รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง

Research and Development on Soybean Production

หัวหน้าโครงการวิจัย
นางสาวกัลยา วิธี
Ms. Kallaya withee

ปี พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง

Research and Development on Soybean Production

กรมวิชาการเกษตร

หัวหน้าโครงการวิจัย
นางสาวกัลยา วิธี
Ms. Kallaya withee

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง เริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2558 ถึงวันที่ 30 ธันวาคม 2564 รวม 6 ปี ประกอบด้วย 3 กิจกรรม 27 การทดลอง ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เทคโนโลยีการเขตกรรมถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด จำนวน 14 การทดลอง กิจกรรมที่ 2 เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชจำนวน 7 การทดลอง และ กิจกรรมที่ 3 การแปรรูปถั่วเหลือง จำนวน 6 การทดลอง การดำเนินการโครงการวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ได้เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสดที่เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะลดปัญหาด้านแรงงาน 2) ได้เทคโนโลยีการจัดการศัตรูถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสดที่จะช่วยให้การผลิตถั่วเหลืองมีความยั่งยืน และ 3) ได้เทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากถั่วเหลือง ช่วยเพิ่มทางเลือกในการเพิ่มมูลค่าผลิตผลเกษตร ผลการดำเนินการบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยได้เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วเหลืองด้านการเขตกรรม ได้แก่ การใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์ถั่วเหลือง การจัดการธาตุอาหาร ในถั่วเหลืองฝักสดได้ ขนาดของแปลงที่เหมาะสม การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสาน และการให้น้ำ การจัดการศัตรูพืชได้ ชนิดและอัตราสารกำจัดวัชพืชที่เหมาะสม ข้อมูลการศึกษาการทำลายของแมลงศัตรูถั่วเหลืองที่ปลูกในแต่ละช่วงปลูก ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูที่สำคัญของถั่วเหลือง การใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงหวี่ขาวยาสูบในถั่วเหลืองฝักสด และเทคโนโลยีเพื่อการชะลอการเสื่อมสภาพของเมล็ดถั่วเหลืองและถั่วเน่า

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานวิจัยที่ได้จากโครงการจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลือง และถั่วเหลืองฝักสด นักวิชาการที่นำผลงานและองค์ความรู้ไปต่อยอดงานวิจัย และผู้ประกอบการในการนำผลผลิตไปใช้ทั้งโดยตรงและการแปรรูป

คณะผู้วิจัย
กุมภาพันธ์ 2565

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
ผู้วิจัย	2
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	3
บทนำ	4
บทคัดย่อ	5
1. กิจกรรมที่ 1 เทคโนโลยีการเขตกรรมถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด	7
2. กิจกรรมที่ 2 เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช	43
3. กิจกรรมที่ 3 การแปรรูปถั่วเหลือง	65
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก	98

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยในโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2558 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2564 ระยะเวลา 6 ปี ทำให้ได้ผลสำเร็จของงานตามวัตถุประสงค์ โดยได้รับความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย จึงใคร่ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน และขอขอบคุณผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านพืชไร่ตระกูลถั่ว ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และขอขอบคุณพนักงาน และลูกจ้างของศูนย์วิจัย ดังกล่าวข้างต้นที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือ สนับสนุน อำนวยความสะดวก ทำให้การปฏิบัติงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวกัลยา วิธี
นักวิชาการเกษตรชำนาญการ
หัวหน้าโครงการ

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

ที่	คณะผู้วิจัย	ตำแหน่งในโครงการ	หน่วยงาน
1	นางสาวกัลยา วิธี	หัวหน้าโครงการ	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
2	นางสาวละอองดาว แสงหล้า	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
3	นางสาวโสพิศ ใจปาละ	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
4	นายสุริยนต์ ดีดเหล็ก	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน
5	นายอนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี
6	นางจงรักษ์ พันธ์ไชยศรี	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
7	นางนภาพร คำนวณทิพย์	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
8	นายศิวกร เกียรติมณีรัตน์	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
9	นางสาวสุพรรณณี เป็งคำ	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
10	นายรณรงค์ คนชม	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
11	นางสาวอมรรัตน์ ใจยะเสน	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเมล็ดพันธุ์พืชเชียงใหม่
12	นายสมบัติ บวรพรเมธี	ผู้ร่วมวิจัย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

VCR = Value to Cost Ratio

BCR = Benefit Cost Ratio

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายด้าน เช่น ใช้ในทางอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมัน ปีละ 1,234,622 ตัน หรือร้อยละ 70.6 ของปริมาณการใช้เมล็ดถั่วเหลืองของประเทศ ใช้แปรรูปผลิตภัณฑ์อื่นๆ และบริโภคโดยตรง จำนวน 461,664 ตัน หรือร้อยละ 26.4 ใช้แปรรูปอาหารสัตว์ และคน ปีละ 36,229 ตัน คิดเป็นร้อยละ 2.12 ใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ ประมาณ 15,828 ตัน คิดเป็นร้อยละ 0.6 และใช้ประโยชน์ด้านอื่น จำนวน 1,000 ตัน คิดเป็นร้อยละ 0.28 ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีความสำคัญในระบบการปลูกพืช เป็นพืชบำรุงดิน และมีความเกี่ยวข้องกับวิถีชุมชนในวัฒนธรรมอาหารที่มีโปรตีนสูงเป็นเวลานาน การผลิตถั่วเหลืองของประเทศยังไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองของไทยลดลงเป็นลำดับ จาก 1,000,000 ไร่ เหลือประมาณ 320,000 ไร่ ในปี 2554/2555 เนื่องจากมีพืชแข่งขันมาก การปลูกดูแลมีหลายขั้นตอน ราคาที่เกษตรกรขายได้ไม่แน่นอน ศักยภาพการผลิตของพื้นที่แปรปรวนตามสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนมากขึ้น การขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ดี และการเข้าถึงแหล่งวิชาการของเกษตรกรยังจำกัด นอกจากนี้ยังมีปัญหาแรงงานหายาก ค่าแรงงานสูงขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตถั่วเหลืองสูง (เฉลี่ยกิโลกรัมละ 14.69 บาทในปี 2556 ซึ่งสูงขึ้นจากปี 2555 ร้อยละ 8) แต่ความต้องการใช้ถั่วเหลืองคุณภาพดีเพื่อการบริโภคและอุตสาหกรรมอาหารสัตว์มีมากขึ้น จึงต้องนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศจำนวนมากถึง 95% เพื่อใช้ในประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ทั้งในรูปเมล็ด และกากถั่วเหลือง การศึกษาพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในพื้นที่ปลูกต่างๆ และลดต้นทุนการผลิตจะช่วยให้การผลิตถั่วเหลืองของประเทศเพิ่มขึ้นจนเพียงพอที่จะลดการนำเข้า การพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปถั่วเหลือง จะช่วยเพิ่มมูลค่าหากมีผลผลิตมากเกินความต้องการของตลาด และอาจสร้างโอกาสการแข่งขันในตลาดถั่วเหลืองโลกต่อไปได้ เพราะถั่วเหลืองไทยเป็นถั่วเหลืองที่ไม่มีการตัดต่อทางพันธุกรรมเป็นจุดเด่น

ถั่วเหลืองฝักสด คือ ถั่วเหลืองที่นำมาบริโภคก่อนที่เมล็ดจะแก่ คนไทยเรียก ถั่วแระ ถั่วแระญี่ปุ่น พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองฝักสดที่สำคัญกระจายอยู่ในจังหวัดภาคเหนือทั้งตอนบนและตอนล่าง เช่น เชียงใหม่ เชียงราย พิจิตร พิษณุโลก กำแพงเพชร น่าน แพร่ ลำปาง เพชรบูรณ์ และอุทัยธานี ส่วนใหญ่เป็นการปลูกแบบครบวงจร และมีพันธะสัญญา คือ มีบริษัทเอกชนส่งเสริมการปลูกส่งโรงงานแช่แข็งสำหรับการส่งออกตามคำแนะนำของบริษัท และมีการประกันราคา ณ ไร่นา โดยตกลงราคากันก่อนการปลูกทุกฤดู ในปี 2555 กรมวิชาการเกษตรได้รับรองพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด “เชียงใหม่ 84-2” ซึ่งปรับปรุงพันธุ์โดยนักวิชาการเกษตรของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร โดยมีลักษณะเด่น คือ ฝักสดที่ต้มสุกแล้วมีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นใบเตย มีกลิ่นใกล้เคียงกับพันธุ์ Kaori ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าที่ปลูกในประเทศไทยในปัจจุบัน ให้ผลผลิตฝักสดได้มาตรฐาน ในฤดูแล้งเท่ากับ 757 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูฝนเท่ากับ 963 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ Kaori ซึ่งอ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมในประเทศไทย กระบวนการผลิตถั่วเหลืองฝักสดต้องการขั้นตอนการดูแลรักษามาก และละเอียดกว่าการผลิตถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง ต้องการธาตุอาหารสูงกว่า เพื่อให้ได้ทั้งผลผลิตและคุณภาพด้านขนาด และสี การควบคุมศัตรูพืชที่ดีและปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ดังนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองฝักสดของภาคราชการมีความจำเป็น เพื่อให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ และรักษาความสามารถในการผลิตสินค้าเกษตรของเกษตรกรในประเทศ ในการผลิตพืชทางเลือกชนิดนี้

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดต้นทุนการการผลิต เพิ่มผลผลิต และเพิ่มมูลค่าผลผลิตจากถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด เพื่อความมั่นคงและยั่งยืนในการผลิตถั่วเหลือง ดำเนินการวิจัยศูนย์วิจัยต่างๆ ของกรมวิชาการเกษตรและกลุ่มเกษตรกรผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี 2559-2564 ระยะเวลา 6 ปี ดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง ซึ่งดำเนินการในปี 2559-2565 2) เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ซึ่งดำเนินการในปี 2559-2563 และ 3) วิจัยและพัฒนาการแปรรูปถั่วเหลือง ซึ่งดำเนินการในปี 2559-2560 ผลการวิจัยพบว่า ใน**เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง** ได้ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 60 และเชียงใหม่ 6 สายพันธุ์ดีเด่น ตาแดงเบอร์ 6 และ เบอร์ 8 ในพื้นที่ปลูกจังหวัดเชียงใหม่ แพร่ และแม่ฮ่องสอนในแล้งและฤดูฝน วิธีปลูกถั่วเหลืองแบบหว่านร่วมกับการคลุมฟางให้ผลผลิตสูงและคุ้มค่าต่อการลงทุน การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในการลดต้นการผลิตถั่วเหลืองและลดปัญหาด้านแรงงานที่สามารถลดต้นทุนการผลิตถั่วเหลืองต่อกิโลกรัมได้ 32 เปอร์เซ็นต์ การจัดการธาตุอาหารในถั่วเหลือง ได้แก่ การใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตและปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ปริมาณสารไอโซฟลาโวน โปรตีน และโพแทสเซียมในเมล็ด การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตถั่วเหลืองในเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ได้จำนวนแถวและขนาดความกว้างของแปลงปลูกที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อผลผลิตและคุณภาพและการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อลดต้นทุน เพิ่มผลผลิตและคุณภาพ ด้าน**เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช** พบว่า การใช้ fluazifop-p-butyl+fomesafen อัตรา 24+40 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พ่นหลังปลูกถั่วเหลือง 15-20 วัน มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชใบแคบและใบกว้างได้ดีและคุ้มค่าต่อการลงทุนมากสุด ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลือง พบสารป้องกันกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในหนอนม้วนใบ คือ ลูเฟนนูรอน 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และอิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในหนอนกระทู้ผัก คืออิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เพลี้ยอ่อนและเพลี้ยจักจั่น คือ ฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenella* (Treitschke) คือ สารกลุ่ม 1B ได้แก่ dimethoate 40% W/V EC, dichlorvos 50% W/V EC และ triazophos 40% W/V EC และ แมลงหวี่ขาวยาสูบ คือ เชื้อรา *B. bassiana* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{10} สปอร์ต่อมิลลิลิตร การวิจัยด้าน**การใช้ประโยชน์จากถั่วเหลือง**พบว่า พันธุ์ถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลือง คือพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 ในการผลิตเฟร้นฟรายถั่วเหลือง อัตราส่วนแป้งสาลีที่เหมาะสมสำหรับผลิตเฟร้นช์ฟรายคือ การใช้แป้งสาลีที่อัตราส่วน 300 กรัม การทำน้ำนมถั่วเหลืองงอกที่มีขบวนการงอกด้วยการแช่ 6 และ 8 ชั่วโมงแล้วบ่มให้งอก 24 ชั่วโมงมีคุณภาพดีที่สุด เมล็ดถั่วเหลืองและเต้าหู้ที่ผ่านการใช้ความร้อนของเครื่องกำเนิดคลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27.12 เมกกะเฮิร์ตสามารถยืดอายุการเก็บรักษาออกไปได้ การผลิตโลชั่นโดยการใช้น้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันมะกอก เป็นโลชั่นสูตรให้คุณภาพดีและได้รับความพึงพอใจจากผู้ใช้มากที่สุด และการผลิตสบู่เหลวถั่วเหลืองโดยใช้น้ำนมถั่วเหลือง โยเกิร์ตถั่วเหลือง เต้าหู้ถั่วเหลือง และโยเกิร์ตถั่วเหลืองผสมเต้าหู้ถั่วเหลือง (อัตราส่วน 1:1) เป็นสบู่เหลวที่ให้คุณภาพดีและมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สบู่เหลวเลขที่ มอก.1403 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเลขที่ มผช. 95/2546

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The objective of research and development on soybean production technology was to increase yield, decrease unit cost per area on soybean production and to create added value of soybean product for economic return and sustainable production. The research were conducted at Research Center under Department of Agriculturel and farmer proccessing group in 2016-2021 and focused on 3 activities on soybean and vegetable soy bean: 1) production technology, research on 2016-2021, 2) plant protection, research on 2016-2019 and 3) soybean processing, research on 2016-2017. Research on soybean **production technology** founded the optimum spacing for Chiang Mai 2, Chiang Mai 60, Chiang Mai 2, Ta Daeng 6 and Ta Daeng 8 in Chiang Mai, Phrae, Mae Hong Son soybean area. The appropriate planting methods on soybean after rice production and the use of machinery to reduced soybean production cost. And the optimum nutrients management achieves the highest economic return for soybean and vegetable soybean production. **Plant protection** research founded that the spraying of fluazifop-p-butyl+fomesafen on rate 24+40 a.i per rai after 20 days of planting date gave the best control of narrow and board leaf weed, the highest seed yield and Benefit Cost Ratio, BCR, with value of 1.07. Researh on pest management shown the best controlled insecticide for leafroller were Lufenuron 5% EC at the rate of 20 milliliters per 20 liters of water and emamectin benzoate 1.92% EC at the rate of 10 milliliters per 20 liters, cutworm was Emamectin benzoate 1.92% EC at the rate of 10 milliliters per 20 liters of water, aphid and leafhopper was Fipronil 5% SC at the rate of 20 milliliters per 20 liters of water and *Etiella zinckenella* (Treitschke) was dimethoate 40% W/V EC, dichlorvos 50% W/V EC and Triazophos 40% W/V EC. And use of *B. bassiana* with a concentration of 1×10^{10} spores per milliliter was the best control over the whitefly. **Soybean processing** research concluded that Chiang Mai 84-2 were suitable for processed soy yogurt, gave good organoleptic qualities of protein content. The use of 300 gram of wheat flour was the optimum ratio for producing soybean French fries. The germinated soy milk processed by soaking seeds for 6 and 8 hours and then incubating for 12 hours gave the highest antioxidant capacity and GABA content. Soybean and tofu were heated in 27.12 MHz radio frequency generator have a low accumulation of aflatoxin, maintain protein and fat content, sensory quality and can be extend shelf life. Lotion production by using rice bran oil mixed with soybean oil and rice bran oil mixed with olive oil were a lotion formulated with good quality and the satisfaction of the users the most. And Production of soy liquid soap using soy milk, soy yogurt, soy bean curd and soy yogurt mixed with soy tofu (1:1 ratio) were good quality and received good overall user satisfaction.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 1
เทคโนโลยีการเขตกรรมถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด
Soybean and vegetable soybean cultivation technology

โสพิศ ใจปาละ กัลยา วิธี จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี สุริยนต์ ดีดเหล็ก นภาพร คำนวณทิพย์ สมบัติ บวรพรเมธี และ อมรัตน์ ใจยะเสน

Sopit Jaipala Kallaya Withee Jongrak Phunchaisri Suriyon Deedlek Napaporn Cumnuantip Sombut bowonponmetee and Amornrat Chaiyasen

คำสำคัญ การเขตกรรม ถั่วเหลือง ถั่วเหลืองฝักสด เทคโนโลยีการผลิต

Key words cultivation, Soybean, Vegetable soybean, production technology

บทคัดย่อ

การวิจัยเทคโนโลยีการเขตกรรมถั่วเหลืองมีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสดเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต ดำเนินการรวมทั้งหมด 14 การทดลอง ที่ศูนย์วิจัยต่าง ๆ ของกรมวิชาการเกษตร ในปี 2559-2564 ผลการวิจัยพบว่า ในการวิจัยเทคโนโลยีการผลิต**ถั่วเหลือง** พบว่า ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 60 และ เชียงใหม่ 6 ไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าปลูกในแหล่งปลูกหวัดเชียงใหม่สามารถปลูกที่ระยะหว่างแถวตั้งแต่ 30-50 เซนติเมตร และระยะหว่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร แในแหล่งปลูกจังหวัดแพร่ สามารถปลูกที่ระยะหว่างแถวตั้งแต่ 20-30 เซนติเมตร และระยะหว่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร ในแหล่งปลูกจังหวัดแม่ฮ่องสอน ระยะปลูกที่เหมาะสมในฤดูแล้ง คือ 20 x 20 และ 40 x 20 เซนติเมตร ในฤดูฝน คือ 50x20 เซนติเมตร การปลูกถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น ตาแดงเบอร์ 6 และสายพันธุ์ตาแดงเบอร์ 8 ในแหล่งปลูกจังหวัดแม่ฮ่องสอน ระยะปลูกที่เหมาะสมในฤดูแล้ง คือ 20 x 20 และ 40 x 20 เซนติเมตร ส่วนในฤดูฝน คือ 50x20 เซนติเมตร การศึกษาผลของวิธีปลูกถั่วเหลืองในหลังนา พบว่า วิธีปลูกแบบหว่านร่วมกับการคลุมฟางให้ผลผลิตสูง 449 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นกรรมวิธีที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด และการปลูกด้วยเครื่องหยอดติดท้ายรถแทรคเตอร์แบบ 7 แถว แล้วเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด มีประสิทธิภาพในการลดต้นทุนมากที่สุดสามารถลดต้นทุนต่อกิโลกรัมได้ 32 เปอร์เซ็นต์ การวิจัยด้านการจัดการธาตุอาหารในถั่วเหลือง พบว่า การปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่ดินมีธาตุฟอสฟอรัสเพียงพอ (>12 ppm) ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตและปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 3-12 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ปริมาณสารไอโซฟลาโวน โปรตีน และโพแทสเซียมในเมล็ด โดยปริมาณไอโซฟลาโวนในเมล็ดตอบสนองต่อพันธุ์ ฤดูปลูก และการจัดการด้านอื่น ๆ ในการผลิตถั่วเหลือง การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตถั่วเหลืองมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ แต่พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด ในวิจัยเทคโนโลยีการผลิต**ถั่วเหลืองฝักสด** พบว่า จำนวนแถวและขนาดความกว้างของ

แปลงปลูก ไม่มีผลต่อผลผลิตฝักสดมาตรฐานเกรดเอ แต่การปลูกที่ขนาดแปลงกว้าง 80 เซนติเมตร จำนวน 2 แถว จะให้ได้ให้ผลผลิตเกรดบีสูงที่สุด ทำได้ผลตอบแทนที่สูงขึ้นด้วย การใส่ปุ๋ยหมักมูลไก่ที่ อัตรา 500 – 2,500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตฝักสดรวมไม่แตกต่างกัน แต่การใส่ที่อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด โดยมีค่า VCR เท่ากับ 8.23 และการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีเกรด 8-24-24 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูกคุ้มค่าต่อการลงทุนสูงสุด สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 550 บาทต่อไร่

Abstract

The objective of research and development on soybean production technology was to decrease the production cost and increase soybean yield for sustainable production. Its consist of 14 experiment and were conducted at Research Center under Department of Agriculture in 2016-2021. Research on **soybean** production technology founded that optimum spacing for Chiang Mai 2, Chiang Mai 60 and Chiang Mai 2 in Chiang Mai soybean area was 30-50 centimeters on row and 20 on hole, Phrae area was 20-30 centimeters on row and 20 on hole and Mae Hong Son area was 20 x 20 and 40 x 20 centimeter in dry season and 50x20 centimeter in rainy season. The spacing for elite line, Ta Deang 6 and Ta Deang 8, in Mae Hong Son area was 20 x 20 and 40 x 20 centimeter in dry season and 50x20 centimeter in rainy season. For the effect of planting methods on soybean yield after rice production showed that the method of sowing followed by rice straw mulching had the highest value of an investment with BRC value of 1.81. Use of machinery, 7 rows planter and combine harvester reduced highest soybean production cost per rai at 32 percent. Research on nutrients management founded that no need to apply both DOA phosphate biofertilizer and chemical fertilizer in the sufficient phosphorus content area (> 12 ppm) for soybean production. The application of potassium on rate at 3-12 K_2O per rai intended to give yield higher than no fertilized but not effective the soybean growth and isoflavone, protein and potassium content in soybean grain, the isoflavone content in seed was response to varieties, season and other management of soybean production. The use of chemical fertilizer cooperate with organic fertilizers could increase yield but it made a higher in production cost, farmers had an alternative way for reducing soybean production cost via producing their own organic fertilizer, however, applying of Rhizobium bio-fertilizer only had the most cost-effective for the investment. Research on **vegetable soybean** production technologies showed that plot width and number of planted rows give a no different of grade A fresh pod yield but planted at 80 centimeters plot width with 2 rows intended to give high grade B fresh pod yield due to get more income. Applying of chicken manure compost per rai in vegetable soybean on different rate gave no different of

total fresh pod yield but the use of 500 kilograms per rai achieves the highest economic return with the VCR value of 8.23. The study of a primer chemical fertilizer for reduced cost of vegetable soybean production founded use of Rhizobium bio-fertilizer cooperate with 8-24-24 chemical fertilizer 10 kilograms per rai give the highest economic return and reduced the production cost of 500 Baht per rai.

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการเกษตรทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ คุณภาพของผลผลิต การดูแลรักษาพืช การป้องกันศัตรูพืช และการปรับปรุงคุณภาพของดินที่ใช้เพาะปลูก ซึ่งนับวันความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศระหว่างฤดู และระหว่างปีจะรุนแรงมากขึ้น ปัจจุบันประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นทั้งกลางวันและกลางคืน มีช่วงเวลาอากาศร้อนหรือแห้งแล้งที่ยาวนานขึ้น และฤดูหนาวที่สั้นลง ปริมาณน้ำฝนรายปีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่ฤดูฝนยังคงมีระยะเวลาเท่าเดิม จึงส่งผลกระทบให้ฤดูปลูกและพื้นที่ปลูกพืชเปลี่ยนไปจากเดิม ถั่วเหลืองเป็นพืชอาหารสำคัญชนิดหนึ่งที่ได้รับผลกระทบดังกล่าวทำให้ต้องมีศึกษาเทคโนโลยีการผลิต ทั้งทางด้านเขตกรรม การจัดการปุ๋ย ตลอดจนการจัดการดูแลรักษาต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป และการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ทดแทนและลดปัญหาแรงงานการผลิต จะเป็นทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรกรในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วเหลือง และลดปัญหาแรงงานที่เป็นปัญหาในปัจจุบันนี้

จากการศึกษาของ Sheaffer *et al.* (2001) ที่ปลูกถั่วเหลืองด้วยระยะห่างระหว่างแถว 2 ระยะ พบว่าที่ระยะแถวแคบมีผลผลิตที่สูงกว่าโดยแตกต่างกันทางสถิติ และการปลูกพืชด้วยแถวแคบนอกจากจะเพิ่มปริมาณ LAI แล้วยังสามารถส่งเสริมการรับแสงให้มากขึ้นได้ด้วย ส่วน Ball *et al.* (2000) ทำการปลูกถั่วเหลืองด้วยความหน้าแน่นที่สูงมากเกินไปมีผลทำให้การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองแถวแคบช้ากว่าปกติ รวมถึงการปลูกด้วยความหนาแน่นสูงมากนี้ยังทำให้เกิดการหักล้มของถั่วเหลืองง่ายขึ้นด้วย (Cooper, 1971) รวมทั้งยังเกิดโรคได้ด้วย ดังนั้น นพพล (2551) รายงานว่า การปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ด้วยระยะห่างระหว่างแถวแคบ 30 เซนติเมตร ให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่าการปลูกด้วยระยะห่างระหว่างแถว 40 และ 50 เซนติเมตร จำนวน 311 กิโลกรัมต่อไร่ และ 227-229 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ละอองดาว และคณะ (2550) รายงานว่า การปลูกถั่วเหลืองที่ระยะปลูกต่างกัน พบว่าการปลูกแถวแคบ คือที่ระยะ 40x20 และ 50x20 เซนติเมตร ทำให้ต้นถั่วเหลืองมีความสูงมากกว่าและมักได้รับผลกระทบของฝนที่ตกก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ต้นหักล้มมากและมีจำนวนต้นเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกับการปลูกถั่วเหลืองที่ระยะแถวกว้าง คือที่ระยะ 60x20 เซนติเมตร ซึ่งทำให้มีผลผลิตใกล้เคียงกัน และกล่าวได้ว่า การปลูกที่ระยะแถวกว้าง จะทำให้ต้นถั่วเหลืองมีความสูงและมีเปอร์เซ็นต์ต้นหักล้มลดลง ส่งผลให้มีผลผลิตถั่วเหลืองใกล้เคียงกับการปลูกโดยใช้ระยะแถวแคบ (ระยะ 40x20 และ 50x20 เซนติเมตร) วิระศักดิ์ และคณะ (2534) พบว่า ประชากรที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์เชียงใหม่ 60 คือ การหว่าน ที่อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้ผลผลิตสูงกว่าการหว่านที่อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้การปลูกที่มีจำนวนต้น

กรมวิชาการเกษตร

ภายในแถวเท่ากัน แถวที่แคบ (30 เซนติเมตร) จะให้ผลผลิตสูงกว่าแถวที่กว้าง (40 เซนติเมตร) ในขณะที่อัตราประชากรที่เหมาะสมของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 3 และ เชียงใหม่ 4 อยู่ในช่วง 64,000-96,000 ต้นต่อไร่ และให้ผลผลิตไม่สูงไปกว่าพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 Cober et al., (2005) และ Costa et al., (1980) กล่าวว่าการปลูกที่ระยะแถวแคบ ซึ่งให้ประชากรที่สูงกว่า จะทำให้ถั่วเหลืองมีการสุกแก่เร็วขึ้น เป็นการเพิ่มในส่วนของความสูงและเปอร์เซ็นต์การหักล้ม ซึ่งจำเป็นที่จะต้องปลูกโดยใช้ระยะแถวที่กว้างกว่าเดิม นอกจากนี้มีแนวโน้มว่าจะทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำมันลดลง Taylor (1980) และ Alessi and Power (1982) กล่าวว่า ถั่วเหลืองเมื่อปลูกในช่วงที่มีการกระจายตัวของฝนที่ค่อนข้างมีความสม่ำเสมอและไม่มี สภาวะเครียดจากความแห้งแล้ง จะทำให้ระยะปลูกไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง

ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตพืช แต่หากปลูกพืชอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการปรับปรุงดิน ตลอดจนการจัดการดินที่ไม่ถูกต้อง มีผลทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดลงและมีคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ศักยภาพในการให้ผลผลิตข องพืชลดลง การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถช่วยประหยัดเงินลงทุนการใช้ปุ๋ยได้มาก เป็นแนวทางการใช้ปุ๋ยที่ถูกวิธีและมีประสิทธิภาพ (สุวพันธุ์, 2547) นอกจากนี้การนำปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมาใช้ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตลง (กรมวิชาการเกษตร, 2553) ดังนั้นจึงทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลืองเพื่อให้ดินมีความอุดมสมบรูณ์เหมาะต่อการผลิตพืชอย่างยั่งยืน และเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม จะใช้ได้ผลดีมากกับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินร่วนปนทราย และในพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกพืชถั่วมาก่อน เมื่อใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมจะทำให้ผลผลิตพืชถั่วเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 122 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืชถั่วที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2554) วัลลีย์และคณะ (2549 พบว่า การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองได้ชัดเจน คือ ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ สูตร 0-9-6 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียม และสูตร 0-9-6 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียมร่วมกับการปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมท์ อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเหลืองจะตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยเคมีเมื่อดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ (Bray II -P) ต่ำกว่า 12 ppm และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) ต่ำกว่า 80 ppm (น้อย และนพชัย, 2535) ปุ๋ยคอกที่ได้มาจากสัตว์แต่ละชนิดจะมีปริมาณธาตุอาหารพืชแตกต่างกัน (กรมวิชาการเกษตร, 2548, หน้า 3 และ ธงชัย, 2546) Pintukanok (1989) พบว่าธาตุอาหารในปุ๋ยคอกจากมูลวัวมีปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน 1.10 % ฟอสฟอรัส 0.4 % โพแทสเซียม 1.6 % ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.8 โดยทั่วไปแล้วในมูลไก่จะมีปริมาณธาตุอาหารพืชมากกว่ามูลเป็ด พิทยา (2547) พบว่าการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัวไม่ทำให้ผลผลิตของถั่วลิสงแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัวทำให้ผลผลิตถั่วลิสงเพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว น้อยและคณะ (2518) พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลค้างคาวและปุ๋ยเคมีจึงไม่มีอิทธิพลทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองและถั่วลิสงเพิ่มขึ้นมากนัก วรรณะ และคณะ (2523) การใส่ปุ๋ยมูลไก่ควรใส่ปุ๋ยอัตรา 0.5-1 ตันต่อไร่ซึ่งทำให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ดำริ และองอาจ (2520) พบว่า ควรใส่ปุ๋ยมูลไก่ปีละ 1 ตันต่อไร่ เพราะการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 1 ตันต่อไร่ให้ผลผลิตข้าวฟ่างสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ

กรมวิชาการเกษตร

สารไอโซฟลาโวน (Isoflavone) เป็นสารธรรมชาติที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเพศหญิง เอสโตรเจน จึงเรียกเป็นสาร ไฟโตเอสโตรเจน ในถั่วเหลืองพบปริมาณสารไอโซฟลาโวนสูงถึง 100 มิลลิกรัมต่อถั่วเหลือง 100 กรัม ไอโซฟลาโวน แบ่งได้เป็น 12 ชนิด แต่ที่สำคัญและพบมากในถั่วเหลือง คือ แดดซิอีน (Daidzein) เจนิสทิอีน (Genistein) และ ไกลซิทิอีน (Glycitein) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการป้องกันโรคต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ มะเร็งต่าง ๆ อาการวัยทอง และภาวะกระดูกเสื่อม (Wang *et al.*, 1996) โดยทั่วไปในถั่วเหลือง 1 กรัม จะพบปริมาณไอโซฟลาโวนตั้งแต่ 0.4-2.4 มิลลิกรัม โดยมีค่าเฉลี่ย 1 มิลลิกรัม แต่ทั้งนี้ปริมาณจะแปรเปลี่ยนไปตามปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ พันธุ์ถั่วเหลือง (Tetsufumi *et al*; 2005) พื้นที่การเพาะปลูก (ผ่องศรี และคณะ, 2550) การจัดการธาตุอาหารของถั่วเหลืองโดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม(Bruulsema, 2002) ซึ่งจากรายงานของ Vyn *et al* (2002) ที่สรุปว่าปริมาณสารดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบและในเมล็ดถั่วเหลือง ที่ปลูกในดินที่มีธาตุโพแทสเซียมต่ำ นอกจากนี้ Vyn and Yin (1999) พบว่า การปลูกถั่วเหลืองในสภาพไม่ไถพรวน การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมโดยวิธีขุดหลุมข้างแถวถั่วเหลืองแล้วกลบ (spring banded K) จะให้ปริมาณสารไอโซฟลาโวนสูงกว่าวิธีการหว่านแบบไม่กลบ (fall surface K) ในระยะถั่วเหลืองอายุ 20 วันหลังปลูก และการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมตามลำดับ มีรายงานว่าชนิดของปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใช้ในการปลูกถั่วเหลือง มีอิทธิพลต่อปริมาณสารไอโซฟลาโวน โดยพบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ในการปลูกถั่วเหลืองในดินชนิด clay loam จะให้ปริมาณไอโซฟลาโวนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตผสมกับปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) และการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ตามลำดับ (Zhang *et al.*, 2000) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองเพื่อให้มีการผลิตไอโซฟลาโวนในปริมาณสูงสุด

ถั่วเหลืองฝักสด คือ ถั่วเหลืองที่นำมาบริโภคก่อนที่เมล็ดจะแก่ คนไทยเรียก ถั่วแระ ถั่วแระญี่ปุ่น มีรายงานว่า ถั่วเหลืองฝักสดอุดมไปด้วยธาตุเหล็ก แต่มีโปรตีน ฟอสฟอรัส น้ำตาล และโกลบูลิน น้อยกว่าถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง (AVRDC, 1982) พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองฝักสดที่สำคัญกระจายอยู่ในจังหวัดภาคเหนือทั้งตอนบนและตอนล่าง เช่น เชียงใหม่ เชียงราย พิจิตร พิษณุโลก กำแพงเพชร น่าน แพร่ ลำปาง เพชรบูรณ์ และอุทัยธานี ส่วนใหญ่เป็นการปลูกแบบครบวงจร คือ ปลูกส่งโรงงานแช่แข็งสำหรับการส่งออก และมีการประกันราคา ณ ไร่นา โดยตกลงราคากันก่อนการปลูกทุกฤดู สำหรับเนื้อที่ปลูกถั่วเหลืองฝักสดนั้นไม่มีการสำรวจข้อมูลที่แน่นอน ข้อมูลส่วนใหญ่ได้มาจากบริษัทซึ่งบางบริษัทไม่เปิดเผยข้อมูลพื้นที่ปลูกที่แท้จริง แต่สามารถประมาณได้จากผลผลิตที่ส่งออกสูงถึง 11,161 ตัน ในปี 2549 ได้ว่าเนื้อที่ปลูกไม่ควรต่ำกว่า 20,000 ไร่ ทั้งนี้ยังไม่รวมเนื้อที่สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดไว้ใช้หมุนเวียนในประเทศอีกส่วนหนึ่งไม่ต่ำกว่า 2,000 ไร่ กระบวนการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและคุณภาพดีนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ประกอบด้วย พันธุ์ การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การให้น้ำ ระยะปลูก การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี รวมไปถึงวันปลูกและการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว การจัดการในแปลงปลูกจึงต้องการความเอาใจใส่ในการดูแลค่อนข้างมาก การศึกษาในครั้งนี้สืบเนื่องมาจากการปลูกถั่วเหลืองฝักสดตามวิธีของเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองฝักสดรายใหญ่ในพื้นที่ปลูกสำคัญในจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งมีทั้งการปลูกแบบยกร่องปลูก ด้วยจำนวนแถวคู่ แถวคี่ และแปลงใหญ่ โดยแต่ละวิธีต่างให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐานได้ดี ถั่วเหลือง

กรมวิชาการเกษตร

ฝักสดที่ใช้ในการบริโภคต้องการคุณภาพฝักที่ดีตามมาตรฐานที่ตลาดต้องการ ได้แก่ การมีฝัก 2 เมล็ดขึ้นไป มีความยาวอย่างน้อย 4.5 เซนติเมตร ความกว้างของฝักไม่น้อยกว่า 1.4 เซนติเมตร มีขนสีขาวหรือเทา จำนวนฝักมาตรฐานไม่เกิน 350 ฝักต่อกิโลกรัม ฝักมีสีเขียวสด มีรสชาติหวานเล็กน้อย ไม่มีตำหนิใด ๆ บนฝักเล็กน้อย (Liu and Shanmugasundaram, 1982) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพ ประกอบด้วย พันธุ์ (อเนก และคณะ, 2552) การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (บุญญา และคณะ, 2545)

การวิจัยเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด โดยมีขอบเขตการวิจัยทางด้านการเขตกรรม ด้านอารักขาพืช และการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองที่ผลิตในประเทศไทย

ระเบียบวิธีการวิจัย

ประกอบด้วย 14 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1.1 อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีผลต่อปริมาณสารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ spit plot design จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยหลัก คือ พันธุ์ถั่วเหลือง 3 พันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 60 และ เชียงใหม่ 6 ปัจจัยรอง คือ อัตราปุ๋ยโพแทสเซียม 5 อัตรา ได้แก่ 0 3 6 9 และ 12 กิโลกรัม K_2O /ไร่

การทดลองที่ 1.2 การใช้เครื่องจักรกลในการผลิตถั่วเหลืองเพื่อลดต้นทุนการผลิต

กรรมวิธีการทดลอง ไม่มีแผนการทดลอง ประกอบด้วยการปลูกแบบไม่พูนโคน 8 วิธี

1.ปลูกเป็นแถวระยะ 50 x 20 cm (คนปลูก) เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน (วิธีแนะนำ)

2.ปลูกเป็นแถวระยะ 50 x 20 cm (คนปลูก) เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด

3.ปลูกแบบหว่าน เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน

4.ปลูกแบบหว่าน เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด

5.ปลูกด้วยเครื่องหยอดติดท้ายรถแทรคเตอร์แบบ 4 แถว เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน

6.ปลูกด้วยเครื่องหยอดติดท้ายรถแทรคเตอร์แบบ 4 แถว เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด

7.ปลูกด้วยเครื่องหยอดติดท้ายรถแทรคเตอร์แบบ 7 แถว เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน

8.ปลูกด้วยเครื่องหยอดติดท้ายรถแทรคเตอร์แบบ 7 แถว เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด

การทดลองที่ 1.3 ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์ถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot Design in RCB จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย Main Plot คือ พันธุ์ถั่วเหลือง จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 60 และเชียงใหม่ 6 Subplot คือระยะปลูกจำนวน 5 ระยะ ได้แก่ 20x20 30x20 30x30 40x20 และ 50x20 เซนติเมตร

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.4 ผลของพันธุ์และระยะปลูกต่อผลผลิตถั่วเหลืองในแหล่งปลูกจังหวัดแม่ฮ่องสอน

วางแผนการทดลองแบบ splitplot design 4 ซ้ำ Main plot ได้แก่ ระยะปลูก 2 ระยะ คือ 1. ระยะ 0.50 x 0.20 เมตร 2. ระยะ 0.40 x 0.20 เมตร Sub plot ได้แก่ จำนวนต้นต่อหลุม 3 ระดับ 1. จำนวนต้น 2 ต้นต่อหลุม 2. จำนวนต้น 3 ต้นต่อหลุม 3. จำนวนต้น 4 ต้นต่อหลุม

การทดลองที่ 1.5 ประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตถั่วเหลืองหลังนา

แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 3 Factorial in RCB จำนวน 4 ซ้ำ มีปัจจัย ดังนี้ ปัจจัยที่ 1 : การใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต(กรมวิชาการเกษตร) และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ปัจจัยที่ 2 : อัตราปุ๋ยเคมี 3 อัตรา คือ 1) 3-0-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 2.) 3-4.5-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และ 3.)อัตรา 3-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

การทดลองที่ 1.6 การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

วางแผนการทดทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ โดยมี 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย 1 ใส่ปุ๋ย 0-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 2 ใส่ปุ๋ย 3-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3 ใส่ปุ๋ย 6-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 4 ใส่ปุ๋ย 9-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 5 ใส่ปุ๋ย 12-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 6 ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมอย่างเดียว 7 ไม่ใส่ปุ๋ย

การทดลองที่ 1.7 วิธีการปลูกที่แตกต่างกันต่อผลผลิตถั่วเหลืองหลังนา

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ มี 6 กรรมวิธี ดังนี้ 1. ปลูกแบบกระทุ้งปลูก (วิธีแนะนำ) 2. ปลูกแบบใช้ล้อจิก 3. ปลูกแบบหว่าน 4. ปลูกแบบกระทุ้งปลูกและคลุมฟาง 5. ปลูกแบบใช้ล้อจิกและคลุมฟาง 6. ปลูกแบบหว่านและคลุมฟาง

การทดลองที่ 1.8 ผลของระยะปลูกต่อผลผลิตถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้าในแหล่งปลูกจังหวัดแม่ฮ่องสอน

ฤดูแล้ง ดำเนินการภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน ฤดูฝน ดำเนินการในพื้นที่เกษตรกร อำเภอปาย และอำเภอแม่สะเรียง อำเภอละ1 แปลง ในปี พ.ศ. 2562-2563 โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot design 3 ซ้ำ Main plot ได้แก่ พันธุ์ถั่วเหลือง จำนวน 3 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ 1. เชียงใหม่ 60 2.สายพันธุ์ตาแดงเบอร์ 6 3.สายพันธุ์ตาแดงเบอร์ 8 Sub plot ได้แก่ ระยะปลูกจำนวน 4 ระยะ ได้แก่

ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
1. 20x20 เซนติเมตร	1. 50x20 เซนติเมตร
2. 30x30 เซนติเมตร	2. 50x50 เซนติเมตร
3. 40x20 เซนติเมตร	3. 70x30 เซนติเมตร
4. 50x20 เซนติเมตร	4. 70x50 เซนติเมตร

การทดลองที่ 1.9 การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง

กรมวิชาการเกษตร

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 6 Factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยที่ 1 คือ การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ปัจจัยที่ 2 คือ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่ ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่ ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่

การทดลองที่ 1.10 ผลของจำนวนแถวและขนาดแปลงต่อผลผลิตฝักสดมาตรฐานของถั่วเหลืองฝักสด

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ปลูก 2 แถว ขนาดแปลงกว้างกว้าง 80 เซนติเมตร 2) ปลูก 2 แถว ขนาดแปลงกว้างกว้าง 100 เซนติเมตร 3) ปลูก 3 แถว ขนาดแปลงกว้างกว้าง 120 เซนติเมตร และ 4) ปลูก 3 แถว ขนาดแปลงกว้างกว้าง 150 เซนติเมตร

การทดลองที่ 1.11 อัตราของปุ๋ยหมักมูลไก่ที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองฝักสด

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไก่ อัตรา 500 1,000 1,500 2,000 และ 2,500 กิโลกรัมต่อไร่

การทดลองที่ 1.12 อัตราที่เหมาะสมของปุ๋ยเคมีรองพื้นเพื่อลดต้นทุนการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ได้แก่ 1. ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ 2. ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ 3. ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ 4. ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ 5. ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ 6. ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินก่อนปลูก วันปลูก วันงอก วันออกดอก 50 % วันเก็บเกี่ยวฝักสด วัดความสูง ข้อ กิ่ง ฝัก (1 2 3 และ 4 เมล็ด เฉลี่ย 10 ต้น) น้ำหนักฝัก 1 2 3 และ4 เมล็ด (เฉลี่ย 10 ต้น)น้ำหนัก 100 เมล็ด ความหวาน (brix) ผลผลิตฝักสดมาตรฐานและองค์ประกอบผลผลิต วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การทดลองที่ 1.13 การให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเขตจังหวัดอุทัยธานี

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี คือ การให้น้ำแบบสปริงเกอร์ช่วงหลังดอกบาน ดังนี้ 1 ให้น้ำอัตรา 20% ของการระเหยของน้ำ (12 มม.) 2 ให้น้ำอัตรา 40% ของการระเหยของน้ำ (24 มม.) 3 ให้น้ำอัตรา 60% ของการระเหยของน้ำ (36 มม.) 4 ให้น้ำอัตรา 80% ของการระเหยของน้ำ (48 มม.) 5. ให้น้ำอัตรา 100% ของการระเหยของน้ำ (60 มม.) ส่วนก่อนงอกจนถึงก่อนดอกบานให้น้ำโดยระบบสปริงเกอร์ เมื่ออัตราการระเหยของน้ำสะสมครบ 60 มม. ปริมาณ 42 มม.ต่อครั้ง

การทดลองที่ 1.14 ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนทราย จังหวัดเชียงใหม่

วางแผนการทดลองแบบ Split plot Design กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ดังนี้ Main plot การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในถั่วเหลือง 1. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (N-P-K) และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 2. ใส่ปุ๋ยเคมี (N-P-K) ตามค่าวิเคราะห์ดิน และ

กรมวิชาการเกษตร

ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 3. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดิน (P-K) และใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม Subplot การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว1. ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2. ลดปุ๋ยไนโตรเจน 50% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน 3. ลดปุ๋ยไนโตรเจน 75% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย พบว่า

1.1 อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีผลต่อปริมาณสารไอโซฟลาโวนในเมล็ดถั่วเหลือง ปี 2559 ถึง 2560 พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 3-12 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต (ความสูง จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น) รวมทั้งปริมาณสารอาหารที่สำคัญ คือ ไอโซฟลาโวน โปรตีน และโพแทสเซียมในเมล็ด ปริมาณไอโซฟลาโวน พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 มีปริมาณมากที่สุดทั้ง 2 ฤดู โดยในฤดูแล้งจะมีปริมาณมากกว่าฤดูฝน มากกว่า เชียงใหม่ 60 และ เชียงใหม่ 6 ส่วนปริมาณไอโซฟลาโวนแปรเปลี่ยนตามปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพันธุ์และฤดูปลูก (Table 1)

1.2 การใช้เครื่องจักรกลในการลดต้นทุนการผลิตถั่วเหลืองในปี 2559 ถึง ปี 2560 พบว่า การปลูกด้วยเครื่องหยอดติดท้ายรถแทรคเตอร์แบบ 7 แถวแล้วเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด มีประสิทธิภาพในการลดต้นทุนมากที่สุด โดยสามารถลดต้นทุนต่อกิโลกรัมได้ 32 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการปลูกแบบหว่าน เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด สามารถลดต้นทุนต่อกิโลกรัมได้ 28 เปอร์เซ็นต์ การปลูกเป็นแถวระยะ 50 x 20 cm (คนปลูก) เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด สามารถลดต้นทุนต่อกิโลกรัมได้ 24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการปลูกด้วยเครื่องหยอดติดท้ายรถแทรคเตอร์แบบ 4 แถว แล้วเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวด สามารถลดต้นทุนต่อกิโลกรัมได้ 19 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

1.3 ระยะปลูกที่เหมาะสมต่อพันธุ์ถั่วเหลือง ฤดูแล้ง 1) จ. เชียงใหม่ ระยะปลูกที่เหมาะสมกับพันธุ์เชียงใหม่ 2 (อายุเก็บเกี่ยว 75-85 วัน) คือระยะ 30x30 40x20 และ 50x20 เซนติเมตร พันธุ์เชียงใหม่ 60 (อายุเก็บเกี่ยว 86-112 วัน) คือ 20x20 30x20 30x30 40x20 และ 50x20 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้กว้างทำให้มีผลผลิตสูง พันธุ์เชียงใหม่ 6 (อายุเก็บเกี่ยว 86-112 วัน) คือระยะ 30x20 30x30 40x20 และ 50x20 เซนติเมตร 2) จ. แพร่ ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์เชียงใหม่ 2 และพันธุ์เชียงใหม่ 6 สามารถปลูกได้ตั้งแต่ระยะ 20x20 และ 30x20 เซนติเมตร มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูง สำหรับพันธุ์เชียงใหม่ 60 ปลูกได้ตั้งแต่ระยะแถวแคบจนถึงแถวกว้าง คือ 20x20 30x20 30x30 40x20 และ 50x20 เซนติเมตร ฤดูฝน 1) จ. เชียงใหม่ ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์เชียงใหม่ 2 และพันธุ์เชียงใหม่ 6 คือ ระยะ 30x30 และ 50x20 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์เชียงใหม่ 60 ปลูกได้ตั้งแต่ระยะ 30x30 40x20 และ 50x20 เซนติเมตร 2) จ. แพร่ ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์เชียงใหม่ 2 สามารถปลูกได้ตั้งแต่ระยะ 20x20 และ 30x20 เซนติเมตร พันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิตสูงที่ระยะ 20x20 เซนติเมตร พันธุ์เชียงใหม่ 6 ปลูกได้ตั้งแต่ระยะ 20x20 30x20 30x30 และ 40x20 เซนติเมตร (Table 3-4)

กรมวิชาการเกษตร

Table 1 Yield, yield component and harvest index (HI) of soybean in different varieties and potassium fertilizer rate in dry seasons 2016-2017 (Chiang Mai Field Crops Research Center)

	Yield (kg/Rai)		Number of plants /Rai		Number of pods/plant		Number of seeds/pod		100 seed wt (g)		HI	
Year (Y)	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Variety (V)												
CM 2	336 c	316 b	48,996	47,938	23.8	23.8 b	2.1 c	1.9 c	15.34	15.55	0.38	0.41 b
CM 60	415 b	390 a	51,342	47,783	29.7	30.4 a	2.2 b	2.1 b	16.13	17.17	0.47	0.49 a
CM 6	488 a	430 a	50,465	47,894	29.2	27.3 ab	2.5 a	2.3 a	16.28	18.15	0.45	0.52 a
Fertilizer (F)												
3-9-0	401	360 c	49,659	47,542	27.7	27.0	2.3	2.1	16.17	16.98	0.42	0.50
3-9-3	405	362 c	50,449	48,181	27.4	25.6	2.3	2.2	16.44	17.24	0.47	0.49
3-9-6	408	374 bc	49,225	48,205	26.3	27.8	2.4	2.1	16.20	17.31	0.42	0.50
3-9-9	421	398 a	50,745	47,681	28.4	28.4	2.3	2.1	16.05	17.42	0.43	0.47
3-9-12	428	398 ab	51,259	47,749	28.1	27.1	2.2	2.2	16.18	17.48	0.43	0.41
Mean	447	378	50,268	48,161	27.6	27.18	2.3	2.14	15.92	17.29	0.44	0.47
F-test V	**	**	ns	Ns	ns	*	**	**	ns	ns	ns	**
F-test F	ns	**	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test V x F	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV a (%)	12.0	13.7	6.3	3.3	24.8	13.0	2.8	6.7	6.7	10.8	17.3	12.0
CV b (%)	10.9	6.3	4.1	1.7	14.4	13.9	4.7	3.8	3.8	4.8	22.1	17.7

1 The mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at P<0.05 by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 2 Costs unit per kilogram yields with difference planting and harvest method.

Treatment	Costs unit per kilogram			
	D 2016	R 2016	D 2017	R 2017	mean
50x20 cm. - harvest by man	14.12	11.75	11.46	9.40	11.68
50x20 cm. - harvester	11.53	8.22	9.25	6.48	8.87(24%)
sowing- harvest by man	13.83	12.13	9.23	8.25	10.86
sowing- harvester	11.76	8.76	7.43	5.43	8.34(28%)
4 row planter- harvest by man	17.44	10.77	11.36	10.57	12.57
4 row planter- harvester	14.31	7.48	8.75	7.01	9.38(19%)
7 row planter- harvest by man	12.54	12.30	10.76	8.57	11.04
7 row planter- harvester	10.03	7.34	8.78	5.64	7.94(32%)

กรมวิชาการเกษตร

Table 3 Yield of soybean as affected by spacing and varieties at Chiang Mai Field Crops Research Center in dry season 2016-2018.

Year	2016				2017				2018			
Spacing/Variety	CM 2	CM60	CM 6	Mean	CM 2	CM60	CM 6	Mean	CM 2	CM60	CM 6	Mean
20 x 20 cm	184 k	444 a	264 j	298	249 d	407 a	317 b	325	222 g	362 bc	256 e	280
30 x 20 cm	324 fgh	284 ghi	316 gh	308	209 e	382 a	295 bc	295	230 g	373 ab	369 bc	324
30 x 30 cm	316 gh	374 b	343 cde	344	261 cd	390 a	239 de	297	274 d	368 bc	362 bc	335
40 x 20 cm	329 efg	343 cde	314 h	329	260 cd	374 a	258 cd	298	249 e	362 bc	368 bc	326
50 x 20 cm	336 def	356 c	345 cd	346	273 cd	401 a	273 cd	321	275 d	383 a	370 bc	351
Mean	298	360	316		254	391	276		250	370	345	
F-test : V		**				**				**		
: S		**				**				**		
: V*S		**				**				**		
CV. a (%)		2.0				7.3				2.0		
CV. b (%)		2.7				7.4				1.9		

Means followed by a common capital or small letter within the same column are not significantly different at P<0.05 by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 4. Yield of soybean as affected by spacing and varieties at Phrae farmer's field in dry season 2016-2018.

Year	2016				2017				2018			
Spacing/Variety	CM 2	CM60	CM 6	Mean	CM 2	CM60	CM 6	Mean	CM 2	CM60	CM 6	Mean
20 x 20 cm	240 ab	235 b	338 a	271	249 d	407 a	317 b	325	186	213	175	191
30 x 20 cm	187 cde	219 bc	293 a	233	209 e	382 a	295 bc	295	241	260	175	225
30 x 30 cm	152 efg	173 de	218 c	281	261 cd	390 a	239 de	297	246	214	192	217
40 x 20 cm	146 efg	207 bcd	210 bc	188	260 cd	374 a	258 cd	298	170	164	164	166
50 x 20 cm	126 g	165 def	205 bcd	165	289 bc	401 a	273 cd	321	152	289	158	200
Mean	170	190	253		254	391	276		199	228	173	
F-test : V	*				**				ns			
: S	*				*				ns			
: V*S	*				*				ns			
CV. a (%)	42.13				7.3				21.74			
CV. b (%)	16.82				7.4				36.53			

Mean in the same column and row followed by a common letter are not significantly different at the 5 level by DMR

กรมวิชาการเกษตร

1.4 การศึกษาผลของพันธุ์และระยะปลูกต่อผลผลิตถั่วเหลืองในแหล่งปลูกจังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่าการปลูกในฤดูแล้ง ควรใช้ระยะปลูกที่แคบกว่าระยะแนะนำ (50x20 เซนติเมตร) เช่น 20 x 20 และ 30 x 20 เซนติเมตร หรือ 30 x 30 เซนติเมตร จะให้ผลผลิตสูงเนื่องจากมีจำนวนประชากรถั่วเหลืองมากกว่า ส่วนในฤดูฝน ต้องใช้ระยะปลูกที่กว้างกว่าระยะแนะนำ (50x20 เซนติเมตร) เช่น 70 x 50 และ 70 x 30 เซนติเมตร หรือ 50 x 50 เซนติเมตร เนื่องจากถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูฝนมีการเจริญเติบโตได้ดี

ตารางที่ 5 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองที่ใช้พันธุ์/สายพันธุ์และระยะปลูกแตกต่างกัน ในฤดูแล้ง ปี 2560 และ ปี 2561

กรรมวิธี	ปี		เฉลี่ย[1/]
	2560	2561	
สายพันธุ์			
เชียงใหม่ 60	204	334	269
เชียงใหม่ 2	174	276	225
ตาแดง 8	149	311	230
เฉลี่ย[1/]	176b	307a	241
ระยะปลูก			
20 x 20	214	308	261a
30 x 20	191	329	260a
30 x 30	146	308	227ab
40 x 20	188	322	255ab
50 x 20	139	268	203b
เฉลี่ย[1/]	176b	307a	241

[1/] ค่าเฉลี่ยของปี พันธุ์ หรือ ค่าเฉลี่ยของระยะปลูก ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองที่ใช้พันธุ์/สายพันธุ์และระยะปลูกแตกต่างกัน ในฤดูฝน ปี 2560 และ ปี 2561

กรรมวิธี	ปี 2560	ปี 2561	เฉลี่ย[1/]
สายพันธุ์			
เชียงใหม่ 60	223	205	214
เชียงใหม่ 2	229	223	226
ตาแดง 8	298	267	282
เฉลี่ย[1/]	250	232	241
ระยะปลูก			
30 x 30	171	226	198b
50 x 20	220	232	226b
50 x 50	213	256	234ab
70 x 30	324	219	271a
70 x 50	322	227	274a
เฉลี่ย[1/]	250	232	241

[1/] ค่าเฉลี่ยของปี พันธุ์ หรือ ค่าเฉลี่ยของระยะปลูก ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

1.5 ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตถั่วเหลืองหลังนา พบว่า ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตและปุ๋ยเคมี โดยการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตและปุ๋ยเคมีที่อัตราแตกต่างกันให้การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ เมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่า Value to Cost Ratio (VCR) น้อยกว่า 2 จึงไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นการปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่ที่ดินมีธาตุฟอสฟอรัสเพียงพอ (> 12 ppm) ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยทั้ง 2 ชนิด

Table 7 Yield, income, increased income from fertilizer use, cost of fertilizer and Value to Cost of Ratio (VCR) of soybean on different application of phosphate biofertilizer (PB) and chemical fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry seasons, 2017-2019.

Treatments	Yield (kg/rai)	Income (baht/rai) 1/	Increased income from fertilizer use (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai) 2/	VCR3/
dry season 2017					
No PB +3-0-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	411	6,823	0	301	
No PB +3-4.5-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	402	6,673	-149	505	-0.3
No PB +3-9-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	404	6,706	-116	708	-0.2
PB +3-0-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	452	7,503	681	392	
PB +3-4.5-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	417	6,922	100	595	0.2
PB +3-9-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	406	6,740	-83	798	-0.1
dry season 2018					
No PB +3-0-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	338	5,766	0	301	
No PB +3-4.5-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	394	6,722	955	505	1.9
No PB +3-9-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	365	6,227	461	708	0.7
PB +3-0-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	370	6,312	546	392	
PB +3-4.5-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	397	6,773	1,007	595	1.7
PB +3-9-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	342	5,835	68	798	0.1
dry season 2019					
No PB +3-0-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	361	6,296	0	301	
No PB +3-4.5-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	408	7,116	820	505	1.6
No PB +3-9-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	401	6,993	697	708	1.0
PB +3-0-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	398	6,941	645	392	1.6
PB +3-4.5-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	400	6,976	680	595	1.1
PB +3-9-6 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	421	7,342	1,046	798	1.3

1/ Soybean farm price 16.60 bath/kg (April, 2017), 17.06 bath/kg (April, 2019) and 17.44 bath/kg (April, 2019) (www.oae.go.th, April, 2019)

2/ Biofertilizer price: phosphate biofertilizer = 30 baht/pack (1 pack per 5 kg of seed)

Chemical fertilizer prices: 46-0-0 = 11.6 baht/kg, 0-46-0 = 19 bath/kg and 0-0-60 = 15.8 bath/kg

3/ VCR =The profit from the fertilizer implementation/the cost of fertilizer implementation (critical value = 2.0)

สำนักวิจัยเกษตร

1.6 การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในปี 2561-2562 พบว่าว่า การไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมอย่างเดียว ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมแทนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตราที่ต่างกัน 4 ระดับคือ 3 6 9 และ 12 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน เนื่องจาก พื้นที่ที่ใช้ในการทดลองและพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง อินทรีย์วัตถุมากกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 8 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน ในฤดูแล้ง ปี 2561 และ ปี 2562

กรรมวิธี ($N-P_2O_5-K_2O$)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		เฉลี่ย
	ปี 2561	ปี 2562	
0-9-6 + ไรโซเบียม	194	221	207
3-9-6	229	243	236
6-9-6	223	245	234
9-9-6	229	242	235
12-9-6	207	202	204
ไรโซเบียม	209	193	201
ไม่ใส่ปุ๋ย	194	241	218
เฉลี่ย	212	227	219

CV = 13.49 %

ตารางที่ 9 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน ในฤดูฝน ปี 2561 และ ปี 2562

กรรมวิธี ($N-P_2O_5-K_2O$)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		เฉลี่ย
	ปี 2561	ปี 2562	
0-9-6 + ไรโซเบียม	278	328	303
3-9-6	256	333	295
6-9-6	258	350	304
9-9-6	255	320	288
12-9-6	268	316	292
ไรโซเบียม	266	337	302
ไม่ใส่ปุ๋ย	263	323	294
เฉลี่ย[1/]	263 b	330 a	295

CV = 11.86 %

กรมวิชาการเกษตร

[1/] อักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ตารางที่ 10 ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน และระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง

สมบัติทางเคมีของดิน	ค่าที่เหมาะสม	ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน	
		ปี 2561	ปี 2562
ความเป็นกรด-ด่างของดิน	6-7	6.4	6.2
อินทรียวัตถุ (%)	1-2	1.61	1.82
ฟอสฟอรัส ($mgkg^{-1}$)	8-12	72	53
โพแทสเซียม ($mgkg^{-1}$)	40-80	176	134
แคลเซียม ($mgkg^{-1}$)	-	1,322	1,487
แมกนีเซียม ($mgkg^{-1}$)	-	148	154

1.7 ศึกษาวิธีการปลูกที่แตกต่างกันต่อผลผลิตถั่วเหลืองหลังนา พบว่า วิธีการปลูกถั่วเหลืองหลังนาที่แตกต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง โดยทำให้ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งวิธีการปลูกแบบกระทุ้งร่วมกับการคลุมฟาง ปลูกแบบใช้ล้อจิกร่วมกับการคลุมฟาง ปลูกแบบหว่านร่วมกับการคลุมฟาง ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ 447 448 และ 449 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และทุกกรรมวิธีมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio : BCR) อยู่ระหว่าง 1.14 – 1.81 จึงถือว่าคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยการปลูกแบบหว่านร่วมกับการคลุมฟาง เป็นกรรมวิธีที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด (Table 11)

1.8 การศึกษาผลของระยะปลูกต่อผลผลิตถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้า ในแหล่งปลูกจังหวัดแม่ฮ่องสอน พันธุ์/สายพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 60, สายพันธุ์ตาแดงเบอร์ 6 และสายพันธุ์ตาแดงเบอร์ 8 ระยะปลูกที่ต่างกันที่ปลูกในฤดูเดียวกันให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ในฤดูแล้ง ควรใช้ระยะปลูกที่แคบกว่าระยะแนะนำ เช่น 20 x 20 และ 40 x 20 เซนติเมตร ส่วนฤดูฝนใช้ระยะแนะนำ (50x20 เซนติเมตร) (Table 12-14)

1.9 การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง พบว่า ผลผลิตและการเจริญเติบโตทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ แต่ในฤดูแล้ง การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) ให้ผลผลิตและมีการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ แต่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ส่วนกรรมวิธีที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด คือ กรรมวิธีที่ใส่แต่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว ในฤดูฝนทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) มีแนวโน้มให้ผลผลิตและมีการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เช่นเดียวกับฤดูแล้ง และทุกกรรมวิธีไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้ แต่มีต้นทุนการผลิตสูง หากเกษตรมีปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้เองก็จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้และเป็น

กรมวิชาการเกษตร

ทางเลือกหนึ่งในการผลิตถั่วเหลือง ส่วนการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมยังมีข้อจำกัด คือ เกษตรกรไม่สามารถเข้าถึงได้เนื่องจากไม่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป (Table 15)

1.10 การศึกษาผลของจำนวนแถวและขนาดความกว้างของแปลงที่มีต่อผลผลิตฝักสดมาตรฐานของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 พบว่า จำนวนแถวและขนาดความกว้างของแปลงที่ศึกษาทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อผลผลิตฝักสดมาตรฐาน (เกรด A) ทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน แต่มีผลต่อผลผลิตเกรด B โดยการปลูกจำนวน 2 แถว ขนาดแปลงกว้าง 80 เซนติเมตร ให้ผลผลิตเกรด B สูงที่สุดทำให้มีผลผลิตที่ขายได้ (เกรด A และเกรด B) สูงที่สุดเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากขนาดความกว้างของแปลงเหมาะสมต่อการจัดการแปลงทั้งด้านความชื้น การป้องกันกำจัดโรคแมลง ทำให้ต้นถั่วมีการเจริญเติบโตดี (Table 16)

1.11 อัตราที่เหมาะสมของปุ๋ยหมักมูลไก่ที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองฝักสด พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักมูลไก่ทุกกรรมวิธี (อัตรา 500 1,000 1,500 2,000 2,500 กิโลกรัมต่อไร่) มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน ส่วนการเลือกใช้ปุ๋ยอัตราใดนั้นขึ้นอยู่กับเงินลงทุนของเกษตรกร แต่กรรมวิธีที่ 1 (ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุดโดยมีค่า VCR เท่ากับ 8.07 และ 8.23 ตามลำดับ ซึ่งสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ คิดเป็นมูลค่า 2,750 - 4,125 บาทต่อไร่ (Table 18)

1.12 อัตราที่เหมาะสมของปุ๋ยเคมีรองพื้นเพื่อลดต้นทุนการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พบว่า ผลผลิตฝักรวม และผลผลิตฝักมาตรฐานของถั่วเหลืองฝักสด มีการตอบสนองต่างกันในฤดูปลูกและสภาพแวดล้อมของปีที่ทดสอบ การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีเกรด 8-24-24 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นอัตราที่ให้ผลผลิตฝักรวมเฉลี่ยสูงสุด 1,850 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ดพันธุ์และการใช้ปุ๋ยเคมีเกรด 8-24-24 รองพื้นก่อนปลูกในอัตราต่าง ๆ กัน 7 อัตรา ในการปลูกถั่วเหลืองมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีเกรด 8-24-24 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นอัตราที่คุ้มค่าต่อการลงทุนสูงสุด และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 550 บาทต่อไร่ทั่วไป (Table 20)

กรมวิชาการเกษตร

Table 11 Yield, farm price**,** income, total cost and benefit cost ratio (BCR) of soybean on different planting methods at Chiang Mai Field Crops Research Center in dry season, 2018-2020.

Planting methods	Yield (kg/rai)	Farm price (baht/kg)[2/]	Income (baht/rai)	Total cost (bath/rai)[3/]	BCR
1. recommend method[1/]	327	17.15	5,608	4,931	1.14
2. pecking wheel method	367	17.15	6,294	4,473	1.41
3. sowing	349	17.15	5,985	4,077	1.47
4. recommend + rice straw mulching	447	17.15	7,666	5,278	1.45
5. pecking wheel + rice straw mulching	448	17.15	7,683	4,706	1.63
6. sowing + rice straw mulching	449	17.15	7,700	4,300	1.79

[1/] pushing planting hole method

[2/]www.oae.go.th (12 January 2021**)**, Average Price 3 years in April (2018) April (2019) and April, 2020.

[3/]Total cost: rice residue removal 350 bath/rai, soil preparation 600 bath/rai, watering 500 bath/rai, planting 31.2-1,000 bath/rai, weeding + labor cost 333.6 bath/rai, insecticide application + labor cost 510 bath/rai, fertilizer application + labor cost 592.0 bath/rai, harvesting 1,200 bath/rai and threshing 327-449 bath/rai

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 12 ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ของถั่วเหลืองที่ใช้พันธุ์/สายพันธุ์และระยะปลูกแตกต่างกัน ในฤดูแล้งปี 2562-2563 อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธี/ปี	ความสูงระยะเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)		ข้อ/ต้น (ข้อ)		กิ่ง/ต้น (กิ่ง)		ฝัก/ต้น (ฝัก)		เมล็ด/ฝัก (เมล็ด)		น้ำหนัก100เมล็ด (กรัม)		ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	
	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563
CM 60	37.6	29.3	10.3 a	9.0	1.40	1.18	19.7 b	19.5	2.13 a	2.14	17.5 a	13.2	290	210
MHS 6	36.4	29.6	9.9 ab	9.3	1.75	1.49	24.0 a	20.3	1.74 b	1.85	15.7 b	12.8	292	229
MHS 8	35.2	30.2	9.7 b	9.4	1.40	1.46	24.9 a	20.6	1.67 b	1.87	15.9 b	12.9	269	235
20x20 cm (120,000)	38.2 a	31.4 a	9.9	9.3	1.46	1.38	21.5	19.9 ab	1.84	1.92	16.2	12.8	301	255 a
30x30 cm (53,333)	35.1 b	29.5 ab	10.0	9.3	1.42	1.38	23.1	20.4 ab	1.83	2.02	16.4	12.9	272	213 b
40x20 cm (60,000)	36.3 ab	29.5 ab	9.9	9.3	1.79	1.32	23.8	20.7 a	1.84	1.94	16.4	13.2	284	217 ab
50x20 cm (48,000)	35.9 ab	28.3 b	10.1	9.2	1.38	1.44	23.1	19.5 b	1.87	1.92	16.4	12.8	277	212 b
F-test : V	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns
: S	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
: V*S	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. a (%)	26.2	16.6	4.8	18.5	33.9	24.2	15.6	21.8	6.5	18.8	4.7	4.2	30.7	24.7
CV. b (%)	7.8	8.8	3.8	4.4	30.6	18.1	11.6	6.1	3.5	9.3	4.4	4.1	11.4	17.6

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 13 ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ของถั่วเหลืองที่ใช้พันธุ์/สายพันธุ์และระยะปลูกแตกต่างกัน ในฤดูฝนปี 2562-2563 อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธี/ปี	ความสูงระยะเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)		ข้อ/ต้น (ข้อ)		กิ่ง/ต้น (กิ่ง)		ฝัก/ต้น (ฝัก)		เมล็ด/ฝัก (เมล็ด)		น้ำหนัก100เมล็ด (กรัม)		ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	
	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563
CM 60	66.7	55.6 a	13.1 b	14.1 a	2.57	2.33	40.5 b	42.3	1.92	1.93	16.6 a	14.8 a	256	206
MHS 6	66.3	48.8 b	14.4 a	13.1 b	2.49	2.54	54.6 ab	53.3	1.89	1.90	15.4 ab	12.9 b	292	241
MHS 8	64.8	37.3 c	14.5 a	11.3 c	2.43	2.49	60.2 a	54.9	1.79	1.90	14.8 b	11.7 b	269	189
50x20 cm (48,000)	72.6 a	51.9 a	14.2 a	13.1	1.81 b	2.17 b	36.3 c	43.6 b	1.86	1.83 b	15.6	12.7	327 a	333 a
50x50 cm (19,200)	63.7 bc	45.7 b	13.8 b	12.9	2.73 a	2.77 a	52.7 b	55.6 a	1.92	1.95 a	15.8	13.1	271 b	181 b
70x30 cm (22,857)	66.8 b	46.7 b	13.9 ab	12.7	2.47 a	2.40 ab	49.6 bc	49.5 ab	1.94	1.90 ab	15.5	13.2	265 b	205 b
70x50 cm (13,714)	60.5 c	44.7 b	14.0 ab	12.6	2.97 a	2.48 ab	68.5 a	52.0 a	1.74	1.96 a	15.5	13.1	225 c	129 c
F-test : V	ns	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
: S	*	*	*	ns	*	*	*	*	ns	*	ns	ns	*	*
: V*S	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV. a (%)	16.4	9.0	2.5	6.2	30.3	37.3	28.0	50.6	15.9	7.7	9.2	5.7	20.6	24.5
CV. b (%)	6.4	7.9	2.7	6.1	23.0	21.4	29.4	14.2	12.7	4.4	5.2	6.5	13.3	23.0

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 14 ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ของถั่วเหลืองที่ใช้พันธุ์/สายพันธุ์และระยะปลูกแตกต่างกัน ในฤดูฝนปี 2562-2563 อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธี/ปี	ความสูงระยะเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)		ข้อ/ต้น (ข้อ)		กิ่ง/ต้น (กิ่ง)		ฝัก/ต้น (ฝัก)		เมล็ด/ฝัก (เมล็ด)		น้ำหนัก100เมล็ด (กรัม)		ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	
	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563
CM 60	32.5	52.4 a	12.2	14.9 a	1.16 b	2.24	30.1 b	41.4	1.98	1.81	14.9 a	13.5 a	213	191
MHS 6	33.1	42.6 b	11.1	12.7 ab	2.37 a	2.43	46.4 a	43.3	1.99	1.75	12.8 b	12.2 ab	241	222
MHS 8	34.8	34.8 b	10.8	11.5 b	2.32 a	2.81	44.5 a	50.7	1.92	1.74	12.7 b	12.0 b	241	162
50x20 cm (48,000)	34.0	46.7	11.1	13.1	1.72	2.05 b	33.3 b	34.0 b	1.98	1.79	13.5	12.4	300 a	246 a
50x50 cm (19,200)	32.6	42.3	11.4	13.2	2.07	2.42 ab	45.5 a	49.5 a	1.95	1.75	13.3	12.3	239 b	179 bc
70x30 cm (22,857)	34.8	42.0	11.6	12.9	1.98	2.45 ab	39.8 ab	45.4 a	1.93	1.77	13.7	12.6	229 b	192 b
70x50 cm (13,714)	32.5	42.1	11.4	13.0	2.02	3.05 a	42.8 a	51.6 a	1.95	1.76	13.5	12.9	158 c	149 c
F-test : V	ns	*	ns	*	*	ns	*	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
: S	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	*
: V*S	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV. a (%)	38.7	19.0	15.6	20.4	29.0	44.6	8.0	44.8	4.4	4.9	5.5	9.7	60.2	53.1
CV. b (%)	10.7	12.4	6.0	6.5	18.8	26.9	17.1	18.7	5.0	6.4	5.3	7.4	24.5	19.4

กรมวิชาการเกษตร

Table 15 Yield, income, Increased income from fertilizer use, Cost of fertilizer and Value to Cost of Ratio (VCR) of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry seasons, 2019-2021.

Treatments	Yield (kg/rai)	Income (baht/rai) 1/	Increased income from fertilizer use (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai) 2/	VCR3/
1. No RhB	417	7,382		-	
2. No RhB + Fertilizer based on soil testing	397	7,348	- 35	648	-0.1
3. No RhB + 0.5 Fertilizer based on soil testing	439	6,983	- 400	324	-1.2
4. No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Cow manure	529	8,598	1,216	2,018	0.6
5. No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Chicken manure	501	8,199	816	1,013	0.8
6. No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Compost	500	8,807	1,424	5,324	0.3
7. RhB	434	7,817	434	25	17.4
8. RhB +Fertilizer based on soil testing	454	8,251	869	458	1.9
9. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing	446	7,678	295	242	1.2
10. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Cow manure	498	8,112	730	1,935	0.4
11. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Chicken manure	537	8,720	1,337	930	1.4
12. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Compost	455	7,139	- 243	5,185	0.0

1/ Soybean farm price 17.37 baht/kg (www.oae.go.th (25 October 2021), **Average Price 3 years** in April (2019) April (2020) and April, 2021.

2/ Biofertilizer price: rhizobium biofertilizer = 25 baht/pack (1 pack per 10-12 kg of seed), Chemical fertilizer prices: 46-0-0 = 11 baht/kg, 0-46-0 = 19 baht/kg and 0-0-60 = 15.8 baht/kg, Organic fertilizer prices: Cow manure = 1.75 baht/kg, Chicken manure = 1.49 baht/kg, Compost = 5 baht/kg

3/ VCR =The profit from the fertilizer implementation/the cost of fertilizer implementation (critical value = 2.0)

กรมวิชาการเกษตร

Table 16 Marketable yield of vegetable soybean in dry season.

Rows no. and plot sizes	No. of Standard pod /Kg		Mean	A pod wt. (Kg/rai)		Mean	B pod wt. (Kg/rai)		Mean	Marketable Yield (Kg/rai)		Mean
	2016	2017		2016	2017		2016	2017		2016	2017	
2 rows 80 cm.	249	235	242	868	582	725	1,284	819	1052 a	2,152 a	1,121 de	1,637
2 rows 100 cm.	254	228	241	692	402	547	931	823	877 b	1,623 c	1,029 de	1,326
3 rows 120 cm.	262	230	246	776	414	595	1,131	932	1032 a	1,907 b	1,139 d	1,523
3 rows 150 cm.	256	217	236	731	340	536	902	774	838 b	1,633 c	944 e	1,289
Mean	255 a	228 b		766 a	435 b		1,062 a	837 b		1,829	1,058	
F-test: Year (Y)	**			**			**			**		
Treatment (T)	ns			*			*			**		
Y*T	ns			ns			ns			*		
CV (%)	6.1			15.6			14.8			9.5		

Means followed by a common capital or small letter within the same column are not significantly different at P<0.05 by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 17 Marketable yield of vegetable soybean in rainy season.

Rows no. and plot sizes	No. of Standard pod /Kg		Mean	A pod wt. (Kg/rai)		Mean	B pod wt. (Kg/rai)		Mean	Marketable Yield (Kg/rai)		Mean
	2016	2017		2016	2017		2016	2017		2016	2017	
2 rows 80 cm.	266	345	305	979	1,068	1,023	1,529	1,896	1,713 a	2,508	2,963	2,736 a
2 rows 100 cm.	270	341	306	1,224	907	1,065	1,202	1,703	1,453 b	2,426	2,611	2,518 ab
3 rows 120 cm.	276	355	316	996	940	968	1,341	1,479	1,410 bc	2,338	2,419	2,379 b
3 rows 150 cm.	266	347	307	950	854	902	1,237	1,143	1,190 c	2,188	1,998	2,093 c
Mean	270 b	347 a		1,037	942		1,328 b	1,555 a		2,365	2,498	
F-test: Year (Y)	**			ns			*			ns		
Treatment (T)	ns			ns			*			*		
Y*T	ns			ns			ns			ns		
CV (%)	3.0			26.1			17.4			11.8		

Means followed by a common capital or small letter within the same column are not significantly different at P<0.05 by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 18 Economic returns of the application of five different chicken manure compost rates for the production of the CM84-2 vegetable soybean total pod yields at Chiang Mai Field Crop Research Center during the dry season of 2016 to the rainy season of 2017 test

Treatment	Total pod yields (kg/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai)	Cost of chicken manure compost (baht/rai)	Total income (baht/rai)	Profit (baht/rai)	VCR
1. Chicken manure compost rate 500 kg/rai	1,655	1,728	1,375	28,135	25,032	8.07
2. Chicken manure compost rate 1,000 kg/rai	1,863	1,728	2,750	31,671	27,193	6.07
3. Chicken manure compost rate 1,500 kg/rai	1,809	1,728	4,125	30,753	24,900	4.25
4. Chicken manure compost rate 2,000 kg/rai	1,929	1,728	5,500	32,793	25,565	3.54
5. Chicken manure compost rate 2,500 kg/rai	1,787	1,728	6,875	30,379	21,776	2.53
Mean	1,809	1,728	4,125	30,753	24,900	4.25

Note: Cost of chicken manure compost: 2,750 baht per ton

Price of vegetable soybean (total fresh pod): 17 baht/kilogram

VCR (Value to Cost Ratio) (The profit from the fertilizer implementation/the cost of fertilizer implementation) of the farmer with limited budget with the critical value of 2.0

กรมวิชาการเกษตร

Table 19 Economic returns of the application of five different chicken manure compost rates for the production of the CM84-2 vegetable soybean standard pod yield at Chiang Mai Field Crop Research Center during the dry season of 2016 to the rainy season of 2017 test

Treatment	Standard pod yields (kg/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai)	Cost of chicken manure compost (baht/rai)	Total income (baht/rai)	Profit (baht/rai)	VCR
1. Chicken manure compost rate 500 kg/rai	818	1,728	1,375	28,630	25,527	8.23
2. Chicken manure compost rate 1,000 kg/rai	893	1,728	2,750	31,255	26,777	5.98
3. Chicken manure compost rate 1,500 kg/rai	842	1,728	4,125	29,470	23,617	4.04
4. Chicken manure compost rate 2,000 kg/rai	1,118	1,728	5,500	39,130	31,902	4.41
5. Chicken manure compost rate 2,500 kg/rai	789	1,728	6,875	27,615	19,102	2.21
Mean	892	1,728	4,125	31,220	25,367	4.33

Note: Cost of chicken manure compost: 2,750 baht per ton

Price of vegetable soybean (standard pod): 35 baht/kilogram

VCR (Value to Cost Ratio) (The profit from the fertilizer implementation/the cost of fertilizer implementation) of the farmer with limited budget with the critical value of 2.0

กรมวิชาการเกษตร

Table 20 Economic returns of the implementation of seven different chemical fertilizers primer formulas for the production of the CM84-2 vegetable soybean at Chiang Mai Field Crop Research Center during the dry season of 2016

Treatment	Total pod yields (kg/rai)	Cost of compost (baht/rai)	Cost of rhizobium (baht/rai)	Cost of chemical fertilizer (baht/rai)	Total income (baht/rai)	Profit (baht/rai)	VCR
1. 8-24-24 rate 50 kg/rai	1,803	5,000	0	2,170	30,651	28,481	3.97
2. Rhizobium + 8-24-24 rate 50 kg/rai	1,701	5,000	25	2,195	28,917	26,697	3.70
3. Rhizobium + 8-24-24 rate 40 kg/rai	2,057	5,000	25	1,945	34,969	32,999	4.73
4. Rhizobium + 8-24-24 rate 30 kg/rai	2,093	5,000	25	1,695	35,581	33,861	5.04
5. Rhizobium + 8-24-24 rate 20 kg/rai	1,868	5,000	25	1,445	31,756	30,286	4.68
6. Rhizobium + 8-24-24 rate 10 kg/rai	1,844	5,000	25	1,145	31,348	30,178	4.89
7. Rhizobium	1,815	5,000	25	945	30,855	29,855	5.01

Note: Cost of chemical fertilizer and rhizobium for the production of vegetable soybean

1) Compost: 5,000 baht/rai 2) Chemical fertilizer formula 8-24-24: 1,250 baht/rai 3) Chemical fertilizer formula 13-13-21: 630 baht/rai 4) Chemical fertilizer formula 46-0-0: 290 baht/rai 5) Rhizobium: 25 baht/rai 6) Price of vegetable soybean (fresh pod): 17 baht/kilogram

VCR (Value to Cost Ratio) (The profit from the fertilizer implementation/the cost of fertilizer implementation) of the farmer with limited budget with the critical value of 2.0

กรมวิชาการเกษตร

Table 21: Economic returns of the implementation of seven different chemical fertilizers primer formulas for the production of the CM84-2 vegetable soybean at Chiang Mai Field Crop Research Center during the rainy season of 2016

Treatment	Total pod yield (kg/rai)	Cost of compost (baht/rai)	Cost of rhizobium (baht/rai)	Cost of chemical fertilizer (baht/rai)	Total income (baht/rai)	Profit (baht/rai)	VCR
1. 8-24-24 rate 50 kg/rai	1,290	5,000	0	2,170	21,930	19,760	2.76
2. Rhizobium + 8-24-24 rate 50 kg/rai	1,299	5,000	25	2,195	22,083	19,863	2.75
3. Rhizobium + 8-24-24 rate 40 kg/rai	1,435	5,000	25	1,945	24,395	22,425	3.22
4. Rhizobium + 8-24-24 rate 30 kg/rai	1,569	5,000	25	1,695	26,673	24,953	3.71
5. Rhizobium + 8-24-24 rate 20 kg/rai	1,253	5,000	25	1,445	21,301	19,831	3.07
6. Rhizobium + 8-24-24 rate 10 kg/rai	1,107	5,000	25	1,145	18,819	17,649	2.86
7. Rhizobium	1,039	5,000	25	945	17,663	16,693	2.80

Note: Cost of chemical fertilizer and rhizobium for the production of vegetable soybean

1) Compost: 5,000 baht/rai 2) Chemical fertilizer formula 8-24-24: 1,250 baht/rai 3) Chemical fertilizer formula 13-13-21: 630 baht/rai 4) Chemical fertilizer formula 46-0-0: 290 baht/rai 5) Rhizobium: 25 baht/rai 6) Price of vegetable soybean: 17 baht/kilogram

VCR (Value to Cost Ratio) (The profit from the fertilizer implementation/the cost of fertilizer implementation) of the farmer with limited budget with the critical value of 2.0

กรมวิชาการเกษตร

1.13 การศึกษาการให้น้ำที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเขตจังหวัดอุทัยธานี ในปี 2559 ถึง 2561 โดยใช้ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ VB_LB1 โดยการให้น้ำ 0.7 เท่าของอัตราการระเหย เมื่อน้ำระเหยสะสมรวม 5 ระดับ คือ 1) 12 2) 24 3) 36 4) 48 และ 5) 60 มิลลิเมตร ในช่วงหลังการออกดอก โดยฤดูร้อน ปี 2561 การให้น้ำเมื่ออัตราการระเหยของน้ำ 60 มิลลิเมตรหรือ 42 มิลลิเมตร ให้น้ำหนักต้นสูงสุด 1,744 กิโลกรัมต่อไร่ ฤดูฝน ปี 2561 การให้น้ำเมื่ออัตราการระเหยของน้ำ 24 มิลลิเมตร ให้จำนวนฝักสูงสุด 58.1 ฝักต่อต้น ทั้ง 4 ฤดูปลูกมีน้ำหนักต้นหลังเด็ดใบ ระหว่าง 755-1,834 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนทุกระดับอัตราการระเหยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 22 แสดงข้อมูลผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์ VB_LB 1 ฤดูร้อน ปี 2561

กรรมวิธี	จำนวนต้น (ต้น/ไร่)	น้ำหนักต้น (กิโลกรัม/ไร่)	น้ำหนักฝัก (กิโลกรัม/ไร่)
1. อัตราระเหย 12 มม.	19,120	1,253 c	827
2. อัตราระเหย 24 มม.	19,973	1,627 ab	901
3. อัตราระเหย 36 มม.	17,093	1,413 bc	755
4. อัตราระเหย 48 มม.	17,307	1,664 ab	928
5. อัตราระเหย 60 มม.	19,973	1,744 a	981
F-test	ns	*	ns
CV (%)	11.1	10.74	8.97

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ มีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

ตารางที่ 23 แสดงข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์ VB_LB 1 ฤดูฝน ปี 2561

กรรมวิธี	น้ำหนักต้น (กรัม/ต้น)	น้ำหนักต้นเด็ดใบ (กรัม/ต้น)	น้ำหนักฝัก (กรัม/ต้น)	จำนวนฝัก (ฝัก/ต้น)
1. อัตราระเหย 12 มม.	213.4	116.9	71.4	56.2 a
2. อัตราระเหย 24 มม.	212.4	124.8	83.1	58.1 a
3. อัตราระเหย 36 มม.	174.2	99.1	65.0	45.0 b
4. อัตราระเหย 48 มม.	226.7	124.7	74.7	56.2 a
5. อัตราระเหย 60 มม.	191.4	109.4	68.2	52.8 ab
F-test	ns	ns	ns	*
CV (%)	16.42	15.52	16.96	10.24

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ มีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี LSD

กรมวิชาการเกษตร

1.14 วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ การจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วหลังนา 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง คือ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว 4 อัตรา คือ 0, 25, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน การจัดการปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลืองก่อนการปลูกข้าว (main plot) จึงไม่มีผลต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักของเมล็ดต่อไร่ของข้าวที่ปลูกในดินร่วนปนทรายและมีการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่อัตรา 0, 25, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน หากไม่มีการไถกลบเศษซากถั่วกลับลงไปในพื้นที่ปลูก จะทำให้ธาตุอาหารในพื้นที่สูญหายไปกับผลผลิตเท่ากับ 21.54-5.67-11.19 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ต่อฤดูปลูก ส่วนการไถกลบต้นใบและรากข้าวจะทำให้ธาตุอาหารกลับคืนสู่ดิน เท่ากับ 8.59-5.40-29.91 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ต่อฤดูปลูก

สมดุลของธาตุอาหารไนโตรเจนในพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองหลังการไถกลบเศษซากถั่วมีค่าขาดดุลอย่างน้อยเท่ากับ 18.07 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ในทุก ๆ กรรมวิธีของการจัดการปุ๋ยในการปลูกถั่ว เนื่องจากการนำผลผลิตเมล็ด ต้นใบ และเปลือกฝักของถั่วเหลืองออกไปจากพื้นที่เพาะปลูก ทำให้ดินมีธาตุอาหารไนโตรเจนลดลง การปลูกถั่วเหลืองโดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุนในดินร่วนปนทรายของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ การปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ในแปลงที่เคยปลูกถั่วเหลืองโดยไม่ใส่ปุ๋ยใด ๆ นั้นเมื่อปลูกข้าวโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 6.5 และ 26 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน เช่นเดียวกับการปลูกข้าวในแปลงที่เคยปลูกถั่วเหลืองโดยใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 และ 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด เมื่อปลูกข้าวโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 6.5 13 และ 26 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังนั้นในพื้นที่ดินร่วนปนทราย เกษตรกรจึงควรปลูกถั่วเหลืองด้วยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และทำการไถกลบต้นใบ เปลือกฝัก และรากถั่วเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุและอินทรียวัตถุกลับคืนสู่พื้นที่ปลูก ก่อนปลูกข้าวด้วยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6.5-0-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ จะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด และเป็นการรักษาศักยภาพของดินในการปลูกถั่วเหลืองสลับนาข้าวอย่างยั่งยืน

กรมวิชาการเกษตร

Table 24 Growth and yield component of Chiang Mai 60 soybean variety planted with 3 chemical fertilizer (NPK) and rhizobium biofertilizer managements in 2019-2021

Main plot Treatment	Height (cm)	Pod /stalk	Grain/plant	Weight of 100 grains (g)	Grain yield (kg/rai)	Shoot fresh weight (kg/rai)
- NPK 2019	24.33 b	12.48 c	23.35 c	14.15 b	185.63 c	426.25 d
- NPK 2020	45.40 a	32.43 a	67.78 a	18.23 a	376.25 a	957.50 ab
- NPK 2021	44.08 a	22.08 b	44.08 b	18.15 a	281.88 b	725.00 c
+ NPK 2019	25.05 b	14.58 c	27.90 c	13.93 b	183.75 c	431.88 d
+ NPK 2020	44.73 a	28.28 ab	61.50 a	18.08 a	381.88 a	1,037.50 a
+ NPK 2021	44.80 a	26.30 ab	54.00 ab	18.00 a	304.38 b	711.25 c
PK+Rhizobium 2019	23.55 b	12.65 c	23.90 c	14.90 b	169.38 c	433.75 d
PK+Rhizobium 2020	45.83 a	28.25 ab	59.13 ab	17.58 a	394.38 a	1,065.63 a
PK+Rhizobium 2021	48.30 a	27.73 ab	57.13 ab	18.03 a	328.75 ab	798.75 bc
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	12.0	21.0	21.5	4.1	15.9	14.9

Note: ** = significant at *P< 0.01*. Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

กรมวิชาการเกษตร

Table 25 Economic return analysis of fertilizer application of soybean (Chiang Mai 60 soybean variety) cultivation in sandy loam soil, Chiang Mai province in 2020-2021 (Average yield from each treatment in 2019-2021)

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Cost of fertilizer[2/] (Baht/rai)	Increasing cost as compared to control (Baht/rai)	Return yield x price [1/] (Baht/rai)	Gross return	Net return	VCR
1) control	281.25	-	0	-	4,781.25	-	-	-
2) 3-3-3 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	290.00	8.75	138	138	4,930.00	148.75	10.75	1.08
3) 0-3-3 kg N-P_2O_5-K_2O/rai + rhizobium	297.50	16.25	127	127	5,057.50	276.25	149.25	2.18

[1/] Soybean price = 17 baht/kg.

[2/] Chemical fertilizer price (urea 12 baht/kg, Triple Super Phosphate 21 baht/kg, Potassium chloride 13 baht/kg)

Biofertilizer price: rhizobium biofertilizer = 25 Baht/pack (1 pack per 10-12 kg. seeds)

กรมวิชาการเกษตร

Table 26 Economic return analysis of fertilizer application of rice (San Pa Tong 1 sticky rice variety) cultivation in sandy loam soil, Chiang Mai province in 2019-2020 (Average yield from each treatment in 2019-2020)

Subplot treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Cost of fertilizer[2/] (Baht/rai)	Increasing cost as compared to control (Baht/rai)	Return yield x price [1/] (Baht/rai)	Gross return	Net return	VCR
Soybean (control)								
1) control	683.46	-	0	-	7,518.06	-	-	-
2) 6.5-0-0 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai	699.26	15.80	78	78	7,691.86	173.80	95.80	2.23
3) 13-0-0 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai	588.64	-94.82	156	156	6,475.04	-1,043.02	-1,199.02	-6.69
4) 26-0-0 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai	809.88	126.42	312	312	8,908.68	1,390.62	1,078.62	4.46
Soybean (3-3-3 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai)								
1) control	825.68	-	0	-	9,082.48	-	-	-
2) 6.5-0-0 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai	742.42	-83.26	78	78	8,166.62	-915.86	-993.86	-11.74
3) 13-0-0 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai	711.11	-114.57	156	156	7,822.21	-1,260.27	-1,416.27	-8.08
4) 26-0-0 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai	801.98	-23.70	312	312	8,821.78	-260.70	-572.70	-0.84
Soybean (0-3-3 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai + rhizobium)								
1) control	654.22	-	0	-	7,196.42	-	-	-
2) 6.5-0-0 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai	734.81	80.59	78	78	8,082.91	886.49	808.49	11.37
3) 13-0-0 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai	758.52	104.30	156	156	8,343.72	1,147.30	991.30	7.35
4) 26-0-0 kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai	746.67	92.45	312	312	8,213.37	1,016.95	704.95	3.26

[1/] San Pa Tong 1 sticky rice variety price = 11 baht/kg.

[2/] Chemical fertilizer price (urea 12 baht/kg, Triple Super Phosphate 21 baht/kg, Potassium chloride 13 baht/kg)

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การดำเนินวิจัยเทคโนโลยีการเขตกรรมถั่วเหลืองเพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสดเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต รวม 14 การทดลอง พบว่า

เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 60 และ เชียงใหม่ 6 สายพันธุ์ดีเด่น ตาแดง เบอร์ 6 และ เบอร์ 8 ในพื้นที่ปลูกจังหวัดเชียงใหม่ แพร่ และแม่ฮ่องสอนในแล้งและฤดูฝน

2. วิธีปลูกถั่วเหลืองแบบหว่านร่วมกับการคลุมฟางให้ผลผลิตสูงและคุ้มค่าต่อการลงทุน

3. การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในการลดต้นการผลิตถั่วเหลืองและลดปัญหาด้านแรงงานโดยสามารถลดต้นทุนการผลิตถั่วเหลืองต่อกิโลกรัมได้ 32 เปอร์เซ็นต์

4. การจัดการธาตุอาหารในถั่วเหลือง ได้แก่ การใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตและปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ปริมาณสารไอโซฟลาโวน โปรตีน และโพแทสเซียมในเมล็ด การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตถั่วเหลือง

เทคโนโลยีถั่วเหลืองฝักสด ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. จำนวนแถวและขนาดความกว้างของแปลงปลูกที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อผลผลิตและคุณภาพ

2. การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อลดต้นทุน เพิ่มผลผลิตและคุณภาพ ได้แก่ การใส่ปุ๋ยหมักมูลไก่ และการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมี

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2
เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
Pest management

โสพิศ ใจปาละ สุพรรณณี เป็งคำ อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ และ ศิวกร เกียรติมณีรัตน์
Sopit Jaipala Supannee Phengkham Anuwat Junsuwun and Siwakorn Kiatmaneerat

คำสำคัญ สารกำจัดวัชพืช แมลงศัตรูถั่วเหลือง สารฆ่าแมลง เชื้อราบิวเวอร์เรีย
Key words herbicides, soybean insect pests, insecticides, *Beauveria bassiasna*

บทคัดย่อ

การวิจัยเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดพืชไร่ในถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด ดำเนินการรวมทั้งหมด 7 การทดลอง ที่ศูนย์วิจัยต่าง ๆ ของกรมวิชาการเกษตร ในปี 2559-2562 ผลการวิจัยพบว่า การใช้ fluazifop-p-butyl+fomesafen อัตรา 24+40 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พ่นหลังปลูกถั่วเหลือง 15-20 วัน มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชใบแคบและใบกว้างได้ดีจนถึงระยะ 45 วันหลังพ่น ให้ผลผลิตสูงสุด 307 กิโลกรัมต่อไร่ คุ้มค่าต่อการลงทุนมากสุด โดยมีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) สูงสุดเท่ากับ 1.07 ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลือง พบว่า สารฆ่าแมลงลูเฟนนูรอน 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และอิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนม้วนใบได้นาน 5 และ 7 วัน ตามลำดับ สารฆ่าแมลงอิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักได้นาน 5 วัน สารฆ่าแมลงฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนในการพ่น เท่ากับ 52 บาทต่อไร่ต่อครั้ง มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนและเพลี้ยจักจั่นได้นาน 5 และ 7 วัน ตามลำดับ การป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenella* (Treitschke) ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดทั้งในฤดูแล้ง และฤดูฝน คือ สารกลุ่ม 1B ได้แก่ dimethoate 40% W/V EC, dichlorvos 50% W/V EC และ triazophos 40% W/V EC และ การพ่นเชื้อรา *B. bassiana* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{10} สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถควบคุมแมลงหวี่ขาวยาสูบได้ดีที่สุดหลังพ่น 7 วัน ในฤดูแล้ง 81-84 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝน 60-68 เปอร์เซ็นต์

Abstract

The objective of research and development on soybean protection was to find out the appropriate technologies for management of soybean and vegetative soybean production and quality. It consists of 7 experiment and were conducted at Research Center under Department of Agriculture in 201619. The research founded that Spraying of fluazifop-p-

butyl+fomesafen on rate 24+40 a.i per rai after 20 days of planting date gave the best control of narrow and board leaf weed, the highest seed yield and Benefit Cost Ratio, BCR, with value of 1.07. Researh on pest management shown that Lufenuron 5% EC at the rate of 20 milliliters per 20 liters of water and emamectin benzoate 1.92% EC at the rate of 10 milliliters per 20 liters of water were the most effective to control leafroller for 5 and 7 days, respectively and use of Emamectin benzoate 1.92% EC at the rate of 10 milliliters per 20 liters of water was the most effective to control cutworm for 5 days. Fipronil 5% SC at the rate of 20 milliliters per 20 liters of water with a cost of spraying 52 baht per rai and per time was the most effective to control aphid and leafhopper for 5 and 7 days, respectively. The best coltroled insecticide for *Etiella zinckenella* (Treitschke) was dimethoate 40% W/V EC, dichlorvos 50% W/V EC and Triazophos 40% W/V EC. And use of *B. bassiana* with a concentration of 1×10^{10} spores per milliliter was the best control over the whitefly 7 days after spraying, 81-84 and 60-80 percent in dry and rainy season percent.

บทนำ

ในการผลิตถั่วเหลือง ศัตรูนับว่าเป็นอุปสรรคสำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งพบเข้าทำลายทุกระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ศัตรูที่สำคัญของการผลิตถั่วเหลือง ได้แก่ วัชพืชชนิดต่าง ๆ ตามแหล่งปลูก แมลงศัตรูถั่วเหลือง ที่สำคัญแก่ หนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว แมลงหวี่ขาวยาสูบ เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง มวนเขียวข้าว มวนถั่วเหลือง หนอนม้วนใบ หนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย และหนอนเจาะฝักถั่ว เป็นต้น หากเข้าทำลายในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตจะมีผลทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลงตั้งแต่ 5- 80% ในการป้องกันกำจัดวัชพืชในถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสดวัชพืชและพืชปลูกต่างก็ต้องการปัจจัยในการดำรงชีพเหมือนกับพืชทั่วไป คือต้องการธาตุอาหาร ความชื้น แสงสว่าง และปัจจัยอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต พืชเมื่ออยู่ร่วมกันพืชแต่ละชนิดจะพยายามหาปัจจัยในการดำรงชีพ (Pavlychenko and Harrington, 1934) ดังนั้นจึงเกิดการแข่งขันระหว่างวัชพืชกับพืชปลูกเพื่อแย่งปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต (Zimdahl, 1980) เมื่อมีวัชพืชขึ้นแข่งขันกับพืชปลูก ทำให้ผลผลิตของพืชปลูกลดลง และวัชพืชเป็นพืชที่มีความสามารถในการแข่งขันสูงมาก จากการศึกษาของสมชาย และคณะ (2541) พบว่าการใช้สารกำจัดวัชพืช fluazifop-p-butyl + fomesafen และ metolachlor ให้ผลผลิตถั่วเหลืองสูงกว่าการไม่กำจัดวัชพืชถึง 30 และ 12% คมสัน และ คณะ (2553ก) พบว่า สาร imazapic, fluazifop-p-butyl+ fomesafen และ haloxyfop-methyl+fomesafen สามารถกำจัดวัชพืชได้ทั้งใบแคบและใบกว้างได้ดี และสาร fluazifop-pbutyl+fomesafen, haloxyfop-methyl+fomesafen และการกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนฝักต่อต้นน้ำหนักฝักต่อต้นและผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดมากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ คมสัน และ คณะ (2553ข) พบว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทใช้ก่อนวัชพืชงอกสามารถควบคุมวัชพืชได้ดี ขณะที่การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทใช้หลังงอก imazethapyr และ haloxyfop-R-methyl ควบคุมวัชพืชได้ดี และ สาร fomesafen

กรมวิชาการเกษตร

และ fenoxaprop-p-ethyl ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง เทอดพงษ์ (2553) พบว่า การใช้สาร alachlor 360 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่+oxyfluorfen 280 กรัม สารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีเยี่ยมในทั้งการปลูกถั่วเหลืองที่ระยะ 25 X 25 เซนติเมตร และ 25 X 50 เซนติเมตร

ในการป้องกันกำจัดในถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด วิธีการที่พืชต้านทานแมลงมี 3 ประเภทคือ 1.ความไม่เหมาะหรือไม่ชอบที่จะเป็นพืชอาศัย 2. ผลร้ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแก่วงจรชีวิตของแมลง (Antibiosis) และ 3. ความทนทาน (Tolerance) (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี,2554) หากพบหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่วระบาดอย่างรุนแรง ช่วงพืชอายุ 1-35 วัน ควรพ่นด้วยฟิโปรนิล (แอสเซนด์ 5% S.C.) อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (สุเทพ, 2554) การเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว ทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ dkiใช้อัตราของสารฆ่าแมลงต่อน้ำ 20 ลิตร ได้แก่ triazophos 40% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร หรือ imidacloprid 10% SL และ 5%EC อัตรา 10 และ 20 มิลลิลิตร หรือ carbosulfan 20%EC อัตรา 40 มิลลิลิตร หรือ Petrolium oil 99% หรือ Petrolium spray oil 83.9%EC อัตรา 60 พ่นสารด้านใต้ใบพืชให้ทั่ว สามารถป้องกันกำจัดแมลงหวี่ขาว แต่ไม่ควรพ่นสารฆ่าแมลงชนิดใดชนิดหนึ่งติดต่อกันหลายครั้ง (ศรีสมร, 2547และบุญญา, 2557) ถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูฝน มักพบมวนเขียวข้าวระบาดมากในระยะถั่วเหลืองเริ่มติดเมล็ด และระยะฝักเต่งแต่ยังมีสีเขียว การเข้าทำลายของมวนเขียวข้าว ก็ยังทำให้ฝักลีบเพิ่มขึ้น และผลผลิตลดลง(สถาบันวิจัยพืชไร่, 2554) การระบาดของหนอนกระทู้ฝัก ถ้าระบาดมากใบถั่วเหลืองถูกทำลาย 30-40 % ในระยะก่อนออกดอกหรือใบถูกทำลาย 20-30 % ระยะออกดอกและติดฝักอ่อน หรือใบถูกทำลาย 50-60 % ระยะฝักเต็มและฝักยังมีสีเขียว (บุญญา, 2555) ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงต้องการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดเพื่อใช้สลับสับเปลี่ยนร่วมกับสารฆ่าแมลงที่ใช้ในปัจจุบันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูประเภทปากกัด ทั้ง 2 ได้แก่ หนอนม้วนใบ หนอนกระทู้ผักสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองต่อไป หนอนเจาะสมอฝ้าย เข้าทำลายถั่วเหลืองในตั้งแต่ระยะติดฝัก หนอนจะกัดกินเมล็ดภายในฝักจนหมดแล้วเคลื่อนย้ายไปทำลายฝักอื่น ถ้าระบาดมาก หนอนจะกัดตรงขั้วฝักทำให้ฝักร่วงหล่น ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ เกษตรกรที่ปลูกถั่วเหลืองในฤดูฝนควรระวังการระบาดของหนอนเจาะฝักถั่ว ซึ่งระบาดรุนแรงในระยะ ติดฝัก ช่วงที่หนอนยังเป็นตัวอ่อนอยู่พ่นด้วย สารเคมี ไตรอะโซฟอส 40% อีซี อัตรา 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ แลมบ์ดาไซฮาโลทริน 2.5 % อีซี อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร และควรหยุดการใช้สารเคมีก่อนเก็บเกี่ยว 14 วัน (ศรีสมร, 2539) การทำลายของหนอนเจาะฝักทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์หนอนม้วนใบถั่ว พบระบาดทั่วไปในแหล่งปลูกถั่วเหลืองทุกฤดูปลูก (สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, 2552) จากการสำรวจการระบาดแมลงศัตรูถั่วเหลืองฤดูแล้งในพื้นที่ปลูกสำคัญ 8 จังหวัดของภาคเหนือตอนบน ปี พ.ศ. 2557 พบว่าจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย มีการระบาดของหนอนกระทู้ในระบบการปลูกถั่วเหลืองที่สูง ประมาณ 50.29 เปอร์เซ็นต์ ควรมีการสลับสับเปลี่ยนหรือหมุนเวียนการใช้กลุ่มของสารฆ่าแมลงเพื่อชะลอความเป็นไปได้ของการเกิดความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง (สุภราดา,2555) แมลงที่เข้าทำลายถั่วเหลืองและมีความสำคัญอีกชิด คือ หนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenella* (Treitschke) สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร (2552) ในปัจจุบันมีการนำเชื้อรา เช่น เชื้อราขาว และเชื้อราเขียว มาใช้เพื่อลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง ซึ่ง *B. bassiana* มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดระยะตัวอ่อนของแมลง (Mitchell *et al*., 2004) จากการทดลอง

ของ Moraga *et al*. (2006) พบว่าการใช้เชื้อรา *B. bassiana* ที่อัตรา 1 × 10^7 ทำให้แมลงหวี่ขาวยาสูบมีอัตราการตาย 3-85% ภายในห้องปฏิบัติการ สอดคล้องกับการทดลองของ Alves *et al*. (2001) โดยใช้ *B. bassiana* ที่ความเข้มข้น 200 ppm/ha และผสมกับสารกำจัดแมลงกลุ่ม thiacloprid อัตราส่วน 1:1 สามารถกำจัดแมลงหวี่ขาวได้ 56.7 ± 29.4 ตัวและ 83,3 ± 19,7

ในปัจจุบันเนื่องจากสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้มีการพัฒนาพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเปลี่ยนแปลงไป ผลงานวิจัยที่เคยศึกษามาแล้วยังไม่สามารถนำมาแนะนำและยืนยันการป้องกันกำจัด ประกอบกับภาพสภาวะอากาศและแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป จึงต้องมีการศึกษาสารเคมีที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศต่อการป้องกันกำจัดอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองของประเทศไทย

ระเบียบวิธีการวิจัย

ประกอบด้วย 7 การทดลอง ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 2.1 ผลของสารกำจัดในการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองหลังนา

แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ มี 7 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่)	ระยะเวลาที่ใช้
1	Alachlor	240	พ่นคลุมดินหลังปลูก
2	Imazethapyr	20	พ่นหลังปลูก 7-10 วัน
3	fluazifop-p-buty+fomesafen	24+40	พ่นหลังปลูก 15-20 วัน
4	quizalofop-P-tefurl+ fomesafen	12+40	พ่นหลังปลูก 15-20 วัน
5	haloxsifop-R-methyl+ fomesafen	20+40	พ่นหลังปลูก 15-20 วัน
6	fenoxaprop- P-ethyl+ fomesafen	12+40	พ่นหลังปลูก 15-20 วัน
7	ไม่กำจัดวัชพืช		

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาการเข้าทำลายของแมลงศัตรูถั่วเหลืองที่ปลูกในช่วงปลูกแตกต่างกัน

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดยปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และมีช่วงปลูกถั่วเหลือง 6 ระยะ คือ ดำเนินการปลูกถั่วเหลือง ทุก 15 วัน ในฤดูแล้งตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม ในฤดูฝนเริ่มปลูกตั้งแต่ต้นเดือนมิถุนายนถึงต้นเดือนสิงหาคม แสดงกรรมวิธีทดลองดังนี้

<u>ช่วงปลูกในฤดูแล้ง</u> ปี 2559

กรรมวิธี 1 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1 พฤศจิกายน

กรรมวิธี 2 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15 พฤศจิกายน

กรรมวิธี 3 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1 ธันวาคม

กรรมวิธี 4 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15 ธันวาคม

กรรมวิธี 5 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1 มกราคม

กรรมวิธี 6 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15 มกราคม

<u>ช่วงปลูกฤดูฝน</u> ปี 2559

กรรมวิธี 1 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1 มิถุนายน

กรรมวิธี 2 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15 มิถุนายน

กรรมวิธี 3 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1 กรกฎาคม

กรรมวิธี 4 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15 กรกฎาคม

กรรมวิธี 5 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1 สิงหาคม

กรรมวิธี 6 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15 สิงหาคม

<u>ช่วงปลูกในฤดูแล้ง</u> ปี 2560

กรรมวิธี 1 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15 พฤศจิกายน

กรรมวิธี 2 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1 ธันวาคม

กรรมวิธี 3 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15 ธันวาคม

กรรมวิธี 4 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1 มกราคม

กรรมวิธี 5 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15 มกราคม

กรรมวิธี 6 = ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1 กุมภาพันธ์

<u>ช่วงปลูกฤดูฝน</u> ปี 2560

		กรรมวิธีที่ปรับเปลี่ยน		กรรมวิธีเดิม	
กรรมวิธี 1	=	ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15	มิถุนายน	วันที่ 1	มิถุนายน
กรรมวิธี 2	=	ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15	กรกฎาคม	วันที่ 15	มิถุนายน
กรรมวิธี 3	=	ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15	สิงหาคม	วันที่ 1	กรกฎาคม
กรรมวิธี 4	=	ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1	กันยายน	วันที่ 15	กรกฎาคม
กรรมวิธี 5	=	ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15	กันยายน	วันที่ 1	สิงหาคม
กรรมวิธี 6	=	ปลูกถั่วเหลืองวันที่ 15	ตุลาคม	วันที่ 15	สิงหาคม

การทดลองที่ 2.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูประเภทปากกัดที่สำคัญของถั่วเหลืองในแหล่งปลูกภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

1. พ่นสารฆ่าแมลง อิมิดาโคลพริด (โปรวาโด 70 % WG) อัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรมวิชาการเกษตร

2. พ่นสารฆ่าแมลง โปรฟีโนฟอส (โปรฟีนอส 50 % EC) อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร

3. พ่นสารฆ่าแมลง คาร์โบซัลแฟน (พอสซ์ 20 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร

4. พ่นสารฆ่าแมลง ไทอะมีโทแซม/แลมบ์ดาไซฮาโลทริน (เอฟโฟเรีย 14.1 %/ 10.6 %) อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร

5. พ่นสารฆ่าแมลง ไตรอะโซฟอส (ยูทรีออน 40 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร

6. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง

การป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผัก และหนอนเจาะสมอฝ้าย

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

1. พ่นสารฆ่าแมลง คลอแรนทรานิลิโพรล (พรีวาธอน 5.17 % SC) อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

2. พ่นสารฆ่าแมลง ฟลูเบนไดอะไมด์ (ทาคูมิ 20 % WG) อัตรา 5 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

3. พ่นสารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต (โปรเคลม 1.92 %) อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร

4. พ่นสารฆ่าแมลง ลูเฟนนูรอน (แม็ท 5 % EC) อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

5. พ่นสารฆ่าแมลง ไตรอะโซฟอส (ยูทรีออน 40 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร

6. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง

การป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

1. พ่นสารฆ่าแมลง คลอแรนทรานิลิโพรล (พรีวาธอน 5.17 % SC) อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

2. พ่นสารฆ่าแมลง ฟลูเบนไดอะไมด์ (ทาคูมิ 20 % WG) อัตรา 5 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

3. พ่นสารฆ่าแมลง สปินโนแซด (ซัคเซส 12 % SC) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร

4. พ่นสารฆ่าแมลง ลูเฟนนูรอน (แม็ท 5 % EC) อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

5. พ่นสารฆ่าแมลง ไตรอะโซฟอส (ยูทรีออน 40 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร

6. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง

การทดลองที่ 2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูประเภทปากดูดที่สำคัญของถั่วเหลืองในแหล่งปลูกภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

1. พ่นสารฆ่าแมลง ไพมีโทรซีน (เพลนั่ม 50 % WG) อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

2. พ่นสารฆ่าแมลง ไซแอนทรานิลิโพรล (เบเนเวีย 10 % OD) อัตรา 60 มล./น้ำ 20 ลิตร

3. พ่นสารฆ่าแมลง ฟิโปรนิล (แอสเซ็นด์ 5 % SC) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร

4. พ่นสารฆ่าแมลง บูโพรเฟซิน (นาปาม 25 % WP) อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

5. พ่นสารฆ่าแมลง อิมิดาโคลพริด (คอนฟิดอร์ 10 % SL) อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร

6. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.5 ประสิทธิภาพสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงประเภทปากกัดในการผลิตถั่วเหลือง

1.ศึกษาประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงเพื่อควบคุมการระบาดหนอนม้วนใบในการผลิตถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ RCB (Randomized complete block design) มี 3 ซ้ำ และ 7 กรรมวิธี โดยพ่นสารควบคุมหนอนม้วนใบ เมื่อเริ่มตรวจพบจำนวนหนอนม้วนใบตั้งแต่ 1 ตัวต่อต้นขึ้นไป ดังนี้

กรรมวิธี	อัตราที่ใช้
1.ไม่มีการพ่นสาร	
2.ฉีดพ่นสารคลอแรนทรานิลิโพรล (17% W/V SC)	10 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
3.ฉีดพ่นสารคลอแรนทรานิลิโพรล+ไทอะมีโทแซม (20 %+20 % WG)	3 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร
4.ฉีดพ่นสารฟลูเบนไดอะไมด์ (20%WG)	6 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
5.ฉีดพ่นสารฟลูเบนไดอะไมด์+ไทอะโคลพริด (24% +24% W/V SC)	4 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
6.ฉีดพ่นสารไตรอะโซฟอส (40% EC)	50 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
7.ฉีดพ่นสารคาร์โบซัลแฟน (20% EC)	40 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร

2.ศึกษาประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงเพื่อควบคุมการระบาดหนอนกระทู้ผักในการผลิตถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ RCB (Randomized complete block design) มี 3 ซ้ำ และ11 กรรมวิธี โดยพ่นสารควบคุมหนอนกระทู้ผัก เมื่อเริ่มตรวจพบจำนวนหนอนกระทู้ผักตั้งแต่ 1 ตัวต่อต้นขึ้นไป ดังนี้

กรรมวิธี	อัตราที่ใช้
1.ไม่มีการพ่นสาร	
2.ฉีดพ่นสารคลอแรนทรานิลิโพรล (17% W/V SC)	10 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
3.ฉีดพ่นสารคลอแรนทรานิลิโพรล+ไทอะมีโทแซม (20 %+20 % WG)	3 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร
4.ฉีดพ่นสารฟลูเบนไดอะไมด์ (20%WG)	6 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
5.ฉีดพ่นสารฟลูเบนไดอะไมด์+ไทอะโคลพริด (24% +24% W/V SC)	4 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
6. ฉีดพ่นสารไพมีโทรซีน (50% WG)	10 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร
7.ฉีดพ่นสารคาร์แทปไฮโดรคลอไรด์ + ไอโซโพรคาร์บ (3%+3% GR)	20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
8.ฉีดพ่นสาร คลอร์เฟนนาเพอร์ (50% SP)	20 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
9.ฉีดพ่นสารสไปนีโทแรม (12% W/V SC)	12 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
10.ฉีดพ่นสารไตรอะโซฟอส (40% EC)	50 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
11.ฉีดพ่นสารไซเปอร์เมทริน (40% EC)	10 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร

การทดลองที่ 2.6 ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่วของถั่วเหลืองฝักสด

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1 ไม่พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว 2 พ่นสารเคมี อินด๊อกซาคาร์บ 30% WG อัตรา 5 กรัม/น้ำ 20 ลิตร 3 พ่นสารเคมี ไดเมโทเอต 40% W/V EC อัตรา

กรมวิชาการเกษตร

20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร 4 พ่นสารเคมี ไดคลอร์วอส 50% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร 5 พ่นสารเคมี ไตรอะโซฟอส 40% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

การทดลองที่ 2.7 ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Beauveria bassiasna* และ *Metarhizium anisopliae* ในการกำจัดแมลงหวี่ขาวยาสูบในถั่วเหลืองฝักสด

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 4 กรรมวิธีในฤดูแล้งดังนี้

1. พ่นน้ำเปล่า
2. พ่นเชื้อรา *Beauveria bassiasna* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{8} สปอร์/มิลลิลิตร
3. พ่นเชื้อรา *Beauveria bassiasna* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{9} สปอร์/มิลลิลิตร
4. พ่นเชื้อรา *Beauveria bassiasna* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{10} สปอร์/มิลลิลิตร

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธีในฤดูฝนดังนี้

1. พ่นน้ำเปล่า
2. พ่นเชื้อรา *Beauveria bassiasna* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{8} สปอร์/มิลลิลิตร
3. พ่นเชื้อรา *Beauveria bassiasna* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{9} สปอร์/มิลลิลิตร
4. พ่นเชื้อรา *Beauveria bassiasna* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{10} สปอร์/มิลลิลิตร
5. พ่นสารเคมี ไตรอะโซฟอส 40% W/V EC อัตรา 50 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การใช้สารกำจัดวัชพืชในทุกกรรมวิธีมีความเป็นพิษต่อถั่วเหลืองเล็กน้อยถึงปานกลาง การใช้ fluazifop-p-butyl+fomesafen อัตรา 24+40 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชใบแคบและใบกว้างได้ดีจนถึงระยะ 45 วันหลังพ่น สำหรับผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าการไม่กำจัดวัชพืช 55-75 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้ fluazifop-p-butyl + fomesafen, haloxsifop-r-methyl + fomesafen และ quizalofop-p-tefuryl + fomesafen ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ 307 307 และ 294 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio : BCR) มากกว่า 1 ซึ่งถือว่าคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยกรรมวิธีที่ให้ผลคุ้มค่าที่สุดคือการใช้ fluazifop-p-buty + fomesafen อัตรา 24 + 40 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ทั้งนี้หากไม่สามารถหาซื้อ fluazifop-p-buty สามารถใช้ haloxsifop-r-methyl หรือ quizalofop-p-tefuryl ทดแทนได้ เนื่องจากมีความคุ้มค่าเช่นกัน

การเข้าทำลายของแมลงศัตรูถั่วเหลืองที่ปลูกในช่วงปลูกแตกต่างกัน ฤดูแล้งปี 2559 ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ตลอดฤดูปลูก จนถึงเก็บเกี่ยว พบว่า การเข้าทำลายของแมลงศัตรูถั่วเหลืองตลอดฤดูปลูก ได้แก่ หนอนม้วนใบ เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยจักจั่น ส่วนการปลูกถั่วเหลืองในฤดูฝน แมลงศัตรูถั่วเหลืองส่วนใหญ่ที่สำรวจพบ ได้แก่ หนอนม้วนใบ เพลี้ยอ่อนและแมลงหวี่ขาว การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตถั่วเหลืองในช่วงฤดูแล้ง พบว่า ช่วงปลูกที่เหมาะสม อยู่ระหว่างวันที่ 1-15 พฤศจิกายน และ1 ธันวาคม 2558 ส่วนการปลูกถั่วเหลืองฤดูฝน พบว่า

ช่วงปลูกที่เหมาะสม มีจำนวน 3 ช่วงปลูกที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด ได้แก่ การปลูกถั่วเหลืองวันที่ 1 มิถุนายน 15 สิงหาคม และ 15 มิถุนายน 2559

ในการปลูกถั่วเหลืองฤดูแล้งและฤดูฝน ปี 2560 พบว่า การผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ทุกช่วงปลูก พบแมลงศัตรูถั่วเหลืองจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ หนอนม้วนใบ เพลี้ยอ่อน หนอนแมลงวันเจาะลำต้น แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยจักจั่น ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจ การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตถั่วเหลืองในช่วงฤดูแล้ง พบว่า ช่วงปลูกที่เหมาะสม ได้แก่ วันปลูก 1 ธันวาคม และ 15 มกราคม 2560 ให้ผลผลิตสูงที่สุด ส่วนการปลูกถั่วเหลืองฤดูฝน พบว่า ช่วงปลูกที่เหมาะสมในการปลูกถั่วเหลือง วันที่ 15 มิถุนายน 2560 ให้ผลผลิตสูงที่สุด

Table 27 Yield, farm price, income, total cost and benefit cost ratio (BCR) of soybean at Chiang Mai Field Crops Research Center in dry seasons 2016-2018

Treatments	Yield (kg/Rai)	Farm price (baht/kg.)1/	Income (baht/rai)	Total cost (bath/rai) 2/	BCR
1.alachlor 240 g. a.i./Rai	277	17.06	4,726	4,767	0.99
2. imazethapyr 20 g. a.i./Rai	278	17.06	4,743	4,836	0.98
3. fluazifop-p-butyl+fomesafen 24+40 g.a.i./Rai	307	17.06	5,237	4,891	1.07
4. quizalofop-p-tefuryl + fomesafen 12+40 g.a.i./Rai	294	17.06	5,016	4,918	1.02
5. haloxsifop-R-methyl+ fomesafen 20+40 g.a.i./Rai	307	17.06	5,237	5,029	1.04
6. fenoxaprop-p-ethyl+ fomesafen 12+40 g.a.i./Rai	271	17.06	4,623	4,938	0.94
7. no weeding	175	17.06	2,986	4,425	0.67
Mean	273		4,653	4,829	0.96

1/www.oae.go.th (Jan, 2018)

2/Total cost: soil preparation 1,000 Bath/rai, watering 500 Bath/rai, planting 1,000 Bath/rai, weeding + labor cost 0-750 Bath/rai, insecticide application + labor cost 510 Bath/rai, fertilizer application + labor cost 590 Bath/rai, harvesting 1,200 Bath/rai and threshing 175- 307 Bath/rai

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 28 แสดงชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูถั่วเหลืองเข้าทำลายในช่วงปลูกแตกต่างกันในจังหวัดเชียงใหม่ในฤดูแล้ง ปี 2559. (ระยะการเจริญเติบโตที่ R1)

ช่วงปลูก	หนอนม้วนใบ (ตัว/ต้น)	เพลี้ยอ่อน (ตัว/ต้น)	แมลงวันหนอนเจาะลำต้น (ตัว/ต้น)	แมลงหวี่ขาว (ตัว/ต้น)	เพลี้ยจักจั่น (ตัว/ต้น)
1 พฤศจิกายน	0.87	0.00 c	3.33	0.93	0.13
15 พฤศจิกายน	0.67	0.00 c	0.07	0.80	0.07
1 ธันวาคม	0.60	0.67 c	0.20	0.73	0.00
15 ธันวาคม	0.40	16.70 a	0.13	0.73	0.00
1 มกราคม	0.27	7.53 b	0.20	0.80	0.13
15 มกราคม	0.07	7.93 b	0.07	0.67	0.13
CV (%)	70.74	98.20	35.49	32.41	21.22

หมายเหตุ ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 29 แสดงชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูถั่วเหลืองเข้าทำลายในช่วงปลูกแตกต่างกันในจังหวัดเชียงใหม่ในฤดูฝน ปี 2559. (ระยะการเจริญเติบโตที่ R1)

ช่วงปลูก	หนอนม้วนใบ (ตัว/ต้น)	เพลี้ยอ่อน (ตัว/ต้น)	แมลงวันหนอนเจาะลำต้น (ตัว/ต้น)	แมลงหวี่ขาว (ตัว/ต้น)	เพลี้ยจักจั่น (ตัว/ต้น)	ด้วงหมัดกระโดด (ตัว/ต้น)
1 มิถุนายน	0.02 b	0.12 ab	0.58 a	0.00 d	0.02 b	0.02 c
15 มิถุนายน	0.00 b	0.13 a	0.53 b	0.03 c	0.00 b	0.02 c
1 กรกฎาคม	1.05 a	0.05 d	0.33 d	0.17 a	1.05 a	0.02 c
15 กรกฎาคม	0.20 b	0.10 bc	0.47 c	0.13 b	0.20 b	0.05 a
1 สิงหาคม	0.12 b	0.08 c	0.43 c	0.15 ab	0.12 b	0.03 b
15 สิงหาคม	0.03 b	0.05 d	0.30 d	0.15 ab	0.03 b	0.02 c
CV (%)	56.37	54.02	17.17	35.31	56.37	89.44

หมายเหตุ ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 30 แสดงชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูถั่วเหลืองเข้าทำลายในช่วงปลูกแตกต่างกันในจังหวัดเชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2560 (ระยะการเจริญเติบโตที่ R1)

ช่วงปลูก	หนอนม้วนใบ (ตัว/ต้น)	เพลี้ยอ่อน (ตัว/ต้น)	แมลงวันหนอนเจาะลำต้น (ตัว/ต้น)	แมลงหวี่ขาว (ตัว/ต้น)	เพลี้ยจักจั่น (ตัว/ต้น)
15 พฤศจิกายน	0.18^{c}	0.00^{b}	0^{d}	0.42^{bc}	0.18
1 ธันวาคม	0.40^{a}	0.00^{b}	0^{d}	0.50^{b}	0.25
15 ธันวาคม	0.13^{c}	0.00^{b}	0^{d}	0.67^{a}	0.25
1 มกราคม	0.18^{c}	0.83^{a}	0.1^{c}	0.33^{cd}	0.08
15 มกราคม	0.11^{c}	0.58^{a}	0.3^{a}	0.25^{d}	0.17
1 กุมภาพันธ์	0.28^{b}	0.58^{a}	0.2^{b}	0.25^{d}	0.17
CV (%)	58.97	106.09	109.54	57.41	65.87

หมายเหตุ ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 31 แสดงชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูถั่วเหลืองเข้าทำลายในช่วงปลูกแตกต่างกันในจังหวัดเชียงใหม่ ในฤดูฝน ปี 2560 (ระยะการเจริญเติบโตที่ R1)

ช่วงปลูก	หนอนม้วนใบ (ตัว/ต้น)	เพลี้ยอ่อน (ตัว/ต้น)	แมลงหวี่ขาว (ตัว/ต้น)	เพลี้ยจักจั่น (ตัว/ต้น)
15 มิถุนายน	0.22^{ab}	0.97^{b}	0.50^{a}	0.12^{c}
1 กันยายน	0.23^{a}	0.12^{c}	0.42^{b}	0.18^{b}
15 กันยายน	0.22^{ab}	1.23^{a}	0.27^{d}	0.22^{a}
15 ตุลาคม	0.18^{b}	0.10^{c}	0.33^{c}	0.13^{c}
CV (%)	44.18	52.31	25.45	36.73

หมายเหตุ ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

พบว่า แมลงศัตรูประเภทปากกัดที่สำคัญของถั่วเหลือง ได้แก่ หนอนม้วนใบ และหนอนกระทู้ผัก สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนม้วนใบ คือ สารฆ่าแมลง ลูเฟนนูรอน 5% EC อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนม้วนใบได้นาน 5 วัน และ สารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนม้วนใบได้นาน 7 วัน สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผัก คือ สารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักได้นาน 5 วัน

ตารางที่ 32 จำนวนหนอนม้วนใบที่พบเข้าทำลายถั่วเหลือง ก่อนและหลังพ่นสารฆ่าแมลง ไร่เกษตรกร อ. น้ำพอง จ. ขอนแก่น เดือนธันวาคม 2559 ถึง เดือนมีนาคม 2560

สารฆ่าแมลง	ก่อนพ่นสารฆ่าแมลง	จำนวนหนอนม้วนใบ (ตัว/20 ต้น) หลังพ่นสารฆ่าแมลง (วัน)		
		3	5	7
1. ฟลูเบนไดอะไมด์ 20% WG	105	60 b [2/]	35 ab [1/, 2/]	-
2. อิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% EC	80	35 ab	55 ab	-
3. ลูเฟนนูรอน 5% EC	60	15 a	5 a	-
4. ไตรอะโซฟอส 40% EC	100	5 a	35 ab	-
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	100	60 b	70 b	-
CV (%)	56.3	55.4	-	-

[1/] แปลงข้อมูลโดยใช้ log x+1

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 33 จำนวนหนอนกระทู้ผักที่พบเข้าทำลายถั่วเหลือง ก่อนและหลังพ่นสารฆ่าแมลงไร่เกษตรกร อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น เดือนธันวาคม 2559 ถึง เดือนมีนาคม 2560

สารฆ่าแมลง	ก่อนพ่น [1/] สารฆ่าแมลง	จำนวนหนอนกระทู้ผัก (ตัว/20 ต้น) หลังพ่นสารฆ่าแมลง (วัน) [1/]		
		3	5	7
1. ฟลูเบนไดอะไมด์ 20% WG	5	5	10	-
2. อิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% EC	15	10	5	-
3. ลูเฟนนูรอน 5% EC	25	17	10	-
4. ไตรอะโซฟอส 40% EC	20	15	15	-
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	40	20	15	-
CV (%)	-	-	-	-

[1/] แปลงข้อมูลโดยใช้ log x+1

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 34 จำนวนหนอนม้วนใบที่พบเข้าทำลายถั่วเหลือง ก่อนและหลังพ่นสารฆ่าแมลง ไร่เกษตรกร อ. น้ำพอง จ. ขอนแก่น เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม 2561

กรรมวิธี	ก่อนพ่น สารฆ่าแมลง	จำนวนหนอนม้วนใบ (ตัว/20 ต้น)		
		หลังพ่นสารฆ่าแมลง (วัน) [1/]		
		3	5	7
1. พ่นสารฆ่าแมลง ฟลูเบนไดอะไมด์ 20% WG	7.36 [2/]	8.75	4.25	8.75 ab [3/]
2. พ่นสารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% EC	6.67	0	0.5	0
3. พ่นสารฆ่าแมลง ลูเฟนนูรอน 5% EC	6.20	4.25	2.25	1.5
4. พ่นสารฆ่าแมลง ไตรอะโซฟอส 40% EC	6.15	2.25	0.25	1
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	5.21	9.75	6.25	12.5
CV (%)	-	-	-	-

[1/] แปลงข้อมูลโดยใช้ log x+1

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการแปลงข้อมูลกลับ (back transformed)

[3/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

พบว่า แมลงศัตรูประเภทปากดูดที่สำคัญของถั่วเหลือง คือ เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยจักจั่น สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนและมีต้นทุนในการพ่นต่ำ คือ สารฆ่าแมลง ฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนในการพ่น เท่ากับ 52 บาท/ไร่/ครั้ง มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนได้นาน 5 วัน สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นและมีต้นทุนในการพ่นต่ำ คือ สารฆ่าแมลง ฟิโพรนิล 5% อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนในการพ่น เท่ากับ 52 บาท/ไร่/ครั้ง มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นได้นาน 7 วัน

ตารางที่ 35 จำนวนเพลี้ยอ่อนที่พบเข้าทำลายถั่วเหลือง ก่อนและหลังพ่นสารฆ่าแมลง ที่ไร่เกษตรกร อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น เดือนกรกฎาคม 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2561

สารฆ่าแมลง	ก่อนพ่น สารฆ่าแมลง [1/]	จำนวนเพลี้ยอ่อน (ตัว/ใบ)		
		หลังพ่นสารฆ่าแมลง (วัน) [1/]		
		3	5	7
1. ไพมีโทรซีน 50% WG	0.83	0.31 ab [2/, 3/]	0.03 [2/]	0.05
2. ฟิโพรนิล 5% SC	0.27	0.02 a	0.02	0.04
3. อะบาเม็กติน 1.8% EC	0.43	1.48 b	0.06	0.08
4. คาร์โบซัลแฟน 20% EC	0.44	0 a	0.04	0.08
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	0.84	0.69 ab	0.40	0.56
CV (%)	-	-	-	-

[1/] แปลงข้อมูลโดยใช้ sqr (x+0.5)

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการแปลงข้อมูลกลับ (back transformed)

[3/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 36 จำนวนเพลี้ยจักจั่นที่พบเข้าทำลายถั่วเหลือง ก่อนและหลังพ่นสารฆ่าแมลง ที่ไร่เกษตรกร อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น เดือนกรกฎาคม 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2561

สารฆ่าแมลง	ก่อนพ่นสารฆ่าแมลง	จำนวนเพลี้ยจักจั่น (ตัว/ใบ) หลังพ่นสารฆ่าแมลง (วัน) [1/]		
		3	5	7
1. ไพมีโทรซีน 50% WG	0.88 ab [3/]	0.16 ab [2/, 3/]	0.47 b [3/]	0.40 b [2/, 3/]
2. ฟิโพรนิล 5% SC	1.10 b	0.03 a	0.08 a	0.03 a
3. อะบาเม็กติน 1.8% EC	1.00 ab	0.05 a	0.20 a	0.11 a
4. คาร์โบซัลแฟน 20% EC	1.18 b	0.04 a	0.20 a	0.16 ab
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	0.71 a	0.28 b	0.52 b	0.36 b
CV (%)	23.3	-	54.7	-

[1/] แปลงข้อมูลโดยใช้ sqr (x+0.5) [2/] ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการแปลงข้อมูลกลับ (back transformed) [3/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 37 ต้นทุนการพ่นสารฆ่าแมลง ในแปลงทดลอง ไร่เกษตรกร อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น เดือน กรกฎาคม 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2561

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัม หรือ มิลลิลิตร ต่อ น้ำ 20 ลิตร)	ราคา (บาท/กิโลกรัม หรือ ลิตร)	ต้นทุน/ไร่/ครั้ง [1/] (บาท)
1. พ่นสารฆ่าแมลง ไพมีโทรซีน 50% WG	20 กรัม	2,750	220
2. พ่นสารฆ่าแมลง ฟิโพรนิล 5% SC	20 มิลลิลิตร	650	52
3. พ่นสารฆ่าแมลง อะบาเม็กติน 1.8% EC	30 มิลลิลิตร	480	57.6
4. พ่นสารฆ่าแมลง คาร์โบซัลแฟน 20% EC	50 มิลลิลิตร	370	74
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	-	-	-

[1/] 1 ไร่ ใช้น้ำ 80 ลิตร

2.5 สารฆ่าแมลงที่สามารถควบคุมการระบาดหนอนม้วนใบได้อย่างมีประสิทธิภาพมีจำนวน 4 ชนิดได้แก่ สารคลอแรนทรานิลิโพรล+ไทอะมีโทแซม สารอีเม็คติน เบนโซเอท สารลูเฟนนูรอน และสารไตรอะโซฟอส สารฆ่าแมลงที่สามารถควบคุมการระบาดหนอนกระทู้ผักได้อย่างมีประสิทธิภาพมีจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ สารคลอแรนทรานิลิโพรล สารอีมาเม็คติน เบนโซเอท สารลูเฟนนูรอน สารคลอแรนทรานิลิโพรล+ไทอะมีโทแซม สารไตรอะโซฟอส และสารไซเปอร์เมทริน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 38 ปริมาณของหนอนม้วนใบ ก่อน-หลังพ่นสารฆ่าแมลงที่เข้าทำลายแปลงผลิตถั่วเหลืองในจังหวัดเชียงใหม่สำหรับฤดูฝน ปี 2560

กรรมวิธี		อัตราการใช้	ก่อนพ่นสารเคมี	จำนวนหนอนม้วนใบหลังพ่นสารเคมี (ตัว/ต้น)			
				3 วัน		7 วัน	14 วัน
1.	คลอแรนทรานิลิโพรล	10 มล./น้ำ 20 ล.	0.91	0.58	c	0.32	0.25
2.	คลอแรนทรานิลิโพรล+ไทอะมีโทแซม	3 ก. /น้ำ 20 ล.	0.74	0.63	d	0.60	0.58
3.	ฟลูเบนไดอะไมด์	6 ก./น้ำ 20 ล.	1.03	0.45	b	0.63	0.37
4.	อีเม็คตินเบนโซเอท	10 มล./น้ำ 20 ล.	1.18	0.42	a	0.40	0.32
5.	ลูเฟนนูรอน	20 ก./น้ำ 20 ล.	1.07	0.58	c	0.38	0.32
6.	ไตรอะโซฟอส	50 มล./น้ำ 20 ล.	0.77	0.55	c	0.42	0.25
7.	คาร์โบซัลแฟน	40 มล./น้ำ 20 ล.	0.85	0.60	d	0.52	0.50
8.	ไม่มีการพ่นสาร	-	0.93	0.85	e	0.80	0.78
	CV (%)		38.38	21.49		41.28	35.74

หมายเหตุ ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 39 ปริมาณของหนอนม้วนใบ ก่อน-หลังพ่นสารฆ่าแมลงที่เข้าทำลายแปลงผลิตถั่วเหลืองของจังหวัดเชียงใหม่ในฤดูแล้ง ปี 2561

กรรมวิธี	อัตราการใช้	จำนวนหนอนม้วนใบ (ตัว/ต้น)							
		ก่อนพ่นสารเคมี		หลังพ่น 3 วัน		หลังพ่น 7 วัน		หลังพ่น 14 วัน	
1. ฉีดพ่นสารคลอแรนทรานิลิโพรล	10 มล./น้ำ 20 ล.	0.67	a	0.60	ab	0.47	e	0.22	b
2. ฉีดพ่นสารคลอแรนทรานิลิโพรล+ไทอะมีโทแซม	3 ก. /น้ำ 20 ล.	0.82	b	0.65	b	0.45	d	0.22	b
3. ฉีดพ่นสารฟลูเบนไดอะไมด์	6 ก./น้ำ 20 ล.	0.65	a	0.65	b	0.45	d	0.17	a
4. ฉีดพ่นสารอีเม็คติน เบนโซเอท	10 มล./น้ำ 20 ล.	0.68	a	0.68	c	0.38	c	0.22	b
5. ฉีดพ่นสารลูเฟนนูรอน	20 ก./น้ำ 20 ล.	0.68	a	0.57	a	0.35	bc	0.27	c
6. ฉีดพ่นสารไตรอะโซฟอส	50 มล./น้ำ 20 ล.	0.72	ab	0.63	b	0.33	b	0.22	b
7. ฉีดพ่นสารคาร์โบซัลแฟน	40 มล./น้ำ 20 ล.	0.80	b	0.65	b	0.30	a	0.20	b
8. ไม่มีการพ่นสาร	-	0.90	c	0.75	d	0.73	f	0.70	d
CV (%)		27.74		22.59		32.57		27.09	

หมายเหตุ ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 40 ปริมาณของหนอนม้วนใบ ก่อน-หลังพ่นสารฆ่าแมลงที่เข้าทำลายแปลงผลิตถั่วเหลืองของ จังหวัดเชียงใหม่ในฤดูฝน ปี 2561

กรรมวิธี	อัตราการใช้	จำนวนหนอนม้วนใบ (ตัว/ต้น)			
		ก่อนพ่นสารเคมี	หลังพ่น 3 วัน	หลังพ่น 7 วัน	หลังพ่น 14 วัน
1. ฉีดพ่นสารคลอแรนทรานิลิโพรล	10 มล./น้ำ 20 ล.	1.17	0.76	0.50 b	0.32 c
2. ฉีดพ่นสารคลอแรนทรานิลิโพรล+ไทอะมีโทแซม	3 ก. /น้ำ 20 ล.	1.32	0.78	0.44 a	0.27 b
3. ฉีดพ่นสารฟลูเบนไดอะไมด์	6 ก./น้ำ 20 ล.	1.15	0.62	0.63 e	0.22 a
4. ฉีดพ่นสารอีเม็คติน เบนโซเอท	10 มล./น้ำ 20 ล.	1.34	0.84	0.59 de	0.27 b
5. ฉีดพ่นสารลูเฟนนูรอน	20 ก./น้ำ 20 ล.	1.18	0.88	0.67 ef	0.32 c
6. ฉีดพ่นสารไตรอะโซฟอส	50 มล./น้ำ 20 ล.	1.22	0.93	0.56 cd	0.27 b
7. ฉีดพ่นสารคาร์โบซัลแฟน	40 มล./น้ำ 20 ล.	1.30	0.69	0.52 bc	0.25 b
8. ไม่มีการพ่นสาร	-	1.4	1.37	0.79 f	0.55 d
CV (%)		12.26	18.06	24.22	16.10

หมายเหตุ ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว(*Etiella zinckenella* Treitschke)ของถั่วเหลืองฝักสด พบว่าวิธีที่พ่นด้วยสาร triazophos 40% W/V EC มีแนวโน้มทำให้ค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะฝักถั่วลดลง และค่าเฉลี่ยของปริมาณฝักที่ถูกหนอนเจาะฝักถั่วเข้าทำลายลดลง เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนในการใช้สารกำจัดแมลง การใช้สารเคมีกลุ่ม 1B ได้แก่สาร triazophos 40% W/V EC, dichlorvos 50% W/V EC และ dimethoate 40% W/V EC คุ้มค่าที่สุด เนื่องจากมีต้นทุนที่ราคาถูกคือ 17.5, 11.2 และ 5 บาท/น้ำ 20 ลิตร

ตารางที่ 41จำนวนหนอนเจาะฝักถั่ว (*Etiella zinckenella* (Treitschke)) ในถั่วเหลืองฝักสด จากการพ่นสารกรรมวิธีต่าง ๆ ที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้งปี 2560-2561

กรรมวิธี	จำนวนหนอนเจาะฝักถั่ว (ตัว/ต้น)												
	หลังพ่นสาร/(วัน)												
	ก่อนพ่นสาร		เฉลี่ย	3		เฉลี่ย	5		เฉลี่ย	7		เฉลี่ย	เฉลี่ย
	2560	2561		2560	2561		2560	2561		2560	2561		
น้ำเปล่า	0	0	0	0	0	0	0.59	0.45	0.52	0.93	0.69	0.81	0.33
อินด๊อกซาคาร์บ 15% W/V EC	0	0	0	0.18	0.22	0.20	0.18	0.28	0.23	1.02	0.6	0.81	0.31
ไดเมโทเอท 40% W/V EC	0	0	0	0.35	0	0.18	0.18	0.52	0.35	0.18	0.57	0.38	0.23
ไดคลอวอส 50% W/V EC	0	0	0	0	0.06	0.03	0.18	0.45	0.32	0.35	0.62	0.49	0.21
ไตรอะโซฟอส 40% W/V EC	0	0	0	0	0.13	0.07	0.18	0.44	0.31	0.41	0.28	0.35	0.18
เฉลี่ย	0	0		0.11	0.08		0.26	0.43		0.58	0.55		
C.V.(%)	0			223.04			81.49			66.65			

[1/] แปลงค่าข้อมูลจำนวนแมลงที่ตรวจนับได้ ด้วยค่า square root (x + 0.5) ก่อนวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 42 จำนวนหนอนเจาะฝักถั่ว (*Etiella zinckenella* (Treitschke)) ในถั่วเหลืองฝักสด จากการพ่นสารกรรมวิธีต่าง ๆ ที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูฝนปี 2560-2561

กรรมวิธี	จำนวนหนอนเจาะฝักถั่ว (ตัว/ต้น)												
				หลังพ่นสาร/(วัน)									
	ก่อนพ่นสาร		เฉลี่ย	3		เฉลี่ย	5		เฉลี่ย	7		เฉลี่ย	เฉลี่ย
	2560	2561		2560	2561		2560	2561		2560	2561		
น้ำเปล่า	0.88	1.56	1.22	1.18	0.93	1.06	1.13 c	1.34 a	1.24	0.97	0.90	0.94	1.11
อินด๊อกซาคาร์บ 15% W/V EC	0.98	1.32	1.15	1.15	1.31	1.23	1.14 c	1.39 ab	1.27	1.06	0.90	0.98	1.16
ไดเมโทเอท 40% W/V EC	1.00	1.19	1.10	1.18	1.09	1.14	1.18 bc	1.09 c	1.14	1.04	0.93	0.99	1.09
ไดคลอวอส 50% W/V EC	1.12	1.22	1.17	1.11	1.18	1.15	1.20 bc	1.16 bc	1.18	1.06	0.71	0.89	1.10
ไตรอะโซฟอส 40% W/V EC	0.98	1.39	1.19	1.19	1.20	1.20	1.22 abc	1.06 c	1.14	1.05	0.10	0.58	1.02
เฉลี่ย	0.99	1.34		1.16	1.14		1.17	1.21		1.04	0.71		
C.V.(%)	26.67			17.65			10.51			15.65			

[1/] แปลงค่าข้อมูลจำนวนแมลงที่ตรวจนับได้ ด้วยค่า square root (x + 0.5) ก่อนวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

การใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงหวี่ขาวยาสูบในถั่วเหลืองฝักสด พบว่าในฤดูแล้งปี 2561 และปี 2562 กรรมวิธีที่พ่นเชื้อรา *Beauveria bassiasna* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{10} สปอร์/มิลลิลิตรพบจำนวนแมลงหวี่ขาวยาสูบน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.71 และ1.20 ตัว/1 ตารางเมตรแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำเปล่า ในฤดูฝนปี 2561 พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นเชื้อรา *Beauveria bassiasna* และพ่นสาร ไตรอะโซฟอส 40% W/V EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตรพบจำนวนแมลงหวี่ขาวยาสูบน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.76-0.90 ตัว/1 ตารางเมตร แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำเปล่า อย่างไรก็ตามผลการทดลองในฤดูแล้งปี 2561 และ 2562 กรรมวิธีที่พ่นเชื้อรา *Beauveria bassiasna* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{10} สปอร์/มิลลิลิตร ทำให้น้ำหนักรวมของฝักที่แสดงอาการโรคไวรัสยอดย่นน้อยกว่าในทุกกรรมวิธี ฤดูฝนปี 2561 และ2562 กรรมวิธีที่พ่นสาร ไตรอะโซฟอส 40% W/V EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และพ่นเชื้อรา *Beauveria bassiasna* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{10} สปอร์/มิลลิลิตร ทำให้น้ำหนักรวมของฝักที่แสดงอาการโรคไวรัสยอดย่นน้อยกว่าในทุกกรรมวิธี

ตารางที่ 43 จำนวนแมลงหวี่ขาวยาสูบ (*Bemesia tabaci* (Gennadius)) ในถั่วเหลืองฝักสด จากการพ่นสารกรรมวิธีต่าง ๆ ที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้งปี 2561-2562

กรรมวิธี	จำนวนแมลงหวี่ขาวยาสูบ (ตัว/ต้น)							
	ก่อนพ่นสาร		หลังพ่นสาร/(วัน)					
			3		5		7	
	2561	2562	2561	2562	2561	2562	2561	2562
น้ำเปล่า	0.89	1.39	1.26 b	1.56	0.94 b	1.37	1.03 b	1.37 b
B. bassiasna 1×10^{8} สปอร์/มล.	1.03	1.49	1.09 ab	1.55	0.76 ab	1.44	0.83 ab	1.32 ab
B. bassiasna 1×10^{9} สปอร์/มล.	1.02	1.37	0.86 a	1.52	0.71 a	1.43	0.80 ab	1.24 ab
B. bassiasna 1×10^{10} สปอร์/มล.	0.87	1.42	1.12 ab	1.49	0.93 b	1.37	0.71 a	1.20 a
เฉลี่ย	0.95	1.42	1.08	1.53	0.84	1.40	0.85	1.28
C.V.(%)	28.85	7.01	22.88	4.89	15.79	7.17	19.96	7.58

1/ แปลงค่าข้อมูลจำนวนแมลงที่ตรวจนับได้ ด้วยค่า square root (x + 0.5) ก่อนวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 44 จำนวนแมลงหวี่ขาวยาสูบ (*Bemesia tabaci* (Gennadius)) ในถั่วเหลืองฝักสด จากการพ่นสารกรรมวิธีต่าง ๆ ที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูฝนปี 2561-2562

กรรมวิธี	จำนวนแมลงหวี่ขาวยาสูบ (ตัว/ต้น)											
	ก่อนพ่นสาร		หลังพ่นสาร/(วัน)									
			3		5				7			
	2561	2562	2561	2562	2561		2562		2561		2562	
น้ำเปล่า	1.38	1.33	1.44	1.01	1.45	b	1.24	b	1.25	b	0.76	
B. bassiasna 1×10^8^ สปอร์/มล.	1.35	1.31	1.50	0.76	1.37	b	1.02	ab	0.90	a	0.71	
B. bassiasna 1×10^9^ สปอร์/มล.	1.21	1.37	1.11	0.76	1.26	ab	1.09	ab	0.76	a	0.71	
B. bassiasna 1×10^10^ สปอร์/มล.	1.17	1.17	1.26	1.04	1.37	b	1.00	ab	0.80	a	0.71	
ไตรอะโซฟอส 40% W/V EC	1.38	1.31	1.11	0.94	0.8	a	0.86	a	0.81	a	0.71	
เฉลี่ย	1.30	1.30	1.28	0.90	1.25		1.04		0.90		0.72	
C.V.(%)	19.85	22.97	18.02	27.11	24.13		20.46		19.89		6.21	

[1/] แปลงค่าข้อมูลจำนวนแมลงที่ตรวจนับได้ ด้วยค่า square root (x + 0.5) ก่อนวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMR

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชเพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดพืชไร่ในถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด ดำเนินการรวมทั้งหมด 7 การทดลอง ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. การป้องกันกำจัดวัชพืช พบว่า การใช้ fluazifop-p-butyl+fomesafen อัตรา 24+40 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พ่นหลังปลูกถั่วเหลือง 15-20 วัน มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชใบแคบและใบกว้างได้ดีจนถึงระยะ 45 วันหลังพ่น ให้ผลผลิตสูงสุด 307 กิโลกรัมต่อไร่ คุ้มค่าต่อการลงทุนมากสุด โดยมีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) สูงสุดเท่ากับ 1.07

2. การป้องกันกำจัดแมลง พบว่าสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพที่สุด ดังนี้

2.1 ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลือง พบว่า สารฆ่าแมลง ลูเฟนนูรอน 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และอิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนม้วนใบได้นาน 5 และ 7 วัน ตามลำดับ

2.2 สารฆ่าแมลงอิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92% อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักได้นาน 5 วัน

2.3 สารฆ่าแมลงฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนในการพ่น เท่ากับ 52 บาทต่อไร่ต่อครั้ง มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนและเพลี้ยจักจั่นได้นาน 5 และ 7 วัน ตามลำดับ

2.4 การป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenella* (Treitschke) ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดทั้งในฤดูแล้ง และฤดูฝน คือ สารกลุ่ม 1B ได้แก่ dimethoate 40% W/V EC, dichlorvos 50% W/V EC และ triazophos 40% W/V EC

2.5 การพ่นเชื้อรา *B. bassiana* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{10} สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถควบคุมแมลงหวี่ขาวยาสูบได้ดีที่สุดหลังพ่น 7 วัน ในฤดูแล้ง 81-84 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝน 60-68 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 3

การแปรรูปถั่วเหลือง

Soybean Processing

ละอองดาว แสงหล้า กัลยา วิธี และ สุพรรณณี เป็งคำ
Laongdown Sangla Kallaya Withee Supannee Phengkham

คำสำคัญ การแปรรูปถั่วเหลือง โยเกิร์ตถั่วเหลือง เฟร้นช์ฟรายถั่วเหลือง น้ำนมถั่วเหลืองงอก
Key words Soybean Processing, Soybean yogurt, soybean french fries, Germinated Soybean milk

บทคัดย่อ

การวิจัยการแปรูปรูปถั่วเหลืองมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มมูลค่าการผลิต สร้างรายได้เพิ่มแก่กลุ่มเกษตรกร ส่งผลให้มีการใช้และผลิตถั่วเหลืองอย่างยั่งยืน ดำเนินการใน 6 การทดลอง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2559-2560 ผลการวิจัย พบว่า พันธุ์ถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลือง คือพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 สำหรับอัตราส่วนแป้งสาลีที่เหมาะสมสำหรับผลิตเฟร้นช์ฟรายถั่วเหลืองพบว่า ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 เหมาะสมสำหรับใช้ในการผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลือง โดยมีปริมาณโปรตีนในเมล็ด 3.54 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3.44 เปอร์เซ็นต์ และกรดแลคติก 0.69 กรัมต่อโยเกิร์ต 100 กรัม มีค่า pH 4.3 และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 8 องศาเซลเซียส ได้นาน 7 วัน มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดี มีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ 2146-2546 การใช้แป้งสาลีที่อัตราส่วน 300 กรัม เหมาะสมสำหรับทำให้คุณภาพเฟร้นช์ฟรายทั้งแบบดิบและแบบทอดรวมถึงรสชาติดีกว่าการใช้แป้งสาลีในอัตราส่วนอื่น ๆ โดยเฟร้นช์ฟรายถั่วเหลืองแบบดิบ มีโปรตีน 31.3 และไขมัน 13.2 เปอร์เซ็นต์ มีสีเหลืองอ่อน ผิวเรียบ ไม่มีกลิ่นถั่ว ส่วนเฟร้นช์ฟรายถั่วเหลืองแบบทอด มีสีเหลืองเข้ม มีผิวเรียบ ไม่มีกลิ่นถั่ว และมีความกรอบปานกลาง เฟร้นช์ฟรายทั้งแบบดิบและแบบทอดสามารถเก็บรักษาในสภาพแช่แข็ง -18 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลา 2 การทำน้ำนมถั่วเหลืองงอกที่มีขบวนการงอกด้วยการแช่ 6 และ 8 ชั่วโมงแล้วบ่มให้งอก 24 ชั่วโมงมีคุณภาพดีที่สุดโดยมีความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นสูงสุด 21.8 และ 27.3 umol TE ต่อ 100 มิลลิลิตร และปริมาณสารกาบ้าสูงสุด (2.0 และ 2.2 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร เมล็ดถั่วเหลืองและเต้าหู้ที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที ของเครื่องกำเนิดคลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27.12 เมกกะเฮิร์ต สามารถคงสภาพโปรตีนและไขมัน มีการสะสมสารพิษอฟลาท็อกซินต่ำ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาไปจนถึง 6 และ 3 เดือน ตามลำดับ ขณะที่เต้าหู้ที่ผ่านการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 นาน 5 นาที สามารถคงสภาพโปรตีนและไขมัน คุณภาพทางประสาทสัมผัส และยืดอายุการเก็บรักษาไปจนถึง 6 เดือน การผลิตโลชั่นโดยการใช้น้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันมะกอก เป็นโลชั่นสูตรให้คุณภาพดีและได้รับความพึงพอใจจากผู้ใช้มากที่สุด เท่ากับโลชั่นนมวัวในท้องตลาด มีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.152) มาตรฐาน

กรมวิชาการเกษตร

ผลิตภัณฑ์ชุมชน: ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว เลขที่ มผช. 551/2547 โดยมีค่า pH 5.9 กลิ่นหอม ลักษณะเป็นของเหลวเป็นเนื้อเดียวกัน มีความเนียนและคงตัวสูง ไม่หนืด ไม่ทำให้เกิดการแพ้ และมีอายุเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 1 เดือน และการผลิตสบู่เหลวถั่วเหลืองโดยใช้น้ำนมถั่วเหลือง โยเกิร์ตถั่วเหลือง เต้าหู้ถั่วเหลือง และโยเกิร์ตถั่วเหลืองผสมเต้าหู้ถั่วเหลือง (อัตราส่วน 1:1) เป็นสบู่เหลวที่ให้คุณภาพดีและได้รับความพึงพอใจโดยรวมจากผู้ใช้ในระดับดีเท่ากับสบู่เหลวในท้องตลาด โดยมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สบู่เหลวเลขที่ มอก.1403 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เลขที่ มผช. 95/2546 โดยมีสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอมอ่อนๆ มีความคงตัว มีปริมาณฟองสบู่ปานกลาง ล้างออกง่าย ลักษณะผิวหลังใช้จะชุ่มชื้น ไม่ทำให้เกิดการแพ้ และสามารถเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิปกติได้ไม่ต่ำกว่า 2 เดือน

Abstract

The objective of research and development on soybean protection was to find out the appropriate technologies for management of soybean and vegetative soybean production and quality. It consists of 7 experiment and were conducted at Research Center under Department of Agriculture in 201619. The research founded that Chiang Mai 84-2 were suitable for processed soy yogurt, gave good organoleptic qualities of protein content at 3.54 percent, fat at 3.44 percent and lactic acid at 0.69 grams per 100 gram yougurt, pH at 4.3 and yougurt can be stored at low temperature 8 ^{0}C for 7 days closed to Thai Industrial Standard No. 2146-2546. The 300 gram of wheat flour was the optimum ratio for producing soybean French fries, raw type: contained 31.3 percent of protein content, 13.2 percent of crude fat content, light yellow color, smooth texture and odorless, fried type: had dark yellow color, good taste, smooth texture, odorless, and moderate crispy and both type can be kept frozen at -18 ^{0}C for 2 months. The germinated soy milk processed by soaking seeds for 6 and 8 hours and then incubating for 12 hours gave the highest antioxidant capacity of 31.4 µmol TE per 100 mililiters GABA content of 2.0 and 2.2 miligrams per 100 mililiters, respectively. Soybean and tofu were heated in 27.12 MHz radio frequency generator at 80^{0}C for 3 minutes have a low accumulation of aflatoxin and the shelf life can be extended to 6 and 3 months, respectively, while heated at 80 ^{0}C for 5 minutes was able to maintain protein and fat content, sensory quality and extend shelf life up to 6 months. Lotion production by using rice bran oil mixed with soybean oil and rice bran oil mixed with olive oil were a lotion formulated with good quality and the satisfaction of the users the most. Both lotion formulas are equal to cow's milk lotions in the market. The quality is according to the Thai Industrial Standards and Community Product Standard: Skin Care Products with a pH of 5.9, a fragrance and a homogeneous liquid. It is smooth and highly stable, not viscous, does

กรมวิชาการเกษตร

not cause allergic reactions. and has a shelf life of 1 month. And Production of soy liquid soap using soy milk, soy yogurt, soy bean curd and soy yogurt mixed with soy tofu (1:1 ratio) were good quality liquid soaps and received good overall user satisfaction. All formulas were the same quality as the liquid soaps in the market. The quality is according to the Thai Industrial Standards and Community Product Standard, with light yellow color, lightly scented, stable, moderately foaming and easy to wash off. Skin texture is moist after use, does not cause allergic reactions and can be stored in normal temperature conditions for at least 2 months.

บทนำ

ในปัจจุบันกระแสในการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นนิยมในในผู้บริโภค เมล็ดภั่วเหลืองเป็นเมล็ดพืชอีกชนิดนึงที่มีโปรตีนสูงและราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับโปรตีนกับเนื้อสัตว์ ในเมล็ดถั่วเหลืองยังมีส่วนประกอบจากธาตุอาการอื่น ๆ อีกมากมาย ตัวอย่างเช่น ไอโซฟลาโวน กาบ้า และอืน ๆ การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากถั่วเหลือง เพื่อให้มีคุณค่าโภชนาการเหมาะสำหรับการบริโภคเป็นอาหารสุขภาพ จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มมูลค่าเมล็ดถั่วเหลือง สร้างรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้จำหน่ายอย่างครบวงจรตลอดห่วงโซ่ของการผลิต เพื่อความมั่นคงและยั่งยืนในการผลิตถั่วเหลือง

โยเกิร์ตถั่วเหลือง (Soy yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มนมเปรี้ยว (Fermented soy milk) ที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ได้แก่ สเตรปโทค็อกคัส เทอร์โมฟิลัส (Streptococcus thermophilus) และแล็กโทบาซิลลัส ซับสปีชีส์ บัลแกริคัส (Lactobacillus subsp. bulgaricus) หรือแล็กโทบาซิลลัส ซับสปีชีส์ อื่นๆ (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2556) แบคทีเรียดังกล่าวจะย่อยน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมให้เป็นกรดแลคติก ทำให้มีภาวะเป็นกรดและมีรสเปรี้ยว(pH = 3.8-4.6) และย่อยโปรตีนให้เป็นกรด อะมิโน และอุดมไปด้วยโปรตีนและไขมัน (Liener, 1972) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ย่อยได้ง่ายและเหมาะกับผู้ที่มีอาการแพ้โยเกิร์ตที่ผลิตจากนมวัว(บัญญัติ, 2535) นอก จากนี้การผลิตมีต้นทุนที่ถูกกว่า เนื่องจากถั่วเหลืองมีราคาถูกว่านมวัวและยังประกอบไปด้วยสารพฤกษเคมีที่สำคัญ ได้แก่ ไอโซฟลาโวน กาบ้า เลซิทิน และแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส สามารถลดความเสียงจากโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ มะเร็ง อาการวัยทองและโรคกระดูกพรุน (Caroll and Kurowska, 1995; Lathiaand Kruchten, 1996) มีรายงานการวิจัย การพัฒนาการผลิตหัวเชื้อโยเกิร์ตถั่วเหลืองและการผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลืองในประเทศไทย พบว่า อัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง คือ 25:75 และใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ หมักในน้ำนมถั่วเหลือง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้โยเกิร์ตมีคุณภาพดี ส่วนการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าที่มีในท้องตลาด ให้คุณสมบัติโยเกิร์ตใกล้เคียงกัน (วรรณภา และคณะ, 2554)อย่างไรก็ตาม การบริโภคและการผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลืองในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายในเชิงการค้า และยังไม่มีการวิจัยการเลือกใช้พันธุ์ถั่วเหลืองที่เหมาะสมเพื่อให้โยเกิร์ตที่ได้มีคุณภาพดี ดังนั้นการนำพันธุ์ถั่วเหลืองของไทยโดยเฉพาะพันธุ์มาตรฐานและพันธุ์ใหม่ๆ เช่น เชียงใหม่ 60 เชียงใหม่ 6 สุโขทัย 3 เชียงใหม่ 84-2 มาเป็นวัตถุดิบในการผลิต จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนา

โยเกิร์ตของไทย รวมไปถึงการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากโยเกิร์ตถั่วเหลือง โดยเฉพาะที่เรียกว่า second generation soy food จึงน่าจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ถั่วเหลืองและทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค

เต้าหู้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นแหล่งโปรตีนหลักจากพืชราคาถูกและใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนจากโปรตีนสัตว์อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นก้อนและหรือเป็นเจลที่สามารถอุ้มน้ำไว้ในโครงสร้างได้สูงในกระบวนการผลิตเต้าหูจะนำถั่วเหลืองมาผ่านกระบวนการจนได้เป็นน้ำเต้าหู้และทำการให้ความร้อนเพื่อให้เกิดการฟอร์มตัวของเคิร์ด (curd) เมื่อนำเคิรด์ที่ได้ไปกดน้ำออกจะได้เป็นเต้าหู้ (wang and Hesseltine, 1982) ปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพเต้าหู้ประกอบด้วยตัวชนิดและปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองและการกระบวนการในการผลิต ในการผลิตเต้าหู้วิธีปัจจุบันจะใช้ความร้อนโดยการต้มน้ำเต้าหู้เพื่อให้โปรตีนของถั่วเหลืองเกิดการสูญเสียสภาพแล้วโปรตีนเกิดการเกาะตัวเป็นเจล ซึ่งพบว่าขั้นตอนการให้ความร้อนในการต้มน้ำเต้าหู้ก่อนตกตะกอนโปรตีนเพื่อให้โปรตีนเสียสภาพนั้น หากดำเนินการที่ไม่เหมาะสมสามารถส่งผลต่อคุณภาพของเต้าหู้ คือ เมื่อไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาให้เหมาะสมอุณหภูมิและเวลาที่ไม่สามารถควบคุมได้ส่งผลต่อสภาพการเกิดเจล ซึ่งจะส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส ความนุ่ม แข็ง การเกิดกลิ่น ตลอดจนความร้อนที่สูงเป็นระยะเวลานานทำให้เกิดการสลายตัวของโปรตีนที่เป็นประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เต้าหู้ และยังพบว่าปัจจัยความเก่าใหม่ของเมล็ดถั่วเหลืองมีผลต่อคุณภาพโปรตีนเริ่มต้นในการผลิตและคุณภาพเต้าหู้ ซึ่ง ละอองดาวและคณะ (2556) พบว่า พันธุ์ที่เหมาะสำหรับผลิตเต้าหู้แข็ง คือ MJ 9518-2 และเป็นเมล็ดเก็บเกี่ยวใหม่ ให้ผลผลิตสูง (2,240 กรัม/1,000 กรัม) และมีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าการใช้พันธุ์มาตรฐาน ชม.60 และสจ.5 แต่ถ้าใช้เมล็ดหลังเก็บรักษาพันธุ์ที่เหมาะสมคือ CM 9513-3 ให้ผลผลิต(2,090 กรัม/1,000 กรัม)และมีโปรตีนสูงกว่าการใช้พันธุ์มาตรฐาน ทั้ง 2 พันธุ์ให้เนื้อเต้าหู้ค่อนข้างละเอียดและมีความคงตัวสูง ส่วนการผลิตเต้าหู้อ่อนพันธุ์ที่เหมาะสำหรับ คือ CM9513-3 ที่เก็บเกี่ยวใหม่ ให้ผลผลิตสูง(2,620 กรัม/1,000 กรัม) มีโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมันสูงกว่าพันธุ์มาตรฐาน ให้เนื้อเต้าหู้ค่อนข้างหยาบและมีความคงตัวต่ำ เต้าหู้ทั้ง 2 ชนิดที่ผลิตได้มีคุณภาพใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน ดังนั้นการใช้ถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดีก็จะทำให้ได้เต้าหู้ที่มีคุณภาพดี

การผลิตถั่วเหลืองหมัก (ถั่วเน่า) การทำถั่วเน่าแบบพื้นบ้านมีวิธีการทำไม่ยุ่งยาก เริ่มจากคัดเลือกเมล็ดถั่วเหลือง แยกสิ่งสกปรกและเมล็ดถั่วที่เสียออก ล้างน้ำทำความสะอาด แช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน แล้วนำไปต้มจนเมล็ดถั่วเหลืองอ่อนนุ่มประมาณ 6 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นผสมกับเครื่องปรุงรสที่บดแล้วซึ่งประกอบด้วย เกลือแกง พริกแห้งและหอมแดง จากนั้นนำไปบรรจุลงในตะกร้าที่รองด้วยใบตองเหียง (ภาษาเหนือเป็นไม้ยืนต้นชนิดหนึ่งใบมีขนาดใหญ่และท้องใบมีขน) เพื่อไม่ให้เมล็ดถั่วเกาะติดตะกร้า ใส่เมล็ดถั่วเหลืองลงไปประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของตะกร้าปิดด้วยใบตองหียงให้มิดชิด ใช้ไม้ไผ่ปิดขวางปากตะกร้าให้แน่น นำตะกร้าวางไว้ในที่ร่มและมีอากาศถ่ายเทได้สะดวกเป็นเวลา 3 – 4 วัน ถั่วเหลืองเมื่อหมักได้ที่จะมีลักษณะเป็นฝ้าสีขาวรอบเมล็ดเกิดจากเชื้อแบคทีเรียชนิดหนึ่ง และมีกลิ่นค่อนข้างฉุน ถ้าถั่วมีฝ้าสีดำให้ตักส่วนนั้นทิ้งไป ถั่วหมักที่ยังไม่มีลักษณะดังกล่าวให้หมักต่อไปโดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวต้องใช้เวลาหมักมากขึ้น หลังจากปฏิกิริยาการหมักสมบูรณ์ได้ถั่วเน่าที่มีกลิ่นและรสชาติดีแล้ว สามารถเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส ได้เป็นระยะเวลา 12 เดือน ถึง 18 เดือน ส่วนการทำถั่วเน่าแผ่นเป็นการลดปริมาณน้ำให้น้อยลงช่วยยืดอายุการเก็บได้ระดับหนึ่ง จากการตรวจคุณภาพถั่ว

กรมวิชาการเกษตร

เน่าในแหล่งต่าง ๆ ของ ละอองดาว และคณะ (2548) และ Sangla *et al.*,(2010) พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ 4 ชนิด คือ Bacillus spp. *Rizopus* spp. *A. flavus* และ *A. niger* มีค่าอยู่ระหว่าง $1.56x10^7$-$4.93\ 10^7$ CFU/g ส่วนคุณค่าทางโภชนา พบว่า มีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำมัน เยื่อใย เถ้า และ ปริมาณความชื้นดังนี้ 38.94-42.81 34.81-40.43 3.15-9.33 5.44-7.86 0.01-0.07 และ 7.3-12.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การพัฒนาวิธีการผลิตถั่วเน่าที่ได้คุณภาพ มีมาตรฐาน เริ่มจากการนำเมล็ดถั่วเหลืองไปแช่น้ำ 12 ชั่วโมง นำมาต้มในน้ำ 5 ชั่วโมง แล้วนำไปใส่ในตะกร้าเพื่อให้สะเด็ดน้ำ นำไปหมักในถุงพลาสติกโดยทำการปิดปากถุง ทิ้งไว้ 3 วัน นำถั่วเหลืองที่หมักไปบดให้ละเอียดปั้นเป็นก้อนกลม ทำเป็นแผ่นกลมบาง ๆ แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง ถั่วเน่าที่ผลิตได้จะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะปริมาณโปรตีน มีคุณภาพทางอาหารดี คือ รสชาติดี กลิ่นหอม สีสวย เนื้อละเอียด มีปริมาณจุลินทรีย์ กลุ่ม *Bacillus* spp. ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการหมักสูงและมีปริมาณสารพิษอะฟลาท๊อกซิน อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค (ต่ำกว่า 20 ppb) สามารถเก็บรักษาถั่วเน่าได้ไม่เกิน 23 วัน ในสภาพการเก็บทั่วไป(อุณหภูมิสูงสุด 33.9 $^{\circ}$C และอุณหภูมิต่ำสุด 15.8 $^{\circ}$C) และไม่เกิน 36 วัน ในห้องควบคุมอุณหภูมิ (อุณหภูมิสูงสุด 20 $^{\circ}$C และอุณหภูมิต่ำสุด 15 $^{\circ}$C)

ในขบวนผลิตผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง ทั้งเต้าหู้และถั่วเน่าแผ่นและอื่นๆ มักมีการกักตุนเมล็ดถั่วเหลืองไว้ โดยมีการเก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิปกติ ทำให้วัตถุดิบถั่วเหลืองมีคุณภาพแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพของถั่วเหลือง ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในสภาพอุณหภูมิและความชื้นสูง โดยจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีเอ็นไซม์ lipoxydase ไปเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระ เกิดกลิ่นหืนและกลิ่นถั่ว (Liu, 1997) นอกจากนี้ โปรตีนจะถูกย่อยให้เป็นแอมโมเนียและกรดอะมิโน โดยเอนไซม์ยูรีเอสในระหว่างการเก็บรักษา (อาณดีและประไพศรี, 2552) คาร์โบไฮเดรตลดลง จากการถูกนำไปใช้ในขบวนการหายใจของเมล็ด (Sharma *et al*.,2007) มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง ที่ผลิตได้มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน และอาจมีการปนเปื้อนของแมลงหรือเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค แม้ว่าการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิและความชื้นต่ำจะชะลอการเสื่อมคุณภาพถั่วเหลืองได้ แต่วิธีการนี้ไม่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีต้นทุนสูงและไม่สามารถควบคุมศัตรูในโรงเก็บบางชนิดได้ เช่น มอด หรือเชื้อรา เป็นต้น ในนี้ปัจจุบันได้มีการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งในรูปของไมโครเวฟและคลื่นความถี่วิทยุ ในการแปรรูปและเพิ่มมูลค่าในอุตสาหกรรมอาหารมากขึ้น

เฟร้นช์ฟราย หมายถึง มันฝรั่งทอดที่สามารถแปรรูปเป็นแบบแท่งหรือเป็นลักษณะอย่างอื่น มีที่มาจากประเทศเบลเยี่ยม และมีความนิยมอย่างแพร่หลายในหลายๆประเทศ แต่เฟร้นช์ฟรายมีสารที่เรียกกันว่า อะคริลาไมด์ (acrylamide) ซึ่งเป็นสารที่ก่อมะเร็งในสัตว์ค่อนข้างสูง มีสูงมากเมื่อเทียบกับอาหารหลายอย่างที่ใช้บริโภค สารอะคริลาไมด์ที่กล่าวนี้เกิดขึ้นมาจากกรดอะมิโนแอสปาราจีน (asparagine) ที่มีมากในมันฝรั่ง เนื้อสัตว์ และธัญพืช (โอภาษ, 2551) กรดอะมิโนแอสปาราจีนนี้เมื่อทำปฏิกิริยาในความร้อนสูงจากการทอด ที่เรียกว่าทอดท่วม (deep frying) จะเกิดการสร้างสารอะคริลาไมด์ขึ้นมา โดยมีปริมาณที่ตรวจพบอยู่ในช่วง น้อยกว่า 50 ถึง 3,500 พีพีบี ระดับอันตรายในร่างกายมนุษย์ 0.3-0.8 ไมโครกรัมของสารอะคริลาไมด์ต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัมต่อวัน สารอะคริลาไมด์นี้เป็นตัวการทำให้ยีนเปลี่ยนรูป นำไปสู่การเป็นโรคมะเร็งหลายประเภท รวมทั้งมะเร็งเต้านมและมะเร็งปากมดลูกด้วย จากผลการวิจัยของทีมนักวิทยาศาสตร์ ชาวสวีเดนพบ ทำให้ผู้บริโภคเฟรนช์ฟรายเป็นอาหาร

กรมวิชาการเกษตร

หลักบางกลุ่มคนเกิดอาการวิตกจริต ปัจจุบันมีบางประเทศที่เริ่มมีการใช้วัตถุดิบอื่นที่มีสารอะคริลาไมด์น้อย แทนมันฝรั่ง เช่นประเทศเยอรมัน โดยมีการใช้มันสำปะหลังของไทย พันธุ์ห้านาที ถั่วเหลืองก็เป็นทางเลือกตัวใหม่ในการผลิต ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพืชที่มีกรด กรดอะมิโนแอสปาราจีนอยู่น้อย นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยสาระสำคัญอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่โปรตีน เส้นใย ไกรดขมันไม่อิ่มตัว และสารพฤกษเคมีที่สำคัญ ได้แก่ ไอโซฟลาโวน กาบ้า เลซิทิน ซาโปนิน และอุดมไปด้วย โฟเลต เหล็ก วิตามินดี วิตามินบี วิตามินอี แคลเซียม ธาตุเหล็ก สังกะสี ไฟเบอร์ ฟอสฟอรัส คอปเปอร์ แมกนีเซียม แมงกานีส (AboultkidsHealth, 2007;เพิ่มศักดิ์ และ สมศักดิ์, 2550) ซึ่ง สามารถลดความเสียงจากโรคหัวใจ มะเร็ง อาการวัยทองและโรคกระดูกพรุน (Caroll and Kurowska, 1995; Lathia and Kruchten, 1996) ความต้องการใช้ถั่วเหลืองเพื่อการบริโภคและอุตสาหกรรมอาหารสุขภาพได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น น้ำนมถั่วเหลือง (Soybean milk) เต้าหู้ (Bean curd) ฟองเต้าหู้ (Yuba) ซอสปรุงรส (Flavored sauce) เต้าฮวย (Soft bean curd) ถั่วเน่า (Fermented soybean) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทย ส่วนใหญ่ผลิตเพื่อนำไปสกัดน้ำมันและทำอาหารสัตว์ การนำถั่วเหลืองมาแปรรูป ปริมาณการบริโภคถั่วเหลืองในรูปแบบอื่นๆ ยังไม่ได้รับความนิยมมากนัก ซึ่งจำกัดอยู่เฉพาะกลุ่ม เช่น กลุ่มมังสวิรัติ กลุ่มชีวจิต ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดทั้งในเรื่องรสชาติ รูปแบบ เทคนิคในการผลิตและชนิดของผลิตภัณฑ์ และการเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสมในการผลิต ดังนั้นแนวทางการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองในรูปแบบใหม่ จึงน่าจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ถั่วเหลืองและทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์เมล็ดเพาะงอก แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากแห้งถั่วเขียวเพาะงอก มีคุณสมบัติทางกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันทั้งด้านสี กลิ่น ความเหนียว ความนุ่ม และความชอบโดยรวม นอกจากนี้แป้งถั่วเขียวเพาะงอกที่ได้มีองค์ประกอบของโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและเถ้า สูงขึ้น เมื่อเทียบกับถั่วเขียวที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการเพาะงอก(กฤติกา, 2555) สุนันทา และคณะ(2553)ได้หากระบวนการเพาะข้าวกล้องงอกและการผลิตเครื่องดื่มจากข้าวกล้องงอก พบว่า กรรมวิธีที่เหมาะสมในการเพาะข้าวกล้องงอก คือ นำข้าวกล้องที่มีเมล็ดสมบูรณ์มาล้างน้ำให้สะอาด แช่น้ำนาน 4 ชั่วโมง รินน้ำทิ้ง ทำการบ่มเพาะในภาชนะที่มีฝาปิดนาน 20 ชั่วโมง ในสภาพอุณหภูมิห้อง ส่วนในถั่วเหลืองเมื่อนำถั่วเหลือง 3 พันธุ์ คือ ชม.2 ชม.60 และ สจ.5 แช่น้ำนาน 6 ชั่วโมง (อุณหภูมิห้อง) จากนั้นนำเมล็ดเพาะด้วยเครื่องเพาะถั่วงอกอนามัยอัตโนมัติ พบว่า พันธุ์ชม.2 มีกิจกรรมต้านออกซิเดชั่นสูงสุด ระยะเวลาที่มีกิจกรรมต้านออกซิเดชั่นสูงสุดทั้ง 3 พันธุ์คือ 24 ชั่วโมง (กัมปนาท , 2551)นอกจากนี้ วรินพร และคณะ (2555) รายงานว่า ธัญพืชงอกหมัก 4 ชนิดคือ ข้าวหอมนิล ข้าวโพด ถั่วเหลือง และงาดำที่ผ่านขบวนการงอกแล้วนำมาหมักด้วยเชื้อ Lactobacillus plantarum, Bacillus subtillis, Aspergillus oryzae และ Rhizopus oryzea พบว่า ธัญพืชงอกหมัก 4 ชนิด มีสารพฤกษเคมีเพิ่มขึ้น 1-4 เท่า เทียบกับธัญพืช control ธัญพืชงอกหมักมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ไทโรซิเนส โดยเฉพาะข้าวหอมนิลงอกหมักด้วยเชื้อ A. oryzae นาน 72 ชั่วโมง และข้าวโพดงอกหมักด้วยเชื้อ L. plantarum นาน 24 ชั่วโมง ถั่วเหลืองงอกที่หมักด้วยเชื้อ B. subtillis นาน 72 ชั่วโมง และงาดำงอกหมักด้วยเชื้อ *L. plantarum* นาน 72 ชั่วโมง

คลื่นความถี่วิทยุ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประเภทหนึ่งที่มีความถี่อยู่ในช่วงระหว่าง 3 KHz–300 MHz จะอยู่ในรูปของ non-ionizing ของการแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และสามารถอธิบายได้ในรูปแบบของเวลาของการเปลี่ยนแปลงของไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ตัดผ่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อคลื่นไมโครเวฟ (MV) หรือ คลื่นความถี่วิทยุ (RF) อยู่ในสภาวะที่เป็นกลางผลเห็นได้ชัดคือการเกิดความร้อน (Francesco *et al*., 2006) สำหรับประเทศไทยช่วงคลื่นความถี่วิทยุที่นามาประยุกต์ใช้อยู่ที่ระดับ 13.56, 27.12 และ 40.68 MHz โดยความถี่ที่ใช้งานสาหรับ radio frequency heating และ microwave heating ที่จำแนกโดย FCC (Federal Communications Commission) สามารถกระจายความร้อนผ่านวัตถุที่มีความหนาได้ดีกว่าคลื่นไมโครเวฟ สามารถนามาใช้ในกระบวนการที่ทากับวัตถุที่มีขนาดใหญ่หลายชิ้นพร้อม ๆ กัน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554) แนวคิดของการใช้คลื่นความถี่วิทยุคือ การใช้อุณหภูมิสูงในช่วงระยะเวลาสั้นในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้อุณหภูมิสูง และการทำให้ปราศจากเชื้อในเชิงทางการค้าของอาหารเพื่อเป็นพัฒนาการรักษาคุณภาพของอาหารให้ดีขึ้น (Ikediala *et al*., 2001) แนวความคิดนี้จะเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไปเพื่อเป็นการพัฒนาการใช้ความร้อนแบบใหม่นี้กับสินค้าที่เป็นของสดได้ (Ikediala *et al*., 2000; Tang *et al*., 2000). การใช้คลื่นความถี่วิทยุจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหมุนเวียนสลับระหว่างของทั้งสองขั้ว electrode ซึ่งมีผลทำให้วัตถุเกิดความร้อนขึ้น วัตถุที่อยู่ในรูปของ dielectric จะเกิดการตอบสนองกับ capacitor plates ซึ่งเป็นสลับของกระแสระหว่างขั้วบวกไปเป็นลบ หลายครั้งใน 1 วินาที ซึ่งเป็นตัวที่จะกำเนิดความถี่ ดังตัวอย่างเช่นเครื่องสามารถทำงานได้ที่ความถี่ 27.12 MHz ขั้วของ electrodes ก็จะเปลี่ยนแปลง 27.12 ล้านครั้งต่อวินาที ภายใต้สภาพเช่นนี้จะเป็นการเกิดปฏิกิริยาที่เป็นพลังที่เกิดกับขั้ว electrodes ภายในตัวของวัตถุเอง ซึ่งจะทำเกิดความร้อนขึ้นกับผลิตภัณฑ์ (Ryynänen, 1995).ความร้อนของการใช้คลื่นความถี่วิทยุ (RF) จะเกิดขึ้นมาจากปฏิกิริยาภายในร่วมกันระหว่างพลังงานของความยาวคลื่นและ dielectric ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของน้ำ ผลของปฏิกิริยาร่วมดังกล่าวทำให้เกิดปรากฎการณ์ 2 รูปแบบคือ

1. Intermolecule friction ที่เกิดจากแรงดึงดูดกันระหว่างโมเลกุล

2. Hysteresis เป็นแรงต้านทางประจุไฟฟ้าเนื่องมาจากแรงเฉื่อย ซึ่งขึ้นกับจำนวนประจุ มวล และรูปร่างของโมเลกุลเมื่อวัตถุมีการดูดซับพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก่อให้เกิดความร้อนได้ 2 แบบร่วมกัน ได้แก่

1. Ionic Polarization เป็นการเกิดความร้อนเนื่องจากผลของการเคลื่อนที่ของไอออนในสารละลายเมื่อเข้าไปอยู่ในสนามไฟฟ้าโดยแต่ละไอออนที่มีประจุไฟฟ้าประจำตัวถูกกระตุ้นและเร่งให้เกิดการเคลื่อนที่ทำให้เกิดการเสียดสีกันระหว่างไอออน ในขณะเดียวกันเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงานจลน์เป็นพลังงานความร้อนขึ้น แล้วเกิดการกระจายความร้อนไปยังส่วนอื่นๆ ซึ่งการเกิดความร้อนลักษณะนี้เกิดขึ้นในส่วนของของเหลวภายในเซลล์ที่อยู่ในรูปของสารละลายต่างๆ

2. Dipole Rotation เป็นการเกิดความร้อนกับสารประกอบที่มีขั้ว (polar) ซึ่งได้แก่ น้ำในสภาพปกติการเรียงตัวของประจุบวกและประจุลบของสารประกอบที่มีขั้วนี้เรียงตัวอย่างไม่มีระเบียบ (random oriented) เมื่อเข้าไปอยู่ในสนามไฟฟ้าประจุบวกและประจุลบของสารเกิดการเคลื่อนที่เพื่อเปลี่ยนทิศทางการเรียงตัวที่เป็นระเบียบขึ้น การเคลื่อนที่ด้วยการหมุนตัวกลับไปมาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วตามระดับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่

กรมวิชาการเกษตร

ให้ ซึ่งในคลื่นความถี่วิทยุ การเคลื่อนที่ของประจุ 3-300 ล้านครั้งต่อ 1 วินาที ซึ่งผลของความเร็วในการหมุนตัวและการเสียดสีกันก่อให้เกิดเป็นความร้อนขึ้นมาอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 2-3 วินาทีหรือประมาณ 1 นาที

การใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency; RF) เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตัววัตถุอย่างรวดเร็วในระยะเวลาสั้น ความร้อนเกิดขึ้นทุกอณูของวัตถุจากภายในออกสู่ภายนอกอย่างรวดเร็ว การกระจายการกระจายความร้อนในตัววัตถุเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ใช้เวลาและพลังงานน้อย (Piyasena *et al.,* 2003) ดังนั้นวิธีการแผ่ความร้อนดังกล่าวนี้จะสามารถกระจายความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพืชและผลิตภัณฑ์ เช่น การปรับปรุงคุณภาพโปรตีนถั่วเหลืองสำหรับผลิตอาหารสัตว์ โดยทำให้ปริมาณ trypsin inhibitor ลดลง ซึ่งเป็นสารยังยั้งการใช้ประโยชน์จากโปรตีน โดยใช้ที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 90 วินาที (Vearasilp *et al*., 2005) การชะลอการเสื่อมสภาพของไขมันและคาร์โบไฮเดรทในเมล็ดและกำจัดหรือลดกิจกรรมของเอมไซม์ไลพรอกซีจิเนส ที่เป็นสาเหตุให้เกิดกรดไขมันอิสระและกลิ่นในถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์เมื่อใช้ที่อุณหภูมิ 94 °C เป็นเวลา 2 วินาที (Uemura,2011) การควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บและเชื้อจุลินทรีย์และโรคที่ติดมากับเมล็ดและผลิตภัณฑ์ โดยใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 70 °C ขึ้นไป นาน 3 นาที ในข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลีและถั่วเหลือง (Janhang *et al*., 2005; Vassanacharoen *et al*., 2006; Akaranachat *et al*., 2007; Uemura, 2011) โดยความร้อนที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะเวลาสั้นนั้นไม่ก่อให้เกิดการสลายตัวของโปรตีนชนิดที่เป็นประโยชน์และสามารถคงคุณค่าทางอาหาร กลิ่น รส และสี เมื่อเทียบกับวิธีให้ความร้อนตามปกติ รวมไปถึงไม่ทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอก ดังนั้นการนำความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุมาใช้ประโยชน์กับเมล็ดถั่วเหลืองจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือก เพื่อปรับปรุงคุณภาพถั่วเหลืองก่อนจะเข้าสู่กระบวน การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 3.1 พันธุ์ถั่วเหลืองที่เหมาะสำหรับผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 7 ซ้ำ กรรมวิธี คือ ถั่วเหลือง 3 พันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่ 60 เชียงใหม่ 6 และเชียงใหม่ 84-2

การทดลองที่ 3.2 อัตราส่วนแป้งสาลีที่เหมาะสมสำหรับผลิตเฟร้นช์ฟรายถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 7 ซ้ำ กรรมวิธี คือ อัตราส่วนแป้งสาลี มี 5 อัตรา คือ 100 200 300 400 และ 500 กรัม ต่อกากถั่วเหลือง 500 กรัมและน้ำนมถั่วเหลือง 250 ซีซี ดำเนินการในพันธุ์ เชียงใหม่ 60

การทดลองที่ 3.3 ผลของขบวนการเพาะงอกต่อคุณภาพน้ำนมถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี คือ 1 แช่ถั่วเหลือง 6 ชั่วโมง แล้วนำไป บ่มให้งอก นาน 0 ชั่วโมง 2 แช่ถั่วเหลือง 6 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มให้งอก นาน 6 ชั่วโมง 3 แช่ถั่วเหลือง 6 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มให้งอก นาน 12 ชั่วโมง 4 แช่ถั่วเหลือง 6 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มให้งอก นาน 24 ชั่วโมง 5 แช่ถั่วเหลือง 8 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มให้งอก นาน 0 ชั่วโมง 6 แช่ถั่วเหลือง 8 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มให้งอก นาน 6

กรมวิชาการเกษตร

ชั่วโมง 7 แช่ถั่วเหลือง 8 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มให้งอก นาน 12 ชั่วโมง 8 แช่ถั่วเหลือง 8 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มให้งอก นาน 24 ชั่วโมง

การทดลองที่ 3.4 ผลของคลื่นความถี่วิทยุต่อคุณภาพถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการผ่านเครื่องกำเนิดคลื่นความถี่วิทยุ ความถี่ 27.12 MHz. ประกอบด้วย 5 วิธี คือ วิธีที่ 1 อุณหภูมิ 80 ℃ ระยะเวลา 3 นาที วิธีที่ 2 อุณหภูมิ 80 ℃ ระยะเวลา 5 นาที วิธีที่ 3 อุณหภูมิ 100 ℃ ระยะเวลา 3 นาที วิธีที่ 4 อุณหภูมิ 100 ℃ ระยะเวลา 5 นาที วิธีที่ 5 เมล็ดถั่วเหลืองไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ปัจจัยรอง คือ อายุการเก็บรักษา ได้แก่ 0 3 และ 6 เดือน

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาของคลื่นความถี่วิทยุที่เหมาะต่อการคุณภาพถั่วเหลือง

ขั้นตอนที่ 2 การผลิตถั่วเน่า

ขั้นตอนที่ 3 การผลิตเต้าหู้ถั่วเหลือง

การทดลองที่ 3.5 วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากโยเกิร์ตถั่วเหลือง: โลชั่นบำรุงผิวโยเกิร์ตถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 5 ซ้ำ กรรมวิธี คือ สูตรการผลิตโลชั่นโยเกิร์ตถั่วเหลือง มี จำนวน 4 สูตร (แต่ละสูตรแตกต่างตามชนิดน้ำมันพืชที่ใช้) ได้แก่ 1 น้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันมะกอก อัตรา 1:1 2 น้ำมันมะกอกผสมน้ำมันถั่วเหลือง อัตรา 1:1 3 น้ำมันดาวอินคาผสมน้ำมันมะกอก อัตรา 1:1 4 น้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันถั่วเหลือง อัตรา 1:1

การทดลองที่ 3.6 วิจัยและพัฒนาการผลิตสบู่เหลวถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 5 ซ้ำ กรรมวิธี คือ สูตรการผลิตสบู่เหลวถั่วเหลือง มี จำนวน 4 สูตร (แต่ละสูตรแตกต่างตามชนิดผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองที่ใช้) ได้แก่ 1 น้ำนมถั่วเหลือง 2 โยเกิร์ตถั่วเหลือง 3 เต้าหู้ถั่วเหลือง 4 โยเกิร์ตถั่วเหลืองผสมเต้าหู้ถั่วเหลือง อัตรา 1:1

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลอง พบว่า พันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลือง คือพันธุ์ เชียงใหม่ 84-2 จะมีโปรตีน (3.54 %) ไขมัน (3.44 %) และกรดแลคติก (0.69 กรัม/100 กรัม) สูงสุดและสูงกว่าโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่ผลิตจากพันธุ์ เชียงใหม่ 60 และเชียงใหม่ 6 ตามลำดับ รวมถึงมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่า คือ โยเกิร์ตมีสีขาว รสชาติเปรี้ยวเล็กน้อย ลักษณะเนื้อโยเกิร์ตเป็นครีมแยกชั้นระหว่างเนื้อโยเกิร์ตและน้ำเล็กน้อย มีความคงตัวสูง มีกลิ่นถั่วน้อยกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 60 โยเกิร์ตถั่วเหลืองที่ผลิตจากพันธุ์ เชียงใหม่ 84-2 และ เชียงใหม่ 60 มีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ 2146-2546 ขณะที่โยเกิร์ตที่ผลิตจากพันธุ์เชียงใหม่ 6 มีคุณภาพต่ำสุด โดยมีสีขาวอมเหลือง มีกลิ่นถั่วเล็กน้อย รสชาติเปรี้ยวมาก ลักษณะเนื้อโยเกิร์ตเละแยกชั้นชัดเจน มีความคงตัวต่ำ โดยทุกกรรมวิธีโยเกิร์ตมีค่า pH 4.3 และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (8 ℃) ได้ไม่เกิน 7 วัน หลังจากนั้นคุณภาพจะลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

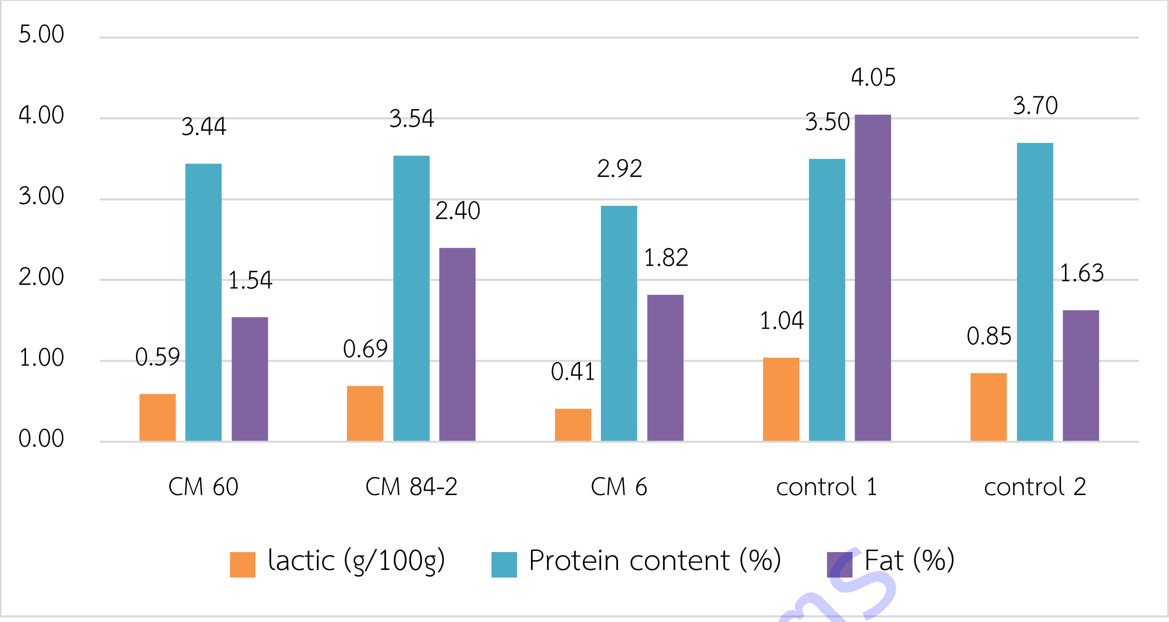


Fig.1 Lactic acid, protein, and fat content of soybean yoghurt produced from different varieties at CMFCRC, 2016. (control 1 = milk yoghurt control 2 = soybean yoghurt)

Table 45 Quality of soybean yoghurt produced from different varieties of soybean at CMFCRC, 2016.

Treatment	Sensory quality*				
	color	odor	Taste**	Visual*** texture	Overall acceptability
CM 60	1.0 a	2.6 c	1.1 a	1.0 a	1.7 b
CM 84-2	1.0 a	2.0 b	1.0 a	1.0 a	1.3 ab
CM 6	2.1 b	2.0 b	2.7 b	2.9 b	3.0 d
Control 1(milk yoghurt)	1.0 a	1.0 a	1.0 a	1.0 a	1.0 a
Control 2 (soybean yoghurt)	2.0 b	2.0 b	1.0 a	1.0 a	2.3 c
F-test	*	*	*	*	*
CV(%)	11.8	12.5	20.1	12.3	14.6

Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at P< 0.05 by DMRT.

Color; 1 = white; 2 = yellow white; 3 = yellow

Odor; 1 = odorless; 2 = slight odor; 3 = moderate odor

Taste; 1 = creamy/little sour; 2 = creamy/ moderate sour; 3 = creamy/very sour

กรมวิชาการเกษตร

Visual texture; 1 = little syneresis; 2 = moderate syneresis; 3 = great syneresis

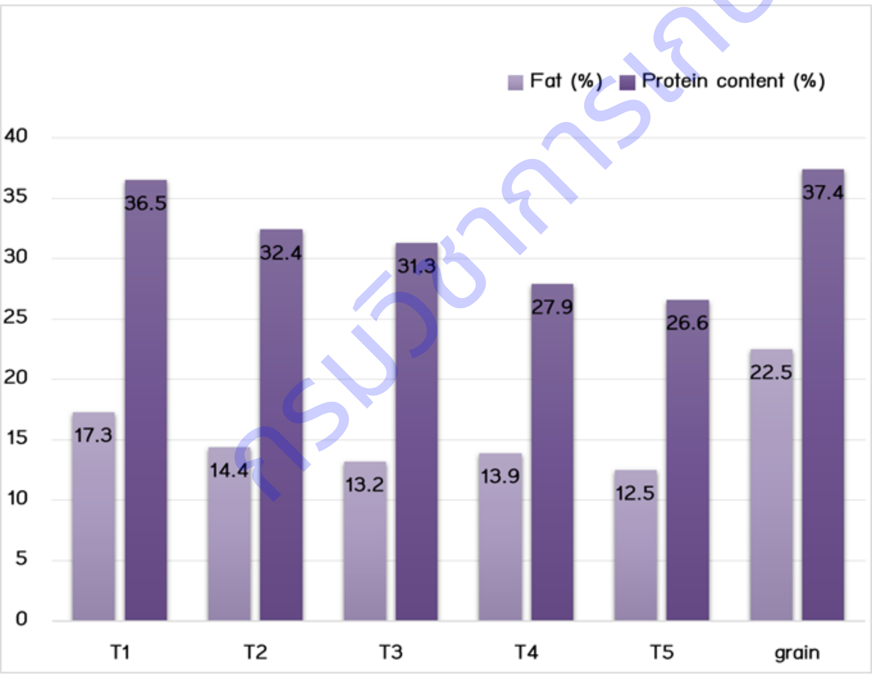
Overall acceptability; 1 = excellent; 2 = good; 3 = fairly good

*tested by 20 testers

**taste and texture or consistency in the mouth

*** syneresis = the contraction of a gel accompanied by exudation of liquid or the collection of whey on the surface of soybean yoghurt

อัตราส่วนแป้งสาลีที่เหมาะสมในการผลิตเฟรนช์ฟรายถั่วเหลือง การใช้แป้งสาลีที่อัตราส่วน 300 กรัม เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด เนื่องจากเฟรนช์ฟรายมีคุณภาพทั้งแบบดิบและแบบทอดรวมถึงรสชาติ ดีกว่าการใช้ที่อัตราส่วนอื่นๆ ดังนี้ ให้เฟรนช์ฟรายถั่วเหลืองแบบดิบ มีโปรตีน 31.3 และไขมัน 13.2 เปอร์เซ็นต์ มีสีเหลืองอ่อน ผิวเรียบ ไม่มีกลิ่นถั่ว ส่วนเฟรนช์ฟรายถั่วเหลืองแบบทอด มีสีเหลืองเข้ม รสชาติดีกว่าการใช้แป้งสาลีอัตราส่วนอื่นๆทั้งหมด มีผิวเรียบ ไม่มีกลิ่นถั่ว และมีความกรอบปานกลางโดยความกรอบจะมีค่าลดลงตามอายุการเก็บรักษาและจะหายไปเมื่อเก็บรักษานาน 6 ชั่วโมง คุณภาพทั้งแบบดิบและแบบทอดจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเก็บรักษาในสภาพแช่แข็ง (-18 °C) เป็นเวลา 2 เดือน



T1 = wheat flour 100 g., T2 = wheat flour 200 g., T3 = wheat flour 300 g., T4 = wheat flour 400 g., T5 = wheat flour 500 g.

Fig.2 Protein and fat content of soybean French Fries produced by different ratios of wheat flour at CMFCRC,

2016.

กรมวิชาการเกษตร

Table 46 Sensory quality of both raw and fried types of soybean French Fries produced by different ratios of wheat flour at CMFCRC, 2016.

Treatment*	Sensory characteristics**								Overall Acceptability
	Raw type			Fried type					
	color	texture	odor	color	taste	texture	crispiness	Odor	
T1	1.5	3.0 c	2.0 b	1.3 b	2.0 b	2.8 b	3.0 a	2.2 c	2.5 c
T2	1.3	3.0 c	2.0 b	2.0 a	2.0 b	1.5 a	1.5 bc	2.0 bc	2.0 bc
T3	1.0	1.2 ab	1.3 a	2.0 a	1.3 a	1.0 a	1.0 c	1.5 ab	1.0 a
T4	1.0	1.0 a	1.0 a	2.0 a	2.0 b	1.0 a	2.0 b	1.0 a	1.8 b
T5	1.0	1.0 a	1.0 a	2.0 a	2.3 b	1.0 a	2.0 b	1.0 a	2.0 bc
F-test	NS	*	*	*	*	*	*	*	*
CV(%)	19.7	13.6	15.4	12.1	15.4	13.6	13.5	12.0	18.4

Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at P< 0.05 by DMRT.

*T1 = wheat flour 100 g. + soybean cake 500 g. + soybean milk 250 g. (1: 5: 2.5) ** Tested by 20 testers

T2 = wheat flour 200 g. + soybean cake 500 g. + soybean milk 250 g. (1: 2.5: 1.25)

T3 = wheat flour 300 g. + soybean cake 500 g. + soybean milk 250 g. (1: 1.7: 0.8)

T4 = wheat flour 400 g. + soybean cake 500 g. + soybean milk 250 g. (1: 1.25: 0.6)

T5 = wheat flour 500 g. + soybean cake 500 g. + soybean milk 250 g. (1: 1: 0.5)

Color; 1 = light yellow white; 2 = dark yellow; 3 = light brown Odor; 1 = odorless; 2 = slight odor; 3 = moderate odor

Taste; ; 1 = excellent; 2 = good; 3 = fairly good Texture; 1 = smooth; 2 = moderate rough; 3 = very rough

Overall acceptability; 1 = excellent; 2 = good; 3 = fairly good

soybean characteristics variety CM 60 seed coat color = yellow protein content = 37.4 % hilum color = brown crude fat content = 22.5 % moisture content = 7.2 % SDW = 13.5 g./100 seeds

กรมวิชาการเกษตร

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบชิม พบว่าคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อส่งตัวอย่างน้ำนมถั่วเหลืองวิเคราะห์ พบว่าปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 0.3 – 0.5 % ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น พบว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่งอกมีมากกว่าไม่งอก โดยการแช่ 8 ชั่วโมงบ่ม 12 ชั่วโมงมีค่าสูงสุด 31.4 umol TE/100 ml รองลงมาคือแช่ 6 ชั่วโมง บ่ม 12 ชั่วโมง และการแช่ 8 ชั่วโมงบ่ม 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 27.7 และ 27.3 umol TE/100 ml สำหรับปริมาณสารกาบ้า พบว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่งอกมีปริมาณสารกาบ้ามากกว่าเมล็ดไม่งอก เมื่อแช่ 6 และ 8 ชั่วโม บ่ม 24 ชั่วโมงมีปริมาณสารกาบ้าสูงสุดเท่ากับ 2.0 และ 2.2 mg/100 ml ตามลำดับ ในขณะที่น้ำนมถั่วเหลืองที่ไม่งอกเมื่อแช่ถั่วเหลือง 6 และ 8 ชั่วโมงมีปริมาณสารกาบ้า เท่ากับ 0.6 และ 0.7 mg/100 ml ตามลำดับ

การใช้คลื่นความถี่วิทยุ ความถี่ 27.12 MHz. ในการชะลอการเสื่อมสภาพของเมล็ดถั่วเหลืองและถั่วเน่าที่เหมาะสม คือ การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C นาน 3 นาที สามารถคงสภาพโปรตีนและไขมันในเมล็ด และสะสมสารพิษอฟลาท๊อกซินต่ำ และยืดอายุการเก็บรักษาไปจนถึง 6 เดือน ส่วนถั่วเน่า มีการคงสภาพโปรตีนและไขมัน สะสมสารพิษอฟลาท๊อกซินต่ำ ไม่ทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสและการบริโภคเปลี่ยนแปลงและยืดอายุการเก็บรักษาไปจนถึง 3 เดือน ส่วนเต้าหู้การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 80°C นาน 5 นาที สามารถคงสภาพโปรตีนและไขมัน คุณภาพทางประสาทสัมผัส และยืดอายุการเก็บรักษาไปจนถึง 6 เดือน

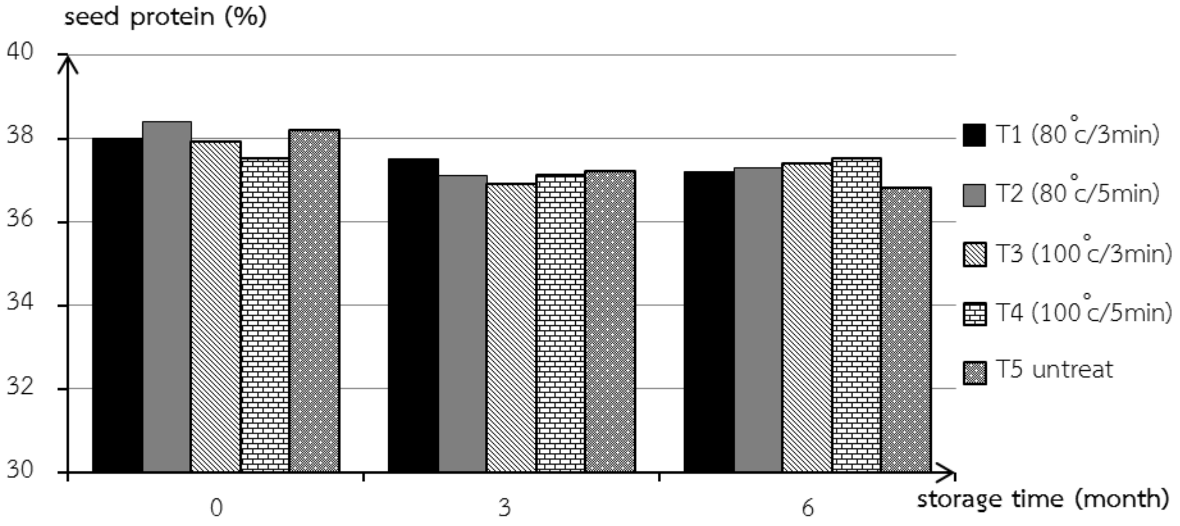
กรมวิชาการเกษตร

table 47 Consumer's satisfactions score, protein content, antioxidant activity (DPPH) and GABA content in soybean milk at different germination process

treatment	color	smell	tatse	goodness	Protein (%)	DPPH radical scavenging activity(umol TE/100 ml)	GABA (mg/100 ml)
6 hrs soaked and 0 hrs incubation	3.2	3.5	3.0	3.2	0.3	12.1	0.7
6 hrs soaked and 6 hrs incubation	3.3	3.3	2.7	2.9	0.5	17.4	1.1
6 hrs soaked and 12 hrs incubation	3.6	3.5	2.8	3.0	0.3	27.7	1.1
6 hrs soaked and 24 hrs incubation	3.5	3.4	3.0	3.4	0.4	21.8	2.0
8 hrs soaked and 0 hrs incubation	3.5	3.3	2.9	3.1	0.4	16.9	0.6
8 hrs soaked and 6 hrs incubation	3.7	3.4	3.4	3.5	0.3	22.9	1.3
8 hrs soaked and 12 hrs incubation	3.6	3.2	2.8	3.0	0.4	31.4	1.1
8 hrs soaked and 24 hrs incubation	3.8	3.2	2.9	3.1	0.3	27.3	2.2
F-test	ns	ns	ns	ns	-	-	-
C.V	6.6	7.3	12.2	10.8	-	-	-

Foot note Consumer's satisfactions score: 1 = dislike 2 = like 3 = moderate like 4 =strong like 5 = most like

กรมวิชาการเกษตร

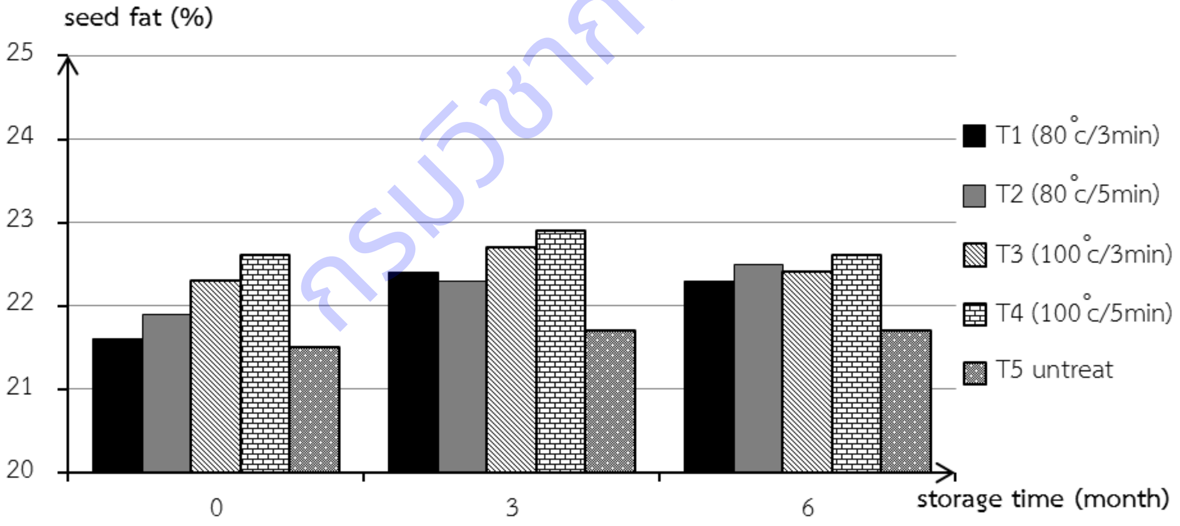


F-test ;RF method = NS

Storage time = *

RF method × storage time = *

Fig.3 Seed protein content of soybean treated with different RF methods and stored for 6 months at CMFCR 2016-2017



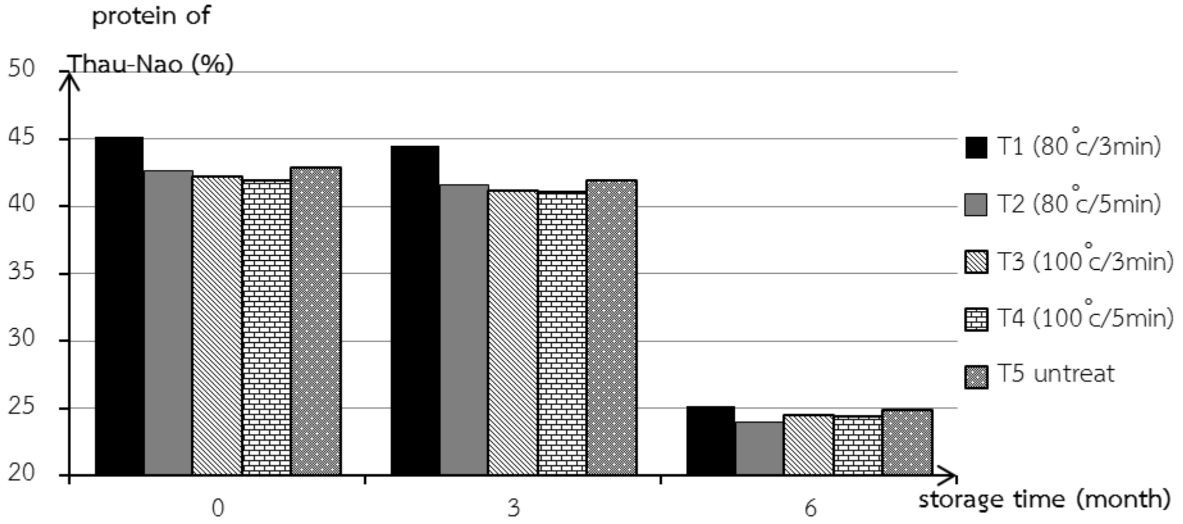
F-test ; RF method = *

Storage time = *

RF method × storage time = NS

Fig.4 Seed fat content of soybean treated with different RF methods and stored for 6 months at CMFCR 2016-2017

กรมวิชาการเกษตร

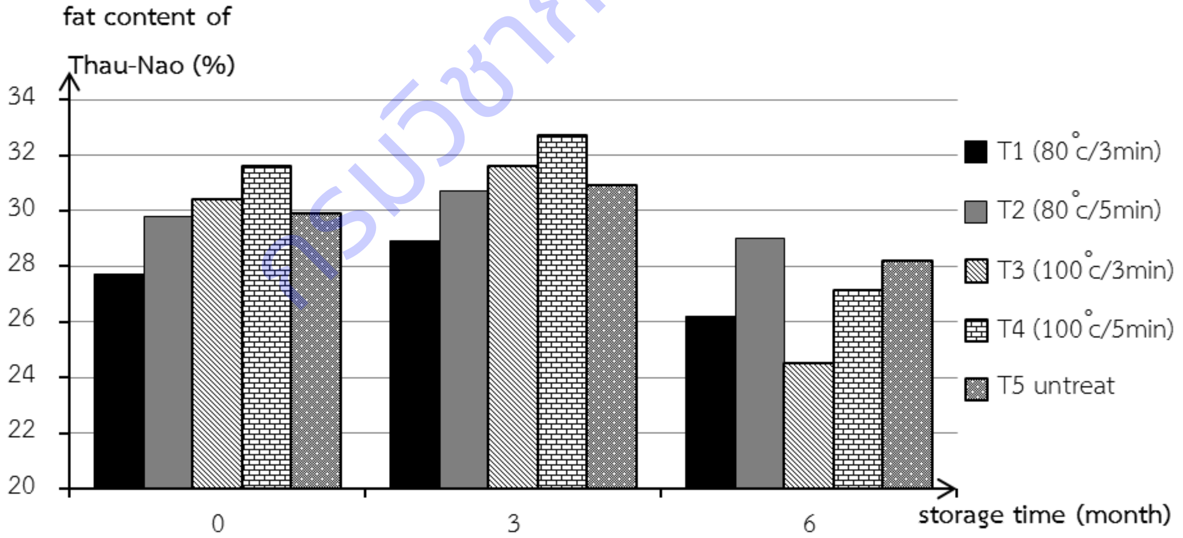


F-test ; RF method = *

Storage time = *

RF method × storage time = NS

Fig.5 Protein content of Thau-Nao Produced from soybean treated with different RF methods and stored for 6 months at CMFCR 2016-2017



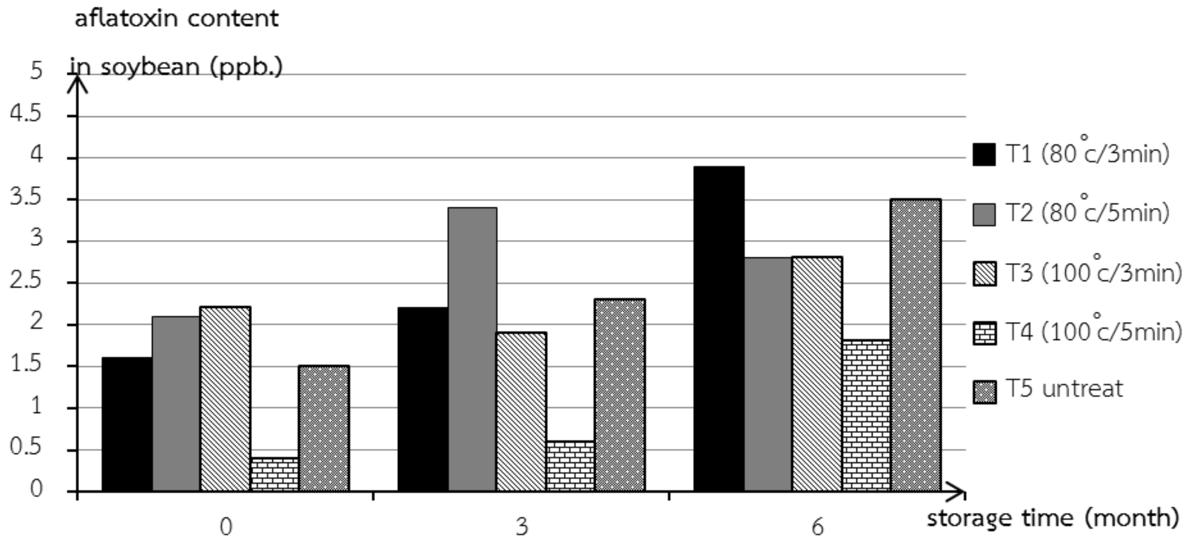
F-test ; RF method = *

Storage time = *

RF method × storage time = *

Fig.6 Fat content of Thau-Nao Produced from soybean treated with different RF methods and stored for 6 months at CMFCR 2016-2017

กรมวิชาการเกษตร

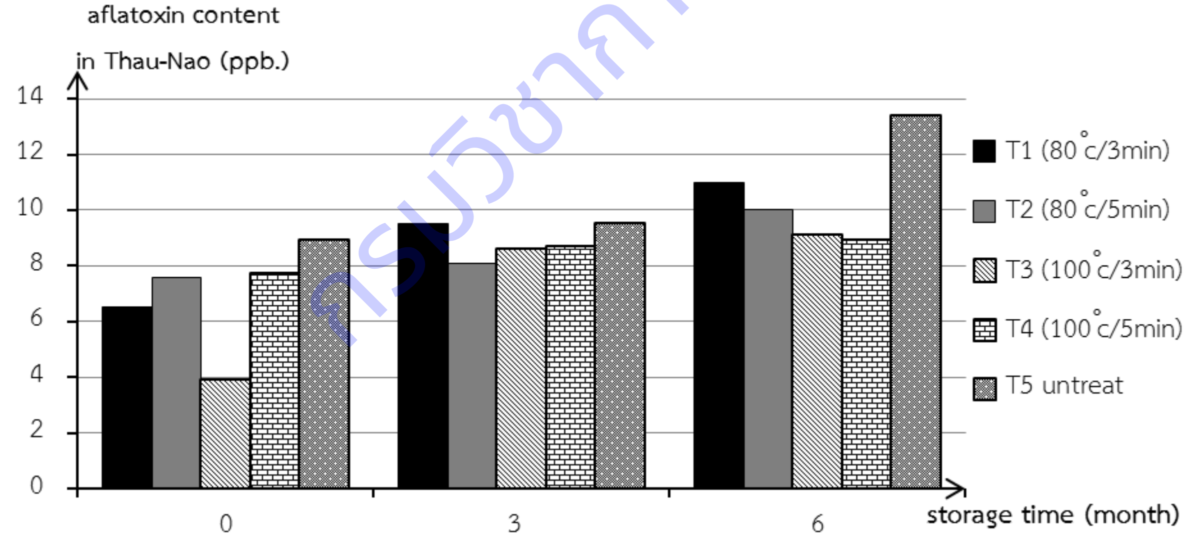


F-test ; RF method = *

Storage time = *

RF method × storage time = *

Fig.7 Aflatoxin content in soybean treated with different RF methods and stored for 6 months at CMFCR 2016-2017



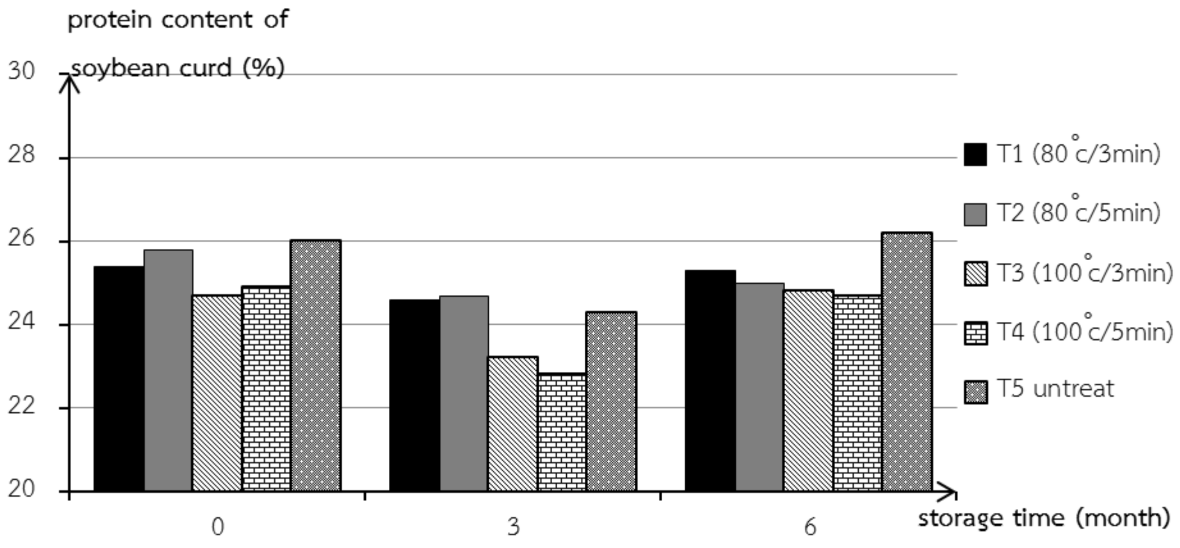
F-test ; RF method = *

Storage time = *

RF method × storage time = *

Fig.8 Aflatoxin content in Thau-Nao produced from soybean treated with different RF methods and stored for 6 months at CMFCR 2016-2017

กรมวิชาการเกษตร

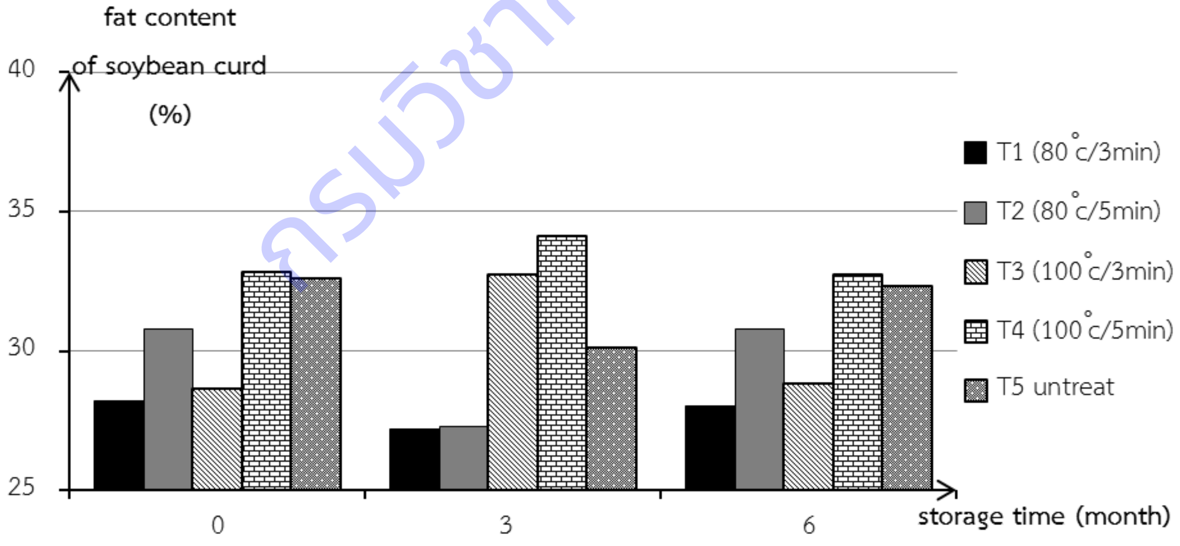


F-test ; RF method = *

Storage time = *

RF method × storage time = NS

Fig.9 Protein content of soybean curd produced from soybean treated with different RF methods and stored for 6 months at CMFCR 2016-2017



F-test ; RF method = *

Storage time = NS

RF method × storage time = NS

Fig.10 Fat content of soybean curd produced from soybean treated with different RF methods and stored for 6 months at CMFCR 2016-2017

กรมวิชาการเกษตร

Table 48 quality of Thau-Nao produced from soybean treated with different RF methods and stored in the climate-controlled room for 6 months at CMFCRC 2016-2017.

*Treatment	Sensory characteristics						
	Raw Thau-Nao			Grilled Thau-Nao			
	Color	Odor	Texture	Color	Odor	Texture	Taste
T1	Brown	Slight odor	Moderate rough	Yellow-brown	Slight odor	Moderate rough	Good
T2	Brown	Slight odor	Moderate rough	Yellow-brown	Slight odor	Moderate rough	Good
T3	Brown	Slight odor	Moderate rough	Yellow-brown	Slight odor	Moderate rough	Good
T4	Brown	Slight odor	Moderate rough	Yellow-brown	Slight odor	Moderate rough	Good
T5	Brown	Slight odor	Moderate rough	Yellow-brown	Slight odor	Moderate rough	Good

Table 49 The quality of soybean curd produced from soybean treated with different RF methods and stored in the climate-controlled room for 6 months at CMFCRC 2016-2017.

*Treatment	Sensory characteristics				
	Color	Odor	Taste	Texture	Hardness
T1	White	Slight odor	Tasteless	Rough	Moderate
T2	White	Slight odor	Tasteless	Rough	Moderate
T3	White-yellow	Slight odor	Tasteless	Smooth	Moderate
T4	White-yellow	Slight odor	Tasteless	Smooth	Moderate
T5	White	Slight odor	Tasteless	Rough	Moderate

*T1 = Treat with RF frequency 27.12 MHz. at 80 °C/ 3 minutes

T2 = Treat with RF frequency 27.12 MHz. at 80 °C/ 5 minutes

T3 = Treat with RF frequency 27.12 MHz. at 100°C/ 3 minutes

T4 = Treat with RF frequency 27.12 MHz. at 100 °C/ 5 minutes

T5 = Un-treat (control)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

โลชั่นโยเกิร์ตถั่วเหลือง สูตรที่ผลิตจากการใช้น้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันมะกอก เป็นโลชั่นสูตรให้คุณภาพดีและได้รับความพึงพอใจจากผู้ใช้มากที่สุด เท่ากับโลชั่นนมวัวในท้องตลาด โดยมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.152) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน :ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว เลขที่ มผช. 551/2547 ดังนี้ มีค่า pH 5.9 กลิ่นหอม ลักษณะเป็นของเหลวเป็นเนื้อเดียวกัน มีความเนียนและคงตัวสูง ไม่หนืดและมีความน่าใช้ ไม่ทำให้เกิดการแพ้ เช่นเดียวกับโลชั่นโยเกิร์ตนมวัวในท้องตลาด โดยสูตรที่ใช้น้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันถั่วเหลือง มีเนื้อโลชั่นสีขาว มีการซึมเข้าสู่ผิวช้าแต่ไม่เหนอะหนะ ส่วนสูตรที่ใช้น้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันมะกอกมีสีขาวอมเหลือง มีการซึมเข้าสู่ผิวเร็วและไม่เหนอะหนะ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 1 เดือน โลชั่นโยเกิร์ตถั่วเหลืองมีความคงตัวไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน สีไม่เปลี่ยนแปลง และคุณภาพจะลดลงเมื่อเก็บรักษามากกว่า 1 เดือน

Table 50 Sensory quality of soybean yoghurt lotion produced from different varieties of plant oil at CMFCRC, 2017.

Treatment*	Sensory quality**						
	Color	Odor	pH	Visual texture	Stability	Lotion flow	Usability
L1= rice bran oil + olive oil	2.0b	1a	5.9	1.0	1.0	1.0	1.0
L2 =olive oil + soybean oil	2.0b	1a	6.0	1.0	1.0	1.0	1.0
L3 =inca oil + olive oil	2.0b	3c	6.1	1.0	1.0	1.0	1.0
L4= rice bran oil + soybean oil	1.0a	1a	5.9	1.0	1.0	1.0	1.0
milky yoghurt lotion	1.0a	1a	5.8	1.0	1.0	1.0	1.0
F-test	*	*	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	0.3	0.5	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0

Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at P< 0.05 by DMRT.

* ratio; 1:1 **tested by 20 volunteers

Color; 1 = white; 2 = yellow white; 3 = light yellow

Odor; 1 = slight odor; 2 = moderate odor; 3 = strong odor

Visual texture; 1 = liquid/miscible; 2 = liquid/immiscible; 3 = precipitate/immiscible

Stability;(24 hrs.) 1 = high; 2 = moderate; 3 = low

Lotion flow 1 =excellent; 2 = good; 1 = fair

Usability 1 =excellent; 2 = good; 1 = fair

soybean characteristics variety CM 60 seed coat color = yellow protein content = 37.0 %

hilum color = brown crude fat content = 22.9 %

moisture content = 8.0 % SDW=13.8 g./100 seed

ศูนย์วิจัยการเกษตร

Table 51 Quality and skin response to soybean yoghurt lotion produced from different varieties of plant oil at CMFCRC, 2017.

Treatment*	Sink characteristics **			
	Skin absorption/ Lotion dispersion	Skin response	Allergy test	
			Irritation	Rash
L1= rice bran oil + olive oil	1.8b	1.5ab	1.0	1.0
L2 =olive oil + soybean oil	1.0a	2.0b	1.0	1.0
L3 =inca oil + olive oil	1.0a	1.3a	1.0	1.0
L4 =rice bran oil + soybean oil	1.0a	1.0a	1.0	1.0
milky yoghurt lotion	1.0a	1.0a	1.0	1.0
F-test	*	*	NS	NS
CV(%)	9.4	13.5	0.0	0.0

Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at P< 0.05 by DMRT

* ratio; 1:1 **tested by 20 volunteers

Skin absorption/lotion dispersion; 1= permeable absorption/good dispersion/greaseless; 2= impermeable absorption/slow dispersion

Skin response; 1= moisturized; 2= slight dry; 3= no response

Irritation; 1= normal skin; 2= irritated skin

Rash; 1= normal skin; 2= rash skin

กรมวิชาการเกษตร

Table 52 Quality assessment and acceptance to soybean yoghurt lotion produced from different varieties of plant oil at CMFCRC, 2017.

Treatment*	Sensory quality**			Skin** absorption	Skin** response	Allergy test**		Stability**	Overall** acceptance	User** recommendation
	Color	Odor	Visual texture			Irritation	Rash			
L1= rice bran oil + olive oil	1.9b	1.3a	1.0	2.0b	1.0a	1.0	1.0	1.0	1.0a	1.0a
L2 =olive oil + soybean oil	2.0b	1.2a	1.0	1.0a	2.2b	1.0	1.0	1.0	2.0b	2.1b
L3 =inca oil + olive oil	2.1b	3.2c	1.0	1.0a	1.0a	1.0	1.0	1.0	3.8c	4.0d
L4= rice bran oil + soybean oil	1.0a	1.0a	1.0	1.0a	1.0a	1.0	1.0	1.0	1.3a	1.0a
milky yoghurt lotion	1.0a	1.0a	1.0	1.0a	1.0a	1.0	1.0	1.0	1.0a	1.0a
F-test	*	*	NS	*	*	NS	NS	NS	*	*
CV(%)	2.3	3.6	0.0	8.3	6.8	0.0	0.0	0.0	12.8	10.1

Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at P< 0.05 by DMRT.

* ratio; 1:1 **tested by 20 volunteers

Color; 1 = white; 2 = yellow white; 3 = light yellow

Odor; 1 = slight odor; 2 = moderate odor; 3 = strong odor

Visual texture; 1 = liquid/miscible; 2 = liquid/immiscible; 3 = precipitate/immiscible

Skin absorption/lotion dispersion; 1= permeable absorption/good dispersion/greaseless; 2= impermeable absorption/slow dispersion

Skin response; 1= moisturized; 2= slight dry; 3= no response

Irritation; 1= normal skin; 2= irritated skin Rash; 1= normal skin; 2= rash skin

Stability 1 = high; 2 = moderate; 3 = low

Overall acceptance; 1= excellent; 2= good; 3= fair; 4=worse

User recommendation; 1= satisfied; 2= fair ; 3= unsatisfied; 4= worse

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร

สบู่เหลวถั่วเหลืองทุกสูตร ที่ผลิตโดยใช้น้ำนมถั่วเหลือง โยเกิร์ตถั่วเหลือง เต้าหู้ถั่วเหลือง และโยเกิร์ตถั่วเหลืองผสมเต้าหู้ถั่วเหลือง(อัตราส่วน 1:1) เป็นสบู่เหลวที่ให้คุณภาพดีและได้รับความพึงพอใจโดยรวมจากผู้ใช้ในระดับดี เท่ากับสบู่เหลวในท้องตลาด โดยมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สบู่เหลวเลขที่ มอก.1403 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เลขที่ มผช. 95/2546 โดยมีคุณภาพ ดังนี้ สบู่เหลวมีเหลืองอ่อน กลิ่นหอมอ่อนๆ ลักษณะเป็นของเหลวเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอนและมีความคงตัว มีความน่าใช้สูง ปริมาณฟองสบู่มีปานกลางและความคงตัวของฟองสูง ล้างออกง่าย ลักษณะผิวหลังใช้จะชุ่มชื้น ไม่ทำให้เกิดการแพ้ และสามารถเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิปกติได้ไม่ต่ำกว่า 2 เดือน

Table 53 Sensory quality of soybean liquid soap produced from different varieties of soybean products at CMFCRC, 2017.

Treatment*	Sensory quality**				
	Color	Odor	Visual texture	Stability	Usability
S1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
S2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
S3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
S4	1.1	1.0	1.0	1.0	1.2
Liquid soap	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	4.2	0.0	0.0	0.0	5.3

Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at P< 0.05 by DMRT.

*S1= soybean milk; S2 =soybean yogurt; S3 =soybean curd; S4= soybean yogurt + soybean curd(1:1)

**tested by 20 volunteers

Color; 1 = light yellow; 2 = dark yellow

Odor; 1 = slight odor; 2 = moderate odor; 3 = strong odor

Visual texture; 1 = liquid/miscible; 2 = liquid/immiscible; 3 = precipitate/immiscible

Stability;(24 hrs.) 1 = high; 2 = moderate; 3 = low

Usability 1 =excellent; 2 = good; 1 = fair

soybean characteristics variety CM 60 seed coat color = yellow protein content = 37.0 %

hilum color = brown crude fat content = 22.9 %

moisture content = 8.0 % SDW=13.8 g./100 see

กรมวิชาการเกษตร

Table 54 Quality and skin response to soybean yoghurt lotion produced from different varieties of soybean products at CMFCRC, 2017.

Treatment*	Characteristics					
	Bubble property		Cleansing	Skin response	Allergy Test	
	Bubble amount	Bubble stability			Irritation	Rash
S1	1.8	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0
S2	2.0	1.0	1.3	1.3	1.0	1.0
S3	2.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0
S4	1.8	1.0	1.3	1.3	1.0	1.0
Liquid soap	1.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	0.9	0.0	8.7	7.2	0.0	0.0

Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at P< 0.05 by DMRT.

*S1= soybean milk; S2 =soybean yogurt; S3 =soybean curd; S4= soybean yogurt + soybean curd(1:1) **tested by 20 volunteers

Bubble amount; 1= high; 2= moderate; 3=low

Bubble stability; 1= high; 2= moderate; 3=low

Cleansing; 1= clear easily; 2= clear hard

Skin response; 1= moisturized; 2= dry; 3= no response

Irritation; 1= normal skin; 2= irritated skin Rash; 1= normal skin; 2= rash skin

กรมวิชาการเกษตร

Table 55 Volunteer assessment and acceptance to soybean liquid soap produced from different varieties of soybean products at CMFCRC, 2017.

Treatment*	Characteristics**										Overall** acceptability
	Sensory quality			Bubble property		Cleansing	Skin response	Allergy test		Stability	
	Color	Odor	Visual texture	Bubble amount	Bubble stability			Irritation	Rash		
S1	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.3
S2	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1
S3	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2
S4	1.1	1.0	1.0	1.9	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.3
Liquid soap	1.1	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	5.2	0.0	0.0	2.1	0.0	1.9	3.3	0.0	0.0	0.0	6.6

Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at P< 0.05 by DMRT.

*S1= soybean milk; S2 =soybean yogurt; S3 =soybean curd; S4= soybean yogurt + soybean curd (1:1) **tested by 20 volunteers

Color; 1 = light yellow; 2 = dark yellow

Odor; 1 = slight odor; 2 = moderate odor; 3 = strong odor

Visual texture; 1 = liquid/miscible; 2 = liquid/immiscible; 3 = precipitate/immiscible

Bubble amount; 1= high; 2= moderate; 3=low Bubble stability; 1= high; 2= moderate; 3=low

Cleansing; 1= clear easily; 2= clear hard

Skin response; 1= moisturized; 2= slight dry; 3= no response

Irritation; 1= normal skin; 2= irritated skin Rash; 1= normal skin; 2= rash skin

Cleansing; 1= clear easily; 2= clear hard

Stability 1 = high; 2 = moderate; 3 = low

Overall acceptance; 1= excellent; 2= good; 3= fair; 4=

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยด้านการใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มมูลค่าจากผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง เป็นการสร้างรายได้ให้เกษตรและกลุ่มเกษตรกร เพิ่มความมั่นคงและยั่งยืนในการผลิตถั่วเหลือง ผลการวิจัยพบว่า

1 พันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลือง คือพันธุ์เชียงใหม่ 84-2

2 อัตราส่วนแป้งสาลีที่เหมาะสมสำหรับผลิตเฟรันช์ฟรายถั่วเหลืองพบว่า การใช้แป้งสาลีที่อัตราส่วน 300 กรัมต่อกากถั่วเหลือง 500 กรัม เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด

3 ผลของขบวนการเพาะงอกต่อคุณภาพน้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมถั่วเหลืองที่มีขบวนการงอกด้วยการแช่ 6 และ 8 ชั่วโมงแล้วบ่มให้งอก 24 ชั่วโมงมีคุณภาพดีที่สุดโดยมีความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นสูง (21.8 และ 27.3 umol TE/100 ml) และปริมาณสารกาบ้าสูงสุด (2.0 และ 2.2 mg/100 ml)

4 ผลของคลื่นความถี่วิทยุต่อคุณภาพถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองพบว่า การใช้คลื่นความถี่วิทยุ ความถี่ 27.12 MHz.ในการชะลอการเสื่อมสภาพของเมล็ดถั่วเหลืองและถั่วเน่าที่เหมาะสม คือ การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C นาน 3 นาทีสามารถคงสภาพโปรตีนและไขมันในเมล็ด และสะสมสารพิษอฟลาท๊อกซินต่ำ

5 โลชั่นโยเกิร์ตถั่วเหลือง สูตรที่ผลิตจากการใช้น้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันมะกอก อัตรา 1:1 เป็นโลชั่นสูตรให้คุณภาพดีและได้รับความพึงพอใจจากผู้ใช้มากที่สุด

6 การหาสูตรที่เหมาะสมสำหรับผลิตสบู่เหลวถั่วเหลือง พบว่า โยเกิร์ตถั่วเหลืองผสมเต้าหู้ถั่วเหลือง (อัตราส่วน 1:1) เป็นสบู่เหลวที่ให้คุณภาพดีและได้รับความพึงพอใจโดยรวมจากผู้ใช้ในระดับดี

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดต้นทุนการการผลิต เพิ่มผลผลิต และเพิ่มมูลค่าผลิตจากถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด เพื่อผลิตถั่วเหลืองที่มั่นคงและยั่งยืนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด 2) เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช และ 3) การแปรรูปถั่วเหลือง (ดำเนินการในปี 2559-2560) รวม 27 การทดลอง ผลการวิจัย พบว่า

1. ได้เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง ดังนี้

1. ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 60 และ เชียงใหม่ 6 สายพันธุ์ดีเด่น ตาแดงเบอร์ 6 และ เบอร์ 8 ในพื้นที่ปลูกจังหวัดเชียงใหม่ แพร่ และแม่ฮ่องสอนในแล้งและฤดูฝน

2. วิธีปลูกถั่วเหลืองแบบหว่านร่วมกับการคลุมฟางให้ผลผลิตสูงและคุ้มค่าต่อการลงทุน

3. การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในการลดต้นการผลิตถั่วเหลืองและลดปัญหาด้านแรงงาน

4. การจัดการธาตุอาหารในถั่วเหลือง

2. ได้เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ดังนี้

1. ชนิดและอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชใบแคบและใบกว้างได้ดีที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากสุด

2. ชนิดและอัตราของสารเคมีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองที่สำคัญ หนอนม้วนใบ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น หนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenella* (Treitschke) และแมลงหวี่ขาวยาสูบ

3. ได้เทคโนยีการใช้ประโยชน์จากถั่วเหลือง ดังนี้

3.1 การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเหลือง ได้แก่ โยเกิร์ตถั่วเหลือง เฟร้นฟรายถั่วเหลือง ทำน้ำนมถั่วเหลืองงอก สบู่เหลวถั่วเหลือง และโลชั่นที่มีส่วนผสมของน้ำมันถั่วเหลือง

3.2 การใช้ความร้อนของเครื่องกำเนิดคลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27.12 ฿มกกะเฮิร์ตในยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเหลืองและเต้าหู้

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองฝักสด. พิมพ์ครั้งที่ 1 ที่โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพมหานคร. 26 หน้า

กรมวิชาการเกษตร. 2554. ปุ๋ยชีวภาพ และผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมวิชาการเกษตร. 2553. 4. พืชถั่วเศรษฐกิจ (ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง) ใน คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. (น. 55-60). กรุงเทพฯ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยและพัมนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 26 น.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. ปุ๋ยอินทรีย์ การผลิต การใช้ มาตรฐานและคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร:ฝ่ายปุ๋ยเคมี สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. ตารางปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2551-2555. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก http://www.oae.go.th/download/

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559 . รายงานข้อมูลภาวะการผลิตพืช(ถั่วเหลืองฝักสด). ที่มา : http://production.doae.go.th/report/report_main_land_01_A_new2.php วันที่ 5 มกราคม 2560

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.

กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. (2555). คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช ปี 2554. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2541. การวิเคราะห์ดิน และพืชทางเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

จิติมา ยถาภูธานนท์ พรพิมล ชัยวรรณคุปต์ จริยา ประศาสน์ศรีสุภาพ และเธียรชัย อารยางกูร. 2545. การตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองและผลตกค้างจากการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองที่มีต่อผลผลิตข้าวในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนข้าว-ถั่วเหลืองโดย 15N เทคนิค. วารสารดินและปุ๋ย. 24(1): 1–21.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. บทที่ 8 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต. ใน เฉลิมพล แซมเพชร (บ.ก.), สรีรวิทยาพืชไร่(พิมพ์ครั้งที่ 1). (น. 162-187). เชียงใหม่: โรงพิมพ์นพบุรี การพิมพ์ เชียงใหม่.

ชะลูด ธารัตถพันธุ์ และคณะ. 2538. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพถั่วเหลืองบริโภคสด. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2538 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.V1-V2.

กรมวิชาการเกษตร

ชาญชัย สมาศิลป์ และคณะ. 2538. การศึกษาระยะระหว่างแถวและหลุมของถั่วเหลืองฝักสดเพื่อผลผลิตสูง เขตภาคเหนือตอนล่าง. รายงานผลการวิจัยประจำ ปี 2538 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.V8-V9.

ดำริ ถาวรมาศ และ องอาจ ซังธาดา. 2520. ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยมูลสัตว์ต่อข้าวฟ่างที่ปลูกในดินชุดปากช่อง. หน้า 125-128. รายงานทดลองและวิจัย. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เธียรชัย อารยางกูร. 2541. ทางเลือก : ลดต้นทุนการผลิตถั่วเหลือง. เชียงใหม่.

เธียรชัย อารยางกูร. 2545. การเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชของดินโดยการใส่ปุ๋ยในระบบปลูกพืชข้าว-ถั่วเหลือง. ใน: รายงานการสัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 2: ระบบเกษตรเพื่อการจัดการทรัพยากรและพัฒนาชนบทเชิงบูรณาการ (น 74-85). ณ โรงแรมโฆษะ จ. ขอนแก่น: ไทย. สืบค้นจาก: http://www.mcc.cmu.ac.th/Seminar/pdf/1359.pdf. (12 มกราคม 2564)

นพพล ศรีธาราธิคุณ. 2551. ผลของการปลูกแถวแคบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

นรีลักษณ์ วรรณสาย, เพ็ญแข นาถไตรภพ, เธียรชัย อารยางค์กูร, พงศ์พันธุ์ จึงอยู่สุข, อำพัน พรมศิริ, และมาลี พึ่งเจริญ. (2535). ผลกระทบของการกำจัดวัชพืชในถั่วเหลืองหลังนาต่อสภาพแวดล้อมในระยะยาว. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2536 สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. (น. 41-49). กรุงเทพฯ.

บรรยง ทุมแสน มัลลิกา ศรีจันทวงศ์ สนั่น จอกลอย วิริยะ ลิมปินันทน์ และ อารันต์ พัฒโนทัย. 2545. ผลของการใส่ซากถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 ในอัตราต่างกัน การใส่ซากถั่วลิสงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105. น.128–151 ใน: การสัมมนาถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 16 1-3 พฤษภาคม 2545 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ พระนครศรีอยุธยา.

บุญญา อนุสรณ์รัชดา และคณะ. 2545. ผลของจุลินทรีย์ สารฆ่าแมลงและสารสกัดสะเดาเพื่อควบคุมแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2545 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.358-400.

ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล และนุจรี บุญแปลง. 2539. การศึกษาการใช้เชื้อไรโซเบียม ร่วมกับจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟต ในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลือง บนชุดดินสรรพยา และชุดดินเชียงใหม่. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สืบค้นจาก : http://www.kmitl.ac.th/~kasoil/research/research14.html (14 มีนาคม 2557)

ภาวนา ลิกขนานนท์. 2542. การย่อยละลายฟอสเฟตโดยเชื้อจุลินทรีย์. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. , กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร

รัชนี โสภา สุดชล วุ้นประเสริฐ สุพัฒน์ ว่านเครือ มาลี พึ่งเจริญ และวาสนา พัฒนมงคล. 2548. อัตราประชากรและระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกถั่วเหลืองฝักสด. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2552 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. เชียงใหม่.

ละอองดาว แสงหล้า สุทัด ปินตาเสน อ้อยทิน จันทร์เมือง และนพพร ทองเปลว. 2550. ผลของระยะปลูกและจำนวนต้นต่อหลุมต่อคุณค่าทางโภชนาการ ผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองฝักสด. วารสารวิชาการเกษตร. ปีที่ 25 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน-ธันวาคม 2550. 227-239.

ละอองดาว แสงหล้า สุทัด ปินตาเสน อเนก โชติญาณวงษ์ สิทธิ์ แดงประดับ และนพพร ทองเปลว. 2550. ศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้าโปรตีนสูง. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2552 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. เชียงใหม่.

วรรณะ ขาวสุทธิ์, สมิทธ์ เพชรานนท์ และ บุญล้ำ มังคละทีป. 2523. เปรียบเทียบอัตราปุ๋ยมูลไก่ระดับต่างๆ ที่มีผลต่อผลผลิตของมันสำปะหลังในชุดดินกบินทร์บุรี. รายงานผลการทดลองและวิจัย. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 537 น.

วิระศักดิ์ เทพจันทร์ เพ็ญแข นาถไตรภพ แดน ฟูแสง และดำริห์ ศรีสุข. 2534. อิทธิพลของปุ๋ยต่อจำนวนประชากรที่เหมาะสมของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2534 ถั่วเหลือง. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 580-288.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2547. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรสาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 141 หน้า

ศรีสมวงศ์ มานิตย์ และคณะ. 2541. การปฏิบัติการในช่วงเก็บเกี่ยวเพื่อพัฒนาคุณภาพเมล็ดถั่วเหลือง. รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ณ.อาคารวิทยทัศน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 490 น.

สมศักดิ์ วังใน. 2541. การตรึงไนโตรเจน : ไรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพ ฯ.

สมศักดิ์ วังใน. 2521. ปุ๋ยอินทรีย์. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 77 หน้า

สมศักดิ์ อิทธิพงษ์ และรัชนี โสภา. 2541. การปลูกและการดูแลรักษาถั่วเหลือง. ใน อรอนันต์ เลขะกุล, พรรณนีย์ วิชชาชู, ประเวศ แสงเพรช, สมศักดิ์ ทองศรี, อิสิวัฒน์ บีณฑราภิวัฒน์, และ อมรา เวียงวีระ (บ.ก.) , เอกสารวิชาการถั่วเหลือง. (น. 23-38). กรุงเทพฯ: หจก.ไอเดีย สแควร์

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2558. ตารางปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2552-2557. แหล่งข้อมูล http://www.oae.go.th/download/FactorOfProduct/Fertilizer_value49-54.html ค้นเมื่อ 5 กันยายน 2561.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. ถั่วเหลือง: ราคาถั่วเหลืองคละรายเดือนที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา ทั้งประเทศ ปี 2542 - 2564. สืบค้นจาก: https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/price/monthly_price/soybeans.pdf (21 ธันวาคม 2564)

กรมวิชาการเกษตร

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. ถั่วเหลือง: ราคาถั่วเหลืองคละรายเดือนที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา ทั้งประเทศ ปี 2540-2564 . สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/price/monthly_price/soybeans.pdf (12 มกราคม 2564)

สุดชล วุ้นประเสริฐ และวันชัย ถนอมทรัพย์. มปพ. **การจัดการน้ำสำหรับถั่วเหลือง**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. ที่มา : http://210.246.186.28/fieldcrops/vsoy/index.HTM

สุดชล วุ้นประเสริฐ. 2539. การศึกษาเทคโนโลยีการใช้น้ำอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพในการปลูกถั่วเหลือง. รายงานประจำปี 2539 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. (น. 35-41) . เชียงใหม่.

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2541. การจัดการดิน ปุ๋ยและไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลือง ใน อรอนันต์ เลขะกุล, พรรณนีย์ วิชชาชู, ประเวศ แสงเพรช, สมศักดิ์ ทองศรี, อิสิวีฒน์ บีณฑราภิวัฒน์, และ อมรา เวียงวีระ (บ.ก.) , เอกสารวิชาการถั่วเหลือง. (น. 39-54). กรุงเทพฯ: หจก.ไอเดีย สแควร์

เอนก โชติญาณวงษ์ และคณะ. 2552. การเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดในไร่เกษตรกร : สายพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดกลิ่นหอม. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2552 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Alessi, J., and J. F. Power. 1982. Effects of plant and row spacing on dryland soybean yield and water use efficiency. Agron. J. 74:851-854.

Argaw, A., and A. Tsigie. 2015. Indigenous rhizobia population influences the effectiveness of Rhizobium inoculation and need of inorganic N for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in eastern Ethiopia. ***Chemical and Biological Technologies in Agriculture***. 2: 1–13.

Arora, V. K., Singh, C. B., Sidhu, A. S., & Thind, S. S. (2011). Irrigation, tillage and mulching effects on soybean yield and water productivity in relation to soil texture. Agricultural Water Management, 98(4), 563–568.

Boon-Long, P., Chancharroensook, S. and Chaovanakit, P., 1985. Effects of mulches on growth and yield of soybeans in saline soils of the Bang Pakong [soil] series [in Thailand]. Warasan Wichai Witthayasat. สืบค้นจาก: https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=TH8523188 (29 มกราคม 2564)

Bray II, R.H. and L.T. Kurtz. 1945 Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.

Cober, E. R., M. J. Morrison. B. Ma and G. Butler. 2005. Genetic improvement rates of short season soybean increase with plant population. ***Crop Sci.*** J. 45:1029-1034.

Costa, J. A., E. S. Oplinger. and J. W. Pendleton. 1980. Response of soybean cultivars to planting patterns. ***Agron. J***. 72:153-156.

กรมวิชาการเกษตร

da Silva, P.M., S.M. Tsai, and R. Bonetti. 1993. Response to inoculation and N fertilization for increased yield and biological nitrogen fixation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). ***Plant and Soil***. 152: 123–30.

FactorOfProduct/Fertilizer_value49-54.html (วันที่ค้นข้อมูล 23 มีนาคม 2557)

H. Arnold Bruns. 2011. Comparisons of Single-Row and Twin-Row Soybean Production in the Mid-South. ***Agron. J***. 103:702-708.

Hardy, R.W.F., R.C. Burns, and R.D. Holsten. 1973. Applications of the acetylene-ethylene assay for measurements of nitrogen fixation. ***Soil Biology and Biochemistry***. 5: 47–81.

Hisani, W.; Kaimuddin; & Garantjang, S. (2015). Increasing the Production of Soybean (Glycine Max L.) By Using Mulch of Rice Straw and Appliying Poc (Liquid Organic Fertilizer) From Seaweed (Gracilaria Sp.) and Cattle's Urine. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 5 (14), 1-7

Jin Ping. 1997. Influence of Organic Manure Combination with Chemical Fertilizers on Grain Yeild and Quality of Soybean. Retrieved April 23, 2021, from https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-HLJN702.001.htm

Ju, X.T., C.L. Kou, F.S. Zhang, and P. Christie. 2006. Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: Comparison among three intensive cropping systems on the North China Plain. ***Environmental Pollution*** 143: 117–125.

Kader, M. A., Senge, M., Mojid, M. A., & Nakamura, K. 2017. Mulching type-induced soil moisture and temperature regimes and water use efficiency of soybean under rain-fed condition in central Japan. International Soil and Water Conservation Research, 5(4), 302-308.

Li Minglei; Gu Jie and Gao Hua. 2007. Effects of different organic fertilizer on plant character, quality and yield of soybean. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry. Retrieved April 23, 2021, from https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CN200800144723

Liu, chiung-Pi and S. Shanmugasundaram. 1982. Frozen vegetable soybean industry in Taiwan. P.199-212. In: Mohammad Md. Ali and Lim Eng Siong, (eds). Vegetables and Ornamentals in the Tropics University, Pertanian, Malaysia, Serdang. Selangor.

Mathew, J.P., S.J. Herbert, S. Zhang, A.A.F. Rautenkranz, and G.V. Litchfield. 2000. Differential response of soybean yield components to the timing of light enrichment. ***Agronomy Journal*** 92: 1156–1161.

กรมวิชาการเกษตร

Okogun, J.A., and N. Sanginga. 2003. Can introduced and indigenous rhizobial strains compete for nodule formation by promiscuous soybean in the moist savanna agroecological zone of Nigeria? ***Biology and Fertility of Soils***. 38: 26–31.

Peech, M. 1965. Hydrogen-Ion Activity. pp. 914-926. In Methods of Soil Analysis Part 2. C.A. Black (ed.) American society of Agronomy, Inc., Publisher. USA

Pervaiz Z., Hussain K., Kazmi S.S.H. and Gill K.H. 2004. Agronomic efficiency of different N:P ratios in rain fed wheat. ***International Journal of Agriculture & Biology*** 6(3): 455–457.

Sadeghi, H., and M.J. Bahrani. 2009. Effects of crop residue and nitrogen rates on yield and yield components of two dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. ***Plant Production Science***. 12(4): 497–502.

Sangla, L., Suppadit, T., Pintasen, S., and Tongplew, N. 2009. Standard fresh pod yield and its quality of vegetable soybean using different composts cooperate with chemical fertilizers. World Soybean Research Conference VIII, August 10-15, 2009, Beijmg, China. 21.

Sekhon, N. K., Hira, G. S., Sidhu, A. S., & Thind, S. S. (2005). Response of soyabean (Glycine max. Mer.) to wheat straw mulching in different cropping seasons. Soil Use and Management, 21, 422–426.

Somasegaran, P., and H.J. Hoben. 1994. Handbook for Rhizobia: Methods in Legume-Rhizobium Technology. Springer Verlag, New York.

Suwanarit, A., A. Potichan, M. Quadir, and C. Suwannarat. 1978. Soil factors limiting growth and yield of soybean grown on Khorat and Roi et soils. Thai J. Agr. Sci. 11: 273-286.

Taylor, H. M. 1980. Soybean growth and yield as effected by row spacing and by seasonal water supply. Agron J. 72 : 543-547.

Van Heerden, P.D.R., G.H.J. Krüger, J.E. Loveland, M.A.J. Parry, and C.H. Foyer. 2003. Dark chilling imposes metabolic restrictions on photosynthesis in soybean. ***Plant Cell and Environment*** 26: 323–337.

Walkley, A. and I.A. Black, 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. Soil. Sci. Amer. Proc. 63:257

Yamika W.S.D. and K.R. Ikawati. 2012. Combination Inorganic and Organic Fertilizer increased Yield Production of Soybean in Rain-Field Malang, Indonesia. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 6(1): 14-17

Zhu Bao-guo, YU Zhong-he, WANG Nan-nan and MENG Qing-ying. (2010). Effect of Different Proportion Combined Application of Organic and Chemical Fertilizer on Soybean Yield and Quality. Retrieved April 23, 2021, from https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-DDKX201001028.htm.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ผลงานงานเผยแพร่ โครงการที่ 2 วิจัยและพัฒนาการเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง

ก1 การประชุมเผยแพร่ผลงานระดับชาติ แบบนำเสนอปากเปล่า เรื่อง การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง ในการประชุมพิจารณาการดำเนินงานวิจัยถั่วเหลือง ถั่วเหลืองฝักสด และพืชไร่เศรษฐกิจ ระหว่างวันที่ 30-31 มีนาคม พ.ศ. 2564 ณ ห้องประชุม 1 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ (เอกสารแนบ 3-1)

ก2 ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ เรื่อง สถานการณ์การระบาดของแมลงศัตรูถั่วเหลืองในพื้นที่ปลูกของภาคเหนือตอนบน ในการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 6 / สิงหาคม 2560 (เอกสารแนบ 3-2)

ก3 ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ เรื่อง อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีผลต่อปริมาณสารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลือง ในการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 7 / สิงหาคม 2562 (เอกสารแนบ 3-3)

ก4 ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ เรื่อง การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองในฤดูแล้งจังหวัดหนองบัวลำภู ในการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 7 / สิงหาคม 2562 (เอกสารแนบ 3-4)

ก5 ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ เรื่อง ประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนในการกำจัดด้วงถั่วเหลือง (*Callosobruchus chinensin* Linnaeus) ในการประชุมวิชาการพืชวงศ์ เรื่อง ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 7 / สิงหาคม 2562 (เอกสารแนบ 3-5)

ก6 ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ เรื่อง พันธุ์ถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลือง ในการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 6 / สิงหาคม 2560 (เอกสารแนบ 3-6)

ก7 การประชุมเผยแพร่ผลงานระดับชาติ แบบนำเสนอโปสเตอร์ เรื่อง ผลของขบวนการเพาะงอกต่อคุณภาพน้ำนมถั่วเหลือง ในการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 7 / สิงหาคม 2562 (เอกสารแนบ 3-7)

ลิงค์เอกสารแนบ

https://drive.google.com/drive/folders/1tOmF5CxXocaE6n8kje-EMD7YNlwa37IE?usp=sharing

กรมวิชาการเกษตร