

การศึกษาศักยภาพและการยอมรับในระบบการปลูกข้าวโพดแซมมันสำปะหลัง
เขตจังหวัดกำแพงเพชร เพื่อพลังงานทดแทน

Study on Potentials and Acceptability of Cassava and Maize Intercropping System at Kamphaeng Phet
Province for Energy

ธนวรรธน์ ปาละ และ เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ
Tanawat Pala and Det Wattanachaiyingcharoen

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาศักยภาพและการยอมรับในระบบการปลูกข้าวโพดแซมมันสำปะหลังเขตจังหวัดกำแพงเพชร เพื่อพลังงานทดแทน จากปัญหาการเพิ่มพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและราคาตกต่ำ ทำให้เกษตรกรมีความสนใจที่จะปลูกข้าวโพดทดแทนมันสำปะหลัง และขยายพื้นที่ปลูกข้าวโพดใหม่เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน หากเกษตรกรยอมรับและนำไปปรับใช้ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม ก็จะทำให้เกิดการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานต่อไป การทดลองได้วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 3 ซ้ำมี 6 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 ใช้มันสำปะหลัง พันธุ์ระยะ 5 ปลูกระหว่างต้น 60 เซนติเมตร และ ระยะ ระหว่างแถว 90 เซนติเมตร ร่วมกับการปลูก ข้าวโพดพันธุ์ บี๊ก 919 โดยหยอดเมล็ดระหว่างมันสำปะหลังอัตรา 2 เมล็ดต่อหลุม มีระยะปลูก 50 เซนติเมตร และ ระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และไม่ใส่ปุ๋ย กรรมวิธีที่ 2 ใช้มันสำปะหลัง ปลูกระยะเดียวกับกรรมวิธีที่ 1 ร่วมกับการปลูกข้าวโพดมีการใส่ปุ๋ย สูตร 15-15-15 อัตรา 35 กก.ต่อไร่ และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 40 กก.ต่อไร่ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกข้าวโพดพันธุ์เดียวกันกับกรรมวิธีที่ 1 และไม่ใส่ปุ๋ย กรรมวิธีที่ 4 ปลูกข้าวโพดพันธุ์เดียวกัน และใส่ปุ๋ยอัตราเดียวกับกรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 5 ใช้มันสำปะหลังพันธุ์เดียวกับกรรมวิธีที่ 2 ปลูกที่ระยะเดียวกัน และไม่ใส่ปุ๋ย กรรมวิธีที่ 6 ใช้มันสำปะหลังพันธุ์เดียวกับปลูกระยะเดียวกับกรรมวิธีที่ 2 และใส่ปุ๋ยโดยผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตรวมสุทธิระหว่างแต่ละระบบการปลูกพืชพบว่า ระบบการปลูกที่มีมันสำปะหลังแซมด้วยข้าวโพด และมีการใส่ปุ๋ย ให้ผลผลิตรวมสูงสุด คือ 3,457 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ คือ การปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวโดยมีการใส่ปุ๋ย คือ 3,204 กิโลกรัมต่อไร่ และ ผลผลิตรวมสุทธิ ต่ำที่สุด คือ การปลูกข้าวโพดอย่างเดียว และไม่มีการใส่ปุ๋ย ได้เท่ากับ 526 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนต้นทุนการผลิตรวมสำหรับการปลูกพืชแซมระหว่างข้าวโพดกับมันสำปะหลังสูงกว่าต้นทุนรวมในการผลิตมันสำปะหลังอย่างเดียว 1,179.73 บาทต่อไร่ แต่พบว่าการปลูกพืชร่วมระหว่างมันสำปะหลังกับข้าวโพดให้รายได้รวมสุทธิสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลัง หรือข้าวโพดอย่างเดียวอย่างเดียวย่อ อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ระบบการปลูกมันสำปะหลัง-ข้าวโพด มีอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR>100) มากกว่าการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว และเกษตรกรมีการยอมรับในระบบการปลูกพืชร่วมระหว่างมันสำปะหลัง – ข้าวโพดเนื่องจากเป็นหนทางในการลดความเสี่ยงของความผันผวนและราคาของผลผลิตตกต่ำที่เกิดกับระบบการปลูกพืชแบบเดี่ยวแต่ยังมีระดับการยอมรับและนำไปปฏิบัติน้อยเนื่องจากยังขาดความเข้าใจและการให้ข้อมูลไม่เพียงพอ แต่จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่าถ้าเกษตรกรได้เรียนรู้ปฏิบัติแบบมีส่วนร่วมและได้รับข้อมูลข่าวสารที่ชัดเจนเกษตรกรเหล่านั้นจะมีแนวโน้มที่จะยอมรับและนำไปปฏิบัติมากขึ้น และพบว่า เกษตรกรมีการยอมรับ ในระบบการปลูกพืชเพื่อผลิตพลังงานทดแทน คิดเป็นสัดส่วน 78.9 % เมื่อเทียบกับอัตราส่วนพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังของจังหวัด กำแพงเพชรจำนวน 448,306 ไร่ ก็จะสามารถเพิ่มพื้นที่การปลูกข้าวโพด เพื่อผลิตพลังงานทดแทนจำนวน 353,220 ไร่ คิดเป็นผลผลิตเมล็ด

ข้าวโพด ประมาณ 357,713.26 ตัน และสามารถผลิตเป็นเอทานอลได้ถึง 134,142,472.34 ลิตร (ข้าวโพด 1 ตัน สามารถผลิตเอทานอลได้ 375 ลิตร) มากกว่าการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ซึ่งสามารถผลิตได้เพียง 180 ลิตร ต่อ น้ำหนักหัวมันสด จำนวน 1 ตัน ในปัจจุบัน ประเทศต่างๆได้เริ่มใช้ข้าวโพดมาผลิตเอทานอล โดยเฉพาะ ประเทศสหรัฐอเมริกา นั้นมีโรงงานถึง 97 แห่งและมีแผนที่จะสร้างเพิ่มเติมอีก ซึ่งหากประเทศไทยสามารถที่จะเพิ่มศักยภาพการผลิตเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการทั้งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ป้อนโรงงานอาหารสัตว์และเพียงพอต่อการเป็นวัตถุดิบของโรงงานผลิตเอทานอลได้ ประเทศไทยก็จะไม่ประสบปัญหาหรือวิกฤติการขาดแคลนพลังงานซึ่งได้เริ่มส่งผลกระทบต่ออย่างชัดเจนในปัจจุบัน.

ABSTRACT

The purpose of this study focused on potential and acceptability of intercropping system between cassavas and maize in Kamphaeng Phet province. The experiment was designed in RCBD with 6 treatments and 3 replications. Treatment 1 was cassava variety "Rayong 5" with spacing at 60 cm between plant and 90 cm between rows alternated with maize, variety "Big 919" which was planted with spacing at 50 cm and 75 cm and no fertilizer applies. A treatment 2 was conducted by planted cassava and maize at same spacing as in treatment 1 but applied fertilizer 15-15-15 at the rate of 218.75 kg per ha and side dressing with 46-0-0 at the rate of 250 kg per ha. Treatment 3 was conducted by planting only maize similar to that of treatment 1 but no fertilizer applied. Treatment 4 was conducted by planting maize similar to that of treatment 3 and fertilizer applies. Treatment 5 was cassava without fertilizer. Treatment 6 was cassava with fertilizer. The results showed that grand total of yield in each cropping systems of cassava intercropping with maize and applying fertilizer was the highest (grand total yield at 21,606.25 kg per ha). The second grand yield was cassava and applied fertilizer at the rate of 20,025 kg per ha. The lowest was maize without applying fertilizer. In terms of total cost, intercropping cassava and maize was higher than that of mono-cropping of cassava (7,373.31 Baht per ha). On the other hand, intercropping of cassava with maize gave higher total income than mono-cropping of cassava or maize. Marginal rate return of intercropping with cassava and maize was higher than mono-cropping of cassava ($MRR > 100$). The farmers accepted an intercropping of cassava with maize because they believed that this technology can decrease the risk and variable in price when sale their products in the market. In contrast, the level of acceptability to implement and practice was lowest because they lacked of information and need to be trained. Furthermore, the results indicated that the potential and acceptability will be increased by providing more information and on-farm practical training. The farmers accepted the planting for energy ratio 78.9 % when comparing with the total cassava of 71728.96 ha of planting area in Kamphaeng Phet province, so the planting can be converted to intercropping with maize and will increase to 56512.2 ha which can produce ethanol for bio-fuel up to 134,142,472.34 liters (1 metric tone of maize produces 375 liters of ethanol) while 1 metric tone of fresh cassava can produce only 180 liters ethanol. Many countries will started to produce ethanol or other fuels from maize to serve the critical need of energy.

1. บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

มันสำปะหลัง ชื่อสามัญเรียกหลายชื่อเช่น Cassava, Yuca, Mandioca, Manioc, Tapioca ชื่อวิทยาศาสตร์: *Manihot esculenta* (L.) มีชื่อพื้นเมืองอื่น ๆ manioc, yucca, tapioca, mandioca, quacamote (กฤษณา, 2537) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนทาน ต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่แปรปรวนได้เป็นอย่างดี คิดเป็นพื้นที่ปลูกประมาณ 7 ล้านไร่ อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 55 ภาคกลาง (รวมภาคตะวันออกและภาคตะวันตก) ร้อยละ 30 และ ภาคเหนือ (รวมนครสวรรค์ และ อุทัยธานี) ร้อยละ 15 จังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดถึงร้อยละ 24 ของประเทศ ผลผลิตเฉลี่ยของประเทศอยู่ที่ 3.7 ตันต่อไร่ โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งกลายเป็นแหล่งที่ใหญ่ที่สุด (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

ซึ่งปริมาณผลผลิตที่ได้ในแต่ละปี ร้อยละ 60 ใช้เป็นอาหารมนุษย์ ร้อยละ 27.5 ใช้ทำเป็นอาหารสัตว์ ร้อยละ 12.5 ใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ นอกจากส่วนหัวมันสำปะหลังจะนำมาใช้ประโยชน์มากมายแล้ว เช่นการใช้หัวมันมาทำเป็นมันเส้น ยังสามารถใช้ต้นและใบมาตากแห้งเป็นอาหารสัตว์ได้ (เมธา, 2540) ปัจจุบันมันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเพราะเป็นทั้งพืชอาหารและพืชพลังงานทดแทนตามนโยบายรัฐบาล (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, 2551) แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังมีปัญหาในการผลิตคือ ผลผลิตต่ำและต้นทุนการผลิตสูง ทั้งนี้เนื่องมาจาก ขาดการจัดการที่ถูกต้อง ซึ่งสามารถยกระดับผลผลิตและรายได้ให้เพิ่มมากขึ้นด้วยการจัดการที่ถูกต้องและเพิ่มเทคนิคและเทคโนโลยี ตลอดจนวิธีการที่จะสามารถเพิ่มมูลค่าและผลผลิตขึ้นได้

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ Maize หรือ Corn, *Zea mays* (L.) เป็นธัญพืช (Cereal Crops) ชนิดหนึ่ง ที่มีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ และใช้ประโยชน์เป็นอาหารของมนุษย์มาตั้งแต่ ก่อนที่ คริสโตเฟอร์โคลัมบัส จะค้นพบทวีปอเมริกาใน ปีพ.ศ. 2035 หลังจากนั้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้แพร่กระจาย เข้าไปในทวีปยุโรป และแอฟริกา ในบรรดาพืชอาหารที่ใช้เมล็ดด้วยกัน ข้าวโพดจัดว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 3 รองจากข้าวสาลี และ ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการผลิตโดยทั่วไปทั้งในเขตอบอุ่น (Temperate) เขตอากาศกึ่งร้อนชื้น (Subtropics) และพื้นที่ราบเขตร้อน (Lowland Tropic) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 55 องศาเหนือ ถึง 40 องศาใต้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีพื้นที่ปลูกคิดเป็นร้อยละ 18 และมีผลผลิตประมาณร้อยละ 25 ของผลผลิตธัญพืชของโลก โดยมีปริมาณการผลิตทั้งในทวีปเอเชียและภาคพื้นแปซิฟิก ร้อยละ 15 (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

จังหวัดกำแพงเพชรเป็นเมืองเก่าที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์แห่งหนึ่งของประเทศไทย มีที่ตั้งอยู่ในเขตภาคเหนือ กิ่งอำเภอโกสัมพีนคร ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำปิง มีสภาพพื้นที่เป็นภูเขา และที่เนิน พื้นที่ดอน เป็นดอนลูกคลื่นลาดเทจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก โดยมีแม่น้ำปิงไหลผ่านด้านทิศตะวันออก มีจำนวนประชากร 17,490 คน และจำนวนหลังคาเรือน 5,617 หลังคาเรือนมีอาชีพทำไร่ และทำนา (ThaiTambon.com, 2543)

พื้นที่การปลูกพืชและข้อมูลการเกษตรของจังหวัดกำแพงเพชรสามารถสรุปข้อมูลการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญได้ดังนี้ พืชเศรษฐกิจที่สำคัญและมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด คือ ข้าวเจ้าในปี 1,298,932 ไร่ รองลงมาคือ มันสำปะหลัง มีพื้นที่ปลูก 398,079 ไร่ รองลงมาคือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีพื้นที่ปลูก 178,982 ไร่ และ อ้อย 176,385 ไร่ ตามลำดับ และมีการปลูกพืชเศรษฐกิจ อื่นๆอีก เป็นต้นว่า ถั่วเขียวถั่วมัน ข้าวโพดหวาน และสามารถสรุปพื้นที่การปลูกพืชไร่เศรษฐกิจของทั้งจังหวัดได้ที่ 2,097,312 ไร่ จากข้อมูลการปลูกพืชของจังหวัดกำแพงเพชรพบว่า มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับสองรองลงมาจากข้าว และ รองลงมาคือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีขนาดพื้นที่เพาะปลูกใกล้เคียงกับพื้นที่การปลูกอ้อย จะเห็นว่ามีการแข่งขันกันของพื้นที่การปลูกพืชที่ใช้พื้นที่แบบเดียวกันคือที่ดอน ในส่วนของที่ลุ่มจะเป็นข้าวโดยเป็นพืช

เศรษฐกิจหลักของจังหวัด แต่ในพื้นที่ตอนมีการแข่งขันกันระหว่างพื้นที่ปลูกของพืชไร่สามชนิด คือ มันสำปะหลัง ข้าวโพด และ อ้อย เพราะเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในพื้นที่ประเภทเดียวกัน (สำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชร, 2549)

เมื่อเกิดวิกฤติการขาดแคลนพลังงาน ส่งผลให้ราคาน้ำมันที่เป็นแหล่งพลังงานหลักที่นำมาจากการทับถมกันของฟอสซิลและมีวันหมดลง เป็นเหตุให้เกิดการตื่นตัวในการเสาะหาพลังงานที่สามารถใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิลได้ โดยแหล่งพลังงานที่เป็นไปได้มีอยู่หลากหลายช่องทางเช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานไฮโดรเจนเป็นต้น และยังมีแหล่งพลังงานจากพืชหรือที่เรียกกันว่าพลังงานชีวภาพ สามารถสกัดจากพืชน้ำมัน หรือพืชที่สามารถนำมาหมักให้เปลี่ยนเป็นพลังงานได้อย่างแอลกอฮอล์ ที่ได้จากการหมักน้ำตาล จากพืชที่ให้น้ำตาลหรือแป้ง เช่น อ้อย มันสำปะหลัง หรือ ข้าวโพด สามารถใช้เป็นได้ทั้งพลังงานและเป็นพืชอาหารได้เป็นต้น ส่งผลให้พื้นที่การผลิตอาหารลดลงเช่นกัน เป็นผลสืบเนื่องจากราคาน้ำมันได้ปรับตัวสูงขึ้นทำให้มีการตื่นตัวและเริ่มมีการใช้พืชที่สามารถผลิตเป็นเชื้อเพลิงได้มาแปรรูปเป็นแหล่งพลังงานมากขึ้นส่งผลให้เกิดการแบ่งพื้นที่จากพื้นที่ที่เคยปลูกพืชเพื่อใช้ในการผลิตอาหารจนทำให้เกิดวิกฤตด้านอาหารและวิกฤตด้านพลังงานเกิดขึ้นเนื่องจากกระแสความต้องการนำพืชไปผลิตเป็นพลังงานมีมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของราคาผลผลิตทางการเกษตรอย่างไม่เคยเป็นมาก่อนจนเป็นเหตุให้เกิดการตื่นตัว ถึงสภาวะการขาดแคลนอาหารเกิดขึ้น (ศุภชัยวิจิตรไทย, 2551)

จากเหตุผลข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเพิ่มการผลิตอาหารโดยการเพิ่มพื้นที่ในการผลิตนั้นเป็นไปได้ยากจากข้อจำกัดหลายๆ ประการ จึงเป็นเหตุให้เกิดแนวคิดการบริหารจัดการเพื่อให้ได้ปริมาณอาหารที่เพียงพอหรือเพิ่มขึ้นโดยเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรภายใต้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งระบบการทำเกษตรในประเทศไทยยังเป็นระบบการเกษตรในแบบที่ต้องขยายพื้นที่ในการปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้ด้วย ซึ่งเกษตรกรก็ยังคงมีความยากจนและมีรายได้เลี้ยงครอบครัวจากการเพาะปลูกแต่เพียงอย่างเดียวหรือจากพืชเพียงแค่นั้นซึ่งมีความเสี่ยงจากการผันผวนของราคาผลผลิตในรอบปี ยิ่งเป็นพืชที่ใช้เวลานานในการให้ผลผลิตเช่น อ้อย หรือ มันสำปะหลังที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่นานย่อมเป็นความเสี่ยงที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะฉะนั้น ถ้าหากเกษตรกรสามารถหารายได้จากพืชอื่นๆ ที่มีอายุสั้นกว่าเพื่อใช้เป็นแหล่งรายได้ในระหว่างที่พืชหลักยังไม่ให้ผลผลิต ก็จะเป็นการเพิ่มรายได้และยังเป็นการใช้ทรัพยากรที่ดินที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าอีกด้วย เนื่องจากพื้นที่การเกษตรในประเทศไทยจะเป็นพื้นที่อาศัยน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ และมีพื้นที่เพาะปลูกเพียงร้อยละ 20 ที่อยู่ภายในเขตชลประทาน นอกจากนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรกำลังก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพื้นที่ทำกินในอนาคต ดังนั้นจึงมีอยู่ทางเดียวที่จะทำให้เกษตรกรที่มีพื้นที่อยู่อย่างจำกัดนั้นได้ใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

วิธีการสนับสนุนเกษตรกรมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และสภาวะทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรในแต่ละท้องถิ่น ขบวนการเปลี่ยนระบบไร่นาจากการปลูกพืชแต่เพียงกิจกรรมเดียวให้มีกิจกรรมอย่างอื่นที่สามารถทำรายได้ต่อเนื่องที่สูงกว่าและกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นนั้นมีการปฏิบัติที่ปราณีต เป็นวิธีการหนึ่งที่เรียกว่า การแปรเปลี่ยนระบบไร่นาจา (Farm Diversification) และวิธีการที่สมบูรณ์ที่สุดคือ ระบบการทำฟาร์มแบบผสมผสาน (Integrated Farming Systems) (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร, 2540)

โดยแนวคิดนี้เริ่มมีการศึกษาเพิ่มมากขึ้นและเริ่มแพร่หลายในหลายๆ ส่วนทั่วโลกคือ ระบบการปลูกพืช หรือที่เรียกว่า Cropping System โดยเป็นแนวคิดในการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดไม่ว่าจะเป็น การใช้ที่ดิน ปัจจัยการผลิตอื่นเช่น ปุ๋ย แรงงาน เงินทุน เป็นต้น เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตและรายได้ที่เพิ่มมากขึ้นโดยไม่ต้องมีการเสาะหาพื้นที่เพิ่มขึ้น จนทำให้เกิดปัญหาการบุกรุกถากถางทำลายป่าเพื่อเพิ่มพื้นที่การผลิตที่นับวันจะลดลงไป แนวคิดนี้เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาความไม่พอเพียงของพื้นที่ที่ใช้ในการผลิตพืชเพื่อทำให้เกิดการผลิตอาหาร หรือ เพื่อให้เกิดการผลิตเพื่อใช้ในทางอื่น เพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยการทำลายหรือ ใช้ทรัพยากรที่กำลัง ลดลงให้คุ้มค่า หรือให้เกิดการเสื่อม

เสียหายน้อยที่สุด เพื่อที่จะได้เป็นการประวิงเวลา เพื่อให้เกิดการฟื้นฟูกลับคืนมาให้เร็วที่สุด และอาจจะดูเหมือนว่าสายเกินไปแต่ในทางปฏิบัติ ก็ยังถือว่ามีความเป็นไปได้ ระบบการปลูกพืชจึงเกิดขึ้น สามารถเพิ่มมูลค่าให้เกิดขึ้นในการใช้ทรัพยากร หรือ พื้นที่เพียงครั้งเดียวในแต่ละรอบการผลิต

2. จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการให้ผลผลิตของพืชหลัก (มันสำปะหลัง) และพืชรอง (ข้าวโพด) ในระบบการปลูกพืชแซม เปรียบเทียบกับระบบการปลูกพืชแบบเดี่ยว
2. เพื่อศึกษาด้านทุนการผลิต ตลอดจนรายได้และผลตอบแทนสุทธิในทางเศรษฐศาสตร์ ระหว่างระบบการปลูกข้าวโพด กับ มันสำปะหลัง เปรียบเทียบกับระบบการปลูกข้าวโพดหรือมันสำปะหลังอย่างเดียว
3. เพื่อศึกษาการยอมรับระบบการปลูกพืชร่วมของมันสำปะหลังกับข้าวโพดในเขตจังหวัดกำแพงเพชร
4. เพื่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร

3. ขอบเขตของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลังและข้าวโพดที่ปลูกในระบบการปลูกพืชแซม เปรียบเทียบกับการปลูกในระบบปกติ
2. ศึกษาต้นทุน ผลผลิต รายได้ และผลตอบแทนระหว่างระบบการปลูกมันสำปะหลัง – ข้าวโพด กับการปลูกมันสำปะหลัง หรือ ข้าวโพดเพียงอย่างเดียว
3. ศึกษาการยอมรับของเกษตรกรในการปลูกข้าวโพดแซมกับการปลูกมันสำปะหลังที่เป็นพืชหลัก

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

- 1) มันสำปะหลังพันธุ์ ระยะเวลา 5
- 2) ข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ บี๊ก 919
- 3) ปุ๋ย 15-15-15
- 4) ปุ๋ย ยูเรีย สูตร 46-0-0
- 5) สารเคมี กำจัดวัชพืช อาทราซีน
- 6) แบบสอบถาม

5. แบบและวิธีการวางแผนการทดลอง

5.1 แผนการทดลอง (Experimental Design)

วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 3 ซ้ำการทดลอง เตรียมดินโดยมีการไถตะ 1 ครั้ง และมีการไถพรวน 1 ครั้ง และมีการยกร่องในส่วนที่เป็นมันสำปะหลังและแบ่งแปลงออกเป็นแปลงย่อย โดยการเตรียมพื้นที่ ออกเป็นแปลงย่อย ขนาด 5.6 x 10 เมตร ปลูกข้าวโพด อัตรา 3 กก. ต่อ ไร่ และมันสำปะหลัง ตามกรรมวิธีที่กำหนด

5.2 กรรมวิธีการทดลอง (Treatments)

กรรมวิธีที่ 1 ใช้มันสำปะหลัง พันธุ์ระยะเวลา 5 ปลูกที่ระยะ 60 เซนติเมตร ระหว่างต้น และระหว่างแถว ระยะ 90 เซนติเมตร ร่วมกับการปลูกข้าวโพดพันธุ์ บี๊ก 919 โดยหยอดเมล็ดลงในหลุมระหว่างมันสำปะหลัง โดยใช้อัตรา 2 เมล็ดต่อหลุม โดยใช้ระยะปลูก 50 เซนติเมตร และระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ไม่ใส่ปุ๋ย

กรรมวิธีที่ 2 ปฏิบัติเช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 1 โดยมีการใส่ปุ๋ย สูตร 15-15-15 อัตรา 35 กก. ต่อ ไร่ และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 40 กก. ต่อ ไร่ เมื่ออายุได้ 45 วันหลังปลูก

กรรมวิธีที่ 3 ปลูกข้าวโพดพันธุ์ บิ๊ก 919 โดยหยอดเมล็ดลงในหลุม โดยใช้อัตรา 2 เมล็ดต่อหลุม โดยใช้ระยะปลูก 25 เซนติเมตร และระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ถอนแยกให้เหลือ หนึ่งต้น ต่อหลุมเมื่อข้าวโพดอายุได้ 14 วันหลังปลูก ไม่ใส่ปุ๋ย

กรรมวิธีที่ 4 ปฏิบัติเช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 3 โดยมีการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 35 กก. ต่อไร่ และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 40 กก. ต่อไร่ เมื่ออายุได้ 45 วันหลังปลูก

กรรมวิธีที่ 5 ใช้มันสำปะหลัง พันธุ์ระยะของ 5 ปลูกที่ระยะ 60 เซนติเมตร ระหว่างต้น และ ระยะ 90 เซนติเมตร ระหว่างแถว ไม่ใส่ปุ๋ย

กรรมวิธีที่ 6 ปฏิบัติเช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 5 โดยมีการใส่ปุ๋ย

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1 การบันทึกข้อมูลในส่วนผลผลิต

โดยมีการบันทึกข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่าง 4 แถวกลาง

6.2 การบันทึกข้อมูลในส่วนการศึกษาการยอมรับและการมีส่วนร่วม

ใช้แบบสอบถามเพื่อใช้ในการศึกษาทัศนคติของผู้สนใจระบบการปลูกพืชแซมระหว่างการปลูกมันสำปะหลัง และข้าวโพด ในเขต ต.เพชรชมพู กิ่งอำเภอ โกสุมพินคร โดยมีการเชิญเกษตรกรกลุ่มหนึ่งมาร่วมปลูกและร่วมเก็บเกี่ยว จำนวน 15 ราย และมีการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถาม และใช้แบบสอบถามออกสัมภาษณ์เกษตรกรผู้สนใจการปลูกพืชแซมอีกส่วนหนึ่งที่ไม่ได้เข้าร่วมในการเก็บเกี่ยวจำนวน 18 ราย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างรวมจำนวน 33 คน

6.3 การเก็บข้อมูลในส่วนแบบสอบถามมีดังนี้

- 1) การสำรวจสภาพทั่วไป ภายภาพและชีวภาพ เศรษฐกิจและสังคม
- 2) การสำรวจวิธีการปลูกมันสำปะหลัง และข้าวโพดของเกษตรกร
- 3) การสำรวจปัญหาและอุปสรรคในการปลูกข้าวโพดร่วมกับมันสำปะหลัง
- 4) การศึกษาทัศนคติการยอมรับและการนำไปใช้

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละกรรมวิธีทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DUNCAN)

วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยวิธีการ Marginal Rate of Return (MRR) (CIMMYT, 1988)

$MRR = \frac{\text{ผลต่างของผลได้สุทธิ}}{\text{ผลต่างของงบประมาณบางส่วน}} \times 100$ เปอร์เซ็นต์งบประมาณบางส่วน หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ต่างกันระหว่างวิธีการที่ต้องการเปรียบเทียบ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยอาศัยจำนวน จำนวน (Number) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) แสดงผลในรูปตารางเปรียบเทียบ

8. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังกับข้าวโพดเปรียบเทียบกับระบบการปลูกพืชแบบเดียวที่มีการปลูกมันสำปะหลังหรือข้าวโพดเพียงอย่างเดียวพบว่า เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลผลิตรวมสุทธิระหว่างแต่ละระบบการปลูกพืชพบว่า กรรมวิธีที่ 2 คือระบบการปลูกที่มีมันสำปะหลังแซมด้วยข้าวโพดและมีการใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตรวมสูงสุด คือ 3,457 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 6 คือ การปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวโดยมีการใส่ปุ๋ย คือ 3,204 กิโลกรัมต่อไร่

และกรรมวิธีที่ 3 ให้ผลผลิตรวมสุทธิ ต่ำที่สุดคือ การปลูกข้าวโพดอย่างเดียว และไม่มีการใส่ปุ๋ยได้เท่ากับ 526 กิโลกรัมต่อไร่ และยังพบว่า กรรมวิธีที่ 6 และ กรรมวิธีที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกันกับกรรมวิธีที่ 5 กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 5 กับ กรรมวิธีที่ 4 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาในแต่ละระบบเปรียบเทียบกับพบว่า ข้าวโพดเมื่อปลูกเดี่ยวจะมีความแตกต่างกันในการให้ผลผลิตเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโดยจะให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1012.72 กิโลกรัมต่อไร่ และรองลงมาคือ การปลูกข้าวโพดแซมด้วยมันสำปะหลังและใส่ปุ๋ย เท่ากับ 843.18 และการปลูกข้าวโพดแซมมันสำปะหลังและไม่ใส่ปุ๋ย ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปลูกข้าวโพดเดี่ยวๆ และไม่ใส่ปุ๋ย ในส่วนของผลผลิตมันสำปะหลังพบว่า มันสำปะหลังที่ปลูกแบบเดี่ยวและมีการใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตสูงที่สุดเท่ากับ 3,204.94 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยข้าวโพดและใส่ปุ๋ยเท่ากับ 2,614.81 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยข้าวโพดและไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตที่ต่ำสุดเท่ากับ 977.78 กิโลกรัมต่อไร่ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตาราง 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลผลิตรวมสุทธิต่อไร่ ในแต่ละระบบการปลูกพืชที่แปลงทดลองในไร่นาเกษตรกร ที่ตำบลเพชรชมพู กิ่งอำเภอโกสุมพิสัยนคร จังหวัดกำแพงเพชร ฤดูการปลูก 2551

ลำดับที่	กรรมวิธี	ผลผลิต กิโลกรัม ต่อ ไร่		
		ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	รวม สุทธิ
1	มันสำปะหลัง + ข้าวโพด+ ไม่ใส่ปุ๋ย	554.95 a	977.78 a	1532.73 c
2	มันสำปะหลัง + ข้าวโพด + ใส่ปุ๋ย	843.18 b	2614.81 c	3458.00 d
3	ข้าวโพด + ไม่ใส่ปุ๋ย	526.06 a	-	526.06 a
4	ข้าวโพด + ใส่ปุ๋ย	1012.72 c	-	1012.72 b
5	มันสำปะหลัง + ไม่ใส่ปุ๋ย	-	1313.58 b	1313.58 bc
6	มันสำปะหลัง + ใส่ปุ๋ย	-	3204.94 d	3204.93 d
F - test		**	**	**
CV %		7.91	2.52	

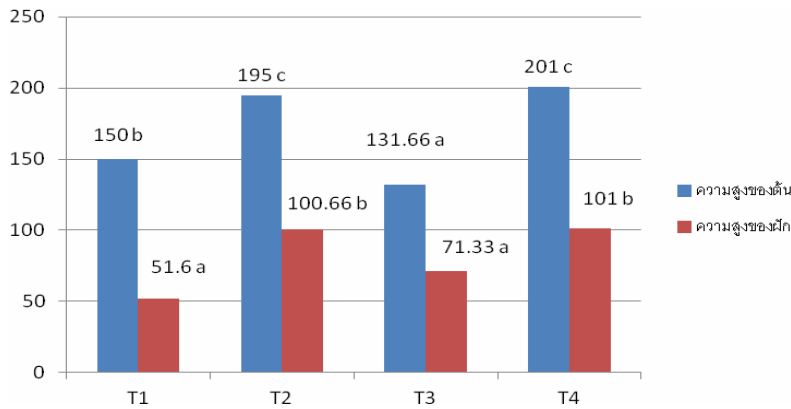
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

*, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

9. การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของพืชที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพดและมันสำปะหลัง เมื่อปลูกในระบบการปลูกพืชแซม และการปลูกในระบบเดี่ยวที่แปลงทดลอง ในไร่นาเกษตรกร

เมื่อพิจารณาคูณลักษณะอื่นที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของแต่ละพืชที่ปลูกในแต่ละระบบพบว่า ข้าวโพดจะมีความสูงต้นและฝักมากที่สุดในการปลูกพืชแบบเดี่ยวและมีการใส่ปุ๋ย รองลงมาคือ การปลูกร่วมกับมันสำปะหลังและมีการใส่ปุ๋ย การปลูกข้าวโพดแบบเดี่ยวไม่ใส่ปุ๋ยมีความสูงที่ต่ำที่สุด และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความสูงข้าวโพดและฝักระหว่างกรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 แสดงว่า การปลูกข้าวโพดแซมไม่มีผลต่อคุณภาพความสูงของต้นและความสูงของฝักและมีความเป็นไปได้ในการปลูกแซมกับมันสำปะหลังดังแสดงใน ภาพที่ 4.1

ภาพ 4.1 แสดงความสูงต้นความสูงฝักของข้าวโพดเปรียบเทียบกันในแต่ละกรรมวิธี



หมายเหตุ: T1 คือ กรรมวิธีที่ 1 การปลูกข้าวโพดแซมมันสำปะหลังไม่ใส่ปุ๋ย

T2 คือ กรรมวิธีที่ 2 การปลูกข้าวโพดแซมมันสำปะหลังใส่ปุ๋ย

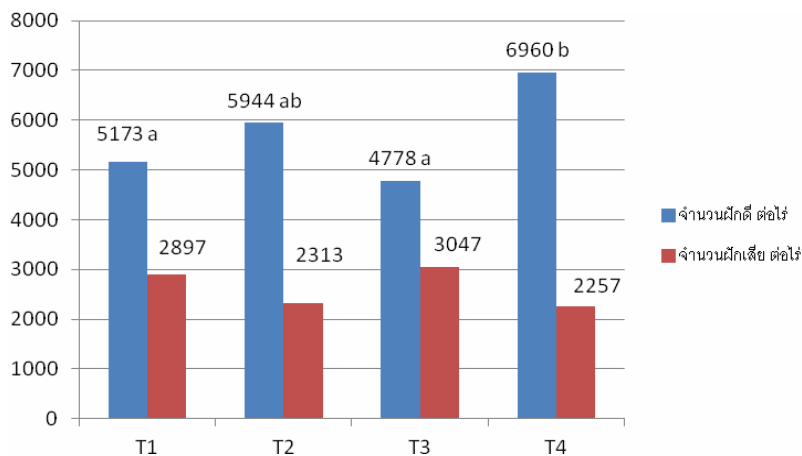
T3 คือ กรรมวิธีที่ 3 การปลูกข้าวโพดอย่างเดียวไม่ใส่ปุ๋ย

T4 คือ กรรมวิธีที่ 4 การปลูกข้าวโพดอย่างเดียวใส่ปุ๋ย

ตัวอักษร a, b, c แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จำนวนฝักดีและฝักเสียของข้าวโพดพบว่า กรรมวิธีที่ 4 คือการปลูกข้าวโพดแบบเดี่ยวอย่างเดียวและใส่ปุ๋ย ให้จำนวนฝักดีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากที่สุดและให้จำนวนฝักเสียน้อยที่สุด กรรมวิธีที่ 3 คือการปลูกข้าวโพดอย่างเดียวไม่ใส่ปุ๋ยให้จำนวนฝักดีน้อยที่สุด และจำนวนฝักเสียมากที่สุดดังแสดงในภาพที่ 4.2

ภาพ 4.2 แสดงจำนวนฝักดี ฝักเสีย ของข้าวโพดเปรียบเทียบกันในแต่ละกรรมวิธี



หมายเหตุ: T1 คือ กรรมวิธีที่ 1 การปลูกข้าวโพดแซมมันสำปะหลังไม่ใส่ปุ๋ย

T2 คือ กรรมวิธีที่ 2 การปลูกข้าวโพดแซมมันสำปะหลังใส่ปุ๋ย

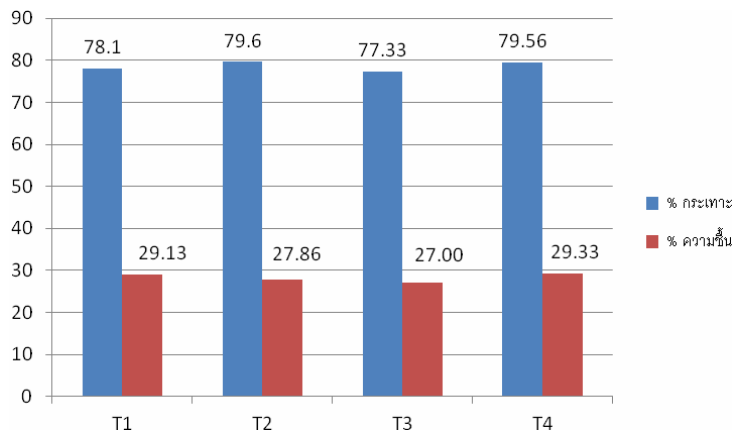
T3 คือ กรรมวิธีที่ 3 การปลูกข้าวโพดอย่างเดียวไม่ใส่ปุ๋ย

T4 คือ กรรมวิธีที่ 4 การปลูกข้าวโพดอย่างเดียวใส่ปุ๋ย

ตัวอักษร a, b, c แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เปอร์เซ็นต์ความชื้นและเปอร์เซ็นต์กระเทาะมีผลต่อการให้ผลผลิตโดยตรงพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีแนวโน้มว่ากรรมวิธีที่ 2 คือ การปลูกข้าวโพดแซมมันสำปะหลังและใส่ปุ๋ยมีเปอร์เซ็นต์กระเทาะสูงที่สุด และ กรรมวิธีที่ 3 การปลูกข้าวโพดอย่างเดียวและไม่ใส่ปุ๋ยมีความชื้นน้อยที่สุดดังแสดงในภาพที่ 4.3

ภาพ 4.3 แสดงเปอร์เซ็นต์กระทาะ และเปอร์เซ็นต์ความชื้น ของข้าวโพดเปรียบเทียบกันในแต่ละกรรมวิธี



หมายเหตุ: T1 คือ กรรมวิธีที่ 1 การปลูกข้าวโพดแซมมันสำปะหลังไม่ใส่ปุ๋ย

T2 คือ กรรมวิธีที่ 2 การปลูกข้าวโพดแซมมันสำปะหลังใส่ปุ๋ย

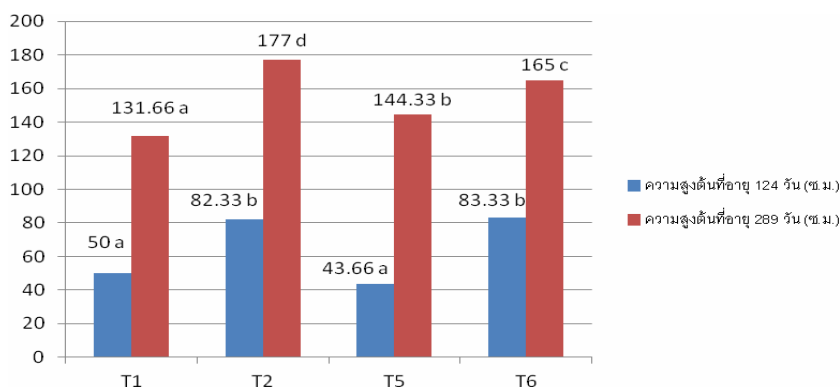
T3 คือ กรรมวิธีที่ 3 การปลูกข้าวโพดอย่างเดียวไม่ใส่ปุ๋ย

T4 คือ กรรมวิธีที่ 4 การปลูกข้าวโพดอย่างเดียวใส่ปุ๋ย

ตัวอักษร a, b, c แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ในส่วนของมันสำปะหลังพบว่าความสูงในต้นเมื่อปลูกแซมด้วยข้าวโพดมีความแตกต่างกันกับการปลูกแบบเดี่ยว โดยพบว่า กรรมวิธีที่ 6 คือ การปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวและใส่ปุ๋ยความสูงสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อมีอายุที่ 124 วันหลังปลูก (วันเก็บเกี่ยวข้าวโพด) แต่เมื่ออายุได้ 289 วัน (วันเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง) พบว่า กรรมวิธี ที่ 2 การปลูกมันสำปะหลัง แซมด้วยข้าวโพด มีความสูงสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในภาพ ที่ 4.4

ภาพ 4.4 แสดงความสูงของต้นมันสำปะหลังในวันที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดและวันที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง



หมายเหตุ: T1 คือ กรรมวิธีที่ 1 การปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยข้าวโพดไม่ใส่ปุ๋ย

T2 คือ กรรมวิธีที่ 2 การปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยข้าวโพดใส่ปุ๋ย

T5 คือ กรรมวิธีที่ 3 การปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวไม่ใส่ปุ๋ย

T6 คือ กรรมวิธีที่ 4 การปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวใส่ปุ๋ย

ตัวอักษร a, b, c แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

10. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตระหว่างระบบการปลูกพืชแซมมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพด เปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลัง หรือ ข้าวโพดอย่างเดียว

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตในแต่ละระบบโดยวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างพบว่า ในส่วนของต้นทุนการผลิตระหว่างระบบการปลูกมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพด และการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าต้นทุนการผลิตรวมของระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพด มีต้นทุนการผลิตสูงสุด คือ 5,344.26 บาทต่อไร่ โดยส่วนใหญ่ แบ่งเป็นค่าแรงงาน 27.55 เปอร์เซ็นต์ โดยแบ่งเป็นค่าแรงงานในการปลูกเตรียมดิน ดูแลรักษา และเก็บเกี่ยว ส่วนที่เหลือ 72.45 เปอร์เซ็นต์แบ่งเป็นค่าวัสดุ ค่าเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยเคมี เป็นต้น ส่วนต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังนั้นมีต้นทุนรวม 4,164.53 บาท แบ่งออกเป็นค่าแรง 35.35 เปอร์เซ็นต์ แยกเป็นค่าแรงงานในการปลูก เตรียมดิน, ดูแลรักษา, เก็บเกี่ยว ที่เหลือเป็นค่าใช้จ่ายอื่นจำนวน 64.65 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนต้นทุนการปลูกข้าวโพดอย่างเดียวพบว่ามีต้นทุนรวม 3,687.54 บาทต่อไร่แบ่งเป็นค่าแรงงาน 33.23 เปอร์เซ็นต์ อื่นๆ 66.77 เปอร์เซ็นต์แยกเป็นค่าแรงงานในการปลูกดูแลรักษา และเก็บเกี่ยว ที่เหลือเป็นค่าวัสดุ, ค่าปุ๋ย, ค่าสารเคมี กำจัดศัตรูพืช

11. การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ระหว่างระบบการปลูกพืชแซมมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพด เปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลัง หรือ ข้าวโพดอย่างเดียว

การเปรียบเทียบ ต้นทุนการผลิตรวมและผลผลิตระหว่างระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลัง กับ ข้าวโพด เปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว (ตารางที่ 4.3) พบว่า ระบบการปลูกพืชแซมระหว่างข้าวโพดกับมันสำปะหลัง และมีการใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตรวมสูงที่สุดคือ 3,458 กิโลกรัมต่อไร่ แยกเป็น ผลผลิตที่ได้จากข้าวโพด 843.18 กิโลกรัมต่อไร่ และมันสำปะหลัง 2,614.18 กิโลกรัมต่อไร่ ดังแสดงในตารางที่ 1 และมีต้นทุนรวมสูงสุด คือ 5,344.26 บาท แตกต่างจากการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว และใส่ปุ๋ยประมาณ ร้อยละ 20.55 โดยเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 4.2 แต่เมื่อคำนวณรายได้รวมพบว่าการปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยข้าวโพดมีรายได้รวมสูงที่สุด คือ 8,800.97 บาทต่อไร่ แยกเป็น รายได้จากข้าวโพด 5,861.67 บาท และ รายได้จากมันสำปะหลัง 2,949.30 บาท แตกต่างจากการปลูกมันสำปะหลัง อย่างเดียว และใส่ปุ๋ยถึง 243.38 เปอร์เซ็นต์ และการปลูกข้าวโพดอย่างเดียวและใส่ปุ๋ย ร้อยละ 125 โดยเฉลี่ย ดังแสดงใน ตารางที่ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบรายได้รวมและผลกำไรสุทธิระหว่างการปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยการปลูกข้าวโพด พบว่า มีรายได้รวมสูงกว่าการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวและใส่ปุ๋ยถึง 4,800 บาท ต่อไร่ โดยเฉลี่ยคิดเป็น 122 เปอร์เซ็นต์ และมีกำไรสุทธิสูงกว่าการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว (-1182 บาทต่อไร่) โดยเฉลี่ยร้อยละ 34.27 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตาราง 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต ของระบบการปลูกพืชแซม ระหว่างมันสำปะหลังและข้าวโพด
เปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลัง หรือ ข้าวโพดอย่างเดียวที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย ที่แปลงทดลอง
ระบบไร่ณาเกษตรกร ที่จังหวัดกำแพงเพชร ในฤดูการผลิต 2551

รายการ	กรรมวิธีที่ 1		กรรมวิธีที่ 2		กรรมวิธีที่ 3	กรรมวิธีที่ 4	กรรมวิธีที่ 5	กรรมวิธีที่ 6
	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	ข้าวโพด	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง
ค่าแรงงาน	-	1,472.43	-	1,472.43	1,225.62	1,225.62	1,472.43	1,472.43
เตรียมดิน	-	405.56	-	405.56	372.05	372.05	405.56	405.56
ปลูก	-	177.66	-	177.66	142.29	142.29	177.66	177.66
ดูแลรักษา	-	382.10	-	382.10	176.37	176.37	382.10	382.10
เก็บเกี่ยว	534.91	507.02	534.91	507.02	534.91	534.91	507.02	507.02
ค่าพันธุ์	330.00	330.09	330.00	330.09	330.00	330.00	330.09	330.09
ค่าปุ๋ย	-	-	-	295.83	-	322.84	-	295.83
ค่ายาปราบศัตรูพืช และวัชพืช	-	-	100.00	-	-	100.00	-	-
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และหล่อลื่น	51.72	-	51.72	-	51.72	51.72	5.26	5.26
ค่าวัสดุทาง การเกษตรและ วัสดุสิ้นเปลือง	73.31	-	73.31	-	73.31	73.31	2.97	2.97
ค่าซ่อมแซม อุปกรณ์การเกษตร	0.39	-	0.39	-	0.39	0.39	-	-
ค่าดอกเบี้ยเงินทุน	67.62	222.18	67.62	222.18	67.62	67.62	222.18	222.18
ค่าเช่าที่ดิน	-	333.10	-	333.10	260.41	260.41	333.10	333.10
ค่าเสื่อมอุปกรณ์ การเกษตร	29.15	29.15	29.15	29.15	29.15	29.15	29.15	29.15
ค่าเสียโอกาส เงินทุนอุปกรณ์ การเกษตร	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าเสียโอกาส เงินทุนเครื่องมือ อุปกรณ์	0.86	1.18	0.86	1.18	0.86	0.86	1.18	1.18
ต้นทุน ต่อ ไร่	1,087.96	3,860.47	1,187.96	4,156.30	3,264.70	3,687.54	3,868.70	4,164.53
รวม		4,948.43		5,344.26				

ตาราง 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต รายได้รวม และ กำไรสุทธิ ของระบบการปลูกพืชแซม ระหว่างมันสำปะหลัง และข้าวโพด เปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลัง หรือ ข้าวโพดอย่างเดียว ที่แปลงทดลอง ภายในระบบไร่นา เกษตรกร ที่จังหวัดกำแพงเพชร ในฤดูการผลิต 2551

รายการ	กรรมวิธีที่ 1		กรรมวิธีที่ 2		กรรมวิธีที่ 3	กรรมวิธีที่ 4	กรรมวิธีที่ 5	กรรมวิธีที่ 6
	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	ข้าวโพด	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง
ต้นทุนรวม ต่อไร่ (บาท)	1.96	3.94	1.41	1.59	6.21	3.64	2.95	1.30
ผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)	554.95	980	843.18	2,610	526.06	1,012.72	1,310	3,200
ราคาผลผลิต บาทต่อไร่ (บาท)	6.94	1.13	6.94	1.13	6.94	6.94	1.13	1.13
รายได้รวม บาทต่อไร่	3,851.35	1,107.40	5,861.67	2,949.30	3,650.86	7,028.28	1,480.30	3,616.00
รายได้รวม (บาทต่อไร่)	4,958.75	8,800.97	-	-	-	-	-	-
กำไรสุทธิ (บาทต่อไร่)	10.32	3,456.71	386.16	3,340.74	-2,388.40	-548.53	-	-

12. การเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มระหว่างระบบการปลูกพืชแซมมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพด เปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลัง หรือ ข้าวโพดอย่างเดียว

จากการศึกษาอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ของระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพด เปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว (ตารางที่ 4.4) พบว่าผลได้รวมของระบบการปลูกข้าวโพดร่วมกับมันสำปะหลังอยู่ที่ 8,800.97 บาทต่อไร่ รายได้รวมของการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวอยู่ที่ 3,616.00 บาทต่อไร่ ส่วนงบประมาณในการปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยข้าวโพดอยู่ที่ 5,344.26 บาทต่อไร่ งบประมาณในการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวอยู่ที่ 3,687.54 บาทต่อไร่ ผลได้สุทธิของระบบการปลูกพืชร่วม ข้าวโพดกับมันสำปะหลังอยู่ที่ 3,456.71 บาทต่อไร่ และผลได้สุทธิของการปลูกมันสำปะหลังพบว่าไม่มีเนื่องจากให้ค่าหลังจากหักต้นทุนเป็นลบ

ผลต่างของงบประมาณในส่วนของการปลูกพืชร่วมระหว่างมันสำปะหลังกับข้าวโพดเปรียบเทียบกับ การปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวคือ 1,656.72 บาทต่อไร่ ในขณะที่ผลต่างของรายได้สุทธิระหว่างระบบการปลูกข้าวโพดร่วมกับมันสำปะหลัง เปรียบเทียบกับมันสำปะหลังอย่างเดียว 3,456.71 บาทต่อไร่

ผลการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ปรากฏว่า ระบบการปลูกพืชร่วมโดยมีข้าวโพดร่วมกับมันสำปะหลังเป็นพืชหลัก มีอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม ร้อยละ 208.64 เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว (ตารางที่ 4.4) ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพดเมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว เกษตรกรสามารถที่จะยอมรับระบบการปลูกพืชร่วมระหว่างข้าวโพดกับมันสำปะหลังได้

ตาราง 4.4 แสดงอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ของระบบการปลูกพืชแซม ระหว่าง ระบบการปลูก ระหว่าง มันสำปะหลังและข้าวโพดเปรียบเทียบกับ การปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวที่แปลงทดลอง ภายใต้ระบบ ไร่ณาเกษตรกร ที่จังหวัดกำแพงเพชร ในฤดูการผลิต 2551

รายการ	ปลูกพืชแซม และใส่ปุ๋ย		ปลูกมันสำปะหลัง อย่างเดียว
	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	
ผลผลิตเฉลี่ย (กก.ต่อ ไร่)	843.18	2,610	3,200.00
ราคาผลผลิต(บาทต่อ กก.)	6.94	1.13	1.13
รายได้รวม (บาทต่อ ไร่)	5,851.67	2,949.30	3,616.00
รายได้รวม (บาทต่อ ไร่)		8,800.97	3,616.00
รายได้รวมสุทธิ (บาทต่อ ไร่)		3,456.71	0.00
งบประมาณบางส่วน (บาทต่อ ไร่)		5,344.26	3,687.54
ผลต่างของงบประมาณบางส่วน(บาทต่อ ไร่)			1,656.72
ผลต่างของรายได้สุทธิ(บาท ต่อ ไร่)			3,456.71
อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (%)			208.64

หมายเหตุ : - MRR = ผลต่างของผลได้สุทธิของกรรมวิธีทั้งสองหารด้วยผลต่างระหว่างต้นทุนที่ต่างกันคูณด้วย 100 เปอร์เซ็นต์

- ค่า MRR ที่เกษตรกรยอมรับได้มีค่าสูงกว่า 100 เปอร์เซ็นต์
- ราคา มันสำปะหลัง และข้าวโพด เป็นราคาเฉลี่ย เดือน เมษายน 2550 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552)

จากการศึกษาอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ของระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังร่วมกับ ข้าวโพด เปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว (ตารางที่ 5.5) พบว่า ผลได้รวมของระบบการปลูกข้าวโพดร่วมกับ มันสำปะหลังอยู่ที่ 8,800.97 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับรายได้รวมของการปลูกข้าวโพดอย่างเดียวอยู่ที่ 7,028.28 บาทต่อไร่ ส่วนงบประมาณในการปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยข้าวโพดอยู่ที่ 5,344.26 บาทต่อไร่ งบประมาณในการปลูกข้าวโพด อย่างเดียวอยู่ที่ 3,687.54 บาทต่อไร่ ผลได้สุทธิของระบบการปลูกพืชร่วม ข้าวโพดกับมันสำปะหลังอยู่ที่ 3,456.71 บาทต่อไร่ และผลได้สุทธิของการปลูกข้าวโพดพบว่าได้ที่ 3,340.74 บาทต่อไร่

ผลต่างของงบประมาณในส่วนของการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังกับข้าวโพดเปรียบเทียบกับ การ ปลูกข้าวโพดอย่างเดียวคือ 1,656.72 บาทต่อไร่ ในขณะที่ผลต่างของรายได้สุทธิระหว่างระบบการปลูกข้าวโพดร่วมกับ มันสำปะหลัง เปรียบเทียบกับมันสำปะหลังอย่างเดียว 3,456.71 บาทต่อไร่

ผลการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ปรากฏว่า ระบบการปลูกพืชร่วมโดยมี ข้าวโพดร่วมกับ มันสำปะหลังเป็นพืชหลัก มีอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มร้อยละ 6.99 เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกโพดอย่างเดียว (ตารางที่ 5.5) ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพดเมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูก ข้าวโพดอย่างเดียว เกษตรกรไม่สามารถที่จะยอมรับระบบการปลูกพืชร่วมระหว่างข้าวโพดแซมกับมันสำปะหลังได้ เนื่องจากค่า MRR ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่า 100 %

ตาราง 4.5 แสดงอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ของระบบการปลูกพืชแซม ระหว่าง ระบบการปลูก ระหว่าง มันสำปะหลังและข้าวโพดเปรียบเทียบกับระบบการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว ที่แปลงทดลอง ภายใต้ระบบ ไร่นาเกษตรกร ที่จังหวัดกำแพงเพชร ในฤดูกาลผลิต 2551

รายการ	ปลูกพืชแซม และใส่ปุ๋ย		ปลูกข้าวโพด อย่างเดียว
	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	
ผลผลิตเฉลี่ย (กก.ต่อ ไร่)	843.18	2,610	1,012.72
ราคาผลผลิต(บาทต่อ กก.)	6.94	1.13	6.94
รายได้รวม (บาทต่อ ไร่)	5,851.67	2,949.30	7,028.28
รายได้รวม (บาทต่อ ไร่)		8,800.97	7,028.28
รายได้รวมสุทธิ (บาทต่อ ไร่)		3,456.71	3,340.74
งบประมาณบางส่วน (บาทต่อ ไร่)		5,344.26	3,687.54
ผลต่างของงบประมาณบางส่วน (บาทต่อ ไร่)			1,656.72
ผลต่างของรายได้สุทธิ (บาทต่อ ไร่)			115.97
อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (%)			6.99

หมายเหตุ : - MRR = ผลต่างของผลได้สุทธิของกรรมวิธีทั้งสองหารด้วยผลต่างระหว่างต้นทุนที่ต่างกันคูณด้วย 100 เปอร์เซ็นต์

- ค่า MRR ที่เกษตรกรยอมรับได้มีค่าสูงกว่า 100 เปอร์เซ็นต์

- ราคา มันสำปะหลัง และข้าวโพด เป็นราคาเฉลี่ย เดือน เมษายน 2550 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552)

13. การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกพืชร่วมระหว่างข้าวโพดร่วมกับมันสำปะหลัง

พบว่าเกษตรกรยอมรับการปลูกพืชร่วมระหว่างข้าวโพดกับมันสำปะหลัง จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 78.79 แต่ส่วนใหญ่ยังไม่นำไปปฏิบัติ จำนวน 17 คน คิดเป็น คิดเป็นร้อยละ 51.52

ตาราง 4.14 แสดงทัศนคติการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกพืชแซมระหว่างข้าวโพดและมันสำปะหลัง ที่จังหวัดกำแพงเพชร ในฤดูกาลผลิต 2551

การยอมรับ	จำนวนคน	ร้อยละ
ยอมรับ	26	78.79
ไม่ยอมรับ	7	21.21
รวม	33	100.00
การยอมรับและนำระบบการปลูกพืชร่วมไปปฏิบัติ		
ปฏิบัติ	16	48.48
ไม่ปฏิบัติ	17	51.52
รวม	33	100.00

14. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาลักษณะการให้ผลผลิตของระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการปลูกพืชเดี่ยว เช่นระบบการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว หรือ ระบบการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว ดังที่มีการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ ในระบบไร่นาเกษตรกร ที่อำเภอโกสัมพีนคร จังหวัดกำแพงเพชร ในฤดูกาลเพาะปลูก 2551 พบว่า ระบบการปลูกพืชแซมให้ผลผลิตเป็นกิโลกรัมต่อไร่สูงสุด เมื่อมีการใส่ปุ๋ย โดยจะเห็นได้จากผลผลิตที่ได้จาก

การปลูกข้าวโพดแซมกับมันสำปะหลัง คือ 3,458 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4.1) มากกว่าการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว หรือ การปลูกข้าวโพดอย่างเดียว โดยเมื่อพิจารณารายละเอียด จะเห็นว่ามันสำปะหลังให้น้ำหนักหัวสดรวมทั้งความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ เปรียบเทียบกันระหว่างมันสำปะหลังอย่างเดียวและมันสำปะหลังที่ปลูกร่วมกับข้าวโพด (ตารางที่ 4.1 ภาพที่ 4.4) โดยจะเห็นได้จาก ผลผลิตของมันสำปะหลังเมื่อปลูกเดี่ยวๆและใส่ปุ๋ย 15-15-15 และ ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 พบว่าให้ผลผลิตสูงสุดคือ 3,204 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลังที่ปลูกร่วมกับข้าวโพดซึ่งให้ผลผลิตน้อยกว่าคือ 2,614 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันประมาณ 18.44 % เนื่องจากมันสำปะหลังที่ปลูกร่วมกับพืชชนิดอื่นนั้นจะต้องแบ่งปันปัจจัยในการผลิตร่วมกันกับพืชที่นำมาปลูกร่วม สอดคล้องกับ การศึกษาของ F.O.Olasantan และคณะ ในปี 1996 พบว่า มันสำปะหลัง เมื่อปลูกร่วมกับข้าวโพดจะมีความสูงเพิ่มขึ้น และลด Leaf Area Index ลดการแตกกอ และชะลอการสะสมอาหารของมันสำปะหลัง และในทำนองเดียวกันกับ (Mushagalusa *et al.*, 2008) ที่ได้ทำการศึกษาศักยภาพการปลูกข้าวโพดร่วมกับมันฝรั่ง พบว่า มันฝรั่งจะถูกบังแสง ประมาณ 60 % และผลผลิตลดลง 4-26 % ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว เช่น การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 โดยตรงโดยมีการให้ปัจจัยต่างๆที่เหมาะสมก็จะสามารถให้ผลผลิตสูงสุดตั้งงานทดลองของ (เสาวรี และคณะ, 2547) ที่พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 สามารถให้ผลผลิตสูง 4,896 กก.ต่อไร่ อีกประการหนึ่งในทำนองเดียวกันกับการให้ผลผลิตของข้าวโพดจากการทดลองภายใต้สภาพการจัดการในรูปแบบไร่แรกษตรกร โดยมีการใส่ปุ๋ย 15-15-15 และ 46-0-0 อัตรา 35 กก.ต่อไร่ สามารถให้ผลผลิตสูงสุด 1,012.72 กก.ต่อไร่ เนื่องจากการปลูกระบบพืชเดี่ยวนั้นการใช้ปัจจัยการผลิตจะเป็นไปอย่างเต็มที่โดยที่ไม่มีพืชแข่งขัน ดังเช่น การปลูกข้าวโพดร่วมกับมันสำปะหลังซึ่งทำให้ต้องร่วมกันในการใช้ปัจจัยการผลิตร่วมกัน จึงทำให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกร่วมกับมันสำปะหลังนั้นมีผลผลิตที่ต่ำกว่าคือ 843.18 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยร้อยละ 16.75 และจากการทดลองยังพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของผลผลิตข้าวโพดเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกร่วมกับมันสำปะหลัง ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ หรือไม่ได้ใส่ปุ๋ย สอดคล้องกับการทดลองของ (Lose *et al.*, 2003) พบว่า ผลผลิตของข้าวโพดและมันสำปะหลังจะไม่แตกต่างกันมากนักเมื่อปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แต่จะมีความแตกต่างกันเมื่อมีการใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะมันสำปะหลัง องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างการปลูกแบบเดียวกับการปลูกร่วมกับมันสำปะหลัง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งความสูงต้นและความสูงของฝัก (ภาพที่ 4.1) เนื่องจากไม่มีการแก่งแย่งแข่งขันกันในการใช้แสงเกิดขึ้นระหว่างข้าวโพดที่ปลูกเดี่ยวๆเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดที่ปลูกร่วมกับมันสำปะหลัง เนื่องจากความสูงของมันสำปะหลังยังมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับข้าวโพดในวันเก็บเกี่ยว จากการทดลองพบว่า มันสำปะหลังนั้นสูงเพียง 83.33 ซม. ในขณะที่ข้าวโพดสูงถึง 201 ซม. (ภาพที่ 4.4) ในส่วนของจำนวนฝักดีและฝักเสียนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 4.2) ทั้งในข้าวโพดที่ปลูกเดี่ยวๆและข้าวโพดที่ปลูกร่วมกับมันสำปะหลัง ในส่วนของเปอร์เซ็นต์กระเทาะหรืออัตราส่วนของเมล็ดนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันเช่นกันทั้งในระบบการปลูกพืชเดี่ยวและการปลูกพืชร่วมระหว่างข้าวโพดกับมันสำปะหลัง (ภาพที่ 4.3) แต่พบว่ามีแนวโน้มในส่วนของความชื้น ซึ่งข้าวโพดที่ปลูกเดี่ยวๆจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยสูงกว่าข้าวโพดที่ปลูกร่วมกับมันสำปะหลังซึ่งเป็นผลมาจาก ข้าวโพดมีความสมบูรณ์ของฝักและการสะสมความชื้น ตลอดจน น้ำหนักที่ต่ำกว่าข้าวโพดที่ปลูกในระบบการปลูกพืชร่วมกับมันสำปะหลังนั่นเอง

15. ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ระหว่างระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับ การปลูกมันสำปะหลังหรือข้าวโพดอย่างเดียว

พบว่าการปลูกพืชร่วมระหว่างมันสำปะหลังกับข้าวโพดเปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว หรือ การปลูกข้าวโพดอย่างเดียว ให้รายได้รวมสุทธิสูงกว่า โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวถึง

100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากพบว่าการปลูกมันสำปะหลังมีรายได้รวมสุทธิติดลบ คือไม่มีรายได้สุทธินั่นเองเมื่อนำไปหักจากต้นทุนการผลิต (ตารางที่ 4.3)

ต้นทุนการผลิตรวมสำหรับการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลัง ร่วมกับข้าวโพด ส่วนใหญ่ค่าใช้จ่ายจะเข้าไปในส่วนของค่าแรงงาน ตั้งแต่การปลูก ดูแลรักษา จนกระทั่งเก็บเกี่ยว คิดเป็นร้อยละ 25.77 ของต้นทุนรวมทั้งหมด และสูงกว่าต้นทุนรวมในการผลิตมันสำปะหลังอย่างเดียว (ตารางที่ 4.3)

อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ระบบการปลูกมันสำปะหลัง-ข้าวโพดมีอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มมากกว่าการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว และเกษตรกรมีการยอมรับในระบบการปลูกพืชร่วมระหว่างมันสำปะหลัง - ข้าวโพด ได้ (MRR>100) สอดคล้องกับงานวิจัยระบบการปลูกพืชร่วม ของ (สุพรรณมา, 2547) ที่พบว่า ระบบการปลูกพืชร่วมระหว่างถั่วเขียวกับข้าว มี MRR สูงกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวอย่างเดียว ทั้งนี้เนื่องจากข้าวโพดและมันสำปะหลัง มีระบบรากที่แตกต่างกันอีกทั้งยังมีการสร้างผลผลิตและการให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน เนื่องจากข้าวโพดนั้นจะใช้ส่วนฝักแต่มันสำปะหลังนั้นจะเป็นรากสะสมอาหารที่อยู่ใต้ดินและอายุการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน โดยข้าวโพดข้าวโพดนั้นจะมีอายุการเก็บเกี่ยวที่สั้นกว่า ในขณะที่อายุการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังนั้นยาวกว่าจึงทำให้เกษตรกรมีรายได้จากทั้งข้าวโพดและมันสำปะหลัง โดยใช้การลงทุนเพียงครั้งเดียวซึ่งแตกต่างจากการปลูกพืชเดี่ยวเช่นมันสำปะหลัง เกษตรกรจะต้องแบกรับความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาผลผลิตเมื่อตอนเก็บเกี่ยวผลผลิตและขายออกสู่ตลาดเนื่องจากมีอายุการเก็บเกี่ยวที่นานและยังมีรายได้จากการปลูกพืชเพียงอย่างเดียวจึงทำให้เกษตรกรมีรายได้สุทธิน้อยกว่าการปลูกมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพด(ตารางที่ 4.4 ,4.5)

16. ปัญหาและการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกพืชร่วมระหว่างมันสำปะหลังกับข้าวโพด

เงินทุนที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลังหรือข้าวโพดในจังหวัดกำแพงเพชรพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีเงินทุนเป็นของตัวเองและพื้นที่การปลูกพืชมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางโดยอาศัยน้ำฝนและพันธุ์ที่นิยมปลูก คือ พันธุ์ระยอง 5, ห้วยบง, ส่วนข้าวโพดพันธุ์ที่นิยมปลูก คือ พันธุ์ข้าวโพดของเอกชน พันธุ์บีบี 919, แปซิฟิก 999, ไพโอเนีย 30ว87 และเริ่มปลูกเมื่อฝนแรกมาถึงคือ ต้นเดือน พ.ค. จนถึงปลายเดือน มิ.ย. และส่วนใหญ่จะปลูกในเดือนมิถุนายน โดยปลูกพร้อมกันในวันปลูกเดียวกันทั้งมันสำปะหลังและข้าวโพด โดยใช้เครื่องจักรในการเตรียมดินหลังจากนั้นใช้แรงงานคนในการปลูกมันสำปะหลังโดยใช้จอบขุดหลุมระหว่างต้นของมันสำปะหลังเพื่อหยอดข้าวโพดโดยใช้อัตรา 3 เมล็ดต่อหลุม โดยพบปัญหาที่สำคัญที่สุดคือ ปัญหาแรงงานเมื่อตอนเก็บเกี่ยวเพราะจะต้องเก็บเกี่ยวข้าวโพดในระหว่างต้นมันสำปะหลัง และหลังจากนั้นจะต้องเข้าไปตัดต้นข้าวโพดออกมาเพื่อไม่ให้บดบังแสงแดดที่จะส่องลงมายังต้นมันสำปะหลังที่ต่ำกว่า ซึ่งถือว่าลำบากและมีขั้นตอนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกแบบปกติ จึงทำให้แรงงานนั้นหายากเมื่อตอนมาเก็บเกี่ยวข้าวโพดจึงทำให้เกษตรกรบางส่วน โดยเฉพาะเกษตรกรกลุ่มที่ไม่ได้มีส่วนร่วมในการทดลอง ยังไม่ยอมรับเทคโนโลยีการปลูกพืชร่วมนี้ในส่วนของการยอมรับเทคโนโลยีการเกษตรของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่จะไม่ค่อยยอมรับเทคโนโลยีที่ต้องใช้เวลาและแรงงานในการปฏิบัติมาก เช่น การศึกษาของ (ชาติชาย, 2538) และในขณะเดียวกันเกษตรกรส่วนใหญ่ก็จะยอมรับและปฏิบัติในสิ่งที่เพื่อนเกษตรกรรายอื่นได้ปฏิบัติไปแล้วและเห็นว่าได้ผลดี (สุรพจน์ และคณะ, 2535) ปัญญา (2529) กล่าวว่า กระบวนการยอมรับ (Adoption Process) ในการตัดสินใจยอมรับวิทยาการแผนใหม่ หรือสิ่งใหม่ของคุณคโดยทั่วไปแล้วกระบวนการยอมรับต้องใช้เวลาาก บุคคลจะต้องได้รับทราบได้เห็นสิ่งเหล่านั้นมาก่อน แล้วจึงยอมรับได้ ซึ่งต้องใช้เวลานั้นหมายความว่าเกษตรกรอาจต้องใช้เวลาในการพิจารณาและศึกษาข้อมูลโดยการส่งเสริมและเผยแพร่มากขึ้น

17. การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกพืชร่วมระหว่างข้าวกับมันสำปะหลัง

เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในการปลูกพืชร่วมเนื่องจากให้ค่า MRR มากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.4) ระหว่างข้าวโพดแซมกับมันสำปะหลัง เนื่องจากเป็นหนทางในการลดความเสี่ยงของความผันผวนและราคาของผลผลิตตกต่ำที่เกิดกับระบบการปลูกพืชแบบเดี่ยว โดยเฉพาะมันสำปะหลังซึ่งมีระยะเวลาในการให้ผลผลิตที่ยาวนาน (18 เดือน) (ตารางที่ 4.1 และ 4.3) เป็นเหตุให้เกษตรกรต้องแบกรับภาระความเสี่ยงของราคาผลผลิต เมื่อออกสู่ตลาด แต่เนื่องจากปัญหาแรงงานในตอนเก็บเกี่ยวข้าวโพดจึงทำให้มีเกษตรกรบางส่วนยังไม่ยอมรับเทคโนโลยีการผลิตแบบนี้

18. สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาเทคโนโลยีการปลูกพืชร่วมระหว่างมันสำปะหลังซึ่งเป็นพืชหลักร่วมกับการปลูกข้าวโพดเปรียบเทียบกับระบบการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียวที่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัด กำแพงเพชร ในฤดูการผลิต 2550 สามารถสรุปได้ว่า

1) เกษตรกรในพื้นที่อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดกำแพงเพชร ในฤดูฝนนั้นมีอาชีพการการปลูกมันสำปะหลังและข้าวโพดเป็นหลัก และอยู่ภายใต้สภาพอากาศนี้ฝนเป็นหลัก แต่เนื่องจากความไม่แน่นอนของราคาผลผลิต โดยเฉพาะมันสำปะหลังจึงมีเกษตรกรบางส่วนเริ่มสนใจเทคโนโลยีการปลูกพืชใหม่ๆโดยหนึ่งในนั้นคือการปลูกพืชแซมแทรกกลางระหว่างแถวของมันสำปะหลังซึ่งมีพืชที่สามารถนำมาปลูกแซมได้หลายชนิด แต่เนื่องจากสภาพพื้นที่และความเหมาะสมจึงได้เลือกข้าวโพดมาใช้ปลูกแซมเนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่คุ้นเคยปลูกข้าวโพดและมีความชำนาญในการปลูกข้าวโพดสูงอยู่แล้ว ตลอดจนมีสถานที่รับซื้อซึ่งมีอยู่มากในพื้นที่ จึงทำให้เกษตรกรมีแนวโน้มที่จะหันมาปลูกข้าวโพดร่วมกับมันสำปะหลังมากขึ้นเนื่องจากสามารถทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและมีสภาพความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

2) การปลูกมันสำปะหลังแซมข้าวโพดและใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 35 กก.ต่อไร่และใส่ปุ๋ย ยูเรีย 46-0-0 อัตรา 40 กก.ต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดว่าการปลูกมันสำปะหลังหรือข้าวโพดอย่างเดียวในการปฏิบัติและดูแลรักษาแบบเดียวกัน

3) ต้นทุนการผลิตของระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังร่วมกับข้าวโพดมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าการปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว ซึ่งค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันจะอยู่ในส่วนที่เป็นค่าใช้จ่ายแรงงานในการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเพิ่มเติมในระบบการปลูกพืชร่วม

4) ระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังกับข้าวโพดให้รายได้รวมสูงกว่าการปลูกมันสำปะหลังหรือข้าวโพดเพียงอย่างเดียว

5) ระบบการปลูกพืชแซมระหว่างมันสำปะหลังกับข้าวโพด มีอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มร้อยละ 208 ของระบบการปลูกพืชเดี่ยวมันสำปะหลังอย่างเดียว และ ร้อยละ 6.99 เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกข้าวโพดอย่างเดียวเมื่อมีการดูแลรักษาแบบเดียวกัน เกษตรกรสามารถยอมรับระบบการปลูกพืชร่วมระหว่างมันสำปะหลังแซมกับข้าวโพดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการปลูกมันสำปะหลังแต่เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการปลูกข้าวโพดอย่างเดียวเกษตรกรสามารถที่จะยอมรับระบบการปลูกพืชแซมได้เนื่องจากค่า MRR น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์

6) ปัญหาและอุปสรรคในการปลูกมันสำปะหลังคือ ต้นทุนการผลิตสูง ราคาผลผลิตตกต่ำและพบว่าปัญหาที่พบมากที่สุดคือ ราคาผลผลิตตกต่ำ

19. ข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากว่าเป็นการทดลองในระบบการจัดการภายใต้ระบบไร่นาเกษตรกรจึงอาจจะมีผลแปรปรวนเนื่องมาจากการจัดการบ้างจึงควรต้องมีการวางซ้ำการทดลองให้มากขึ้น

2) เนื่องจากพันธุ์ข้าวโพดในส่วนราชการมีการวิจัยพัฒนาที่น้อยกว่าทางภาคเอกชนจึงทำให้เกษตรกรยังต้องพึ่งพาเมล็ดพันธุ์ลูกผสมจากทางเอกชนซึ่งมีราคาแพง ซึ่งถ้าหากมีพันธุ์ที่เป็นทางเลือกของทางราชการมาให้เลือกและมีราคาที่ถูกลงก็จะเป็นการลดต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรอีกทางหนึ่ง

3) ควรมีการนำผลการวิจัยไปขยายผลโดยการส่งเสริมระบบการปลูกพืชแซมต่อไปสำหรับเกษตรกรที่ยังไม่ทราบข้อมูลและให้ข้อมูลในรูปแบบแปลงสาธิตเพื่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกรผู้สนใจมากขึ้นเพื่อให้เกิดการยอมรับและนำไปใช้มากขึ้น

4) ข้าวโพดเป็นเพียงพืชอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาปลูกร่วมกับมันสำปะหลังเนื่องจากระบบรากที่แตกต่างกันและอายุสั้นกว่าเท่านั้น ยังมีพืชชนิดอื่นที่สามารถนำมาปลูกร่วมกับมันสำปะหลังเพื่อสร้างรายได้เพิ่มได้อีก เช่น ถั่วเขียว, ทานตะวัน เป็นต้น

5) ควรมีการนำผลการวิจัยไปขยายผลในรูปแบบพื้นที่แตกต่างกันเนื่องจากมีมันสำปะหลังที่ปลูกและสามารถใช้เทคโนโลยีการปลูกพืชร่วมนี้ในอีกหลายพื้นที่

20. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2542. **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลัง**. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ
- กรมวิชาการเกษตร. 2547. **มันสำปะหลัง**. เอกสารวิชาการ. โรงพิมพ์โอเดียนสแควร์. กรุงเทพฯ.
- กรมวิชาการเกษตร. 2547. **เอกสารวิชาการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย: สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2540. **การปลูกมันสำปะหลัง**. เอกสารคำแนะนำ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. **การปลูกมันสำปะหลัง**. เอกสารวิชาการ. โรงพิมพ์กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ
- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2537. **Guide for Field Crops in the Tropics and the Subtropical**. บริษัท โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- จารุวัฒน์ และ คณะ. **การวิจัยและพัฒนาระบบการปลูกพืชการหว่านถั่วเขียวผสมกับข้าว**
- จินดา บุญไทย. 2546. **การศึกษาศักยภาพของดินในระบบการปลูกแบบหมุนเวียนในพื้นที่นาของเกษตรกรในอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- ฉัตร ชำชอง. 2526. **การจัดการฟาร์ม**. สำนักพิมพ์โอเดียนสแควร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. **สรุบริษัทยาการผลผลิตพืชไร่**. สำนักพิมพ์โอเดียนสแควร์, กรุงเทพฯ.
- ชาติชาย ศรีชนะนอก. 2538. **การยอมรับพันธุ์ข้าวและเทคโนโลยีในการปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ของชาวนาในจังหวัดบุรีรัมย์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- นิชัย ไทพานิชย์. **ประสบการณ์ในการพัฒนาระบบการปลูกพืชและระบบเกษตรผสมผสานโดยใช้แนวทางการวิจัยและพัฒนาระบบการทำฟาร์ม**
- ปิยะวุฒิ พูนสงวน และคณะ. 2542. **เทคนิคการเพิ่มผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง**. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ. โครงการบรรเทาผลกระทบทางสังคมเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พฤกษ์ ยิบมันตะศิริ. 2548. **ระบบเกษตรกับความยั่งยืนของสังคมเกษตร**. บริษัท นพบุรีการพิมพ์ จำกัด.

- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2539. เอกสารการสอนชุดวิชา วนเกษตร หน่วยที่ 1-7. (3). ห้างหุ้นส่วนจำกัด
โรงพิมพ์ชวนพิมพ์: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2539. เอกสารการสอนชุดวิชา วนเกษตร หน่วยที่ 8-15. (3). ห้างหุ้นส่วนจำกัด
โรงพิมพ์ชวนพิมพ์: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- ราเชนทร์ ธิพร. 2531. **ข้าวโพดอุตสาหกรรม**. คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยและพัฒนาพืชผัก สภาวิจัยแห่งชาติ
ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ราเชนทร์ ธิพร. 2539. **การผลิต, การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่การเกษตร**.
ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ลือพงษ์ ลือนาม. 2547. **การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในประเทศไทย**. ภาควิชาเทคนิคเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วรพงษ์ สุริยจันทร์ทอง. **การปลูกถั่วเวอร์นาในแซมปอแก้ว**. สำนักงานเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ท่าพระ. ขอนแก่น
หน่วยทดลองอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
- วัฒน์ วัฒนานนท์ และ คณะ. **การใช้วิธีการแบบมีส่วนร่วมของเกษตรกรและพัฒนาและการถ่ายทอดกรรมวิธี
แบบยั่งยืนในการปลูกมันสำปะหลัง**
- วิจารณ์ วิชชุกิจ. 2546. **มันสำปะหลังพันธุ์ดีของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. เอกสารเผยแพร่.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดนครราชสีมา. 2550. **การผลิตมันสำปะหลังภายใต้โครงการจัดระบบพิเศษเฉพาะพื้นที่มัน
สำปะหลัง**. เอกสารคำแนะนำ. โรงพิมพ์โคราชมาร์เก็ตติ้ง. นครราชสีมา.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดนครราชสีมา. 2549. **เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง**. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ. โรง
พิมพ์อดุลย์การพิมพ์. นครราชสีมา
- สำนักงานพัฒนาที่ดิน. 2547. **การศึกษาระบบการปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่บน
พื้นที่ลาดชันสูง**. กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. **มันสำปะหลังโรงงาน ปี 2551**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร. 2551. **การปลูกมันสำปะหลัง**. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 กรมวิชาการ
เกษตร.
- สุพรรณมา แสนสุข. 2547. **การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวที่เหมาะสมในระบบการปลูกพืชที่มีข้าวเป็น
พืชหลักในจังหวัดพิษณุโลก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุรพจน์ นิมานนท์. 2535. **ลักษณะส่วนบุคคล สังคมและจิตวิทยาของเกษตรกรผู้ยอมรับเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง
เพื่อการแปรรูป ภายใต้โครงการ เอ็น เอส ฟาร์ม ในอำเภอสันทรายจังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท
มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สุรินทร์ เกตุอารี. 2539. **ศึกษาการดูดซับความชื้นของดินที่มีแถบหญ้าแฝกในระบบการปลูกพืชบนพื้นที่ดอน**,
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- อรรณพ กสิวิวัฒน์ ชลภูมิ ละเอียด และ สมชาย บุญประดับ **ศึกษาระบบการปลูกพืชที่มีข้าวโพดเป็นพืชหลัก
ในพื้นที่ลาดชัน จังหวัดเพชรบูรณ์**
- อนันต์ พลธานี. 2541. **การจัดแถวปลูกถั่วลิสงแซมในมันสำปะหลัง : การดูใช้ธาตุอาหารของพืช และ ดุลยภาพธาตุ
อาหารในดิน**. **แก่นเกษตร** 26: 125 -131.

- อรุณี พรหมคำบุตร. 2545. เกษตรผสมผสาน กรณีศึกษาฟาร์ม นาย บุญมี วงศ์สุดโต. **แก่นเกษตร**. 30: 148-154.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2550. รายงานเศรษฐกิจและการเงิน 2550 ภาคเหนือ. บริษัท มอนซานโต้เมิลล์พันธุ์. คู่มือผลิตภัณฑ์.
- Bui Tuan. 1999. **Sustaining Coffee production through intercropping systems in Daklak Province, Vietnam**, Master Thesis, Chaingmai University.
- Chotechaungmanirat, S. 2009. Potential of tropical Legumes in Improvement of Corn Production in Thailand, p. 43. *In The 1st International Conference on Corn and Sorghum Research and The 34th National Corn and Sorghum Research Conference*, April 8-10, 2009. Pattaya, Chonburi.
- Daellenbach, G.C., P.C. Kerridge, M.S. Wilfe, E. Frossard and M.R. Finckh. 2004. Plant productivity in cassava –based mixed cropping systems in Colombian hillside farms. **Agriculture Ecosystems and Environment** 105: 595 – 614.
- Mushagalusa, G.N., J.F. Ledent and X. Draye. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping effects on growth and yield. **Environmental and Experimental Botany** 64: 180-188.
- Olasantan, F.O., H.C. Ezumah and E.O. Lucas. 1995. Effects of intercropping with maize on the micro-environment growth and yield of cassava. **Agriculture Ecosystems & Environment** 57: 149-158.
- Reynolds, P.E., J.A. Simpson, N.V. Thevathasan and A.M.Gordon. 2007. Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree –based agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. **Ecological Engineering** 29: 362-371.
- Rodrigo, V.H.L., T.U.K. Silva and E.S. Munasinghe. 2004. Improving the spatial arrangement of planting rubber (*Hevea brasiliensis* Munell.Arg.) for long – term intercropping. **Field Crop Research** 89: 327-335.
- Thevathasan, N.V. and A.M.Gordon. 2004. Ecology of tree intercropping systems in the north temperate region: Experiences from southern Ontario, Canada. **Agroforestry System** 61: 257-268.
- Whitmore, A.P. and J.J.Schroder. 2007. Intercropping reduces nitrate leaching from under field crops without loss of yield: A modeling study. **European Journal of Agronomy** 27: 81-88.
- Wise, R., O. Cacho and R. Hean. 2006. Feertilizer effects on the sustainability and profitability of agroforestry in the presence of carbon payments. **Environmental Modeling & Software**. 22: 1372-1381.