# บทที่ 5

## สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

ผลการทดลองสามารถคัดแยกเชื้อแบคทีเรียที่ย่อยสลายอะซีแนพธิลีน เพื่อใช้ในการเจริญ ได้จากแหล่งดินที่มีการปนเปื้อนของน้ำมันเครื่อง ข้างโรงซ่อมยานยนต์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ โดยวิธีการเพิ่มจำนวนแบคทีเรีย ที่ชักนำด้วยอะซีแนพธิลีน เพื่อทำให้แบคทีเรียเกิดความคุ้นเคย (acclimatization) หรือมีการปรับตัว (adaptation) กับอะซีแนพธิลีน พบว่าในระหว่างการเพิ่มจำนวนแบคทีเรียที่ย่อยสลายอะซีแนพธิลีน ระยะเวลาการเจริญของแบคทีเรีย สังเกตจากการเปลี่ยนลีของอาหารเหลว ในระหว่างการถ่ายเชื้อแต่ละครั้ง จะสั้นลงตามลำดับของการถ่ายเชื้อ ซึ่งแสดงว่าเชื้อเกิดความคุ้นเคยและมีการปรับตัว (Alexander, 1994) ให้ใช้อะซีแนพธิลีน เมื่อนำตัวอย่างดินจากแหล่งดินนี้มาแยกเชื้อแบคทีเรีย พบว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ CU-A1 สามารถย่อยสลายอะซีแนพธิลีนได้ดีที่สุด

แบคทีเรียที่ย่อยสลายอะซีแนพธิลีน สายพันธุ์ CU-A1 ที่แยกได้นี้ เมื่อนำมาจำแนกชนิดทางอนุกรมวิธาน โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางสรีรวิทยา ร่วมกับการวิเคราะห์ลำดับเบสของ 16 เอสไรโบโซมัลดีเอ็นเอ สามารถสรุปได้ว่า แบคทีเรียสายพันธุ์ CU-A1 จัดอยู่ในสกุล *Rhizobium* จึงตั้งชื่อว่า *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 ทั้งนี้ยังไม่ปรากฏรายงานใดๆ ในการศึกษาก่อนหน้านี้เกี่ยวกับการย่อยสลายอะซีแนพธิลีนและสาร PAHs ชนิดอื่นโดยแบคทีเรียสกุล *Rhizobium* งานวิจัยนี้จึงเป็นงานวิจัยแรกที่พบว่าเชื้อสกุล *Rhizobium* สามารถใช้อะซีแนพธิลีนในการเจริญได้ แม้ว่ามีรายงานเกี่ยวกับการย่อยสลายสารประกอบอะโรมาติกชนิดอื่นๆ โดย *Rhizobium* ดังแสดงในตารางที่ 5.1

แต่มีรายงานว่าเชื้อ *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ PATR สามารถย่อยสลายอะทราซีน (atrazine) ซึ่งเป็นสารปราบวัชพืชชนิดหนึ่งได้ (Bouquard และคณะ, 1997)

การศึกษาก่อนหน้านี้ที่เกี่ยวข้องกับ การย่อยสลายอะซีแนพธิลีนมีน้อยมาก อย่างไรก็ตาม มีรายงานถึงแบคทีเรียที่สามารถโคออกซิไดส์สารชนิดอื่นกับอะซีแนพธิลีน โดย Schocken และ Gibson (1984) พบว่ามีการเกิดโคออกซิเดชันของอะซีแนพธิลีนได้ เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีไบฟีนิลเป็นแหล่งคาร์บอน นอกจากนี้ยังมีรายงานอื่นของการย่อยอะซีแนพธิลีนได้โดยเชื้อที่ผ่านการเลี้ยงโดยมีสารประกอบ PAHs ชนิดอื่นเป็นแหล่งคาร์บอน พบว่า *Pseudomonas cepacia* F297 ที่แยกได้จากสมบัติการย่อยสลายฟลูออรีน (Grifoll และคณะ, 1995) และ *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 ที่มีพลาสมิด pRE695 ซึ่งมียีนที่ระบุการสังเคราะห์แนพธาลีนไดออกซีจีเนส (Selifonov และคณะ, 1996) สามารถออกซิไดส์อะซีแนพธิลีนได้

ตารางที่ 5.1 การย่อยสลายสารประกอบอะโรมาติก โดยเชื้อแบคทีเรียสกุล *Rhizobium*

| จุลินทรีย์ | สารประกอบอะโรมาติก | เอกสารอ้างอิง |
|---|---|---|
| *Rhizobium japonicum* | *p*-Hydroxybenzoic acid, Protocatechuic acid, | Hussien และคณะ (1974) |
| | Catechin, Catechol, *p*-Hydroxybenzoic acid, | Muthukumar และคณะ |
| | Salicylic acid | (1982) |
| | Phenol | Werner และคณะ (1982) |
| | Benzoate, Catechol, *p*-Hydroxybenzoate, | Parke และ Ornston (1984) |
| | Protocatechuate | |
| *R. leguminosarum* | Catechol, *p*-Hydroxybenzoic acid, | Hussien และคณะ (1974) |
| | Protocatechuic acid | |
| | Catechol, *m*-Hydroxybenzoate, | Dilworth และ Glenn (1981) |
| | *p*- Hydroxybenzoate, 2,4-dihydroxybenzoate, | |
| | 3,4-dihydroxybenzoate, 3,5-dihydroxybenzoate, | |
| | 3,4,5-trihydroxybenzoate, 3-methoxy-4- | |
| | hydrobenzoate, 3-methoxy-4-hydroxyphenyl- | |
| | propionate, Phenol, Salicylate | |
| | *p*-Hydroxybenzoate, 3,4-dihydroxybenzoate, | Dilworth และคณะ (1983) |
| | 3,5-dihydroxybenzoate, Ferulate, | |
| | 3,4,5-trihydroxybenzoate | |
| | Catechin, Catechol, *p*-Hydroxybenzoic acid, | Muthukumar และคณะ |
| | Protocatechuic acid, Salicylic acid | (1982) |
| | Benzoate, Catechol, *p*-Coumarate, Ferulate, | Parke และ Ornston (1984); |
| | *p*-Hydroxybenzoate, Protocatechuate | Chen และคณะ (1984a) |
| | Benzoate, Catechol, *p*-Hydroxybenzoate | Chen และ Lovell (1990) |
| | Protocatechuate | |
| *R. lupinii* | *p*-Hydroxybenzoic acid, Protocatechuic acid | Hussien และคณะ (1974) |
| *R. meliloti* | Catechol, Protocatechuic acid | Hussien และคณะ (1974) |
| | Protocatechuic acid | Parke และ Ornston (1984) |

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

| จุลินทรีย์ | สารประกอบอะโรมาติก | เอกสารอ้างอิง |
|---|---|---|
| *R. phaseoli* | Catechol, *p*-hydroxybenzoic acid, Protocatechuic acid | Hussien และคณะ (1974) |
| | Catechin, Catechol, *p*-Hydroxybenzoic acid, Protocatechuic acid, Salicylic acid | Muthukumar และคณะ (1982) |
| *Rhizobium* sp. | Catechin | Lewis และ Starkey (1969) |
| | Catechin, Catechol, *p*-Hydroxybenzoic acid, Protocatechuic acid, Salicylic acid | Muthukumar และคณะ (1982) |
| | Benzoate, Benzoic acid, Catechin, Catechol, *o*-Cresol, Guaiacol, Phenol, Protocatechuic acid, Salicylic acid | Gajendran และ Mahadevan (1988,1990a, 1990c) |
| *R. trifolii* | Catechol, *p*-Hydroxybenzoic acid, Protocatechuic acid | Hussien และคณะ (1974) |
| | Catechin, Catechol, *p*-Hydroxybenzoic acid, Protocatechuate, Salicylic acid | Muthukumar และคณะ (1982) |
| | Benzoate, Catechol, *p*-Coumarate | Parke และ Ornston (1984) |
| | Ferulate, Benzoate, Catechol, *p*-Hydroxybenzoate, 4-Methylbenzoate, Protocatechuate, 3,5-dihydroxybenzoate, 3,5-dihydroxyferulate, 3,4,5-trihydroxybenzoate, 4-Hydroxy-3-methylbenzoate, 4-Hydroxy-3-methylphenylpropionate, Salicylate, *p*-Toluate | Chen และคณะ (1984b) |

และ Komatsu และคณะ (1993) รายงานว่า *Pseudomonas* sp. A4 ที่ใช้อะซีแนพธีนเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงาน สามารถเจริญในอะซีแนพธิลีนได้ นอกจากนี้ราไวท์รอทและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด ก็สามารถย่อยสลายสารนี้ได้ (Hopkins และคณะ,1962; Johannes และคณะ, 1998) นอกจากอะซีแนพธิลีนแล้ว *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 ยังสามารถใช้กรดโปรโตคาทิคูอิคซึ่งเป็นสารประกอบอะโรมาติกที่มีวงเบนซีนเพียง 1 วง เป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญได้ กรดโปรโตคาทิคูอิคนี้เป็นสารมัธยันต์ที่พบอยู่ในวิถีการย่อยสลายสาร PAHs บางชนิด เช่น ฟีแนนทรีน (Cerniglia และ Heitkamp, 1989) และฟลูออรีน (Grifoll และคณะ, 1995) เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สามารถแยกและศึกษาลักษณะของสารมัธยันต์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายอะซีแนพธิลีนได้ จึงไม่สามารถทำนายวิถีการออกซิไดส์อะซีแนพธิลีนโดย *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 นี้ได้ จนถึงปัจจุบันมีเพียง Selifonov และคณะ (1996) ที่ได้เสนอวิถีการออกซิไดส์อะซีแนพธิลีนโดยแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* สายพันธุ์ PAO1 ได้เป็นกรด 1,8-แนพธาลีนไดคาร์บอกซิลิก แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าจากวิถีดังกล่าว ยังไม่มีคาร์บอนในตำแหน่งใดของโมเลกุลอะซีแนพธิลีนที่ถูกนำไปเป็นคาร์บอนของเซลล์ นอกจากนี้ยังไม่มีรายงานว่า กรด 1,8-แนพธาลีนไดคาร์บอกซิลิก สามารถถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียต่อไปได้ แต่เนื่องจาก *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 สามารถใช้อะซีแนพธิลีนเป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อการเจริญได้ ดังนั้นจึงอาจตั้งสมมติฐานได้ 2 ทางคือ 1. *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 อาจย่อยสลายอะซีแนพธิลีนโดยใช้วิถีเดียวกับ *Pseudomonas aeruginosa* สายพันธุ์ PAO1 แต่สามารถออกซิไดส์กรด 1,8-แนพธาลีนไดคาร์บอกซิลิกต่อไปได้ จนสามารถนำคาร์บอนมาใช้เพื่อการเจริญ หรือ 2. *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 อาจใช้วิถีในการย่อยสลายอะซีแนพธิลีนอื่น ซึ่งสามารถให้คาร์บอนเพื่อใช้ในการเจริญ การแยกและศึกษาลักษณะของสารมัธยันต์ที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายอะซีแนพธิลีนจะช่วยในการทำนายวิถีการย่อยสลายสารนี้ได้ และเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาต่อไป เนื่องจากแบคทีเรีย *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 เป็นสายพันธุ์แรกที่สามารถย่อยสลายสารอะซีแนพธิลีนได้

เชื้อ *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 สามารถเปลี่ยนสีอาหารเหลว CFMM ที่มีอะซีแนพธิลีนจากสีเหลืองอ่อนไปเป็นสีเหลืองเข้มภายในระยะเวลา 3 วัน และเมื่อนำแบคทีเรียไปศึกษาต่อ พบว่ามีการเพิ่มจำนวน และพบสารมัธยันต์หลายชนิดเกิดขึ้น ซึ่งตรงกับที่รายงานโดย Bouchez และคณะ (1995) พบว่าการเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อมีการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย และเพิ่มมวลชีวภาพ นอกจากนี้ Mueller และคณะ (1989) รายงานว่าการเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ อาจเกิดจากการสะสมของสารมัธยันต์ที่เกิดจากการย่อยสลายสาร PAHs โดยจุลินทรีย์

จากการศึกษาความจำเพาะในการใช้สาร PAHs ชนิดอื่น พบว่าแบคทีเรียสายพันธุ์นี้มีความจำเพาะในการย่อยสลายมาก โดยสามารถย่อยสลายอะซีแนพธิลีนและแนพธาลีน เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานในการเจริญ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Tongpim และ Pickard (1999) ที่ว่า *Mycobacterium* สายพันธุ์ S1 สามารถใช้แอนทราซีนเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานได้เพียงชนิดเดียว จากสาร PAHs ที่ใช้ทดสอบ 10 ชนิด ในขณะที่มีรายงานที่ตรงกันข้ามถึงแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายอะซีแนพธิลีน สามารถย่อยสลายสาร PAHs ชนิดอื่นได้หลายชนิด (broad substrate range) เช่น *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 (pRE695) สามารถย่อยสลายอะซีแนพธิลีน และยังย่อยสลายสาร PAHs ชนิดอื่นได้อีกหลายชนิด เช่น อะซีแนพธีน ฟลูออรีน 1,2,4-ไตรเมทธิลเบนซีน (1,2,4-trimethylbenzene) และ 3-เมทธิลเบนโซไธโอฟีน (3-methylbenzothiophene) (Selifonov และคณะ, 1996) และรายงานของ Grifoll และคณะ (1995) ที่ว่า *Pseudomonas cepacia* F297 สามารถย่อยสลายสาร PAHs ได้หลายชนิดคือ แนพราลีน 2,3-ไดเมทธิลแนพธาลีน ฟีแนนทรีน ฟลูออรีน แอนทราซีน และไดเบนโซไธโอฟีน (dibenzothiophene)

การย่อยสลายแบบโคเมตาบอลิสม เป็นกลไกสำคัญที่ช่วยในการย่อยสลายสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ซึ่งเชื้อไม่สามารถย่อยสลายเพื่อใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานได้โดยตรง โดยมีรายงานที่พบว่าการเติมสารตั้งต้นที่จุลินทรีย์ใช้ในการเจริญได้โดยตรง ร่วมกับสารที่จุลินทรีย์นั้นย่อยสลายไม่ได้ จะเพิ่มประสิทธิภาพให้แบคทีเรียนั้นย่อยสลายสาร PAHs ดังกล่าวได้ (Weissenfels และคณะ, 1991) ขณะที่ Juhasz และคณะ (1997) รายงานว่าเชื้อ *Burkholderia cepacia* ที่ปกติไม่สามารถย่อยสลายสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงสามารถย่อยสลายไดเบนซ์[*เอ,เอช*]แอนทราซีน และเบนโซ[*เอ*]ไพรีนได้ เมื่อเติมฟีแนนทรีนลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ ส่วนเชื้อ *Mycobacterium* สายพันธุ์ S1 ที่ไม่สามารถย่อยสลายสาร PAHs ชนิดอื่นได้ สามารถย่อยสลายแบบโคเมตาบอลิสมเมื่อมีแอนทราซีนรวมอยู่ด้วย ในงานวิจัยนี้ *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 ที่ไม่สามารถย่อยสลายอะซีแนพธีน ฟลูออรีน และฟีแนนทรีน เพื่อใช้ในการเจริญได้โดยตรง เมื่อเติมอะซีแนพธิลีนลงไปในอาหารร่วมกับสารทั้ง 3 ชนิดนี้ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายอะซีแนพธีน ฟลูออรีน และฟีแนนทรีนได้ ขณะที่ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีไดเบนโซฟูแรน ร่วมกับอะซีแนพธิลีน ที่ตรวจไม่พบไดเบนโซฟูแรนในอาหารเลี้ยงเชื้อ ทั้งนี้เนื่องจากไดเบนโซฟูแรนเป็นสารที่ระเหิดได้ง่าย ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ผลได้

อย่างไรก็ตามการย่อยสลายแบบโคเมตาบอลิสมระหว่างสาร PAHs อาจไม่เกิดผลดีเสมอไป เนื่องจากสารที่เติมลงไปจะขัดขวางการชักนำการสร้างเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลาย ดังรายงานของ Bouchez และคณะ (1995) พบว่าการย่อยสลายฟลูออแรนธีนและไพรีน โดยเชื้อ *Rhodococcus* sp. จะถูกยับยั้งเมื่อเติมฟีแนนทรีนลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งอาจเป็นผล

มาจากการที่มีฟีแนนทรีนไปขัดขวางการชักนำกระบวนการสร้างเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายฟลูออแรนธีนและไพรีนของแบคทีเรียชนิดนี้

เชื้อนี้สามารถย่อยสลายอะซีแนพธิลีนเมื่อมีความเข้มข้น 300, 600 และ 900 มก.ต่อลิตร โดยจะย่อยสลายอะซีแนพธิลีนภายในเวลา 2 วัน, 3 วัน และ 4 วัน ตามลำดับ ขณะที่มีการเจริญควบคู่ไปด้วย อย่างไรก็ตามพบว่าที่ความเข้มข้นของอะซีแนพธิลีน 900 มก.ต่อลิตร การเจริญไม่เพิ่มขึ้นมากกว่าที่ 600 มก.ต่อลิตร ตามที่มีรายงานโดย Keuth และ Rehm (1991) ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณฟีแนนทรีนในอาหารทำให้เชื้อ *Arthrobacter polychromogenes* มีการเจริญและการย่อยสลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณฟีแนนทรีนในอาหารสูงขึ้น ทำให้มีพื้นที่ผิวมากขึ้นและนำไปใช้ได้ง่ายกว่า แต่ Juhasz และคณะ (1997) พบว่าเชื้อที่ย่อยสลายไพรีนสายพันธุ์ VUN 10 001, VUN 10 002 และ VUN 10 003 สามารถเจริญได้เมื่อความเข้มข้นของไพรีนสูงขึ้น จาก 250-1,000 มก.ต่อลิตร ขณะที่การย่อยสลายไพรีนลดลง โดยเชื้อนี้จะหยุดใช้ไพรีนที่ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 400 มก.ต่อลิตร อาจเกิดจากสารมัธยันต์ที่สะสมอยู่เป็นพิษ ส่วนเชื้อ *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 สารมัธยันต์ที่เกิดจากการย่อยสลายอาจไม่เป็นพิษ ทำให้สามารถย่อยสลายอะซีแนพธิลีนต่อได้จนหมด

ส่วนการที่พบว่าปริมาณอะซีแนพธิลีนในชุดทดลองที่ไม่เติมเชื้อลดลงไปในระหว่างการทดลองนั้นอาจมีผลเนื่องมาจากการระเหิดกลายเป็นไอได้ โดย Bossert และ Bartha (1986) รายงานว่าอะซีแนพธิลีนและสาร PAHs ที่มีวงเบนซีน 3 วง จะสูญหายได้อย่างรวดเร็วภายในดิน ซึ่งจะไม่สามารถวัดปริมาณอะซีแนพธิลีนในชุดควบคุมที่ไม่เติมเชื้อได้ หลังจากการเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 16 เดือน

ผลการเติมทวีน 80 ต่อรูปแบบการเจริญของเชื้อ *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 ที่มีอะซีแนพธิลีน พบว่าทวีน 80 จะทำให้อัตราเร็วในการเจริญและการย่อยสลายอะซีแนพธิลีนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ว่าสารลดแรงตึงผิวทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) สำหรับไฮโดรคาร์บอน (Lupton และ Marshall, 1978) และยังเพิ่มการขนส่งมวลของไฮโดรคาร์บอนที่เป็นของแข็งได้ (Cox และ Williams, 1980) ทำให้จุลินทรีย์สามารถนำสารเหล่านี้ไปใช้ได้เร็วขึ้น (Guerin และ Jones, 1988; Cuny และคณะ, 1999) ทั้งนี้ Wodzinski และ Coyle (1974) รายงานว่าอัตราการย่อยสลายฟีแนนทรีนถูกจำกัดเนื่องจากความสามารถในการละลายน้ำ ดังนั้นการเติมสารลดแรงตึงผิวจะเพิ่มความสามารถในการละลายและการย่อยสลายให้เร็วขึ้นได้ นอกจากทวีน 80 แล้วยังมีรายงานว่าสารลดแรงตึงผิวชนิดอื่น เช่น ไตรตอน X-100 สามารถเพิ่มอัตราการย่อยสลายของฟีแนนทรีนโดย *Acidovorax delafieldii* P4-1 เมื่อเลี้ยงให้มีฟีแนนทรีนเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานได้ (Samanta และคณะ, 1999) แต่ผลการเติมสาร

ลดแรงตึงผิวนั้นไม่ได้มีการเพิ่มการย่อยสลายเสมอไป ในบางกรณีอาจไม่มีผลต่อการย่อยสลาย หรือยังอาจยับยั้งการย่อยสลายได้ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ (Samanta และคณะ, 1999) โดยที่การยับยั้งการย่อยสลายนั้นมีผลสืบเนื่องจากปริมาณสารลดแรงตึงผิวมากเกินไป (Arostein และ Alexander, 1992; Laha และ Luthy,1996) หรือเชื้อสามารถใช้สารลดแรงตึงผิวเป็นสารตั้งต้นสำหรับการเจริญ (Tiehm, 1994)

จากการพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารมัธยันต์ที่เกิดจากการย่อยสลายอะซีแนพธิลีนของแบคทีเรีย *Rhizobium* sp. สายพันธุ์ CU-A1 โดยการวิเคราะห์ด้วย GC-MS พบว่าไม่สามารถวิเคราะห์ได้ เนื่องจากผล HPLC ของลำดับส่วนที่นำไปวิเคราะห์ยังไม่บริสุทธิ์ ทำให้ต้องทำให้บริสุทธิ์ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ สารจึงมีปริมาณไม่พอที่จะใช้ในการวิเคราะห์โดย GC-MS

ดังนั้นการแยกแบคทีเรียที่ย่อยสลายอะซีแนพธิลีนได้จากแหล่งดินในประเทศไทย และการศึกษาการย่อยสลายอะซีแนพธิลีนและสาร PAHs ชนิดอื่น รวมทั้งผลของสารลดแรงตึงผิวต่อการย่อยสลายอะซีแนพธิลีน โดยจุลินทรีย์ *Rhizobium* ที่คัดแยกได้ จึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการย่อยสลายสาร PAHs ในประเทศไทย ซึ่งจะมีผลให้สามารถพัฒนาไปใช้บำบัดและฟื้นฟูสภาพแวดล้อมที่ปนเปื้อนจากสาร PAHs ต่อไปในอนาคต