บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

การประเมินศักยภาพเบื้องต้นและความเป็นไปได้ของปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวในการใช้เป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยน้ำสกัด และอิทธิพลของกากน้ำตาลต่อคุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว ผลการศึกษาดังแสดงต่อไปนี้

4.1 สมบัติของปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

สมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยน้ำสกัด ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สมบัติของปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

Parameters	**Coir pith compost***	**Molasses**	**Standard of fertilizer****
Physio-chemical Properties			
pH	6.75±0.01	4.69±0.03	7.00-8.00
EC (ds/m)	0.13±0.00	0.21±0.00	≤10
Organic matter (%)	67.84±4.70	88.39±0.56	15-19
C/N ratio	20.76±1.40	106.94±2.91	0-20/1
Elements			
Nitrogen (%N)	1.82±0.10	0.46±0.01	>1.0
Phosphorus (%P_2O_5)	0.13±0.01	0.23±0.04	>1.0
Potassium (%K_2O)	3.12±0.60	1.22±0.15	>0.5
Microbial			
Total bacteria; Log (cfu/ml)	6.28±0.03	nd	-
Lactic acid bacteria; Log (cfu/ml)	4.87±0.04	nd	-
Fungi (cfu/ml); Log	5.72±0.05	nd	-
Actinomycetes; Log (cfu/ml)	5.69±0.06	nd	-

หมายเหตุ : * ปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวอายุ 9 เดือน ** มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ปี พ.ศ. 2548 [กรมวิชาการเกษตร, 2548]

ปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม รวมทั้งปริมาณอินทรียวัตถุในปริมาณที่ค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (2548) กำหนดไว้ อีกทั้งยังมีปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่าง ได้แก่ แบคทีเรียทั้งหมด แลคติกแบคทีเรีย รา และ แอคติโนมัยซีส เป็นองค์ประกอบ จากการตรวจสอบดังกล่าวจึงคาดเดาว่าปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยน้ำสกัดได้ เนื่องจากมีปริมาณสารอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้

เพื่อการเจริญเติบโตและสร้างกิจกรรมในกระบวนการย่อยสลาย อีกทั้งอาจทำให้ได้สารประกอบที่มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตและยับยั้งโรคพืชได้ จากรายงานวิจัยต่างๆ พบว่า ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยน้ำสกัดนั้น สามารถช่วยเพิ่มปริมาณความหลากหลายในประชากรจุลินทรีย์ อาทิเช่น ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักมูลสัตว์ ช่วยเพิ่มปริมาณความหลากหลายในประชากรจุลินทรีย์ [Scheuerell, 2003] และปริมาณฟอสฟอรัส (P) และแคลเซียม (Ca) [Pittway, 2003] ซึ่งสามารถยับยั้งโรคพืชได้หลายโรค ได้แก่ เชื้อ *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea* และ *Phytophthora infestans* อันเป็นสาเหตุโรคราแป้ง (Powdery mildew) และ โรคราสีเทา (Gray mold) ในมะเขือเทศ [Souleymane et al., 2009]

4.2 การศึกษาความเป็นไปได้ในการทำปุ๋ยน้ำสกัด (Compost tea) จากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

จากการนำปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 5 (โดยน้ำหนัก) แล้วทำการบ่มภายใต้สภาพการให้อากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และ จุลินทรีย์ของปุ๋ยน้ำสกัด (ตารางที่ 4.2)

จากลักษณะทางกายภาพในด้านสี พบว่า สีของปุ๋ยน้ำสกัดที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เข้มขึ้นจากวันเริ่มต้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากแทนนินในขุยมะพร้าวถูกสกัดออกมา ประกอบกับปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวมีฮิวมัสเป็นองค์ประกอบ โดยปกติฮิวมัสซึ่งประกอบด้วย ฮิวมิน กรดฮิวมิก และ กรดฟลูวิก นั้นเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสีน้ำตาลเหลืองถึงดำ และเป็นสารที่สามารถสกัดได้ [มุกดา สุขสวัสดิ์, 2545] ดังนั้นเมื่อนำปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวมาทำเป็นปุ๋ยน้ำสกัด ฮิวมัสจะถูกสกัดออกมาละลายอยู่ในน้ำ ทำให้ได้น้ำสกัดที่มีสีน้ำตาล ถูกละลายออกมาสู่สารละลายภายนอก นอกจากนี้ยังพบว่า ปุ๋ยน้ำสกัดมีปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K เพิ่มขึ้นร้อยละ 4, 100 และ 15 ของปริมาณเริ่มต้น ตามลำดับ และยังตรวจพบการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียทั้งหมด แลคติกแบคทีเรีย รา และแอคติโนไมซีส เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 8, 22, 29 และ 5 ของปริมาณเริ่มต้น ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การนำปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยน้ำสกัดช่วยให้ธาตุอาหาร จุลินทรีย์ และ กรดอินทรีย์ในน้ำหมักเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.2 พบว่า อินทรียวัตถุและคาร์บอนทั้งหมดในปุ๋ยน้ำสกัดมีปริมาณลดลงจากร้อยละ 23 และ 13 ที่วันเริ่มต้น เป็นร้อยละ 16 และ 9 ที่ 24 ชั่วโมงของการหมัก การเพิ่มของปริมาณธาตุอาหารและจุลินทรีย์ คาดว่าเป็นผลจากอินทรียสารหรือสารอาหารในปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวถูกสกัดออกมาอยู่ในส่วนของสารละลาย ส่งผลให้จุลินทรีย์ในน้ำสกัดมีการใช้สารอาหาร ได้แก่ อินทรียวัตถุและคาร์บอนในการเจริญเติบโตตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว (ไม่เติมกากน้ำตาล)

Parameter	Fermentation time	
	0 hour	24 hour
Physical Properties		
- Texture	×	×
- Color	Yellow	Brown
- Odor	×	×
Chemical Properties		
pH	6.27±0.03[a]	6.46±0.01[b]
Organic matter (%)	22.86±0.81[a]	15.75±0.61[b]
Total carbon (%)	12.70±0.45[a]	8.75±0.34[b]
Elements		
Nitrogen (%N)	0.43±0.04[a]	0.45±0.13[a] (4.6%)
Phosphorus (%P_2O_5)	0.007±0.000[a]	0.014±0.000[b] (100%)
Potassium (%K_2O)	0.32±0.03[a]	0.37±0.01[a] (15.6%)
Microbial		
Total bacteria; Log (cfu/ml)	5.75±0.08[a]	6.20±0.04[b] (7.8%)
Lactic acid bacteria; Log (cfu/ml)	4.88±0.05[a]	5.97±0.05[b] (22.3%)
Fungi; Log (cfu/ml)	4.75±0.06[a]	6.12±0.03[b] (28.8%)
Actinomycetes; Log (cfu/ml)	5.84±0.02[a]	6.15±0.03[b] (4.8%)
Organic acids		
Ethanol (mM)	ND	ND
Acetic acid (mM)	ND	ND
Iso-butyric acid (mM)	ND	ND
Butyric acid (mM)	ND	ND
Propionic acid (mM)	ND	ND

หมายเหตุ : × ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ✓ เกิดการเปลี่ยนแปลง ND : ไม่พบในการวิเคราะห์

( ) % การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารและปริมาณจุลินทรีย์ของปุ๋ยน้ำสกัดเมื่อเทียบกับเวลาเริ่มต้น (0 ชั่วโมง)

4.3 อิทธิพลของกากน้ำตาลต่อคุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

จากการประเมินศักยภาพของปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวในเบื้องต้น (ข้อ 4.2) แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวเป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยน้ำสกัด แบบให้อากาศ อย่างไรก็ตาม คุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัดที่ได้ยังคงมีปริมาณจุลินทรีย์และปริมาณธาตุอาหารต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นผลจากจุลินทรีย์ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ เนื่องจากในการทำงานของจุลินทรีย์จำเป็นต้องมีอาหารให้จุลินทรีย์ใช้ในกระบวนการย่อยสลาย โดยอาหารที่จุลินทรีย์ต้องการนั้น ต้องเป็นสารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กที่สุดที่

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

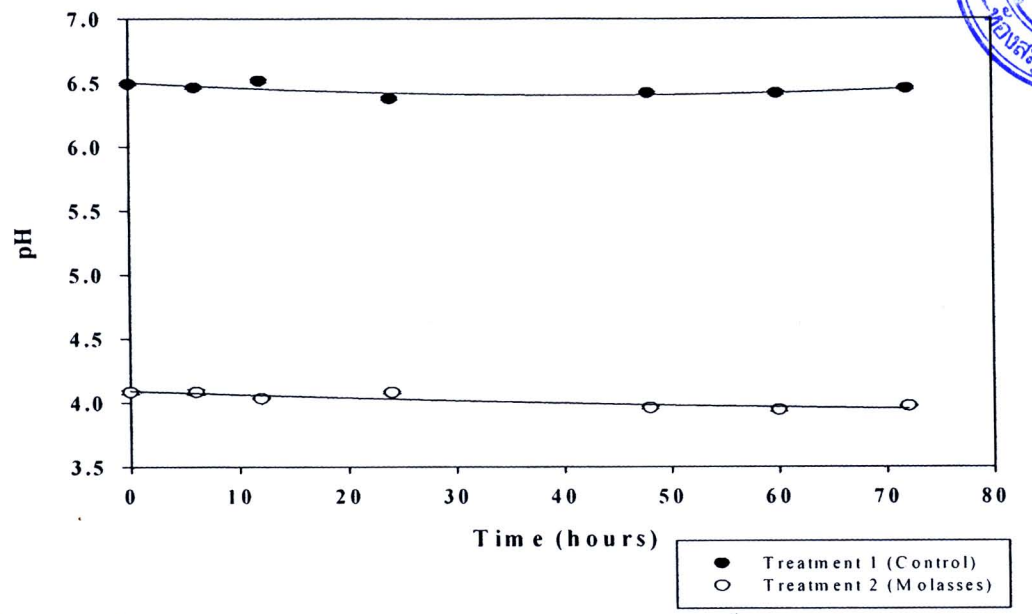
สามารถนำมาใช้ได้ในทันที น้ำตาลที่อยู่ในรูปของกลูโคสและฟลุคโตสจัดได้ว่าเป็นแหล่งคาร์บอนหรือแหล่งอาหารที่สำคัญที่จุลินทรีย์นำไปใช้ในการสร้างพลังงาน เพื่อนำไปใช้ดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในระหว่างกระบวนการหมัก [อานัฐ ตันโช, 2549] ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ การศึกษาส่วนนี้จึงศึกษาอิทธิพลของกากน้ำตาลต่อคุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และ จุลินทรีย์ในระหว่างการหมักรวมทั้งศึกษาคุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัดที่ได้ ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

<u>ความเป็นกรดด่าง (pH) และ ค่าการนำไฟฟ้า (EC)</u>

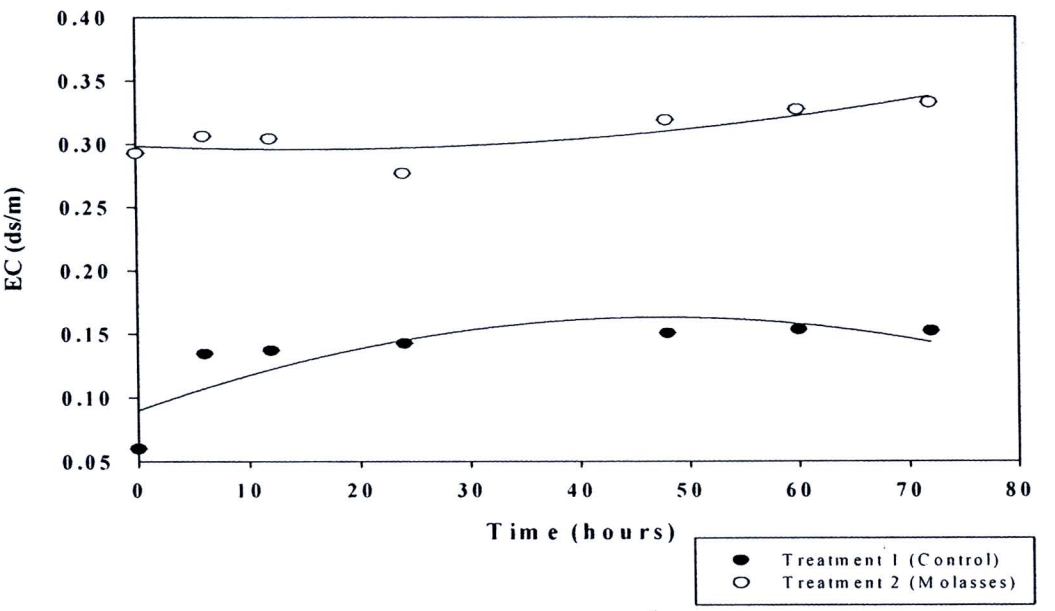
ในการทำปุ๋ยน้ำสกัดทั่วไปไม่ได้มีการกำหนดค่าความเป็นกรดด่างที่ชัดเจน แต่ในการทำน้ำสกัดชีวภาพ ซึ่งได้จากการหมักเศษวัสดุเหลือใช้จากส่วนต่างๆ ของพืชหรือสัตว์ โดยมี จุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซากพืชและซากสัตว์เหล่านั้นให้กลายเป็นสารละลาย [อานัฐ ตันโช, 2549] น้ำสกัดชีวภาพที่ได้ควรมีค่าความเป็นกรดด่างไม่เกิน 5 [มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์น้ำ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544] ดังนั้นในการศึกษาจึงได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในปุ๋ยน้ำสกัด

รูปที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว พบว่า ในแต่ละชุดทดลองการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่างตลอดช่วง 72 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ชุดทดลองที่ 2 ซึ่งมีการเติมกากน้ำตาลมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (3.9-4.0) ตลอดระยะเวลาการหมักต่ำกว่าชุดทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นชุดทดลองควบคุมที่ไม่มีการเติมกากน้ำตาล (6.3-6.4) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากองค์ประกอบของกากน้ำตาลที่มีความเป็นกรดด่างค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 4.1) รวมถึงปฏิกิริยาการหมักที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในน้ำหมัก ส่งผลให้ปุ๋ยน้ำสกัดมีความเป็นกรดด่างสูง [Tripetchkul et al., 2010]

รูปที่ 4.2 แสดงค่าปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total dissolved solid) ในปุ๋ยน้ำสกัด ซึ่งวัดในรูปค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) พบว่า ชุดทดลองที่ 2 ซึ่งมีการเติมกากน้ำตาลมีค่า EC ตลอดระยะเวลาการหมัก (EC ประมาณ 0.29-0.33 ds/m) สูงกว่าชุดควบคุม (EC ประมาณ 0.06-0.15 ds/m) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม EC ในทั้ง 2 ชุดทดลองเริ่มมีค่าคงที่ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 48 ของการหมักเป็นต้นไป การที่ EC ในชุดทดลองที่ 2 สูงส่วนหนึ่งอาจเป็นผลจากกากน้ำตาล ซึ่งโดยทั่วไปกากน้ำตาลมีเกลือชนิดต่างๆ ได้แก่ แคลเซียม โพแทสเซียม สังกะสี ซัลเฟอร์ เหล็ก และแมกนีเซียม [Chen and Chou, 1993] ปนเปื้อนอยู่



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

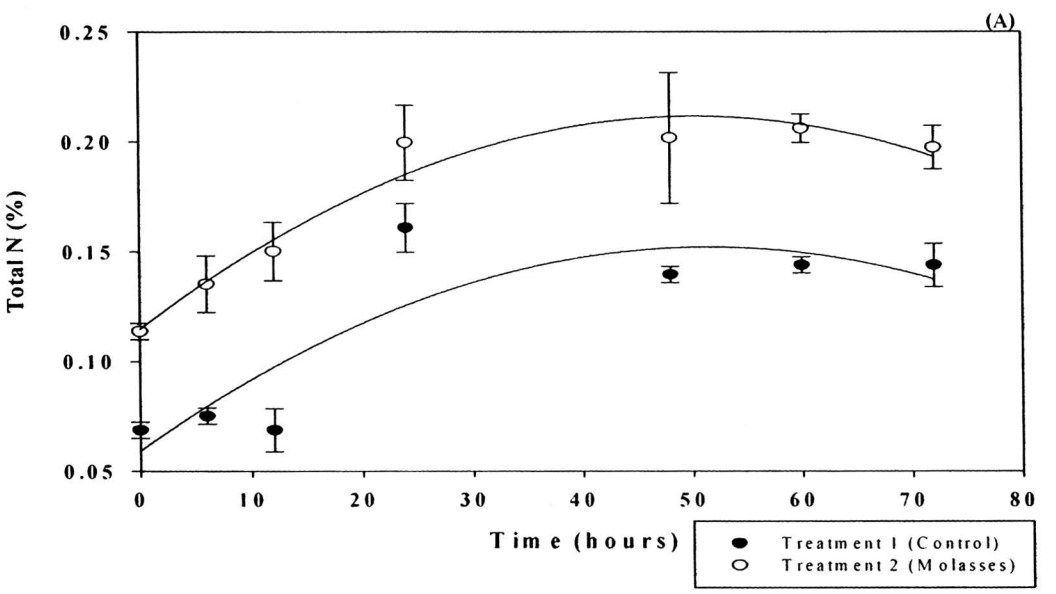


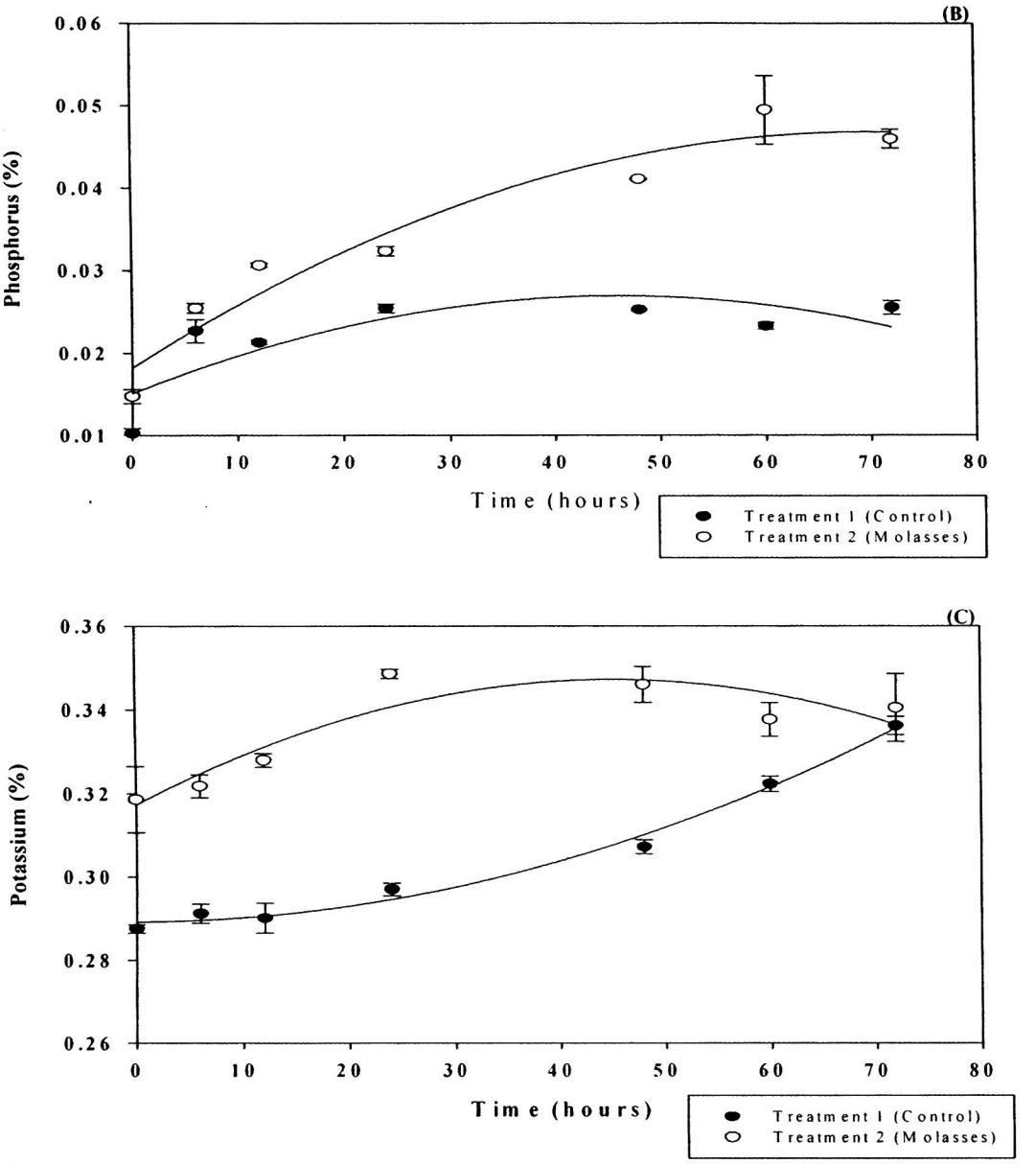
รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

<u>ปริมาณธาตุอาหาร (N P K)</u>

รูปที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัด เมื่อเวลาของการหมักนานขึ้นปริมาณ N, P และ K ในทั้ง 2 ชุดทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของ N และ P ยกเว้นปริมาณ K ในน้ำหมักในทั้ง 2 ชุดทดลอง มีแนวโน้มคงที่หลังจาก 24 ชั่วโมงของการหมัก จากการเปรียบเทียบปริมาณ N, P และ K ในปุ๋ยน้ำสกัด พบว่า ชุดทดลองที่ 2 ซึ่งมีการเติมกากน้ำตาลมีปริมาณธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิด ตลอดช่วงการหมัก 72 ชั่วโมง สูงกว่า

ชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่ 72 ชั่วโมงของการหมัก ชุดทดลองที่ 2 ซึ่งมีการเติมกากน้ำตาลมีธาตุอาหาร N, P และ K ประมาณร้อยละ 0.20, 0.04 และ 0.34 ตามลำดับ การทำปุ๋ยน้ำสกัดที่มีการเติมกากน้ำตาลช่วยให้ธาตุอาหารในปุ๋ยน้ำสกัดโดยเฉพาะธาตุอาหารโพแทสเซียมที่มีปริมาณสูงกว่าธาตุอาหารชนิดอื่นๆ อาจเนื่องมาจากกากน้ำตาลที่เติมลงไปมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงคือประมาณ ร้อยละ 0.46, 0.23 และ 1.2 ตามลำดับ ซึ่งช่วยเพิ่มธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้ปริมาณโพแทสเซียมที่ได้อาจเป็นผลมาจากค่า EC ที่สูง ซึ่ง Asiah et al. (2004) รายงานว่า โดยปกติค่า EC ที่วัดได้ในรูปของค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) จะมีผลต่อการแลกเปลี่ยนประจุในกระบวนการ osmotic imbalance เมื่อ EC สูงก็จะส่งผลให้ K^+ สูงด้วย ผลการศึกษาสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่า EC ในปุ๋ยน้ำสกัด (รูปที่ 4.3) ชุดทดลองที่มีการเติมกากน้ำตาลจะมีค่า EC และปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่มีการเติมกากน้ำตาล





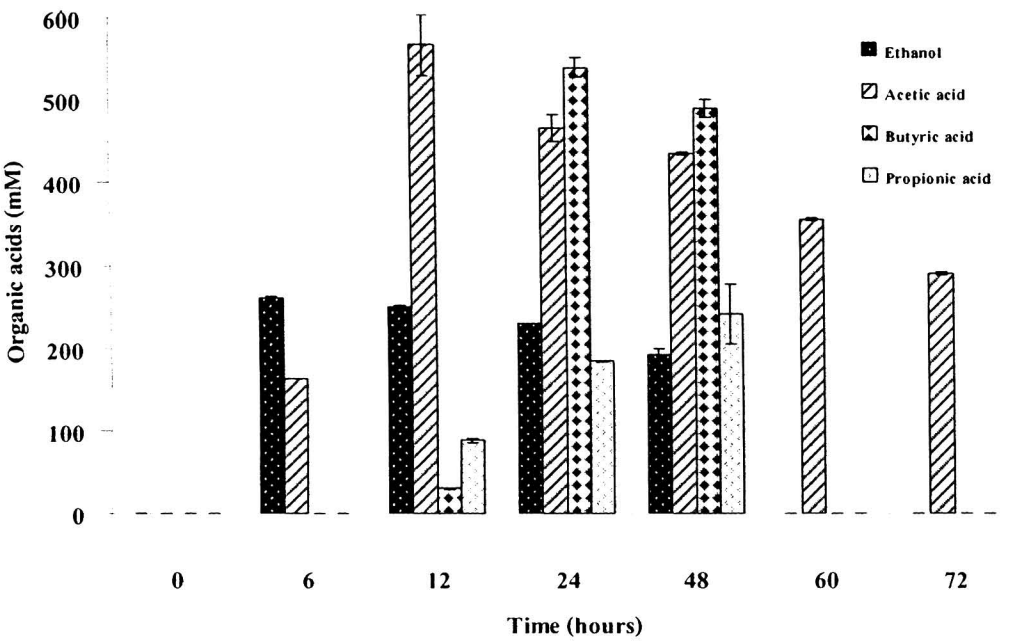
รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (Nitrogen; A), ฟอสฟอรัส (Phosphorus; B) และ โพแทสเซียม (Potassium; C) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

<u>ปริมาณกรดอินทรีย์ และ ความเป็นพิษต่อพืช</u>

รูปที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการทำปุ๋ยน้ำสกัด ในชุดทดลองที่มีการเติมกากน้ำตาลร้อยละ 10 สามารถตรวจพบแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ ซึ่งได้แก่ กรดอะซิติก กรดบิวทริริค และ กรดโพพิโอนิก ในขณะที่ชุดทดลองที่ไม่มีการเติมกากน้ำตาลไม่พบกรดอินทรีย์ดังกล่าวเลย แสดงให้เห็นว่าการนำปุ๋ยหมักมาสกัด (brewing) ในสภาพที่มีการเติมกากน้ำตาล ทำให้ได้ปุ๋ยน้ำสกัดที่มีองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น

กรดอินทรีย์ดังกล่าวมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของรากพืช เนื่องจากกรดบิวทริริคและกรดโพรพิโอนิก จะช่วยเร่งความยาวของรากพืชได้ [Gudjonsdottir, 1966 and Kinnersley et al., 1988]

จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมัก พบว่า เมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น (มากกว่า 48 ชั่วโมง) ปริมาณแอลกอฮอล์ กรดโพรพิโอนิก และ กรดบิวทริริค ในปุ๋ยน้ำสกัดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่ 60 ชั่วโมงของการหมักเป็นต้นไป ไม่พบกรดโพรพิโอนิก กรดบิวทริริค และ แอลกอฮอล์ หลงเหลือในระบบ การลดลงของกรดอินทรีย์ดังกล่าว อาจเป็นผลมาจากปริมาณน้ำตาลที่ลดลง (รูปที่ 4.7) ทำให้จุลินทรีย์ในระบบใช้ intermediate เหล่านี้เป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญเติบโต ส่งผลให้ปริมาณกรดอินทรีย์เหล่านี้ลดลงออกมา [Winfrey and Zeikus, 1979]

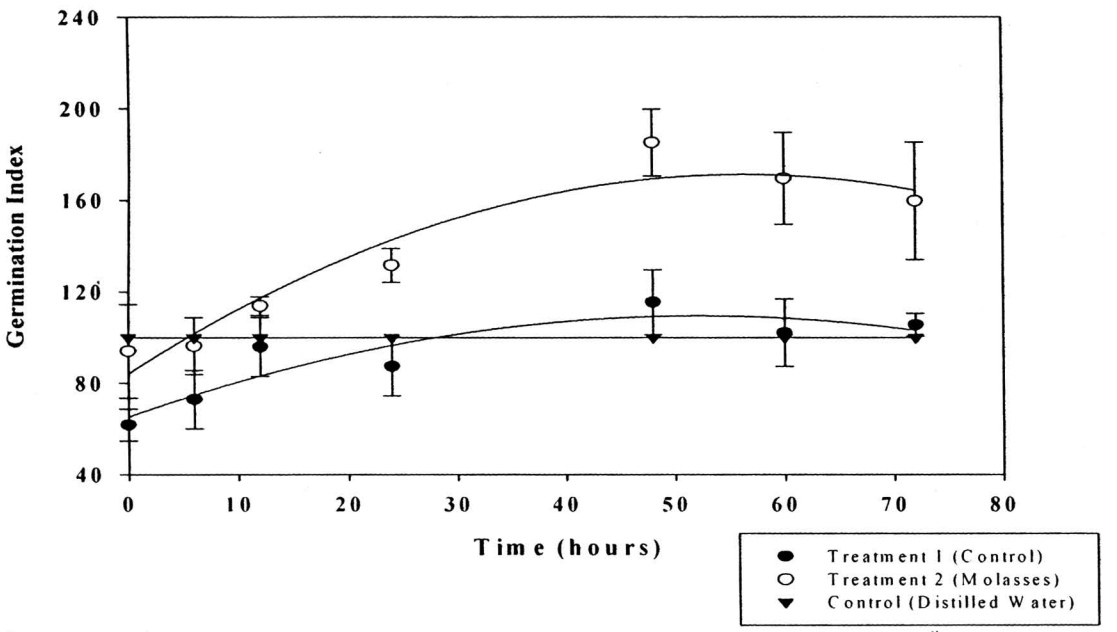


รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวที่มีการเติมกากน้ำตาลร้อยละ 10

หมายเหตุ : ในการศึกษานี้ตรวจไม่พบปริมาณกรดอินทรีย์ในชุดทดลองที่ไม่มีการเติมกากน้ำตาล

เมื่อพิจารณาที่ความเป็นพิษต่อพืช ที่วัดจากค่าดัชนีชี้วัดการงอกของเมล็ด (Germination index, GI) ซึ่งเป็นค่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดที่เทียบกับการเจริญเติบโตของพืชในรูปความยาวราก [Tam and Tiquia, 1994; Tiquia et al., 1996] ผลการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 4.5 พบว่า ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 12 ของการหมักเป็นต้นไป ในชุดทดลองที่ 2 มีค่า GI ตลอดช่วงการหมักสูงกว่าชุดทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดควบคุม (น้ำเปล่า) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของค่า GI ในทั้ง 2 ชุดทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 50 ของการหมัก การเพิ่มขึ้นของค่า GI โดยเฉพาะในชุดทดลองที่ 2 นั้น อาจเป็นผลจากการลดลงของปริมาณกรดอะซิติกและเอธานอล ซึ่งกรดอะซิติกและเอธานอล ถ้ามีปริมาณสูง

เกินไปอาจส่งผลต่อความเป็นพิษของพืชได้ [Lynch, 1977] นอกจากนี้อาจเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของกรดอินทรีย์ โดยเฉพาะกรดบิวทริริคและกรดโพรพิโอนิกที่เกิดขึ้นในช่วงหลัง (รูปที่ 4.4) กรดทั้ง 2 ชนิดนี้มีประโยชน์ต่อพืชโดยช่วยเร่งความยาวของรากพืชได้ [Gudjonsdottir, 1966 and Kinnersley et al., 1988]



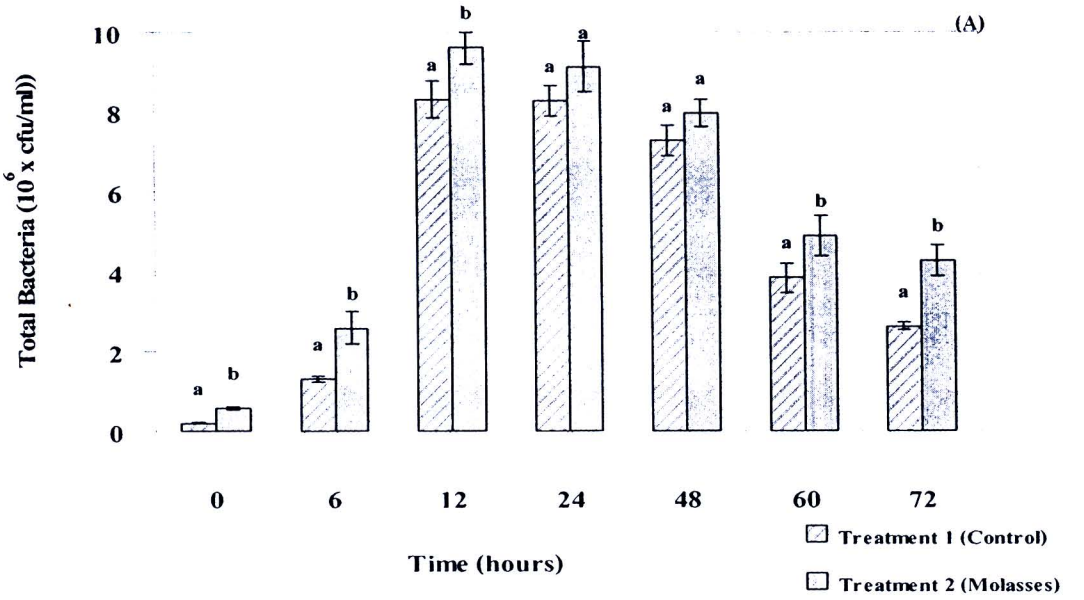
รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงดัชนีความเป็นพิษต่อพืช (Germination index) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

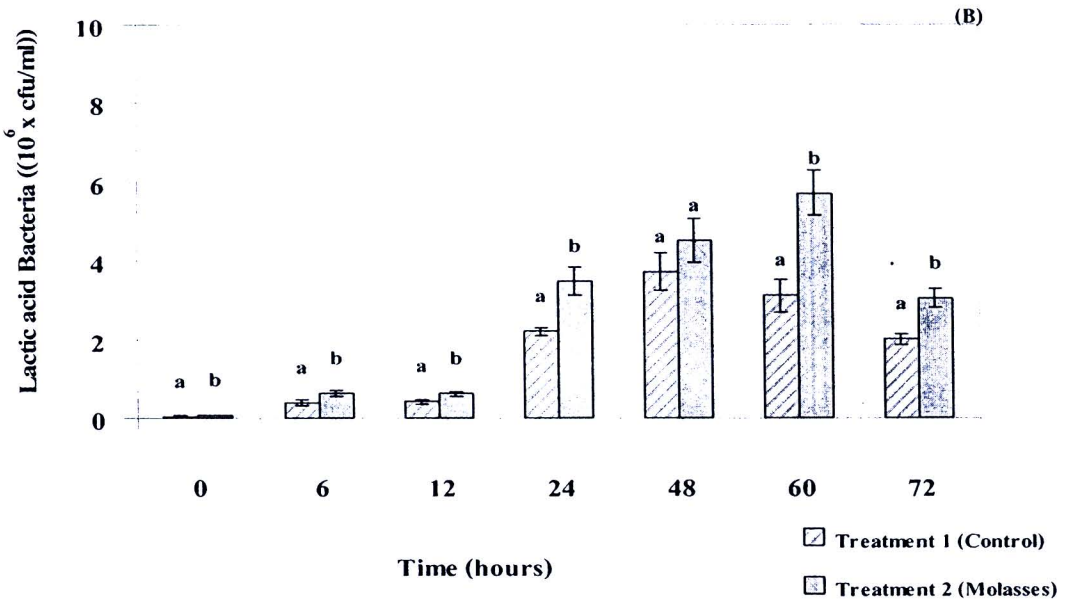
<u>ปริมาณจุลินทรีย์</u>

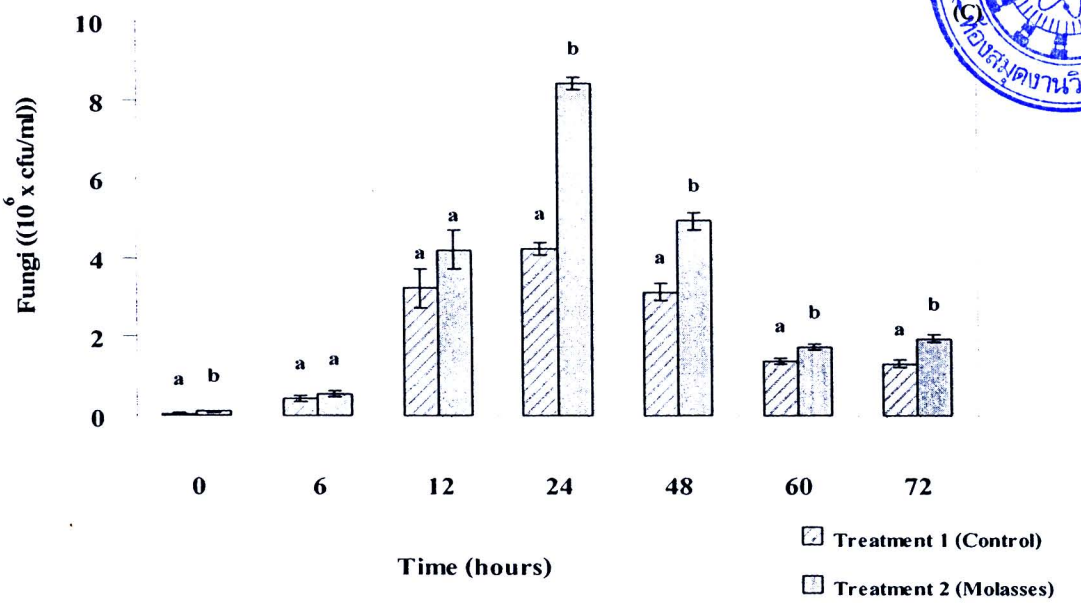
จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในปุ๋ยน้ำสกัดในชุดทดลองที่ 1 และ 2 (รูปที่ 4.6 A, B, C และ D) สามารถตรวจพบทั้งแบคทีเรียทั้งหมด (Total bacteria) แลคติกแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria) เชื้อรา (Fungi) และ แอคติโนมัยซีส (Actinomycetes) แต่ปริมาณการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์แต่ละชนิดในปุ๋ยน้ำสกัดแตกต่างกัน กล่าวคือปริมาณแลคติกแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึง 60 ชั่วโมงของการหมัก ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total bacteria) เชื้อรา (Fungi) และ แอคติโนมัยซีส (Actinomycetes) มีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ชั่วโมงที่ 48, 24 และ 12 ชั่วโมงของการหมัก ตามลำดับ การลดลงของจุลินทรีย์เหล่านี้ อาจเป็นผลมาจากสภาวะในการหมักที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะ pH ที่ค่อนข้างเป็นด่าง [Cosico, 1985; Chen et al., 2006]

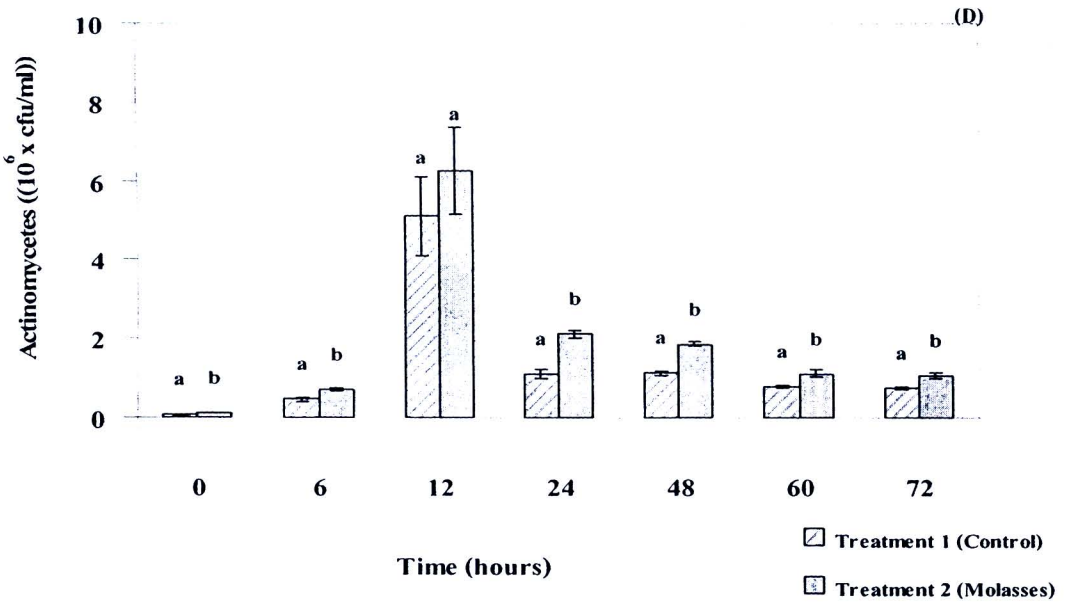
จากการเปรียบเทียบจุลินทรีย์ในทั้ง 2 ชุดทดลอง พบว่า ชุดทดลองที่ 2 ซึ่งมีการเติมกากน้ำตาลร้อยละ 10 มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total bacteria) แลคติกแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria) เชื้อรา (Fungi) และ แอคติโนมัยซีส (Actinomycetes) ตลอดระยะเวลาของการหมักสูงกว่าชุดทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (รูปที่ 4.6 A, B, C และ D) ทั้งนี้อาจเนื่องจากในชุดทดลองที่

2 มีแหล่งคาร์บอน (กากน้ำตาล) ในปริมาณที่สูงกว่า (รูปที่ 4.7) จากการวิเคราะห์สมบัติเบื้องต้นของกากน้ำตาล พบว่า กากน้ำตาลมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 70 โดยปกติจุลินทรีย์จะสามารถใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตและสร้างกิจกรรมในกระบวนการย่อยสลายอินทรียสารได้ [อานัฐ ตันโช, 2546]

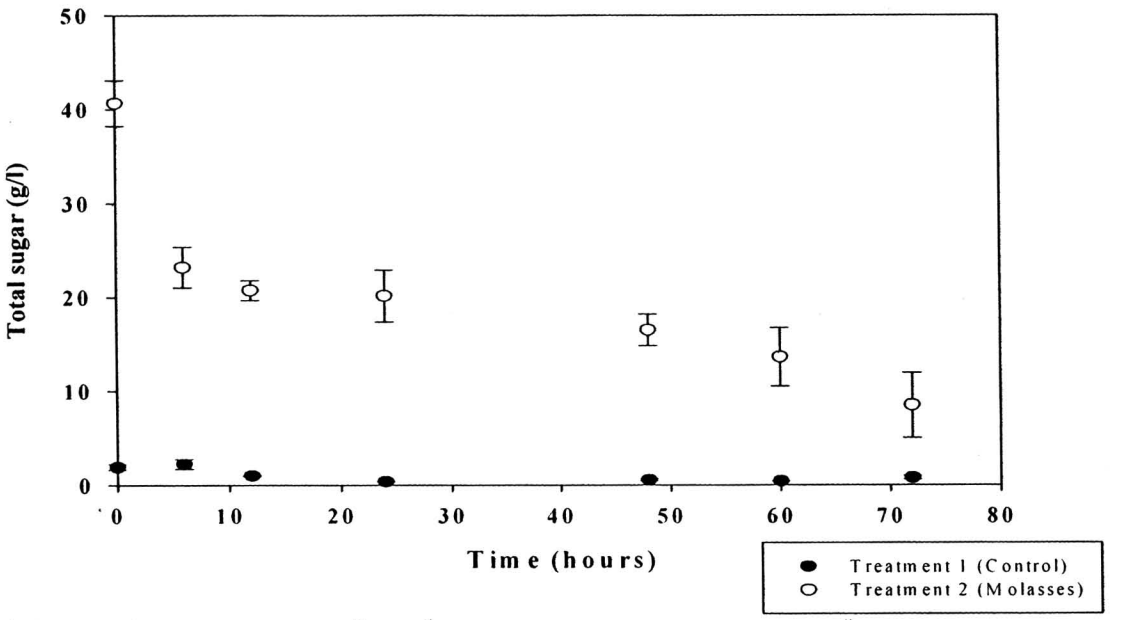








รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total bacteria; A), แลคติกแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria; B), เชื้อรา (Fungi; C) และ แอคติโนมัยซีส (Actinomycetes; D) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว โดยค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษร A-B โดยเปรียบเทียบค่าทางสถิติของพารามิเตอร์ในชุดทดลองที่ต่างกัน ณ ช่วงเวลาเดียวกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

4.4 คุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

จากการเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัด (Compost tea) จากขุยมะพร้าวแบบให้อากาศในชุดทดลองที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 4.3) พบว่า การนำปุ๋ยหมักมาหมักทั้งในแบบที่ไม่เติมกากน้ำตาล (ชุดทดลองที่ 1) และ เติมกากน้ำตาล (ชุดทดลองที่ 2) มีปริมาณธาตุอาหาร (N, P, K) และจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น แต่การเติมกากน้ำตาลในปุ๋ยน้ำสกัด (ชุดทดลองที่ 2) ทำให้ได้ปุ๋ยน้ำสกัดที่มีปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K อีกทั้งปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด แลคติกแบคทีเรีย รา และแอคติโนไมซีสสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า การเติมกากน้ำตาลส่งผลให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ แอลกอฮอล์ และกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ กรดอะซิติก กรดบิวทริริค และ กรดโพรพิโอนิก ปริมาณ 230, 466, 539 และ 184 mM ตามลำดับ ในขณะที่ชุดทดลองที่ไม่มีการเติมกากน้ำตาลนั้นไม่พบแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ดังกล่าวเกิดขึ้นเลย ซึ่งปริมาณผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีผลต่อค่า GI [Tripetchkul et al., 2010] จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าชุดทดลองที่ 2 มีค่า GI สูงกว่าชุดทดลองที่ 1

ตารางที่ 4.3 สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว (เปรียบเทียบผลของการเติมกากน้ำตาล)

Parameter	Treatment			
	1		2	
	0 h.	24 h.	0 h.	24 h.
Physical Properties				
- Texture	×	×	×	×
- Color	Light brown	Brown	Light brown	Dark brown
- Odor	×	×	×	กลิ่นเปรี้ยว/แอลกอฮอล์
pH	$6.49\pm0.01^{A,a}$	$6.37\pm0.01^{A,b}$	$4.08\pm0.01^{B,a}$	$4.41\pm0.01^{B,a}$
EC (ds/m)	$0.06\pm0.00^{A,a}$	$0.14\pm0.00^{A,b}$	$0.29\pm0.00^{B,a}$	$0.28\pm0.00^{B,b}$
Elements				
Nitrogen (%N)	$0.07\pm0.00^{A,a}$	$0.16\pm0.01^{A,b}$	$0.11\pm0.01^{B,a}$	$0.20\pm0.02^{B,b}$
Phosphorus (%P_2O_5)	$0.01\pm0.00^{A,a}$	$0.02\pm0.00^{A,b}$	$0.01\pm0.00^{B,a}$	$0.03\pm0.00^{B,b}$
Potassium (%K_2O)	$0.29\pm0.00^{A,a}$	$0.30\pm0.01^{A,b}$	$0.32\pm0.01^{B,a}$	$0.35\pm0.00^{B,b}$
Microorganisms (Log cfu/ml)				
Total bacteria	$5.32\pm0.03^{A,a}$	$6.92\pm0.02^{A,b}$	$5.75\pm0.03^{B,a}$	$6.96\pm0.03^{A,b}$
Lactic acid bacteria	$4.66\pm0.05^{A,a}$	$6.34\pm0.02^{A,b}$	$4.81\pm0.06^{B,a}$	$6.54\pm0.04^{B,b}$
Fungi	$4.68\pm0.04^{A,a}$	$6.63\pm0.01^{A,b}$	$5.01\pm0.03^{B,a}$	$6.92\pm0.08^{B,b}$
Actinomycetes	$4.75\pm0.09^{A,a}$	$6.04\pm0.04^{A,b}$	$5.03\pm0.03^{B,a}$	$6.32\pm0.02^{B,b}$
Organic acids				
Ethanol (mM)	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$230.00\pm0.00^{B,b}$
Acetic acid (mM)	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$466.00\pm16.97^{B,b}$
Butyric acid (mM)	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$539.00\pm11.31^{B,b}$
Propionic acid (mM)	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,a}$	$184.50\pm0.71^{B,b}$
Germination index	$61.67\pm7.00^{A,a}$	$87.26\pm12.78^{A,b}$	$93.98\pm20.58^{B,a}$	$131.57\pm7.35^{B,b}$

หมายเหตุ : × ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ✓ เกิดการเปลี่ยนแปลง

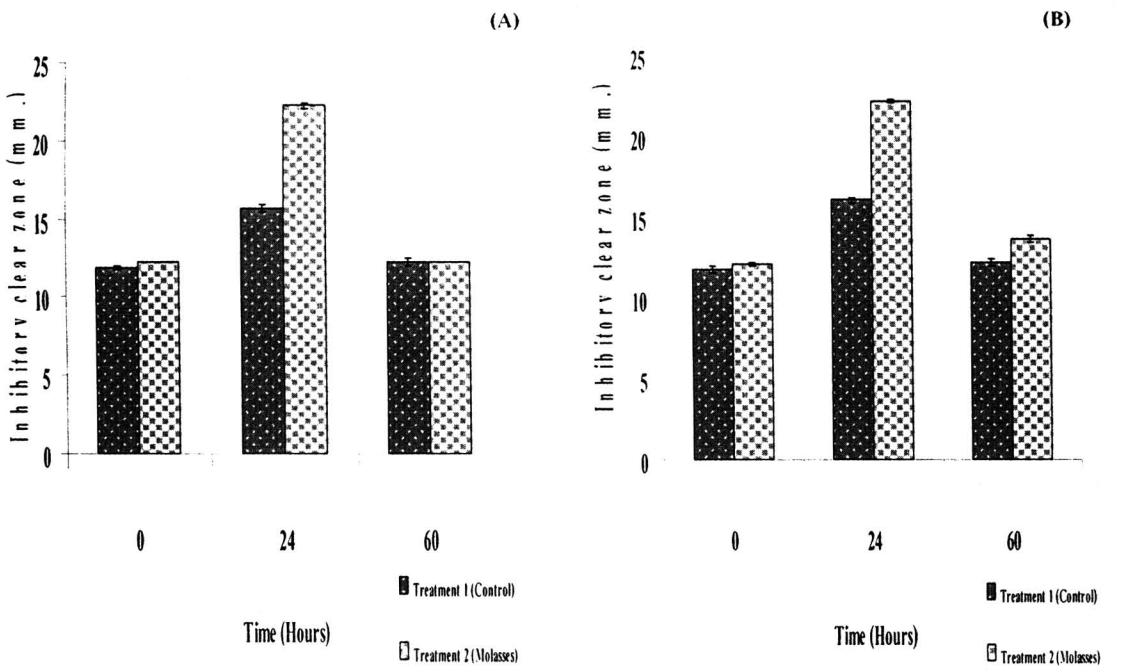
ค่าเฉลี่ยที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เปรียบเทียบค่าทางสถิติของแต่ละพารามิเตอร์ในชุดทดลองที่ต่างกัน ณ ช่วงเวลาเดียวกัน

ค่าเฉลี่ยที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเปรียบเทียบค่าทางสถิติของชุดทดลองในแต่ละตัวที่ช่วงเวลาต่างๆกัน

Treatment 1 (ชุดควบคุม) Treatment 2 (ชุดทดลองที่เติมกากน้ำตาล)

4.5 การยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค

จากการนำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวที่หมักแบบให้อากาศมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในพืช ได้แก่ เชื้อรากลุ่ม *Colletotrichum capsici* และ *Colletotrichum gloeosporioides* ซึ่งเป็นเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคแอนแทรคโนสในผลไม้ [สนธยา พุทธวงศ์ และ ศศิธร วงศ์เรือง, 2552] และ พืชผักสวนครัว [Than et al., 2008] เป็นต้น พบว่า ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวที่ระยะเวลาการหมัก 0, 24 และ 60 ชั่วโมง ทั้งในชุดทดลองที่ไม่เติมกากน้ำตาล (ชุดทดลองที่ 1) และ ชุดทดลองที่เติมกากน้ำตาล (ชุดทดลองที่ 2) สามารถยับยั้งการเจริญเส้นใยของเชื้อราก่อโรคในกลุ่ม *Colletotrichum capsici* และ *Colletotrichum gloeosporioides* (รูปที่ 4.8 A และ B) ที่ 24 ชั่วโมงของการหมัก ปุ๋ยน้ำสกัดของชุดทดลองที่ 2 มีประสิทธิภาพการยับยั้ง *C. capsici* และ *C. gloeosporioides* สูงสุด คือ ร้อยละ 98 ซึ่งสูงกว่าชุดทดลองที่ 1 (ร้อยละ 39) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเติมกากน้ำตาลในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดแบบให้อากาศ ช่วยเสริมสร้างการสร้าง Metabolite ของจุลินทรีย์ในน้ำหมัก จากการศึกษาตรวจพบกรดอินทรีย์ในปุ๋ยน้ำสกัดชุดทดลองที่เติมกากน้ำตาล โดยเฉพาะที่ช่วงระยะเวลาการสกัด 24 ชั่วโมง ที่ตรวจพบแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซิติก กรดบิวทริริค และ กรดโพพิโอนิก ในปริมาณค่อนข้างสูง (รูปที่ 4.4) Henis et al. (1984) และ Donon et al. (2007) รายงานว่า กรดอินทรีย์ดังกล่าวสามารถใช้เป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในพืชได้



รูปที่ 4.8 ประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว (A) เชื้อ *Colletotrichum capsici* และ (B) เชื้อ *Collectotrichum gloeosporioidesr*