บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของดินและวัสดุพาหะที่นำมาใช้ในการทดลอง

ดินที่ใช้ในการทดลองเก็บมาจากบริเวณสวนผลไม้ ฝั่งธนบุรี กรุงเทพฯ เป็นลักษณะดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ โดยที่แหล่งดินนี้ไม่มีประวัติการปนเปื้อนจากสาร PAHs มาก่อน ตรวจสอบ PAHs ในดินโดยการสกัดและวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC แล้วไม่พบว่ามีการปนเปื้อนสารดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของดินที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ได้มาจาก ฝ่ายวิเคราะห์ดินและน้ำ กองเกษตรเคมี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของดินที่นำมาใช้ในการทดลอง

พารามิเตอร์	ผลการวิเคราะห์
ลักษณะดิน	ดินร่วนปนทราย *
ค่าความเป็นกรด ด่าง	7.4*
ค่าความจุการอุ้มน้ำ (%)	53.46*
ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุหรือไอออน($cmol_c kg^{-1}$)	25.6*
ปริมาณสารอินทรีย์ (%)	6.10**
ปริมาณคาร์บอน (%)	3.54**
ปริมาณไนโตรเจน (%)	0.51**
ปริมาณฟอสฟอรัส (%)	0.30**
ปริมาณโพแตสเซียม (%)	1.10**
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	6.94**

หมายเหตุ * วิเคราะห์โดยฝ่ายวิจัยดิน กองเกษตรเคมี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

** วิเคราะห์โดย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัสดุพาหะที่นำมาใช้ในการทดลองมี 4 ชนิด ได้แก่ เปลือกถั่ว เศษใบไม้ชนิดต่างๆ ใบมะขามและสารเร่ง พด.1

เศษใบไม้ชนิดต่างๆ ประกอบด้วย ใบหูกวาง ใบโพธิ์ ใบประดู่ ใบจามจุรี หญ้าและกิ่งไม้เล็กๆ

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุพาหะที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ ได้มาจาก ฝ่ายวิเคราะห์ดินและน้ำ กองเกษตรเคมี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุพาหะได้แก่ เปลือกถั่ว เศษใบไม้ชนิดต่าง ๆ ใบมะขาม

พารามิเตอร์	ผลการวิเคราะห์		
	เปลือกถั่ว	เศษใบไม้ชนิดต่างๆ	ใบมะขาม
ความจุสูงสุดของการอุ้มน้ำ(%)	550*	494.30*	290*
ความเป็นกรดด่าง	5.2*	5.6*	4*
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน(%)	42.88**	31.26**	18.18**
ปริมาณไนโตรเจน(%)	0.87**	1.27**	0.87**
ปริมาณฟอสฟอรัส(%)	0.39**	0.18**	0.12**
ปริมาณโพแทสเซียม(%)	0.75**	0.98**	0.44**
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน(%)	49:1**	25:1**	21:1**

หมายเหตุ * วิเคราะห์โดยฝ่ายวิจัยดิน กองเกษตรเคมี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

** วิเคราะห์โดย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับสารเร่ง พด.1 เป็นวัสดุที่จุลินทรีย์เจริญได้ดีอยู่แล้ว เนื่องจากเป็นวัสดุที่ใช้ทำเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับจุลินทรีย์ จึงไม่ได้วิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี นอกจากนี้ปริมาณวัสดุนี้ยังมีจำกัด ถ้านำไปวิเคราะห์อาจไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการทดลอง

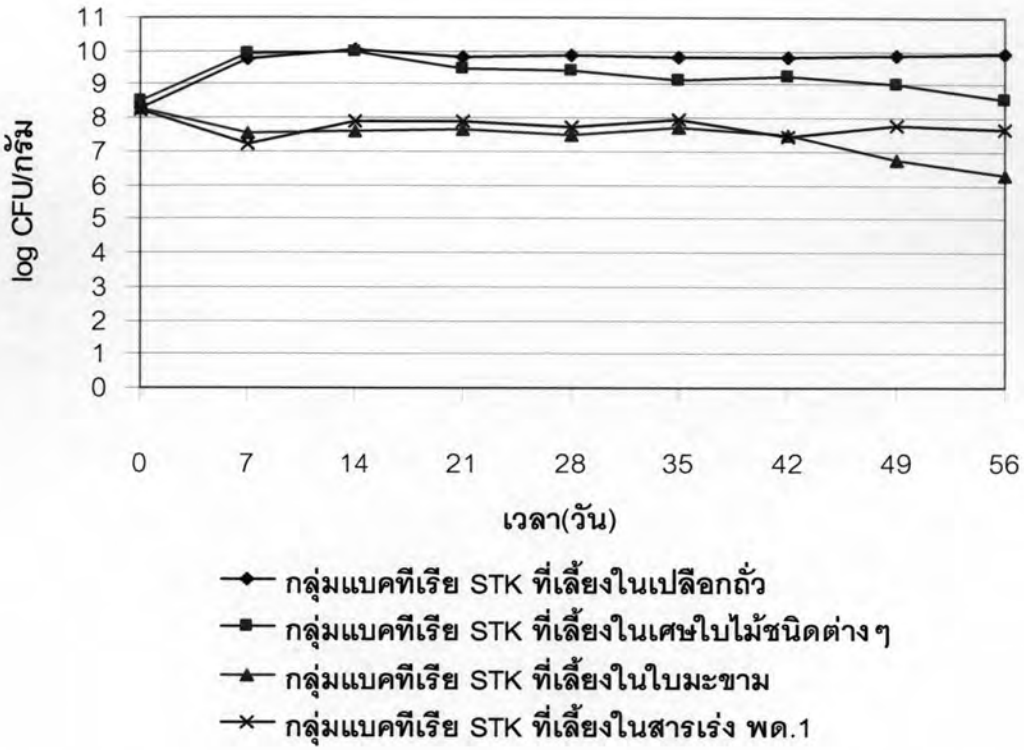
4.2 ผลการคัดเลือกวัสดุพาหะที่ให้การเจริญและการอยู่รอดของกลุ่มแบคทีเรีย STK

การคัดเลือกวัสดุพาหะ (เปลือกถั่ว เศษใบไม้ชนิดต่างๆ ใบมะขามและสารเร่ง พด.1) ปลอดเชื้อ ที่ให้การเจริญและการอยู่รอดของกลุ่มแบคทีเรีย STK ได้แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุด ได้แก่

ชุดการทดลองที่ 1 กลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเปลือกถั่ว
ชุดการทดลองที่ 2 กลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเศษใบไม้ชนิดต่างๆ
ชุดการทดลองที่ 3 กลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในใบมะขาม
ชุดการทดลองที่ 4 กลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในสารเร่ง พด.1
ชุดควบคุม วัสดุพาหะทั้ง 4 ชนิด ที่ไม่เติมกลุ่มแบคทีเรีย STK

4.2.1 จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK ในวัสดุพาหะ 4 ชนิด (เปลือกถั่ว เศษใบไม้ชนิดต่างๆ ใบมะขามและสารเร่ง พด.1)

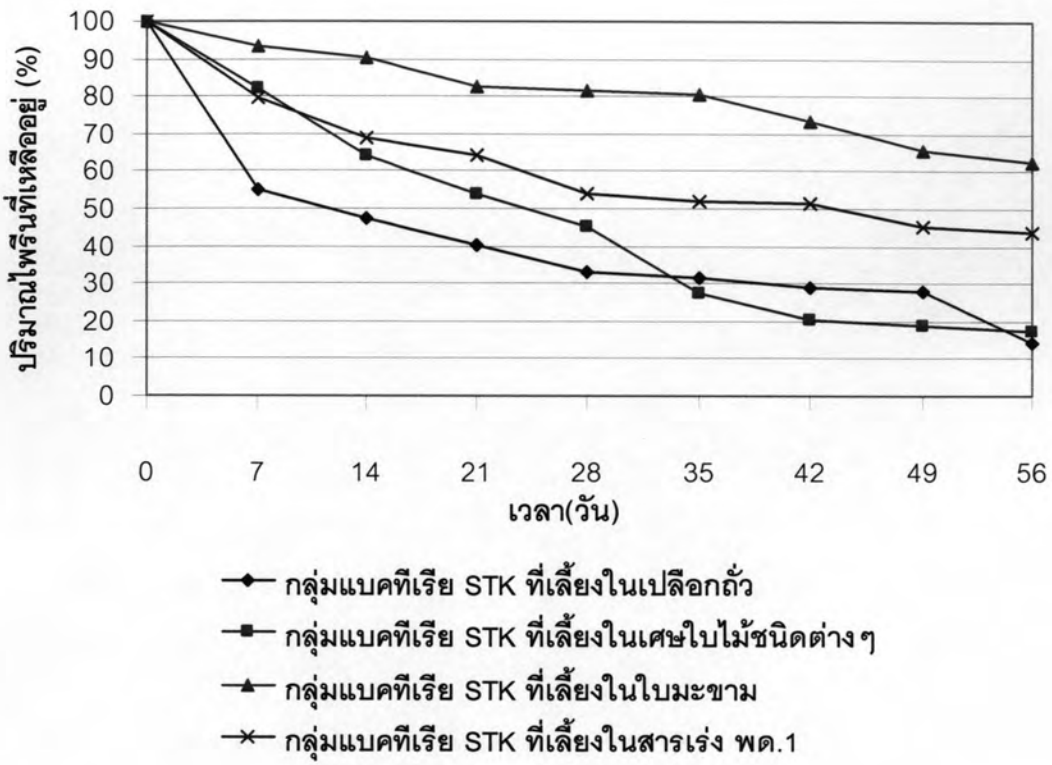
จากการทดลอง พบว่า วันที่ 0 ของการทดลอง จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเปลือกถั่ว(ชุดการทดลองที่1) เศษใบไม้ชนิดต่างๆ(ชุดการทดลองที่2) ใบมะขาม(ชุดการทดลองที่3) และสารเร่ง พด.1(ชุดการทดลองที่4) มีค่าเริ่มต้น เท่ากับ 8.3 , 8.53 , 8.3 และ 8.22 log CFUต่อกรัม ตามลำดับ หลังจากทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 56 วัน พบว่า ตั้งแต่วันที่ 0-56 ของการทดลอง กลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ มีจำนวนเพิ่มขึ้นและมีจำนวนมากกว่ากลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในใบมะขามและสารเร่ง พด.1 และพบอีกว่า วันที่ 14 ของการทดลอง กลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ มีจำนวนมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.06 และ 10 log CFUต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในใบมะขามและสารเร่ง พด.1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.6 และ 7.88 log CFUต่อกรัม แสดงให้เห็นว่าในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆให้การเจริญและการอยู่รอดกับกลุ่มแบคทีเรีย STK ได้ดีกว่าใบมะขามและสารเร่ง พด.1 (จากรูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในวัสดุพาหะ 4 ชนิด (เปลือกถั่ว เศษใบไม้ชนิดต่างๆ ใบมะขาม และสารเร่ง พด.1)

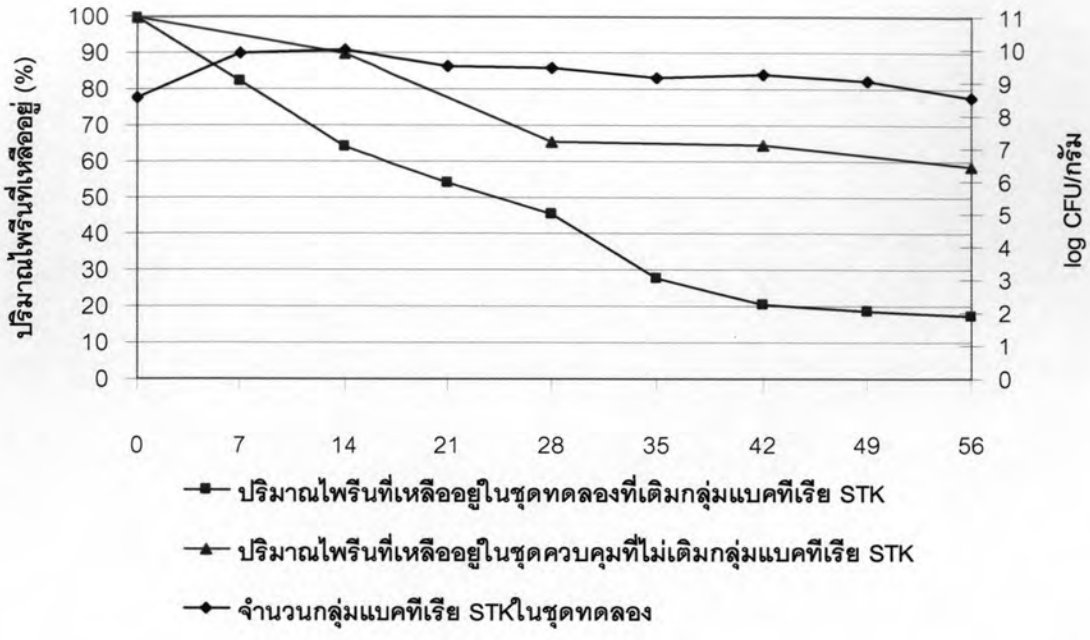
4.2.2 การย่อยสลายไพรีนในวัสดุพาหะ 4 ชนิด (เปลือกถั่ว เศษใบไม้ชนิดต่างๆ ใบมะขาม และสารเร่ง พด.1) ของกลุ่มแบคทีเรีย STK

ผลวิเคราะห์ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบวันที่ 0 ซึ่งให้เป็นปริมาณเริ่มต้นที่ 100 % เมื่อสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่า ตั้งแต่วันที่ 0-56 ของการทดลอง ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ในเปลือกถั่ว(ชุดการทดลองที่1)และเศษใบไม้ชนิดต่างๆ(ชุดการทดลองที่2) ลดลงจนมีค่าเท่ากับ 14.33 และ 17.49 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ในใบมะขาม(ชุดการทดลองที่3)และสารเร่ง พด.1(ชุดการทดลองที่4) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 62.84 และ 44.02 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า กลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายไพรีนได้ดีกว่ากลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในใบมะขามและสารเร่ง พด.1(จากรูป 4.2)

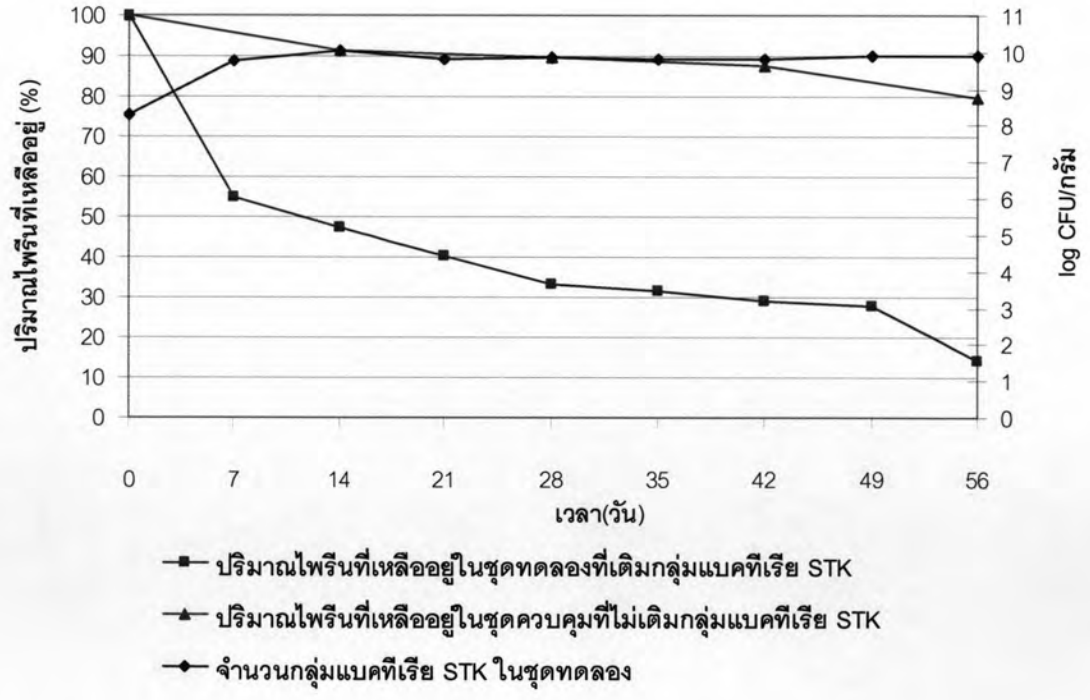


รูป 4.2 การย่อยสลายไพรีนในวัสดุพาหะ 4 ชนิด (เปลือกถั่ว , เศษใบไม้ชนิดต่างๆ, ใบมะขามและสารเร่ง พด.1) ของกลุ่มแบคทีเรีย STK

จากการทดลองในข้อ 4.2 แสดงให้เห็นว่า เปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆช่วยให้กลุ่มแบคทีเรีย STK สามารถเจริญและอยู่รอดได้นาน และสามารถย่อยสลายไพรีนได้ดีอีกด้วย เพราะฉะนั้น เปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ จึงเป็นวัสดุพาหะที่น่าสนใจและคัดเลือกไปสร้างกล้าเชื้อเพื่อบำบัดดินปนเปื้อนต่อไป(จากรูป 4.3 – 4.4)



รูปที่4.3 การเจริญและการย่อยสลายไพรีนในเศษใบไม้ชนิดต่าง ๆของกลุ่มแบคทีเรีย STK



รูปที่ 4.4 การเจริญและการย่อยสลายไพรีนในเปลือกถั่วของกลุ่มแบคทีเรีย STK

พระมหากรุณาธิคุณ ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ผลของการสร้างกล้าเชื้อ STK ในวัสดุพาหะที่คัดเลือกได้

ผลจากข้อ 4.2 พบว่า วัสดุพาหะที่คัดเลือกได้ คือ เปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ จากนั้นแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เพื่อสร้างเป็นกล้าเชื้อแบคทีเรีย โดยเลี้ยงกลุ่มแบคทีเรีย STK ในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ เพื่อนำไปบำบัดดินปนเปื้อนไพรีน

ส่วนที่ 2 เพื่อติดตามหาระยะเวลาที่กลุ่มแบคทีเรีย STK สามารถมีชีวิตในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆได้นานที่สุด โดยเลี้ยงกลุ่มแบคทีเรีย STK ในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน

4.3.1 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ

ในส่วนที่ 1 ผลจากข้อ 4.2 พบว่า วันที่ 14 ของการทดลอง จำนวนแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ มีค่า log CFUต่อกรัมสูงสุดเมื่อเทียบกับวันทดลองอื่นๆ (จากรูป4.3-4.4) จึงทำการเลี้ยงกลุ่มแบคทีเรีย STK ในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆเป็นเวลา 14 วัน จากนั้นนำมาใช้ในการบำบัดดินปนเปื้อนไพรีนในการทดลองต่อไป

ในส่วนที่ 2 ผลของแบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์ในกลุ่มแบคทีเรีย STK ซึ่งประกอบด้วย คือ *Zoogloea* sp. *Stenotrophomonas* sp. และ *Mesorhizobium* sp. โดยติดตามจากลักษณะโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Luria Bertani(LB) Agar ต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จาก ขนาดและสีของโคโลนี (จากรูป 4.5)

รูปที่ 4.5 **ลักษณะโคโลนีบนอาหารแข็ง** LB **ของกลุ่มแบคทีเรีย** STK **ซึ่งประกอบด้วย** *Zoogloea* sp.(STK1) *Stenotrophomonas* sp.(STK2)**และ** *Mesorhizobium* sp.(STK3)

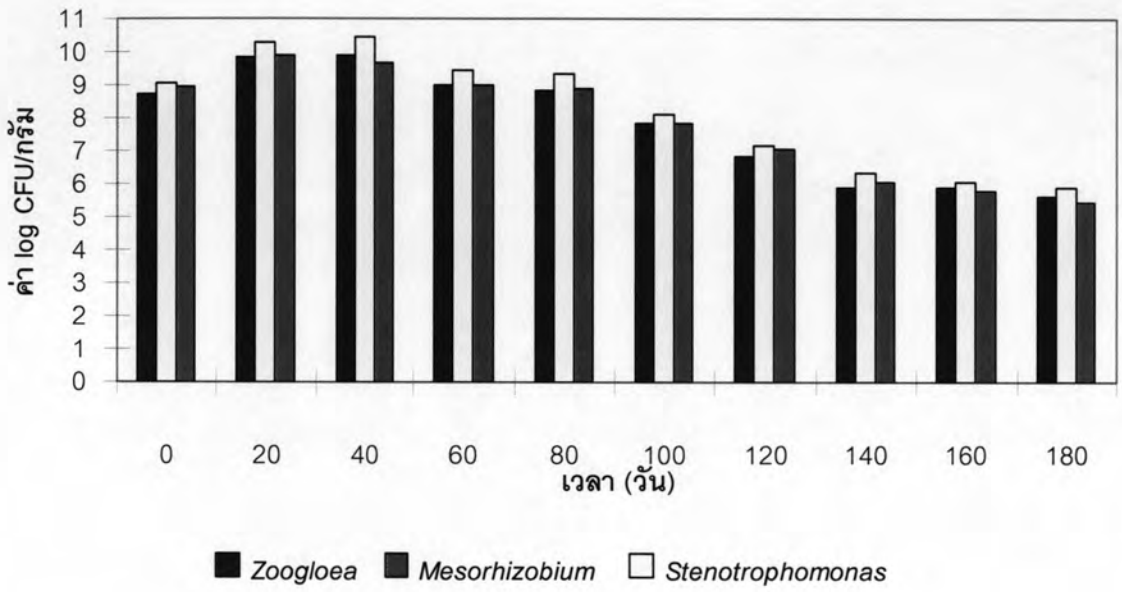
ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกลุ่มแบคทีเรีย STK

กลุ่มแบคทีเรีย STK	ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง LB
Zoogloea sp.(STK1)	โคโลนีกลมแบน สีขาว ขอบเรียบ โปร่งแสง ตรงกลางทึบแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-5 มม.
Stenotrophomonas sp.(STK2)	โคโลนีกลมแบน สีเหลือง ขอบเรียบ โปร่งแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-5 มม.
Mesorhizobium sp.(STK3)	โคโลนีกลมแบน สีขาว ขอบเรียบ โปร่งแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มม.

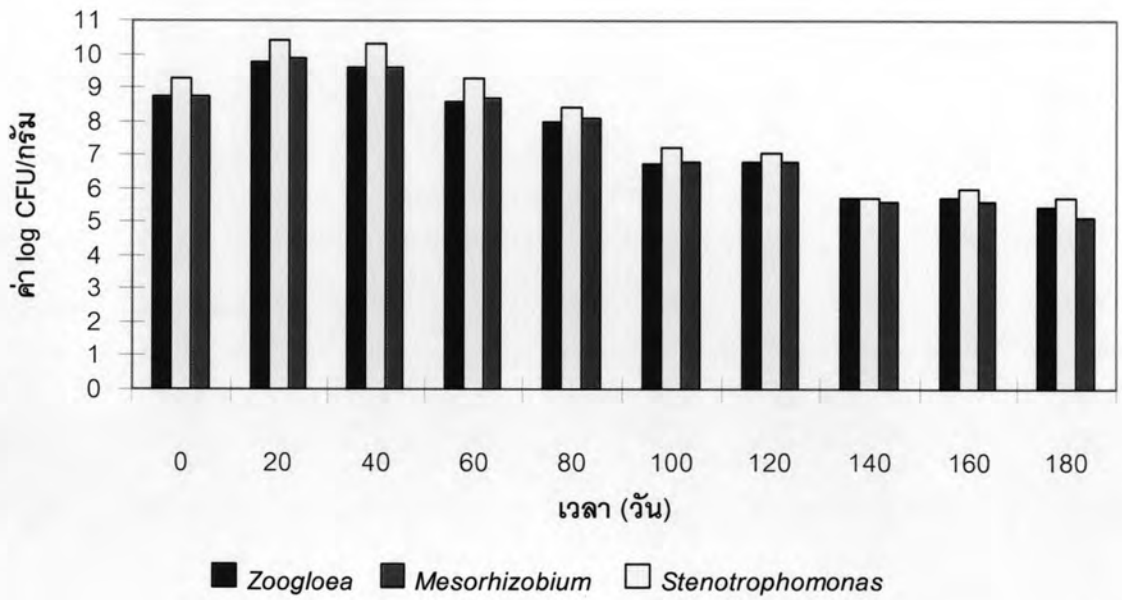
ผลของกลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเปลือกถั่ว เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า วันที่ 0 ของการทดลอง จำนวนเชื้อ *Zoogloea* sp. *Stenotrophomonas* sp. และ *Mesorhizobium* sp. มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 8.73 , 9.07 และ 8.93 log CFU ต่อกรัม ตามลำดับ จากนั้น วันที่ 20 ของการทดลอง แบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์ จะมีจำนวนมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.82 , 10.44 และ 9.90 log CFU ต่อกรัม และตั้งแต่วันที่ 40-80 ของการทดลอง แบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์ จะลดจำนวนลงจนกระทั่งมีจำนวนใกล้เคียงกับจำนวนแบคทีเรียเริ่มต้นในวันที่ 0 ของการทดลอง จากนั้นหลังจากวันที่ 80 เป็นต้นไป จำนวนแบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์จะลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งวันที่ 180 ของการทดลอง จำนวนเชื้อ *Zoogloea* sp. *Stenotrophomonas* sp. และ *Mesorhizobium* sp. มีค่าเท่ากับ 5.6 , 5.9 และ 5.43 log CFU ต่อกรัม ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ พบว่า จำนวนแบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์ลดลงเหลืออยู่ในช่วง 60-65% ของจำนวนแบคทีเรียเริ่มต้น (จากรูปที่ 4.6)

ผลของกลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเศษใบไม้ชนิดต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า วันที่ 0 ของการทดลอง จำนวนเชื้อ *Zoogloea* sp. *Stenotrophomonas* sp. และ *Mesorhizobium* sp. มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 8.73 , 9.30 และ 8.73 log CFU ต่อกรัม ตามลำดับ จากนั้น วันที่ 20 ของการทดลอง แบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์ จะมีจำนวนมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.78 ,10.43 และ 9.87 log CFU ต่อกรัม และตั้งแต่วันที่ 40-60 ของการทดลอง แบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์ จะลดจำนวนลงจนกระทั่งมีจำนวนใกล้เคียงกับจำนวนแบคทีเรียเริ่มต้นในวันที่ 0 ของการทดลอง จากนั้นหลังจากวันที่ 60 เป็นต้นไป จำนวนแบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์จะลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งวันที่ 180 ของการทดลอง จำนวนเชื้อ *Zoogloea* sp. *Stenotrophomonas* sp. และ *Mesorhizobium* sp. มีค่าเท่ากับ 5.43 , 5.73 และ 5.12 log CFU ต่อกรัม ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ พบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์ลดลงเหลืออยู่ในช่วง 58-62 % ของจำนวนแบคทีเรียเริ่มต้น (จาก

รูปที่ 4.7) และตั้งแต่วันที่ 0 -180 ของการทดลอง กลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ พบว่า *Stenotrophomonas* sp. มีจำนวนมากกว่า *Zoogloea* sp. และ *Mesorhizobium* sp. จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่า กลุ่มแบคทีเรีย STK ทั้ง 3 สายพันธุ์ สามารถเจริญและอยู่รอดได้ในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ เป็นเวลามากกว่า 6 เดือน



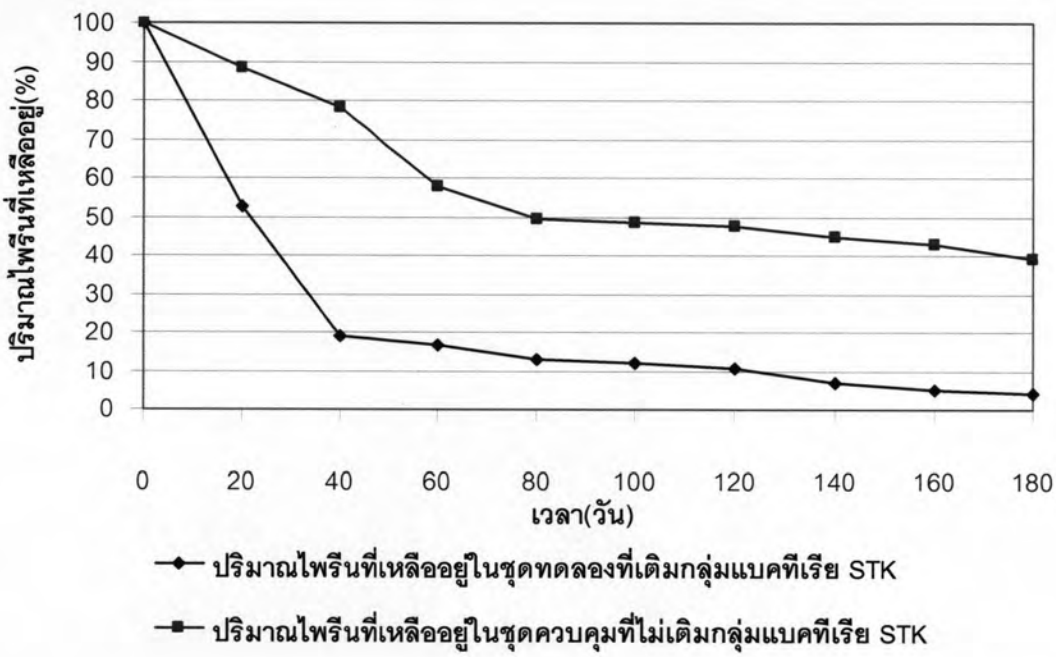
รูปที่ 4.6 จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเปลือกถั่ว เป็นเวลา 6 เดือน



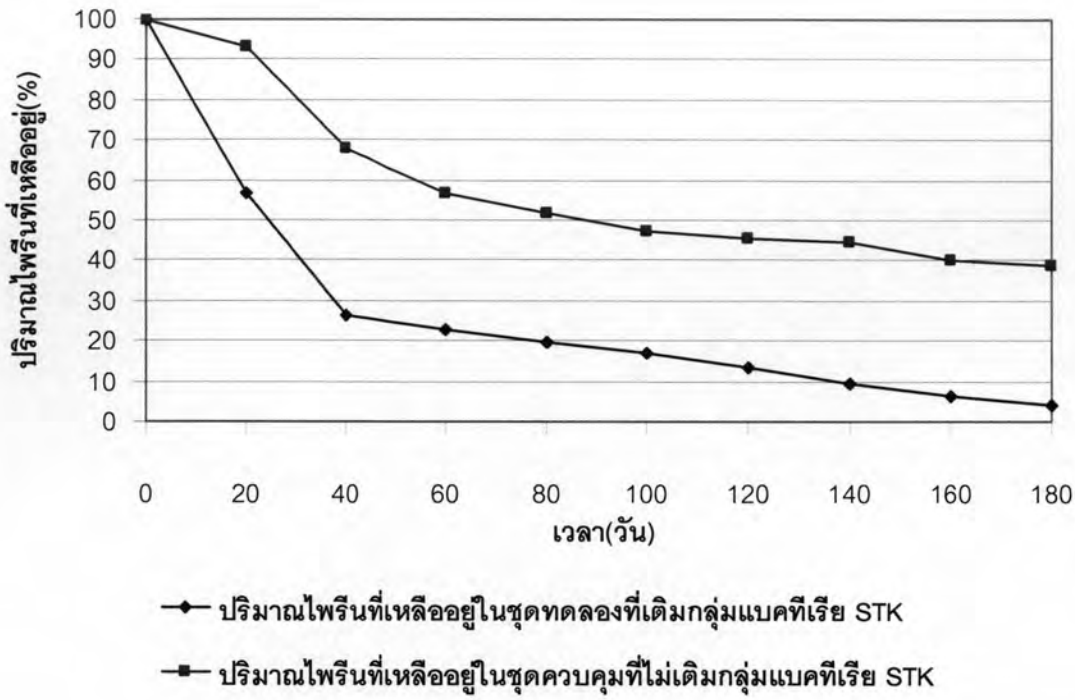
รูปที่ 4.7 จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเศษใบไม้ชนิดต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน

4.3.2 การย่อยสลายไพรีนในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่าง ๆของกลุ่มแบคทีเรีย STK

ผลวิเคราะห์ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบวันที่ 0 ซึ่งให้เป็นปริมาณเริ่มต้นที่ 100 % เมื่อสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่า วันที่ 180 ของการทดลอง ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ในชุดการทดลองที่เติมกลุ่มแบคทีเรีย STK ที่เลี้ยงในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ มีค่าเท่ากับ 4.23 และ 4.12 % ตามลำดับ(จากรูป 4.8-4.9)



รูปที่ 4.8 การย่อยสลายไพรีนในเปลือกถั่วโดยกลุ่มแบคทีเรีย STK เป็นเวลา 6 เดือน



รูปที่ 4.9 การย่อยสลายไพรีนในเศษใบไม้ชนิดต่างๆของกลุ่มแบคทีเรีย STK เป็นเวลา 6 เดือน

4.4 ผลของการบำบัดดินปนเปื้อนไพรีนด้วยกล้าเชื้อที่สร้างขึ้น

4.4.1 การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญและการอยู่รอดร่วมกับการย่อยสลายไพรีนในดินสภาวะ solid ของกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ

การบำบัดดินปนเปื้อนไพรีนด้วยกล้าเชื้อที่เลี้ยงในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ โดยแบ่งชุดทดลองออกเป็น 3 ชุด คือ

ชุดการทดลองที่ 1 เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน

ชุดการทดลองที่ 2 เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเศษใบไม้ชนิดต่างๆไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน

ชุดการทดลองที่ 3 เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน

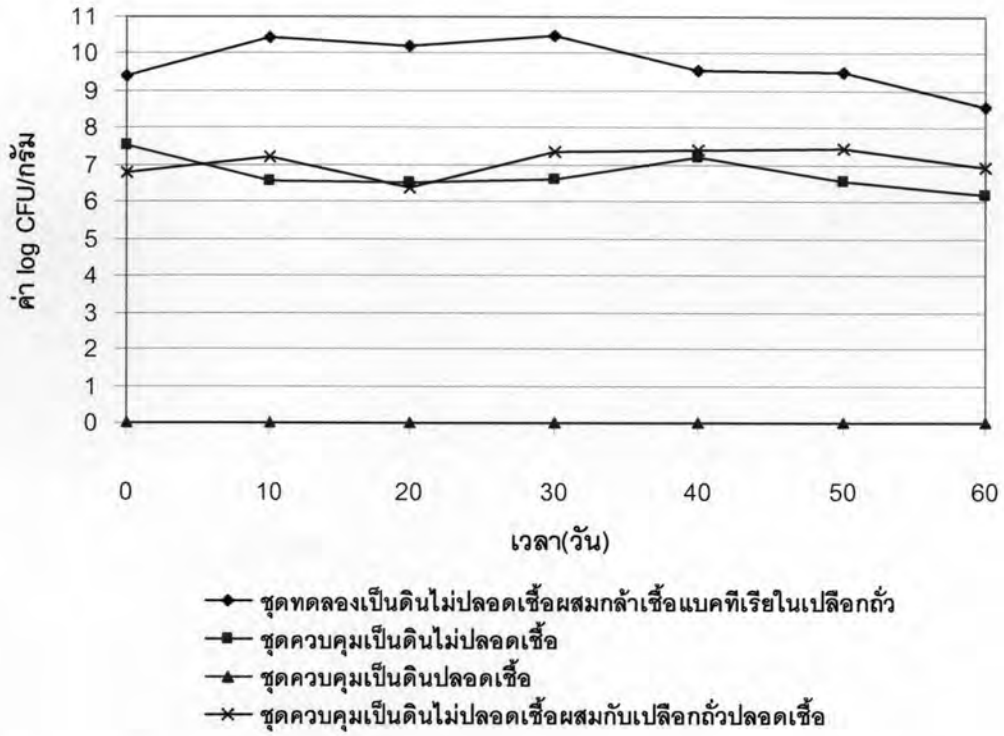
ชุดควบคุมที่1 ดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 และ 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน ซึ่งไม่มีการเติมกล้าเชื้อแบคทีเรีย

ชุดควบคุมที่2 ดินปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 และ 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน ซึ่งไม่มีการเติมกล้าเชื้อแบคทีเรีย

ชุดควบคุมที่3 ดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 และ 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน ผสมกับเปลือกถั่วหรือเศษใบไม้ชนิดต่างๆปลอดเชื้อ ซึ่งไม่มีการเติมกล้าเชื้อแบคทีเรีย

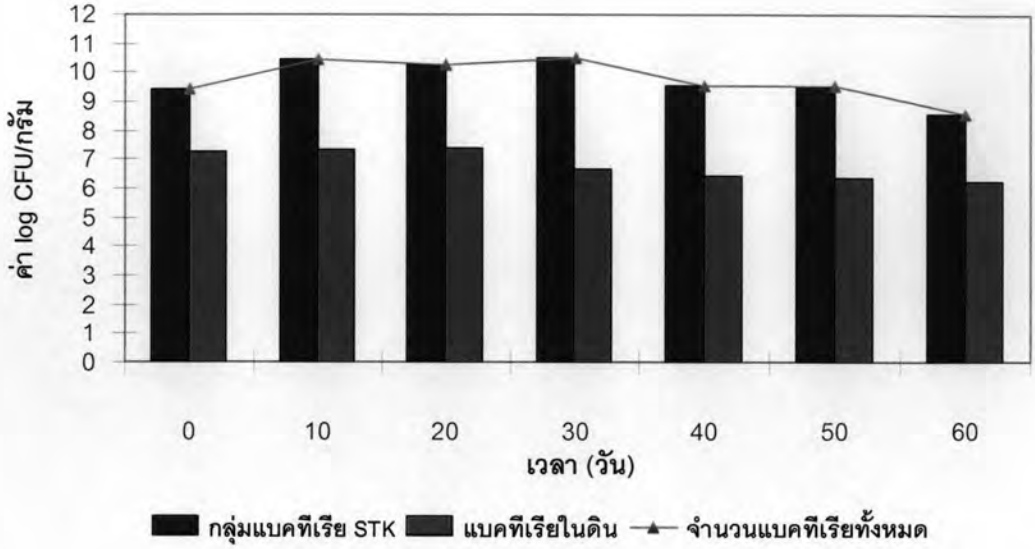
4.4.1.1 **จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 1 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน) และชุดควบคุม**

ผลวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรีย พบว่า วันที่ 0 ของชุดการทดลองที่ 1 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 9.43 log CFUต่อกรัม และมีการเพิ่มจำนวนมากที่สุดในวันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 10.51 log CFUต่อกรัม จากนั้นหลังจากวันที่ 30 เป็นต้นไป จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดจะมีค่าลดลง จนกระทั่งวันที่ 60 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 8.59 log CFUต่อกรัม (รูปที่4.10)



รูปที่ 4.10 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 1 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน) และชุดควบคุม

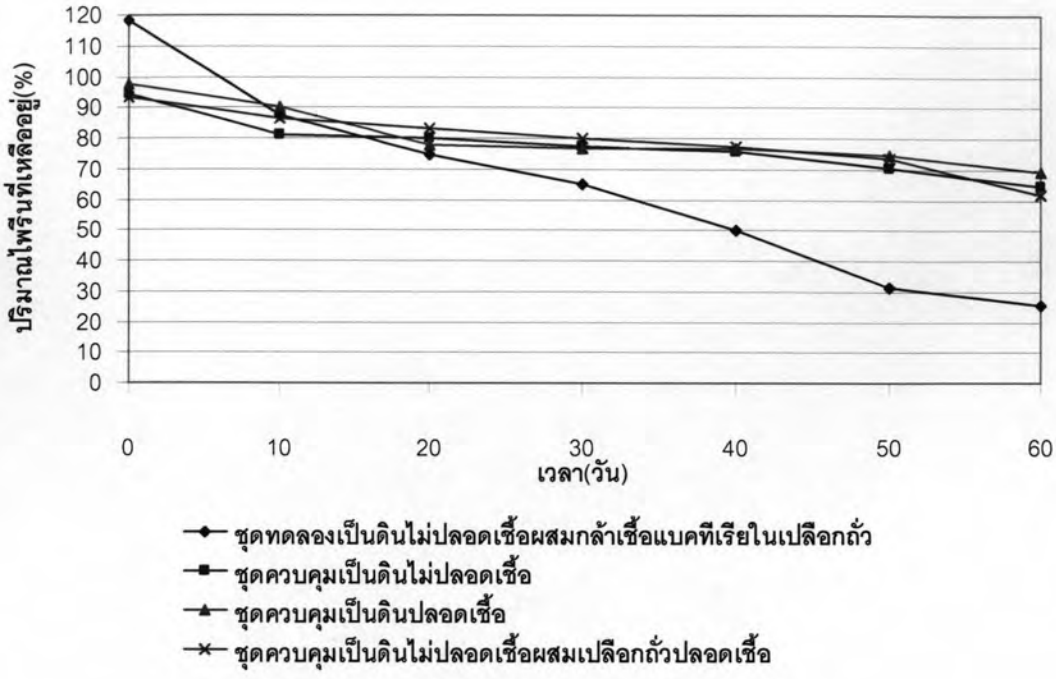
จากการทดลอง ได้ศึกษาแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 1(กล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน) โดยแยกแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแบคทีเรีย STKและแบคทีเรียในดิน (จากรูปที่ 4.11) พบว่า วันที่ 0 ของการทดลอง จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK และแบคทีเรียในดิน มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 9.43 และ 7.24 log CFUต่อกรัม ตามลำดับ โดยกลุ่มแบคทีเรีย STK มีจำนวนเพิ่มขึ้นและเพิ่มมากที่สุดในวันที่ 30 ของการทดลอง จากนั้นหลังจากวันที่ 30 เป็นต้นไป กลุ่มแบคทีเรีย STK เริ่มลดจำนวนลง จนกระทั่งถึงวันที่ 60 จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK มีค่าเท่ากับ 8.59 log CFUต่อกรัม ส่วนจำนวนแบคทีเรียในดินจะลดลงเรื่อยๆ จนมีค่าเท่ากับ 6.22 log CFUต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบจำนวนแบคทีเรียในดินของชุดการทดลองที่ 1 กับชุดควบคุมที่ 1 (ดินไม่ปลอดเชื้อ)และชุดควบคุมที่ 3 (ดินไม่ปลอดเชื้อผสมเปลือกถั่วปลอดเชื้อ) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดการแข่งขันกันระหว่างกล้าเชื้อแบคทีเรียและแบคทีเรียในดินและเมื่อเติมเปลือกถั่วปลอดเชื้อลงไป พบว่า ไม่มีผลต่อการเพิ่มและลดจำนวนของแบคทีเรียในดิน



รูปที่4.11 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 1(เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน)

4.4.1.2 การย่อยสลายไพรีนในดินที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก. ของดิน โดยกล้าเชื้อที่เลี้ยงในเปลือกถั่ว

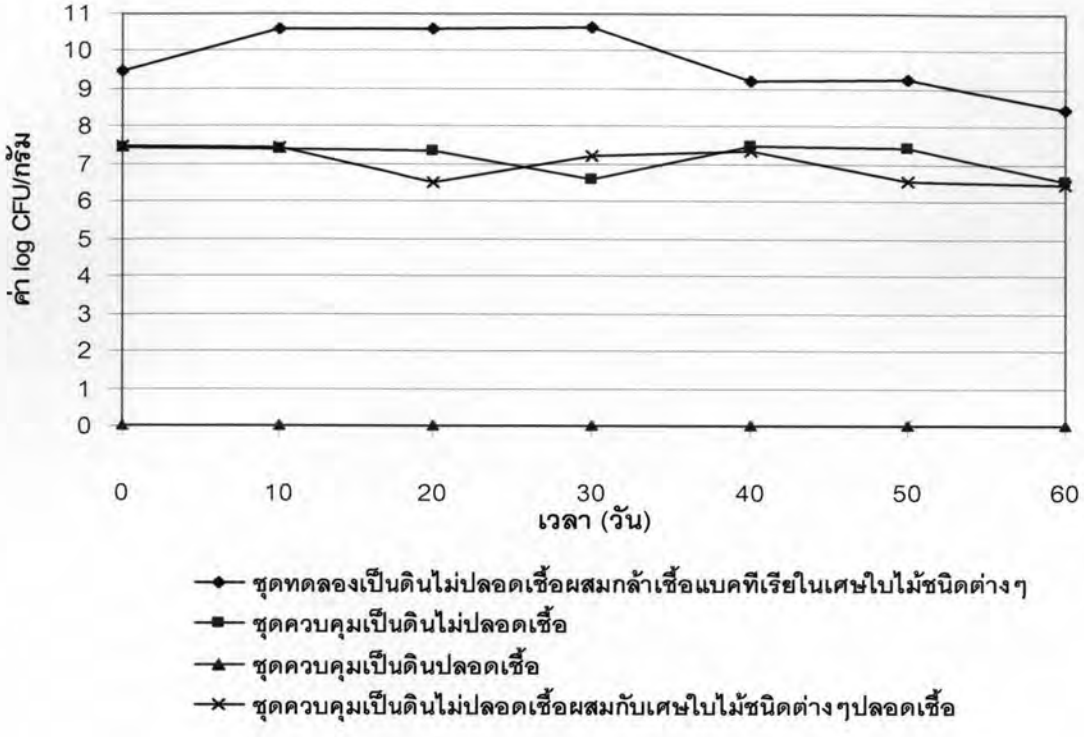
ผลวิเคราะห์ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ เทียบเป็นมก.ต่อ กก.ของดิน พบว่า วันที่ 0 ของชุดการทดลองที่ 1 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน) มีปริมาณไพรีนเริ่มต้นเท่ากับ 118.5 มก.ต่อ กก. ของดิน (100%) จนกระทั่งวันที่ 60 ของการทดลอง ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ มีค่าเท่ากับ 25.77 มก.ต่อ กก.ของดิน (21.81%) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมทั้ง 3 ชุด พบว่า วันที่ 0 ของชุดควบคุมที่1(ดินไม่ปลอดเชื้อ) , ชุดควบคุมที่2 (ดินปลอดเชื้อ) และชุดควบคุมที่3 (ดินไม่ปลอดเชื้อผสมเปลือกถั่วปลอดเชื้อ) มีปริมาณไพรีนเริ่มต้นเท่ากับ 94.32 , 97.70 และ 93.46 มก.ต่อ กก.ของดิน ตามลำดับ จนกระทั่งวันที่ 60 ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ มีค่าเท่ากับ 64.21 , 69.28และ 61.92 มก.ต่อ กก.ของดิน ตามลำดับ(จากรูป 4.12) จะเห็นได้ว่า ปริมาณไพรีนในชุดควบคุมทั้ง 3 ชุด มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพของดิน ปัจจัยทางกายภาพของเปลือกถั่ว ไม่มีผลต่อการย่อยสลายไพรีนในดินสภาวะ solid



รูปที่ 4.12 การย่อยสลายไพรีนในดินที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน โดยกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่ว

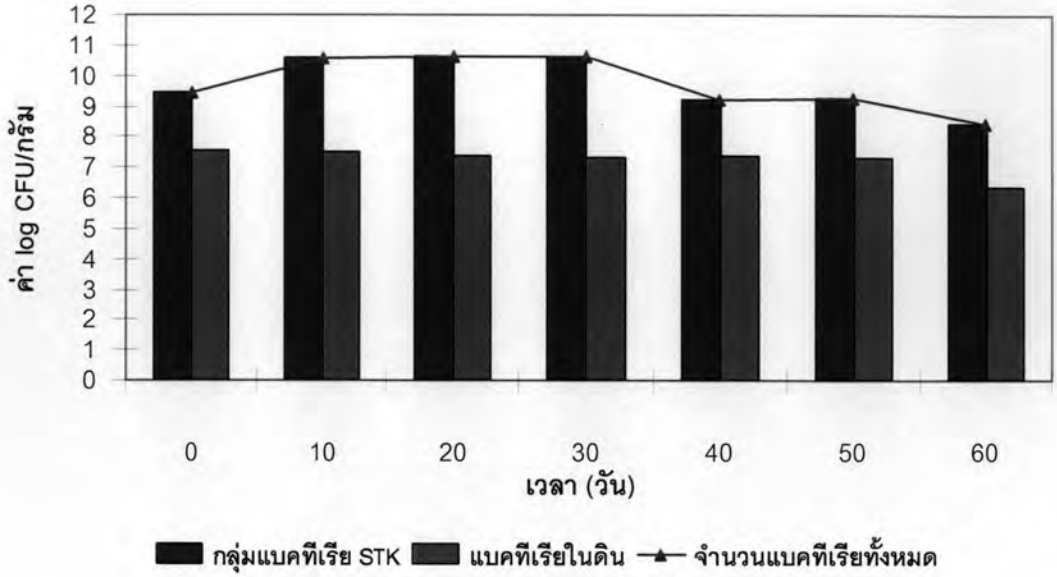
4.4.1.3 **จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 2 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเศษใบไม้ชนิดต่าง ๆลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน) และชุดควบคุม**

ผลวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรีย พบว่า วันที่ 0 ของชุดการทดลองที่ 2 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 9.47 log CFUต่อกรัม และมีการเพิ่มจำนวนมากที่สุดในวันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 10.65 log CFUต่อกรัม จากนั้นหลังจากวันที่ 30 เป็นต้นไป จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดจะมีค่าลดลง จนกระทั่งวันที่ 60 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 8.44 log CFUต่อกรัม (รูปที่4.13)



รูปที่ 4.13 จำนวนแบคทีเรียในชุดทดลองที่ 2 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเศษใบไม้ชนิดต่างๆลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน) และชุดควบคุม

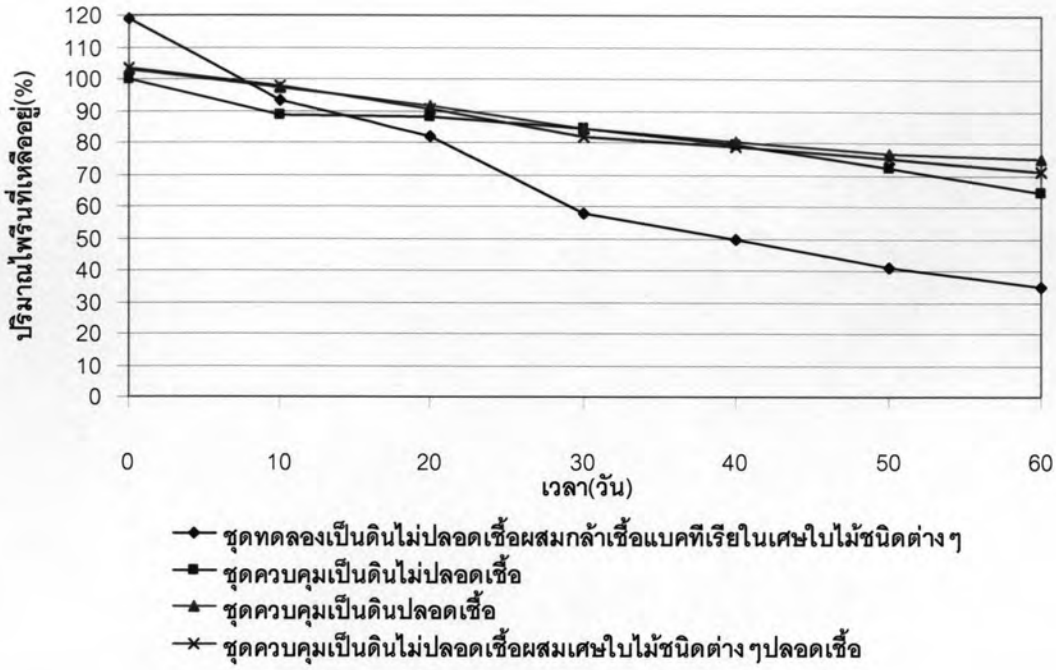
จากการทดลอง ได้ทำการศึกษาแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 2 (กล้าเชื้อแบคทีเรียในเศษใบไม้ชนิดต่างๆลงดินที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก. ของดิน) โดยแยกแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแบคทีเรีย STKและแบคทีเรียในดิน (จากรูปที่ 4.14) พบว่า วันที่ 0 จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK และแบคทีเรียในดิน มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 9.47 และ 7.52 log CFUต่อกรัม โดยกลุ่มแบคทีเรีย STK มีจำนวนเพิ่มขึ้นและเพิ่มมากที่สุดในวันที่ 30 จากนั้นหลังจากวันที่ 30 ของการทดลอง กลุ่มแบคทีเรีย STK เริ่มลดจำนวนลง จนกระทั่งวันที่ 60 จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK มีค่าเท่ากับ 8.44 log CFUต่อกรัม ส่วนจำนวนแบคทีเรียในดินจะลดลงเรื่อยๆ จนมีค่าเท่ากับ 6.37 log CFUต่อกรัม จะเห็นได้ว่า ตั้งแต่วันที่ 0-60 จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK มีมากกว่าจำนวนแบคทีเรียในดิน เมื่อเปรียบเทียบจำนวนแบคทีเรียในดินของชุดการทดลองที่ 2 กับชุดควบคุมที่ 1 (ดินไม่ปลอดเชื้อ)และชุดควบคุมที่ 3 (ดินไม่ปลอดเชื้อผสมเศษใบไม้ชนิดต่างๆปลอดเชื้อ) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดการแข่งขันกันระหว่างกล้าเชื้อแบคทีเรียและแบคทีเรียในดินและเมื่อเติมเศษใบไม้ชนิดต่างๆปลอดเชื้อลงไป พบว่า ไม่มีผลต่อการเพิ่มและลดจำนวนของแบคทีเรียในดิน



รูปที่ 4.14 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 2 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเศษใบไม้ชนิดต่างๆลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน)

4.4.1.4 การย่อยสลายไพรีนในดินที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน โดยกล้าเชื้อแบคทีเรียในเศษใบไม้ชนิดต่างๆ

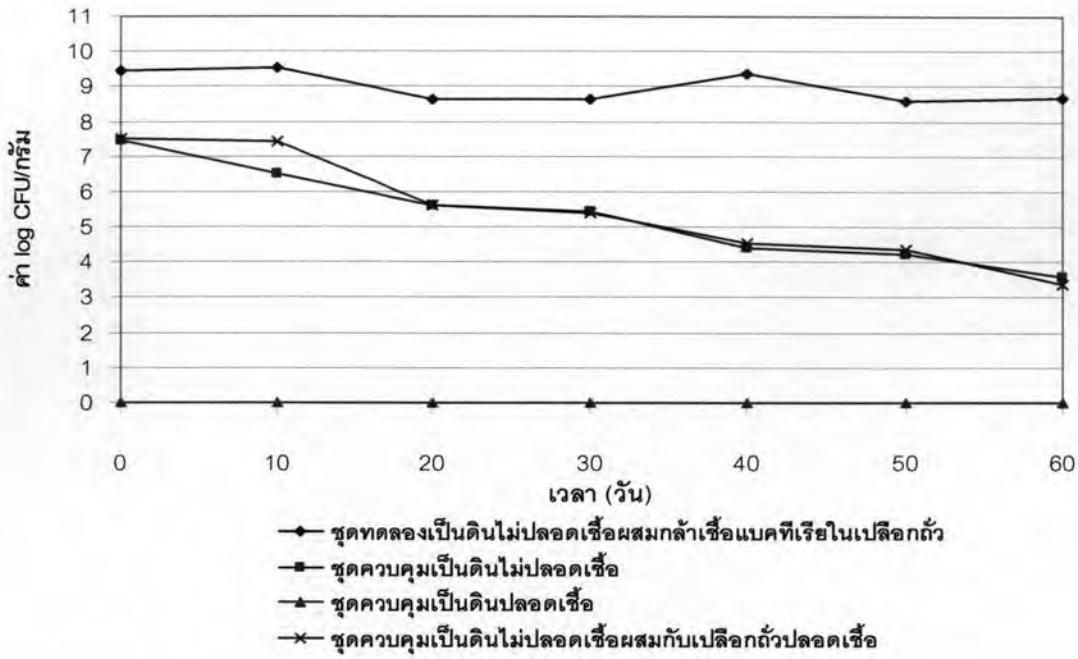
ผลวิเคราะห์ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ เทียบเป็น มก.ต่อ กก.ของดิน พบว่า วันที่ 0 ของชุดการทดลองที่ 2 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเศษใบไม้ชนิดต่างๆลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน) มีปริมาณไพรีนเริ่มต้นเท่ากับ 119.23 มก.ต่อ กก.ของดิน (100%) จนกระทั่งวันที่ 60 ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ มีค่าเท่ากับ 34.96 มก.ต่อ กก.ของดิน (28.43%) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมทั้ง 3 ชุด พบว่า วันที่ 0 ชุดควบคุมที่1(ดินไม่ปลอดเชื้อ), ชุดควบคุมที่2 (ดินปลอดเชื้อ) และชุดควบคุมที่3 (ดินไม่ปลอดเชื้อผสมเศษใบไม้ชนิดต่างๆปลอดเชื้อ) มีปริมาณไพรีนเริ่มต้นเท่ากับ 100.08 , 103.06 และ 103.07 มก.ต่อ กก.ของดิน ตามลำดับ จนกระทั่งวันที่ 60 ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ มีค่าเท่ากับ 64.64 , 75.23 และ 71.15 มก.ต่อ กก.ของดิน ตามลำดับ(จากรูป4.15) จะเห็นได้ว่า ปริมาณไพรีนในชุดควบคุมทั้ง 3 ชุด มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพของดิน ปัจจัยทางกายภาพของเศษใบไม้ชนิดต่างๆ ไม่มีผลต่อการย่อยสลายไพรีนในดินสภาวะ solid



รูปที่ 4.15 การย่อยสลายไพรีนในดินที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน โดยกล้าเชื้อแบคทีเรียในเศษใบไม้ชนิดต่างๆ

4.4.1.5 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 3 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน) และชุดควบคุม

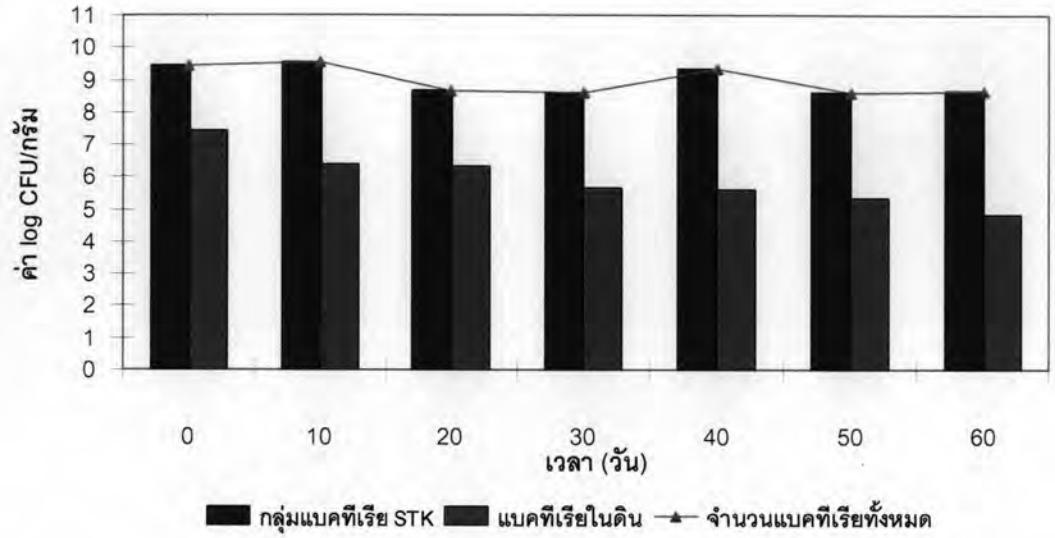
ผลวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรีย พบว่า วันที่ 0 ของชุดการทดลองที่ 3 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 9.43 log CFUต่อกรัม และมีการเพิ่มจำนวนมากที่สุดในวันที่ 10 มีค่าเท่ากับ 9.54 log CFUต่อกรัม จากนั้นหลังจากวันที่ 10 เป็นต้นไป จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดจะมีค่าลดลง จนกระทั่งวันที่ 60 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 8.65 log CFUต่อกรัม (รูปที่4.16)



รูปที่ 4.16 จำนวนแบคทีเรียในชุดทดลองที่ 3 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน) และชุดควบคุม

จากการทดลอง ได้ศึกษาแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 3 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน) โดยแยกแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแบคทีเรีย STKและแบคทีเรียในดิน (จากรูปที่ 4.17) พบว่า วันที่ 0 ของการทดลอง จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK และแบคทีเรียในดิน มีค่าเท่ากับ 9.43 และ 7.44 log CFUต่อกรัม โดยกลุ่มแบคทีเรีย STK มีจำนวนมากที่สุดในวันที่ 10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.54 log CFUต่อกรัม จากนั้นหลังจากวันที่ 10 เป็นต้นไป กลุ่มแบคทีเรีย STK จะเริ่มลดจำนวนลง จนกระทั่งวันที่ 60 จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK มีค่าเท่ากับ 8.65 log CFUต่อกรัม ส่วนจำนวนแบคทีเรียในดินจะลดลงอย่างรวดเร็วจนมีค่าเท่ากับ 4.82 log CFUต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับผลข้อที่ 4.4.1.1 จะเห็นได้ว่า จำนวนแบคทีเรียในดินที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน ลดลงมากกว่าจำนวนแบคทีเรียในดินที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน แสดงให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไพรีนสูงขึ้น แบคทีเรียในดินจะเจริญและอยู่รอดได้น้อยลง แต่กลุ่มแบคทีเรีย STK สามารถเจริญและอยู่รอดได้ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนแบคทีเรียในดินของชุดการทดลองที่ 3 กับชุดควบคุมที่ 1 (ดินไม่ปลอดเชื้อ)และชุดควบคุมที่ 3 (ดินไม่ปลอดเชื้อผสมเปลือกถั่วปลอดเชื้อ) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ไม่เกิด

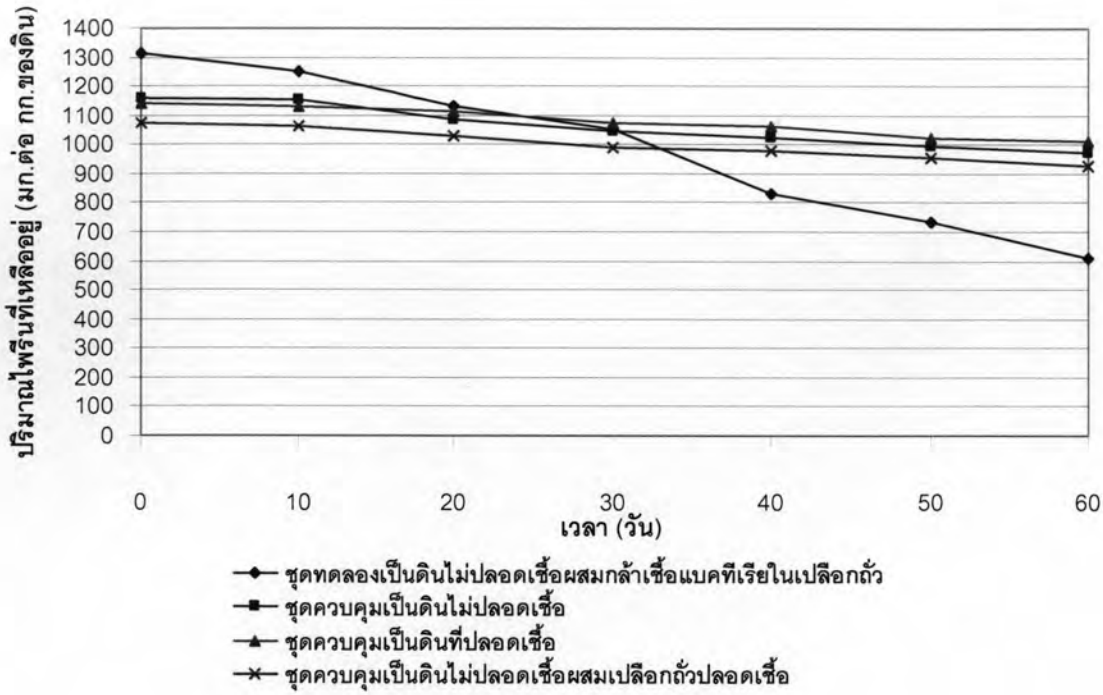
การแข่งขันกันระหว่างกล้าเชื้อแบคทีเรียและแบคทีเรียในดินและเมื่อเติมเปลือกถั่วปลอดเชื้อลงไป พบว่า ไม่มีผลต่อการเพิ่มและลดจำนวนของแบคทีเรียในดิน



รูปที่ 4.17 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 3 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน)

4.4.1.6 การย่อยสลายไพรีนในดินที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน โดยกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่ว

ผลวิเคราะห์ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่เทียบเป็นมก.ต่อ กก.ของดิน พบว่า วันที่ 0 ของชุดการทดลองที่ 3 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน) มีปริมาณไพรีนเริ่มต้นเท่ากับ 1317.11 มก.ต่อ กก.ของดิน (100%) จนกระทั่งวันที่ 60 ของการทดลอง ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ มีค่าเท่ากับ 607.05 มก.ต่อ กก.ของดิน (46.09%) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมทั้ง 3 ชุด พบว่า วันที่ 0 ชุดควบคุมที่ 1(ดินไม่ปลอดเชื้อ) , ชุดควบคุมที่ 2 (ดินปลอดเชื้อ) และ ชุดควบคุมที่ 3 (ดินไม่ปลอดเชื้อผสมเปลือกถั่วปลอดเชื้อ) มีปริมาณไพรีนเริ่มต้นเท่ากับ 1159.45 , 1141.39 และ 1076.47 มก.ต่อ กก.ของดิน ตามลำดับ จนกระทั่งวันที่ 60 ของการทดลอง ปริมาณไพรีนที่เหลืออยู่ มีค่าเท่ากับ 973.68 , 1011.46 และ 930.32 มก.ต่อ กก.ของดิน ตามลำดับ(จากรูป4.18) จะเห็นได้ว่าปริมาณไพรีนในชุดควบคุมทั้ง 3 ชุด มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพของดิน ปัจจัยทางกายภาพของเปลือกถั่ว ไม่มีผลต่อการย่อยสลายไพรีนในดินสภาวะ solid



รูปที่ 4.18 การย่อยสลายไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน โดยกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่ว

4.4.2 การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญและการอยู่รอดร่วมกับการย่อยสลายไพรีนในดินสภาวะ slurry อัตราส่วนดิน 1 กรัมต่อน้ำ 8 มิลลิลิตร ของกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ

การบำบัดดินปนเปื้อนไพรีนด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วและเศษใบไม้ชนิดต่างๆ โดยแบ่งชุดทดลองออกเป็น 2 ชุด คือ

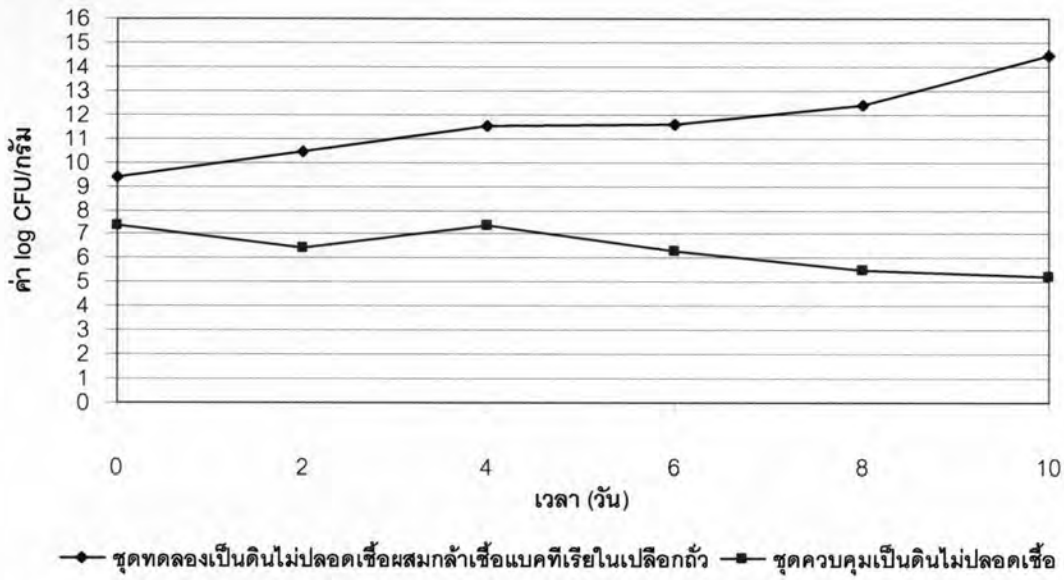
ชุดการทดลองที่ 1 เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน

ชุดการทดลองที่ 2 เติมกล้าเชื้อที่เลี้ยงในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน

ชุดควบคุม ดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 และ 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน ซึ่งไม่มีการเติมกล้าเชื้อแบคทีเรีย

4.4.2.1 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 1 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน)และชุดควบคุม

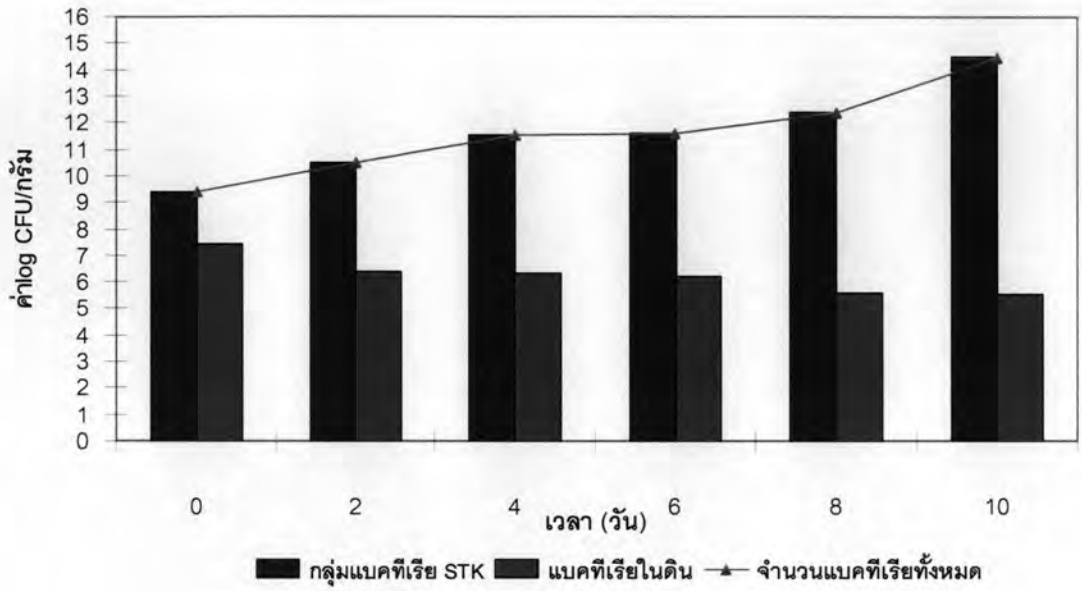
ผลวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรีย พบว่า วันที่ 0 ของชุดการทดลองที่ 1 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 9.35 log CFU ต่อกรัม และจะเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งวันที่ 10 ของการทดลอง พบว่า มีจำนวนมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.47 log CFUต่อกรัม(รูปที่ 4.19)



รูปที่ 4.19 จำนวนแบคทีเรียในชุดทดลองที่ 1 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน)และชุดควบคุม

จากการทดลอง ได้ศึกษาแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 1 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน) โดยแยกแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแบคทีเรีย STKและแบคทีเรียในดิน (จากรูปที่ 4.20) พบว่า วันที่ 0 ของการทดลอง จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK และแบคทีเรียในดิน มีค่าเท่ากับ 9.35 และ 7.4 log CFUต่อกรัม โดยกลุ่มแบคทีเรีย STK มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีจำนวนมากที่สุดในวันที่ 10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.47 log CFUต่อกรัม ส่วนแบคทีเรียในดินมีจำนวนลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งวันที่ 10 จำนวนเชื้อแบคทีเรียในดิน มีค่าเท่ากับ 5.49 log CFUต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบจำนวนแบคทีเรียในดินของชุดการทดลองที่ 1 กับชุดควบคุม (ดินไม่ปลอดเชื้อ) พบว่า

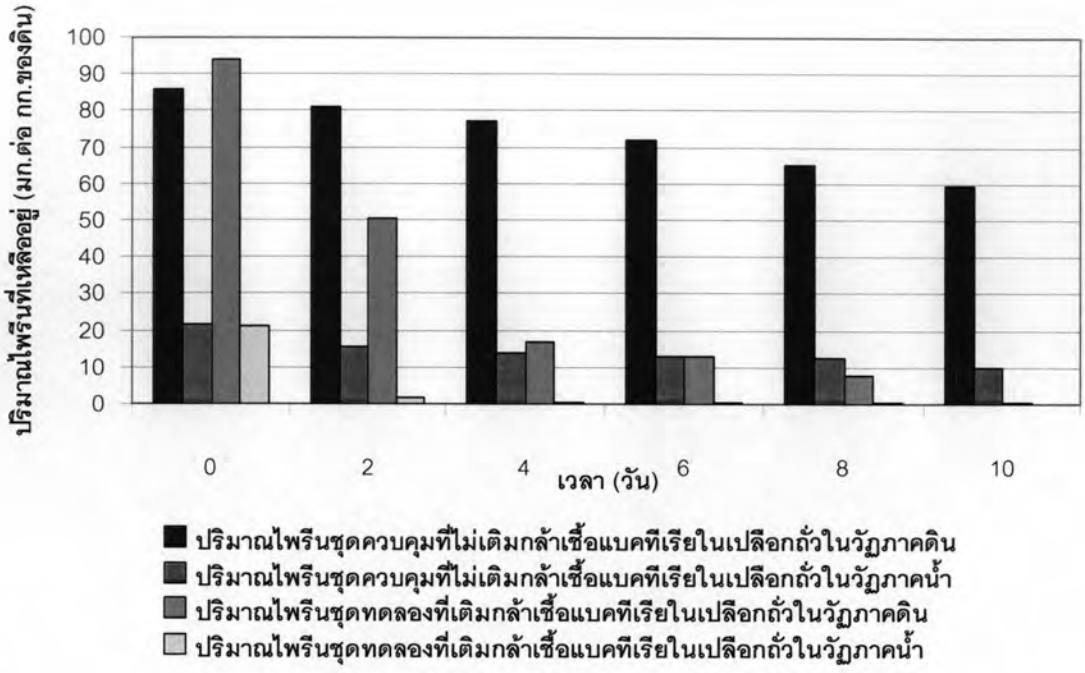
มีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดการแข่งขันกันระหว่างกล้าเชื้อแบคทีเรียและแบคทีเรียในดิน



รูปที่ 4.20 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 1 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน)

4.4.2.2 การย่อยสลายไพรีนในดินที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน โดยกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่ว

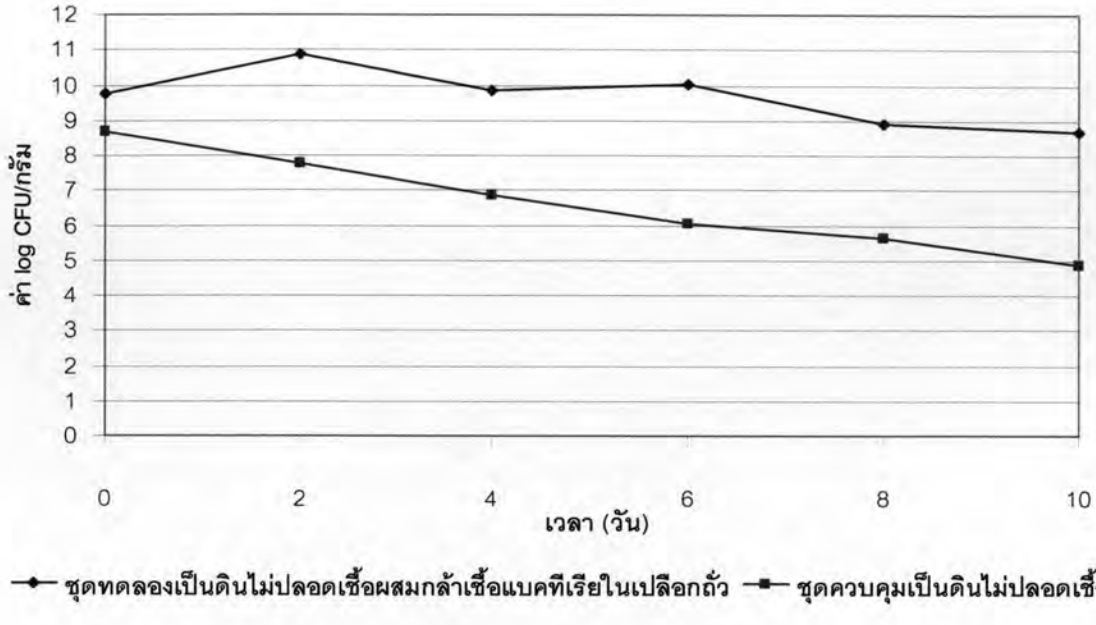
จากการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายไพรีนในดินสภาวะ slurry อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:8 (กรัมต่อมล.) โดยกล้าเชื้อที่เลี้ยงในเปลือกถั่ว (รูปที่ 4.21) ทำการทดลองโดยแยกส่วนวัฏภาคดินและน้ำ จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณไพรีนโดย HPLC พบว่า ไพรีนจะติดอยู่ในวัฏภาคดินได้มากกว่าวัฏภาคน้ำ ซึ่งดูจากปริมาณไพรีนที่สกัดได้จากส่วนวัฏภาคดินเทียบกับวัฏภาคน้ำทั้งในชุดควบคุมที่ไม่เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียและชุดทดลองที่เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียซึ่งจะเห็นได้ว่า วันที่ 0 ของการทดลอง ปริมาณไพรีนเริ่มต้นในส่วนวัฏภาคดินและวัฏภาคน้ำของชุดทดลอง มีค่าเท่ากับ 94.01 มก.ต่อ กก.ของดิน และ 21.08 มก.ต่อ กก.ของดิน (100%) ตามลำดับ เมื่อทำการเลี้ยงเชื้อจนถึงวันที่ 10 ของการทดลอง พบว่า ปริมาณไพรีนในส่วนวัฏภาคดินและวัฏภาคน้ำของชุดทดลองที่มีการเติมกล้าเชื้อ เหลืออยู่เพียง 0.38 มก.ต่อ กก.ของดิน (0.4%)และ 0.18 มก.ต่อ กก.ของดิน (0.84%) ตามลำดับ



รูปที่ 4.21 **แผนภูมิแท่งแสดงการย่อยสลายไพรีนที่ความเข้มข้น** 100 **มก.ต่อ กก.ของดิน ในดินสภาวะ** slurry **(อัตราส่วนดิน** 1 **กรัมต่อน้ำ** 8 **มิลลิลิตร) โดยกล้าเชื้อแบคทีเรียที่เลี้ยงในเปลือกถั่ว**

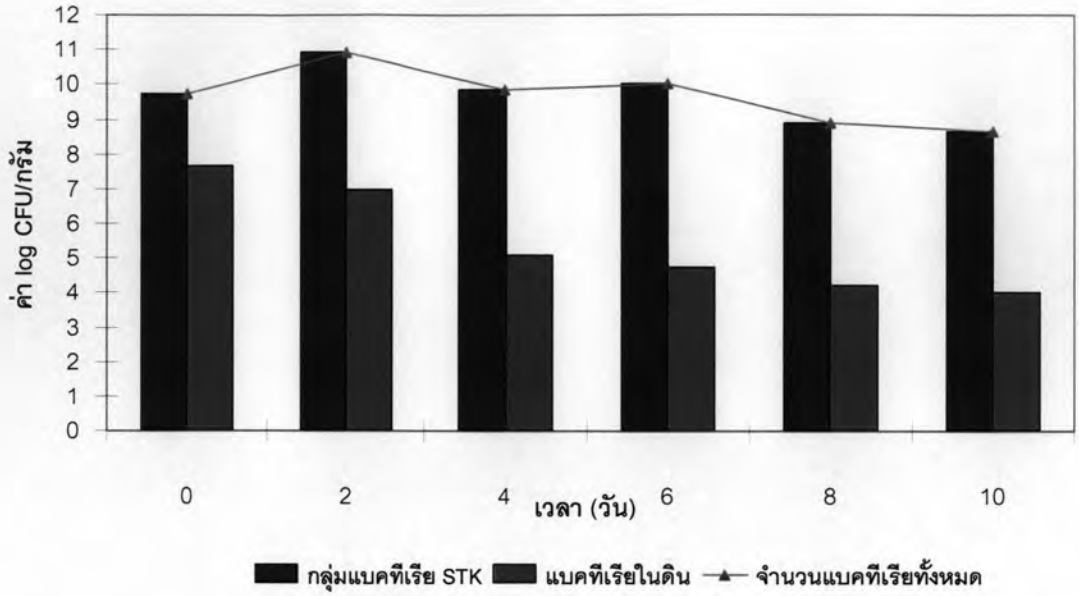
4.4.2.3 **จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่** 2 **(เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น** 1000 **มก. ต่อกก.ของดิน)และชุดควบคุม**

ผลวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรีย พบว่า วันที่ 0 ของชุดการทดลองที่ 2 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 9.75 log CFUต่อกรัมและจะเพิ่มจำนวนในวันที่ 2 ของการทดลอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.89 log CFUต่อกรัม จากนั้นหลังจากวันที่ 2 เป็นต้นไป จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดจะลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งวันที่ 10 ของการทดลอง จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 8.66 log CFUต่อกรัม (รูปที่ 4.22)



รูปที่ 4.22 จำนวนแบคทีเรียในชุดทดลองที่ 2 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อกก.ของดิน)และชุดควบคุม

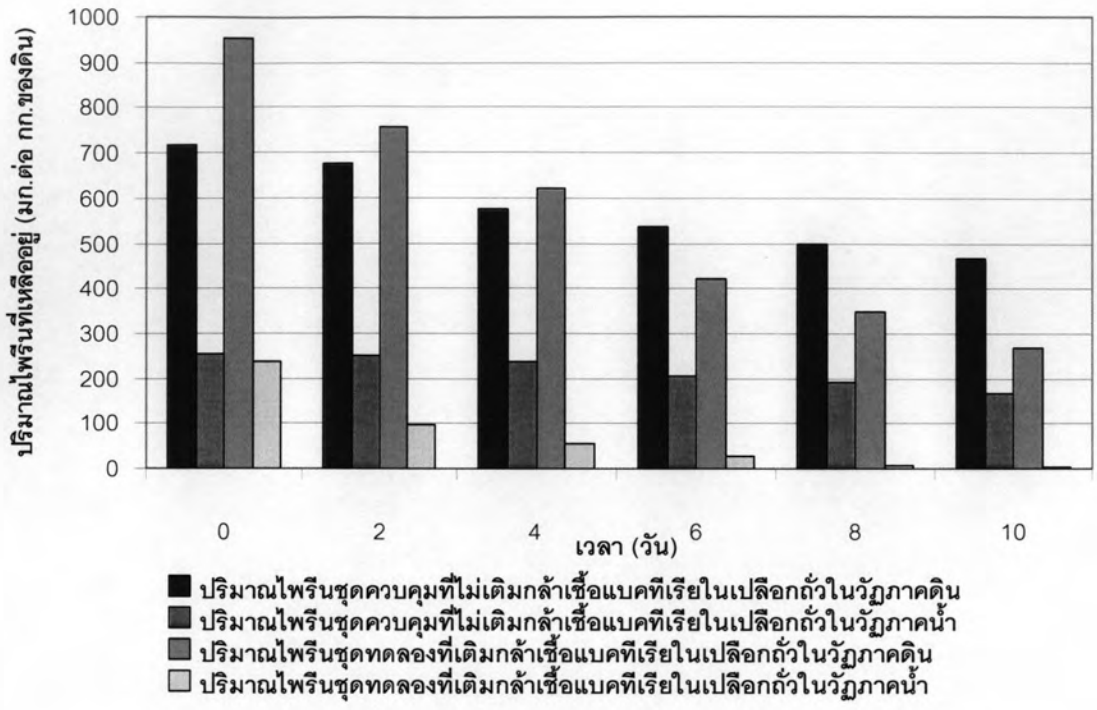
จากการทดลอง ได้ศึกษาแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 2 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อกก.ของดิน) โดยแยกแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแบคทีเรีย STKและแบคทีเรียในดิน (จากรูปที่ 4.23) พบว่า วันที่ 0 ของการทดลอง จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK และแบคทีเรียในดิน มีค่าเท่ากับ 9.75 และ 7.67 log CFUต่อกรัม โดยกลุ่มแบคทีเรีย STK มีจำนวนเพิ่มขึ้นมากที่สุด ในวันที่ 2 ของการทดลอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.89 log CFUต่อกรัม จากนั้นจำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK จะลดลงเล็กน้อย จนกระทั่งวันที่ 10 จำนวนกลุ่มแบคทีเรีย STK มีค่าเท่ากับ 8.66 log CFUต่อกรัม ส่วนแบคทีเรียในดินมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งวันที่ 10 ของการทดลอง จำนวนเชื้อแบคทีเรียในดิน มีค่าเท่ากับ 4 log CFUต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนแบคทีเรียในดินที่เลี้ยงในดินปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ กก.ของดิน พบว่า จำนวนแบคทีเรียในดินที่เลี้ยงในดินปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน ลดลงเร็วกว่าที่เลี้ยงในดินปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 100 มก.ต่อ 1 กก.ของดิน แสดงให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไพรีนสูงขึ้นแบคทีเรียในดินจะเจริญและอยู่รอดได้น้อยลง แต่กลุ่มแบคทีเรีย STK สามารถเจริญและอยู่รอดได้ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนแบคทีเรียในดินของชุดการทดลองที่ 2 กับชุดควบคุม(ดินไม่ปลอดเชื้อ) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดการแข่งขันกันระหว่างกล้าเชื้อแบคทีเรียและแบคทีเรียในดิน



รูปที่ 4.23 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดการทดลองที่ 2 (เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียในเปลือกถั่วลงดินไม่ปลอดเชื้อที่ปนเปื้อนไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน)

4.4.2.4 การย่อยสลายไพรีนที่มีความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน ในดิน โดยกล้าเชื้อที่เลี้ยงในเปลือกถั่ว

จากการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายไพรีนในดินสภาวะ slurry อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:8 (กรัมต่อมล.) โดยกล้าเชื้อที่เลี้ยงในเปลือกถั่ว (รูปที่ 4.21) ทำการทดลองโดยแยกส่วนวัฏภาคดินและน้ำ จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณไพรีนโดย HPLC พบว่า ไพรีนจะติดอยู่ในวัฏภาคดินได้มากกว่าวัฏภาคน้ำ ซึ่งดูจากปริมาณไพรีนที่สกัดได้จากส่วนวัฏภาคดินเทียบกับวัฏภาคน้ำทั้งในชุดควบคุมที่ไม่เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียและชุดทดลองที่เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียซึ่งจะเห็นได้ว่า วันที่ 0 ของการทดลอง ปริมาณไพรีนเริ่มต้นในส่วนวัฏภาคดินและวัฏภาคน้ำของชุดทดลอง มีค่าเท่ากับ 954.77 และ 237.26 มก.ต่อ กก.ของดิน (100%) ตามลำดับ เมื่อทำการเลี้ยงเชื้อจนถึงวันที่ 10 ของการทดลอง พบว่า ปริมาณไพรีนในส่วนวัฏภาคดินและวัฏภาคน้ำของชุดทดลองที่มีการเติมกล้าเชื้อ เหลืออยู่เพียง 267.89 มก.ต่อ กก.ของดิน (28.06%) และ 5.10 มก.ต่อ กก.ของดิน (65.06%) ตามลำดับ



รูปที่4.24 แผนภูมิแท่งแสดงการย่อยสลายไพรีนที่ความเข้มข้น 1000 มก.ต่อ กก.ของดิน ในดินสภาวะ slurry (อัตราส่วนดิน 1 กรัมต่อน้ำ 8 มิลลิลิตร) โดยกล้าเชื้อแบคทีเรียที่เลี้ยงในเปลือกถั่ว