

การใช้น้ำหมักชีวภาพในการผลิตถั่วเหลือง^{1/}

Use of Fermented Bio-extracts in Soybean Production^{1/}

ผู้ทำสัมมนา
อาจารย์ที่ปรึกษา

นายขจรเกียรติ ทองอินทร์^{2/}
อาจารย์ ดร.ภาชิตา ทุ่นศิริ^{3/}

บทคัดย่อ

ถั่วเหลืองเป็นพืชทางเศรษฐกิจที่สำคัญของหลายๆ ประเทศ ประเทศไทยมีการปลูกถั่วเหลืองอย่างแพร่หลาย โดยใช้เป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอุตสาหกรรมหลายประเภท อุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร อุตสาหกรรมสกัดน้ำมัน และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ในปัจจุบันมีการปลูกถั่วเหลืองลดน้อยลง และมีผลผลิตที่ต่ำลง ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ เนื่องจากต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ผลผลิตที่ได้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน จึงมีการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางการเกษตรเพื่อนำมาเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ในการผลิตถั่วเหลือง โดยใช้น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือซากสัตว์ที่ย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยธาตุอาหารและสารเร่งการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับถั่วเหลือง จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การใส่น้ำหมักชีวภาพส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองมากกว่าการไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ และงานวิจัยที่มีการเปรียบเทียบระหว่างน้ำหมักชีวภาพ พบว่า น้ำหมักชีวภาพประเภทหอยเชอรี่ ช่วยเพิ่มผลผลิตมากกว่าน้ำหมักชีวภาพประเภทน้ำหมักปลา น้ำหมักผลไม้ และไมใส่น้ำหมักชีวภาพ และสุดท้ายการใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ช่วยเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้กับถั่วเหลืองได้ โดยอ้างอิงจากงานวิจัย พบว่ามาตรฐานผลผลิตของถั่วเหลืองอยู่ที่ 1.29 ตันต่อเฮกตาร์ เมื่อใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยผลผลิตอยู่ที่ 1.7–3.2 ตันต่อเฮกตาร์ และเมื่อใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 3.21 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สูงขึ้นกว่าเดิม ดังนั้นเกษตรกรสามารถเลือกใช้น้ำหมักชีวภาพเพื่อเป็นอีกหนึ่งตัวเลือกในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองได้

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง; น้ำหมักชีวภาพ

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนา

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณประเทศจีนและญี่ปุ่น ถั่วเหลืองเป็นพืชอาหารที่สำคัญ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และสามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ถั่วเหลืองเมล็ดแห้งมีสารอาหารเป็นองค์ประกอบอยู่สูง โดยประกอบด้วยโปรตีน 40% น้ำมัน 21% และคาร์โบไฮเดรต 34% (ชมพูนุช และคณะ, 2564) ในปัจจุบันถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลายในเขตร้อนและเขตอบอุ่น มีการคาดการณ์ว่า การผลิตถั่วเหลืองในประเทศบราซิลปี ค.ศ. 2019/2020 คาดว่าจะสูงถึง 125.6 ล้านตัน ซึ่งสามารถส่งออกถั่วเหลืองนำหน้าสหรัฐอเมริกา (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2563) ขณะที่ความต้องการใช้ในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพราะเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอุตสาหกรรมหลายประเภท ทั้งอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร อุตสาหกรรมสกัดน้ำมัน และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ความต้องการใช้ถั่วเหลืองในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 11.92% ต่อปี ในขณะที่พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองและผลผลิตของถั่วเหลืองลดลงอย่างต่อเนื่องทุกปี ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ เนื่องจากต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น และขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ที่ดี (เฉลิมชัย, 2565) จากความต้องการถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นในขณะที่การผลิตลดลง ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองจึงมีการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้นเพื่อสามารถผลิตถั่วเหลืองให้ได้ตามความต้องการของตลาดในพื้นที่ที่ลดลง โดยใช้องค์ความรู้ทางด้านการเกษตรมาประยุกต์ใช้ในการผลิตถั่วเหลือง น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยประเภทหนึ่งที่มีความสนใจ เป็นของเหลว สีดำออกน้ำตาล กลิ่นอมเปรี้ยวอมหวาน ได้จากการหมักเศษพืช หรือซากสัตว์ ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชทั้งการสร้างใบ สร้างดอกและผลหรือเมล็ด ซึ่งเกษตรกรสามารถทำได้เองจากวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร และยังเป็นการช่วยลดวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร ในปัจจุบันน้ำหมักชีวภาพได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในการนำไปเสริมการเจริญเติบโตของพืช ด้วยวิธีการรดหรือฉีดพ่นให้แก่พืช ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น และยังช่วยบำรุงต้นพืช (ภารดี และคณะ, 2563) ดังนั้นสมมนานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายการใช้ น้ำหมักชีวภาพในการผลิตถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merrill อยู่ในวงศ์ (Family) Legumeminosae เป็นพืชล้มลุก สูง 0.3-0.9 เมตร ลำต้นมีขนปกคลุม ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกมี 3 ใบย่อย หูใบรูปไข่ขนาด 3-7 มิลลิเมตร ใบย่อยรูปไข่ ฐานใบเป็นรูปกลมหรือกลม ปลายใบเรียวแหลม ช่อดอกแบบช่อกระจุก ก้านช่อดอกยาว 1-3.5 เซนติเมตร วงกลีบเลี้ยงขนาด 4-6 มิลลิเมตร มีขนหยาบแข็ง วงกลีบดอกสีม่วง ม่วงอ่อน หรือขาว ขนาด 4.5-10 เซนติเมตร กลีบกลางรูปไข่โคนกลีบคล้ายกันกลีบ ปลายกลีบเว้าตื้น กลีบคู่ข้างหยาบมน กลีบคู่ล่างรูปไข่กลับ รังไข่เหนือวงกลีบ ผลแบบฝักแบบถั่วขนาด 40-75 x 8-15 มิลลิเมตร อวบน้ำ ขอบรูปขนาน มี 2-5 เมล็ด รูปวงรี รูปไข่ หรือรูปขอบขนาน ขั้วเมล็ดเป็นรูปรี (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุโขทัย, 2560) มีการนำถั่วเหลืองไปใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย ได้แก่ ใช้สกัดน้ำมัน ใช้เป็นอาหารสัตว์ และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหรือบริโภคโดยตรง จึงทำให้ความต้องการของถั่วเหลืองยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

สถานการณ์การผลิตถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของโลก เนื่องจากเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนและปริมาณน้ำมันในเมล็ดสูง เมล็ดสามารถนำมาสกัดน้ำมัน และนำไปแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด และกากถั่วเหลืองยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังสามารถปลูกเป็นพืชบำรุงดินได้เป็นอย่างดี (ฐิติพร และคณะ, 2558) ในปี พ.ศ. 2560/61 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองอยู่ที่ 152,106 ไร่ และมีผลผลิตของถั่วเหลืองอยู่ที่ 42,829 ตัน ปี พ.ศ. 2561/62 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองอยู่ที่ 151,312 ไร่ และมีผลผลิตของถั่วเหลืองอยู่ประมาณ 41,165 ตัน เมื่อเปรียบเทียบการผลิตจะพบว่า มีการปลูกถั่วเหลืองลดลงและผลผลิตต่ำลง ในขณะที่ความต้องการใช้ถั่วเหลืองภายในประเทศมีสูง ต้องนำเข้าถั่วเหลืองในรูปของเมล็ดถั่วเหลือง น้ำมันถั่วเหลือง และกากถั่วเหลือง ปีละประมาณ 2 ล้านตัน/ปี ซึ่งคิดเป็นมูลค่ากว่า 2 หมื่นล้านบาท และมีแนวโน้มการนำเข้าถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นทุกปีทั้งในรูปของเมล็ด น้ำมันดิบ และกากถั่วเหลือง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพื้นที่การปลูกและการผลิตถั่วเหลืองกลับมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องทุกปี(ตารางที่ 1) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ทั้งนี้เนื่องมาจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีปัญหาโรคและแมลงต้องการการดูแลมากกว่าพืชไร่ชนิดอื่นๆ และมีผลผลิตต่อไร่ต่ำ ทำให้การปลูกไม่คุ้มค่ากับการลงทุนเกษตรกรจึงนิยมปลูกพืชไร่ชนิดอื่นที่ให้ผลตอบแทนมากกว่าเป็นพืชหลัก (ฐิติพร และคณะ, 2558)

ตารางที่ 1 พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทย

รายการ	ปี 2560/2561	ปี 2561/2562
พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	152,106	151,312
ผลผลิตทั้งหมด (ตัน)	42,829	41,165
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	282	272

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562)

จากความต้องการที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับพื้นที่ปลูกที่ลดลง ทำให้มีการเสนอการเพิ่มศักยภาพการผลิตโดยการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ขึ้นมา โดยการเพิ่มธาตุอาหารหรือบำรุงต้นพืชให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้

น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ (Bio-extracts) หมายถึง สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืช หรือซากสัตว์ที่ย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ เป็นการหมักแบบไม่ต้องใช้ออกซิเจนโดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักอาจมีสีน้ำตาลเข้มในกรณีใช้กากน้ำตาลเป็นตัวหมัก หรือมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อใช้น้ำตาลชนิดอื่นเป็นตัวหมัก เมื่อผ่านการหมักที่สมบูรณ์จะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน และจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก รวมถึงธาตุอาหารพืชบางชนิด และยังมีสารควบคุมแมลง สารป้องกันกำจัดโรคพืช ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ จุลินทรีย์ที่มีในกระบวนการหมัก และสภาวะแวดล้อมขณะหมัก (กฤตภาส และคณะ, 2560)

องค์ประกอบของน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพประกอบด้วยฮอร์โมนหรือสารเร่งการเจริญเติบโต ที่มีผลต่อการเจริญของพืช และจุลินทรีย์โดยพบว่ามีฮอร์โมน 3 ชนิด ที่มีความสำคัญต่อพืชและจุลินทรีย์ คือ ฮอร์โมนออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน (ตารางที่ 2) โดยฮอร์โมนดังกล่าวนี้จะช่วยในการเร่งอัตราการเจริญเติบโตของพืช ส่งเสริมการออกดอกติดผลดีขึ้น และกระตุ้นการสุกของผล (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)

ตารางที่ 2 ปริมาณฮอร์โมนน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ

ฮอร์โมน (มก./ลิตร)	วัสดุที่ใช้หมัก				
	ผัก	ผลไม้	ปลา	หอยเชอรี่	ไข่ไก่ นมและ ถั่ว
ออกซิน	<0.10 - 3.00	0.13 - 1.40	<0.10 - 9.75	0.22 - 3.99	0.1 - 9.78
จิบเบอเรลลิน	9.1 - 38.1	5.2 - 215.5	16.9 - 620.2	15.1 - 323.0	39.7 - 217.7
ไซโตไคนิน	1.4 - 13.3	1.5 - 64.5	1.6 - 15.5	1.3 - 12.8	2.1 - 87.3

ที่มา: โสฬส (2559)

อีกทั้งน้ำหมักชีวภาพยังประกอบไปด้วยธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง (ตารางที่ 3) ซึ่งเป็นธาตุที่มีความจำเป็นที่พืชต้องการในปริมาณมาก แต่ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้หมัก ส่วนใหญ่จะพบว่าปริมาณธาตุอาหารน้อยมากไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ

ธาตุอาหาร (%)	วัสดุที่ใช้หมัก				
	ผัก	ผลไม้	ปลา	หอยเชอรี่	ไข่ไก่ นมและถั่ว
N	0.07 – 0.92	0.07 – 1.91	1.45 – 3.42	0.24 – 1.48	0.39 – 1.48
P	0.01 – 0.40	0.03 – 0.78	1.04 – 1.30	0.02 – 0.93	0.07 – 0.25
K	0.14 – 1.84	0.05 – 1.84	1.04 – 2.39	0.42 – 1.47	0.62 – 1.82
Ca	0.01 – 1.19	0.09 – 1.06	0.14 – 1.00	0.13 – 0.73	0.13 – 0.73
Mg	0.009 – 0.19	0.026 – 0.35	0.038 – 0.22	0.045 – 0.16	0.033 – 0.21
S	0.009 – 0.19	0.026 – 0.35	0.002 – 0.30	0.006 – 0.42	0.002 – 0.29

ที่มา: โสฬส (2559)

นอกจากนี้ในน้ำหมักชีวภาพยังมีจุลธาตุ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน (ตารางที่ 4) ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่างๆของพืช เช่น การสังเคราะห์แสง และการหายใจ (โสฬส, 2559)

ตารางที่ 4 ปริมาณจุลธาตุในน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ

จุลธาตุ (มก./ลิตร)	วัสดุที่ใช้หมัก				
	ผัก	ผลไม้	ปลา	หอยเชอรี่	ไข่ไก่ นมและถั่ว
Fe	10 – 640	35 – 410	35 – 1700	45 – 3870	70 – 3500
Mn	1 – 130	10 – 150	6 – 130	2 – 220	2 – 10
Cu	3 – 68	1 – 20	3 – 10	4 – 11	4 – 13
Zn	4 – 30	15 – 58	8 – 50	6 – 55	9 – 40
B	2 – 100	1 – 166	2 – 12	1 – 40	1 – 10

ที่มา: โสฬส (2559)

น้ำหมักจากผัก, ผลไม้, ปลาและหอยเชอรี่ ยังมีปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ

วัสดุที่ใช้หมัก	จุลินทรีย์ (log No ml-1)			
	แบคทีเรียทั้งหมด	แบคทีเรียแปรสภาพฟอสฟอรัส	ราแปรสภาพฟอสฟอรัส	ยีสต์
ผัก	3.60 – 4.17	1.05 – 1.28	1.04 – 1.45	3.17 – 3.96
ผลไม้	3.68 – 4.53	1.43 – 1.77	1.23 – 1.67	2.11 – 3.68
ปลา	3.35 – 3.68	3.02 – 3.51	2.11 – 2.42	2.15 – 3.76
หอยเชอรี่	4.26 – 4.33	3.28 – 3.47	2.40 – 2.74	3.26 – 3.56

ที่มา: โสพล (2559)

ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ (นันทนพิน และอรรถพล, 2563)

การใช้ประโยชน์จากน้ำหมักชีวภาพ สามารถแบ่งตามการใช้งานเป็นด้านต่างๆ ได้ดังนี้

- 1) ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด – ด่าง ให้เป็นกลางในดินและน้ำอยู่ที่ pH 4 เป็นกรด
- 2) ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืช และโรคระบาดต่างๆ
- 3) ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำ และให้อากาศผ่านได้อย่างเหมาะสม
- 4) ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้เป็นอาหารของพืช พืชจะสามารถดูดซึมไปใช้ได้เลย โดยพืชไม่สูญเสียพลังงานมาก
- 5) ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช เพื่อให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดี
- 6) มีธาตุอาหารสำคัญ ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ฯลฯ ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของต้นพืชเพิ่มคุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้น และยังสามารถใช้ไล่แมลงศัตรูพืชได้อีกด้วย

การประยุกต์ใช้น้ำหมักชีวภาพในการผลิตของถั่วเหลือง

จากการศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ น้ำหมักที่แตกต่างกันของ ภาวดี และคณะ (2563) ได้วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ และมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Least Significant Difference (LSD) ของ 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ 1) ไม่รดน้ำหมักชีวภาพ 2) รดน้ำหมักปลา 3) รดน้ำหมักหอยเชอรี่ และ 4) รดน้ำหมักผลไม้ ทดสอบโดยใช้ถั่วเหลืองฝักสด 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เชียงใหม่ 84-2 และพันธุ์เชียงใหม่ 1 จากการทดลองพบว่า สิ่งทดลองที่ใช้น้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ ทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูงของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) ส่วนด้านจำนวนกิ่งต่อต้น จากการทดลองพบว่า การใช้ น้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ ทำให้จำนวนกิ่งต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) โดยการใช้ น้ำหมักหอยเชอรี่ ให้จำนวนกิ่งต่อต้นมากที่สุด รองลงมาคือน้ำหมักผลไม้ ไม่ใช้น้ำหมัก และน้ำหมักปลา เท่ากับ 8.17, 7.50, 6.50 และ 5.83 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ความสูง และจำนวนกิ่ง ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2

สิ่งทดลอง	ความสูง (ซม.)	จำนวนกิ่ง (กิ่ง)
ไม่ใช้น้ำหมัก	35.17	6.50 ab
ใช้น้ำหมักปลา	33.33	5.83 c
ใช้น้ำหมักหอยเชอร์รี่	34.17	8.17 a
ใช้น้ำหมักผลไม้	35.83	7.50 ab
F-test	ns	*
C.V. (%)	12.51	47.51

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติมีระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95% ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยการใช้ LSD

ที่มา: การดี และคณะ (2563)

ด้านความสูง และจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1 จากการทดลองพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้น้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ ทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูง และจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ความสูง และจำนวนกิ่ง ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1

สิ่งทดลอง	ความสูง (ซม.)	จำนวนกิ่ง (กิ่ง)
ไม่ใช้น้ำหมัก	42.67	10.00
ใช้น้ำหมักปลา	41.17	8.00
ใช้น้ำหมักหอยเชอร์รี่	43.50	11.17
ใช้น้ำหมักผลไม้	48.33	10.00
F-test	ns	ns
C.V. (%)	12.69	15.60

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ที่มา: การดี และคณะ (2563)

ด้านจำนวนฝักต่อต้น จากการทดลองพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้น้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ ทำให้จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) โดยการใช้หมักผลไม้ มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด รองลงมาคือ น้ำหมักหอยเชอร์รี่ ไม่ใช้น้ำหมัก และน้ำหมักปลา เท่ากับ 23.83, 22.83, 11.83 และ 5.00 ฝัก ตามลำดับ

ด้านจำนวนเมล็ดดีต่อต้น จากการทดลองพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้น้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ ทำให้จำนวนเมล็ดดีต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8)) โดย การใช้หมักหอยเชอร์รี่ มีจำนวนเมล็ดดีต่อต้นมากที่สุด รองลงมาคือ น้ำหมักผลไม้ ไม่ใช้น้ำหมัก และน้ำหมักปลา เท่ากับ 39.67, 27.50, 17.50 และ 7.00 เมล็ด ตามลำดับ

ด้านน้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น จากการทดลองพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้น้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ ทำให้น้ำหนักเมล็ดดีต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8)) โดย การใช้น้ำหมักหอยเชอรี่ มีน้ำหนักเมล็ดดีต่อต้นมากที่สุด รองลงมาคือ น้ำหมักผลไม้ ไม่ใช้น้ำหมัก และน้ำหมักปลา เท่ากับ 20.96, 13.28, 7.38 และ 2.85 กรัม ตามลำดับ

และน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด จากการทดลองพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้น้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ ทำให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8))

ตารางที่ 8 จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดดีต่อต้น น้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2

สิ่งทดลอง	จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)	จำนวนเมล็ดดีต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด (กรัม)
ไม่ใช้น้ำหมัก	11.83 ab	17.50 bc	7.38 b	39.71
ใช้น้ำหมักปลา	5.00 b	7.00 c	2.85 bc	38.95
ใช้น้ำหมักหอยเชอรี่	22.83 a	39.67 a	20.96 a	52.24
ใช้น้ำหมักผลไม้	23.83 a	27.50 ab	13.28 ab	46.60
F-test	*	*	*	ns
C.V. (%)	47.51	46.76	56.15	21.04

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติมีระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95% ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยการใช้ LSD

ที่มา : ภารดี และคณะ (2563)

จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดดีต่อต้น น้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1 จากการทดลองพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้น้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ ทำให้อาณาพันธ์ต่อต้น จำนวนเมล็ดดีต่อต้น น้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9)

น้ำหมักชีวภาพหอยเชอรี่และน้ำหมักผลไม้มีแนวโน้มช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดทั้งสองสายพันธุ์สูงขึ้น เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพสูตรใช้หอยเชอรี่ กรณียใช้ทั้งตัวหอยพร้อมเปลือกมาหมัก มีองค์ประกอบทางธาตุอาหารสูง โดยมีค่าไนโตรเจนสูงถึง 0.84% สำหรับในน้ำหมักสูตรผลไม้รวม มีค่าไนโตรเจน 0.27% นอกจากนี้ในน้ำหมักหอยเชอรี่มีปริมาณกรดฮิวมิกที่มีส่วนช่วยเร่งการเจริญเติบโตได้ ประกอบอยู่ 3.07% มีจุลธาตุประเภท เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสีเป็นองค์ประกอบสูงกว่าน้ำหมักประเภทอื่นๆ เมื่อพิจารณาถึงเรื่องผลผลิต (ภารดี และคณะ, 2563)

ตารางที่ 9 จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1

สิ่งทดลอง	จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)	จำนวนเมล็ดต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด (กรัม)
ไม่ใช้น้ำหมัก	43.50	60.83	22.27	36.42
ใช้น้ำหมักปลา	31.00	39.17	24.48	55.06
ใช้น้ำหมักหอยเชอรี่	37.17	55.00	26.20	46.78
ใช้น้ำหมักผลไม้	39.83	60.83	30.26	49.57
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	20.28	27.71	54.61	53.64

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ที่มา: การดี และคณะ (2563)

จากการศึกษาผลกระทบของปริมาณปุ๋ยพื้นฐานและความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพที่มีต่อผลผลิตถั่วเหลืองของ Herawati *et al*, (2017) ดำเนินการในรูปแบบ บล็อกสุ่มแบบแฟกทอเรียลสองปัจจัย (RBD) ปัจจัยแรกคืออัตราปุ๋ยพื้นฐาน TA ประกอบด้วย TA1=40:90:90 (40 กก. ยูเรีย/เฮกตาร์, 90 กก. ทริปปี้ลซูเปอร์ฟอสเฟต/เฮกตาร์ และ 90 กก. โพแทสเซียมคลอไรด์ /เฮกตาร์); TA2=45:95:95 (ยูเรีย 45 กก./เฮกตาร์, 95 กก. ทริปปี้ลซูเปอร์ฟอสเฟต/เฮกตาร์และ 95 กก. โพแทสเซียมคลอไรด์ /เฮกตาร์) และ TA3=50:100:100(ยูเรีย 50 กก./เฮกตาร์, 100 กก. ทริปปี้ลซูเปอร์ฟอสเฟต/เฮกตาร์และ 100 กก. โพแทสเซียมคลอไรด์/เฮกตาร์) ปัจจัยที่สอง TB คือความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ (กากอ้อยและผิวอ้อย) ประกอบด้วย TB0 (ไม่มีน้ำหมักชีวภาพ, กลุ่มควบคุม), TB1=7.1%, TB2=10.7% และ TB3=14.3% จากการทดลองพบว่า สิ่งทดลองที่ใช้อัตราปุ๋ยพื้นฐานที่ต่างกัน ทำให้จำนวนกิ่งต่อต้นของถั่วเหลือง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) ส่วนการใช้น้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่างกัน จากการทดลองพบว่า ทำให้จำนวนกิ่งต่อต้นของถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยการใช้น้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้น (TB1) 7.1% ให้จำนวนกิ่งต่อต้นสูงที่สุด รองลงมาคือ (TB3) 21.24%, (TB2) 20.82% และ (TB0) กลุ่มควบคุม เท่ากับ 22.12, 21.24, 20.82 และ 17.09 กิ่ง ตามลำดับ

ตารางที่ 10 จำนวนกิ่ง/ต้น (กิ่ง)

สิ่งทดลอง	จำนวนกิ่ง/ต้น (กิ่ง)
อัตราปุ๋ยพื้นฐาน	
TA1 40:90:90	19.43
TA2 45:95:95	20.25
TA3 50:100:100	21.27
ความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ	
TB0 ไม่มีน้ำหมักชีวภาพ (กลุ่มควบคุม)	17.09 b
TB1 7.1%	22.12 a
TB2 14.3%	20.82 a
TB3 21.24%	21.24 a

ที่มา: ดัดแปลงจาก Herawati *et al.*, (2017)

ด้านจำนวนฝักต่อต้น จากการทดลองพบว่า สิ่งทดลองที่ใช้อัตราปุ๋ยพื้นฐานที่ต่างกัน ทำให้จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลือง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) ส่วนการใช้น้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่างกัน จากการทดลองพบว่า ทำให้จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) โดยการใช้ น้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้น (TB2) 20.82% ให้จำนวนฝักต่อต้นสูงที่สุด รองลงมาคือ (TB3) 21.24%, (TB1) 7.1% และ (TB0) กลุ่มควบคุม เท่ากับ 61.78, 59.76, 58.38 และ 47.0 ฝัก ตามลำดับ

ตารางที่ 11 จำนวนฝัก/ต้น (ฝัก)

สิ่งทดลอง	จำนวนฝัก/ต้น (ฝัก)
ปริมาณปุ๋ยพื้นฐาน	
TA1 40:90:90	57.70
TA2 45:95:95	53.52
TA3 50:100:100	58.96
ความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ	
TB0 ไม่มีน้ำหมักชีวภาพ (กลุ่มควบคุม)	47.0 b
TB1 7.1%	58.38 a
TB2 14.3%	61.78 a
TB3 21.24%	59.76 a

ที่มา: ดัดแปลงจาก Herawati *et al.*, (2017)

ด้านน้ำหนักเมล็ดแห้ง จากการทดลองพบว่า สิ่งทดลองที่ใช้อัตราปุ๋ยพื้นฐานที่ต่างกัน ทำให้ น้ำหนักเมล็ดแห้งของถั่วเหลือง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12) ส่วนการใช้น้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่างกัน จากการทดลองพบว่า ทำให้น้ำหนักเมล็ดแห้งของถั่วเหลือง มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12) โดยการใช้ น้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้น (TB2) 20.82% ให้ น้ำหนักเมล็ดแห้งสูงสุด รองลงมาคือ (TB3) 21.24%, (TB1) 7.1% และ (TB0) กลุ่มควบคุม เท่ากับ 2.36, 2.34, 2.33 และ 2.13 ตัน ตามลำดับ

ตารางที่ 12 น้ำหนักเมล็ดแห้ง/เฮกตาร์ (ตัน)

สิ่งทดลอง	น้ำหนักเมล็ดแห้ง/เฮกตาร์ (ตัน)
ปริมาณปุ๋ยพื้นฐาน	
TA1 40:90:90	2.22
TA2 45:95:95	2.31
TA3 50:100:100	2.34
ความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ	
TB0 ไม่มีน้ำหมักชีวภาพ (กลุ่มควบคุม)	2.13 b
TB1 7.1%	2.33 a
TB2 14.3%	2.36 a
TB3 21.24%	2.34 a

ที่มา: ดัดแปลงจาก Herawati *et al.*, (2017)

นอกจากชนิดของน้ำหมักชนิดของน้ำหมักชีวภาพแล้วความเข้มข้นในการใช้ก็มีความสำคัญ โดย Herawati *et al.*, (2021) ได้ศึกษาผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับปุ๋ยพื้นฐานในระดับต่างๆ เพื่อปรับปรุงการเจริญเติบโตและเพิ่มการผลิตถั่วเหลือง ดำเนินการในรูปแบบบล็อกสุ่มแบบแฟกทอเรียลสองปัจจัย (RBD) ปัจจัยแรกคือความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ K (ด่างกล้วย+กระดุกปลา+เปลือกไข่ไก่) ประกอบด้วย ; K1=10.7%; K2=14.3% และ K3=17.9% ปัจจัยที่สองคือ D (อัตราส่วนของปุ๋ยพื้นฐาน ประกอบด้วย N, P₂O₅, K₂O), D1=30:80:30, D2=40:90:40, D3=50:100:50 จากการทดลองพบว่า สิ่งทดลองที่ใช้ความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพต่างกัน และอัตราปุ๋ยพื้นฐานที่ต่างกัน ทำให้น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อตัน น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเฮกตาร์ (ตัน) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 13)

ด้านน้ำหนักเมล็ดแห้ง/เฮกตาร์ (ตัน) ชุดผสมระหว่างความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพและอัตราปุ๋ยพื้นฐานทำให้น้ำหนักเมล็ดแห้ง/เฮกตาร์ (ตัน) ของถั่วเหลือง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 13 น้ำหนักเมล็ดแห้ง/ต้น น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้ง/เฮกตาร์ (ต้น)

สิ่งทดลอง	น้ำหนักเมล็ดแห้ง/ ต้น	น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด	น้ำหนักเมล็ดแห้ง/ เฮกตาร์ (ต้น)
ความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ			
K1 10.7%	14.40	19.16	2.40
K2 14.3%	15.93	19.40	2.66
K3 17.9%	13.65	19.29	2.28
LSD 5%	ns	ns	ns
อัตราปุ๋ยพื้นฐาน			
D1 30:80:30	14.27	19.56	2.38
D2 40:90:40	14.77	18.84	2.46
D3 50:100:50	14.94	19.29	2.49
LSD 5%	ns	ns	ns

ns = not significant difference

ที่มา: ดัดแปลงจาก Herawati *et al.*, (2021)

ตารางที่ 14 น้ำหนักเมล็ดแห้ง/เฮกตาร์ (ต้น) ชุดผสมระหว่างความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพและอัตราปุ๋ยพื้นฐาน

สิ่งทดลอง	น้ำหนักเมล็ดแห้ง/เฮกตาร์ (ต้น)
K1D1	2.18
K1D2	2.93
K1D3	2.10
K2D1	2.64
K2D2	2.12
K2D3	3.21
K3D1	2.31
K3D2	2.34
K3D3	2.17
LSD 5%	ns

ns = not significant difference

ที่มา: ดัดแปลงจาก Herawati *et al.*, (2021)

สรุป

การเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองสามารถจัดการได้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะการส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิต สามารถทำได้โดยการเสริมธาตุอาหารหรือสารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตให้เพียงพอความต้องการของถั่วเหลือง น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยประเภทหนึ่งที่เกษตรกรสนใจ ซึ่งน้ำหมักชีวภาพบางชนิดมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองดีกว่าการไม่ใช้น้ำหมักชีวภาพ แต่ก็ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของถั่วเหลืองนั้นด้วย นอกจากนี้ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้หมัก จุลินทรีย์ที่มีในกระบวนการหมัก และสภาวะแวดล้อมขณะหมัก นอกจากนี้ในน้ำหมักชีวภาพยังมีสารควบคุมแมลง สารป้องกันกำจัดโรคพืช และเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ น้ำหมักชีวภาพบางชนิดมีแนวโน้มในผลผลิตที่ดีและใกล้เคียงมากขึ้น ดังนั้นเกษตรกรสามารถเลือกใช้น้ำหมักชีวภาพ เพื่อเป็นอีกหนึ่งตัวเลือกในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองได้ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงและเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. เอกสารเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 2563. คาดการณ์ผลผลิตถั่วเหลืองบราซิล ฤดูกาลผลิตปี 2562/63. แหล่งที่มา: <https://www.ditp.go.th>. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม 2565.
- กฤตภาส ยุทธอาจ, สำราญ พิมราช และทัศนิกา มงคลนาคา. 2560. ผลการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- เฉลิมชัย ศรีอ่อน. 2565. ฐานเศรษฐกิจดิจิทัล. แหล่งที่มา: <https://www.thansettakij.com/>. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2565.
- ชมพูนุช ศรีทองแท้, ธิติรัตน์ มอญขาม, จิรวัดน์ สนิทชน, สนิท ลวดทอง, สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์ และสมพงศ์ จันทร์แก้ว. 2564. การศึกษาความเป็นไปได้ของการปลูกถั่วเหลืองนอกฤดูในสถานีทดลองเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์. วารสารแก่นเกษตร 49 (1): 87-104.
- ฐิติพร มาซิโกวา, สุดชล วุ่นประเสริฐ, และพรรณลดา ติตตะบุตร. 2558. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนในสภาพที่มีไนโตรเจนสูง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- นันทน์พิน จันตะออด และอรธพล สุธรรม. 2563. การเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยเคมีกับน้ำหมักชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ S6253. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ภารดี แซ่อึ้ง, อรุณี อุทัยพิบูลย์ และสิริวรรณ สมิตธิอาภรณ์. 2563. ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด. วารสารวิจัยและพัฒนาวิจัยของกรม ในพระบรมราชูปถัมภ์. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุโขทัย. 2560. ถั่วเหลืองข้อมูลเพื่อการวางแผนสินค้าเกษตรจังหวัดสุโขทัย.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร/ถั่วเหลืองรวมรุ่น. แหล่งที่มา: <https://www.oae.go.th/view/TH-TH>. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม 2565.
- โสฬส แซ่ลิ้ม. 2559. ปุ๋ยอินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการอินทรีย์วัตถุ กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
- Herawati J, Indarwati, and Ernawati Munadi. 2017. Effect of basic fertilizer doses and liquid organic fertilizer concentration on soybean yield. Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development. 9(6): 45-53.
- Herawati J, Indarwati, P D Karyati, Eranawati and R W Inti. 2021. Optimization the ratio of concentrations of liquid organic and inorganic fertilizers to increase soybean production. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 800. doi:10.1088/1755-1315/800/1/012029.