

ศักยภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อระบบการผลิตพืชอินทรีย์^{1/}

Potential of Fermented Bio-extracts for Organic Crop Production^{1/}

ผู้ทำสัมมนา
อาจารย์ที่ปรึกษา

นายอิทธิรัตน์ ชื่นตา^{2/}

บทคัดย่อ

การผลิตพืชอินทรีย์ได้รับความสำคัญเพิ่มขึ้นทั้งในด้านความปลอดภัยของผู้บริโภค ความมั่นคงทางอาหาร และการรักษาสิ่งแวดล้อม โดยหนึ่งในปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนการผลิตคือการใช้ น้ำหมักชีวภาพ ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นในการเพิ่มธาตุอาหาร ฮอริโมนพืช และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช งานสัมมนานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลเชิงวิชาการเกี่ยวกับศักยภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการผลิตพืชอินทรีย์ โดยอ้างอิงผลการทดลองจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการศึกษาอ้างอิงผลการทดลองในพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ได้แก่ ถั่วเหลือง และข้าว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยใช้น้ำหมักชีวภาพจากวัสดุหมักต่าง ๆ เช่น ปลา หอยเชอรี่ ผลไม้ และมูลไส้เดือน รวมถึงการใช้ร่วมกับจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงและวัสดุอุ้มน้ำ ผลการศึกษาพบว่า การใช้น้ำหมักหอยเชอรี่และน้ำหมักผลไม้ในถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 ช่วยเพิ่มจำนวนกิ่งต่อต้นสูงสุด 7.50–8.17 กิ่ง จำนวนฝักต่อต้น 22.83–23.83 ฝัก จำนวนเมล็ดดี 27.50–39.67 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดี 13.28–20.96 กรัม เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ให้เพียง 11.83 ฝักและ 7.38 กรัมเมล็ดดีต่อต้น ส่วนการทดลองในข้าวพันธุ์ กข 43 พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพพด.2 ร่วมกับจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง (PSB) ให้ผลด้าน จำนวนรวง และน้ำหนักเมล็ดใกล้เคียงกับชุดที่ใช้ปุ๋ยเคมีโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับผลการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยน้ำหมักปลาและน้ำหมักมูลไส้เดือนในพันธุ์ กข.29 พบว่าความงอกเพิ่มขึ้นจาก 23.25% เป็น 34.50–37.00% และส่งผลให้ความแข็งแรงของต้นกล้าดีขึ้นชัดเจน สรุปได้ว่าน้ำหมักชีวภาพมีศักยภาพสูงในการเป็นทางเลือกแทนปุ๋ยเคมี โดยไม่เพียงช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิต แต่ยังสามารถลดความเสี่ยงจากการเกษตรอินทรีย์ที่เน้นความยั่งยืนและความปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับการผลิตพืชอินทรีย์ในประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืนในระยะยาว แต่ผู้ใช้ควรมีความเข้าใจถึงปริมาณธาตุอาหารพืชที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดว่ามีความแตกต่างกัน การเลือกใช้และปริมาณในการใช้น้ำหมักชีวภาพจึงต้องพิจารณาร่วมกับธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำหมักและความต้องการของพืชที่ผู้สนใจต้องการปลูก

คำสำคัญ: น้ำหมักชีวภาพ, พืชอินทรีย์

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนาพืชไร่

^{2/}นักศึกษาระดับปริญญาโท 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

การเกษตรอินทรีย์ (Organic Agriculture) ได้กลายเป็นหัวข้อสำคัญในระดับโลกในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของความยั่งยืน ความมั่นคงทางอาหาร และสุขภาพของผู้บริโภค การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างเข้มข้นได้กระตุ้นให้เกิดการตื่นตัวและหันมาให้ความสนใจกับการเกษตรอินทรีย์มากขึ้น (Gomiero, 2018) ในปัจจุบันความต้องการผลผลิตทางการเกษตรมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งการทำเกษตรในปัจจุบันยังคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภคด้วย จึงทำให้มีการประยุกต์ใช้แนวคิดการผลิตพืชอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น กระบวนการผลิต และผลผลิตที่ได้จึงปลอดภัยต่อผู้ผลิต และผู้บริโภค ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เสื่อมโทรม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2552) การเกษตรอินทรีย์ไม่ได้จำกัดอยู่แค่การปลูกพืชผักผลไม้ แต่ยังครอบคลุมไปถึงการปศุสัตว์อินทรีย์และการประมงอินทรีย์ด้วย โดยหลักการสำคัญคือการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ การใช้ปุ๋ยชีวภาพ และการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ (Mader et al., 2020)

ปัจจุบันประชาชนให้ความสำคัญกับเกษตรอินทรีย์ ซึ่งเป็นแนวทางการผลิตที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพและความปลอดภัยอาหารของผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค รวมทั้งการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ในประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานการรับรองเกษตรอินทรีย์ไว้หลายระดับเพื่อเป็นข้อกำหนดในการผลิต แปรรูปและค้าขายระหว่างกัน โดยเกษตรอินทรีย์เป็นรูปแบบหนึ่งของเกษตรกรรมยั่งยืน ซึ่งแตกต่างจากเกษตรกรรมอื่น ๆ เช่น เกษตรกรรมธรรมชาติเกษตรผสมผสาน เกษตรไร้สารพิษ หรือวนเกษตร เกษตรอินทรีย์มีมาตรฐานการผลิต การแปรรูป การแสดงฉลากและการจำหน่ายเป็นกรอบการปฏิบัติ และมีกระบวนการตรวจรับรอง (ญาติาวีมินทร์ และคณะ, 2566)

หนึ่งในเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการเกษตรอินทรีย์ คือ น้ำหมักชีวภาพ (Fermented Bio-extracts) ซึ่งเป็นสารสกัดจากการหมักวัตถุดิบอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (จุฑามาศ และคณะ, 2557) น้ำหมักชีวภาพอุดมไปด้วยธาตุอาหารพืช ฮอโมนพืช และสารประกอบอินทรีย์ที่มีประโยชน์ ซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้เหมาะสมกับการเพาะปลูกในระยะยาว (ดาวรุ่ง, 2558) นอกจากนี้ น้ำหมักชีวภาพ ยังเป็นปุ๋ยประเภทหนึ่ง ที่ได้รับความสนใจ เป็นของเหลวสีน้ำตาลออกน้ำตาล กลิ่นอมเปรี้ยวอมหวาน ได้จากการหมักเศษพืช หรือซากสัตว์ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชทั้งการสร้างใบ สร้างดอกและผลหรือเมล็ด ซึ่งเกษตรกรสามารถทำตัวเองจากวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร และยังเป็นการช่วยลดวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร ในปัจจุบันน้ำหมักชีวภาพได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในการนำไปเสริมการเจริญเติบโตของพืช ด้วยวิธีการรดหรือฉีดพ่นให้แก่พืช ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น และยังช่วยบำรุงต้นพืช (ภารดี และคณะ, 2563) ดังนั้น การศึกษาและทำความเข้าใจถึงศักยภาพของน้ำหมักชีวภาพจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาการเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทยให้ก้าวหน้าและยั่งยืนยิ่งขึ้น สัมมนาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพต่อระบบการผลิตพืชอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์ (เกษตรปลอดภัย) เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่ปราศจากการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมี (สารสังเคราะห์) การผลิตพืชระบบเกษตรอินทรีย์เป็นการผลิต และใช้ปัจจัยการผลิตที่เน้นการใช้สารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและปัจจัยการผลิตในท้องถิ่นเป็นหลัก แหล่งวัตถุดิบในการจัดสรรธาตุอาหารให้แก่พืช เช่น จากปุ๋ยคอก จากปุ๋ยพืชสด จากปุ๋ยชีวภาพ และการใช้สารธรรมชาติในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น (เสาวณีย์, 2565) เกษตรอินทรีย์ เป็นระบบการเกษตรที่เน้นความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ โดยเน้นการปรับปรุงบำรุงดิน เคารพต่อศักยภาพทางธรรมชาติของพืช สัตว์ และระบบนิเวศ ลดการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอก และไม่ใช้สารเคมีเพื่อการเกษตร ทั้งปุ๋ยเคมี ยากำจัดวัชพืชและศัตรูพืช รวมทั้งฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ในขณะที่เดียวกันก็พยายาม ประยุกต์ใช้ธรรมชาติเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตและพัฒนาความต้านทานศัตรูพืช (สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี, 2567)

ซึ่งการเกษตรอินทรีย์นี้เป็นหลักการสากลที่สอดคล้องกับเงื่อนไขทางเศรษฐกิจ สังคม ภูมิอากาศ และวัฒนธรรมของท้องถิ่นด้วย นอกจากนี้เกษตรอินทรีย์มีการประยุกต์ปรับใช้กลไกธรรมชาติในการผลิต และปฏิเสธแนวทางการเกษตรที่พยายามฝืนหรือเอาชนะวิถีแห่งธรรมชาติ สำหรับประเทศไทยกรมส่งเสริมการเกษตรให้ความหมายของเกษตรอินทรีย์ คือการทำเกษตรอินทรีย์เพื่อลดและเลิกการใช้สารเคมี และกลับมาสู่กระบวนการผลิตตามธรรมชาติ โดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักทางชีวภาพแทนการใช้สารเคมี ในระยะแรกการใช้น้ำหมักอาจได้ผลน้อย แต่เมื่อใช้ระยะหนึ่งจะเห็นความเปลี่ยนแปลงในหลายๆด้าน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของ สุขภาพร่างกายที่แข็งแรงขึ้น ค่าใช้จ่ายในการใช้ปุ๋ยเคมีลดลง สภาพแวดล้อมดีขึ้น และที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือดินที่กลับคืนมาสู่ความอุดมสมบูรณ์อย่างยั่งยืน (สรพงค์, 2553)

น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านหรือภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกิดจากการนำของเหลือใช้เช่น เศษพืชผัก เศษเนื้อสัตว์หรือวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ที่พบในท้องถิ่นนั้นไปหมักรวมกับกากน้ำตาล (molasses) จนเกิดจุลินทรีย์จำเพาะและนำไปใช้ในจุดประสงค์ต่างๆ ทั้งในด้านการเกษตร ปศุสัตว์ ประมง สิ่งแวดล้อม การแพทย์และงานด้านอื่นๆ (ออมทรัพย์ และคณะ, 2547)

น้ำหมักชีวภาพ (Bio-extracts) หมายถึง สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืช หรือ ซากสัตว์ที่ย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์เป็นการหมักแบบไม่ต้องใช้ออกซิเจนโดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักอาจมีสีน้ำตาลเข้มในกรณีใช้กากน้ำตาลเป็นตัวหมัก หรือมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อใช้น้ำตาลชนิดอื่นเป็นตัวหมัก เมื่อผ่านการหมักที่สมบูรณ์จะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน และจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมากรวมถึงธาตุอาหารพืชบางชนิด และยังมีสารควบคุมแมลง สารป้องกันกำจัดโรคพืช ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ จุลินทรีย์ที่มีในกระบวนการหมัก และสภาวะแวดล้อมขณะหมัก (กฤตภาส และคณะ, 2560)

ธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืชในน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพประกอบไปด้วยธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง (ตารางที่ 1) ซึ่งเป็นธาตุที่มีความจำเป็นที่พืชต้องการในปริมาณมาก แต่ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้หมัก ส่วนใหญ่จะพบว่าปริมาณธาตุอาหารน้อยมากไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ

ธาตุอาหาร (%)	วัสดุที่ใช้หมัก				
	ผัก	ผลไม้	ปลา	หอยเชอรี่	ไข่ไก่ นม และ ถั่ว
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)

อีกทั้งน้ำหมักชีวภาพยังประกอบไปด้วยฮอร์โมนหรือสารเร่งการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการเจริญของพืช และจุลินทรีย์โดยพบว่าฮอร์โมน 3 ชนิด ที่มีความสำคัญต่อพืชและจุลินทรีย์ คือ ฮอร์โมนออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน (ตารางที่ 2) โดยฮอร์โมนดังกล่าวนี้ จะช่วยในการเร่งอัตราการเจริญเติบโตของพืช ส่งเสริมการออกดอกติดผลดีขึ้น และกระตุ้นการสุกของผล (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)

ตารางที่ 2 ปริมาณฮอร์โมนน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ

ฮอร์โมน (มก./ลิตร)	วัสดุที่ใช้หมัก				
	ผัก	ผลไม้	ปลา	หอยเชอรี่	ไข่ไก่ นม และ 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)

นอกจากนี้ในน้ำหมักชีวภาพยังมีจุลธาตุ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสีและโบรอน (ตารางที่3) ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่างๆของพืช เช่น การสังเคราะห์แสง และการหายใจ (โสฬส, 2559)

ตารางที่ 3 ปริมาณจุลธาตุในน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ

จุลธาตุ (มก./ลิตร)	วัสดุที่ใช้หมัก				
	ผัก	ผลไม้	ปลา	หอยเชอรี่	ไข่ไก่ นม และ ถั่ว
Fe	10 – 640	35 - 410	35 – 1700	45 - 3870	70 – 3500
Mn	1 – 130	10 – 150	6 – 130	2 – 210	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 4

ตารางที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ

วัสดุที่ใช้หมัก	จุลินทรีย์ (log No ml-1)			
	แบคทีเรีย ทั้งหมด	แบคทีเรียแปร สภาพฟอสฟอรัส	ราแปรสภาพ ฟอสฟอรัส	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: โสฬส (2559)

ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ (นันทน์พิน และอรรถพล, 2563)

การใช้ประโยชน์จากน้ำหมักชีวภาพ สามารถแบ่งตามการใช้งานเป็นด้านต่างๆ ได้ดังนี้

- 1) ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด – ด่าง ให้เป็นกลางในดินและน้ำอยู่ที่ pH 4 เป็นกรด
- 2) ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืช และโรคระบาดต่างๆ
- 3) ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ่นน้ำ และให้อากาศผ่านได้อย่างเหมาะสม

- 4) ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้เป็นอาหารของพืช พืชจะสามารถดูดซึมน้ำไปใช้ได้เลย โดยพืชไม่สูญเสียพลังงานมาก
- 5) ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช เพื่อให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดี
- 6) มีธาตุอาหารสำคัญ ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ฯลฯ ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของต้นพืชเพิ่มคุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้น และยังสามารถใช้ไล่แมลงศัตรูพืชได้อีกด้วย

การใช้น้ำหมักชีวภาพในการปลูกพืชอินทรีย์

การศึกษาเกี่ยวกับการใช้น้ำหมักชีวภาพในการปลูกพืชมีหลากหลาย เช่น การศึกษาของภารดี และคณะ (2563) ได้ศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด เพื่อศึกษาว่าน้ำหมักชีวภาพจากแหล่งต่าง ๆ สามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดได้หรือไม่ โดยใช้ถั่วเหลือง 2 พันธุ์คือ เชียงใหม่ 84-2 และ เชียงใหม่ 1 เป็นพืชทดลอง ทำการทดลองในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2561 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 สิ่งทดลอง 3 ซ้ำ สิ่งทดลองเปรียบเทียบการใช้น้ำหมักชีวภาพคือ 1) การไม่ใช้น้ำหมักชีวภาพ 2) การใช้น้ำหมักปลา 3) การใช้น้ำหมักหอยเชอรี่ 4) การใช้น้ำหมักผลไม้ ผลการทดลองพบว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพมีผลการตอบสนองในพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 แต่พันธุ์เชียงใหม่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพในถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 พบว่า การใช้น้ำหมักหอยเชอรี่และน้ำหมักผลไม้ให้ค่าการเจริญเติบโตด้านจำนวนกิ่งต่อต้นสูงที่สุดคือ 7.50-8.17 กิ่ง และผลผลิตสูงที่สุด ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น 22.83-23.83 ฝัก จำนวนเมล็ดต่อต้น 27.50-39.67 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น 13.28-20.96 กรัม จากการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้น้ำหมักชีวภาพ พบว่าการใช้น้ำหมักหอยเชอรี่และน้ำหมักผลไม้ช่วยเพิ่มจำนวนฝักและเมล็ดต่อต้นได้อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าน้ำหมักชีวภาพสามารถเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยสำหรับการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ตารางที่ 5 ความสูง และจำนวนกิ่ง ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 และพันธุ์เชียงใหม่ 1

สิ่งทดลอง	ความสูง (ซม.)		จำนวนกิ่ง (กิ่ง)	
	พันธุ์เชียงใหม่ 84-2	พันธุ์เชียงใหม่ 1	พันธุ์เชียงใหม่ 84-2	พันธุ์เชียงใหม่ 1
ไม่ใช้น้ำหมัก	35.17	42.67	6.50 ab	10.00
ใช้น้ำหมักปลา	33.33	41.17	5.83 c	8.00
ใช้น้ำหมักหอยเชอรี	34.17	43.50	8.17 a	11.17
ใช้น้ำหมักผลไม้	35.83	48.33	7.50 ab	10.00
F-test	ns	ns	*	ns
C.V. (%)	12.51	12.69	47.51	15.60

หมายเหตุ ns หมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติมีระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติมีระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 99%

ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์แสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยการ ใช้ LSD

ที่มา : ภารดี และคณะ (2563)

ตารางที่ 6 จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2

สิ่งทดลอง	จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)	จำนวนเมล็ดต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักเมล็ดต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด (กรัม)
ไม่ใช้น้ำหมัก	11.83 ab	17.50 bc	7.38 b	39.71
ใช้น้ำหมักปลา	5.00	7.00 c	2.85 bc	38.95
ใช้น้ำหมักหอยเชอรี	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 หมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติมีระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95%

ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์แสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยการ ใช้ LSD

ที่มา : ภารดี และคณะ (2563)

ตารางที่ 7 จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1

สิ่งทดลอง	จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)	จำนวนเมล็ดต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักเมล็ดต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด (กรัม)
ไม่ใช้น้ำหมัก	43.50	60.83	22.27	36.42
ใช้น้ำหมักปลา	31.00	39.17	24.48	55.06
ใช้น้ำหมักหอยเชอรี	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 หมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ที่มา : ภารดี และคณะ (2563)

การศึกษาของวิณากร และคณะ (2563) ได้ศึกษาผลของการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงร่วมกับน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข43 ที่ปลูกในระบบอินทรีย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบของการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (PSB) และน้ำหมักชีวภาพ พด.2 (LDD 2 bio extract) ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของข้าวพันธุ์ กข43 ในระบบการผลิตแบบอินทรีย์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยมี 4 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 (ชุดควบคุม) การใช้ปุ๋ยเคมี กรรมวิธีที่ 2 การใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (PSB) กรรมวิธีที่ 3 การใช้น้ำหมักชีวภาพ พด.2 (LDD 2) กรรมวิธีที่ 4 การใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ พด.2 ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในทุกตัวแปรที่ทำการเปรียบเทียบทั้ง 4 กรรมวิธี จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และคุณภาพของเมล็ด เช่น ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักของเมล็ด สามารถสรุปได้ว่าการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (PSB) และน้ำหมักชีวภาพ พด.2 (LDD 2) สามารถนำมาใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวพันธุ์ กข43 ในระบบอินทรีย์ได้ เนื่องจากให้ผลการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้ปุ๋ยเคมี

ตารางที่ 8 ผลของปุ๋ยเคมี จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง น้ำหมักชีวภาพ (พด.2) และจุลินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (พด.2) ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 43

กรรมวิธี	จำนวนรวง/กอ (รวง)	จำนวนเมล็ดตอก (เมล็ด)	เมล็ดพันธุ์ดี/กอ (%)
ปุ๋ยเคมี	8.67	120.68	85.41
จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง	8.00	99.00	73.83
น้ำหมักชีวภาพ (พด.2)	7.35	88.00	68.15
PSB + พด.2	8.31	105.00	79.17
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.04	13.21	9.62

หมายเหตุ ns หมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 8 แสดงผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 43 ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (PSB) น้ำหมักชีวภาพ พด.2 และจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (PSB) ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ พด.2 พบว่าจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวงและเมล็ดดีต่อรวงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 9 ผลของปุ๋ยเคมี จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง น้ำหมักชีวภาพ (พด.2) และจุลินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (พด.2) ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 43

กรรมวิธี	ความกว้าง เมล็ด (มม.)	ความยาว เมล็ด (มม.)	น้ำหนัก เมล็ด (มก./เมล็ด)	น้ำหนัก เมล็ดหลัง ปอกเปลือก (มก./เมล็ด)
ปุ๋ยเคมี	1.73	10.64	28.70	25.33
จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง	1.67	10.27	31.40	29.17
น้ำหมักชีวภาพ (พด.2)	1.60	10.26	30.30	28.34
PSB + พด.2	1.73	10.35	28.23	25.23
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.19	1.72	4.92	7.52

หมายเหตุ ns หมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 9 แสดงผลคุณภาพผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 43 ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (PSB) น้ำหมักชีวภาพ พด.2 และจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (PSB) ร่วมกับน้ำหมัก

ชีวภาพ พด.2 พบว่าความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดไม่รวมเปลือกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การศึกษาของภารดี และคณะ (2563) ได้ศึกษาผลของการแช่น้ำหมักชีวภาพต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพ 2 ชนิด คือ น้ำหมักปลาและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ต่อการงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว 3 สายพันธุ์ คือ ปทุมธานี 1, สุพรรณบุรี 1 และ กข.29 โดยเปรียบเทียบกับเมล็ดที่แช่น้ำเปล่าและกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการแช่น้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Least Significant Difference (LSD) จำนวน 4 สิ่งทดลอง 4 ซ้ำ โดยสิ่งทดลองที่เปรียบเทียบคือ 1) การไม่แช่น้ำเปล่า 2) แช่น้ำเปล่า 3) แช่น้ำหมักปลาและ 4) แช่น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ผลการทดลองพบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยน้ำหมักชีวภาพเมื่อเทียบกับการไม่แช่น้ำมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกสูงขึ้นในพันธุ์ กข.29 โดยมีค่าความงอกเพิ่มขึ้น จากเมล็ดพันธุ์ไม่แช่น้ำมีความงอกร้อยละ 23.25 เมื่อแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยน้ำหมักปลาและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินมีความงอกเป็นร้อยละ 34.50 และร้อยละ 37.00 ตามลำดับสำหรับผลของการแช่น้ำหมักชีวภาพต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พบว่าการแช่น้ำหมักชีวภาพทุกสูตรมีผลทำให้ค่าการเจริญของต้นกล้าด้านลำต้นของเมล็ดพันธุ์ในทุกพันธุ์มีค่าสูงกว่าการไม่แช่น้ำ

ตารางที่ 10 ผลของการแช่น้ำหมักต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ปทุมธานี 1 พันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ กข.29

สิ่งทดลอง	พันธุ์ปทุมธานี 1	พันธุ์สุพรรณบุรี 1	พันธุ์ กข.29
ไม่แช่น้ำ	89.75	55.00	23.25 bc
แช่น้ำเปล่า	78.50	52.75	32.00 b
แช่น้ำหมักปลา	87.50	50.25	37.00 a
แช่น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน	84.25	59.75	34.50 ab
F-Test	ns	ns	*
c.v.%	6.22	10.90	19.23

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติมีระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95%

ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์แสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยการใช้ LSD

ที่มา : ภารดี และคณะ (2563)

ตารางที่ 11 ผลการแช่น้ำหมักต่อค่าดัชนีการงอก (GI) ของเมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ปทุมธานี 1 พันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ กข.29

สิ่งทดลอง	พันธุ์ปทุมธานี 1	พันธุ์สุพรรณบุรี 1	พันธุ์ กข.29
ไม่แช่น้ำ	4.10 a	0.69	0.48
แช่น้ำเปล่า	2.78 b	0.98	0.86
แช่น้ำหมักปลา	4.99 a	0.22	0.14
แช่น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน	4.49 a	0.44	0.08
F-Test	*	ns	ns
c.v.%	11.81	71.46	72.46

หมายเหตุ ns หมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติมีระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95%

ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์แสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยการใช้ LSD

ที่มา : ภารดี และคณะ (2563)

ตารางที่ 12 ผลของการแช่น้ำหมักต่อค่าอัตราการเจริญของต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ปทุมธานี 1 พันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ กข.29

สิ่งทดลอง	พันธุ์ปทุมธานี 1	พันธุ์สุพรรณบุรี 1	พันธุ์ กข.29
ไม่แช่น้ำ	0.0105	0.0093	0.0132
แช่น้ำเปล่า	0.0103	0.0093	0.0127
แช่น้ำหมักปลา	0.0103	0.0085	0.0120
แช่น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน	0.0098	0.0103	0.0118
F-Test	ns	ns	ns
c.v.%	5.11	9.43	12.56

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติมีระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95%

ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์แสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยการใช้ LSD

ที่มา : ภารดี และคณะ (2563)

ตารางที่ 13 ผลของการแช่น้ำหมักต่อการเจริญของต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ปทุมธานี 1 พันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ กข.29

สิ่งทดลอง	พันธุ์ปทุมธานี 1		พันธุ์สุพรรณบุรี 1		พันธุ์ กข.29	
	ความยาว	ความยาว	ความยาว	ความยาว	ความยาว	ความยาว
	ลำต้น (ซม.)	ราก (ซม.)	ลำต้น (ซม.)	ราก (ซม.)	ลำต้น (ซม.)	ราก (ซม.)
ไม่แช่น้ำ	5.80 b	5.33 a	3.86 b	7.07	4.51 b	4.40
แช่น้ำเปล่า	6.04 b	3.81 b	5.61 a	5.06	6.77 a	4.88
แช่น้ำหมักปลา	8.58 a	4.33 ab	5.79 a	5.23	7.69 a	4.73
แช่น้ำหมักมูล ไส้เดือนดิน	8.59 a	4.5 b	6.66 a	6.29	6.19 a	3.87
F-Test	**	**	**	ns	*	ns
c.v.%	13.89	11.97	15.36	36.82	18.40	14.82

หมายเหตุ ns หมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติมีระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติมีระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 99%

ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์แสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยการใช้ LSD

ที่มา : ภารดี และคณะ (2563)

ผลการศึกษาของภารดี และคณะ (2563) แสดงให้เห็นว่า น้ำหมักแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพและกลไกการออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน โดยน้ำหมักปลาซึ่งอุดมไปด้วยธาตุอาหารหลักและฮอร์โมนพืชจำพวกออกซิน มีผลอย่างมีนัยสำคัญในการเพิ่มความยาวลำต้นของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และ กข.29 ในขณะที่น้ำหมักมูลไส้เดือนดินซึ่งประกอบด้วยธาตุอาหารที่หลากหลายจากกระบวนการย่อยสลายของไส้เดือน มีบทบาทในการส่งเสริมทั้งเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าในภาพรวม โดยเฉพาะในพันธุ์ กข.29 และช่วยเร่งการเจริญเติบโตของลำต้นในทุกพันธุ์ข้าวที่ทำการทดลอง ชี้ให้เห็นว่า น้ำหมักปลา มีผลโดยตรงต่อการเร่งการเจริญเติบโตของ ลำต้น ในบางพันธุ์ ในขณะที่ น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน มีผลดีต่อทั้งความงอก และการเจริญเติบโตของ ลำต้น ในภาพรวม จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป

การผลิตพืชด้วยระบบเกษตรอินทรีย์เป็นระบบที่หลีกเลี่ยงและละเว้นการใช้สารสังเคราะห์แต่ใช้วัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติมาทดแทน โดยเลือกใช้สารอินทรีย์มาช่วยในการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช การศึกษาศักยภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อระบบการผลิตพืชอินทรีย์ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้ปัจจัยการผลิตจากธรรมชาติที่ไม่เพียงช่วยเสริมสร้างความอุดมสมบูรณ์ของดินและปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน แต่ยังสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิต และรักษาความยั่งยืนของระบบเกษตรได้อย่างชัดเจน ผลการวิจัยในหลายพืชเศรษฐกิจยืนยันว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากวัสดุหมักต่าง ๆ เช่น หอยเชอรี่ ผลไม้ ปลา และมูลไส้เดือน มีบทบาททั้งในการเพิ่มจำนวนกิ่ง ฝัก และน้ำหนักเมล็ดในถั่วเหลือง ผลผลิตในข้าว รวมถึงการทดแทนปุ๋ยเคมีในข้าวพันธุ์ กข 43 โดยไม่ทำให้ผลผลิตลดลง ซึ่งทั้งหมดสะท้อนให้เห็นว่าน้ำหมักชีวภาพเป็นองค์ความรู้ที่สามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในการผลิตพืชอินทรีย์ โดยมีข้อดีทั้งในด้านการลดต้นทุนการผลิต ความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค และการรักษาสิ่งแวดล้อม จึงถือเป็นแนวทางที่เหมาะสมและมีศักยภาพในการขับเคลื่อนระบบการเกษตรอินทรีย์ของประเทศไทยไปสู่ความยั่งยืนในอนาคต แต่ผู้ใช้ควรมีความเข้าใจถึงปริมาณธาตุอาหารพืชที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดว่ามีความแตกต่างกัน การเลือกใช้และปริมาณในการใช้น้ำหมักชีวภาพจึงต้องพิจารณาพร้อมกับธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำหมักและ ความต้องการของพืชที่ผู้สนใจต้องการปลูก

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. เอกสารเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กฤตภาส ยุทธอาจ, สำราญ พิมราช และทัณติกา มุงคุณคำชาว. 2560. ผลการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ สูตรต่างๆ. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ญาติาวีวินทร์ พีชทองกลาง กังสตาล กนกหงษ์ พหล ศักดิ์คะทัศน์และสายสกุล ฟองมูล. 2566. มาตรฐาน เกษตรอินทรีย์สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มจร วิทยาเขต อีสาน 4(3): 70-85.

นันทน์พิน จันดีะอุต และอรรรพพล สุธรรม. 2563. การเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยเคมีกับปุ๋ยหมักชีวภาพที่มี ผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NK6253. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ภารดี แซ่อึ้ง และสุพรรณษา มีกลิ่นหอม 2563. ผลของการแช่น้ำหมักชีวภาพต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี, 8(2), 49-56.

ภารดี แซ่อึ้ง, อรุณี อุทัยพิบูลย์ และสิริวรรณ สมิตธิอาภรณ์. 2563. ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด. วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

สรพงศ์ เบญจศร. 2553. เกษตรอินทรีย์ในประเทศไทย. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 13(1): 78-88.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2552. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.9000 เล่ม 1- 2552. เกษตรอินทรีย์เล่ม 1: การผลิต แปรรูป แสดงฉลาก และจำหน่าย ผลผลิตและผลิตภัณฑ์ เกษตร อินทรีย์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 40 หน้า

สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. แนวทางปฏิบัติ โครงการส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ในเขตปฏิรูปที่ดิน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567. แหล่งที่มา: https://alro.go.th/uploads/org/tech_trans/files/202567.pdf สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2568.

เสาวณีย์ ชูจิต. 2565. การศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพต่อการเร่งการเจริญเติบโตของผักคะน้า กวางตุ้ง และขึ้นฉ่าย ในการปลูกระบบอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม 3(3): 13-24.

โสฬส แซ่ลิ่ม. 2559. ปุ๋ยอินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการอินทรีย์วัตถุ กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี, สมพร อิศรานุรักษ์, สุนันทา ชมภูนิช, ภาวนา ลิกขนานนท์, นิตยา กันหลง, รังสี เจริญสถาพร และรัตนภรณ์ พรหมศรีธา. 2547. ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์น้ำหมักชีวภาพ (ตอนที่ 1). โครงการวิจัยและพัฒนาปุ๋ยหมักชีวภาพ โครงการเกษตรแบบยั่งยืน. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร

จุฑามาศ โกมลเพชร, กชกร พรหมเมตตา และกานต์มณี จิรวัดนา. 2557. การใช้น้ำหมักชีวภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตผักในระบบเกษตรอินทรีย์. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี, 12(3), 85-94.

วิณากร ที่รัก, วนิดา สำราญรัมย์, และทศนัศว์ รัตนแก้ว. 2563. ผลของการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์ ด้วยแสงร่วมกับน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข43 ที่ปลูกในระบบอินทรีย์. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 37(2), 25-35.

Gomiero, T. (2018). The future of food and agriculture: The need for a paradigm shift. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 255, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.006>

Mader, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Frick, R., & Bünemann, E. K. (2020). Soil fertility and biodiversity in organic versus conventional farming. *Journal of Applied Ecology*, 57(3), 540-551. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13529>