นมิถุนายน) ระยะพักตัวของเมล็ด 5 สัปดาห์ ข้าวสุกนุ่มเหนียว ให้ผลผลิตประมาณ 456 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะเด่น คือ สามารถปลูกได้ทั้งสภาพไร่และนา อายุเบา แต่มีลักษณะด้อย คือ ไม่ต้านทานโรคไหม้ ใบสีส้ม และไม่ต้านทานแมลงบั่ว โดยมีรายละเอียดของลักษณะพันธุ์ข้าวไร่ชีวแม่จันแสดงในตารางผนวกที่ 2 (กรมการข้าว, 2552)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ	เริ่มต้นเดือน	มกราคม 2553
	สิ้นสุดเดือน	กันยายน 2554
สถานที่ดำเนินการ	แปลงเกษตรกร ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- เมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์ไวแม่จัน
- พืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ถั่วลิสงเถา ถั่วสอหรือถั่วลอถ
- วัสดุคลุมดิน ได้แก่ ฟางข้าว
- วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพคุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน ได้แก่ กากน้ำตาล มูลสัตว์ สารเร่งซูเปอร์ พด.1 และสารเร่งซูเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาล
- อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ จอบ เสียม พลั่ว ถุงพลาสติก กระบอกลบดิน
- อุปกรณ์เก็บตัวอย่างพืช ได้แก่ ไม้วัดความสูง มีด กรรไกร ถุงตาข่าย ถุงพลาสติก
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- อุปกรณ์อื่นๆ เช่น เทปวัดระยะ

วิธีการ

1. วางแผนการทดลองแบบ 3x4 Factorial in RCBD (Randomized Complete Block Design) จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ประกอบด้วย ปัจจัยที่ 1 มาตรการวิธีพืช 3 ระดับ คือ ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ การคลุมดิน (mulching) การปลูกพืชแซม (intercropping) และปัจจัยที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 4 ระดับ คืออัตรา 50 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดำรับการทดลองจำนวน 12 วิธีการ มีดังนี้

- วิธีการ 1 ปลูกข้าวไร้แบบไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 50 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 2 ปลูกข้าวไร้แบบไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 100 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 3 ปลูกข้าวไร้แบบไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 150 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 4 ปลูกข้าวไร้แบบไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 5 ปลูกข้าวไร้แบบมีการคลุมดินด้วยฟางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 50 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 6 ปลูกข้าวไร้แบบมีการคลุมดินด้วยฟางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 100 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 7 ปลูกข้าวไร้แบบมีการคลุมดินด้วยฟางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 150 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 8 ปลูกข้าวไร้แบบมีการคลุมดินด้วยฟางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 9 ปลูกข้าวไร้แซมพืชตระกูลถั่วร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 50 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 10 ปลูกข้าวไร้แซมพืชตระกูลถั่วร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 100 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 11 ปลูกข้าวไร้แซมพืชตระกูลถั่วร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 150 กิโลกรัมต่อไร่
- วิธีการ 12 ปลูกข้าวไร้แซมพืชตระกูลถั่วร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 200 กิโลกรัมต่อไร่

การทดลองนี้ได้กำหนดกิจกรรมการดำเนินงานช่วงเวลาต่างๆ กันในแต่ละฤดูปลูกดังแผนผัง

กิจกรรม	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ฤดูปลูก 2553 (ปีงบประมาณ2552/53)	ปี พ.ศ.2553											
	การคัดเลือกพื้นที่		การวางผัง / ไถแปลง									
			เก็บดินก่อน									
					ปลูกปี1							
					การดูแลรักษาแปลงทดลอง / เก็บข้อมูล							
											เก็บเกี่ยว	
กิจกรรม	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ฤดูปลูก 2554 (ปีงบประมาณ2553/54)	ปี พ.ศ.2554											
				ไถแปลง								
					ปลูกปี2		ปลูกซ่อม					
					การดูแลรักษาแปลงทดลอง / เก็บข้อมูล							
											เก็บเกี่ยว	
											เก็บดินหลัง	

2. เตรียมแปลงทดลอง ทำการปรับสภาพพื้นที่เพื่อกำจัดวัชพืชและไถเตรียมดิน แบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยจำนวน 36 แปลง แปลงย่อยมีความกว้าง 1.5 เมตร และยาว 8 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 0.50 เมตร

3. ปลูกข้าวไร่แบบหยอดหลุม (drilling) ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตร ขุดหลุมปลูกลึกประมาณ 4-5 เซนติเมตร หยอดเมล็ดข้าวหลุมละ 5-8 เมล็ด แล้วกลบดินฝังเมล็ดข้าวให้แน่นพอควร คิดเป็นอัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ประมาณ 8 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ที่ใช้มีค่า 85 เปอร์เซ็นต์ จึงใช้เมล็ดพันธุ์จริงที่อัตรา 9.4 กิโลกรัมต่อไร่



ภาพที่ 2 การปลูกข้าวไร่แบบหยอดหลุมและการทำมาตรการวิธีพืชในระบบปลูกข้าวไร่อินทรีย์

4. การทำมาตรการวิธีพืช (vegetative measure) มีวิธีปฏิบัติดังนี้

4.1 ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นการปลูกข้าวไร่เพียงอย่างเดียวโดยไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำใดๆ ทั้งสิ้น

4.2 การคลุมดิน (mulching) เป็นการใช้วัสดุฟางข้าวคลุมดินด้วยการโรยฟางข้าวให้ทั่วแปลงหลังจากที่ทำการหยอดข้าวไร่เสร็จสิ้น อัตราฟางข้าวที่ใช้ในปีที่ 1 เท่ากับ 700 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนปีที่ 2 ใช้ฟางข้าวที่เหลือในแปลงภายหลังเก็บเกี่ยวข้าวไร่ โดยฟางข้าวมีความชื้น 15-20 เปอร์เซ็นต์

4.3 การปลูกพืชแซม (intercropping) เป็นการปลูกพืชตระกูลถั่วแซมข้าวไร่ โดยทำการปลูกถั่วปิ่นโตพร้อมกับการหยอดข้าวไร่ในปีที่ 1 ปลูกถั่วสอดหรือถั่วลอดพร้อมกับการปลูกข้าวไร่ในปีที่ 2

5. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงกับข้าวไร่ 4 ระดับ ประกอบด้วยอัตรา 50 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ตามตำรับทดลองที่กำหนด โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกใส่ปุ๋ยรองพื้นพร้อมกับการหยอดข้าวไร่ และครั้งที่สองใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงก่อนข้าวไร่ออกดอกประมาณ 30 วัน ทำการดูแลรักษาข้าวไร่ตลอดช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

6. การเก็บและรวบรวมข้อมูล ดังนี้

6.1 ข้อมูลข้าวไร่ เก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ค่าวิเคราะห์ทางเคมี ประกอบด้วย

- 1) ความสูงต้นข้าวไร่ที่อายุ 30 60 และ 90 วัน ตามลำดับ จำนวน 10 กอต่อแปลง
- 2) ผลผลิตข้าวไร่ ที่ความชื้นประมาณ 14-15 เปอร์เซ็นต์
- 3) น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
- 4) การแตกกอ (จำนวนต้นต่อกอ)
- 5) การออกรวง (จำนวนรวงต่อกอ)
- 6) ค่าวิเคราะห์ทางเคมีของข้าวไร่ ประกอบด้วย อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ธาตุอาหารในเมล็ดข้าว ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K)



ภาพที่ 3 การวัดการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นข้าวไร่ที่อายุต่างกัน

6.2 ข้อมูลดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงแบบสุ่ม (composite sample) ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรจากผิวดิน นำตัวอย่างดินที่เก็บมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม นำมาบด แล้วร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร และส่งวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (สวด.) กรมพัฒนาที่ดิน เพื่อวิเคราะห์หาสมบัติต่างๆ ของดิน ดังนี้

1) เนื้อดิน (texture) ใช้วิธีไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer method) บอกเป็นเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil texture class) แล้วทำการเปรียบเทียบกับชั้นดินตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา

- 2) ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density)
- 3) ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil pH)
- 4) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter content: OM) หาได้จากสมการ

$$\% \text{ อินทรีย์วัตถุ} = \% \text{ คาร์บอนอินทรีย์} \times 100$$

โดยที่ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon: OC) หาได้โดยใช้วิธีการ Walkley and Black Titration

- 5) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (available phosphorus: avail P₂O₅)
- 6) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (available potassium: avail K₂O)

6.3 พืชตระกูลถั่ว ได้แก่ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณธาตุอาหารในส่วนเหนือดินของพืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ และข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น อายุถึงวันออกดอก ปัญหาโรคและแมลงของข้าวไร่ เป็นต้น

6.4 ฟางข้าว ได้แก่ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

6.5 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) อินทรีย์วัตถุ (OM) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ปริมาณแคลเซียม (Ca) และโซเดียม (Na)

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดย Analysis of Variance ของ 3x4 factorial in RCBD วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Little and Hills, 1975) วิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD)

8. การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

9. การเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช (vegetative measures) 3 ระดับ คือ ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (non conservation) การคลุมดิน (mulching) และการปลูกพืชแซม (intercropping) และการใช้อัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงกับข้าวไร่ 4 ระดับ ประกอบด้วย 50 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยดำเนินการทดลองในแปลงของเกษตรกรในพื้นที่ตำบล ห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ทำการทดลองบนสภาพพื้นที่ที่มีความลาดเท 20 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาศึกษา 2 ปี ระหว่างปี พ.ศ.2553-2554 การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้อัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและมาตรการวิธีพืชที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวไร่ด้านความสูง การแตกกอ การออกรวง องค์ประกอบของข้าวไร่ ได้แก่ น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด ผลผลิตข้าวไร่ ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าว การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน และต้นทุนการผลิตข้าวไร่

การทดลองนี้ใช้ปัจจัยการผลิตต่างๆ พบว่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 5.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 7.21 เดซิซีเมนต่อเมตร อินทรีย์วัตถุ (OM) 61.46 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) 8 ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) 4.69 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (P) 1.38 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม (K) 2.14 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแคลเซียม (Ca) 0.67 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียม (Na) 1.03 เปอร์เซ็นต์ และในปีที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.46 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 8.58 เดซิซีเมนต่อเมตร อินทรีย์คาร์บอน (OC) 39.93 เปอร์เซ็นต์ ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) 4.12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (P) 1.77 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม (K) 2.55 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแคลเซียม (Ca) 2.18 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารหลักทั้งหมดมีค่ารวมกัน 8.21-8.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ได้มาตรฐานควรมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ และไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูง	OM %w/w	OC %w/w	C/N	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	PH 1:2	EC Ds/m	CaO %	Na %
ฤดูปลูก 2553	61.46	35.65	8	4.69	1.38	2.14	5.2	7.21	0.67	1.03
ฤดูปลูก 2554	-	39.93	-	4.12	1.77	2.55	6.46	8.58	2.18	-

ส่วนฟางข้าวที่ใช้เป็นวัสดุคลุมในแปลงข้าวไร่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 49.03 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 1.17 0.22 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพืชตระกูลถั่วที่ปลูกเป็นพืชแซมคือถั่วลิสงเถาสายพันธุ์อมาริลโล (Arachis pintoi cv. Amarillo) และถั่วลอถหรือถั่วสอดซึ่งมีการเจริญเติบโตไม่ดีจึงไม่สามารถเก็บข้อมูลและไม่สามารถเก็บเกี่ยวส่วนเหนือดินเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร

ทั้งนี้ผลการทดลองการใช้มาตรการวิธีพืชและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวไร่อินทรีย์มีรายละเอียดดังนี้

ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้ความสูงต้นข้าวสูงสุดเท่ากันคือ 61 เซนติเมตร รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ความสูงต้นข้าวสูง 49 และ 53 เซนติเมตร ตามลำดับ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยทุกตำรับการทดลองพบว่าความสูงต้นข้าวเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 49-64 เซนติเมตร ดังตารางที่ 2 และความสูงของต้นข้าวเมื่อข้าวไร่อายุได้ 90 วัน พบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้ความสูงของต้นข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 106-112 เซนติเมตร และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้ความสูงของต้นข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 106-113 เซนติเมตร และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยทุกตำรับการทดลองพบว่าความสูงต้นข้าวเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 102-116 เซนติเมตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลของอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและมาตรการวิธีพืชต่อความสูงของข้าวไร่

		หน่วย: เซนติเมตร					
ตำรับการทดลอง		ความสูงข้าวไร่ ปี 2553			ความสูงข้าวไร่ ปี 2554		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
มาตรการวิธีพืช							
	ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	31	57	127	30	56	106
	วิธีคลุมดิน (mulching)	33	57	128	31	55	112
	วิธีปลูกพืชแซม (intercropping)	32	61	132	31	57	111
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง							
	อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	30b	54b	124	27b	49b	106
	อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	31b	58b	131	31a	53b	111
	อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	34a	61a	127	34a	61a	108
	อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่	33a	61a	133	31a	61a	113
	F-test	*	*	ns	*	*	ns
มาตรการวิธีพืช x ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง							
	ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	29	52	123	26	49	102
	ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	30	57	123	30	53	102
	ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	33	60	129	33	61	106
	ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	33	61	134	31	61	114
	คลุมดิน ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	31	54	132	29	49	108
	คลุมดิน ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	32	55	127	32	54	116
	คลุมดิน ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	35	59	124	33	59	113
	คลุมดิน ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	33	61	128	32	60	112
	ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	29	58	118	26	49	109
	ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	32	61	141	31	52	114
	ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	33	64	129	34	64	106
	ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	32	60	138	34	64	111
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	7.05	8.18	6.74	10.83	7.95	6.88

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.2 การแตกกอและการออกรวงของข้าวไร่

ในฤดูปลูก 2553 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้การแตกกอของต้นข้าวและจำนวนรวงต่อกอมีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการแตกกออยู่ในช่วง 8.33-8.83 ต้นต่อกอ และการออกรวงอยู่ในช่วง 7.33-7.67 รวงต่อกอ และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้การแตกกอของต้นข้าวและจำนวนรวงต่อกอมีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการแตกกออยู่ในช่วง 8.44-8.78 ต้นต่อกอ และการออกรวงอยู่ในช่วง 7.44-7.67 รวงต่อกอ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยมีการแตกกออยู่ในช่วง 8.33-9.00 ต้นต่อกอ และการออกรวงอยู่ในช่วง 7.33-8.00 รวงต่อกอ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและมาตรการวิธีพืชต่อการแตกกอและการออกรวงของข้าวไร่

ตำรับการทดลอง	ฤดูปลูก 2553		ฤดูปลูก 2554	
	การแตกกอ	การออกรวง	การแตกกอ	การออกรวง
มาตรการวิธีพืช				
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	8.83	7.67	8.67	7.58
วิธีคลุมดิน (mulching)	8.67	7.67	8.67	7.67
วิธีปลูกพืชแซม (intercropping)	8.33	7.33	8.42	7.42
F-test	ns	ns	ns	ns
ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง				
อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	8.44	7.44	8.56	7.56
อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	8.56	7.56	8.33	7.33
อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	8.78	7.67	8.89	7.89
อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่	8.67	7.56	8.56	7.44
F-test	ns	ns	ns	ns
มาตรการวิธีพืช x ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง				
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	8.67	8.67	8.33	7.33
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	8.33	8.33	8.33	7.33
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	9.33	9.33	9.00	8.00
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	9.00	9.00	9.00	7.67
คลุมดิน ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	8.33	8.33	9.00	8.00
คลุมดิน ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	9.00	9.00	8.33	7.33
คลุมดิน ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	8.67	8.67	9.00	8.00
คลุมดิน ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	8.67	8.67	8.33	7.33
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	8.33	8.33	8.33	7.33
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	8.33	8.33	8.33	7.33
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	8.33	8.33	8.67	7.67
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	8.33	8.33	8.33	7.33
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.29	10.48	7.98	8.85

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สำหรับในฤดูปลูก 2554 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้การแตกกอของต้นข้าวและจำนวนรวงต่อกอมีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการแตกกออยู่ในช่วง 8.42-8.67 ต้นต่อกอ และการออกรวงอยู่ในช่วง 7.42-7.67 รวงต่อกอ และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้การแตกกอของต้นข้าวและจำนวนรวงต่อกอมีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการแตกกออยู่ในช่วง 8.33-8.89 ต้นต่อกอ และการออกรวงอยู่ในช่วง 7.33-7.89 รวงต่อกอ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยมีการแตกกออยู่ในช่วง 8.33-9.00 ต้นต่อกอ และการออกรวงอยู่ในช่วง 7.33-8.00 รวงต่อกอ ดังตารางที่ 3

2. ผลของอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและมาตรการวิธีพืชต่อปริมาณผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวไร่

2.1 ปริมาณผลผลิตข้าวไร่

การให้ผลผลิตของข้าวไร่ในฤดูปลูก 2553 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้ผลผลิตข้าวไร่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 226-230 กิโลกรัมต่อไร่ แต่พบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้ผลผลิตข้าวไร่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดไม่แตกต่างกันคือ 236 240 และ 231 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผลผลิตต่ำสุด 205 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยทุกตำรับการทดลองพบว่าผลผลิตข้าวไร่เฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 200-249 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งตำรับการทดลองที่ 11 การปลูกข้าวไร่แซมถั่วร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตมากที่สุด 249 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับการทดลองที่ 1 การปลูกข้าวไร่แบบไม่มีมาตรการฯ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตต่ำสุดเพียง 206 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 4

การให้ผลผลิตของข้าวไร่ในฤดูปลูก 2554 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้ผลผลิตข้าวไร่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 188-194 กิโลกรัมต่อไร่ แต่พบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้ผลผลิตข้าวไร่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดไม่แตกต่างกันคือ 190 200 และ 199 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผลผลิตต่ำสุด 172 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่พบว่าปฏิกริยาสัมพันธ์กันระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยทุกตำรับการทดลองพบว่าผลผลิตข้าวไร่เฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 169-215 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งตำรับการทดลองที่ 8 การคลุมดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตมากที่สุด 215 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับการทดลองที่ 1 การปลูกข้าวไร่แบบไม่มีมาตรการฯ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตต่ำสุดเพียง 169 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลของอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและมาตรการวิธีพืชต่อปริมาณผลผลิตของข้าวไร่

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตข้าวไร่		น้ำหนักเมล็ดข้าวไร่		น้ำหนักฟางข้าว	
	ฤดู2553 (กิโลกรัมต่อไร่)	ฤดู2554	ฤดู2553 (กรัมต่อ 100 เมล็ด)	ฤดู2554	ฤดู2553 (กิโลกรัมต่อไร่)	ฤดู2554
มาตรการวิธีพืช						
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	226	188	2.37	1.96	436	374
วิธีคลุมดิน (mulching)	230	194	2.57	2.02	448	392
วิธีปลูกพืชแซม (intercropping)	228	189	2.41	1.91	441	384
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง						
อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	205b	172b	2.09b	1.75b	409b	356
อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	236a	190a	2.62a	2.09a	456a	382
อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	240a	200a	2.60a	2.01a	463a	403
อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่	231a	199a	2.45a	2.00a	446a	393
F-test	*	*	*	*	*	ns
มาตรการวิธีพืช x ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง						
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	206	169	1.90	1.82	410	339
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	245	185	2.49	2.14	458	367
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	230	205	2.50	1.96	462	413
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	224	192	2.59	1.93	436	376
คลุมดิน ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	211	173	2.34	1.84	418	373
คลุมดิน ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	232	194	2.52	2.14	449	386
คลุมดิน ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	241	195	2.76	1.92	458	385
คลุมดิน ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	236	215	2.67	2.20	465	424
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	200	172	2.05	1.61	399	354
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	231	192	2.48	2.00	460	393
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	249	201	2.59	2.14	469	409
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	232	189	2.53	1.87	437	378
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8.65	7.26	8.55	10.29	6.88	8.56

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2.2 น้ำหนักเมล็ดข้าวไร่ 100 เมล็ด

ในฤดูปลูก 2553 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.37-2.57 กรัม แต่พบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดข้าวไร่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดสูงสุดไม่แตกต่างกันคือ 2.62 2.60 และ 2.45 กรัม ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดต่ำสุด 2.09 กรัม และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยทุกตำรับการทดลองพบว่าน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.90-2.76 กรัม ซึ่งตำรับการ

ทดลองที่ 7 การคลุมดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดมากที่สุด 2.76 กรัม และดำรับการทดลองที่ 1 การปลูกข้าวไร่แบบไม่มีมาตรการฯ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดต่ำสุดเพียง 1.90 กรัม ดังตารางที่ 4

ในฤดูปลูก 2554 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.91-2.02 กรัม แต่พบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดข้าวไร่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดสูงสุดไม่แตกต่างกันคือ 2.09 2.01 และ 2.00 กรัม ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดต่ำสุด 1.75 กรัม และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยทุกดำรับการทดลองพบว่าน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.61-2.20 กรัม ซึ่งดำรับการทดลองที่ 8 การคลุมดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดมากที่สุด 2.20 กรัม และดำรับการทดลองที่ 1 การปลูกข้าวไร่แบบไม่มีมาตรการฯ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดต่ำสุดเพียง 1.82 กรัม ดังตารางที่ 4

2.3 น้ำหนักฟางข้าว

การให้น้ำหนักฟางข้าวในฤดูปลูก 2553 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ให้น้ำหนักฟางข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 436-448 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้น้ำหนักฟางข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน น้ำหนักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 409-463 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยทุกดำรับการทดลองพบว่าผลผลิตข้าวไร่เฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 410-469 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งดำรับการทดลองที่ 8 การคลุมดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักฟางข้าวมากที่สุด 465 กิโลกรัมต่อไร่ และดำรับการทดลองที่ 1 การปลูกข้าวไร่แบบไม่มีมาตรการฯ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักฟางข้าวต่ำสุดเพียง 410 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 4

การให้น้ำหนักฟางข้าวในฤดูปลูก 2554 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ให้น้ำหนักฟางข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 374-392 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้น้ำหนักฟางข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน น้ำหนักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 356-403 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยทุกดำรับการทดลองพบว่าผลผลิตข้าวไร่เฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 339-424 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งดำรับการทดลองที่ 8 การคลุมดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักฟางข้าวมากที่สุด 424 กิโลกรัมต่อไร่ และดำรับการทดลองที่ 1 การปลูกข้าวไร่แบบไม่มีมาตรการฯ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักฟางข้าวต่ำสุดเพียง 339 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 4

3. ผลของอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและมาตรการวิธีพืชต่อปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าวไร่

3.1 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

ในฤดูปลูก 2553 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในข้าวไร่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมาตรการวิธีพืชวิธีคลุมดินให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงสุด 52 แต่ไม่แตกต่างกับวิธีปลูกพืชแซมที่ให้ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 46 ส่วนวิธีไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 44 แต่พบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในข้าวไร่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 42-51 และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยทุกตำรับการทดลองพบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในข้าวไร่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 38-59 ซึ่งตำรับการทดลองที่ 7 การคลุมดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในข้าวไร่มากที่สุด 59 และตำรับการทดลองที่ 12 การปลูกข้าวไร่แซมถั่วร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในข้าวไร่ต่ำสุด 38 ดังตารางที่ 5

3.2 ปริมาณไนโตรเจน

ในฤดูปลูก 2553 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในข้าวไร่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.74-0.84 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้ปริมาณไนโตรเจนในข้าวไร่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.74-0.89 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยปริมาณไนโตรเจนในข้าวไร่ทุกตำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.63-0.95 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 5

3.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ในฤดูปลูก 2553 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวไร่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.049-0.060 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวไร่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.053-0.059 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวไร่ทุกตำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.047-0.073 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 5

3.4 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ในฤดูปลูก 2553 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในข้าวไร่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.236-0.277 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในข้าวไร่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.222-0.284 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยปริมาณโพแทสเซียมในข้าวไร่ทุกตำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.200-0.310 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 5

ทั้งนี้ในส่วนของการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าวไร่ฤดูปลูก 2554 ไม่ได้ทำการวิเคราะห์เนื่องจากเกิดฝนตกชุกผลผลิตที่ได้มีความชื้นสูงจึงเกิดการเน่าเสียหายทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 5 ผลของอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและมาตรการวิธีพืชที่ส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าวไร่

ตำรับการทดลอง	C/N	%N	%P	%K
มาตรการวิธีพืช				
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	44b	0.84	0.049b	0.268
วิธีคลุมดิน (mulching)	52a	0.74	0.057a	0.236
วิธีปลูกพืชแซม (intercropping)	46b	0.84	0.060a	0.277
F-test	*	ns	*	ns
ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง				
อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	48	0.80	0.054	0.222
อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	49	0.81	0.054	0.277
อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	51	0.74	0.053	0.284
อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่	42	0.89	0.059	0.257
F-test	ns	ns	ns	ns
มาตรการวิธีพืช x ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง				
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	44	0.86	0.050	0.257
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	46	0.82	0.047	0.287
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	44	0.81	0.047	0.267
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	41	0.89	0.049	0.260
คลุมดิน ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	50	0.78	0.063	0.210
คลุมดิน ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	53	0.73	0.057	0.237
คลุมดิน ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	59	0.63	0.057	0.277
คลุมดิน ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	46	0.82	0.050	0.220
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	52	0.76	0.050	0.200
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	46	0.89	0.060	0.307
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	49	0.77	0.057	0.310
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	38	0.95	0.073	0.290
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	17.94	20.99	0.49	36.35

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4. ผลของอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและมาตรการวิธีพืชที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

ดินก่อนการทดลองพบว่าเนื้อดินเป็นร่วนปนเหนียว (Clay loam) มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียว ดินร่วน ดินทราย เท่ากับ 32.5 26.1 และ 41.4 เปอร์เซ็นต์ ค่าความหนาแน่นรวม (Bulk Density) เท่ากับ 1.165 กรัมต่อเซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยสมบัติของดินภายหลังเก็บเกี่ยวข้าวไร่ แต่ละฤดูปลูกพบว่าการจัดการดินแบบต่างๆ ทำให้สมบัติของดินมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน

ก่อนการทดลองปลูกข้าวไร่ในฤดูปลูก 2553 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.51-5.59 และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.52-5.57 และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดินทุกตำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.40-5.70 ดังตารางที่ 6

ภายหลังสิ้นสุดการทดลองปลูกข้าวไร่ในฤดูปลูก 2554 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.13-5.18 และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.04-5.22 และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดินทุกตำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.00-5.33 ดังตารางที่ 6

4.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ก่อนการทดลองปลูกข้าวไร่ในฤดูปลูก 2553 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.22-1.52 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.24-1.60 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทุกตำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.08-1.85 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 6

ภายหลังสิ้นสุดการทดลองปลูกข้าวไร่ในฤดูปลูก 2554 เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการทำมาตรการวิธีพืชแบบต่างๆ ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 1.54-2.01 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าปัจจัยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.56-1.77 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างมาตรการวิธีพืชต่ออัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่อย่างใด โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทุกตำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.17-2.40 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลของอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและมาตรการวิธีพืชที่ส่งผลต่อสมบัติทางเคมีของดิน

ตัวรับการทดลอง	ค่าความเป็นกรด-ต่างหรือ pH		ปริมาณอินทรีย์วัตถุเปอร์เซ็นต์		ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ----- มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม -----		โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
มาตรการวิธีพืช								
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	5.51	5.13	1.52	2.01	2.2	4.8	127	36
วิธีคลุมดิน (mulching)	5.53	5.18	1.22	1.54	1.7	5.5	157	43
วิธีปลูกพืชแซม (intercropping)	5.59	5.13	1.32	1.54	2.4	4.7	154	40
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง								
อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	5.52	5.22	1.32	1.71	1.8	5.1	116	38
อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	5.57	5.21	1.60	1.56	2.4	4.9	171	48
อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	5.54	5.04	1.24	1.74	1.9	4.6	154	37
อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่	5.54	5.11	1.26	1.77	2.2	5.3	143	36
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
มาตรการวิธีพืช×ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง								
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	5.57	5.13	1.56	2.40	2.0	4.0	143	32
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	5.57	5.27	1.85	2.30	2.3	4.3	140	42
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	5.40	5.07	1.26	1.67	2.0	4.7	88	41
ไม่มีมาตรการ ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	5.50	5.03	1.41	1.65	2.3	6.0	137	32
คลุมดิน ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	5.53	5.20	1.24	1.46	1.0	5.7	103	41
คลุมดิน ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	5.53	5.30	1.26	1.17	2.0	6.7	177	53
คลุมดิน ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	5.63	5.00	1.30	1.87	1.7	4.3	223	37
คลุมดิน ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	5.43	5.23	1.08	1.66	2.0	5.3	115	39
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่	5.47	5.33	1.15	1.27	2.3	5.7	102	41
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่	5.60	5.07	1.71	1.20	3.0	6.7	195	49
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 150 กิโลกรัมต่อไร่	5.60	5.07	1.15	1.69	2.0	4.7	140	33
ข้าวไร่แซมถั่ว ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่	5.70	5.07	1.31	2.00	2.3	4.7	178	38
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3.51	5.44	23.44	33.72	61.2	54.5	44.01	55.9

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ก่อนการทดลองปลูกข้าวไร่ในฤดูปลูก 2553 พบว่าการใช้มาตรการวิธีพืชต่างกันไม่ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 1.7-2.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 1.8-2.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปัจจัยด้านมาตรการวิธีพืชและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในช่วง 1.0-2.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 6

ภายหลังสิ้นสุดการทดลองปลูกข้าวไร่ในฤดูปลูก 2554 พบว่าการใช้มาตรการวิธีพืชต่างกันไม่ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 4.7-5.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 4.6-5.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปัจจัยด้านมาตรการวิธีพืชและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในช่วง 4.0-6.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 6 ซึ่งการที่ดินภายหลังการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ลงไปจะเป็นแหล่งอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้แปรสภาพสารอินทรีย์และจุลินทรีย์ที่ละลายอินทรีย์ฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้น (ยงยุทธ และคณะ, 2541)

4.4 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ก่อนการทดลองปลูกข้าวไร่ในฤดูปลูก 2553 พบว่าการใช้มาตรการวิธีพืชต่างกันไม่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 127-157 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงพบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 116-171 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปัจจัยด้านมาตรการวิธีพืชและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง โดยมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในช่วง 88-223 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 6

ภายหลังสิ้นสุดการทดลองปลูกข้าวไร่ในฤดูปลูก 2554 พบว่าการใช้มาตรการวิธีพืชต่างกันไม่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 36-43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงพบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 36-48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปัจจัยด้านมาตรการวิธีพืชและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง โดยมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในช่วง 32-53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 6

5. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการผลิตข้าวไร่อินทรีย์

ข้าวไร่ส่วนใหญ่เกษตรกรจะปลูกไว้เพื่อบริโภคในครัวเรือน แต่มีราคาจำหน่ายประมาณ 15 บาทต่อกิโลกรัม การทดลองครั้งนี้พบว่าผลผลิตข้าวไร่ทั้งสองฤดูปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ใช้จากอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็น 100 กิโลกรัมต่อไร่ และ 150 กิโลกรัมต่อไร่ แต่กลับมีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาต้นทุนในการผลิตข้าวไร่อินทรีย์พบว่าค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่มาจากวัสดุปลูกหรือส่วนประกอบที่นำมาใช้ในการผลิตปุ๋ย

อินทรีย์คุณภาพสูงเป็นสำคัญ ได้แก่ กากเมล็ดถั่วเหลือง มูลสัตว์ และกากน้ำตาล เนื่องจากราคาของวัตถุดิบดังกล่าวมีราคาแพงโดยเฉพาะอย่างยิ่งกากเมล็ดถั่วเหลืองที่มีราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 13 บาท ราคากากน้ำตาลกิโลกรัมละ 7 บาท ส่วนราคามูลสัตว์กิโลกรัมละ 2.0 บาท ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีราคาอยู่ที่ประมาณ 8.95 บาทต่อกิโลกรัม หรือตันละ 8,950 บาท ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อไร่ในอัตราที่มากขึ้นจะทำให้ต้นทุนการผลิตข้าวไร่สูงขึ้นด้วย โดยเมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนด้านปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ใช้เป็นปัจจัยหลักในการผลิตข้าวไร่พบว่าต้นทุนของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเฉลี่ยต่อกิโลกรัมเท่ากับ 8.95 บาท ทำให้ค่าใช้จ่ายเฉพาะปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 50 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ เท่ากับ 448 895 1,343 และ 1,790 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ราคาจำหน่ายเมล็ดพันธุ์หลักประมาณ 25 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นหากมีการใช้ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสมจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวไร่อินทรีย์

สรุปผลการทดลอง

การผลิตข้าวไร่อินทรีย์บนสภาพพื้นที่ลาดชันโดยการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราต่างกันั้น ส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของข้าวไร่ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวไร่ เช่น น้ำหนักเมล็ดข้าวไร่ 100 เมล็ด และน้ำหนักฟางข้าว รวมถึงปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าว ตลอดจนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน สรุปได้ดังนี้

1. การปลูกข้าวไร่ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช (vegetative measure) ได้แก่ การคลุมดิน (mulching) การปลูกพืชแซม (intercropping) ส่งผลทำให้ข้าวไร่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นข้าว การแตกกอ การออกรวง ผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักเมล็ด (กรัมต่อ 100 เมล็ด) และน้ำหนักฟางข้าว มีค่าใกล้เคียงหรือแตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกข้าวไร่เพียงอย่างเดียวโดยไม่ทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ แต่มีแนวโน้มว่าการปลูกข้าวไร่เพียงอย่างเดียวโดยที่ไม่ทำมาตรการวิธีพืชร่วมด้วยนั้นมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวไร่ต่ำกว่าการปลูกข้าวไร่ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์วิธีพืชวิธีการใดวิธีหนึ่ง
2. การปลูกข้าวไร่ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 4 ระดับ ประกอบด้วยอัตรา 50 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ นั้น พบว่าการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นข้าวไร่และปริมาณผลผลิตของข้าวไร่ขึ้นอยู่กับระดับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เพิ่มขึ้น โดยอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับ 100 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้ผลผลิตมีค่าสูงแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงกับข้าวไร่ที่ระดับ 100-150 กิโลกรัมต่อไร่ จะช่วยทำให้ประหยัดต้นทุนค่าใช้จ่ายการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงได้
3. การปลูกข้าวไร่โดยการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช (vegetative measure) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงนั้นพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของดินลดลง ปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าลดลง

ประโยชน์ที่ได้รับ

การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงวิธีการจัดการดินสำหรับปลูกข้าวไร่ในระบบการผลิตแบบอินทรีย์ โดยการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชซึ่งเป็นวิธีการที่ประหยัด ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราที่เหมาะสม เพื่อให้เกษตรกรใช้เป็นแนวทางในการผลิตข้าวไร่บนพื้นที่ที่มีความลาดชันทั้งในจังหวัดเชียงรายและจังหวัดอื่นๆ ในภาคเหนือซึ่งมีสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกันนำไปใช้ประโยชน์ ตลอดจนเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อปลูกข้าวไร่ได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรร่วมมือในการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชบนพื้นที่ลาดเท เพื่อลดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ลดการสูญเสียธาตุอาหารพืชออกไปกับตะกอนดินและน้ำไหลบ่าหน้าดิน เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้กับดินด้วยวัสดุฟางข้าว และใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตราที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2558. การผลิตพืชอินทรีย์. กลุ่มพัฒนาระบบตรวจรับรองมาตรฐานการผลิต, กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร. 2543. มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. ชุดองค์ความรู้กึ่งศตวรรษพัฒนาที่ดิน การปรับปรุงบำรุงดิน. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2553ก. คู่มือคำอธิบายเรียงมาตราพระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ.2551 พร้อมกฎกระทรวง (ร่าง) ระเบียบ ประกาศ และคำสั่งที่เกี่ยวข้อง. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2553ข. คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป.. ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรไนโตรเจน ฟอสฟอรัส (เอกสารแผ่นพับ). กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- กรมการข้าว. 2552. ข้าว : เทคโนโลยีการปลูกและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.
- กรมการข้าว. 2551. องค์ความรู้เรื่องข้าว. กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2552. ข้าวไร่. กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2533. การปรับปรุงดินและการใส่ปุ๋ย คำแนะนำที่ 3 เรื่องการปลูกข้าวไร่. กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2557. สถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. แหล่งที่มา; www.hydro-1.net/08HYDRO/HD-03/3-14/08013.xls, 30 กันยายน 2557.
- กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. 2543. คำแนะนำปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร.
- กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2537. หนังสือคู่มือการจัดการพืชเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กิตติศักดิ์ ศรีทุมมา. 2552. การศึกษาพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองที่มีศักยภาพเพื่อใช้ในระบบเกษตรยั่งยืนของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กลุ่มงานประชาสัมพันธ์ กรมการข้าว. 2556. กรมการข้าวชูชีวิตข้าวไร่ นำร่องปลูกบนเกาะสมุยเพื่อบริโภค-เปิดท่องเที่ยวเชิงเกษตร. แหล่งที่มา: http://www.ricethailand.go.th/home/index.php?option=com_content&view=article&id=915:2013-09-25-04-09-03&catid=14:2012-01-31-06-16-00, วันที่ 13 สิงหาคม 2556.

- กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2544. นิชยามและทางเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ. บริษัท พีวเจอร์เพรส แอนด์ มีเดีย จำกัด.
- คำรณ ไทรพิท. 2556. ปฐพีวิทยา: “เรื่องดินและปุ๋ย การจัดการดินและแผนการใช้ที่ดิน”. กลุ่มวิจัยและพัฒนาหมอดินอาสาและบริหารจัดการเครือข่าย สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- คณะทำงานชุดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน. 2556. ชุดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. 2552. คู่มือสำหรับการเกษตรยุคใหม่ ธรรมชาติของดินและปุ๋ย (พิมพ์ครั้งที่ 8). หจก. กร ศรีเอชเอ็น, กรุงเทพฯ.
- นคร สืบแสน. 2553. การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชในระบบการปลูกข้าวไร่. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นคร สืบแสน. 2552. การศึกษาการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ในระบบการปลูกพืชเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- การศึกษาการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ในระบบการปลูกพืชเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง
- นคร สืบแสน และ ศรัญญพงศ์ ชัยวัฒนกุล. 2548. การศึกษาระบบการปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่บนพื้นที่ลาดชันสูง. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- บัณฑิต ต้นศิริ และ คำรณ ไทรพิท. 2542. (พิมพ์ครั้งที่ 3) .คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. กองวางแผนการใช้ที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ไพโรจน์ โชตินิสากรณ์. 2553. ผลของการใช้ฟางข้าวเพื่อควบคุมความชื้นในดิน การระบาดของของวัชพืชและผลผลิตของข้าวไร่. ใน ประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2553 ณ โรงแรมอมารี ดอนเมืองแอร์พอร์ต.
- รณชัย ช่างศรี และ ธัญวราภรณ์ ปรงข้อง. 2557. ข้าวไร่พญาสิมแกงที่น้ำหนาว. แหล่งที่มา: http://www.brrd.in.th/main/index.php?option=com_content&view=article&id=1129:-m--m-s&catid=96:-2557&Itemid=37, วันที่ 31 ตุลาคม 2557.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 2557. คู่มือการปรับปรุงบำรุงดินบนพื้นที่สูง. บริษัท ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิง แอนด์ มีเดีย จำกัด, จังหวัดเชียงใหม่.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.). 2556. การผลิตพืชอินทรีย์. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.). กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. 2557. ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสุดไรโนโตรเจน ฟอสฟอรัส. แหล่งที่มา: http://www.ddd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_34.pdf, วันที่ 30 มกราคม 2557.

- สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว. 2551. พันธุ์ข้าวและธัญพืชเมืองหนาวที่ส่งเสริมในประเทศไทย.
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, จตุจักร, กรุงเทพฯ.
- สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. คู่มือการจัดการดินสำหรับการปลูกพืชในพื้นที่ศูนย์
พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน,
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศรัญญพงศ์ ชัยวัฒนกุล, วันรัก ฤทธิเกสร และ บุชบา อนุจรพันธ์. 2558. การศึกษาระยะห่าง
ที่เหมาะสมของคูรับน้ำรอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูงในพื้นที่จังหวัดน่าน, น. 2-13.
ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ “การพัฒนาที่ดิน ปี 2558”. ณ โรงแรมพูลแมนขอนแก่น
ราชา ออร์คิด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น.
- ศักดิ์ สุกวิบูลย์. 2537. การคลุมดิน (mulching) ในหนังสือคู่มือการจัดการพืชเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ.
กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 2551. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูก
ข้าวไร่ บ้านแสนใจใหม่ จ.เชียงราย. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- วิฑูรย์ ปัญญากุล. 2547. ความรู้เบื้องต้นเกษตรอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 3. ที ซี จี พรินต์ติ้ง จำกัด,
กรุงเทพฯ.
- วิรัช สีสานู และ จิรวัดน์ สนิทชน. 2558. การประเมินผลผลิตของเชื้อพันธุกรรมข้าวไร่
ที่ทดสอบในจังหวัดขอนแก่น. แหล่งที่มา: [http://www.cab.kps.ku.ac.th/db_cab/
reports/paper/07-06-08-000262.pdf](http://www.cab.kps.ku.ac.th/db_cab/reports/paper/07-06-08-000262.pdf), วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2558.
- อุทิศ เตจ๊ะใจ, ไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์ และ อติศักดิ์ สัจจงพงศ์. 2551. การจัดการพื้นที่ลาดชัน
เพื่อการเกษตรแบบยั่งยืนในภาคเหนือของประเทศไทย (จังหวัดเชียงราย) เอกสารวิชาการ.
กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. ความจริงเกี่ยวกับปัญหาในการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. มุลินีข้าวไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- S.F. Siebert and Lassoic. 1991. Soil erosion, water runoff and their control on steep
slopes in Sumata. Tropical agriculture. 68(4):321-324.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ระดับความเหมาะสมของค่าพิสัย (Rating) ของคุณภาพที่ดินสำหรับข้าวไร่

LAND-USE REQUIREMENT			FACTOR RATING			
LAND QUALITY	Diagnostic factor	Unit	S1	S2	S3	S4
TEMPERATURE (t)	Mean temp. in growing period	c	25-30	31-33 21-24	34-35 18-20	>35 <18
MOISTURE AVAILABILITY (m)	Ann. Rainfall	mm.				
	Water requirement in growing period	mm.	450-650	350-450	300-350	<300
OXYGEN AVAILABILITY (o)	Soil drainage	class	5,6	4	3	1,2
NUTRIENT AVAILABILITY (s)	N (total)	%				
	P	ppm				
	K	ppm				
	Organic matter	%				
	Nutrient status	class	VH,H,M	L		
NUTRIENT RETENTION (n)	C.E.C. ดินล่าง	meq/100g	>15	3-15	<3	
	B.S. ดินล่าง	%	>35	<35	<3	
ROOTING CONDITION (r)	Effective soil depth	cm.	>50	30-50	20-30	<20
	Gravel	%	<15	15-40	40-80	>80
	Root penetration	class	1,2	3	4	
FLOOD HAZARD (f)	Frequency	yrs/time	10yrs/1	6-9yrs/1	3-5yrs/1	1-2yrs/1
EXCESS OF SALT (x)	EC. of saturation	mmho/cm.	<2	2-4	4-8	>8
SOIL TOXICITIES (z)	Depth of jarosite	cm.	>150	100-150	50-100	<50
	Reaction	pH	5.1-6.0	6.1-7.3 4.5-5.0	7.4-8.4 4.0-4.5	>8.4 <4.0
SOIL WORKABILITY (k)	Workability class	class	1,2	3	4	
POTENTIAL FOR MECHANIZATION (w)	Slope	class	ABC	D	E	>E
	Rockout crop	class	1	2	3	4
	Stoniness	class	1	2	3	4
EROSION HAZARD (e)	Slope	class	AB	C	D	>D
	Soil loss	ton/rai/yrs	<2	2-4	4-12	>12

หมายเหตุ : Day length - short day
 Growing period - 110-120 days
 Critical period (moisture) - Booting to grain formation
 Slope texture requirement of crops - sl to cl
 Others

ที่มา : บัณฑิต และ คำนวณ (2542)

ตารางผนวกที่ 2 ลักษณะพันธุ์ข้าวไร่ชีวแม่จัน

ประเภท	การ รับรองพันธุ์	คุณสมบัติ	ลักษณะเด่น /ลักษณะด้อย	พื้นที่แนะนำ
พันธุ์พื้นเมือง เก็บรวบรวมจาก อ.เมือง จ.เชียงราย * ข้าวเหนียว * ข้าวไร่ * ไรต่อช่วงแสง ปลูกได้ในนาปี	เป็นพันธุ์ รับรอง เมื่อ 7 ธ.ค. 2522	ลักษณะทั่วไป - ต้นสูงประมาณ 110- 150 ซม. - ลำต้นสีเขียว ใบแคบ และยาว - คอรวงยาว เมล็ดยาว รวงปานกลาง - ข้าวเปลือกสีฟาง ก้นจุด สีม่วง - อายุเก็บเกี่ยวกลางเดือน ตุลาคม (ปลูกต้นมิถุนายน) - ระยะพักตัวของเมล็ด 5 สัปดาห์ - เมล็ดข้าวกล้อง 2.2x7.4x1.8 มม. - ข้าวสุกนุ่มเหนียว ผลผลิต ประมาณ 456 กิโลกรัมต่อไร่	ลักษณะเด่น - ปลูกได้ทั้งสภาพไร่ และนา - อายุเบา - เมล็ดยาวเป็นที่นิยม ของตลาด - ข้าวสุกหอมนุ่ม ลักษณะด้อย - ไม่ต้านทานโรคไหม้ ใบส้ม - ไม่ต้านทานแมลงบั่ว	เขตข้าวไร่ ภาคเหนือและ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ที่มา : กรมการข้าว (2552)

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ.2551-2555

ปีน้ำ		เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รวม
2551	มม.	178.9	228.4	131.3	295.5	304.6	169.6	214.8	85.9	2.5	0	0	0	1,611.5
	วันฝนตก	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(150)
2552	มม.	52.1	387.0	183.9	337.5	283.4	272.2	77.0	0	0	0	0	31.9	1,625.0
	วันฝนตก	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(109)
2553	มม.	89.8	148.6	166.6	273.7	472.2	498.2	149.6	0	2.0	25.	0	91.9	1,918.3
	วันฝนตก	(9)	(16)	(13)	(24)	(27)	(22)	(13)	(0)	(0)	(2)	(0)	(7)	(136)
2554	มม.	84.8	242.0	306.9	338.2	590.0	273.5	71.8	11.6	6.3	51.7	2.4	37.5	2,016.7
	วันฝนตก	(15)	(17)	(21)	(23)	(23)	(23)	(9)	(3)	(1)	(5)	(1)	(3)	(144)
2555	มม.	104.7	519.8	129.0	314.0	328.8	165.5	198.3	55.5	7.3	21.8	10.4	59.1	1914.2
	วันฝนตก	(11)	(17)	(17)	(25)	(24)	(19)	(12)	(11)	(3)	(3)	(3)	(6)	(151)

หมายเหตุ: สถานี 08013 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2557)

ตารางผนวกที่ 4 อุณหภูมิจังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ.2553-2554

ภาค จังหวัด	อุณหภูมิต่ำสุด		อุณหภูมิสูงสุด		อุณหภูมิเฉลี่ย	
	2553	2554	2553	2554	2553	2554
ภาคเหนือ	10.5	10.5	43.5	40.4	27.3	26.2
เชียงราย	10.8	10.6	39.4	35.4	25.4	24.5

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556)

ตารางผนวกที่ 5 การจำแนกปฏิกิริยาดิน (Soil pH)

ระดับ	ค่าของ pH
กรดจัดมาก (extremely acid)	< 4.5
กรดรุนแรงมาก (very strongly acid)	4.5-5.0
กรดรุนแรง (strongly acid)	5.1-5.5
กรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (near neutral)	6.6-7.3
ด่างเล็กน้อย (slightly alkali)	7.4-7.8
ด่างปานกลาง (moderately alkali)	7.9-8.4
ด่างรุนแรง (strongly alkali)	8.5-9.0
ด่างรุนแรงมาก (extremely alkali)	> 9.0

ที่มา : คำรณ (2556)

ตารางผนวกที่ 6 การจำแนกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากผลวิเคราะห์ดิน

ระดับ	อินทรีย์วัตถุ (%)	ความอึดตัวด้วยต่าง (%)	ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cmol _c /kg)*	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)**	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)
ต่ำมาก (very low)	<0.5	-	<3	<3	<30
ต่ำ (low)	0.5-1.0	<35	3-5	3-5	30-60
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	1.0-1.5	-	6-10	6-10	-
ปานกลาง (moderately)	1.5-2.5	35-75	11-15	11-15	60-90
ค่อนข้างสูง (moderately high)	2.5-3.5	-	16-20	16-25	-
สูง (high)	3.5-4.5	>75	21-30	26-45	91-120
สูงมาก (very high)	>4.5	-	>30	>45	>120

หมายเหตุ: * cmol_c/kg หมายถึง centimoles of charge per kilogram หรือ milliequivalents per hundred gram (meq/100g) และ ** มก./กก. หมายถึง มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือเดิมเรียกว่าส่วนในล้าน (part per million: ppm)

ที่มา : คำรณ (2556)

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินที่เหมาะสมในการปลูกพืช

ระดับ	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)
ต่ำมาก (very low)	<10	<40
ต่ำ (low)	10-20	40-100
ปานกลาง (moderately)	20-40	100-200
สูง (high)	40-50	200-300
สูงมาก (very high)	>50	>300

ที่มา : สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) (2557)

ตารางผนวกที่ 8 เกณฑ์ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (Bray II) กับชนิดพืช

พืช	ระดับของฟอสฟอรัสในดิน (มก./กก.)		
ข้าว	<10	10-30	>30
ข้าวโพด อ้อย	<10	10-19	>20
ถั่วเหลือง	<8	8-15	>15
ถั่วลิสง	<5	5-10	>10
ฝ้าย	<15	15-40	>40
ปอ	<10	10-30	>30

ที่มา : ดัดแปลงจากสำเนา (2525)

ตารางผนวกที่ 9 เกณฑ์ความสูงต่ำของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (NH₄Oac)

ระดับ	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)
ต่ำมาก (very low)	<30
ต่ำ (low)	30-60
ปานกลาง (moderately)	60-90
สูง (high)	90-120
สูงมาก (very high)	120

ที่มา : เอิบ (2533)