

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ลักษณะของตัวอย่างดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินจาก 13 จังหวัดในประเทศไทย จำนวน 18 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างดินที่เก็บรวบรวมได้มีเนื้อดิน สี ต่างกัน ตัวอย่างดินส่วนใหญ่เก็บในบริเวณที่มีการเกษตรกรรม เช่น นาข้าว สวนผลไม้ เป็นต้น และบริเวณที่มีต้นไม้ หรือวัชพืชขึ้นปกคลุมอยู่ ทำให้มีเศษรากไม้ปะปนด้วย เมื่อวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างดินทั้งหมดที่เก็บได้พบว่า ตัวอย่างดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.50 ถึง 9.10 ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แหล่งที่มา ลักษณะทั่วไปและค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างดิน

ตัวอย่างดิน	แหล่งที่มา	ลักษณะทั่วไป	ค่าความเป็นกรดต่าง
1	ต.โคกกระเทียม จ.ลพบุรี แปลงข้าวโพด	สีดำ ร่วน เนื้อดินจับเป็น ก้อนเล็กน้อย	8.91
2	ต.ทะเลชุบศร จ.ลพบุรี ไต้ต้นมะม่วง	สีดำ เนื้อดินจับเป็นก้อน แข็งและแห้ง	6.49
3	อ.โคกเจริญ จ.ลพบุรี นาข้าว	สีดำ เนื้อดินเหนียวจับเป็น ก้อน	8.92
4	อ.โคกเจริญ จ.ลพบุรี บริเวณสวนผลไม้	สีดำ เนื้อดินเหนียวจับเป็น ก้อน	8.88
5	จ.ระยอง ไต้ต้นไม้ บริเวณที่ว่าง	สีดำ-แดง ร่วน เม็ดดิน ขนาดเล็ก	6.99
6	อ.ไพศาลี จ.นครสวรรค์ ไต้ต้นไม้ ใกล้ลำห้วย	สีน้ำตาล เม็ดละเอียด	5.56
7	อ.ศรีเทพ จ.เพชรบูรณ์ ไร่ข้าวโพด	สีดำ เม็ดดินกลมละเอียด เนื้อดินค่อนข้างร่วน	8.04

ตารางที่ 4.1 แหล่งที่มา ลักษณะทั่วไปและค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างดิน (ต่อ)

ตัวอย่างดิน	แหล่งที่มา	ลักษณะทั่วไป	ค่าความเป็นกรดต่าง
8	สุขุมวิท 31 คลองเตย กรุงเทพฯ ใต้ต้นไม้	สีดำ เนื้อดินจับเป็นก้อน เหนียว	7.78
9	อ.เมือง จ.ชัยนาท สวนผลไม้	สีน้ำตาล เนื้อดินจับเป็น ก้อนแข็งและบางส่วนเป็น ผงละเอียด	6.05
10	อ.ผักไห่ จ.อยุธยา นาข้าว	สีดำและน้ำตาล เนื้อดิน ร่วน แห้งและมีเศษไม้ ข้าวเปลือกและก้อนกรวด	4.50
11	อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี สวนน้อยหน้า	สีแดง เนื้อดินร่วน ละเอียดและแห้ง	6.65
12	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ใต้ต้นไม้	สีดำ เนื้อดินจับเป็นก้อน มีเศษรากไม้ปนอยู่	8.82
13	อ.เมือง จ.ชุมพร ใต้ต้นไม้มีวัชพืชปกคลุม	สีดำ เนื้อดินก้อนเล็กและ ค่อนข้างร่วน	7.02
14	อ.เมือง จ.ภูเก็ต บริเวณใกล้ชายหาด	สีน้ำตาล มีทรายปะปน	7.93
15	จ.ยโสธร บริเวณแม่น้ำชี	สีน้ำตาล เนื้อดินแห้งและ แข็งมีเศษไม้ปะปน	6.33
16	อ.เมือง จ.อุบลราชธานี บริเวณใต้ต้นไม้	สีน้ำตาล เนื้อดินร่วน	9.10
17	จ.ยโสธร บริเวณใกล้ลำน้ำทวน	สีดำ-น้ำตาล เนื้อดิน ละเอียดร่วน	6.20
18	จ.นครราชสีมา แปลงผัก	สีน้ำตาลอ่อน เนื้อดิน ละเอียด มีเศษรากไม้ ปะปน	5.79

4.2 การแยกสเตรปโตมัยซีทีสจากตัวอย่างดิน

ทำการแยกสเตรปโตมัยซีทีสจากตัวอย่างดิน 18 ตัวอย่าง โดยใช้อาหารฮิวมิก แอซิด วิตามิน อการ์ พบว่าสามารถแยกสเตรปโตมัยซีทีสได้จำนวน 50 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 หมายเลขของสายพันธุ์สเตรปโตมัยซีทีสที่แยกได้จากตัวอย่างดิน 18 ตัวอย่าง

หมายเลข ตัวอย่างดิน	สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซีทีสที่แยกได้	หมายเลข ตัวอย่างดิน	สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซีทีสที่แยกได้
1	S1-1	10	S10-1, S10-2, S10-3, S10-4, S10-5
2	-	11	S11-1, S11-2, S11-3
3	S3-1	12	-
4	S4-1	13	-
5	S5-1, S5-2	14	S14-1, S14-2, S14-3
6	S6-2	15	S15-1, S15-2, S15-3, S15-4
7	S7-1, S7-2, S7-3, S7-4	16	S16-1, S16-2, S16-3
8	S8-1, S8-2, S8-3, S8-4	17	S17-1, S17-2, S17-3, S17-4, S17-5, S17-6
9	S9-1, S9-2, S9-3, S9-4 , S9-5, S9-6, S9-7	18	S18-1, S18-2, S18-3, S18-4, S18-5

- : ไม่สามารถแยกได้

4.3 การศึกษาลักษณะของสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากดิน

4.3.1 การศึกษาสีของโคโลนีและสปอร์

จากการนำสเตรปโตมัยซิทีส 50 สายพันธุ์มาเพาะเลี้ยงบนอาหารอินออร์แกนิกซอลท์ สตาร์ช อการ์ เมื่อเชื้อเจริญเต็มที่จนสามารถเห็นสปอร์ บันทึกสีของโคโลนีและสปอร์พบว่าโคโลนีของสเตรปโตมัยซิทีสมีลักษณะนูนบนผิวอาหารและขรุขระ สีของโคโลนีมีสีต่างๆ ดังนี้คือ เหลือง เทา น้ำตาล ขาว ชมพู และแดง ส่วนสีของสปอร์ ได้แก่ เทา ขาว เหลือง น้ำตาล และดำ สเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์ส่วนใหญ่จะมีสีของโคโลนีและสปอร์จะแตกต่างกัน แต่หลายสายพันธุ์พบว่ามีสีเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3

4.3.2 การศึกษาการสร้างรงควัตถุเมลานิน (melanin pigment) และรงควัตถุที่สามารถแพร่กระจายได้ (diffusible pigment)

ผลการศึกษาการสร้างรงควัตถุสองชนิด พบว่าสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์ส่วนใหญ่จะไม่สร้างรงควัตถุทั้งสองชนิด ส่วนใหญ่จะสร้างเพียงชนิดเดียวอย่างใดอย่างหนึ่งและบางสายพันธุ์เท่านั้นที่สามารถสร้างได้สองชนิด จากการศึกษาพบว่ามีสองสายพันธุ์ที่สามารถสร้างรงควัตถุได้สองชนิด คือ S10-4 และ S16-2 รงควัตถุเมลานินที่เกิดขึ้นจะมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ ส่วนสีของรงควัตถุที่สามารถแพร่กระจายได้นั้นส่วนใหญ่เป็นสีในกลุ่มสีเหลืองและน้ำตาล ดังแสดงในตารางที่ 4.3

4.3.2 การศึกษาลักษณะของมัยซิเลียและการเรียงตัวของสปอร์

จากการตรวจสอบรูปร่างของสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากตัวอย่างดินจำนวน 50 สายพันธุ์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่ามีลักษณะเป็นมัยซิเลียที่ไม่มีผนังกัน มัยซิเลียมีการแตกแขนงเป็นสายสั้นและยาว ลักษณะของสปอร์มีการเรียงต่อกันเป็นสายยาวจำนวนตั้งแต่ 2 สปอร์จนถึง 20 สปอร์ หรือมากกว่านั้น สายของสปอร์ของสเตรปโตมัยซิทีสแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะแตกต่างกัน คือ มีลักษณะเป็นสายตรง โค้งงอ และมีลักษณะม้วนเป็นเกลียว การเรียงตัวของสปอร์พบที่เกิดขึ้นบริเวณปลายของมัยซิเลียและมีบางส่วนหลุดออกจากมัยซิเลีย

ตารางที่ 4.3 สีของโคลนและสปอร์ และการสร้างรงควัตถุของสเตรปโตมัยซิที่สที่แยกได้จากดิน

สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซิที่ส	สีโคลน	สีสปอร์	การสร้างรงควัตถุ เมลานิน	การสร้างรงควัตถุที่ สามารถแพร่กระจายได้
S1-1	เหลืองอ่อน	เทา	-	เหลืองอ่อน
S3-1	เหลือง	เทา	-	เหลืองเข้ม
S4-1	เทา-น้ำตาล	เทาเข้ม	+	-
*S5-1	ครีม	เทา-น้ำตาล	-	-
*S5-2	เหลือง	ขาว	-	-
*S6-2	เหลือง-ส้ม	เทา-น้ำตาล	-	-
*S7-1	เหลืองอ่อน	น้ำตาล	-	เหลือง
S7-2	เทา	เทา	-	เหลือง
*S7-3	ครีม-แดง	น้ำตาล	-	เหลือง
S7-4	เทา-น้ำตาล	เทา-น้ำตาล	-	น้ำตาล
S8-1	ขาว	ขาว	-	-
S8-2	ชมพู	เทา	-	-
S8-3	เหลือง	เทา	-	เหลืองเข้ม
S8-4	เหลือง	เทา	-	เหลืองเข้ม
*S9-1	ครีม	น้ำตาล-ขาว	+	-
*S9-2	น้ำตาล-เหลือง	ครีม	-	เหลือง
*S9-3	ครีม-เหลือง	น้ำตาล	+	-
*S9-4	ครีม-เหลือง	น้ำตาลอ่อน	+	-
S9-5	เทา	เทา-น้ำตาล	-	-
S9-6	เทา-น้ำตาล	เทา-น้ำตาล	-	-
*S9-7	เหลืองอ่อน	น้ำตาลเข้ม	+	-
*S10-1	ครีม-เหลือง	น้ำตาล-ครีม	+	-
S10-2	เทา-น้ำตาล	เทา-น้ำตาล	-	-
S10-3	เทา	เทาเข้ม	-	-
S10-4	เทา	เทา	+	เทา
S10-5	ขาว	ขาว	-	เทา
S11-1	เหลืองเข้ม	เทา	-	เหลืองอ่อน
S11-2	ขาว	ขาว	-	เหลือง

ตารางที่ 4.3 สีของโคลนและสปอร์ และการสร้างรงควัตถุของสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกได้จากดิน (ต่อ)

สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซิทีส	สีโคลน	สีสปอร์	การสร้างรงควัตถุ เมลานิน	การสร้างรงควัตถุที่ สามารถแพร่กระจายได้
*S11-3	น้ำตาลส้ม	ขาว-เทา	-	เหลืองเข้ม
S14-1	เทา	เทา	-	-
S14-2	เหลือง	เทา-น้ำตาล	-	-
S14-3	เทา-น้ำตาล	เทา-น้ำตาล	-	-
S15-1	เหลือง	ขาว	-	น้ำตาลเข้ม
S15-2	ขาว	ขาว	-	-
S15-3	เหลืองอ่อน	ขาว	-	เหลืองเข้ม
S15-4	แดง	ขาว	-	-
S16-1	เหลือง	ขาว	-	-
S16-2	เหลืองเข้ม	เหลือง	+	เหลือง
S16-3	เหลืองอ่อน	น้ำตาล	+	-
S17-1	เทา	เทา	+	-
S17-2	เหลือง	เทา	-	-
S17-3	เทา	เทาเข้ม-ดำ	-	-
S17-4	ขาว	ขาว	-	เหลืองเข้ม
S17-5	เหลือง	เทา-น้ำตาล	+	-
S17-6	เหลืองอ่อน	ขาว	-	-
S18-1	เหลืองอ่อน	เทา	+	-
S18-2	เทา	เทา	+	-
S18-3	แดง	เทา	-	-
S18-4	เทา	เทา	-	-
S18-5	แดง	เทา	-	-

หมายเหตุ + : มีการสร้างรงควัตถุเมลานินในอาหาร

- : ไม่มีการสร้างรงควัตถุ

* : เป็นสายพันธุ์ที่สามารถแยกแอคติโนฟาจจากดินได้

4.4 การแยกแอคติโนฟาจที่สามารถเพิ่มจำนวนได้ในสเตรปโตมัยซีทีส

จากการนำสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ต่างๆที่แยกได้จากดิน มาทำการแยกแอคติโนฟาจโดยใช้ตัวอย่างดินชนิดเดียวกันกับที่ทำการแยกสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์นั้นๆด้วยวิธีการส่งเสริมการเจริญ และเมื่อนำส่วนน้ำใสมาตรวจสอบการติดเชื้อด้วยวิธีการทำอาหารวุ้นสองชั้น พบว่ามีสเตรปโตมัยซีทีส 12 สายพันธุ์ที่เกิดการติดเชื้อโดยดูจากการเกิดพลาัค ดังนั้นจึงสามารถแยกแอคติโนฟาจที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในสเตรปโตมัยซีทีสได้จำนวน 12 ชนิด ซึ่งจะเรียกชื่อแอคติโนฟาจตามสายพันธุ์ของสเตรปโตมัยซีทีสที่ทำการแยกได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แอคติโนฟาจที่สามารถทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกได้จากดิน

สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซีทีส	แอคติโนฟาจ	สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซีทีส	แอคติโนฟาจ
S5-1	Ac1	S9-2	Ac7
S5-2	Ac2	S9-3	Ac8
S6-2	Ac3	S9-4	Ac9
S7-1	Ac4	S9-7	Ac10
S7-3	Ac5	S10-1	Ac11
S9-1	Ac6	S11-3	Ac12

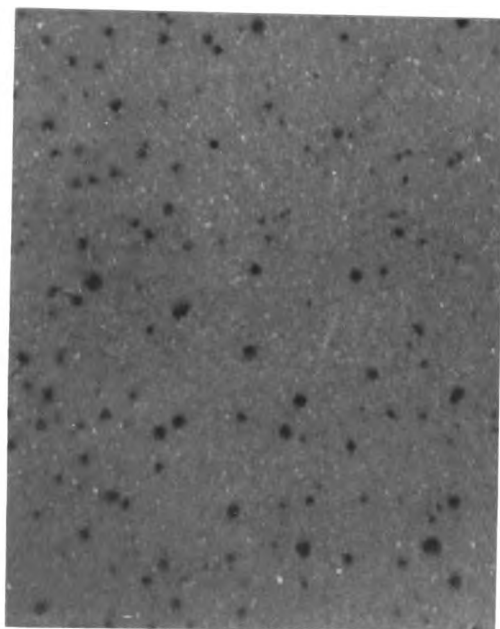
4.5 การศึกษาความสามารถในการเกิดพลาัคและลักษณะของพลาัค

แอกติโนฟาจทั้ง 12 ชนิด มีความสามารถในการทำให้เกิดพลาัคในสเตรปโตมัยซีที่สลายพันธุ์ที่ทำการแยกแอกติโนฟาจชนิดนั้นได้แตกต่างกัน ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 10^4 - 10^9 PFU/มิลลิลิตร ลักษณะของพลาัคของแอกติโนฟาจทุกชนิด ยกเว้น Ac3 จะมีรูปร่างกลมหรือค่อนข้างกลมและมีลักษณะใส ขอบของพลาัคส่วนใหญ่จะเรียบ มีเพียง 2 ชนิดที่มีลักษณะไม่เรียบ คือ พลาัคของแอกติโนฟาจ Ac11 และ Ac12 ดังแสดงในรูปที่ 4.1-4.6 ส่วนพลาัคที่เกิดจากการติดเชื้อของแอกติโนฟาจ Ac3 มีเชื้อสเตรปโตมัยซีที่สเจริญบริเวณกลางมีลักษณะเป็นจุดกลม ดังแสดงในรูปที่ 4.2

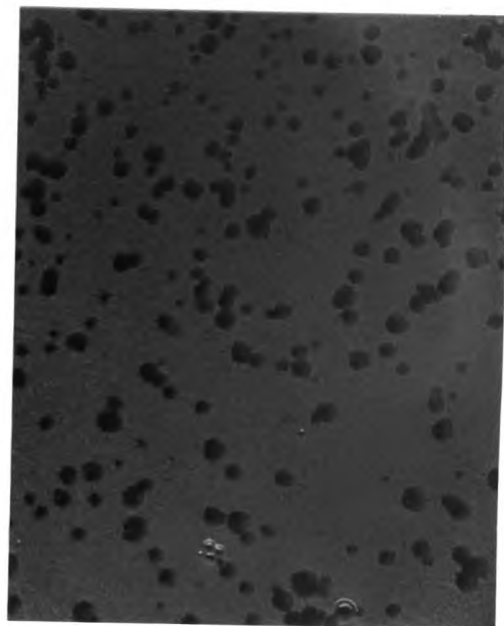
ขนาดของพลาัคของแอกติโนฟาจแต่ละตัวมีความแตกต่างกัน มีทั้งขนาดเล็กมากคือ 0.5 มิลลิเมตรจนถึงพลาัคขนาดใหญ่ 8.0 มิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.6 บางครั้งพลาัคที่เกิดบนจานเพาะเลี้ยงเชื้อของแอกติโนฟาจจะมีขนาดไม่เท่ากัน แต่ว่าแต่ละพลาัคจะให้ลักษณะของขอบและความขุ่นเป็นลักษณะแบบเดียวกัน

ตารางที่ 4.6 ค่าความสามารถในการเกิดพลาัคและลักษณะของพลาัคของแอกติโนฟาจ Ac1 ถึง Ac12

หมายเลข แอกติโนฟาจ	ค่าความสามารถในการเกิดพลาัค (PFU/มล.)	ลักษณะของพลาัค		
		ขนาด (มม.)	ความขุ่น	ลักษณะขอบ
Ac1	3.00×10^7	1.0-2.2	ใส	เรียบ
Ac2	4.75×10^6	1.2-2.5	ใส	เรียบ
Ac3	1.35×10^7	5.0-6.5	เชื้อเจริญเป็น จุดกลางพลาัค	เรียบ
Ac4	2.08×10^7	0.5-1.2	ใส	เรียบ
Ac5	1.03×10^5	0.5-1.0	ใส	เรียบ
Ac6	9.90×10^7	1.0-1.2	ใส	เรียบ
Ac7	6.65×10^6	0.5-1.0	ใส	เรียบ
Ac8	1.20×10^8	0.6-1.5	ใส	เรียบ
Ac9	1.20×10^7	3.0-8.0	ใส	เรียบ
Ac10	1.26×10^9	1.0-1.5	ใส	เรียบ
Ac11	1.50×10^8	0.5-1.0	ใส	ไม่เรียบ
Ac12	3.50×10^4	3.5-4.0	ใส	ไม่เรียบ

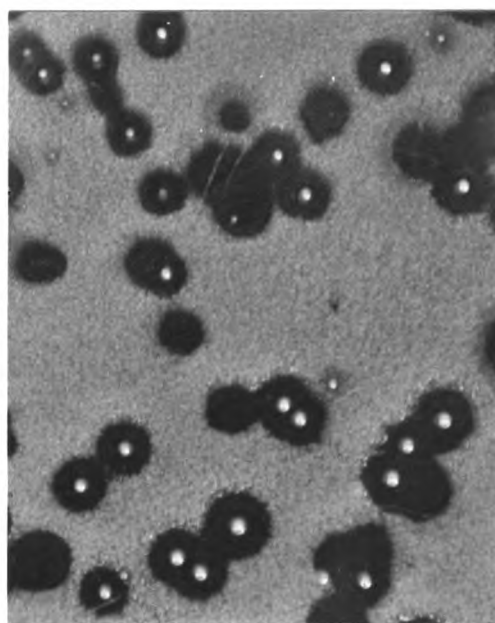


Ac1

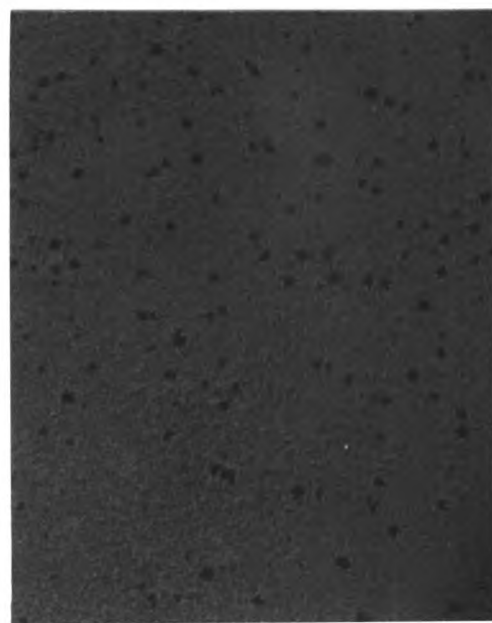


Ac2

รูปที่ 4.1 ลักษณะของผลึกของแอคตินโนฟาจ Ac1 และ Ac2

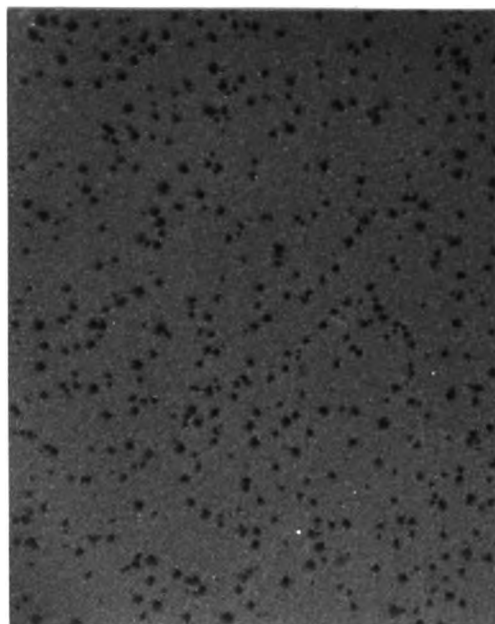


Ac3

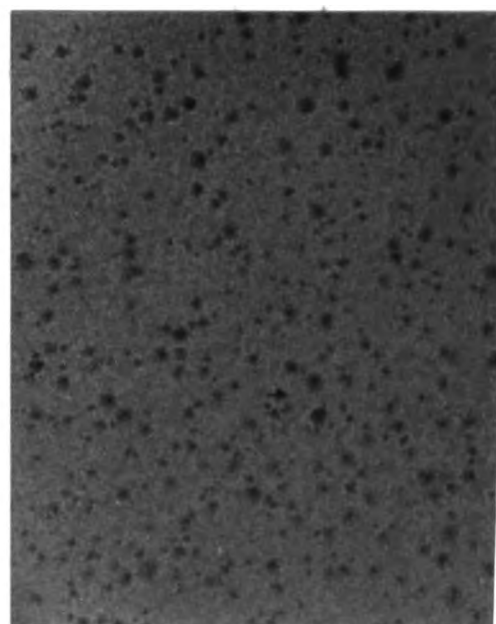


Ac4

รูปที่ 4.2 ลักษณะของผลึกของแอคตินโนฟาจ Ac3 และ Ac4



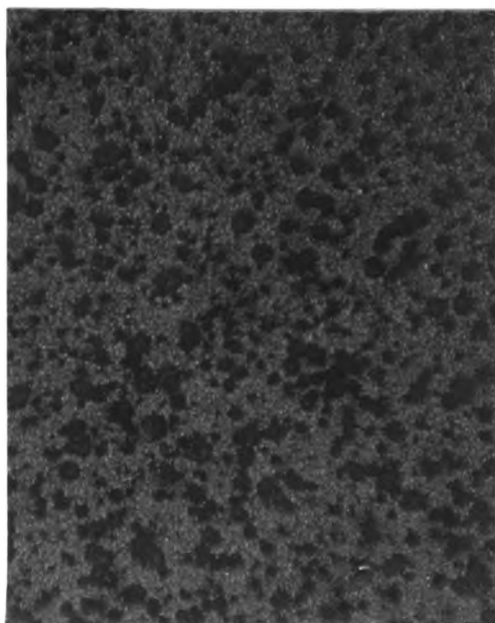
Ac5



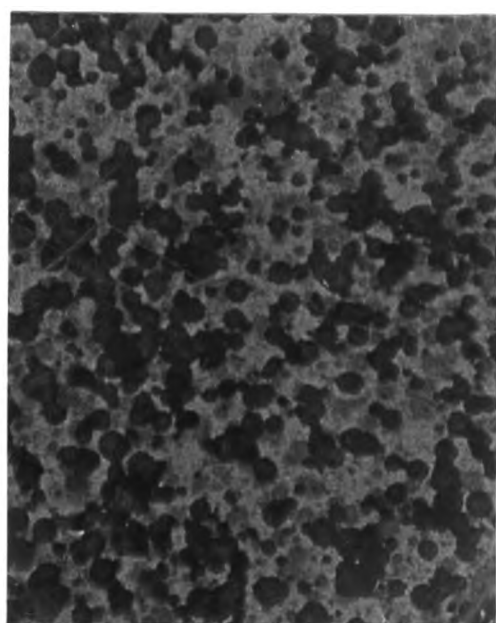
Ac6

รูปที่ 4.3

ลักษณะของผิวของแอคทีโนไฟจ Ac5 และ Ac6



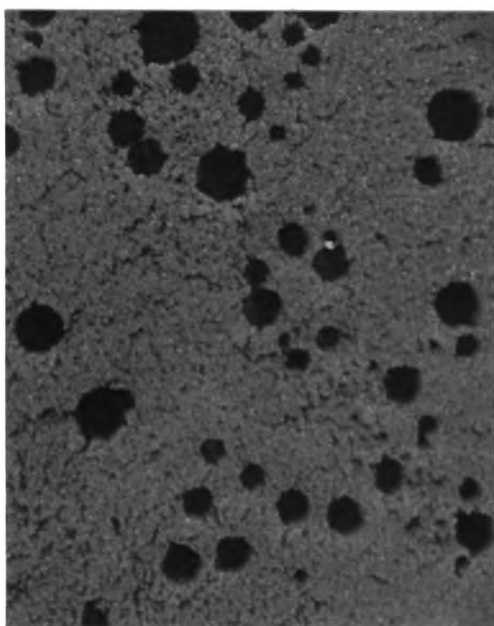
Ac7



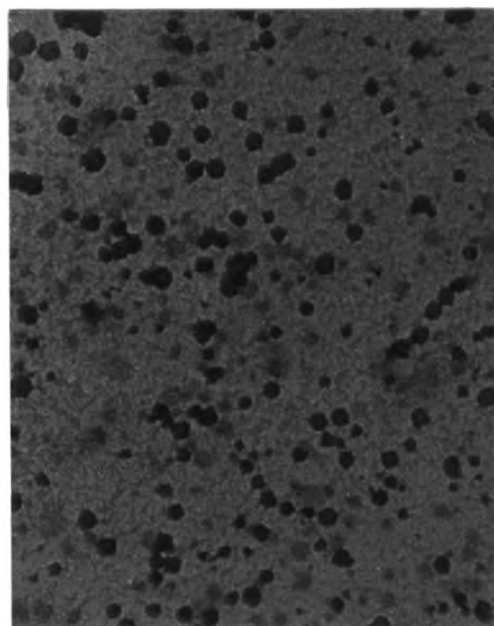
Ac8

รูปที่ 4.4

ลักษณะของผิวของแอคทีโนไฟจ Ac7 และ Ac8

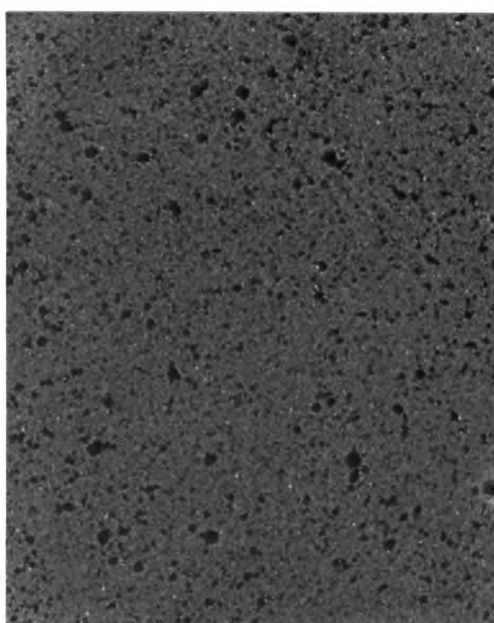


Ac9

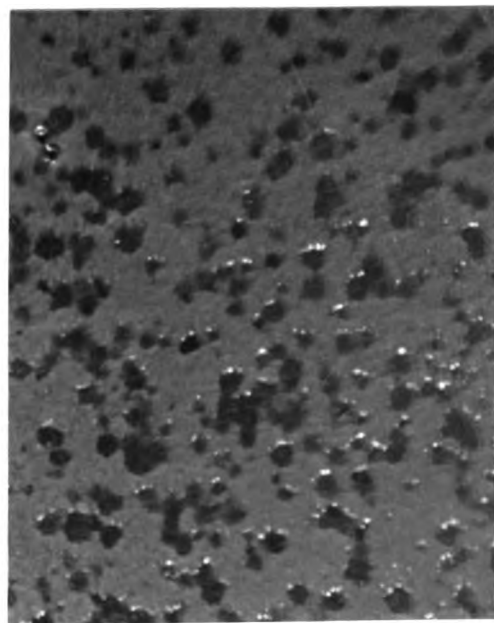


Ac10

รูปที่ 4.5 ลักษณะของพลาตของแอคตินีฟาจ Ac9 และ Ac10



Ac11



Ac12

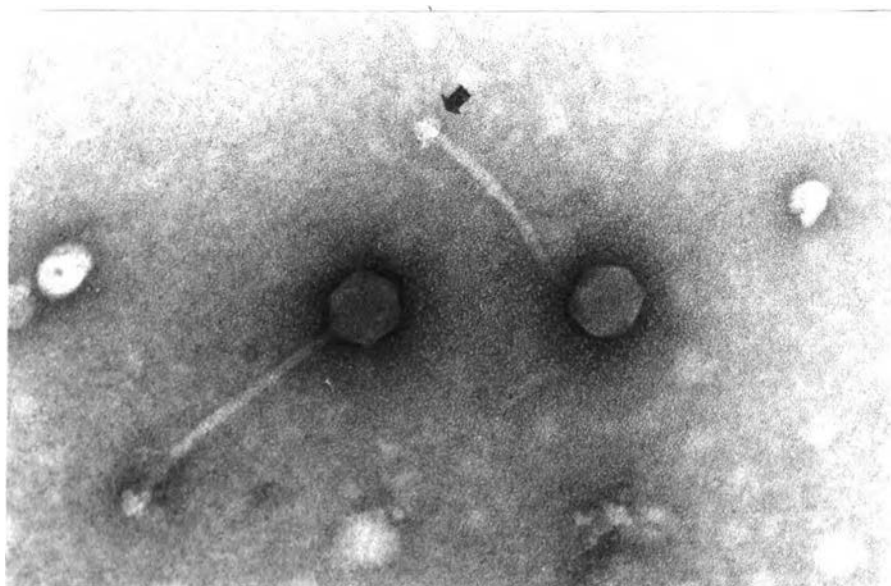
รูปที่ 4.6 ลักษณะของพลาตของแอคตินีฟาจ Ac11 และ Ac12

4.6 การจำแนกแอคติโนไฟจโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน

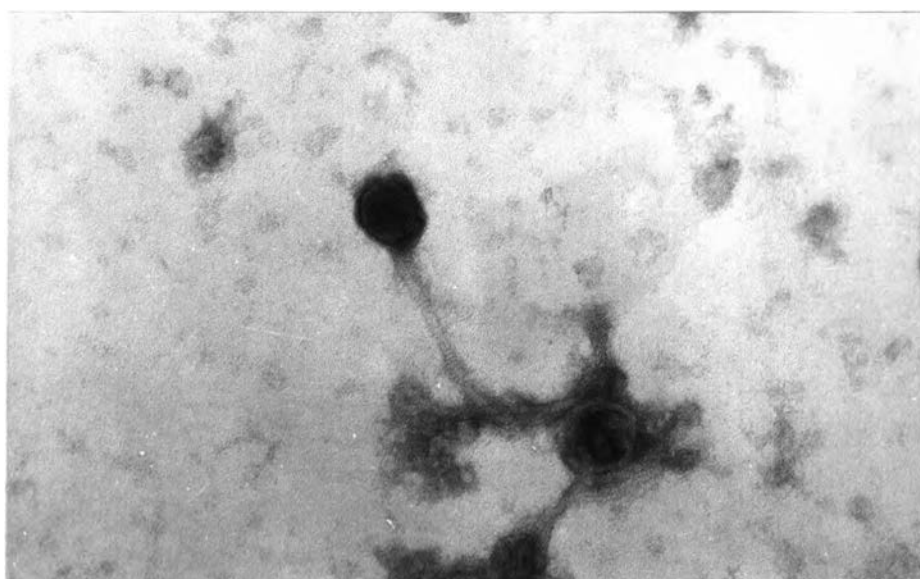
จากการศึกษารูปร่างอนุภาคแอคติโนไฟจจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านด้วยวิธีในกาทีฟ สเตนนิ่ง พบว่าอนุภาคแอคติโนไฟจทั้งหมดมีส่วนหัวที่มีลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยม แต่มีบางชนิด คือ Ac8, Ac9 และ Ac11 มีลักษณะค่อนข้างกลม แอคติโนไฟจทุกชนิดมีส่วนหางที่ยาวและเป็นหางที่ไม่สามารถหดได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.7-4.18 แอคติโนไฟจ Ac1 และ Ac5 มีโครงสร้างแผ่นฐานที่บริเวณปลายส่วนหาง ขนาดของส่วนหัวและส่วนหางของแอคติโนไฟจแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ขนาดของแอคติโนไฟจ (นาโนเมตร)

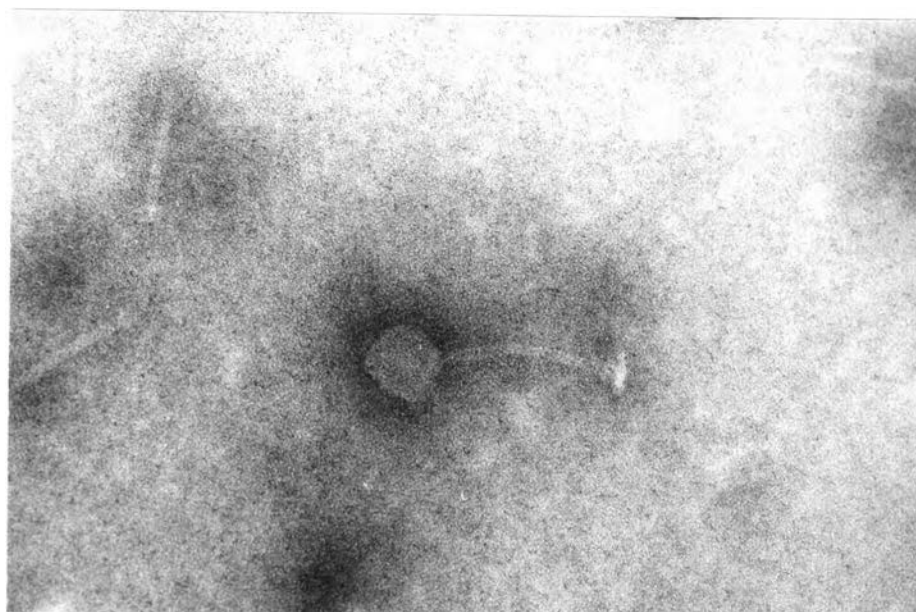
หมายเลข แอคติโนไฟจ	ส่วนหัว		ส่วนหาง		แผ่นฐาน
	ส่วนยาว	ส่วนกว้าง	ความยาว	ความกว้าง	
Ac1	73.3	60.0	233.3	10.0	+
Ac2	53.3	46.7	166.7	6.7	-
Ac3	60.0	53.3	193.3	6.7	-
Ac4	53.3	46.7	146.7	13.3	-
Ac5	53.3	46.7	160.0	6.7	+
Ac6	53.3	53.3	153.3	6.7	-
Ac7	60.0	53.3	133.3	13.3	-
Ac8	73.3	62.0	253.3	10.0	-
Ac9	53.3	53.3	166.7	13.3	-
Ac10	86.7	66.7	200.0	10.0	-
Ac11	80.0	86.7	120.0	20.0	-
Ac12	60.0	46.7	200.0	6.7	-



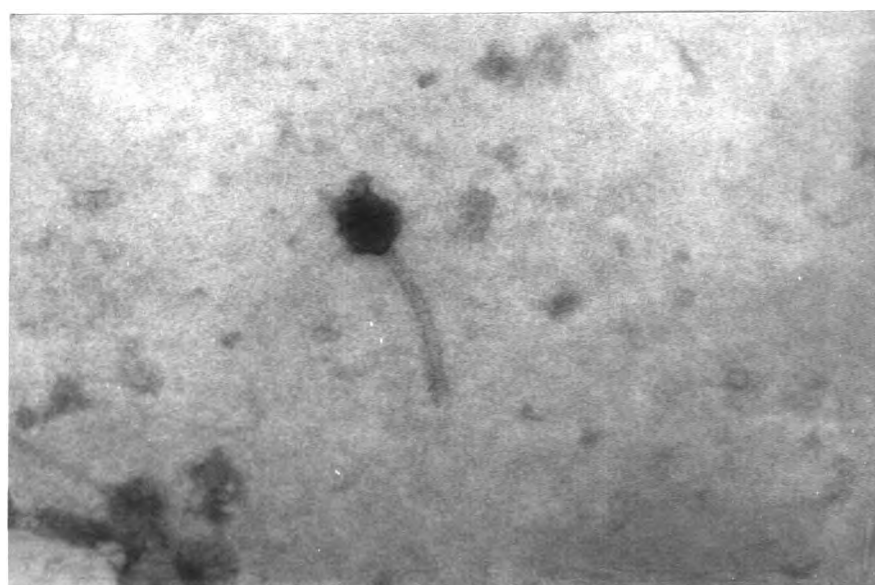
รูปที่ 4.7 รูปร่างของแอดติโนฟาจ Ac1 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (————— = 100 นาโนเมตร ; ➡ แสดงส่วนแผ่นฐาน)



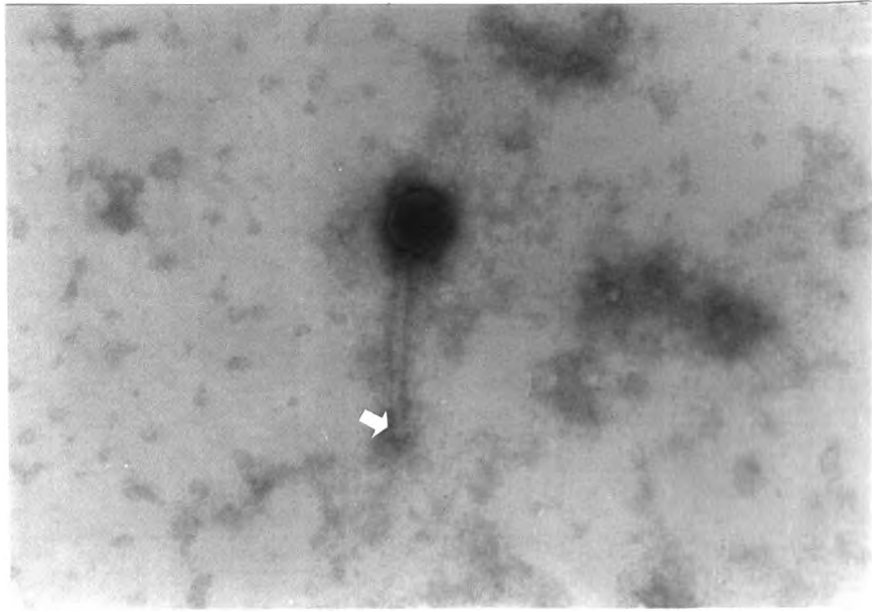
รูปที่ 4.8 รูปร่างของแอดติโนฟาจ Ac2 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (————— = 100 นาโนเมตร)



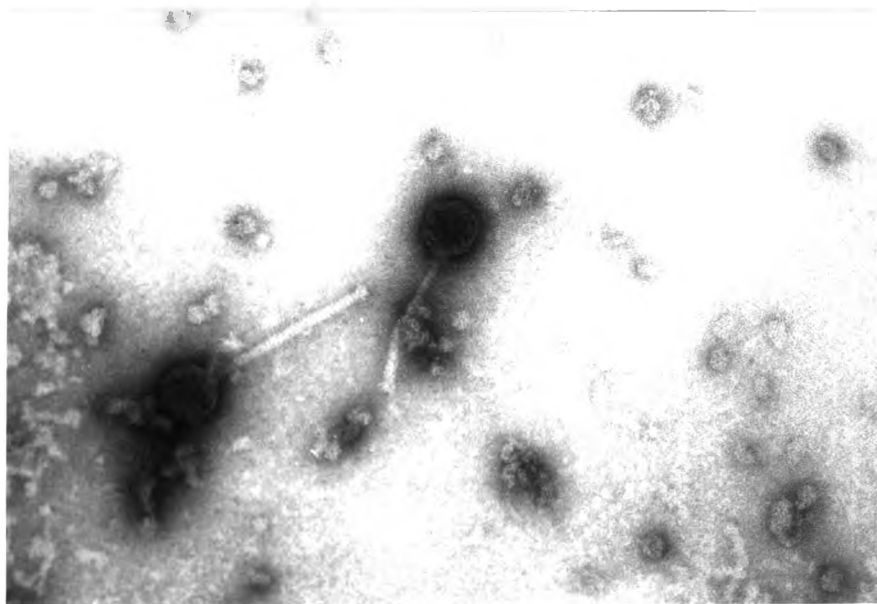
รูปที่ 4.9 รูปร่างของแอคตินอฟาจ Ac3 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (———— = 100 นาโนเมตร)



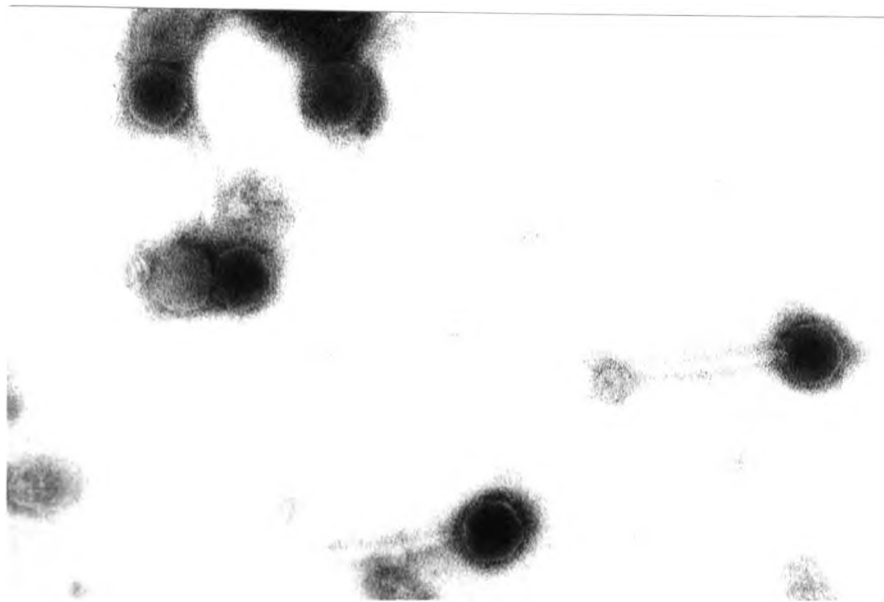
รูปที่ 4.10 รูปร่างของแอคตินอฟาจ Ac4 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (———— = 100 นาโนเมตร)



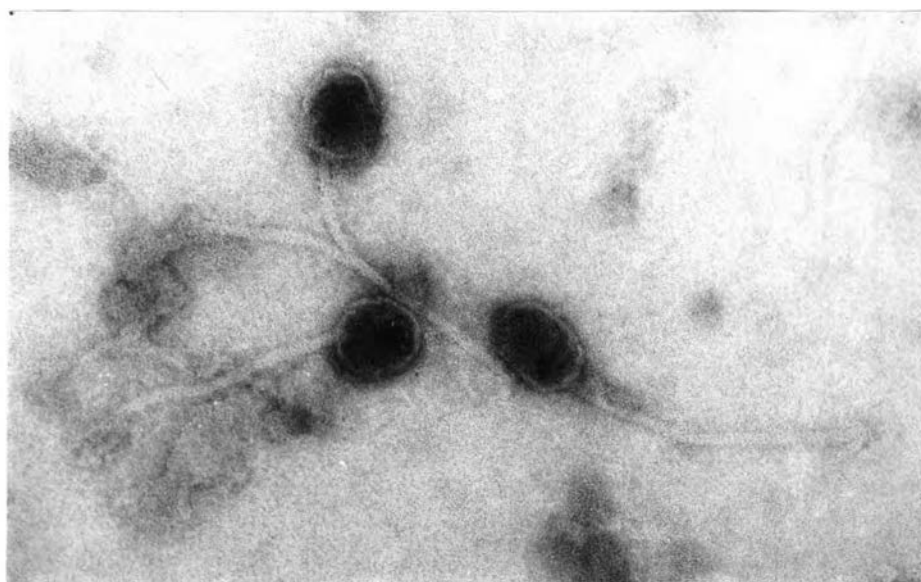
รูปที่ 4.11 รูปร่างของแอดติโนฟาจ Ac5 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (———— = 100 นาโนเมตร ; ⇨ แสดงส่วนแผ่นฐาน)



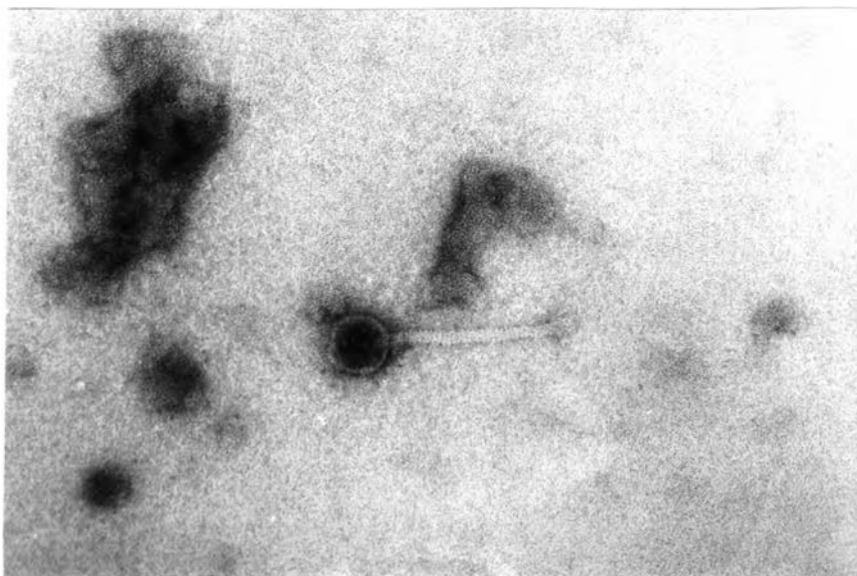
รูปที่ 4.12 รูปร่างของแอดติโนฟาจ Ac6 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (———— = 100 นาโนเมตร)



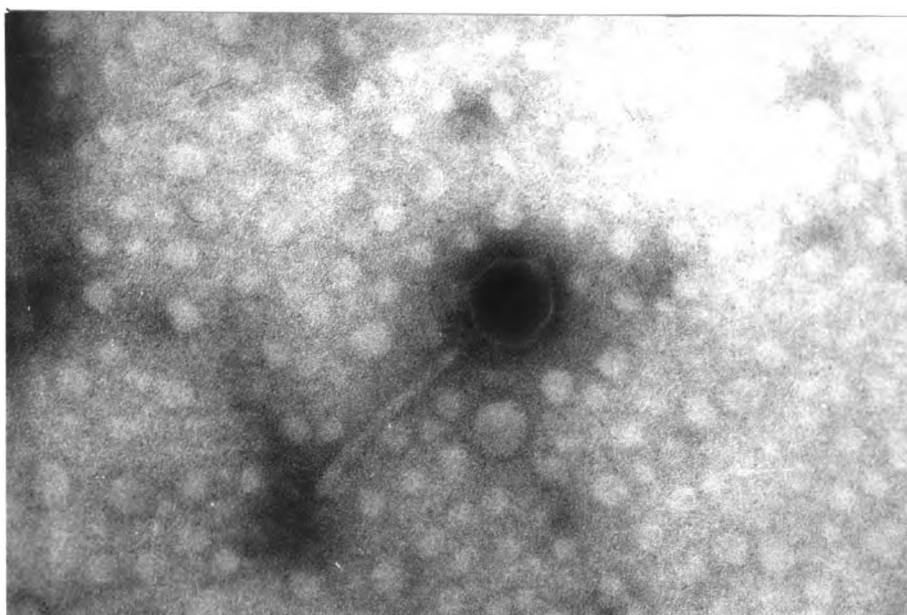
รูปที่ 4.13 รูปร่างของแอดติโนไฟจ Ac7 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (——— = 100 นาโนเมตร)



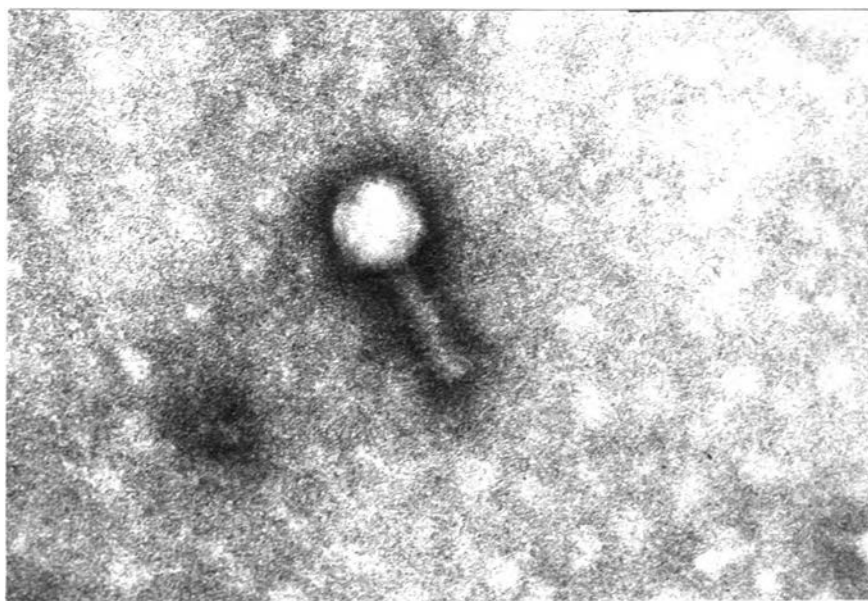
รูปที่ 4.14 รูปร่างของแอดติโนไฟจ Ac8 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (——— = 100 นาโนเมตร)



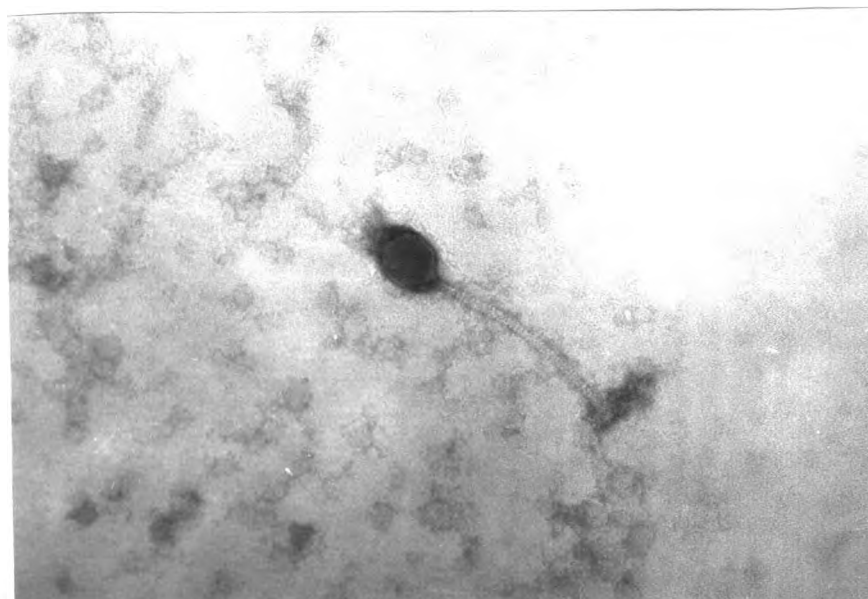
รูปที่ 4.15 รูปร่างของแอดติโนฟาจ Ac9 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (———— = 100 นาโนเมตร)



รูปที่ 4.16 รูปร่างของแอดติโนฟาจ Ac10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (———— = 100 นาโนเมตร)



รูปที่ 4.17 รูปร่างของแอดคิโนฟาจ Ac11 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (———— = 100 นาโนเมตร)

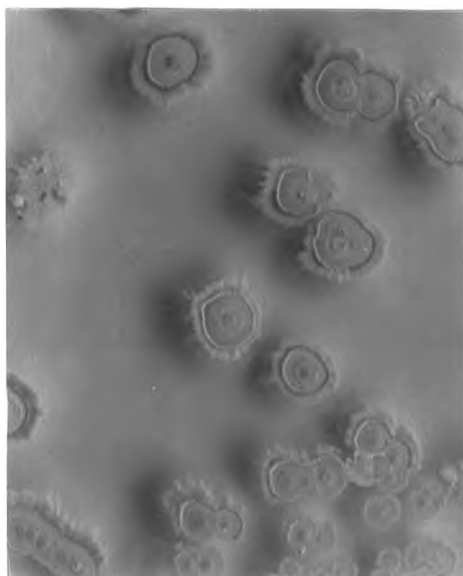


รูปที่ 4.18 รูปร่างของแอดคิโนฟาจ Ac12 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กำลังขยาย 150,000 เท่า (———— = 100 นาโนเมตร)

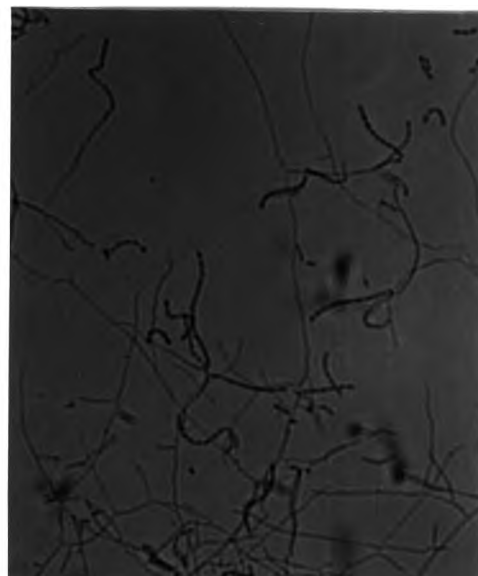
4.7 ลักษณะของสเตรปโตมัยซีทีส 12 สายพันธุ์ที่สามารถแยกแอสโคดิโนฟาจาได้

4.7.1 ลักษณะโคโลนีและรูปร่างของสเตรปโตมัยซีทีส

ลักษณะ สีของโคโลนี และสปอร์จากการเพาะเลี้ยงบนอาหารอินออร์แกนิก ซอล์ท สตาร์ช อการ์ เป็นเวลา 7-14 วัน และรูปร่างมัยซีเลียม การเรียงตัวของสปอร์ จากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 4.19-4.30

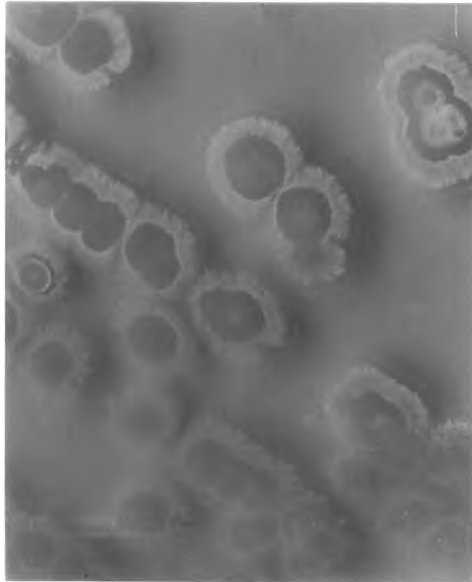


(a)

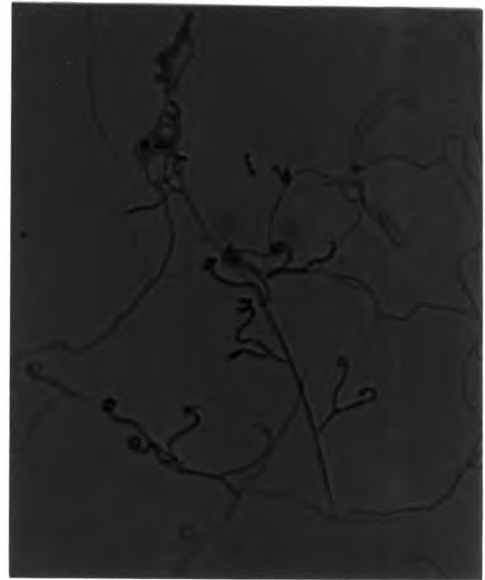


(b)

รูปที่ 4.19 ลักษณะของโคโลนี (a) รูปร่างมัยซีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ S5-1 กำลังขยาย 400 เท่า



(a)



(b)

รูปที่ 4.20 ลักษณะของโคโลนี (a) รูปร่างมัยซีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ S5-2 กำลังขยาย 400 เท่า

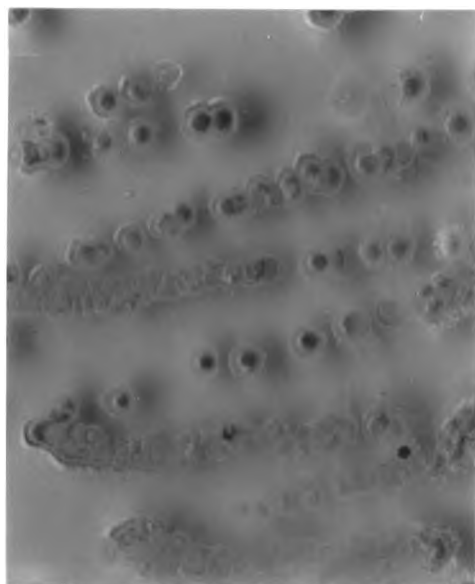


(a)



(b)

รูปที่ 4.21 ลักษณะของโคโลนี (a) รูปร่างมัยซีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ S6-2 กำลังขยาย 400 เท่า



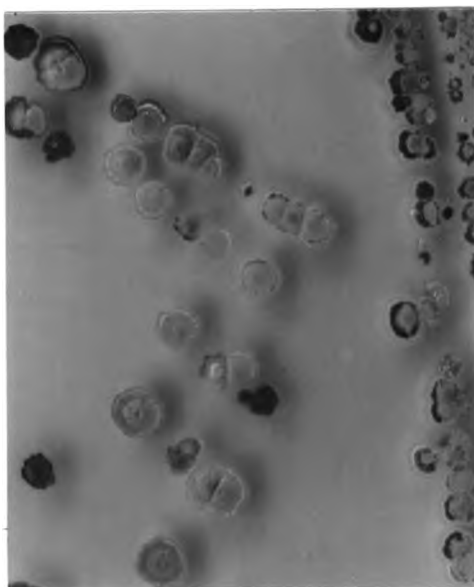
(a)



(b)

รูปที่ 4.22

ลักษณะของโคโลนี (a) รูปร่างมัชชีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัชชีที่สายพันธุ์ S7-1 กำลังขยาย 400 เท่า



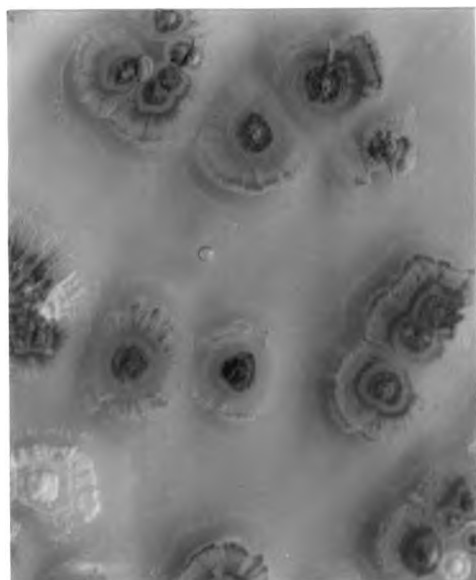
(a)



(b)

รูปที่ 4.23

ลักษณะของโคโลนี (a) รูปร่างมัชชีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัชชีที่สายพันธุ์ S7-3 กำลังขยาย 400 เท่า



(a)



(b)

รูปที่ 4.24 ลักษณะของโคไลน (a) รูปร่างมัชชีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัชชีที่สายพันธุ์ S9-1 กำลังขยาย 400 เท่า

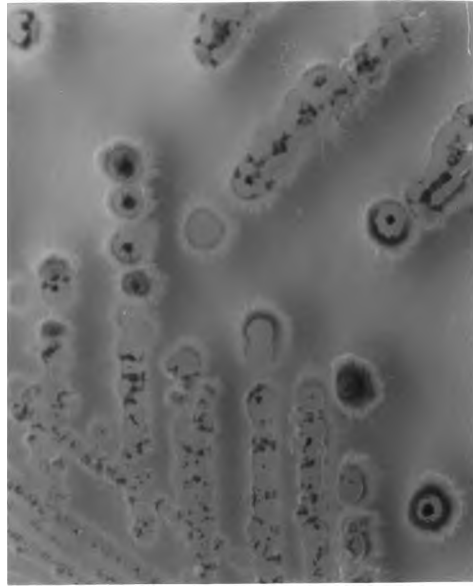


(a)



(b)

รูปที่ 4.25 ลักษณะของโคไลน (a) รูปร่างมัชชีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัชชีที่สายพันธุ์ S9-2 กำลังขยาย 400 เท่า



(a)



(b)

รูปที่ 4.26 ลักษณะของโคโลนี (a) รูปร่างมัยซีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ S9-3 กำลังขยาย 400 เท่า

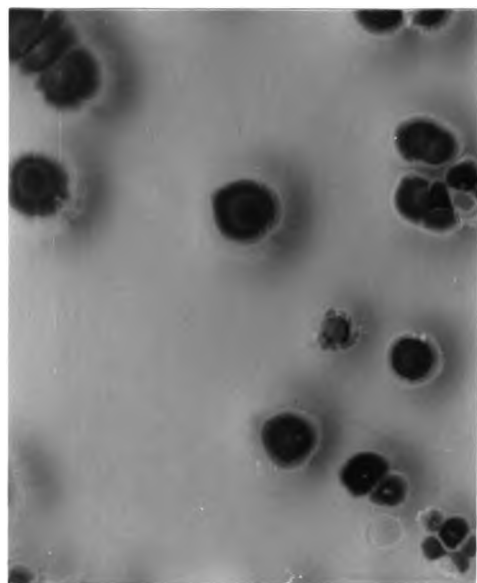


(a)

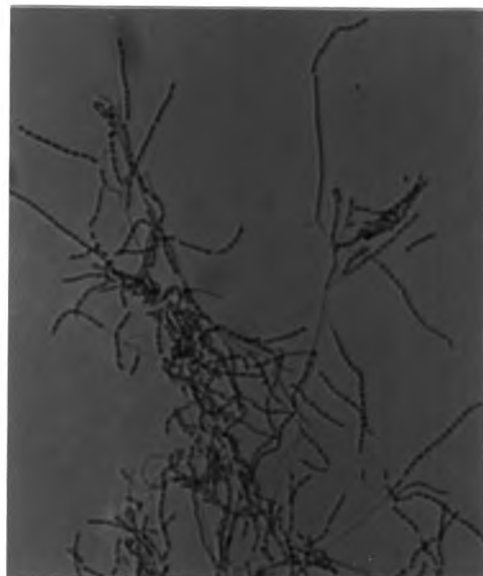


(b)

รูปที่ 4.27 ลักษณะของโคโลนี (a) รูปร่างมัยซีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ S9-4 กำลังขยาย 400 เท่า



(a)



(b)

รูปที่ 4.28 ลักษณะของโคโคนี้ (a) รูปร่างมัยซีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัยซีที่สายพันธุ์ S9-7 กำลังขยาย 400 เท่า

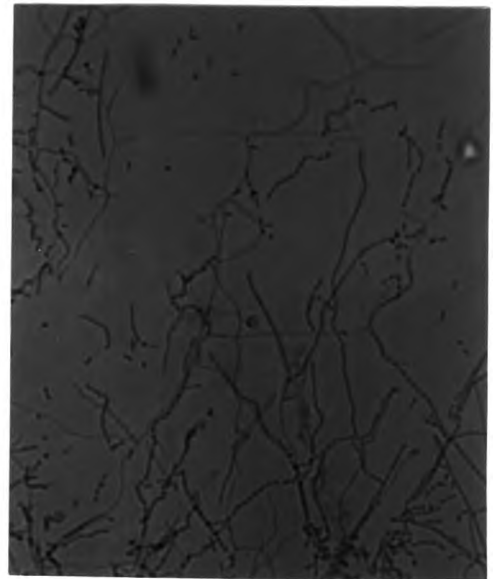
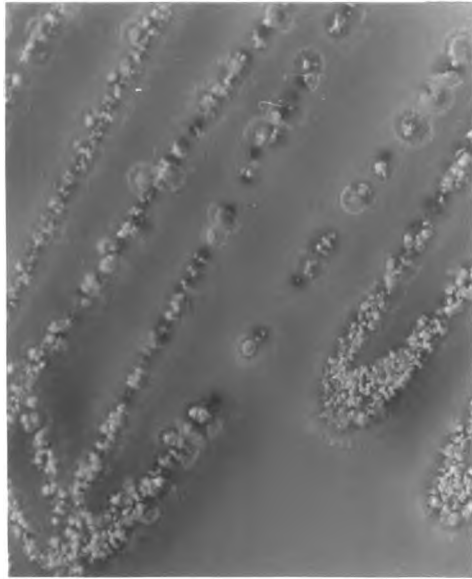


(a)



(b)

รูปที่ 4.29 ลักษณะของโคโคนี้ (a) รูปร่างมัยซีเลียมและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัยซีที่สายพันธุ์ S10-1 กำลังขยาย 400 เท่า



(a)

(b)

รูปที่ 4.30 ลักษณะของโคโลนี (a) รูปร่างมัชชีเต็มและการเรียงตัวของสปอร์ (b) ของสเตรปโตมัชชีที่สายพันธุ์ S11-3 กำลังขยาย 400 เท่า

4.7.2 ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบการสร้างสารปฏิชีวนะของสเตรปโตมัยซิทีส

จากการนำสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์ที่สามารถแยกแอคติโนฟาจ 12 สายพันธุ์ มาตรวจสอบการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ คือ กลุ่มแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *B. subtilis* และ *S. aureus* กลุ่มแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *E. coli*, *M. luteus* และ *Ps. fluorescens* กลุ่มยีสต์ ได้แก่ *C. albicans* และ *S. cerevisiae* และกลุ่มรา คือ *A. niger* โดยเปรียบเทียบกับสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์ที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้ ได้แก่ *S. griseus*, *S. hygroscopicus*, *S. tauricus* และ *S. luteoigriseus* ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.7 ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของ *B. subtilis*, *S. aureus*, *E.coli*, *M. luteus* และ *Ps. fluorescens* ของสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์ที่ทำการแยกแอคติโนฟาจได้

สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซิทีส	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E.coli</i>	<i>M. luteus</i>	<i>Ps. fluorescens</i>
S5-1	+	+	-	+	-
S5-2	+	+	-	+	-
S6-2	-	-	-	+	-
S7-1	-	-	-	+	-
S7-3	-	-	-	+	-
S9-1	-	+	-	-	-
S9-2	+	+	+	+	+
S9-3	+	+	-	-	-
S9-4	-	-	-	-	+
S9-7	+	+	+	+	+
S10-1	+	-	-	-	-
S11-3	+	+	-	+	-
<i>S. griseus</i>	+	+	-	+	+
<i>S. hygroscopicus</i>	+	+	-	+	-
<i>S. tauricus</i>	-	-	-	-	-
<i>S. luteoigriseus</i>	+	-	-	-	-

+ : เกิดบริเวณใสรอบเชื้อสเตรปโตมัยซิทีส - : ไม่เกิดบริเวณใสรอบเชื้อสเตรปโตมัยซิทีส

ตารางที่ 4.8 ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของ *C. albicans*, *S. cerevisiae* และ *A. niger* ของสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์ที่ทำการแยกแคะติโนฟาจได้

สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซิทีส	<i>C. albicans</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>A. niger</i>
S5-1	-	-	-
S5-2	-	-	-
S6-2	+	+	+
S7-1	-	-	-
S7-3	-	-	-
S9-1	-	-	-
S9-2	-	-	+
S9-3	-	-	-
S9-4	-	-	+
S9-7	-	-	-
S10-1	-	-	+
S11-3	-	-	+
<i>S. griseus</i>	-	-	-
<i>S. hygroscopicus</i>	+	+	+
<i>S. tauricus</i>	-	-	-
<i>S. luteogriseus</i>	-	+	+

+ : เกิดบริเวณใสรอบเชื้อสเตรปโตมัยซิทีส - : ไม่เกิดบริเวณใสรอบเชื้อสเตรปโตมัยซิทีส

จากตารางที่ 4.7 และ 4.8 พบว่าสเตรปโตมัยซิทีสสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ ได้แตกต่างกัน สเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์ S9-2 และ S9-7 มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบได้ทั้งแกรมบวกและแกรมลบทั้ง 3 ชนิด และสายพันธุ์ S6-2 มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของยีสต์และราที่ใช้ทดสอบได้ทั้ง 3 ชนิด

4.8 ความสัมพันธ์ของแอกติโนฟาจที่แยกได้กับสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์อื่น

จากการนำแอกติโนฟาจที่แยกได้ทั้ง 12 ชนิด มาทดสอบการก่อให้เกิดการติดเชื้อมีกับสเตรปโตมัยซีทีสที่แยกจากดินจำนวน 49 สายพันธุ์และสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์อ้างอิงที่จำแนกชนิดจำนวน 19 สายพันธุ์ พบว่าแอกติโนฟาจทั้ง 12 ชนิดมีความสามารถในการทำให้เกิดการติดเชื้อมีกับสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์อื่นที่นอกเหนือจากสายพันธุ์ที่ทำการแยกแอกติโนฟาจนั้นได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.9 การก่อให้เกิดการติดเชื้อของแอกติโนฟาจ Ac1 ถึง Ac12 กับสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกจากดิน

สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซีทีส	แอกติโนฟาจ											
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac8	Ac9	Ac10	Ac11	Ac12
S1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S3-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S4-1	-	-	-	C	-	C	C	-	-	-	C	-
S5-1	C*	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S5-2	C	C*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S6-2	-	-	T*	T	T	T	T	T	T	-	T	-
S7-1	-	-	-	C*	-	-	C	-	-	-	-	-
S7-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S7-3	-	C	C	C	C*	-	C	-	-	-	C	-
S7-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S8-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S8-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S8-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S8-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S9-1	-	-	C	C	-	C*	-	-	-	-	-	-
S9-2	-	-	-	-	-	-	C*	-	-	-	-	-
S9-3	-	C	C	C	-	C	-	C*	C	-	C	-

ตารางที่ 4.9 การก่อให้เกิดการติดเชื่อของแอคติโนฟาจ Ac1 ถึง Ac12 กับสเตรปโตมัยซีทีส สายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกจากดิน (ต่อ)

สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซีทีส	แอคติโนฟาจ											
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac8	Ac9	Ac10	Ac11	Ac12
S17-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S17-6	-	-	C	-	-	-	-	-	-	-	C	-
S18-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-
S18-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S18-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S18-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S18-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* : เป็นสายพันธุ์ที่ทำการแยกแอคติโนฟาจตัวนั้นได้

C : พลาสมาที่มีลักษณะใส T : พลาสมาที่มีลักษณะขุ่น

- : ไม่เกิดการติดเชื่อ

ตารางที่ 4.10 การก่อให้เกิดการติดเชื้อของแอกติโนฟาจ Ac1 ถึง Ac12 กับสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์อ้างอิง (ต่อ)

สายพันธุ์ สเตรปโตมัยซีทีส	แอกติโนฟาจ											
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac8	Ac9	Ac10	Ac11	Ac12
<i>Streptomyces</i> sp. M145	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-
<i>Streptomyces</i> sp. PK100C	-	-	C	-	-	-	-	-	C	-	-	-
<i>Streptomyces</i> sp. TK21	-	-	C	-	-	-	-	-	C	-	C	-
<i>Streptomyces</i> sp. PO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C : พลั๊กมีลักษณะใส

T : พลั๊กมีลักษณะขุ่น

- : ไม่เกิดการติดเชื้อ

จากตารางที่ 4.9 และ 4.10 เมื่อนำแอกติโนฟาจ 12 ชนิดมาทดสอบการก่อให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ที่แยกจากดินและสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์อ้างอิงพบว่าแอกติโนฟาจทั้ง 12 ชนิดไม่สามารถเกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ส่วนใหญ่ที่ใช้ทดสอบได้และแอกติโนฟาจแต่ละชนิดจะทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ต่างๆได้แตกต่างกัน จำนวนสายพันธุ์ของสเตรปโตมัยซีทีสที่ถูกทำให้ติดเชื้อด้วยแอกติโนฟาจแต่ละชนิดแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 จำนวนสายพันธุ์สเตรปโตมัยซิทีสที่ถูกทำให้ติดเชื้อด้วยแอกติโนฟาจแต่ละชนิด

แอกติโนฟาจ	จำนวนสายพันธุ์ สเตรปโตมัยซิทีส	แอกติโนฟาจ	จำนวนสายพันธุ์ สเตรปโตมัยซิทีส
Ac1	2	Ac7	8
Ac2	9	Ac8	9
Ac3	17	Ac9	13
Ac4	6	Ac10	4
Ac5	1	Ac11	13
Ac6	11	Ac12	2

จากตารางที่ 4.11 เมื่อเปรียบเทียบการก่อให้เกิดการติดเชื้อในสเตรปโตมัยซิทีสของแอกติโนฟาจแต่ละชนิด พบว่าแอกติโนฟาจ Ac3 สามารถทำให้เกิดติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์ต่างๆ ได้มากที่สุด คือ 17 สายพันธุ์ โดยทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากดิน 5 สายพันธุ์และสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์อ้างอิง 12 สายพันธุ์

รองลงมาคือแอกติโนฟาจ Ac9 และ Ac11 แอกติโนฟาจ Ac9 ทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากดิน 3 สายพันธุ์และสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์อ้างอิง 10 สายพันธุ์และแอกติโนฟาจ Ac11 ทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากดิน 8 สายพันธุ์และสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์อ้างอิง 5 สายพันธุ์

ลำดับที่ 3 คือแอกติโนฟาจ Ac6 ทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากดิน 6 สายพันธุ์และสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์อ้างอิง 5 สายพันธุ์

ลำดับที่ 4 คือแอกติโนฟาจ Ac2 และ Ac8 แอกติโนฟาจ Ac2 ทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากดิน 8 สายพันธุ์และสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์ แอกติโนฟาจ Ac8 ทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากดิน 3 สายพันธุ์และสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์อ้างอิง 6 สายพันธุ์

ลำดับที่ 5 คือแอกติโนฟาจ Ac7 ทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากดิน 5 สายพันธุ์และสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์อ้างอิง 3 สายพันธุ์

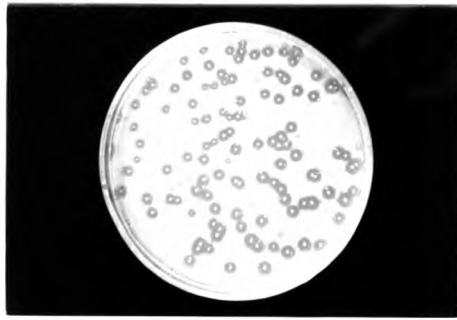
ลำดับที่ 6 คือแอกติโนฟาจ Ac4 ทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากดิน 5 สายพันธุ์และสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์

ลำดับที่ 7 คือแอกติโนฟาจ Ac10 ทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสที่แยกจากดิน 4 สายพันธุ์และไม่สามารถทำให้เกิดการติดเชื้อกับสเตรปโตมัยซิทีสสายพันธุ์อ้างอิงได้

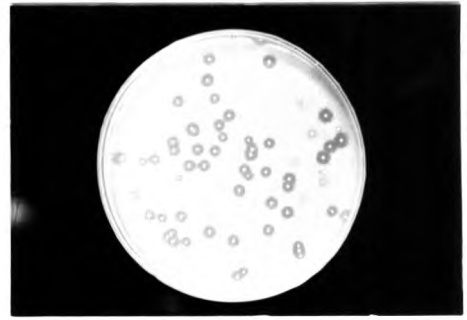
ลำดับที่ 8 คือแอสโคดิโนฟาจ Ac1 และ Ac12 แอสโคดิโนฟาจ Ac1 ทำให้เกิดการติดเชื้อมัยซีทีสสายพันธุ์ที่แยกจากดิน 2 สายพันธุ์ และไม่สามารถทำให้เกิดการติดเชื้อมัยซีทีสสายพันธุ์อ้างอิง แอสโคดิโนฟาจ Ac12 ทำให้เกิดการติดเชื้อมัยซีทีสที่แยกจากดิน 1 สายพันธุ์และสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์

และสุดท้าย คือ แอสโคดิโนฟาจ Ac5 เกิดการติดเชื้อมัยซีทีสที่น้อยที่สุด คือ สามารถเกิดการติดเชื้อมัยซีทีสสายพันธุ์ที่ทำการแยกแอสโคดิโนฟาจตัวเองและสายพันธุ์ที่แยกจากดินอีกเพียง 1 สายพันธุ์เท่านั้น

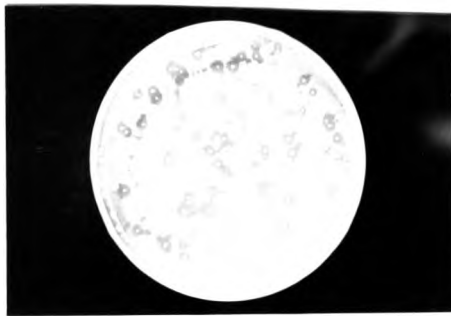
จากการศึกษาลักษณะพลาซมของแอสโคดิโนฟาจที่ทำให้เกิดการติดเชื้อมัยซีทีสสายพันธุ์ที่ใช้ทดสอบ พบว่าแอสโคดิโนฟาจ Ac1, Ac2 และ Ac10 เมื่อเกิดการติดเชื้อมัยซีทีสสายพันธุ์ต่างๆ จะให้พลาซมที่มีลักษณะใสเพียงอย่างเดียว ส่วนแอสโคดิโนฟาจ Ac3, Ac4, Ac5, Ac6, Ac7, Ac8, Ac9, Ac11 และ Ac12 จะให้พลาซมลักษณะใสและลักษณะขุ่นด้วย นั่นคือเมื่อแอสโคดิโนฟาจ Ac4, Ac5, Ac6, Ac7, Ac8, Ac9 และ Ac11 เกิดการติดเชื้อมัยซีทีสสายพันธุ์ S6-2 จะให้พลาซมที่มีลักษณะขุ่น แอสโคดิโนฟาจ Ac10 เกิดการติดเชื้อมัยซีทีสสายพันธุ์ S16-2 จะให้พลาซมที่มีลักษณะขุ่น และแอสโคดิโนฟาจ Ac3, Ac7, Ac8 และ Ac12 เกิดการติดเชื้อมัยซีทีสสายพันธุ์ *S. luteogriseus* จะให้พลาซมที่มีลักษณะขุ่นในขณะที่แอสโคดิโนฟาจดังกล่าวข้างต้นนี้เมื่อเกิดการติดเชื้อมัยซีทีสสายพันธุ์อื่นจะให้พลาซมที่มีลักษณะใสด้วย นอกจากนี้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสเตรปโตมัยซีทีสสายพันธุ์ S6-2 เมื่อถูกติดเชื้อมัยซีทีสสายพันธุ์ทุกชนิดจะให้พลาซมที่มีลักษณะขุ่นเพียงอย่างเดียว ดังแสดงในรูปที่ 4.31



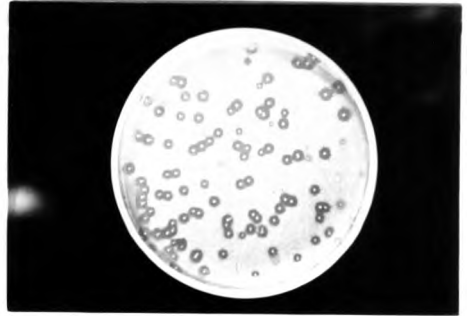
Ac4



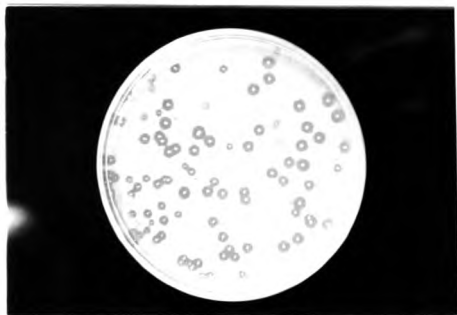
Ac5



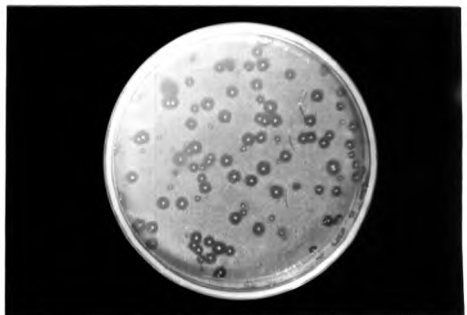
Ac6



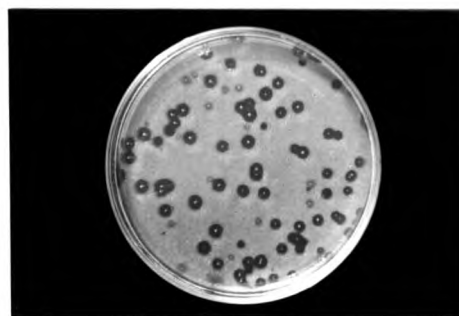
Ac7



Ac8



Ac9



Ac11

รูปที่ 4.31 ลักษณะของพลาไคที่เกิดจากการติดเชื้อของแอดดีโนฟาจ Ac4, Ac5, Ac6, Ac7, Ac8, Ac9 และ Ac11 กับสเตรปโตมัยซิที่สายพันธุ์ S6-2