การศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารไดโคโฟล

Study on Efficiency of Bacteria on Dicofol Degradation

พันธุ์เครือ ทิพย์โสด[1] ฐปน ชื่นบาล[1] ศิราภรณ์ ชื่นบาล[1] และ ณิชมน ธรรมรักษ์[2]

Punkhrua Tipsode[1], Tapana Cheunbarn[1], Siraporn Cheunbarn[1] and Nitchamon Thamaragsa[2]

บทคัดย่อ

การคัดแยกเชื้อแบคทีเรียจากดินที่มีการปนเปื้อนสารไดโคโฟลโดยใช้เทคนิคการเจือจางลำดับส่วน และเลี้ยงบนอาหาร Tryptic Soy Agar (TSA) ผลการทดลองพบว่าสามารถคัดแยกเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งหมด 19 ไอโซ-เลต หลังจากนั้นนำ 19 ไอโซเลตมาทดสอบ โดยใช้ไดโคโฟลความเข้มข้น 5 ppm เติมลงไปในอาหาร mineral salt yeast-extract medium (MSYM) เขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 300 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารไดโคโฟลโดยใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟฟี ยี่ห้อ Agilent Technologies รุ่น 6890N ผลการทดสอบพบว่าได้เชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายไดโคโฟลได้อย่างสมบูรณ์ จำนวน 9 ไอโซเลต หลังจากนั้นนำเชื้อทั้ง 9 ไอโซเลต มาทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายไดโคโฟล ที่ระยะเวลา 2 และ 4 ชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่าเชื้อ MF4 มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสูงที่สุดเท่ากับ 99.2 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง และเชื้อ MA4, MF2, MF4, SSF1และ SSF3 ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยได้อย่างสมบูรณ์ ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

ABSTRACT

Bacteria were isolated from organochlorine contaminated soil. using ten fold serial dilution and cultured on Tryptic Soy Agar (TSA).Total of 19 isolates were obtained and tested for dicofol degradation capability by adding dicofol 5 ppm into mineral salt yeast-extract medium (MSYM), at 150 rpm with 30 °c and 300 hour. The results from Gas Chromatography brand Agilent Technologies model 6890N.show that 9 isolates had completed dicofol degradation. Afterward, dicofol degrading efficiency of 9 isolates were tested at 2 and 4 hours. The results showed that MF4 efficiency in the highest of 99.2 percent at 2 h and MA4, MF2, MF4, SSF1 and SSF3 efficiency to complete the 5 isolates at 4 hours.

Key Words: Organochlorine, dicofol degradation, Microorganisms degradation

e-mail address: tipsode.pt@hotmail.com

.

[1]สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[1]Biotechnology, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290

[2]สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์(IQS) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[2] The Laboratory of Institute of Product Quality and Standardization (IQS), University, Chiang Mai 50290

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการปนเปื้อนของสารพิษ เช่น สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่การเกษตรและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในแหล่งน้ำ และดินในปริมาณที่สูง (กรมควบคุมมลพิษ, 2542) ซึ่งสารพิษเหล่านี้สามารถกระจายเข้าสู่ระบบนิเวศและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ก่อให้เกิดอันตราย และสร้างความเดือดร้อนให้แก่มนุษย์และสัตว์ ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรและปศุสัตว์ลดลงเนื่องจากการปนเปื้อนของสารพิษจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเกิดความสูญเสียในมูลค่าของผลผลิต แต่เมื่ออัตราการเพิ่มผลผลิตเพิ่มขึ้น (นวลศรี, 2535 ; Roger *et al.,* 1989) ปัจจัยอย่างหนึ่งที่เพิ่มขึ้นตามด้วย คือ การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่มากเกินกำหนด ทำให้ดินเสื่อมโทรม ต้องใช้ปุ๋ยเคมีมากขึ้นต้นทุนการผลิตก็สูงขึ้นตามไปด้วย และส่งผลการทบต่อเศรษฐกิจในแง่ของการเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดรักษาความเจ็บป่วยของประชาชนที่มีผลมาจากสารพิษเหล่านี้ รัฐบาลต้องเสียค่าใช่จ่ายสูงในการบำบัดสารพิษที่ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อม และคุณภาพมาตรฐานในด้านความปลอดภัยของผลผลิตการเกษตรต่ำ ทั้งที่เป็นสินค้าที่บริโภคในประเทศและสินค้าส่งออกต่างประเทศ

หากมีการสะสมของสารพิษเหล่านี้ในผลผลิตทางการเกษตรมากขึ้น การเกิดโรคภัยไข้เจ็บก็มากขึ้นอย่างชัดเจน จึงย่อมส่งผลเสียต่อการส่งออกสินค้าเกษตรของไทย (โศรยา และ พูลสุข, 2542) ดังนั้นผลกระทบจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนได้ทวีความ รุนแรงขึ้นและกำลังเข้าขั้นวิกฤต จากสถิติการตรวจเลือดของเกษตรกรโดยสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งพบว่า เกษตรกรมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในร่างกายในระดับเสี่ยงและไม่ปลอดภัยใน สัดส่วนที่สูงขึ้นจากปี 2545 ที่ 29.41 เปอร์เซ็นต์ เป็น 38.52 เปอร์เซ็นต์ในปี 2550 และที่สำคัญข้อมูลในปี 2554 ชี้ว่าสัดส่วนดังกล่าวมิได้ลดลงแต่ประการใดคืออยู่ที่ 39 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่แต่ละปีมีผู้ป่วยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชประมาณ 200,000 – 400,000 ราย ทั้งนี้สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข ระบุว่าสารเคมีฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตนั้นอยู่ในอันดับที่ 3 และสารเคมีปราบวัชพืชในอันดับ 5 ของสาเหตุการป่วยหรือบาดเจ็บจากการประกอบอาชีพ (กระทรวงสาธารณสุข, 2554)

สารออร์กาโนคลอรีน เป็นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงสังเคราะห์ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คลอริเนเตต-ไฮโดรคาร์บอน มีธาตุไฮโดรเจน คาร์บอนและคลอรีนเป็นส่วนประกอบ (Neilson, 1995) สารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มนี้มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำกว่ากลุ่มอื่น แต่ก่อให้เกิดพิษเรื้อรังในระยะยาวเนื่องจากสลายตัวยาก และสะสมในสิ่งแวดล้อมสูง(Matsumura, 1975) การฟื้นฟูและปรับสภาพดินและแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่การเกษตร โดยใช้วิธีการทางชีวภาพ ทำให้สภาพแวดล้อมเกิดการฟื้นตัว นอกจากนี้การใช้แบคทีเรียในการฟื้นฟูสภาพแวดล้อม ยังสามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกได้ พร้อมทั้งสามารถลดความเป็นพิษและโทษที่เกิดจากการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมและเป็นผลดีในเชิงเศรษฐศาสตร์เพราะวิธีทางชีวภาพเป็นวิธีการย่อยสลายสารพิษที่มีราคาถูก ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมคณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (2555.)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะคัดแยกเชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน โดยเฉพาะสารไดโคโฟลซึ่งอยู่ในกลุ่มสารออร์กาโนคลอรีน ที่มีคุณสมบัติไม่ละลายในน้ำและดูดซับกับอนุภาคดินเมื่อเกิดการพังทลายของดินจะเกิดการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน และมีครึ่งชีวิตในน้ำ 47-85 วัน จึงส่งผลต่อปลา สะสมในเนื้อเยื่อพืช 2 ปีโดยประมาณ (Tillman and Anne, 1992) โดยการศึกษาการใช้แบคทีเรีย

ในกระบวนการฟื้นฟูทางชีวภาพ เป็นที่นิยมมากกว่าการใช้จุลินทรีย์ประเภทอื่น เนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนพันธุกรรมได้ง่าย โดย (Matsumura 1975; Akbar *et al.,* 2003) พบว่า *Pseudomonas* sp. สามารถเปลี่ยนสารในกลุ่มของออร์กาโนคลอรีนไปเป็นอนุพันธุ์ต่างๆได้ง่าย และสามารถนำมาใช้ในกระบวนการเมแทบอลิ-ซึมของเซลล์แบคทีเรียได้ การคัดแยกเชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารไดโคโฟลถือเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อใช้จัดการและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมของประเทศในอีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่แปลงเพาะปลูกซึ่งมีประวัติการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช หลังจากฉีดพ่น 2 ถึง 4 สัปดาห์ โดยใช้พลั่วมือขุดหลุมลึกระดับ 0-15 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความลึกระดับไถพรวน เก็บดินส่วนตรงกลางใส่ถุงเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปใช้ในการคัดเลือกแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายสารไดโคโฟล

การเจือจางตัวอย่างดิน

ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัมลงในน้ำเกลือ 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตามเทคนิคการเจือจางลำดับส่วน

การแยกเชื้อแบคทีเรียที่ทีอยู่ในดินให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี Spread Plate และ Streak Plate

ทำการปิเปตตัวอย่างดินที่ทำการเจือจางแล้ว ที่ระดับความเข้มข้น 10^{-4} ถึง 10^{-6} ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic soy broth (TSB)ในวิธี Spread Plate และคัดเลือกโคโลนีที่มีลักษณะต่างกันขีดในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic soy broth (TSB) ในวิธี Streak Plate แต่ละวิธีบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นจะเก็บรักษาเชื้อที่บริสุทธิ์ไว้ใช้ในการทดสอบย่อยสลายสารไดโคโฟลโดยนำมาขีดในอาหารวุ้นเอียงเป็นรูปตัว Z บ่มด้วยอุณหภูมิและเวลาข้างต้นก่อนเก็บรักษา

การเตรียมเชื้อเริ่มต้น

นำเชื้อบริสุทธิ์ที่คัดเลือกไว้โดยเขี่ยเชื้อจากหลอดที่เก็บรักษาเชื้อ 1 ลูป ถ่ายลงในอาหารเหลว Nutrient broth (NB) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส วัดความขุ่นโดยใช้ Spectophotometer รุ่น Spectronic Genesys 5 ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร จนมีค่าประมาณ 0.5 เพื่อใช้เป็นเชื้อเริ่มต้น

การศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายสารไดโคโฟล

ปิเปตเชื้อเริ่มต้นที่เตรียมไว้มา 10 เปอร์เซ็นต์ ใส่ลงในอาหารเหลว MSYM ที่เสริมสารไดโคโฟลนำเข้าโดยบริษัท เมเจอร์ฟาร์ คอร์บอเรชั่น จำกัด เข้มข้น 5 ppm โดยใช้อาหารอาหารเหลว MSYM ที่เสริมสารไดโคโฟล 5 ppm แต่ไม่มีการเติมเชื้อเบื้องต้นลงไปเป็นชุดควบคุม เขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 300 ชั่วโมง วิเคราะห์ปริมาณสารไดโคโฟลที่ลดลงโดยวิธีวิเคราะห์แก๊สโครมาโตกราฟฟี ยี่ห้อ Agilent Technologies รุ่น 6890N เมื่อทำการคัดเลือกเชื้อจากการศึกษาที่เวลา 300 ชั่วโมง ให้นำเชื้อที่มีการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์มาศึกษาต่อโดยมีวิธีการเช่นเดียวกับการศึกษาที่เวลา 300 ชั่วโมง เปลี่ยนมาทำการศึกษาที่เวลา 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ การศึกษาวิธีดังกล่าวทั้งนี้เพื่อต้องการคัดเลือกให้ได้เชื้อไอโซเลตที่ดีที่สุด

ผลการทดลองและวิจารณ์

การคัดแยกและการคัดเลือกเชื้อบริสุทธิ์

ผลการคัดแยกและการคัดเลือกเชื้อบริสุทธิ์ ด้วยวิธีการทำให้เชื้อกระจายในจานเพาะเชื้อ(Spread Plate) และ วิธีขีดเชื้อในจานเพาะเชื้อ (Streak Plate) สามารถแยกเชื้อได้จำนวนเชื้อทั้งหมด 19 ไอโซเลต โดยแสดงผลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่คัดแยกได้

สถานที่เก็บตัวอย่างดิน	จำนวนไอโซเลต
สวนส้ม ตำบลแม่สาว อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่	4 (MA1, MA2, MA3, MA4)
สวนลำไย ตำบลแม่สอย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่	4 (MS1, MS2, MS3, MS2)
สวนมันสำปะหลัง ตำบลสันทราย อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	4 (SSF1, SSF2, SSF3, SSF4)
สวนกะหล่ำปลี ตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่	4 (MF1, MF2, MF3, MF4)
สวนดอกไม้ ตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	3 (SPS1, SPS2, SPS3)

การศึกษาประสิทธิของแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายสารไดโคโฟลที่ระยะเวลา 300 ชั่วโมง

จากการศึกษาประสิทธิของแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายสารไดโคโฟลเข้มข้น 5 ppm ที่ระยะเวลา 300 ชั่วโมง (5วัน) ได้เชื้อที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการย่อยสลายสารไดโคโฟลเข้มข้น 5 ppm ที่เสริมลงไปในอาหาร MSYM อย่างสมบูรณ์ จำนวน 9 ไอโซเลต คือ MA1, MA4, MF2, MF4, SSF1, SSF2, SSF3, SPS1 และ MS2 แสดงผลในตารางที่ 2 แต่ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าเชื้อทั้ง 9 ไอโซเลทมีประสิทธิภาพที่ดีในการย่อยสลายสารไดโคล 5 ppm เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Bidlan and Mononmani, (2002) ซึ่งใช้เชื้อ *Serratia marcescens* DT-1P พบว่าการย่อยสลายโดยสมบูรณ์ของดีดีทีที่ความเข้มข้น 5 ppm ใช้เวลา 96 ชั่วโมงตามลำดับ จึงทำการศึกษาต่อโดยนำเชื้อทั้ง 9 ไอโซเลทมาศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายที่เวลา 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการย่อยสลายไดโคโฟลของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ที่เวลา 300 ชั่วโมง (5 วัน)

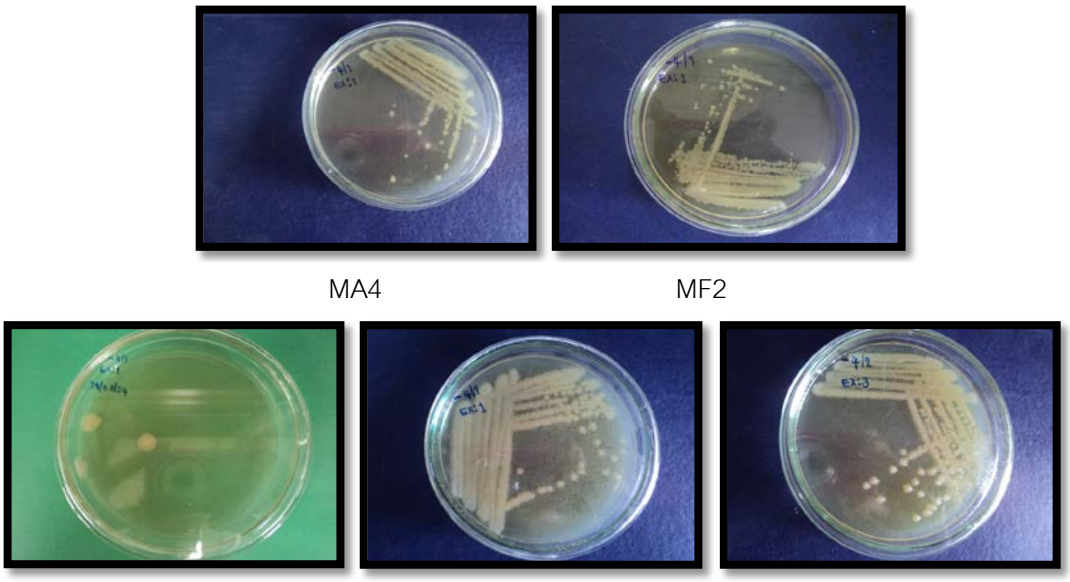
เชื้อ	ปริมาณไดโคโฟลที่คงเหลือ (ppm)	ประสิทธิภาพในการย่อย(เปอร์เซนต์)
MA1, MA4, MF2, MF4, SSF1, SSF2, SSF3, SPS1 และ MS2	nd	100.000
MS3	0.029	99.500
MA3	0.127	97.800
MF1	0.156	97.400
MS4	0.169	97.180
MA2	0.362	93.900
MS1	0.439	92.600
SSF4	0.520	91.300
MF3	1.584	76.600
SPS2	1.847	69.200
SPS3	5.395	10.080

การศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายสารไดโคโฟลที่ระยะเวลา 2 และ 4 ชั่วโมง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่สามารถย่อยสารสลายสารไดโคโฟลเข้มข้น 5 ppm ที่ระยะเวลา 300 ชั่วโมง โดยศึกษาต่อจากประสิทธิภาพการย่อยสลายของแบคทีเรียจากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ได้เชื้อจำนวน 9 ไอโซเลต ได้แก่ MA1, MA4, MF2, MF4, SSF1, SSF2, SSF3, SPS1 และMS2 มีประสิทธิภาพการย่อยสลายไดโคโฟลเข้มข้น 5 ppm คือ 97.9, 96.5, 92.3, 99.2, 98.6, 98.5, 95.6, 92.2 และ 97.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และ 4 ชั่วโมง ได้เชื้อที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการย่อยสลายสารไดโคโฟล 5 ppm ที่เสริมลงไปในอาหาร MSYM อย่างสมบูรณ์ จำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่ MA4, MF2, MF4, SSF1และ SSF3 มีประสิทธิภาพการย่อยสลายสารไดโคโฟล 5 ppm คือ 96.5, 92.3, 99.2, 98.6 และ 95.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 1) และมีประสิทธิภาพการย่อยสลายสารไดโคโฟล 5 ppm ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ (Bidlan and Mononmani, 2002) ซึ่งใช้เชื้อ *Serratia marcescens* DT-1P พบว่าการย่อยสลายโดยสมบูรณ์

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายไดโคโฟลของแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ที่เวลา 2 และ 4 ชั่วโมง

เชื้อ	ปริมาณไดโคโฟลที่คงเหลือ 2 ชั่วโมง (ppm)	ประสิทธิภาพในการย่อย (เปอร์เซนต์)	ปริมาณไดโคโฟลที่คงเหลือ 4 ชั่วโมง (ppm)	ประสิทธิภาพในการย่อย (เปอร์เซนต์)
control	5.000	nd	5.000	nd
MA1	0.101	97.9	0.036	99.2
MA4	0.175	96.5	0.000	100
MF2	0.388	92.3	0.000	100
MF4	0.037	99.2	0.000	100
SSF1	0.068	98.6	0.000	100
SSF2	0.075	98.5	0.059	98.8
SSF3	0.217	95.6	0.000	100
SPS1	0.389	92.2	0.062	98.7
MS2	0.149	97.0	0.081	98.3



ภาพที่ 1 แบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการย่อยได้อย่างสมบูรณ์ 5 ไอโซเลต

สรุป

1. ผลการคัดแยกและการคัดเลือกเชื้อบริสุทธิ์จากแหล่งเก็บตัวอย่าง 5 แหล่ง สามารถแยกเชื้อได้จำนวนเชื้อทั้งหมด 19ไอโซเลต

2. จากการศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารไดโคโฟลเข้มข้น 5 ppm ที่เวลา 300 ชั่วโมง (5วัน) ได้เชื้อที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการย่อยสลายสารไดโคโฟลเข้มข้น 5 ppm ที่เสริมลงไปในอาหาร MSYM อย่างสมบูรณ์ จำนวน 9 ไอโซเลต คือ MA1, MA4, MF2, MF4, SSF1, SSF2, SSF3, SPS1 และ MS2

3.ประสิทธิภาพการย่อยสลายไดโคโฟล 5 ppm ที่เวลา 4 ชั่วโมง พบว่าได้เชื้อที่มีประสิทธิภาพในการย่อยได้อย่างสมบูรณ์ 5 ไอโซเลต ได้แก่ MA4, MF2, MF4, SSF1และ SSF3

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ และสถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์(IQS) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนันสนุนเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เครือข่ายภาคเหนือ (สวทช.) ที่สนับสนุนทุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2542. การยกร่างกลไกการควบคุมทางกฎหมายระหว่างประเทศเพื่อควบคุมการปลดปล่อยสารมลพิษที่ตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม. **ข่าวสารอันตรายและของเสีย** 10(3).

คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 2555. **ทรัพยากรจุลินทรีย์เกษตรทั่วไทย ปี 2555**. แหล่งที่มา. http://www.dailynews.co.th/agriculture/16071.htm, 8 มีนาคม 2555.

นวลศรี ทยาพัชร. 2535. **ปัญหาสารพิษทางการเกษตรในประเทศไทย กองวัตถุมีพิษทางการเกษตร**. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงและสหกรณ์.

โศรยา พันธุ์วิริยะพงษ์ และ พูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2542. ศึกษาผลกระทบต่อการใช้วัตถุมีพิษในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนต่อเลือดเกษตรกร.**ข่าวสารวัตถุมีพิษ** 28: 16-31

Akbar, N., A. Aleem and A. Malik. 2003. Determination of organochlorine pesticides in agricultural soil with special reference to c-HCH degradation by *Pseudomonas* strains. **Bioresource Technology** 88: 41-46.

Bidlan, R. and H.K. Mononmani. 2002. Aerobic degradation of dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) by *Serratia marcescens* DT-1P. **Proc. Biochem.**38: 49-56.

Matsumura, F. 1975. **Toxicology of insecticides**. Plenum Press, New York.

Neilson, A. H. 1995. An environmental perspective on the biodegradation of organochlorine xenobiotics. Inter. Biodeter. **Biodegrad.** 95: 3-21.

Roger, R., T. Nick and G. Lylek. 1989. Defradation of Methyl Parathion to p- Nitrophenol on Cotton and Lettuce Leaves and it's Effects on Plant Growth. **Journal of Economic Entomology** 82(5): 1317-1321.

Tillman, A. 1992. **Residues, Environmental Fate and Metabolism Evaluation of Dicofol Prepared for the FAO Expert Group on Pesticide Residues** (Rohm and Haas Report No. AMT 92-76). Rohm and Haas Co., Philadelphia, PA.