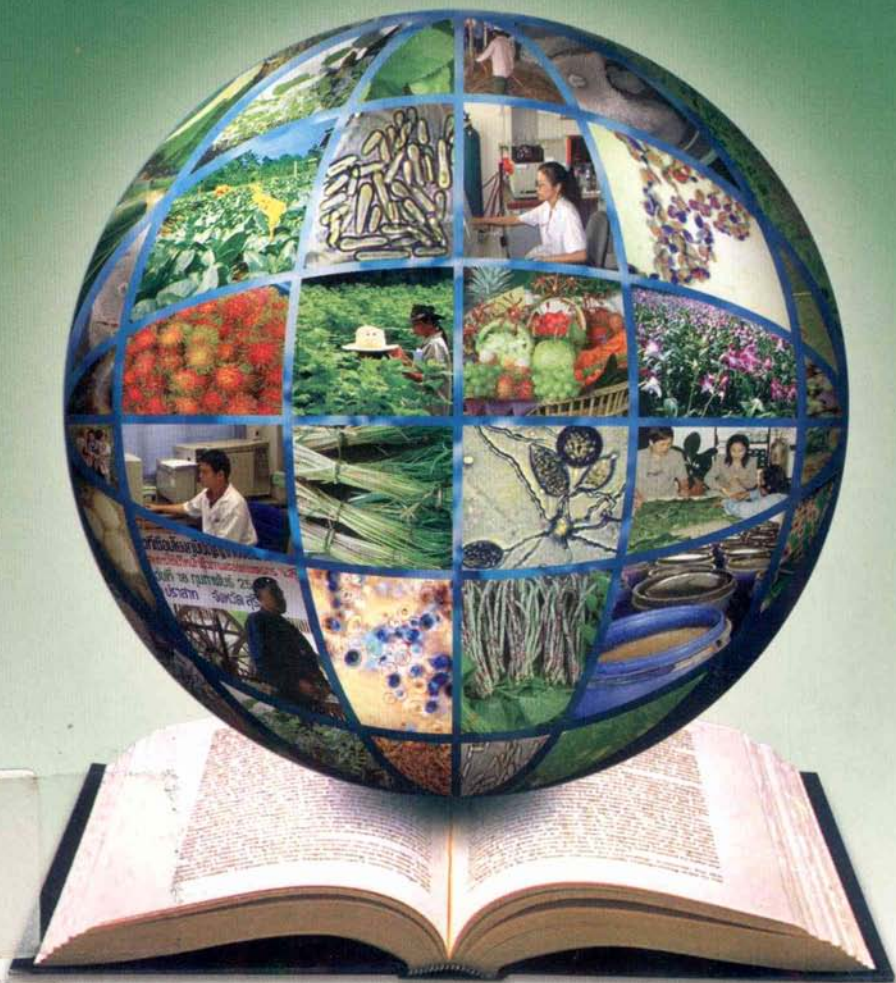


ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ น้ำหมักชีวภาพ (ตอนที่ 1)



กองทุนสนับสนุนงานวิจัยด้านเกษตร
กรมวิชาการเกษตร

ISBN : 974-436-334-7



ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ นำหมักชีวภาพ (ตอนที่ 1)

เอกสารวิชาการลำดับที่ 3/2547

ISBN : 974-436-334-7

ผู้เขียน	นางอมทรัพย์	นพอมรบดี
	นายสมพร	อิศรานุรักษ์
	นางสุนันทา	ชมภูนิช
	นางภาวนา	ลิกขนานนท์
	นางนิตยา	กันหลง
	นายรังษี	เจริญสถาพร
	นางสาวรัตนาภรณ์	พรหมศรัทธา

ผู้จัดพิมพ์ โครงการวิจัยและพัฒนา นำหมักชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร
โครงการเกษตรแบบยั่งยืนเพื่อสิ่งแวดล้อม กรมวิชาการเกษตร

ลิขสิทธิ์ของกรมวิชาการเกษตร

ห้ามคัดลอกข้อความหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

พิมพ์ครั้งที่ 1 มีนาคม 2547

จำนวน 10,000 เล่ม

พิมพ์ที่ กวิกปรินท์ ออฟเซ็ท

183/1 จักรกรีซ 4 ซอยลาดพร้าว 71 ถนนลาดพร้าว

แขวงวังทองหลาง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310

โทร. 0-2932-5948 โทรสาร 0-2932-5949

DOA LIBRARY



A00009124

คำนำ

ห้องสมุดกรมวิชาการเกษตร
วันที่ 6 เดือน ๕ ปี พ.ศ. ๒๕๕๕

น้ำหมักชีวภาพ เป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่ได้รับความสนใจและใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะน้ำหมักชีวภาพทำได้ง่าย ลงทุนน้อย และสามารถใช้วัสดุได้หลากหลายชนิด ตามที่มีในแต่ละท้องถิ่นไม่ว่าจะเป็นส่วนต่างๆ ของพืช ผลไม้ สัตว์ และปลา เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำหมักชีวภาพของเกษตรกรมีหลากหลายไม่ว่าจะช่วยในการเจริญเติบโต สร้างดอก สร้างผล และป้องกันกำจัดโรคและแมลง วิธีการใช้ก็มีหลายวิธี เช่น พ่นทางใบ ใส่ลงสู่ดิน และเป็นส่วนประกอบในการทำปุ๋ยหมักแห้ง เนื่องจากเป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน จึงยังขาดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่จะยืนยันผลการใช้ที่ว่าดีประสบความสำเร็จในด้านต่างๆ ว่าเกิดจากองค์ประกอบใด และการใช้ที่มีอย่างแพร่หลายจะทำให้เกิดโทษตามมา ในภายหลังได้หรือไม่

กองทุนสนับสนุนงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย “โครงการวิจัยและพัฒนา น้ำหมักชีวภาพ” แก่กลุ่มนักวิจัย กรมวิชาการเกษตร เพื่อตอบปัญหาที่กล่าวมาแล้ว โดยทำการวิเคราะห์น้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรใช้อยู่ทั่วประเทศประมาณ 200 ตัวอย่างและจากการทดลองผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้วัสดุหลักที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ผลงานในรอบ 1 ปีที่ผ่านมาได้ข้อมูลที่สามารถตอบคำถามต่างๆ พอสมควร ที่จะประโยชน์ต่อเกษตรกร นักวิชาการที่สนใจนำไปพัฒนาต่อยอด และแนะนำเกษตรกรได้อย่างถูกต้องต่อไป

กรมวิชาการเกษตร จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อทุกท่านที่สนใจ



(นายจรรยา สังข์รักษ์วงศ์)

อธิบดีกรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
คุณสมบัติทางเคมี	3
ธาตุอาหารพืช	7
สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช	13
สารควบคุมแมลง	18
การควบคุมโรคพืช	24
การสนับสนุนการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช	31
จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ	33
ข้อเสนอแนะ	41
คำถาม-คำตอบ	43
ภาคผนวก	50



บทนำ

น้ำหมักชีวภาพเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่เกิดจากเกษตรกรนำเศษพืช สัตว์ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นไปหมักกับกากน้ำตาล และนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งแต่ละท้องถิ่นจะมีการผลิตและการนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้แตกต่างกัน ทั้งในเรื่องของวัตถุดิบที่ใช้ กรรมวิธีในการผลิต ตลอดจนวิธีใช้กับพืช และการใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ

ปัจจุบันน้ำหมักชีวภาพมีกระแสการผลิตและการใช้กันอย่างแพร่หลาย ในไร่นา สวน ผัก สวนผลไม้ทั่วประเทศ มีทั้งที่ผลิตขึ้นใช้เองจากวัสดุเหลือใช้ในไร่นา หรือจากการซื้อผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด มีการพัฒนาสูตรการผลิตมากมาย และมีการเติมปุ๋ยเคมี สารเคมี เพื่อให้เกิดผลเร็ว ทำให้เกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในราคาสูงและมีสารเคมีปนเปื้อนอยู่ในผลผลิต น้ำหมักชีวภาพยังขาดข้อมูลทางวิชาการที่จะสนับสนุนการผลิตและการใช้ของเกษตรกรอย่างมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร ในฐานะหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบด้านการวิจัยพัฒนาวิธีการผลิตพืชที่ถูกต้องและเหมาะสม ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้สนับสนุนงบประมาณจากเงินกองทุนเพื่อการวิจัยของกรมวิชาการเกษตรทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับน้ำหมักชีวภาพ ตลอดจนผลการใช้ต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อนำข้อมูลทางวิชาการบนพื้นฐานของการค้นคว้า วิเคราะห์ วิจัย ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ สนับสนุนการผลิตและการใช้ของเกษตรกรต่อไป

คณะผู้ทำการศึกษาที่ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการด้านต่าง ๆ ได้ดำเนินการศึกษาสำรวจรวบรวมข้อมูลการผลิตการใช้ตลอดจนผลการใช้น้ำหมักชีวภาพของเกษตรกรทั่วประเทศ และทำการผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ ทั้งจากพืช สัตว์ และมูลสัตว์ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหมักชีวภาพเหล่านั้นทางเคมี ทั้งด้านคุณสมบัติ องค์ประกอบด้านธาตุอาหารพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารธรรมชาติควบคุมแมลง และป้องกันศัตรูพืช องค์ประกอบและบทบาทของจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ และผลของน้ำหมักชีวภาพในการป้องกันกำจัดโรคพืช ซึ่งผลการดำเนินงานในรอบ 1 ปี มีข้อมูลด้านต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ เพื่อผู้สนใจนำไปใช้ได้ในระดับหนึ่ง

ผลการวิเคราะห์วิจัย พบว่ากระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อนำเศษพืช สัตว์ ที่เป็นวัสดุอินทรีย์ไปหมักกับกากน้ำตาล กากน้ำตาลจะทำให้ น้ำจากเซลล์พืชหรือสัตว์ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ไหลออกมาจากเซลล์ โดยขบวนการพลาสโมไลซิส (plasmolysis) จุลินทรีย์ในธรรมชาติและที่ติดมากับวัสดุที่นำมาหมักจะเจริญเติบโตโดยใช้กากน้ำตาลและสารประกอบอินทรีย์จากวัสดุเหล่านั้นเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน โดยจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะทำการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ให้มีโมเลกุลเล็กลงตามลำดับ ดังนั้น จึงพบชนิดปริมาณจุลินทรีย์ และสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ แตกต่างกันตามระยะเวลาในการหมัก ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่พบเป็นจุลินทรีย์ประเภทแบคทีเรียและยีสต์ชนิดต่าง ๆ ส่วนสารที่พบได้แก่ สารฮิวมิก สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารควบคุมแมลง และสารป้องกันกำจัดโรคพืช ดังนั้นในภาพรวม น้ำหมักชีวภาพจะประกอบด้วย น้ำ จุลินทรีย์ต่าง ๆ สารประกอบอินทรีย์ แร่ธาตุ และเศษชิ้นส่วนวัสดุที่นำไปหมัก คุณภาพของน้ำหมักชีวภาพที่เกิดขึ้นจึงขึ้นกับองค์ประกอบของวัสดุหลักที่ใช้ จุลินทรีย์ที่มีในขบวนการหมัก และสภาพแวดล้อมในการหมัก ที่มีผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์นั่นเอง

น้ำหมักชีวภาพหากผลิตโดยใช้พืชหรือสัตว์เป็นวัสดุหลักโดยไม่มีการผสมสารอื่นจะมีธาตุอาหารพืชในปริมาณน้อยซึ่งไม่เพียงพอที่จะใช้น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียวแทนปุ๋ย จำเป็นต้องใช้ร่วมกับปุ๋ยชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ น้ำหมักชีวภาพยังมีสารธรรมชาติที่สามารถควบคุมแมลง มีสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช บางชนิดมีคุณสมบัติป้องกันกำจัดโรคพืช ฯลฯ ความเป็นประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพเหล่านี้ขึ้นกับการจัดการที่เหมาะสมซึ่งรายละเอียดดังแสดงในหัวข้อต่อ ๆ ไป

๑๒๓๔๕๖๗๘๙๑๐๑๑๑๒๑๓๑๔๑๕๑๖๑๗๑๘๑๙๒๐๒๑๒๒๒๓๒๔๒๕๒๖๒๗๒๘๒๙๓๐๓๑๓๒๓๓๓๔๓๕๓๖๓๗๓๘๓๙๔๐๔๑๔๒๔๓๔๔๔๕๔๖๔๗๔๘๔๙๕๐๕๑๕๒๕๓๕๔๕๕๕๖๕๗๕๘๕๙๖๐๖๑๖๒๖๓๖๔๖๕๖๖๖๗๖๘๖๙๗๐๗๑๗๒๗๓๗๔๗๕๗๖๗๗๗๗๘๗๙๘๐๘๑๘๒๘๓๘๔๘๕๘๖๘๗๘๘๘๙๙๐๙๑๙๒๙๓๙๔๙๕๙๖๙๗๙๘๙๙

คุณสมบัติทางเคมี

ความเป็นกรดต่าง (pH) มีความสัมพันธ์กับชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity : EC) เป็นตัวเลขที่แสดงให้ทราบปริมาณความเข้มข้นของแร่ธาตุ และสารประกอบอนินทรีย์ต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำหมักชีวภาพ ถ้ามีค่าการนำไฟฟ้าสูงแสดงว่ามีปริมาณแร่ธาตุละลายอยู่มาก ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon : OC) มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจน จุลินทรีย์ใช้คาร์บอนเพื่อสังเคราะห์สารประกอบที่เป็นโครงสร้างหลักของเซลล์และใช้ในโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) ที่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 20/1 กรดฮิวมิก (humic acid) เป็นอินทรีย์วัตถุที่มีโครงสร้างซับซ้อน เกิดจากการแปรสภาพของสารอินทรีย์มีความสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชไม่ให้ถูกชะล้างไปโดยง่าย

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี

จากการสำรวจรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้ โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร จำนวน 177 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นวัสดุหลักจากพืช 59 ตัวอย่าง สมุนไพร 44 ตัวอย่าง ปลา 10 ตัวอย่าง หอย 23 ตัวอย่าง และสูตรผสมจากพืชและสัตว์ตลอดจนเศษอาหารในบ้านเรือน 41 ตัวอย่าง มีคุณสมบัติโดยทั่วไปดังนี้ (ตารางที่ 1)

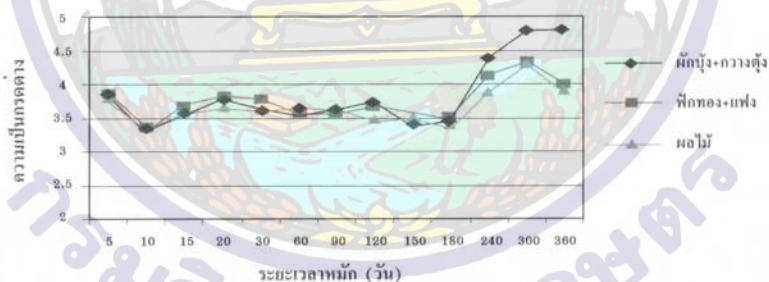
ตารางที่ 1 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ

คุณสมบัติ	พืช	สมุนไพร	ปลา	หอย	ผสม
ความเป็นกรดต่าง	3.3-5.1	3.5-8.8	3.6-6.2	3.4-8.4	3.7-9.0
การนำไฟฟ้า (ds/m)	0.12-8.54	0.17-9.85	3.1-33.8	0.24-10.92	0.63-12.52
อินทรีย์คาร์บอน (%)	0.14-18.88	0.04-21.49	3.2-19.4	0.12-20.59	1.02-14.25
กรดฮิวมิก (%)	0.03-0.98 (พบ 23 %)	0.01-0.35 (พบ 32 %)	0.03-0.18 (พบ 46 %)	0.03-0.50 (พบ 39 %)	0.004-0.42 (พบ 55 %)

น้ำหมักชีวภาพส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็นกรดยกเว้นน้ำหมักชีวภาพที่ใช้หอยสมุนไพรร และผสมจากพืช สัตว์หรือเศษอาหารเป็นวัสดุหลักบางตัวอย่างมีคุณสมบัติเป็นด่าง น้ำหมักชีวภาพจากพืชและสมุนไพรมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าน้ำหมักชีวภาพจากสัตว์และที่ผสมจากพืชและสัตว์ และเป็นที่ยอมรับว่าน้ำหมักชีวภาพที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงจะพบคลอรีนสูงด้วย ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าเกษตรกรใช้ปลาทะเลหมักหรือมิฉะนั้นอาจเค็มเกลือลงไปด้วย ซึ่งต้องระมัดระวังเมื่อนำไปใช้กับพืชบางชนิด เช่น กลัวยี่ไม้ เป็นต้น ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่พบในน้ำหมักชีวภาพแตกต่างกันตามชนิดของวัสดุที่นำมาหมักและปริมาณกากน้ำตาลที่ใช้เป็นส่วนผสม พบกรดฮิวมิกทั้งในน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ในปริมาณน้อยใกล้เคียงกัน

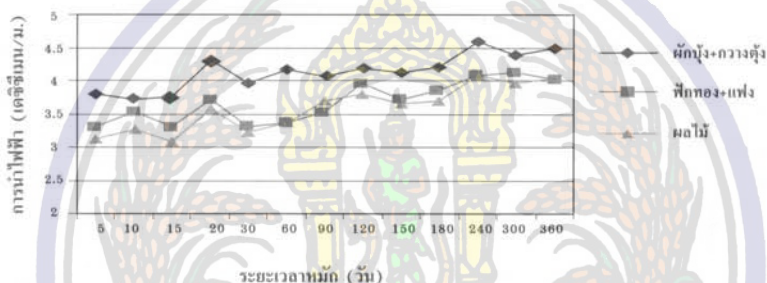
จากการศึกษาคุณสมบัติทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพ ที่ได้จากการทดลองผลิตขึ้นโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ พบว่า

1. น้ำหมักชีวภาพจากพืช (ผัก ผลไม้ และกากน้ำตาล) คุณสมบัติทั่วไป มีความเป็นกรดสูง ในช่วง 6 เดือนแรกความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 3.3-4.0 หลังจากนั้นความเป็นกรดต่างจะสูงขึ้นเป็น 4.0-4.8 ตลอดระยะเวลาหมัก 1 ปี (รูปที่ 1)



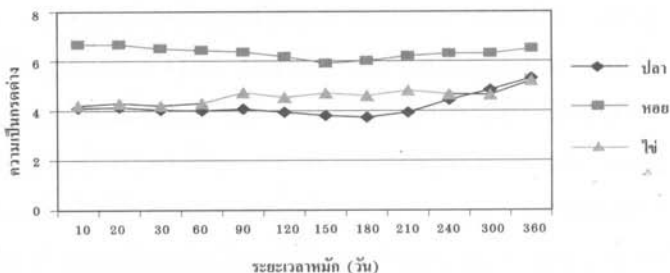
รูปที่ 1 ความเป็นกรดต่างของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้พืชเป็นวัสดุหลัก

ค่าการนำไฟฟ้า น้ำหมักชีวภาพที่ใช้ผักเป็นวัสดุหลักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ผักผล (ผักทอง แพง) และน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ผลไม้เป็นวัสดุหลัก และค่าการนำไฟฟ้าในน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่หมัก (รูปที่ 2) น้ำหมักชีวภาพที่ใช้ผลไม้เป็นวัสดุหลักมีอินทรีคาร์บอนระหว่าง 7.4-10.0% สูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ผักเป็นวัสดุหลักซึ่งมีปริมาณอินทรีคาร์บอนระหว่าง 4.2-8.0% ผลการวิเคราะห์พบกรดฮิวมิกในน้ำหมักชีวภาพจากพืชผักและผลไม้ ระหว่าง 0.03-0.74%



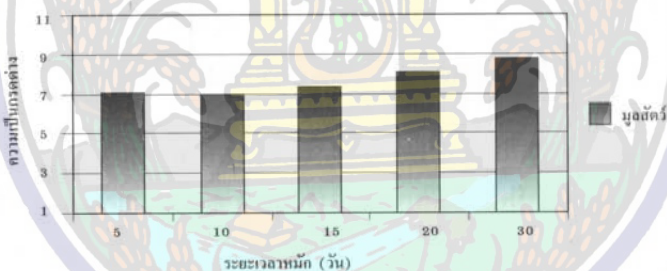
รูปที่ 2 การนำไฟฟ้าของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้พืชเป็นวัสดุหลัก

- น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ (ปลา หอย ไข่ และกากน้ำตาล) น้ำหมักชีวภาพที่ใช้หอยเป็นวัสดุหลักมีความเป็นกรดต่างระหว่าง 6.0-6.5 และค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาหมัก 1 ปี ส่วนน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ปลาและไข่เป็นวัสดุหลักมีความเป็นกรดต่างใกล้เคียงกัน ในระยะแรกของการหมักมีความเป็นกรดต่าง 4.0 หลังหมัก 1 ปี น้ำหมักชีวภาพทั้ง 2 ชนิดมีความเป็นกรดต่างเพิ่มขึ้นมีค่าความเป็นกรดต่าง 5.2 และมีความเป็นกรดสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพจากหอย (รูปที่ 3) ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิดใกล้เคียงกันระหว่าง 6.2-8.0 เดซิซีเมน/เมตร ส่วนปริมาณอินทรีคาร์บอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาหมัก แต่ปริมาณกรดฮิวมิกมีแนวโน้มลดลง



รูปที่ 3 ความเป็นกรดต่างของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้สัตว์เป็นวัสดุหลัก

3. น้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ (มูลไก่ มูลหมู มูลไก่+มูลหมู) น้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิด มีความเป็นกรดต่างใกล้เคียงกันระหว่าง 7.0-8.8 (รูปที่ 4) มีค่าการนำไฟฟ้าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.7-1.2 เดซิซีเมน/เมตร อินทรีย์คาร์บอนพบในปริมาณน้อยมาก ตรวจไม่พบ - 0.25 % และวิเคราะห์ไม่พบกรดฮิวมิก



รูปที่ 4 ความเป็นกรดต่างของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้มูลสัตว์เป็นวัสดุหลัก

ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมีอยู่ 16 ธาตุ แต่ละธาตุมีความจำเป็นต่อพืชเท่า ๆ กัน แตกต่างกันที่ปริมาณที่พืชต้องการมากน้อยต่างกันเท่านั้น แบ่งเป็น

1. ธาตุอาหารหลัก คือธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมาก มี 3 ธาตุ คือ
 - 1.1 ไนโตรเจน (N) เป็นองค์ประกอบของโปรตีน คลอโรฟิลล์ เอนไซม์ และวิตามินหลายชนิด ช่วยให้พืชเจริญเติบโตทางใบ ยอด ลำต้น ฯลฯ
 - 1.2 ฟอสฟอรัส (P) เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) ATP (สารที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานในกระบวนการต่าง ๆ) และโคเอนไซม์ หลายชนิด ช่วยเร่งการออกดอก และสร้างเมล็ด
 - 1.3 โพแทสเซียม (K) ไม่เป็นองค์ประกอบของสารใด ๆ ในพืช แต่ทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแป้ง น้ำตาล และโปรตีน ควบคุมการปิดเปิดของปากใบ ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบไปสู่ผล ทำให้ผลเติบโต

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก

จากการสำรวจรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้ โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร จำนวน 177 ตัวอย่าง พบว่าธาตุอาหารหลักมีน้อยไม่เพียงพอสำหรับพืช น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้ปลาเป็นวัสดุหลักมีปริมาณธาตุอาหารหลักครบทุกตัวอย่างและมีปริมาณโดยเฉลี่ยสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุหลักชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ

ธาตุอาหารหลัก	พืช	สมุนไพร	ปลา	หอย	ผสม
N (%)	0.05-1.65 (พบ 75 %)	0.10-1.80 (พบ 45 %)	0.32-2.00 (พบ 100 %)	0.28-1.29 (พบ 87 %)	0.06-1.82 (พบ 74 %)
P ₂ O ₅ (%)	0.01-0.59 (พบ 85 %)	0.01-0.26 (พบ 59 %)	0.01-3.74 (พบ 100 %)	0.003-0.35 (พบ 78 %)	0.01-3.41 (พบ 92 %)
K ₂ O (%)	0.02-1.89 (พบ 100 %)	0.03-3.38 (พบ 100 %)	0.38-1.72 (พบ 100 %)	0.04-1.53 (พบ 100 %)	0.02-4.93 (พบ 100 %)

2. ธาตุอาหารรอง เป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อย มี 3 ธาตุ คือ

- 2.1 แคลเซียม (Ca) เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ จำเป็นสำหรับกระบวนการแบ่งเซลล์และเพิ่มขนาดของเซลล์ ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด
- 2.2 แมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง การหายใจ และการสังเคราะห์โปรตีน
- 2.3 กำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบของสารโปรตีนบางชนิด วิตามินบี 1 และสารที่ระเหยได้บางชนิดในพืช ช่วยเพิ่มปริมาณน้ำมันในพืช เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ คลอโรฟิลล์และการแบ่งเซลล์

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง

จากการสำรวจรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้ โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร จำนวน 177 ตัวอย่าง พบว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สัตว์ ได้แก่ ปลา หอย ไข่ เป็นวัสดุหลักมีธาตุอาหารรองโดยเฉลี่ยสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช และพบธาตุอาหารรอง แคลเซียม และแมกนีเซียมทุกตัวอย่างที่วิเคราะห์โดยเฉพาะน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากหอยจะมีปริมาณแคลเซียมโดยเฉลี่ยสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ

ธาตุอาหารรอง	พืช	สมุนไพร	ปลา	หอย	ผสม
แคลเซียม (%)	0.008-0.95 (พบ 100%)	0.007-0.87 (พบ 98%)	0.09-1.08 (พบ 100%)	0.02-2.26 (พบ 100%)	0.013-2.57 (พบ 100%)
แมกนีเซียม (%)	0.001-0.22 (พบ 100%)	0.006-0.33 (พบ 100%)	0.05-0.20 (พบ 100%)	0.01-0.84 (พบ 100%)	0.002-0.22 (พบ 100%)
กำมะถัน (%)	0.006-0.38 (พบ 85%)	0.01-0.26 (พบ 75%)	0.07-0.35 (พบ 100%)	0.01-0.28 (พบ 91%)	0.01-0.58 (พบ 78%)

3. ธาตุอาหารเสริม คือ ธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อย แต่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืชเช่นเดียวกับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง หากขาดพืชไม่สามารถเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต แต่ถ้ามีมากเกินไปกลับเป็นพิษต่อพืชและแสดงอาการเป็นพิษให้ปรากฏ มี 7 ธาตุด้วยกัน คือ

3.1 เหล็ก (Fe) ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ มีบทบาทในการสังเคราะห์แสงและการหายใจ

3.2 แมงกานีส (Mn) ช่วยในการสังเคราะห์แสง และการทำงานของเอนไซม์บางชนิด

3.3 ทองแดง (Cu) ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การหายใจ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด

3.4 สังกะสี (Zn) ช่วยในการสังเคราะห์ฮอร์โมนออกซิน คลอโรฟิลล์ และแป้ง

3.5 โบรอน (B) ช่วยในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลไปสู่ผล การเคลื่อนย้ายฮอร์โมน และช่วยในการออกดอก ติดผล การผสมเกสร

3.6 โมลิบดีนัม (Mo) ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน

3.7 คลอรีน (Cl) มีบทบาทเกี่ยวกับฮอร์โมนในพืช หากขาดจะทำให้พืชเหี่ยวง่าย ใบซีดและแห้งตาย

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารเสริม

จากการสำรวจรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้ โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตรจำนวน 177 ตัวอย่าง พบว่าธาตุอาหารเสริมในน้ำหมักชีวภาพมีปริมาณน้อยแต่พบเกือบครบทุกธาตุในแต่ละตัวอย่าง น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้หอยเป็นวัสดุหลักและที่ผลิตจากวัสดุหลักผสมจากพืชและสัตว์มีปริมาณธาตุอาหารเสริมโดยเฉลี่ยสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 4)

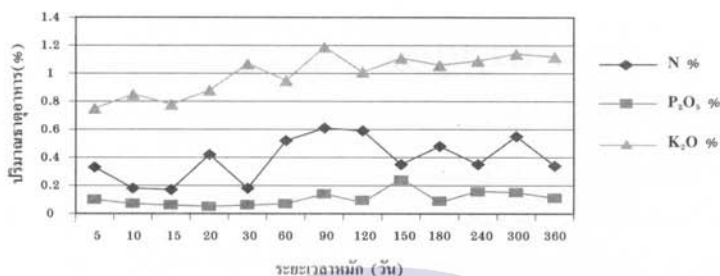
ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารเสริมในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ

ธาตุอาหารเสริม	พืช	สมุนไพร	ปลา	หอย	ผสม
เหล็ก (ppm)	10-730 (พบ 100%)	13-100 (พบ 100%)	48-530 (พบ 100%)	7-980 (พบ 100%)	10-1,100 (พบ 100%)
แมงกานีส (ppm)	1-120 (พบ 95%)	1-100 (พบ 95%)	8-72 (พบ 90%)	1-750 (พบ 96%)	4-200 (พบ 100%)
ทองแดง (ppm)	1-6 (พบ 95%)	1-32 (พบ 93%)	5-8 (พบ 90%)	4-40 (พบ 87%)	2-70 (พบ 93%)
สังกะสี (ppm)	3-230 (พบ 95%)	1-74 (พบ 93%)	15-35 (พบ 90%)	2-30 (พบ 96%)	4-150 (พบ 98%)
โบรอน (ppm)	3-40 (พบ 95%)	2-95 (พบ 91%)	5-19 (พบ 100%)	3-40 (พบ 100%)	2-40 (พบ 93%)
โมลิบดีนัม (ppm)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
คลอรีน (%)	0.01-1.07 (พบ 95%)	0.02-1.28 (พบ 87%)	0.13-8.52 (พบ 90%)	0.09-0.58 (พบ 96%)	0.03-1.01 (พบ 90%)

หมายเหตุ ppm = ส่วนในล้านส่วน

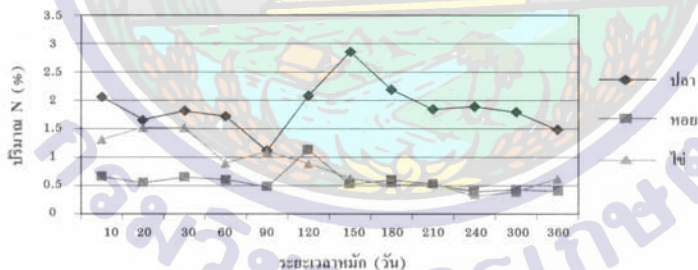
จากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการทดลองผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ พบว่า

1. น้ำหมักชีวภาพจากพืช (ผัก ผลไม้ และกากน้ำตาล) ธาตุอาหารหลักแต่ละธาตุมีปริมาณใกล้เคียงกัน มีปริมาณน้อยและไม่แตกต่างกันตลอดช่วงการหมัก 1 ปี (รูปที่ 5) ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมพบในปริมาณน้อยมาก และไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกัน

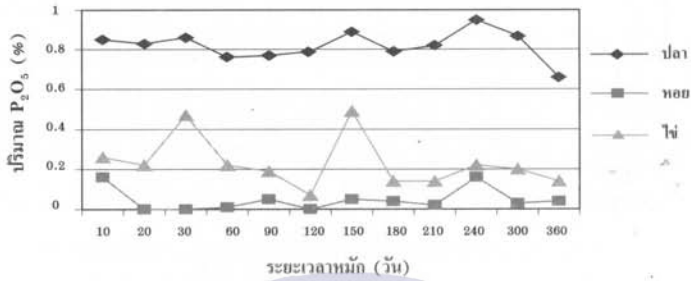


รูปที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้พืชเป็นวัสดุหลัก

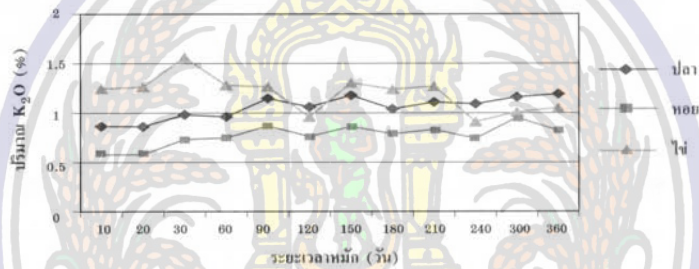
2. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ (ปลา หอย ไข่ และกากน้ำตาล) น้ำหมักชีวภาพที่ใช้ปลาเป็นวัสดุหลักมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ไข่และหอยเป็นวัสดุหลัก ปริมาณที่พบโดยเฉลี่ยแล้วไม่แตกต่างกันตลอดช่วงการหมัก 1 ปี (รูปที่ 6-7) ปริมาณโพแทสเซียมใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันตลอดช่วงการหมัก 1 ปี (รูปที่ 8) ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมวิเคราะห์พบทุกธาตุในปริมาณน้อยมากและมีปริมาณใกล้เคียงกันตลอด 1 ปี



รูปที่ 6 ปริมาณไนโตรเจนในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้สัตว์เป็นวัสดุหลัก



รูปที่ 7 ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้สัตว์เป็นวัสดุหลัก



รูปที่ 8 ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้สัตว์เป็นวัสดุหลัก

- น้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ (มูลไก่ + มูลหมู) มีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมน้อยมาก โดยเฉพาะกำมะถันและโมลิบดีนัม น้อยมากจนวิเคราะห์ไม่พบ

สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

ฮอร์โมนพืช (plant hormones) คือ สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นตามธรรมชาติ ในปริมาณน้อย และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีระวิทยาของพืชนั้น ๆ ตามลักษณะทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม และมักมีการเคลื่อนย้ายจากแหล่งที่สร้างไปยังบริเวณที่จะแสดงผล ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่า จุลินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซีต ตลอดจนจุลสาหร่าย สามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชได้ เมื่อมีสารเริ่มต้นและสภาพแวดล้อมเหมาะสม

ในการทำเกษตรกรรมจะไม่ใช้ฮอร์โมนซึ่งสกัดจากพืชโดยตรง เนื่องจากการสกัดสารดังกล่าวทำได้ยากและใช้ต้นทุนสูง จึงมีการสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตทำหน้าที่ทดแทนฮอร์โมนพืช สารเหล่านี้เรียกว่า สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (plant growth regulators) ดังนั้น เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นอาจกล่าวได้ว่า ทั้งฮอร์โมนพืช สารฮอร์โมนที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ และสารสังเคราะห์ทดแทนฮอร์โมนพืช คือ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่สร้างขึ้นตามธรรมชาติ แบ่งเป็น 6 กลุ่ม คือ

1. ออกซิน (auxins) มีคุณสมบัติควบคุมการขยายตัวของเซลล์ กระตุ้นการแบ่งเซลล์ เร่งการเกิดราก การเจริญของราก ลำต้น ควบคุมการเจริญของใบ ส่งเสริมการออกดอก เปลี่ยนเพศดอก เพิ่มการติดผล ควบคุมการพัฒนาของผล ควบคุมการสุกแก่ และการร่วงหล่นของผล
2. จิบเบอเรลลิน (gibberellins) มีคุณสมบัติกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์พืชในทางยาว (ในพืชแคระและพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นผลชัดเจนกว่าออกซิน) กระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ เร่งการเกิดดอก เปลี่ยนเพศดอก เพิ่มการติดผล ยืดช่อดอก กระตุ้นการงอกของเมล็ดและตา ทำลายการพักตัวของเมล็ด

3. ไซโทไคนิน (cytokinins) มีคุณสมบัติกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การเจริญทางด้าน ลำต้นของพืช กระตุ้นการเจริญของตาข้างทำให้ตาข้างเจริญออกมาเป็นกิ่งได้ ช่วย เคลื่อนย้ายอาหารจากรากไปสู่ยอด รักษาระดับการสังเคราะห์โปรตีนให้นานขึ้น ป้องกันคลอโรฟิลล์ให้ถูกทำลายช้าลง ทำให้ใบเขียวอยู่นานและร่วงหล่นช้าลง ช่วยทำให้ใบเลี้ยงคลี่ขยาย ช่วยให้เมล็ดงอกได้ในที่มืด
4. เอธิลีน (ethylene) มีคุณสมบัติควบคุมการออกดอก การแก่และสุกของผล ทำลายการพักตัวของตาและเมล็ดพืชบางชนิด และเกี่ยวข้องกับการร่วงของใบ ดอก ผล กล่าวคือ กระตุ้นให้พืชแก่เร็วขึ้น เป็นฮอร์โมนชนิดเดียวที่เป็นแก๊ส
5. กรดแอบไซซิก (abscisic acid : ABA) มีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งการเจริญ คอยควบคุมมิให้กระบวนการเจริญเกิดขึ้นในช่วงภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น การยับยั้งการงอกของเมล็ด การปิดเปิดของปากใบ การร่วงของใบและผล
6. สารอินทรีย์อื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติกระตุ้นให้พืชเจริญเติบโต ได้แก่ brassinolides , jasmonates , systemins , oligosaccharins เป็นต้น

ผลการวิเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

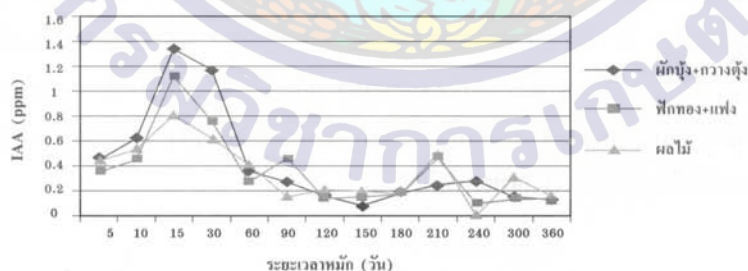
จากการสำรวจรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร จำนวน 177 ตัวอย่าง วิเคราะห์สาร ควบคุมการเจริญเติบโตพืช 3 กลุ่ม คือกลุ่มออกซิน วิเคราะห์กรดอินโดลอะซิติก (indoleacetic acid : IAA) กลุ่มจิบเบอเรลลิน วิเคราะห์กรดจิบเบอเรลลิก (gibberellic acid : GA₃) กลุ่มไซโทไคนิน วิเคราะห์ซีอะทิน (zeatin) และไคนิทิน (kinetin) พบว่าประมาณร้อยละ 90 ของตัวอย่าง วิเคราะห์พบกรดอินโดลอะซิติก และ ในน้ำหมักชีวภาพจากสัตว์มีปริมาณโดยเฉลี่ยสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพจากพืช น้ำหมักชีวภาพ ที่ใช้ผลไม้ ปลา หอย เป็นวัสดุหลักมีปริมาณกรดจิบเบอเรลลิก โดยเฉลี่ยสูงกว่าน้ำหมัก ชีวภาพที่ทำจากวัสดุหลักชนิดอื่น ๆ ส่วนซีอะทินและไคนิทินพบทั้งในน้ำหมักชีวภาพที่ ใช้พืชและสัตว์เป็นวัสดุหลัก แต่พบในปริมาณน้อย (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุหลักต่าง ๆ

สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช	พืช	สมุนไพร	ปลา	หอย	ผสม
กรดอินโดลอะซิดิก (ppm)	0.1-3.5 (พบ 90%)	0.1-1.5 (พบ 80%)	0.1-3.4 (พบ 100%)	0.1-9.0 (พบ 83%)	0.1-7.4 (พบ 83%)
กรดจิบเบอเรลลิก(ppm)	0.4-241.7 (พบ 85%)	1.0-25.7 (พบ 80%)	3.2-124.5 (พบ 70%)	0.9-127.6 (พบ 65%)	1.0-149.6 (พบ 83%)
ซีอะทิน (ppm)	0.1-9.8 (พบ 69%)	0.1-5.5 (พบ 39%)	0.1-4.0 (พบ 90%)	0.1-9.9 (พบ 61%)	0.1-9.3 (พบ 61%)
ไคนีนทิน (ppm)	0.1-18.5 (พบ 51%)	0.1-28.9 (พบ 68%)	1.0-13.4 (พบ 60%)	0.2-22.1 (พบ 70%)	0.1-11.0 (พบ 56%)

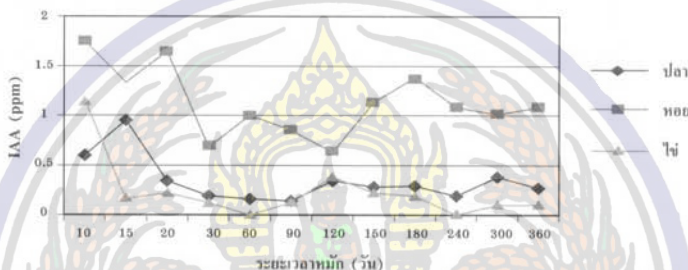
จากการศึกษาปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการทดลองผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่างๆ พบว่า

1. น้ำหมักชีวภาพจากพืช (ผัก ผลไม้ และกากน้ำตาล) วิเคราะห์พบกรดอินโดลอะซิดิกปริมาณสูงในระยะ 15-30 วันหลังหมัก หลังจากนั้นปริมาณจะลดลงและค่อนข้างคงที่ตลอดการหมัก 1 ปี (รูปที่ 9) ปริมาณกรดจิบเบอเรลลิกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย หลังหมัก 10 วัน และค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการหมัก 1 ปี ส่วนซีอะทินและไคนีนทินปริมาณที่วิเคราะห์พบไม่แน่นอน



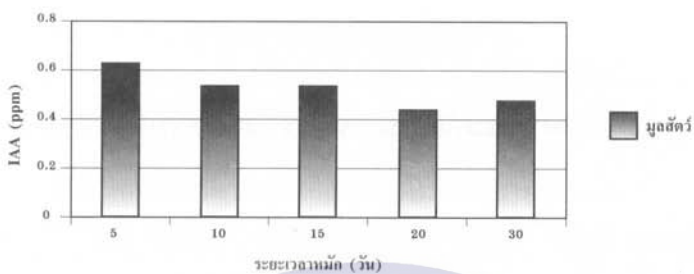
รูปที่ 9 ปริมาณกรดอินโดลอะซิดิกในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช

2. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้สัตว์ (ปลา หอย ไข่ และกากน้ำตาล) ปริมาณกรดอินโดลอะซิดิกในน้ำหมักชีวภาพที่ใช้หอยเป็นวัสดุหลักสูงกว่าในน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ปลาและไข่เป็นวัสดุหลัก (รูปที่ 10) ส่วนปริมาณกรดจิบเบอเรลลิกในน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ปลาเป็นวัสดุหลักมีแนวโน้มสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ไข่และหอยเป็นวัสดุหลักแต่ปริมาณที่พบไม่แน่นอน วิเคราะห์พบซีอะทินและโคไนทินในน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิด ตลอดการหมัก 1 ปี แต่ปริมาณที่พบไม่แน่นอน

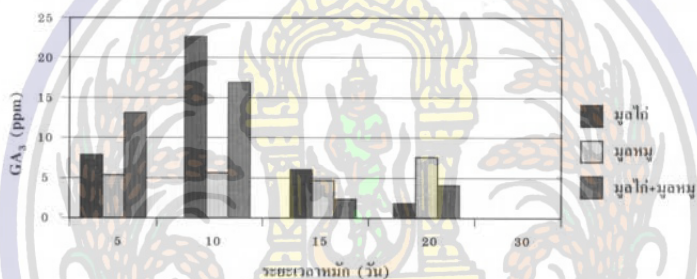


รูปที่ 10 ปริมาณกรดอินโดลอะซิดิกในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

3. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้มูลสัตว์ (มูลไก่ มูลหมู และมูลไก่ผสมมูลหมู) ปริมาณกรดอินโดลอะซิดิกที่วิเคราะห์พบในน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกันมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.4-0.6 ส่วนในล้านส่วน (รูปที่ 11) ปริมาณกรดจิบเบอเรลลิกในน้ำหมักชีวภาพที่ใช้มูลไก่ และมูลไก่ผสมมูลหมูเป็นวัสดุหลักหมัก 5-10 วัน มีแนวโน้มสูงกว่าระยะอื่น ๆ และวิเคราะห์ไม่พบหลังหมัก 30 วัน (รูปที่ 12) ส่วนในน้ำหมักชีวภาพที่ใช้มูลหมูเป็นวัสดุหลัก ปริมาณกรดจิบเบอเรลลิกไม่แตกต่างกัน และหลังหมัก 30 วัน วิเคราะห์ไม่พบกรดจิบเบอเรลลิกเช่นเดียวกัน วิเคราะห์ไม่พบซีอะทิน ส่วนโคไนทินวิเคราะห์พบเล็กน้อยและปริมาณที่พบไม่แน่นอน



รูปที่ 11 ปริมาณกรดอินโดลอะซีติกในน้ำหมักข้าวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์



รูปที่ 12 ปริมาณกรดจิบเบอเรลลิกในน้ำหมักข้าวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์

กรมวิชาการเกษตร

สารควบคุมแมลง

สารควบคุมแมลงที่มีคุณสมบัติในการไล่แมลงพบในน้ำหมักชีวภาพ แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแอลกอฮอล์ ได้แก่เบนซิลแอลกอฮอล์ (benzyl alcohol) หรือเฟนิลเมทานอล (phenyl methanol) และ 2-เฟนิลเอทานอล (2-phenyl ethanol)
2. กลุ่มเบนซีนไดออล (benzene diol) ได้แก่ 1,2-เบนซีนไดออล (1,2-benzene diol) หรือ แคทเชคอลล (catechol) และ 1,3-เบนซีนไดออล (1,3-benzene diol) หรือ รีซอสซินอล (resorcinol)
3. กลุ่มฟีนอล (phenol) ได้แก่ 3-เอทิลฟีนอล (3-ethyl phenol) 4-เอทิลฟีนอล (4-ethyl phenol) และไดเมทอกซีฟีนอล (dimethoxy phenol)
4. กลุ่มเอสเทอร์ (ester) ได้แก่ เอทิลเอสเทอร์ของกรดปาล์มิติก และ กรดสเตียริก (palmitic ethyl ester, stearic ethyl ester)

เบนซิลแอลกอฮอล์ จัดเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการไล่แมลง 2-เฟนิลเอทานอล เป็นสารที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับเบนซิลแอลกอฮอล์ เบนซีนไดออล (แคทเชคอลล และรีซอสซินอล) เป็นสารที่มีสภาพเป็นกรดและมีคุณสมบัติไล่แมลงเช่นกัน รีซอสซินอล เป็นสาร antiseptic ซึ่งสารนี้อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังของแมลงได้ พืชทุกชนิดมีสารประกอบพวกแทนนินและโพลีฟีนอล เมื่อย่อยสลายโดยจุลินทรีย์จะทำให้สารประกอบอนุพันธ์ของฟีนอล (phenol derivatives) เช่น เอทิลฟีนอล หรือ ไดเมทอกซีฟีนอล ซึ่งทำให้สภาพของน้ำหมักชีวภาพมีความเป็นกรด บางตัวมีคุณสมบัติไล่แมลงเช่น 3-เอทิลฟีนอล และ 4-เอทิลฟีนอล สำหรับเอสเทอร์นั้นเกิดจากปฏิกิริยาของเอทานอลที่เกิดจากการหมักทำปฏิกิริยากับกรดไขมันที่มีในพืช ซึ่งเอสเทอร์บางตัวมีคุณสมบัติเป็นสารไล่และล่อแมลง

ผลการวิเคราะห์สารควบคุมแมลง

จากการสำรวจรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร จำนวน 180 ตัวอย่าง (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบสารควบคุมแมลงในน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ

ปริมาณ(ppm) ของสารที่ตรวจพบในน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ							
สารประกอบ	ผัก	ผลไม้	ผัก+ผลไม้	สมุนไพร	ปลา	หอย	ผักและหรือผลไม้และสัตว์
กลุ่มแอลกอฮอล์	0-58.32	0.28-69.88	0-248.68	0-593.92	0-106.04	0-534.64	0.52-870.24
กลุ่มเบนซีนไดออล	0-403.74	0-108.76	0-263.84	0-1,675.68	0-352.30	0.32-703.50	0.12-444.48
กลุ่มฟีนอล	0-130.88	0.46-79.20	0-560.20	0-370.40	0.28-341.98	0-599.20	0.44-483.00
กลุ่ม เอสเทอร์	0-19.4	0-9.92	0-53.36	0-45.36	0-535.52	0-58.96	0.36-151.04

กลุ่มแอลกอฮอล์ที่พบในผักหรือผลไม้จะน้อยกว่าในผักรวมผลไม้ สมุนไพร ผักและหรือผลไม้และสัตว์ กลุ่มเบนซีนไดออลพบมากในพืชสมุนไพรเป็นวัสดุหลัก กลุ่มฟีนอลพบมากในหอยเป็นวัสดุหลัก กลุ่มเอสเทอร์พบมากในปลาเป็นวัสดุหลัก

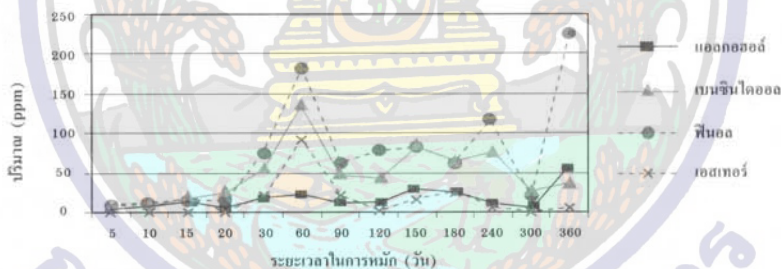
สูตรสมุนไพรที่มีตะไคร้หอมเป็นวัสดุหลักพบสารซิโตรเนลลอล (citronellol) และเจอราเนียม (geraniol) ซึ่งอยู่ในกลุ่มของแอลกอฮอล์ ในบางตัวอย่างเท่านั้น

สูตรสมุนไพรที่มีสะเดาเป็นวัสดุหลักไม่พบสารสำคัญชาติแรกดินซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งการกินของแมลง ทำให้หนอนหรือตัวอ่อนไม่ลอกคราบและไล่แมลง

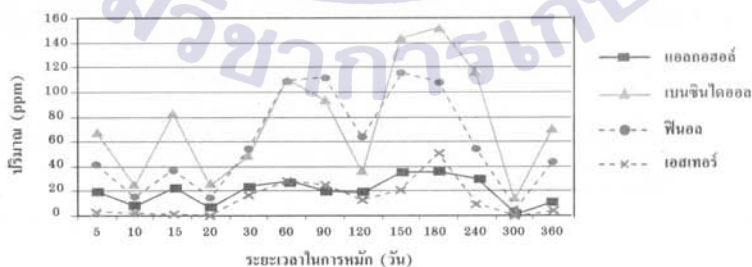
สูตรสมุนไพรที่มีหางไหลเป็นวัสดุหลักไม่พบสารสำคัญโรดิโนนที่มีคุณสมบัติฆ่าแมลง ปริมาณของสารสำคัญที่วิเคราะห์ได้ ไม่แน่นอนถึงแม้ว่าจะเป็นวัสดุเดียวกัน ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของวัสดุหลัก คุณภาพวัสดุที่ใช้ และอายุการเก็บรักษา

ผลจากการศึกษาปริมาณสารควบคุมแมลงในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการทดลองที่ผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่างๆ พบว่า

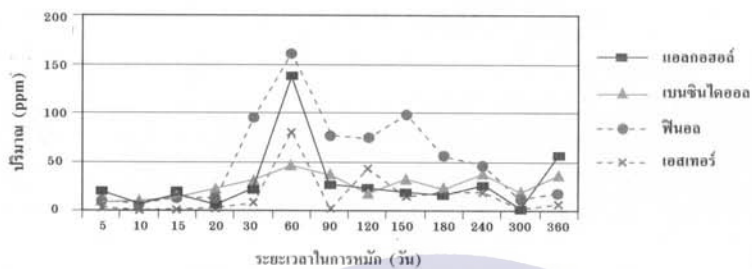
1. สารควบคุมแมลงที่เกิดจากการหมักผัก ผลไม้ ในน้ำหมักชีวภาพจากผักกินใบ (ผักบุ้งและกวาดั่ง) พบสารกลุ่มแอลกอฮอล์และฟีนอลมีปริมาณสูงสุดที่ 360 วัน เบนซีนไดออกไซด์ และเอสเทอร์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึง 60 วันแล้วเริ่มลดลง น้ำหมักชีวภาพจากผักกินผล (ฟักทองและแพง) พบสารในกลุ่มแอลกอฮอล์ เบนซีนไดออกไซด์ และเอสเทอร์ มีปริมาณสูงสุดที่ 180 วัน ส่วนฟีนอลมีปริมาณสูงสุดที่ 150 วัน น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ (กล้วย มะละกอและสับปะรด) พบปริมาณสารสำคัญทั้ง 4 กลุ่มมีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ 60 วัน (รูปที่ 13-15)
2. สารควบคุมแมลงที่เกิดจากการหมักปลา หอยและไข่ ส่วนใหญ่พบสูงสุดที่ 60 วัน ยกเว้นแอลกอฮอล์ในปลา พบสูงสุดที่ 90 วัน เบนซีนไดออกไซด์ในไข่ พบสูงสุดที่ 20 วัน และเอสเทอร์ในปลาและหอย พบสูงสุดที่ 210 วัน (รูปที่ 16-18)
3. สารควบคุมแมลงที่เกิดจากการหมักมูลสัตว์ ไม่พบสารกลุ่มแอลกอฮอล์ในน้ำหมักชีวภาพที่เกิดจากการหมักมูลสัตว์ สารอื่นๆ ที่พบมีปริมาณน้อยมาก (0-4 ppm)



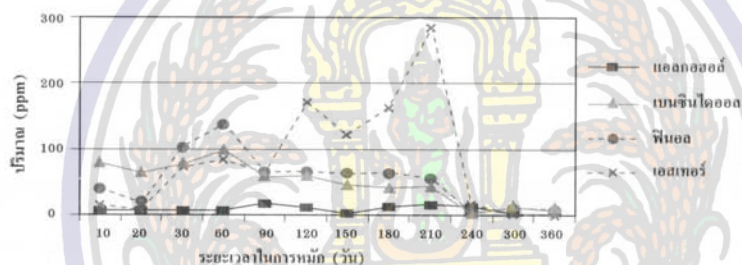
รูปที่ 13 ปริมาณของสารที่เกิดจากการหมักผักบุ้งและกวาดั่งระยะเวลาต่างๆ



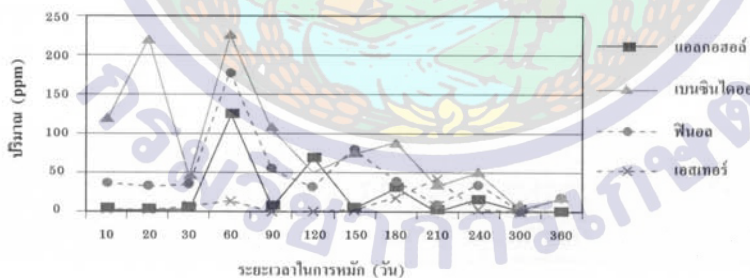
รูปที่ 14 ปริมาณของสารที่เกิดจากการหมักฟักทองและแพงระยะเวลาต่างๆ



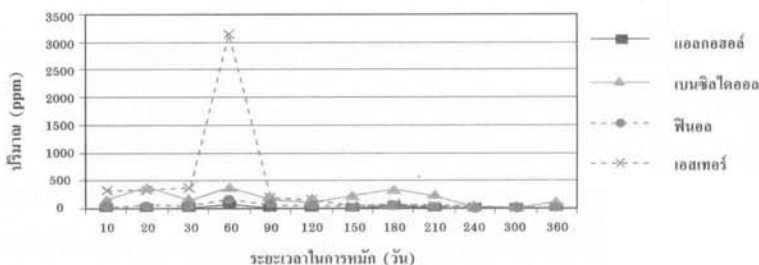
รูปที่ 15 ปริมาณของสารที่เกิดจากการหมักกล้วย,มะละกอและส้มประดระยะเวลาต่างๆ



รูปที่ 16 ปริมาณของสารที่เกิดจากการหมักปลาระยะเวลาต่างๆ



รูปที่ 17 ปริมาณของสารที่เกิดจากการหมักหอยระยะเวลาต่างๆ



รูปที่ 18 ปริมาณของสารที่เกิดจากกรรมหมักไ้ช้ระยะเวลาต่างๆ

สารควบคุมแมลงศัตรูพืชและเชื้อราสาเหตุโรคพืชจากพืชสมุนไพร

การสกัดสารสำคัญจากตะไคร้หอม หางไหลและข่า โดยการแช่ค้างคืน ดมไฟอ่อน อุณหภูมิไม่เกิน 60° ซ. นาน 1 ชั่วโมง และหมักด้วยกากน้ำตาล (ตารางที่ 7)

ตะไคร้หอม สารสำคัญในตะไคร้หอมคือ ซิโตรเนลลอล (citronellol) และเจอร์รานีออล (geraniol) ซึ่งมีคุณสมบัติไล่แมลง แช่ตะไคร้หอมค้างคืนจะให้สารสำคัญคือ ซิโตรเนลลอล และ เจอรานีออล สูงกว่าการนำตะไคร้หอมมาต้มนาน 1 ชั่วโมง ซึ่งจะพบแต่สารเจอร์รานีออล เท่านั้น การหมักด้วยกากน้ำตาลจะให้สารเจอร์รานีออล สูงกว่าซิโตรเนลลอล

หางไหล สารสำคัญในรากหางไหลคือ โรติโนน (rotenone) รากหางไหลที่หมักด้วยกากน้ำตาลให้ปริมาณสารสำคัญโรติโนนน้อยกว่าการแช่น้ำค้างคืน

ข่า สารสำคัญคือ ซินีออล (cineole) ไม่พบสารนี้เมื่อสกัดโดยวิธีต้มนาน 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบการสกัดพืชด้วยกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	หางไหลสด	หางไหลแห้ง	ตะไคร้หอม		ข่า
	โรติโนน (ppm)	โรติโนน (ppm)	ซิโตรเนลลอล (ppm)	เจอร์รานีออล (ppm)	ซินีออล (ppm)
หมักด้วยกากน้ำตาล	223.2	217.6	5.02	14.29	-
แช่น้ำค้างคืน	310.0	226.9	8.81	8.57	3.39
ต้ม 1 ชั่วโมง	-	-	ND	2.16	ND

ND = ตรวจไม่พบ

องค์ประกอบของสารควบคุมแมลงและประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพสมุนไพร
ต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืช

ชนิดพืชสมุนไพรและปริมาณสารสำคัญ	ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญและพัฒนา ของเชื้อราสาเหตุโรคพืช
น้ำสกัดทางไหลสด มีปริมาณโรติโนน 310.0 ppm	ที่อัตรา 1 : 10 ไม่ยับยั้งการเจริญของ <i>Phytophthora palmivora</i> แต่สามารถยับยั้งการเจริญของ <i>Collectotrichum gloeosporioides</i> ดีเท่ากับสารเคมี <i>prochloraz</i>
น้ำสกัดทางไหลแห้ง มีปริมาณโรติโนน 226.9 ppm	ที่อัตรา 1 : 10 ไม่ยับยั้งการเจริญของ <i>P. palmivora</i> แต่สามารถยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ดีเท่ากับสารป้องกันกำจัดโรคพืช <i>prochloraz</i>
น้ำหมักชีวภาพทางไหลสด มีปริมาณโรติโนน 223.2 ppm	ที่อัตรา 1 : 10 ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>P. palmivora</i> และ <i>C. gloeosporioides</i>
น้ำหมักชีวภาพทางไหลแห้ง มีปริมาณโรติโนน 217.6 ppm	ที่อัตรา 1 : 10 ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>P. palmivora</i> และ <i>C. gloeosporioides</i>
น้ำหมักชีวภาพตะไคร้หอม มีปริมาณซิโตรเนลลอล 5.02 ppm เจอรานีโอล 14.29 ppm	ที่อัตรา 1 : 10 - 3 : 10 ไม่ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>P. palmivora</i> แต่ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>C. gloeosporioides</i> ดีเท่ากับสารเคมี <i>prochloraz</i>



การควบคุมโรคพืช

การทดสอบน้ำหมักชีวภาพในห้องปฏิบัติการจำนวน 115 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่าง ปรึบความเข้มข้นเป็น 3 ระดับ รวมเป็น 345 ตัวอย่าง กับเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญ 2 ชนิด คือ *Phytophthora palmivora* และ *Colletotrichum gloeosporioides* พบว่า น้ำหมักชีวภาพหลายสูตรมีคุณสมบัติสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการพัฒนา ระยะต่าง ๆ แบบไม่อาศัยเพศในวงจรชีวิตของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ได้ถึง 100% เทียบเท่ากับ การใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช metalaxyl และ prochloraz ตามลำดับ นอกจากนี้ มีน้ำหมักชีวภาพอีกหลายสูตรที่มีผลทำให้ความสามารถในการก่อให้เกิดโรคของเชื้อราสาเหตุโรคพืช 2 ชนิดดังกล่าวลดลงอย่างเห็นได้ชัด จึงคาดว่าน้ำหมักชีวภาพสูตรดังกล่าวอาจนำมาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมโรคพืชบางชนิดได้

ผลการทดลอง

จากการสำรวจรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร ที่มีคุณสมบัติในการควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา *phytophthora palmivora*



Phytophthora palmivora เป็นเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของไม้ผลหลายชนิดเช่นทุเรียน ลองกอง ส้ม ลำไย มะละกอ รวมทั้งโรครีบร่วงของยางพารา

รูปที่ 19 ลักษณะอาการและเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่า
พริกไทย

ตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพที่ยับยั้งการเจริญและพัฒนาของเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ได้ 100% ได้แก่

1. กลัวย่น้ำว้า + กากน้ำตาล(3:1) ความเข้มข้น 600 มล./น้ำ 20 ลิตร
2. ข่าแก่ + ตะไคร้หอม + สะเดา + ไบยูลาลิปดัสแก่ + ใบและผลมะกรูด + เปลือกส้มปัด + ผลมะเฟือง+ ผลลูกยอแก่ + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 200 และ 300 มล./น้ำ 20 ลิตร
3. ผักบุ้ง + หญ้าขี้ฉาง + วัชพืชอื่นๆ ในนาข้าว + กากน้ำตาล(3:1) ความเข้มข้น 2,000 และ 3,000 มล./น้ำ 20 ลิตร



รูปที่ 20

ก. เชื้อรา *Phytophthora palmivora* เจริญเติบโต และสร้างส่วนขยายพันธุ์ได้ในน้ำ

ก



ข. เชื้อรา *Phytophthora palmivora* ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตในน้ำหมักชีวภาพ

ข

ตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพที่ลดความสามารถ ในการก่อให้เกิดโรคพิษ (pathogenicity) ของเชื้อรา *Phyphthora palmivora* ได้แก่

1. หน่อไม้สด + กากน้ำตาล(3:1) ความเข้มข้น 40, 60 และ 100 มล./น้ำ 20 ลิตร
2. เปลือกแดงโม+น้อยหน้า+ฝรั่ง+เศษอาหาร+กากน้ำตาล(3:1) ความเข้มข้น 200, 400 และ 600 มล./น้ำ 20 ลิตร
3. หนอนตายหยาก + ผักกุน + ตะไคร้หอม + เครื่องหมายน้อย + สะเดา + ลูกมะกรูด + หน่อกล้วย + สาบเสือ + ยาเส้น + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 300, 600 และ 900 มล. /น้ำ 20 ลิตร
4. เครื่องหมายน้อย + ลูกมะกรูด + ตะไคร้หอม + ใบยูคาลิปตัส + สะเดา + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 900 มล./น้ำ 20 ลิตร
5. ผักนึ่ง + หนุ่ยข้าวตาก + วัชพืชอื่น ๆ ในนาข้าว + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 1,000, 2,000 และ 3,000 มล./น้ำ 20 ลิตร
6. เขยตาย 3 กก. + หางไหล 5 กก. + บอระเพ็ด 5 กก. + กากน้ำตาล 15 กก. ความเข้มข้น 40 และ 80 มล./น้ำ 20 ลิตร
7. หอยเชอรี่ + ปลาช่อน + ปลาหมอ + ปลาตะเพียนรวม 60 กก. + กากน้ำตาล 30 กก. ความเข้มข้น 90 มล./น้ำ 20 ลิตร
8. กล้วยน้ำว้าสุก + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 40 และ 60 มล./น้ำ 20 ลิตร
9. มูลวัว + เศษอาหาร + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 400 และ 600 มล./น้ำ 20 ลิตร
10. ใบสะเดา + ใบน้อยหน้า + ตะไคร้หอม + ว่านน้ำ + เมล็ดข่า + หนอนตายหยาก + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 500, 1,000 และ 1,500 มล./น้ำ 20 ลิตร
11. ข้าว 3% + กากมันสำปะหลัง 2% + 5 ซองของ (ยีสต์ แลคโตแบคทีเรีย เซลาเมนทอล ราเส้นใย และราสังเคราะห์แสง) ความเข้มข้น 100, 200 และ 300 มล./น้ำ 20 ลิตร

รูปที่ 21

ก. เชื้อรา *Phytophthora palmivora* ที่เลี้ยงในน้ำมีความสามารถในการก่อให้เกิดโรคอย่างรุนแรงบนใบทุเรียน



ข. ความสามารถในการก่อให้เกิดโรคของเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเลี้ยงในน้ำหมักชีวภาพ



จากการสำรวจรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร ที่มีคุณสมบัติในการควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*



Colletotrichum gloeosporioides เป็นเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของไม้ผล ผักและไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิด เช่น มะม่วง ทุเรียน ฝรั่ง มะละกอ พริก หอมหัวใหญ่ กล้ายไม้ ฯลฯ

รูปที่ 22 ลักษณะอาการและเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส และเชื้อของหอมหัวใหญ่

ตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพที่ยับยั้งการเจริญและพัฒนาของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ได้ 100% ได้แก่

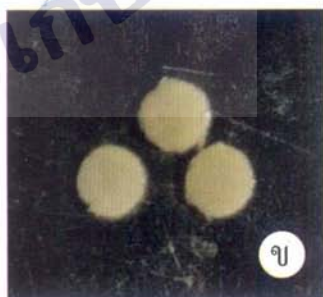
1. ถั่วแขก + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 300 มล./น้ำ 20 ลิตร
2. กลั้วน้ำว่าสุก + กากน้ำตาล(3:1) ความเข้มข้น 600 มล./น้ำ 20 ลิตร
3. ตะไคร้หอม + หัวข่า + สาบเสือ + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 100 มล./น้ำ 20 ลิตร
4. ตาเสือ 3 กก. + หางไหล 5 กก. + หนอนตายหยาก 5 กก. + กากน้ำตาล 15 กก. ความเข้มข้น 30 และ 60 มล./น้ำ 20 ลิตร
5. ปลานิล 3 กก. + กากน้ำตาล 1 กก. ความเข้มข้น 200 และ 300 มล./น้ำ 20 ลิตร
6. ข่าแก่ + ตะไคร้หอม + สะเดา + ไบยคาลิปดัสแก่ + ใบและผลมะกรูด + เปลือกส้มปัด + ผลมะเฟือง + ผลลูกข่อยแก่ + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 200 และ 300 มล./น้ำ 20 ลิตร
7. ผักบุ้ง + หญ้าขี้หนุ + วัชพืชอื่นๆ ในนาข้าว + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 2,000 และ 3,000 มล./น้ำ 20 ลิตร



รูปที่ 23

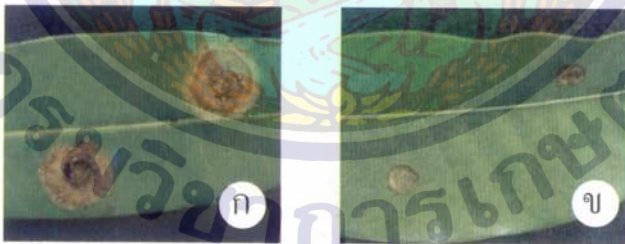
ก. เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* เจริญได้ดีในน้ำ

ข. เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ถูกยับยั้งการเจริญในน้ำหมักชีวภาพ



ตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพที่ลดความสามารถในการก่อให้เกิดโรครีซ (pathogenicity) ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ได้แก่

1. เปลือกแดงโม + น้อยหน้า + ฝรั่ง + เศษอาหาร + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 200, 400 และ 600 มล./น้ำ 20 ลิตร
2. ใบผักคะน้าและใบอื่น ๆ + ตะไคร้ + ปลา + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 300, 600 และ 900 มล./น้ำ 20 ลิตร
3. หนอนตายหยาก + ผักกุน + ตะไคร้ + เครื่องหมาน้อย + สะเดา + ลูกมะกรูด + หน่อกล้วย + สาบเสือ + ยาเส้น + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 300, 600 และ 900 มล./น้ำ 20 ลิตร
4. เครื่องหมาน้อย + ลูกมะกรูด + ตะไคร้หอม + ใบยูคาลิปตัส + สะเดา + กากน้ำตาล (3:1) ความเข้มข้น 900 มล./น้ำ 20 ลิตร
5. ตาเสือ 3 กก. + หางไหล 5 กก. + หนอนตายหยาก 5 กก. + กากน้ำตาล 15 กก. ความเข้มข้น 120 มล./น้ำ 20 ลิตร
6. เขยตาย 3 กก. + หางไหล 5 กก. + บอระเพ็ด 5 กก. + กากน้ำตาล 15 กก. ความเข้มข้น 40, 80 และ 120 มล./น้ำ 20 ลิตร
7. หอยเชอรี่ + ปลาช่อน + ปลาทอม + ปลาตะเพียนรวม 60 กก. + กากน้ำตาล (30 กก.) ความเข้มข้น 90 มล./น้ำ 20 ลิตร



รูปที่ 24

- ก. เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ที่เลี้ยงในน้ำมีความสามารถในการก่อให้เกิดโรคร้อย่างรุนแรงบนใบมะม่วง
- ข. เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ที่เลี้ยงในน้ำหมักชีวภาพมีความสามารถในการก่อให้เกิดโรคลดลง

จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช

ผลจากการศึกษาจุลินทรีย์ที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการทดลองโดยใช้วัสดุหลักต่างๆ ได้แก่ ผัก ผลไม้ หอย ปลาและไข่ พบว่า

1. แบคทีเรียจำนวน 19, 33 และ 16 ไอโซเลทยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. palmivora* 1-25%, 26-50% และมากกว่า 50% ตามลำดับ



รูปที่ 25 แบคทีเรียผลิตสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora palmivora*

2. แบคทีเรียจำนวน 35, 38 และ 5 ไอโซเลท ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. gloeosporioides* 1-25%, 26-50% และมากกว่า 50% ตามลำดับ



รูปที่ 26 แบคทีเรียผลิตสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

การสนับสนุนการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช

น้ำหมักชีวภาพนอกจากมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ในทางโรคพืช คือช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตและลดความสามารถในการก่อให้เกิดโรคของเชื้อราสาเหตุโรคพืชดังกล่าวแล้วยังพบว่าบางสูตรมีคุณสมบัติที่เป็นโทษดังนี้

น้ำหมักชีวภาพสนับสนุนการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคพืช

จากการสำรวจรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตรพบว่า ประมาณ 150 ตัวอย่าง หรือ 43.48 % ของน้ำหมักชีวภาพทั้งหมดที่ช่วยสนับสนุนให้การเจริญของเชื้อรา *P. palmivora* เพิ่มขึ้น 25-30% และมีน้ำหมักชีวภาพ 108 ตัวอย่างหรือ 31.59% ที่สนับสนุนให้การเจริญเติบโตของเชื้อรา *C. gloeosporioides* เพิ่มขึ้นถึง 25-250%



รูปที่ 27

ก. เชื้อรา *Phytophthora palmivora* เจริญเติบโตในน้ำ

ข. *Phytophthora palmivora* เจริญเติบโตยิ่งขึ้นในน้ำหมักชีวภาพ



จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพที่สนับสนุนการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรครพิษ

ผลจากการศึกษาจุลินทรีย์ที่สนับสนุนการเจริญของเชื้อรา *P. palmivora* ในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการทดลองโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ พบว่า แบคทีเรียบางชนิดในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุ ผัก ผลไม้ ไข่ หอย และปลา จะสนับสนุนการเจริญของเชื้อรา *P. palmivora* 8-39%



รูปที่ 28 เชื้อแบคทีเรียในน้ำหมักชีวภาพสนับสนุนการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora palmivora*

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์สาเหตุโรครพิษในน้ำหมักชีวภาพ

จากการสำรวจรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตรพบว่า น้ำหมักชีวภาพทุกตัวอย่าง ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อราและแบคทีเรียสาเหตุโรครพิษ

ผลจากการศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สาเหตุโรครพิษในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการทดลองโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ พบว่า น้ำหมักชีวภาพที่ใช้พืชและสัตว์เป็นวัสดุ ในการหมัก หลังจากหมักเป็นเวลา 60-120 วัน ได้พบเชื้อรา *Penicillium* sp. ปนเปื้อน อยู่ในน้ำหมักชีวภาพโดยมีปริมาณ ตั้งแต่ 3-1036 โคลินีต่อมิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร คาดว่าเป็นการปนเปื้อนจากอากาศ ไม่ใช่เกิดจากขบวนการหมัก

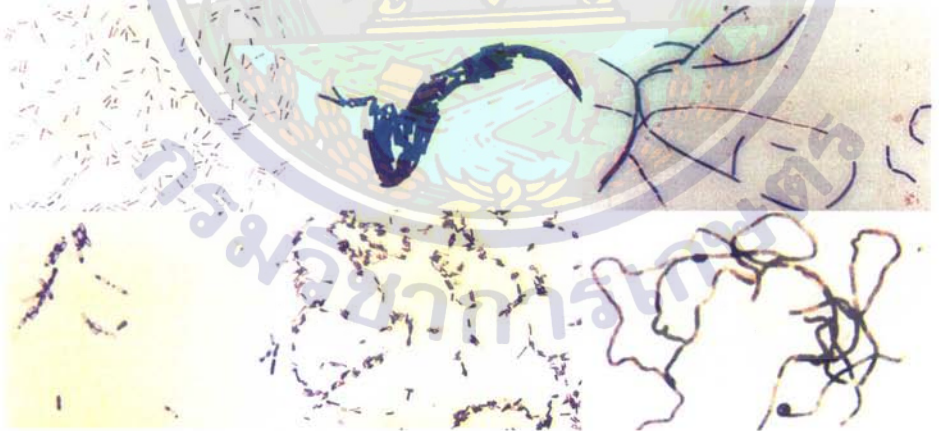
รูปที่ 29 เชื้อรา *Penicillium* sp. ที่ปนเปื้อนในน้ำหมักชีวภาพ



จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ประกอบด้วยเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ โดยเซลล์เหล่านั้นต่างก็เป็นเซลล์ชนิดเดียวกันและมีรูปร่างเหมือนกันไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เพื่อทำหน้าที่เฉพาะเหมือนในสิ่งมีชีวิตชั้นสูง จุลินทรีย์มีหลายประเภทได้แก่ แบคทีเรีย รา โปรโตซัว สาหร่าย ไวรัส จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ และองค์ประกอบทางชีวเคมีต่างๆ ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ จุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพมีดังนี้

1. แบคทีเรีย เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงส่องดูจึงมองเห็น ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว เป็นจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจำนวนมากที่สุดและมีหลากหลายสายพันธุ์ น้ำหมักชีวภาพจากพืชผักกินใบ กินผล และจากผลไม้ จากสัตว์ เช่น ปลา หอย และไข่ มีแบคทีเรียสูงถึง 10^8 (100,000,000) เซลล์/มล. ที่ระยะต้นๆ ของการหมัก แม้เมื่อเก็บไว้ในสภาพหมักเป็นระยะเวลา 1 ปี ยังคงพบแบคทีเรียในน้ำหมักชีวภาพ แต่จำนวนและความหลากหลายของสายพันธุ์จะลดลง

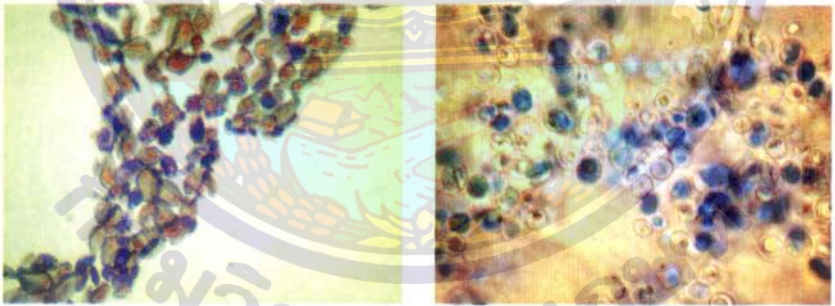


รูปที่ 30 ลักษณะเซลล์แบคทีเรียที่พบในน้ำหมักชีวภาพ

แบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียซึ่งย้อมสีแกรมแล้วจะติดสีแกรมบวก พบส่วนน้อยเป็นพวกติดสีแกรมลบ พวกแกรมบวกจำนวนมากเป็นแบคทีเรียในสกุล *Bacillus* เช่น *Bacillus mycoides*, *B.cereus* และ *B.circulans* แบคทีเรียอีกกลุ่มที่พบในน้ำหมักชีวภาพคือแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกที่พบมากอยู่ในสกุล *Lactobacillus* พบบ้าง ในสกุล *Pediococcus*, *Streptococcus* และ *Leuconostoc*

2. รา เป็นจุลินทรีย์ที่มีเซลล์แบบที่ส่วนของนิวเคลียสมีเยื่อหุ้ม ซึ่งแตกต่างจากแบคทีเรียซึ่งเซลล์มีนิวเคลียสไม่มีเยื่อหุ้ม ราคามีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย มีทั้งชนิดเดี่ยวคือยีสต์และหลายเซลล์ซึ่งได้แก่ราที่มีรูปร่างเป็นเส้นใย

ราที่พบในน้ำหมักชีวภาพส่วนใหญ่เป็นราประเภทยีสต์ ในน้ำหมักชีวภาพจากผักและปลาหมึกยีสต์จำนวนมากสูงถึง 10^7 (10,000,000) เซลล์/มล. และจำนวนยีสต์ลดลงตามระยะเวลาหมักยีสต์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพสามารถจำแนกได้หลายชนิดเป็น *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida zeylanoides*, *C. boidinii* และ *C. krusei*



รูปที่ 31 ลักษณะเซลล์ยีสต์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพ

ราเส้นใยพบในจำนวนและความหลากหลายของสายพันธุ์น้อย ในน้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ มีจำนวนอยู่ในช่วง 10^1 - 10^4 (10-10,000) เซลล์/มล. ส่วนหนึ่งอยู่ในกลุ่มรา *Phycomycetes* ได้แก่ราในสกุล *Mucor* และอื่นๆ

บทบาทของจุลินทรีย์ในขั้นตอนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ

แบคทีเรีย

แบคทีเรียที่พบในน้ำหมักชีวภาพหลายสายพันธุ์มีบทบาทย่อยสลายวัสดุที่ใช้ในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเป็นวัสดุอินทรีย์มาจากสิ่งที่มีชีวิตทั้งจากพืชและจากสัตว์ แบคทีเรียย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ทำให้สารประกอบโมเลกุลใหญ่ๆ เล็กลงปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

จุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกจะมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากในการผลิตน้ำหมักชีวภาพที่กระบวนการผลิตมีน้ำตาลมาเกี่ยวข้อง แบคทีเรียกรดแลคติกอาศัยอยู่ในธรรมชาติมากมายหลายแหล่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่ที่มีน้ำตาลชนิดต่างๆ แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถสร้างกรดแลคติก กรดฟอร์มิก เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์

แบคทีเรียหลายสายพันธุ์สามารถละลายตะกอนฟอสเฟตซึ่งพืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ในการเป็นธาตุอาหารพืชได้ ให้เปลี่ยนอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์

แบคทีเรียที่พบในน้ำหมักชีวภาพหลายสายพันธุ์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคพืชบางชนิด

แบคทีเรียหลายสายพันธุ์ เช่น แบคทีเรียในสกุล *Bacillus* สามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโทไคนิน ฯลฯ

แบคทีเรียกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus spp.* สร้างสารฆ่าแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค หรือแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการบูดเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร

ยีสต์

ยีสต์เป็นราเซลล์เดี่ยว มักจะมีรูปทรงกลมหรือรี กระจายทั่วไปในธรรมชาติ พบได้บนผิวผลไม้และใบไม้ ในน้ำหมักชีวภาพ ยีสต์หมักน้ำตาลเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์

ราเส้นใย

เป็นจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศ ดังนั้นในลักษณะของการทำน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งเป็นการหมักที่มีออกซิเจนน้อยสภาพดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของราเส้นใย จึงมักจะพบบนผิวหน้าของน้ำหมักชีวภาพ หรือบนพื้นผิวภาชนะที่มีน้ำตาลติดอยู่

ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์

จากการสำรวจและรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร จำนวน 88 ตัวอย่าง (ตารางที่ 8)

- พบแบคทีเรียในน้ำหมักชีวภาพทุกตัวอย่าง มีจำนวนอยู่ในช่วง 10^2 - 10^8 (100-100,000,000) เซลล์/มล.
- พบแบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำหมักชีวภาพ 35 ตัวอย่าง มีจำนวนอยู่ในช่วง 10^3 - 10^8 (1,000-100,000,000) เซลล์/มล.
- พบยีสต์ในน้ำหมักชีวภาพ 24 ตัวอย่าง มีจำนวนอยู่ในช่วง 10^1 - 10^7 (10-10,000,000) เซลล์/มล.
- พบราเส้นใยในน้ำหมักชีวภาพ 16 ตัวอย่าง มีจำนวนอยู่ในช่วง 10^1 - 10^6 (10-1,000,000) เซลล์/มล.

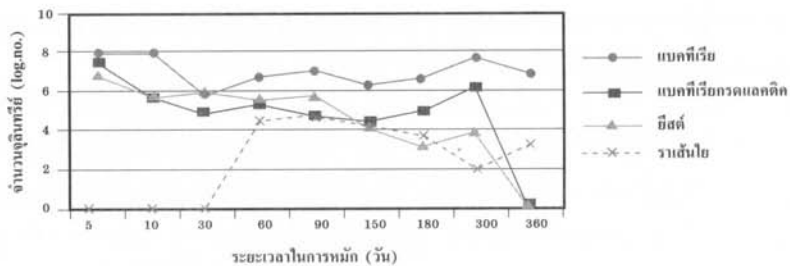
ตารางที่ 8 จำนวนจุลินทรีย์ประเภทต่างๆ

	แบคทีเรีย	แบคทีเรียกรดแลคติก	ยีสต์	ราเส้นใย
จุลินทรีย์ที่พบ(%)	100	40	18	27
จำนวนที่พบ(เซลล์/มล.)	10^2 - 10^8	10^3 - 10^8	10^1 - 10^7	10^1 - 10^6

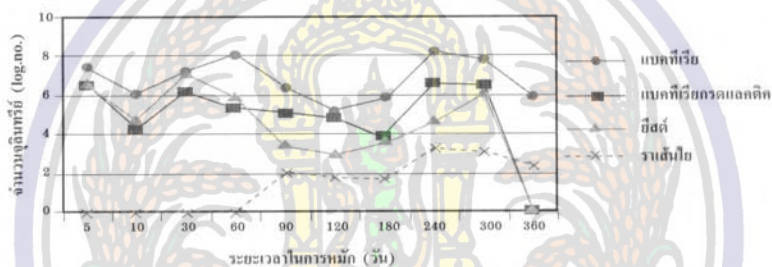
จากการศึกษาจำนวนและประเภทของกลุ่มจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการทดลองผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ (รูปที่ 33-39)

- จุลินทรีย์ที่พบในจำนวนมากและมีหลากหลายสายพันธุ์ที่สุด คือ จุลินทรีย์ประเภท แบคทีเรีย โดยพบว่าในน้ำหมักชีวภาพจากผัก ผลไม้และจากสัตว์ มีจำนวนแบคทีเรียถึง 10^8 เซลล์/มล. ในช่วงต้นๆ ของการหมัก จำนวนและความหลากหลายของสายพันธุ์แบคทีเรียลดลงตามระยะเวลาหมักเป็นส่วนใหญ่
- แบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ที่ระยะเวลาต้นๆ ของการหมัก มีจำนวนสูงถึง 10^7 เซลล์/มล. และจำนวนลดลงตามระยะเวลาหมัก ในน้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ไม่พบแบคทีเรียกรดแลคติกที่ระยะเวลา 30 วัน มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่ามีจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ (ปลา หอย ไข่) มากกว่าในน้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ และพบในระยะเวลาที่นานกว่า คือพบถึงระยะเวลา 90 วัน
- พบยีสต์ในน้ำหมักชีวภาพจากผัก ผลไม้และจากสัตว์ โดยพบยีสต์จำนวนสูงถึง 10^7 เซลล์/มล. ในน้ำหมักชีวภาพจากผักและปลา ไม่พบในน้ำหมักชีวภาพจากมูลหมู พบบ้างเล็กน้อยในน้ำหมักชีวภาพจากมูลไก่
- ไม่พบราเส้นใยในน้ำหมักชีวภาพจากผัก ผลไม้ และสัตว์ ที่ระยะเวลาต้นๆ ของการหมัก พบบ้างจำนวน 10^3 เซลล์/มล. ในน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์

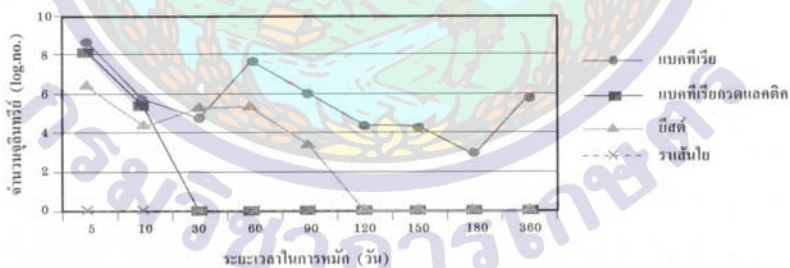
น้ำหมักชีวภาพจากผัก ผลไม้ สัตว์และมูลสัตว์เป็นแหล่งของจุลินทรีย์หลากหลายสายพันธุ์และมีจำนวนมากมาย มีจุลินทรีย์ประเภทต่างๆ ทั้งแบคทีเรีย ยีสต์และราเส้นใย โดยมีจำนวนแตกต่างกันไปตามวัสดุที่ใช้ในการหมัก ระยะเวลาของการหมักและขั้นตอนการหมัก



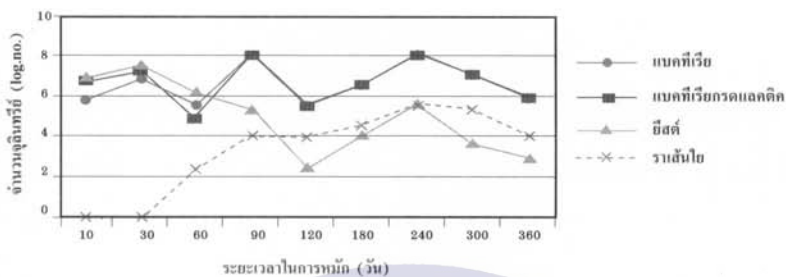
รูปที่ 32 จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจากผักบุ้ง กวางตุ้ง



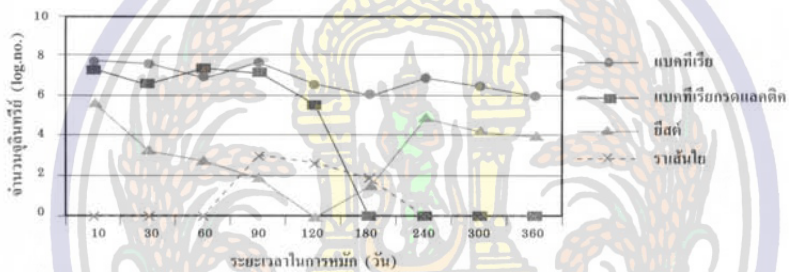
รูปที่ 33 จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจากฟักทอง แฝง



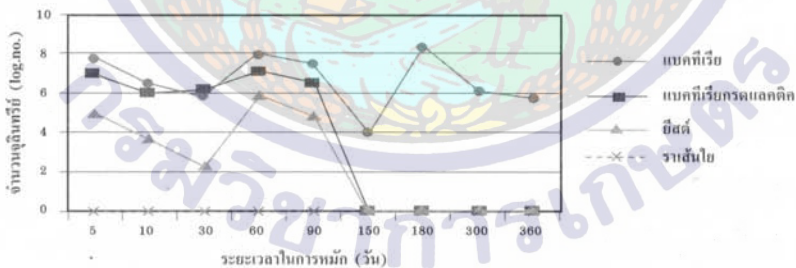
รูปที่ 34 จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจากมะละกอ ถั่วฝักยาว สับปะรด



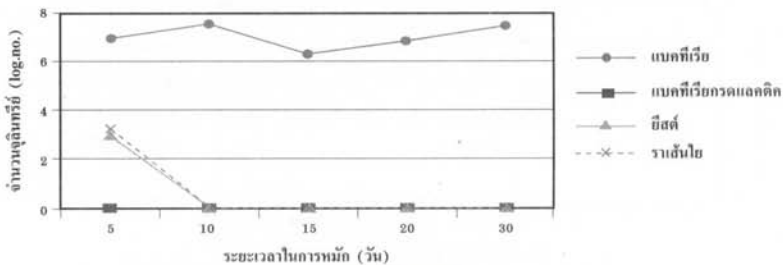
รูปที่ 35 จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจากปลา



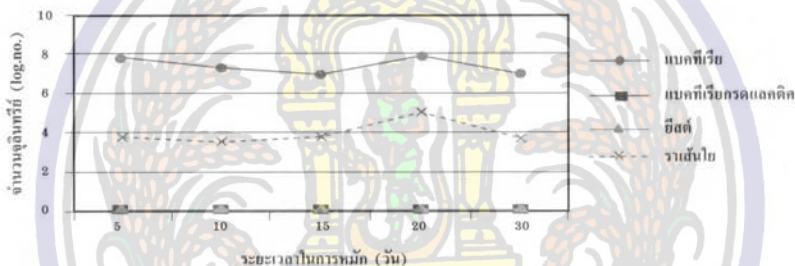
รูปที่ 36 จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจากหอย



รูปที่ 37 จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจากไข่



รูปที่ 38 จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจากมูลไก่



รูปที่ 39 จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจากมูลหมู

หมายเหตุ: log.no.= จำนวนจุลินทรีย์ในรูปของ logarithm

กรมวิชาการเกษตร

ข้อเสนอแนะ

1. ไม่ควรใช้น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียวแทนปุ๋ย เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อยมากไม่เพียงพอสำหรับพืช จำเป็นต้องใช้ร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด หรือปุ๋ยเคมี
2. ในน้ำหมักชีวภาพมีสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ซึ่งสารนี้ไม่ใช่อาหารหรือปุ๋ยที่จะทำให้พืชเจริญเติบโต แต่จะช่วยส่งเสริมหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะการเจริญเติบโต และให้ดอกให้ผลแก่พืชเมื่อพืชมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์ดีเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้ได้ผลกับพืชที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำได้ หรือไม่อาจทดแทนปุ๋ยได้
3. น้ำหมักชีวภาพที่เกิดจากการหมักผัก ผลไม้ ปลา หอยและไข่ มีปริมาณสารไล่แมลงโดยรวมสูงสุดที่ 60 วัน แต่น้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์หมักแบบปุ๋ยน้ำชา (com post tea) มีปริมาณสารน้อยมากจึงไม่ควรนำมาใช้ในการไล่แมลง
4. พืชสมุนไพรไม่ควรหมักด้วยกากน้ำตาล ควรใช้วิธีหมักค้างคืนแล้วฉีดพ่นเลย
5. ไม่ควรเก็บสารสกัดจากสมุนไพรไว้นานเกินไปเพราะสารสำคัญสลายตัว
6. การใช้น้ำหมักชีวภาพควรใช้ในลักษณะการป้องกันก่อนการเกิดโรคไม่ควรใช้เมื่อพบโรคระบาดรุนแรงเพราะอาจช่วยเร่งความรุนแรงของโรคจนไม่อาจแก้ไขได้
7. ไม่ควรใช้น้ำหมักชีวภาพในช่วงที่ผลไม้แก่ใกล้เก็บเกี่ยว เนื่องจากอาจมีจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวจากอากาศปนเปื้อนในน้ำหมักชีวภาพเมื่อนำไปบ่มเก็บรักษา หรือบรรจุหีบห่อ เชื่อดังกล่าวจะทำให้ผลไม้เน่าเสียหายได้

8. จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบด้านจุลินทรีย์ ในขั้นตอนการผลิต น้ำหมักชีวภาพทั้งจากผัก ผลไม้ สัตว์ และมูลสัตว์ แสดงให้เห็นว่ามีจุลินทรีย์ เกี่ยวข้องจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้เจริญเติบโตเพิ่มจำนวนตามกลไกธรรมชาติ จึงไม่จำเป็นต้องใส่จุลินทรีย์เพิ่มในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ จุลินทรีย์ดั้งเดิมได้ มาจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตทั้งจากส่วนของพืช และสัตว์ กากน้ำตาลหรือ อาจมาจากการปนเปื้อนในขั้นตอนการผลิต เมื่อจุลินทรีย์มาอยู่ในสภาพแวดล้อม ที่เหมาะสม มีธาตุอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโต จุลินทรีย์นั้น ๆ จะเพิ่มจำนวน และมีกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้ได้ผลผลิตที่เรียกว่า น้ำหมักชีวภาพนั่นเอง



คำถาม ส่วนหนึ่งที่ได้จากการรวบรวม

คำถาม น้ำหมักชีวภาพมีประโยชน์หรือไม่เพียงใด

คำตอบ น้ำหมักชีวภาพมีประโยชน์ในการช่วยเพิ่มธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมและฮอร์โมนบางชนิด แต่มีธาตุหลัก N P K ในปริมาณน้อย ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ในการปลูกพืชจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยธาตุอาหารหลัก N P K โดยการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด นอกจากนี้ น้ำหมักชีวภาพยังมีสารไล่แมลงและจุลินทรีย์ที่อาจยับยั้งการก่อให้เกิดโรคพืชบางชนิดได้

คำถาม สูตรน้ำหมัก (สูตรเด็ด) ที่ทางกรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ใช้มีหรือไม่

คำตอบ การทำน้ำหมักชีวภาพ กรมวิชาการเกษตรจะแนะนำให้ใช้วัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุราคาถูกที่หาได้ในครัวเรือน หรือในท้องถิ่น ทำให้มีสูตรมากมายหลายสูตร กรมวิชาการเกษตรได้จัดทำคำแนะนำหลักการผลิต และวัสดุต่างๆ ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป พร้อมจัดหลักสูตรการอบรมการผลิตน้ำหมักชีวภาพในแต่ละท้องถิ่น ดำเนินการโดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 ทั่วประเทศ ซึ่งเน้นการอบรมแก่เกษตรกร สถานศึกษาและนักเรียน

คำถาม กรมวิชาการเกษตรมีมาตรฐานเพื่อกำหนดคุณภาพน้ำหมักชีวภาพหรือไม่

คำตอบ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดมาตรฐานน้ำหมักชีวภาพเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นน้ำหมักชีวภาพที่แท้จริงปราศจากการปลอมปนสารเคมีหรือการเพิ่มเติมปุ๋ยเคมี เพื่อให้สามารถใช้ได้ในการทำเกษตรอินทรีย์ และป้องกันการจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพในราคาสูงมากเกินไป

คำถาม การผลิตน้ำหมักชีวภาพ จำเป็นต้องมีการใส่จุลินทรีย์หรือไม่

คำตอบ การผลิตน้ำหมักชีวภาพไม่จำเป็นต้องมีการใส่จุลินทรีย์เนื่องจากลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทยจะมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยอินทรีย์วัตถุโดยธรรมชาติอยู่แล้ว การใส่จุลินทรีย์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไปสามารถช่วยในการย่อยสลายให้เร็วขึ้นบ้าง แต่ไม่จำเป็นต้องซื้อหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่มีราคาแพง

คำถาม ถ้านำเอาเศษพืชผักที่เป็นโรค เช่น โรคตาบในเหือก แล้วนำไปเหือกที่เป็นโรคไปหมักกับกากน้ำตาล แล้วฉีดพ่นเหือกที่ปลูกใหม่ จะมีโอกาสเป็นโรคตาบเกิดในเหือกรุ่นใหม่หรือไม่

คำตอบ การนำเอาใบเหือกเป็นโรคตาบมาทำเป็นน้ำหมักชีวภาพ เมื่อปล่อยให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ น้ำหมักชีวภาพที่ได้มีสภาพเป็นกรดจัดและมีความเข้มข้นสูง และอีกประการหนึ่งเชื้อโรคถูกหมักในสภาพปราศจากอากาศเป็นเวลานานหลายวัน มีผลทำให้เชื้อโรคถูกทำลายลงได้ แต่การทำน้ำหมักชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ ควรหลีกเลี่ยงการนำวัสดุที่เป็นโรคมานำใช้ในการผลิต เนื่องจากเชื้อโรคบางชนิด อาจสามารถทนทานต่อสภาวะดังกล่าวได้

คำถาม ถ้าทำน้ำหมักชีวภาพในสภาพมีออกซิเจนจะได้หรือไม่ ถ้าได้ผลจะต่างจากการหมักในสภาพปิดฝา (ไม่มีออกซิเจน) อย่างไร

คำตอบ ทำได้ ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหมัก ถ้าเป็นเศษพืชผักผลไม้ ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวบ่มอากาศ (ถ้ามีออกซิเจน หมายถึงการใช้ตัวบ่มอากาศ) แต่ถ้าเป็นปลาหมักจำเป็นต้องให้อากาศพอเพียง เพื่อให้การหมักสมบูรณ์ ไม่เน่าเสีย

คำถาม การใช้น้ำหมักชีวภาพกับต้นพืช ถ้าไม่ใช่ปุ๋ยเคมีเลยธาตุอาหารพืชจะพอหรือไม่ และควรใช้น้ำหมักชีวภาพกี่ครั้งต่อเดือน

คำตอบ ถ้าไม่ใช้ปุ๋ยเคมีเลยธาตุอาหารจะไม่เพียงพอ (จากผลการวิเคราะห์ของกองเกษตรเคมี พบว่าธาตุอาหารต่ำมาก) ควรมีการใช้ร่วมกับปุ๋ยชนิดอื่น เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ และปุ๋ยพืชสด แต่ถ้าสภาพดินเคยมีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมากมาก่อน อาจงดการใส่ปุ๋ยในช่วงระยะแรกของการปลูกได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพดิน ชนิดของพืช การจัดการของเกษตรกร และความต้องการผลผลิตของเกษตรกร การใช้น้ำหมักชีวภาพที่เหมาะสมควรใช้อาทิตย์ละครั้ง ทั้งนี้ให้สังเกตดูความสมบูรณ์ของต้นพืชเป็นหลัก

คำถาม อยากทราบว่าจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืช มีชื่ออะไรบ้าง

คำตอบ จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อพืชที่พบ ได้แก่ จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายวัตถุอินทรีย์ ทำให้สารประกอบโมเลกุลใหญ่เล็กลง ปลดปล่อยธาตุอาหารพืช ออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ นอกจากนี้มีแบคทีเรียที่สามารถละลายฟอสเฟตซึ่งพืชใช้ประโยชน์เป็นธาตุอาหารพืชไม่ได้ ให้เปลี่ยนเป็นฟอสเฟตที่พืชใช้ได้ พบจุลินทรีย์หลายสายพันธุ์สามารถยับยั้งจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชบางชนิด และพบแบคทีเรียหลายสายพันธุ์ เช่น แบคทีเรียในสกุล *Bacillus* sp. สามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนพืช

คำถาม น้ำหมักชีวภาพหมักแล้วเป็นกรดมากจะเป็นอันตรายต่อพืชหรือไม่ควรทำอย่างไรให้มีกรดน้อย

คำตอบ น้ำหมักชีวภาพที่หมักสมบูรณ์แล้วจะมีฤทธิ์เป็นกรดมากดังนั้นในการพ่นทรงพุ่มคำแนะนำในการใช้ ให้ใช้อัตราที่เจือจางได้แก่ 1:800-1,000 ถ้ารดลงดินใช้ในอัตรา 1:200-500 ถ้าต้องการให้มีกรดน้อยให้เติมสารที่เป็นด่าง เช่น กระจูดปูน โดโลไมต์ ฯลฯ

คำถาม ถ้าใส่จุลินทรีย์แล้วเติมปุ๋ยเคมี ไม่ทราบว่าจะทำให้จุลินทรีย์ตายหรือไม่

คำตอบ ถ้าใส่จุลินทรีย์ (อีเอ็ม, พ.ค.) และปุ๋ยเคมี ลงในน้ำหมักชีวภาพจะไม่ทำให้จุลินทรีย์ตาย แต่จากผลการทดลองพบว่า การใส่เชื้อจุลินทรีย์หรือไม่ใส่จุลินทรีย์เพิ่มลงไป ให้ผลในการหมักไม่ต่างกัน

คำถาม น้ำหมักชีวภาพปลากับน้ำหมักชีวภาพหอยเชอรี่ ชนิดไหนมีคุณภาพดีกว่ากัน

คำตอบ มีผลวิเคราะห์แล้วว่าน้ำหมักชีวภาพจากปลาจะมีธาตุอาหารมากกว่า

คำถาม ดูจากธาตุอาหารของน้ำหมักชีวภาพ จะมีค่าธาตุหลัก คือ N P K น้อยกว่าปุ๋ยเคมี หากต้องการให้การใช้ น้ำหมักชีวภาพเกิดประโยชน์ต่อพืชสูงสุดเทียบเท่าปุ๋ยเคมี จะทำอย่างไร

คำตอบ การใช้ น้ำหมักชีวภาพให้ใช้เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีและปรับโครงสร้างดิน หากต้องการให้เกิดประโยชน์เทียบเท่าปุ๋ยเคมี ต้องมีการเติมธาตุอาหารลงไป หรือโดยการใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยพืชสด

คำถาม ในการทำน้ำหมักชีวภาพ ต้องมีการทำความสะอาดอุปกรณ์และถังหมักที่ใช้ อยางไรบ้าง ต้องมีการต้มเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่ติดต่อกับภาชนะบ้างหรือไม่

คำตอบ ในการทำน้ำหมักชีวภาพ ควรมีการล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์ และถังหมักด้วยน้ำสบู่หรือผงซักฟอกก็เพียงพอ ไม่ต้องถึงกับต้มเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่ติดต่อกับภาชนะ น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาด ไม่ควรใช้น้ำประปาที่มีคลอรีนสูงเพราะจะเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์

คำถาม ขณะนี้มีหน่วยงานใดที่รับรองหรือสร้างมาตรฐานของผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ ต้องมีการขึ้นทะเบียนสินค้าหรือไม่

คำตอบ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ออกประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ แต่ยังไม่ออกเป็นพระราชบัญญัติ เพื่อเป็นข้อกำหนดในการค้า

คำถาม เชื้อจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ เมื่อนำมาใช้แล้วอยู่ในดิน เชื้อจะอยู่ได้นานกี่วัน

คำตอบ เชื้อจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ เมื่อนำมาใช้แล้วอยู่ในดิน เชื้อจะอยู่ได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับการจัดการสภาพแวดล้อมของดินว่าเหมาะสมหรือไม่ ปัจจัยหลักๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ความชื้นในดิน อากาศ อุณหภูมิและธาตุอาหารในดิน

คำถาม การที่นำเศษผักจากตลาดสดมาทำน้ำหมักชีวภาพ ผักเหล่านั้นอาจจะมีสารเคมีปนเปื้อนอยู่ เมื่อเรานำมาหมักจะเป็นการนำเอาสารเคมีจากสวนผักต่างๆ จากหลายที่มาวมกันลงในถังเดียว เมื่อเรานำเอาไปใช้งานจะเป็นการเอาสารเคมีไปใช้อีกหรือเปล่า

คำตอบ เมื่อนำเศษผักจากตลาดที่มีสารปนเปื้อนมาทำน้ำหมักชีวภาพ สารเคมีที่ปนเปื้อนบางส่วนอาจสลายตัวไปบ้างแต่ยังคงมีบางส่วนเหลืออยู่ เมื่อนำมาหมักจะสลายตัวหมดไปในกรณีที่ปนเปื้อนบ้างเล็กน้อย เพราะถ้าปนเปื้อนมากคนที่นำไปบริโภคจะเป็นอันตรายแต่เพื่อความเหมาะสมแนะนำให้ใช้วัสดุเศษพืชผักที่อยู่ในพื้นที่ที่เพียงพอต่อการใช้งาน

คำถาม ที่บอกว่าพื้นฐานดินต้องดีก่อน จะดูหรือวัดค่าจากอะไร

คำตอบ ดูจากอินทรีย์วัตถุ ความเป็นกรด-ด่าง และธาตุอาหาร N P K ส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์ได้ที่ สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการ เกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร

คำถาม น้ำหมักชีวภาพมีผลช่วยรักษาโรคราไฟทอปทอราอย่างไร

คำตอบ น้ำหมักชีวภาพบางชนิดช่วยรักษาโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปทอราได้เนื่องจากในน้ำหมักชีวภาพดังกล่าวมีจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย และยีสต์เป็นจำนวนมากสามารถต่อต้านเชื้อราไฟทอปทอรา ควบคุมการเจริญเติบโต การขยายพันธุ์ มิให้เชื้อราไฟทอปทอราแพร่ระบาดจนก่อให้เกิดโรคได้ แต่ไม่ใช่ น้ำหมักชีวภาพทุกชนิดที่สามารถรักษาโรคไฟทอปทอราได้ เพราะยังมีน้ำหมักชีวภาพบางชนิดซึ่งมีจุลินทรีย์ที่สนับสนุนการเจริญเติบโตของเชื้อราไฟทอปทอรา จึงยิ่งทำให้โรครุนแรงมากขึ้น สำหรับน้ำหมักชีวภาพจากการใช้พืชสมุนไพรเป็นวัสดุหลัก อาจพบว่าจะไม่สามารถรักษาโรคไฟทอปทอราได้ เนื่องจากการหมักสมุนไพรกับกากน้ำตาลทำให้ปริมาณสารสำคัญที่มีคุณสมบัติในการควบคุมโรคลดลง

คำถาม ปุ๋ยปลาหมักมีเชื้ออะไรที่เป็นโทษกับทุเรียน หรือเป็นการสนับสนุนเชื้อไฟทอปทอรา (รากเน่า , โคนเน่า) ให้รุนแรงขึ้น

คำตอบ ปุ๋ยปลาหมักสามารถนำไปพ่นต้นหรือรดโคนต้นทุเรียนได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ยกเว้นในช่วงที่มีโรครุนแรง ได้แก่ โรครากเน่าโคนเน่า โรคผลเน่า โรคใบติด โรคแอนแทรคโนส โรคราสีชมพู โรคใบจุดสาหร่าย และอื่น ๆ เนื่องจากในช่วงที่เกิดโรครุนแรง จุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุโรคพืชจะมีปริมาณมาก (มากกว่าจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ) และครอบครองพื้นที่ส่วนใหญ่เช่น ใบ ลำต้น กิ่ง และรากทุเรียน จุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชเหล่านี้ได้สารอาหารจากปุ๋ยปลาหมัก ทำให้โรครุนแรงมากขึ้น อย่างไรก็ตามในปุ๋ยปลาหมักจะมีทั้งจุลินทรีย์ที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช และจุลินทรีย์ที่สนับสนุนการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช (ไฟทอปทอรา) ด้วย ซึ่งจุลินทรีย์ ทั้ง 2 กลุ่มนี้จะเจริญและพัฒนาวงจร

ชีวิตสลับกันไปตามช่วงเวลาการหมัก ถ้าหากนำปุ๋ยปลาหมักไปใช้ในช่วงที่กลุ่มจุลินทรีย์ยับยั้งการเจริญเชื้อราสาเหตุโรคพืชมีปริมาณมาก ปุ๋ยปลาหมักก็จะสามารถช่วยป้องกันการก่อให้เกิดโรคของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ แต่ถ้านำไปใช้ในช่วงที่กลุ่มจุลินทรีย์สนับสนุนการเจริญเชื้อราสาเหตุโรคพืชมีปริมาณมากก็จะทำให้เกิดโรครุนแรงมากขึ้น

คำถาม จะทราบได้อย่างไรว่าใช้ปุ๋ยปลาหมักในช่วงไหนจะไม่สนับสนุนการก่อให้เกิดโรคพืชได้

คำตอบ คงไม่สามารถกำหนดได้แน่นอนขึ้นกับปัจจัยหลายชนิดเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงต้องเพิ่มจุลินทรีย์ชนิดต่อต้านเชื้อโรคพืชลงในน้ำหมักชีวภาพก่อนนำไปใช้ อย่างไรก็ตามการพ่นน้ำหมักชีวภาพควรพ่นอย่างสม่ำเสมอเมื่อโรคนั้นยังไม่ระบาดหรือระบาดเพียงเล็กน้อย ไม่ควรพ่นเมื่อโรครุนแรง ซึ่งแนวทางการปฏิบัตินี้กำลังวิจัยอยู่ เมื่อสิ้นสุดการวิจัยจะนำผลงานมาเผยแพร่ต่อไป

คำถาม การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในผักสดที่ส่งออก จะมีสาเหตุมาจากการที่เกษตรกรใช้น้ำหมักชีวภาพหรือไม่

คำตอบ จากการทดลองพบว่า เชื้อ *E. coli* สามารถมีชีวิตรอดในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเป็นกรดต่ำสูงกว่า 3.65 ขึ้นไป ดังนั้นหากน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรใช้มีสภาพเป็นด่าง เชื้อ *E. coli* อาจปนเปื้อนไปกับน้ำหมักชีวภาพที่นำไปใช้ได้

๑๕ ๑๖ ๑๗ ๑๘ ๑๙ ๒๐ ๒๑ ๒๒ ๒๓ ๒๔ ๒๕ ๒๖ ๒๗ ๒๘ ๒๙ ๓๐ ๓๑ ๓๒ ๓๓ ๓๔ ๓๕ ๓๖ ๓๗ ๓๘ ๓๙ ๔๐ ๔๑ ๔๒ ๔๓ ๔๔ ๔๕ ๔๖ ๔๗ ๔๘ ๔๙ ๕๐

ภาคผนวก

ในการศึกษาขบวนการทางเคมี และบทบาทของจุลินทรีย์ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ ด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ ทำการผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้วัสดุต่าง ๆ ดังนี้

1. การผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้ผักและผลไม้ โดยใช้ ผัก ผลไม้ และกากน้ำตาล อัตราส่วน 3:1 ดังนี้

- น้ำหมักชีวภาพจากผักกินใบ : ผักบุ้ง 45 กก. + ผักกวางตุ้ง 45 กก. และกากน้ำตาล 30 กก.
- น้ำหมักชีวภาพจากผักกินผล : ฟักทอง 60 กก. + แอปเปิ้ล 30 กก. และกากน้ำตาล 30 กก.
- น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ : กกล้วย 40 กก. + สับปะรด 40 กก. + มะละกอ 40 กก. และกากน้ำตาล 40 กก.

2. การผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้สัตว์ โดยใช้สัตว์ และกากน้ำตาลอัตราส่วน 2:1 ดังนี้

- น้ำหมักชีวภาพจากปลา : ปลา 90 กก. + สับปะรด 10 กก. และกากน้ำตาล 45 กก.
- น้ำหมักชีวภาพจากหอย : หอยเชอรี่ 90 กก. + สับปะรด 10 กก. + กากน้ำตาล 45 กก.
- น้ำหมักชีวภาพจากไข่ : ไข่ 90 กก. + ยาकुลท์ 5 ขวด + แปะข้าวหมาก 5 เม็ด และกากน้ำตาล 25 กก.

3. การผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้มูลสัตว์ โดยใช้มูลสัตว์ + รำละเอียด + น้ำหมักชีวภาพ + กากน้ำตาล หมักทิ้งไว้ 7-10 วัน แล้วนำไปใส่ถังเติมน้ำ 100 ลิตร ดังนี้

- น้ำหมักชีวภาพจากมูลไก่ : มูลไก่ 10 กก. + รำ 2 กก. + น้ำหมักชีวภาพ 2 ช้อนโต๊ะ และกากน้ำตาล 2 ช้อนโต๊ะ
- น้ำหมักชีวภาพจากมูลหมู : มูลหมู 10 กก. + รำ 2 กก. + น้ำหมักชีวภาพ 2 ช้อนโต๊ะ และกากน้ำตาล 2 ช้อนโต๊ะ
- น้ำหมักชีวภาพจากมูลไก่และมูลหมู : มูลไก่ 5 กก. + มูลหมู 5 กก. + รำ 2 กก. + น้ำหมักชีวภาพ 2 ช้อนโต๊ะ และกากน้ำตาล 2 ช้อนโต๊ะ



โครงการวิจัยและพัฒนาน้ำหมักชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

ที่ปรึกษาโครงการ : นายฉกรรจ์ แสงรักษาวงศ์ อธิบดีกรมวิชาการเกษตร
นางอมรทรัพย์ นพอมรบดี ที่ปรึกษากกรมวิชาการเกษตร

หัวหน้าโครงการ : นายสมพร อิศรานุกฤษ์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านระบบการปลูกพืช

ผู้ร่วมงานวิจัย :

นางสุนันทา	ชมภูนิช	นักวิทยาศาสตร์ 8 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางกาวนา	ลักษณานนท์	นักวิชาการเกษตร 8 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวรัตนภรณ์	พรหมศรัทธา	นักวิทยาศาสตร์ 8 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางปรีดา	ตะนกุล	นักวิทยาศาสตร์ 8 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นายประเสริฐ	สุดใหม่	นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางอมรา	หาญจวนิช	นักวิทยาศาสตร์ 8 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสุปราณี	มันหนวย	นักวิชาการเกษตร 5	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางนิตยา	กันหลง	นักวิชาการเกษตร 8 ว.	สถาบันวิจัยพืชไร่
นายรังษี	เจริญสถาพร	นักวิชาการโรคพืช 5	สถาบันวิจัยพืชไร่
นางพัญญา	สุภาสุรีย์	นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว และแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร
นายสุวรรณ	หาญวิริยะพันธุ์	นักวิชาการเกษตร 7 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1
นางพัชรี	นิยมศรีจันทร์	นักวิชาการเกษตร 8 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2
นายฐิติ	สินธุมาคร	นักวิชาการเกษตร 8 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3
นางนวลจันทร์	ศรีสมบัติ	นักวิชาการเกษตร 5	สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4
นายสมบัติ	ดวงดี	นักวิชาการเกษตร 7 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5
นางสาวสาดี	ชินสถิต	นักวิชาการเกษตร 8 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6
นายบรรเทา	จันทร์พุ่ม	นักวิชาการเกษตร 7 ว.	สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8



กรมวิชาการเกษตร

