น้ำหมักชีวภาพกับงานด้านการเกษตร

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ

ภาควิชาชีววิทยา และหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110
E-mail: somkiatp@swu.ac.th, phsomkiat@hotmail.com

รับบทความ: 5 มกราคม 2555 ยอมรับตีพิมพ์: 12 มีนาคม 2555

บทคัดย่อ

น้ำหมักชีวภาพเป็นสารละลายหรือของผสมภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกิดจากการหมักเศษสิ่งมีชีวิตกับสารให้ความหวาน ซึ่งโดยทั่วไปใช้ของเหลวข้นสีน้ำตาลเข้มที่ได้จากโรงงานน้ำตาลหรือกากน้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน กระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพอาจทำได้ทั้งแบบให้อากาศมากและแบบให้อากาศน้อยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการนำสารเมทาบอไลต์ทุติยภูมิที่เกิดขึ้นในน้ำหมักชีวภาพไปใช้ น้ำหมักชีวภาพนำมาใช้ในการเกษตรเพื่อลดการใช้สารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้เร่งการเจริญเติบโตของพืชและการควบคุมศัตรูพืช ซึ่งสารเหล่านี้เป็นอันตรายต่อเกษตรกร สิ่งแวดล้อม และผู้บริโภค

คำสำคัญ: การบวนการหมัก การเกษตร การควบคุมโดยชีววิธี น้ำหมักชีวภาพ ศัตรูพืช

Fermented Bio-extracts and Agricultures

Somkiat Phornphisutthimas

Department of Biology, and Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning,
Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Wattana, Bangkok 10110, Thailand
E-mail: somkiatp@swu.ac.th, phsomkiat@hotmail.com

Abstract

Fermented bio-extract, a local wisdom, is a solution or mixture of organic residues and sweetener. In general, the dark brown paste from sugar industry or molasses is the sweetener. Its fermentation process is both aerobic and semi-anaerobic depended on the purpose of secondary metabolite uses. The advantage of using fermented bio-extracts is to reduce various chemicals for plant growth promoters and pest controls. These chemicals are harmful for farmers, environment and consumers.

Keywords: Fermentation process, Agriculture, Biological control, Fermented bio-extract, Pest

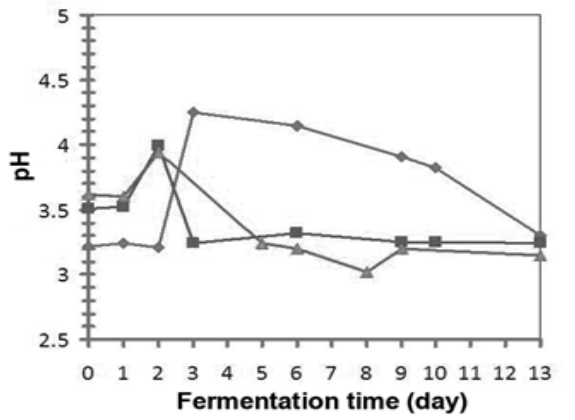
ความหมายของน้ำหมักชีวภาพ

คำว่า “หมัก (ferment)” ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2552 ให้ความหมายว่า “แช่ไว้ เก็บทิ้งไว้ หรือปล่อยให้พักให้หายบอบช้ำ (ใช้แก่ปลากัด) เช่น เอาปลากัดไปหมักไว้” จะเห็นได้ว่า การหมักเริ่มตั้งแต่การคลุกเคล้าให้เข้ากันและแช่ทิ้งไว้นานระยะหนึ่งจนสิ่งที่คลุกเคล้าให้เข้ากันเปลี่ยนแปลงเป็นสารละลายหรือของผสมที่มีสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งและสามารถนำไปใช้งานได้ ดังนั้น น้ำหมักชีวภาพ (fermented bio-extract) ซึ่งเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านหรือภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกิดจากการนำของเหลือใช้ เช่น เศษพืชผัก เศษเนื้อสัตว์ หรือวัสดุเหลือใช้ต่าง ๆ ที่พบในท้องถิ่นนั้น ไปหมักรวมกับกากน้ำตาล (molasses) และนำไปใช้ในจุดประสงค์ต่าง ๆ (ออมทรัพย์ นพอมรบดี และคณะ, 2547) ทั้งในด้านการเกษตร ประมง สิ่งแวดล้อม การแพทย์ และงานด้านอื่น ๆ และมีจุดประสงค์สำคัญทางการเกษตรอย่างหนึ่ง คือ ใช้แทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และอาจเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสนับสนุนการทำเกษตรพอเพียง (sufficiency agriculture) (ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา และคณะ, 2549; วีณา มูลรัตน์ และคณะ, 2553; สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2552; สมเกียรติ สุวรรณคีรี และคณะ, 2548; Kamla et al., 2008) โดยภาพรวมน้ำหมักชีวภาพ จึงหมายถึง สารละลายหรือของผสมของเศษซากอินทรีย์ที่เหลือทิ้งและสารให้ความหวาน ซึ่งโดยทั่วไปใช้กากน้ำตาล เพื่อจุดประสงค์เฉพาะอย่างที่ผู้ใช้ต้องการ

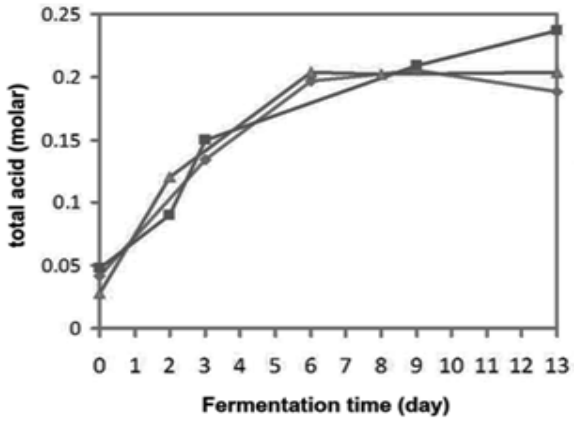
กระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ

กระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพเป็นการหมักเศษของเหลือใช้ ได้แก่ เศษพืชผักผลไม้ เช่น เปลือก เนื้อผลที่ตัดทิ้ง เศษเนื้อสัตว์ รวมถึงของผสมระหว่างพืชและสัตว์ กับสารให้ความหวานต่าง ๆ เช่น น้ำผึ้ง น้ำเชื่อม กากน้ำตาล โดยทั่วไปใช้กากน้ำตาลซึ่งเป็นของเหลวเหนียวข้นสีน้ำตาลเข้มที่เป็นผลพลอยได้ (by-product) จากโรงงานผลิตน้ำตาล (Sarka et al., 2012) การใส่กากน้ำตาลลงไปผสมกับของเหลือทิ้งดังกล่าวข้างต้นเพื่อให้เกิดภาวะไฮเพอร์ทอนิก (hypertonic condition) ภายนอกเซลล์ของเศษสิ่งมีชีวิตที่ใส่ลงไป ภาวะนี้เป็นการทำให้ภายนอกเซลล์มีความเข้มข้นมากกว่าภายในเซลล์ ดังนั้นเซลล์ของเศษสิ่งมีชีวิตนั้นจะปล่อยน้ำภายในเซลล์เพื่อมาเจือจางของเหลวที่มีความเข้มข้นมากกว่า นอกจากนี้เซลล์ยังปล่อยสารอินทรีย์ต่าง ๆ ออกมาภาย นอกเซลล์ด้วย กระบวนการนี้ทำให้เซลล์เหี่ยวลงและสลายไปเมื่อให้เวลาของการหมักเพิ่มขึ้น เรียกว่า พลาสม็อบลิซิส (plasmoplysis) บางครั้งเพื่อช่วยให้กระบวนการดังกล่าวนี้เกิดเร็วขึ้น เกษตรกรอาจสับเศษพืชผักผลไม้ให้มีขนาดเล็กลง หรือบีบอัดเพื่อเอาของเหลวจากเศษพืชผักผลไม้ก่อนผสมกับกากน้ำตาล ดังนั้นผู้วิจัยหรือเกษตรกรบางท่านจึงเรียกน้ำหมักชีวภาพนี้ว่า น้ำ-สกัดชีวภาพ (มงคล ต๊ะอุ่น, 2549; มนทนา รุจิระศักดิ์ และคณะ, 2553; สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ และคณะ, 2552ก,ข; สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2552) นอกจากนี้มีการเรียกเป็นชื่ออื่น ๆ เช่น น้ำหมักพืช น้ำเอนไซม์ น้ำหมักสมุนไพร น้ำจุลินทรีย์ น้ำหมักโพรไบโอทิก น้ำไอออนิกพลาสมา เซลล์ฟูดซ์ (ไชยวัฒน์ ไชยสุต, 2553; มงคล ต๊ะอุ่น, 2549) กาก-น้ำตาลนอกจากจะใช้ในการสกัดสารอินทรีย์จากเซลล์แล้ว ยังใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งพลังงานสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักและย่อยสลายเศษสิ่งมีชีวิตด้วย

การผลิตน้ำหมักชีวภาพมี 2 แบบ ได้แก่ การหมักแบบให้อากาศมาก (aerobic fermentation) โดยเปิดฝาถังหมักให้สัมผัสกับอากาศ เพื่อให้จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนเจริญอย่างรวดเร็ว และผลิตสารอินทรีย์ต่าง ๆ โดยใช้กากน้ำตาลและสารอินทรีย์จากเศษสิ่งมีชีวิตเป็นแหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจน และแหล่งพลังงาน ส่วนการผลิตน้ำหมักชีวภาพแบบที่ 2 เป็นการหมักแบบให้อากาศน้อย (semi-anaerobic fermentation) โดยหมักแบบปิดฝา การหมักแบบนี้นอกจากจะได้สารอินทรีย์แล้ว อาจได้แก๊สต่าง ๆ เช่น มีเทน (methane) จากแบคทีเรียพวกเมทาโนเจน (metanogen) ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ใช้ในการหุงต้มอาหาร การผลิตน้ำหมักชีวภาพเป็นการใช้กลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำงานเกื้อกูลกัน ทั้งประเภทที่ต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจน หรือที่เรียกว่าจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (effective microorganism หรือ EM) ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ได้จากอากาศและติดมากับเศษสิ่งมีชีวิตที่นำมาทำน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ (photosynthetic bacteria) แบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนได้ (nitrogen-fixing bacteria) แอกทิโนมัยซิส (actinomycetes) ยีสต์ ราชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ยังพบกลุ่มจุลินทรีย์สร้างกรด เช่น แบคทีเรียผลิตกรดแลกทิก (lactic acid bacteria) จึงทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสลดลงและปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2552; Riddech et al., 2009) ดังในภาพที่ 1



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ค่าความเป็นกรด-เบส (ก) และปริมาณกรดทั้งหมด (ข) ในระยะเวลาในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ 3 สูตร ได้แก่ สูตรกล้วยน้ำว้า ( ) สูตรถั่วแขก ( ) และสูตรสาบเสือ ( )

ที่มา: สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2552

การนำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ในการเกษตร

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการหมัก ในน้ำหมักชีวภาพจะมีจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพจำนวนมาก มีสารอินทรีย์ต่าง ๆ มากมาย เช่น กรดอินทรีย์ วิตามิน เอนไซม์ ฮอร์โมนทั้งที่ทำหน้าที่เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช (plant growth promoters) และสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (plant growth inhibitors) นอกจากน้ำหมักชีวภาพจะนำมาใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ยังนำมาใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของแมลงและการเจริญของจุลินทรีย์ได้ด้วย

น้ำหมักชีวภาพนำมาใช้ในการเกษตรเพื่อลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ฮอร์โมน สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งมีลักษณะเป็นเกษตรอินทรีย์ (organic agriculture) และเกษตรพอเพียง น้ำหมักชีวภาพมีฮอร์โมนกลุ่มออกซิน (auxins) จิบเบอร์เรลลิน (gibberellins) และไซโทคินิน (cytokinin) จึงช่วยให้ต้นพืชเจริญเติบโตทั้งด้านความสูงและการขยายขนาดวงรอบของต้น เช่น น้ำสกัดชีวภาพจากรกหมูมีผลช่วยให้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกได้ดีและมีดัชนีการงอก (จำนวนเมล็ดต่อวัน) เพิ่มขึ้น (มนทนา รุจิระศักดิ์, 2553) น้ำหมักชีวภาพสูตรผสมมะละกอ มะพร้าว และกากน้ำตาล ในอัตรส่วน 3: 3: 1 ช่วยให้ต้นถั่วเขียวเจริญเติบโตดีที่สุด (ศิริรัตน์ กำวีเขียว, 2554, บุญนิธิ คัสกุล และคณะ, 2554) ในน้ำหมักชีวภาพมีองค์ประกอบของธาตุอาหารแตกต่างกันไป เช่น ในน้ำหมักสูตรหอยเชอร์รี่ ผักรวม ผลไม้รวม และสมุนไพร พบธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม ใกล้เคียงกันทั้ง 4 สูตร โดยมีปริมาณโพแทสเซียมสูงสุด และมีธาตุอาหารรองที่ตรวจพบได้แก่ โบรอน เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง โดยมีปริมาณของเหล็กและแมงกานีสมากที่สุด (สมเกียรติ สุวรรณ-คีรี และคณะ, 2548)

น้ำหมักชีวภาพนำมาใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชตั้งแต่ในระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของแมลง โดยน้ำหมักชีวภาพจะกลบกลิ่นของสารล่อแมลงจากต้นไม้ทำให้แมลงไม่วางไข่ (มงคล ตั๊ะอุ่น, 2549) ยับยั้งการกินตัวอ่อนแมลง (antifeedant property) ทำให้ตัวอ่อนไม่เปลี่ยนสภาพเป็นดักแด้ (juvenilising effect) และมีอัตราการตายสูง (Pascual-Villalobos and Robledo, 1998) สารที่ได้จากน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพซึ่งใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชอยู่ในกลุ่มของแอลกอฮอล์และเอสเทอร์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเศษสิ่งมีชีวิตที่นำมาทำน้ำหมักชีวภาพ (ออมทรัพย์ นพอมรบดี และคณะ, 2547; Elango et al., 2012; Jbilou et al., 2008) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า สารสกัดด้วยน้ำของพืชบางชนิดสามารถกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ (Edwards et al., 2010) สารทุติยภูมิที่พืชสร้างขึ้นอาจอยู่ในตำแหน่งของต้นพืชต่างกัน ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจึงจำเป็นต้องศึกษาส่วนของพืชที่ให้สารออกฤทธิ์ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชได้มากที่สุดก่อนนำไปผสมกับกากน้ำตาลและหมักจนได้สารละลายหรือของผสมที่สามารถใช้งานได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่นำมาผลิตน้ำหมักชีวภาพสำหรับกำจัดแมลงศัตรูพืช

ชนิดของพืช	ส่วนที่ใช้	สรรพคุณ
กลอย	หัว	เป็นพิษต่อเพลี้ยอ่อน แมลงลิง ด้วงงวง แมลงวันทอง และไร
กะหล่ำปลี	ใบ	เป็นพิษต่อหนอนกระทู้ และหนอนชอนใบ
กระเทียม	หัว	เป็นพิษต่อมด แมลงวัน และยุง
กระเพรา	ใบและยอดสดและแห้ง	เป็นพิษต่อมด แมลงวัน และยุง
คื่นฉ่าย	ใบและต้น	เป็นพิษต่อด้วงงวง ด้วงปีกแข็ง บุ้ง มอดเจาะไม้ และมวนปีกแข็ง
ขิง	เหง้า	เป็นพิษต่อแมลงวันทอง มด แมลงวัน และยุง
ขมิ้น	เหง้า	เป็นพิษต่อแมลงวันทอง
ข่า	เหง้าสดหรือแห้ง	เป็นพิษต่อมด แมลงวัน และยุง
ขอบชะนาง	ทุกส่วนของต้น	เป็นยาฆ่าหนอนและแมลง
คำแสด	เมล็ด	เป็นพิษต่อแมลงวันทอง
เงาะ	เปลือก ผล	เป็นพิษต่อแมลงวันทอง
ชบา	ดอก	เป็นพิษต่อเพลี้ยอ่อนและไร
ชุมเห็ดเทศ	ใบ	เป็นพิษต่อมด แมลงวัน และยุง
เดหลีใบกล้วย	ดอกบาน	เป็นพิษต่อแมลงวันทอง
ดองดึง	ราก เหง้า เมล็ด และใบ	ใช้เป็นยาฆ่าแมลงศัตรูพืชและไร
ถั่วลิสง	เมล็ด	เป็นพิษต่อด้วงงวง ด้วงปีกแข็ง บุ้ง มอดเจาะไม้ มอดแป้ง และมวนปีกแข็ง
ตะไคร้หอม	ใบและลำต้น	เป็นพิษต่อเพลี้ยอ่อน ไร มด มอด แมลงวัน และแมลงศัตรูพืชอื่น ๆ
ตะไคร้กอ	ทุกส่วนของต้น	เป็นพิษต่อแมลงวันทองและยุง
แตงไทย	เมล็ด	เป็นพิษต่อแมลงวันทอง
เถาวัลย์เปรียง	ราก	เป็นพิษต่อเพลี้ยอ่อน ไร และแมลงศัตรูพืชหลายชนิด
น้อยหน่า	เมล็ดและใบ	เป็นพิษต่อแมลงวันทอง ด้วงงวง ด้วงปีกแข็ง บุ้ง มอดเจาะไม้ มอดแป้ง มวนปีกแข็ง หนอนกระทู้ และหนอนชอบใบ
บอระเพ็ด	เถา	เป็นพิษต่อเพลี้ยอ่อน ไร และขับไล่แมลงศัตรูพืช
บวบเหลี่ยม	ดอกและเมล็ด	เป็นพิษต่อด้วงงวง ด้วงปีกแข็ง บุ้ง มอดเจาะไม้ มอดแป้ง และมวนปีกแข็ง
บัวบก	ทั้งต้น	ใช้เป็นยาฆ่าแมลง
มะคำดีควาย	ผล	ใช้เป็นยาฆ่าแมลง
ยาสูบ	ใบ	ใช้เป็นยาฆ่าแมลง
เลี่ยน	ใบ ลำต้น และผล	ใช้กำจัดศัตรูพืชหลายชนิด
ว่านน้ำ	เหง้า	ใช้เป็นยาฆ่าแมลง
พริก	ผลและราก	เป็นพิษต่อด้วงงวง ด้วงปีกแข็ง บุ้ง มอดเจาะไม้ มอดแป้ง และมวนปีกแข็ง
สะเดา	เมล็ดและใบ	ขับไล่แมลง
สาบแร้ง สาบกา	ลำต้นและใบ	ใช้กำจัดแมลงศัตรูพืช
หญ้างวงช้าง	ทุกส่วนของต้น	ใช้กำจัดศัตรูพืชหลายชนิด
หนอกตายหยาก	เหง้าและเมล็ด	ป้องกันขับไล่แมลง
หางไหลแดง โล่ติ้น	ราก	ใช้เป็นยาฆ่าแมลง

หมายเหตุ น้ำหมักชีวภาพ ประกอบด้วยพืช 30 กิโลกรัม กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม และน้ำ 50 ลิตร

ที่มา: สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550

นอกจากใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชแล้ว น้ำหมักชีวภาพยังใช้ในการป้องกันกำจัดโรคพืชจากจุลินทรีย์ เช่น น้ำหมักสูตรกล้วยน้ำว้า สูตรถั่วแขก และสูตรสาบเสือ ใช้ในการควบคุมโรครากเน่าจากรา *Phytophthora palmivora*, *P. botryosa* และ *P. parasitica* บนต้นยางพารา (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2552) การใช้ส่วนของพืช 7 ชนิดมากำจัดราก่อโรคในพืช ได้แก่ *Penicillium janthinellum*, *P. expansum*, *Aspergillus niger*, *A. parasiticus*, *Colletotrichum gleosporiodes*, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma harzianum*, *Phytophthora nicotiana*, *Pythium ultimum* และ *Rhizoctonia solani* (Mdee et al., 2009) นอกจากนี้ยังมีรายงานของการใช้สารสกัดชีวภาพในการกำจัดโรคพืชต่าง ๆ เช่น Tegegne et al. (2008) ใช้สารสกัดจากพืช *Agapanthus africanus* ในการควบคุมราก่อโรคในพืช Mahlo et al. (2010) ใช้สารสกัดจากพืชในทวีปแอฟริกาใต้ในการควบคุมราก่อโรคพืช Touba et al. (2012) ใช้น้ำร้อนและน้ำเย็นในการสกัดสารสำหรับกำจัดราก่อโรคพืช Phornphisutthimas et al. (2012) ใช้สารสกัดจากใบพืชวงศ์ Acanthaceae ในการยับยั้งการเจริญของรา *Fusarium oxysporum* ในมะเขือเทศ กากน้ำตาลในน้ำหมักชีวภาพนอกจากจะใช้ในการสกัดสารและเป็นแหล่งอาหารและพลังงานสำหรับจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพแล้ว ยังช่วยให้น้ำหมักชีวภาพยึดเกาะกับพืช โดยเฉพาะบริเวณใบพืชที่มีคิวตินเคลือบอยู่ ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดราก่อโรคพืชดีขึ้นด้วย ตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรใช้กันทั่วไปแสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์สำหรับเร่งการเจริญเติบโตของพืชและบำบัดน้ำเสีย

สรุป

น้ำหมักชีวภาพเป็นของผสมหรือสารละลายของเศษซากสิ่งมีชีวิตและสารให้ความหวานต่าง ๆ โดยทั่วไปใช้กากน้ำตาลซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล น้ำหมักชีวภาพมีคุณค่าทางการเกษตร โดยมีจุดประสงค์สำคัญเพื่อลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม อาจนำมาใช้ในการเร่งการเจริญเติบโตของพืชและป้องกันกำจัดศัตรูพืชในแปลงปลูก ซึ่งยังต้องวิจัยและศึกษาผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำหมักชีวภาพต่อไป รวมถึงควรศึกษาวิจัยสูตรน้ำหมักชีวภาพที่ให้ผลแตกต่างกันไปตามที่ผู้วิจัยต้องการ เช่น กำจัดศัตรูพืช เร่งการเจริญเติบโตของพืช และใช้ในด้านอื่น ๆ นอกจากด้านเกษตรกรรมอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา นงลักษ์ ปั้นลาย อดิศักดิ์ คำนวณศิลป์ ปิยะรัตน์ จังพล นลินี ศิวากรณ์ สาธิต อารีรักษ์ สุภา โพธิ์จันทร์ ชรินรัตน์ สุวรรณสม จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง และสุมนา งามผ่องใส. (2549). **ผลของน้ำหมักชีวภาพ Bacterio Mineral Water ในการผลิตถั่วเขียว**. จาก http://puparn.rid.go.th:8080/pikmas/bitstream/123456789/14540/1/515_2549.pdf สืบค้นเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2555.

ไชยรัตน์ ไชยสุต. (2553). **น้ำหมักชีวภาพ**. ปทุมธานี: ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสังคม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

บุญนิธิ คัสกุล นงลักษณ์ มีแก้ว ศิริรัตน์ ก่ำวีเขียว สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ สุภาภรณ์ ศิริโสภนา และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2554). การติดตามการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำน้ำหมักชีวภาพ 7 สูตรต่อการงอกของเมล็ดถั่วเขียว (*Vigna radiata* L.). **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้** 2(1): 22-29.

มงคล ต๊ะอุ่น. (2549). การประยุกต์ใช้น้ำสกัดชีวภาพเพื่อการเกษตร. **วารสารศูนย์บริการวิชาการ** 14(4): 20-25.

มนทนา รุจิระศักดิ์ พรศิลป์ สีเผือก และพิทยา เกิดนุ่ม. (2553, พฤษภาคม). การใช้น้ำหมักรกหมูในการเพิ่มคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว. **การประชุมทางวิชาการเมล็ด**

พันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 7. โรงแรมท็อปแลนด์ พิษณุโลก.

วีณา มูลรัตน์ สมชาย ชคตระการ และอัญชลี จาละ. (2553, มีนาคม). ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนกากน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้. **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 48**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ศิริรัตน์ ก่ำวีเขียว บุญนิธิ คัสกุล นงลักษณ์ มีแก้ว สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ สุภาภรณ์ ศิริโสภณา และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2554). ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียว *Vigna radiata* L. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้** 2(1): 30-38.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ ทิพวรรณ เหล่าหาโคตร และสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ. (2552ก, สิงหาคม). ผลของความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของพืชตระกูล Fabaceae. **การประชุมวิชาการบทบาทของมหาวิทยาลัยต่อการศึกษาที่เน้นการปฏิบัติงานจริง**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ ขจรพรรณ รักผล และสมฤทัย หอมชื่น. (2552ข, มีนาคม). ผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของราโรคใบร่วงบนต้นยางพารา. **การประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 3**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2552, กรกฎาคม). ผลการใช้น้ำหมักชีวภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของราก่อโรค *Phytophthora* spp. บนต้นยางพารา. **การประชุมทางวิชาการ นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 5**. มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก.

สมเกียรติ สุวรรณคีรี จาตุรงค์ พวงมณี สิทธิชัย ลอดแก้ว และกาญจนาภรณ์ ลอดแก้ว. (2548). คุณสมบัติบางประการในน้ำสกัดชีวภาพที่ใช้ทางการเกษตร. **วารสารวิทยาศาตร์เกษตร** 36 5-6 (พิเศษ): 308-311.

สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2550). **การใช้พืชสมุนไพรกำจัดแมลงศัตรูพืช**. เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี ชุดความรู้และเทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี สมพร อิศรานุรักษ์ สุนันทา ชมภูนิช ภาวนา ลิกขนานนท์ นิตยา กันหลง รังษี เจริญสถาพร และรัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา. (2547). **ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ น้ำหมักชีวภาพ (ตอนที่ 1)**. โครงการวิจัยและพัฒนาน้ำหมักชีวภาพ โครงการเกษตรแบบยั่งยืน. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

Edwards, C. A., Arancon, N. Q., Vasko-Bennett, M., Askar, A., and Keeney, G. (2010). Effect of aqueous extracts from vermicopostson attacks by cucumber bettles (*Acalymna vittatum*) (Fabr.) on cucumbers and tobacco horn worm (*Manduca sexta*) (L.) on tomatoes. **Pedobiol.** 53: 141-148.

Elango, G., Rahuman, A. A., Kamaraj, C., Bagavan, A., Zahi, A. A., Santhoshkumar, T., Marimuthu, S., Velayutham, K., Jayaseelan, C., Kirthi, A. V., and Rajakumar, G. (2012). Efficacy of medicinal plant extracts against Formosan subterranean termite, *Coptotemes formosanus*. **Ind. Crops Prod.** - 36: 524-530.

Jbilou, R., Amri, H., Bouayad, N., Ghailani, N., Ennabili, A., Sayah, F. (2008). Insecticidal effects of extracts of seven plant species on larval development, α-amylase activity and offspring production of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Teneberionidae). **Biores. Technol.** 99: 959-964.

Kamla, N., Limpinuntana, V., Ruaysoongnern, S., and Bell, R. W. (2008). Role of fermented bio-extracts produced by farmers on growth, yield and nutrient contents in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Northeast Thailand. **Biol. Agri. Hort. : Inter. J. Sustain. Prod. Sys.** 25(4): 353-368.

Kumalaningsh, S., and Padaga, M. (2012). The utilization of microorganisms isolated from fermented coconut milk for the production of virgin coconut oil. **J. Basic Appl. Sci. Res.** 2(3): 2286-2290.

Mahlo, S. M., McGaw, L. J., Eloff, J. N. (2012). Antifungal activity of leaf extracts from South African trees against plant pathogens. **Crop Protect.** 29: 1529-1533.

Mdee, L. K., Masoko, P., and Eloff, J. N. (2009). The activity of extracts of seven common invasive plant species on fungal phytopathogens. **South African J. Bot.** 75: 375-379.

Pascual-Villalobos, M. J., and Robledo, A. (1998). Screening for anti-insect activity in Mediterranean plants. **Ind. Crops Prod.** 8: 183-194.

Phornphisutthimas, S., Wongwattana, C., and Rakphol, K. (2012, October). Potentiality of some aqueous Acanthaceae extracts to *Fusarium* wilt of Tomato. **The 1st International Conference on Microbial Taxonomy, Basic and Applied Microbiology**. Kosa Hotel, Khon Kaen, Thailand.

Riddech, N., Bunyatrachata, W., and Polsan, P. (2009). Change of microbial population in liquid fertilizer. **KKU Sci. J.** 37(supplement): 77-82.

Sarka, E., Bubnik, Z., Hinkova, A., Gebler, J., and Kadlec, P. (2012). Molasses as a by-product of sugar crystallization and a perspective raw material. **Proc. Eng.** 42: 1219-1228.

Tegegne, G., Pretorius, J. C., and Swart, W. J. (2008). Antifungal properties of *Agapanthus africanus* L. extracts against plant pathogens. **Crop Protect.** 27: 1052-1060.

Touba, E. P., Zakaria, M., and Tahereh, E. (2012). Anti-fungal activity of cold and hot water extracts of spices against fungal pathogens of Roselle (*Hibicus sabdariffa*) *in vitro*. **Microbial Pathogenesis** 53: 125-129.