บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ป่าชายเลน

ระบบนิเวศป่าชายเลน (Mangrove ecosystem)

ป่าชายเลน หรือ ป่าโกงกาง หรือ ป่าพังกา มีชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า “Mangrove forest” หรือ “Intertidal forest” เป็นกลุ่มสังคมพืชซึ่งขึ้นอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด ป่าชนิดนี้ได้มีการค้นพบเป็นครั้งแรกในสมัยของ โคลัมบัส (Columbus) โดยพบอยู่ทางชายฝั่งตะวันตกของเกาะคิวบา "mangrove" มาจากภาษาโปรตุเกส คำว่า “mangue” ซึ่งหมายถึง กลุ่มสังคมพืชที่ขึ้นอยู่ ตามชายฝั่งทะเลดินเลน และใช้กันแพร่หลายในประเทศแถบลาตินอเมริกา ส่วนประเทศอื่น ๆ ก็ใช้ เรียกตามภาษาของตัวเองเช่น ประเทศมาเลเซีย ใช้คำว่า “manggi-manggi” ประเทศที่ใช้ ภาษาฝรั่งเศสเรียกป่าชายเลนว่า “manglier” สำหรับประเทศไทยนิยมเรียกป่าชนิดนี้ว่า “ป่าชายเลน” หรือ “ป่าโกงกาง” หรือ “ป่าพังกา”

ป่าชายเลน เป็นสังคมพืชที่ขึ้นอยู่ตามบริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ หรืออ่าว ซึ่งเป็นบริเวณที่มีระดับน้ำทะเลท่วมถึงในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด หรือหมายถึง สังคมพืชที่ประกอบด้วยพรรณไม้หลายชนิด หลายตระกูล และเป็นพวกที่มีใบเขียวตลอดปี (Evergreen species) ซึ่งมีลักษณะทางสรีรวิทยาและความต้องการสิ่งแวดล้อมที่คล้ายกัน ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยพรรณไม้สกุลโกงกาง (Rhizophora) เป็นไม้สำคัญและมีไม้ตระกูลอื่นปะปนอยู่บ้าง

กำเนิดของป่าชายเลน

ป่าชายเลนพบได้ทั่วไปตามพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณปากแม่น้ำ อ่าว ทะเลสาบ ลำคลอง และเกาะที่มีน้ำทะเลท่วมถึง โดยพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเกิดป่าชายเลน คือ อ่าวที่มีน้ำนิ่ง ๆ และมีแม่น้ำสายใหญ่ ๆ ไหลลงมา ดังนั้น เมื่อกระแสน้ำในแม่น้ำลำคลองไหลลงมาปะทะกับกระแสน้ำทะเล กระแสน้ำในแม่แม่น้ำก็จะเบาลงและหยุดนิ่ง เมื่อน้ำนิ่งพวกโคลนเลนและตะกอนต่าง ๆ ที่ไหลปะปนมากับกระแสน้ำก็จะจมลง การตกตะกอนของดินโคลนเหล่านี้จะทำให้เกิดแผ่นดินโคลนหรือเลนบริเวณท้องอ่าว

ดินเลนหรือดินโคลนนี้ มีลักษณะเหมาะสมแก่พรรณไม้ต่าง ๆ ที่ขึ้นตามป่าชายเลน เช่น ไม้โกงกาง ไม้ลาน ไม้ประสัก ไม้แสม ไม้ปรง ไม้ฝาด ฯลฯ เนื่องจากไม้เหล่านี้สามารถแพร่พันธุ์ด้วยเมล็ดโดยทางน้ำได้เป็นระยะทางไกล ๆ เมื่อเมล็ดของไม้เหล่านี้ลอยไปติดอยู่ตามแผ่นดินโคลนหรือเลนที่เกิดขึ้นใหม่ก็จะพากันงอกเป็นต้น ในไม่ช้าแผ่นดินเลนนั้นก็จะเต็มไปด้วยต้นไม้

กลายเป็นป่าทึบ ซึ่งประกอบด้วยพรรณไม้ต่าง ๆ ในป่าชายเลน เมื่อป่าเหล่านี้เจริญเติบโตต่อไป ก็จะก่อให้เกิดแผ่นดินเลนผืนใหม่ต่อไป ส่วนป่าชายเลนตอนบน หรือตอนในที่อยู่ถัดเข้าไปในแม่น้ำ ลำคลอง หรือลำห้วยนั้นค่อย ๆ แปรสภาพเป็นป่าบกขึ้นทีละน้อย เนื่องจากป่าชายเลนช่วยทำให้มีแผ่นดินใหม่งอกออกไปทางริมทะเล แต่พื้นดินตอนใน ๆ ไกลจากฝั่งทะเลออกไปก็ค่อยตื้นเขินขึ้นที่ละน้อย ไม่เหมาะกับความเป็นอยู่ของพรรณไม้ที่ชอบขึ้นบนเลน ในที่สุดป่าชายเลนบริเวณนั้น ก็จะเปลี่ยนเป็นป่าบกในที่สุด

การกระจายพื้นที่ป่าชายเลนของโลก

ป่าชายเลนกระจัดกระจายอยู่ในเขตร้อน 3 เขตใหญ่ คือ เขตร้อนแถบเอเชีย พื้นที่ประมาณ 84,704.80 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 46.4 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด ประเทศที่มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุดในเขตร้อนเอเชียและมากที่สุดของโลก คือ ประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งมีพื้นที่ป่าชายเลนประมาณ 42,818.4 ตารางกิโลเมตร เขตร้อนอเมริกามีพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดประมาณ 63,829.6 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 34.9 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดในเขตร้อนอเมริกา ประเทศที่มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุดและเป็นประเทศที่มีป่าชายเลนมากเป็นที่สองของโลก ซึ่งรองจากประเทศอินโดนีเซีย ได้แก่ ประเทศบราซิล โดยมีพื้นที่ป่าชายเลนประมาณ 25,181.3 ตารางกิโลเมตร เขตร้อนแอฟริกามีพื้นที่ป่าชายเลนน้อยที่สุดประมาณ 34,266.7 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 18.7 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด ประเทศที่มีป่าชายเลนมากที่สุดในเขตร้อนแอฟริกาคือ ประเทศไนจีเรีย ซึ่งมีพื้นที่ป่าชายเลน 9,770.3 ตารางกิโลเมตร

การกระจายของพื้นที่ป่าชายเลนในประเทศไทย

ประเทศไทยมีจังหวัดชายฝั่งทะเลทั้งหมด 24 จังหวัด แต่ป่าชายเลนในประเทศไทยอยู่กระจัดกระจายตามชายฝั่งทะเล ภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคใต้ รวม 23 จังหวัด (ยกเว้นจังหวัดนราธิวาส) จากข้อมูลพื้นที่ป่าชายเลน ปี พ.ศ. 2547 โดยกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง พบว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าชายเลนทั้งสิ้น 2,758.05 ตารางกิโลเมตร โดยภาคตะวันออก มีพื้นที่ป่าชายเลน 227.49 ตารางกิโลเมตร ภาคกลางมีพื้นที่ป่าชายเลน 96.51 ตารางกิโลเมตร ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยมีพื้นที่ 715.51 ตารางกิโลเมตร และภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามันมีพื้นที่ป่าชายเลน 1,718.54 ตารางกิโลเมตร โดยจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดพังงา มีพื้นที่ 417.11 ตารางกิโลเมตร รองลงมาได้แก่ จังหวัดสตูล มีพื้นที่ 347.21 ตารางกิโลเมตร และจังหวัดกระบี่ 350.14 ตารางกิโลเมตร

ภาคกลาง จังหวัดที่พบป่าชายเลน ได้แก่ บริเวณที่ติดกับชายฝั่งทะเลของจังหวัดสมุทรปราการ กรุงเทพฯ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์

ภาคตะวันออก ป่าชายเลนแพร่กระจายอยู่ตามชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด และฉะเชิงเทรา

ภาคใต้ฝั่งตะวันตก หรือฝั่งทะเลอันดามัน เกิดเป็นแนวยาวติดต่อกัน ในเขตจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล

ภาคใต้ภาคตะวันออก หรือด้านอ่าวไทย จะพบตามปากน้ำและลำน้ำใหญ่ ๆ ในจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2522-2547 (หน่วย: ตารางกิโลเมตร)

จังหวัด	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2532	พ.ศ. 2534	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2547
ภาคกลาง	**312.32**	**10.16**	**5.96**	**4.06**	**53.63**	**54.49**	**96.51**
สมุทรปราการ	10.40	1.03	-	-	3.12	2.97	6.35
กรุงเทพมหานคร	-	-	-	-	2.00	1.98	3.09
สมุทรสาคร	144.16	1.42	-	-	18.19	16.96	33.32
สมุทรสงคราม	76.48	0.49	-	-	9.24	11.45	12.76
เพชรบุรี	77.92	5.77	4.89	3.36	20.68	20.70	38.45
ประจวบคีรีขันธ์	3.36	1.45	1.07	0.70	0.40	0.43	2.54
ภาคตะวันออก	**441.44**	**279.81**	**207.09**	**110.84**	**130.48**	**126.58**	**227.49**
ตราด	98.40	88.18	86.38	77.50	76.68	75.34	103.70
จันทบุรี	240.64	145.07	86.96	26.63	40.72	38.93	89.77
ระยอง	46.08	24.18	17.58	1.54	6.80	6.56	16.72
ชลบุรี	33.12	14.98	10.48	1.50	0.92	0.92	4.45
ฉะเชิงเทรา	23.20	7.40	5.69	3.67	5.36	4.83	12.85
ภาคใต้	**2,119.32**	**1,674.39**	**1,592.54**	**1,623.31**	**1,502.71**	**1,494.75**	**2334.1**
ชุมพร	69.28	36.26	22.65	18.18	32.93	31.52	71.18
สุราษฎร์ธานี	58.08	42.84	37.67	22.04	31.64	31.34	83.51
นครศรีธรรมราช	128.32	88.35	85.21	80.25	79.96	84.16	280.12
พัทลุง	16.32	1.05	0.84	0.60	1.28	1.41	97.21
สงขลา	51.84	9.65	6.88	2.29	5.48	6.23	46.47
ปัตตานี	13.92	18.28	17.59	16.44	12.95	11.05	37.07
ระนอง	225.92	216.14	211.82	194.70	193.08	192.37	250.92
พังงา	487.16	364.20	356.26	335.10	307.16	304.42	417.11
ภูเก็ต	28.48	19.35	17.86	15.54	15.48	15.12	22.80
กระบี่	317.60	303.12	296.43	319.15	285.27	282.73	350.14
ตรัง	328.64	262.76	250.40	308.49	243.28	240.96	330.36
สตูล	393.76	312.39	288.93	310.53	294.20	293.44	347.21
รวม	**2,873.08**	**1,964.36**	**1,805.59**	**1,738.21**	**1,686.82**	**1,675.82**	**2,758.05**

ที่มา สนิท อักษรแก้ว, 2542

สถานภาพป่าชายเลนในประเทศไทย

ปัจจุบันพบว่า พื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทยได้ลดจำนวนลงอย่างมาก เนื่องจากอดีตที่ผ่านมาพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศถูกบุกรุกและเปลี่ยนสภาพไปเพื่อการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ จนทำให้พื้นที่ป่าชายเลนลดลง สำหรับอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนนั้นอยู่ในอัตราค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่าชายเลนทั้งประเทศ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนโดยการแปลภาพถ่ายทางอากาศในปี พ.ศ. 2504 มีป่าชายเลนทั้งหมดประมาณ 3,679.00 ตารางกิโลเมตร ต่อมาในปี 2518 ปรากฏว่ามีพื้นที่ป่าชายเลนเหลือประมาณ 3,127.32 ตารางกิโลเมตร และในปี 2522 มีพื้นที่ป่าชายเลนเหลือประมาณ 2,873.08 ตารางกิโลเมตร ส่วนปี 2528 มีเนื้อที่ป่าชายเลนเหลืออยู่ 2,686.96 ตารางกิโลเมตร และจากการสำรวจปี 2539 พบว่าพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศเหลืออยู่ 1,675.82 ตารางกิโลเมตร และจากการสำรวจครั้งล่าสุดปี 2547 พบว่า ป่าชายเลนของประเทศไทยมีเนื้อที่ 2,758.05 ตารางกิโลเมตร โดยช่วงปี 2522-2528 เป็นช่วงที่มีอัตราการทำลายป่าชายเลนสูงที่สุด เดิมในปี 2504 มีป่าชายเลนทั้งหมด 22 จังหวัด แต่ในปี 2532 เหลือพื้นที่ป่าชายเลนเพียง 19 จังหวัดเท่านั้น โดยจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม พื้นที่ป่าชายเลนได้หมดลงอย่างสิ้นเชิง เนื่องจากการพัฒนาการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง โดยเฉพาะการทำนากุ้ง รวมถึงการขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนจำนวนมาก หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ป่าชายเลนได้มีการรณรงค์ปลูกป่าโกงกางทดแทนเพื่อให้พื้นที่ป่าชายเลนกลับมาดังเช่นในอดีต แม้ว่าจะไม่สามารถทดแทนได้ทั้งหมดแต่ก็สามารถช่วยให้พื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทยในปัจจุบันเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง (สนิท อักษรแก้ว, 2542)

แอคติโนมัยซิส (Actinomycetes)

แอคติโนมัยซิส เป็นแบคทีเรียแกรมบวกมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายเชื้อรา คือมี Mycelium แตกกิ่งก้าน และสามารถสร้างสปอร์ไม่อาศัยเพศที่เรียกว่า Conidiospore หรือ Conidia และ Sporangiospore อยู่ใน Sporangium ลักษณะที่แตกต่างจากราที่สำคัญของแอคติโนมัยซิสคือ ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ซึ่งจัดเป็นเซลล์โปรคาริโอต และขนาดของเส้นใยมีขนาดเล็กกว่ารา ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-1.0 ไมโครเมตร ลักษณะของโคโลนีที่พบบนอาหารเลี้ยงเชื้อพบว่าโคโลนีเกาะแน่นและมีลักษณะจมอยู่ในอาหาร โคโลนีคล้ายผงหรือฝุ่นแป้งหยาบขรุขระคล้ายหนังสัตว์ บางชนิดอาจมีการสร้างรงควัตถุสีต่าง ๆ เช่น สีส้ม สีครีม สีเทา เป็นต้น ส่วนการเจริญของเส้นใยสามารถเจริญไปเป็นเส้นใยที่สัมผัสกับอากาศเรียกว่า Aerial mycelium และมีส่วนที่เป็นเส้นใยเจริญลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อเรียกว่า Substrate mycelium ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญหรือช่วงอายุจะยาวนานกว่าแบคทีเรียมาก แอคติโนมัยซิสจึง

เจริญได้อย่างช้า ๆ อันเป็นลักษณะสำคัญประการหนึ่งของแอคติโนมัยซิส จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถนำมาใช้เป็นลักษณะสำคัญ ในการจำแนกหมวดหมู่ของแอคติโนมัยซิสได้ (Martin, 1961) สภาพดินที่พบแอคติโนมัยซิสเจริญได้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันคือ นอกจากจะพบในดินที่เป็นสภาพธรรมชาติแล้วยังจะพบในกองปุ๋ยหมักที่มีอุณหภูมิสูงมาก ๆ ในโคลน แม่น้ำ ใต้ทะเลสาบ แต่โดยปกติมักจะเจริญอยู่ผิวดินหรือในดินที่ไม่ลึกไปกว่า 4 เซนติเมตร พบว่าในดินทั่วไปมีจำนวนใกล้เคียงกับแบคทีเรีย แต่ถ้าในดินที่มีสภาพที่เป็นด่างจะพบแอคติโนมัยซิสในจำนวนมากกว่า เช่น ดินที่มี pH 6.5-8 จะมีจำนวนสูงถึง 95% ของจุลินทรีย์ในดินทั้งหมด แต่ในดินมี pH เป็นด่างทั่ว ๆ ไปจะพบประมาณ 10-70% ของจุลินทรีย์ในดินทั้งหมด สภาพที่เหมาะแก่การเจริญของแอคติโนมัยซิสได้แก่ บริเวณทุ่งหญ้าธรรมชาติ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ แต่ในดินที่ทำการเกษตรจะพบน้อย และจะไม่ค่อยพบในดินที่ค่อนข้างเป็นกรด ชนินทร์ สุริยกุล ณ อยุธยา และคณะ (2546) คัดแยกแอคติโนมัยซิสจากดินในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ห้วยขาแข้ง โดยคัดแยกแอคติโนมัยซิส 160 และ 186 ไอโซเลท ตามลำดับ ส่วนใหญ่เป็นแอคติโนมัยซิสในสกุล *Streptomyces* (Wang *et al* , 2001) รายงานการค้นพบแอคติโนมัยซิสสกุล *Actinopolymorpha* จากดินในป่าเขตร้อน (Tropical rainforest) ในประเทศสิงคโปร์ นอกจากนี้สามารถพบแอคติโนมัยซิสจากดินในป่าต่าง ๆ เช่น ป่าสนในอเมริกาเหนือและอินเดีย ป่าฝนเขตร้อนในสิงคโปร์ ป่าภูเขาในญี่ปุ่น ป่าใบแข็งในออสเตรเลีย เป็นต้น El-Tarabily (2006) คัดแยก Streptomyces และ non-Streptomycete actinomycetes จากดินบริเวณรอบพืชแตงกวา ซึ่งไอโซเลตที่คัดแยกได้มีความสามารถในการย่อยสลายผนังเซลล์เส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*

การทนความแห้งแล้ง เนื่องจากความสามารถในการทนความแห้งแล้งได้ดี จึงพบแอคติโนมัยซิสในดินเขตร้อนมากกว่าเขตอบอุ่น โดยสภาพดินแห้งจะมีจำนวนมาก

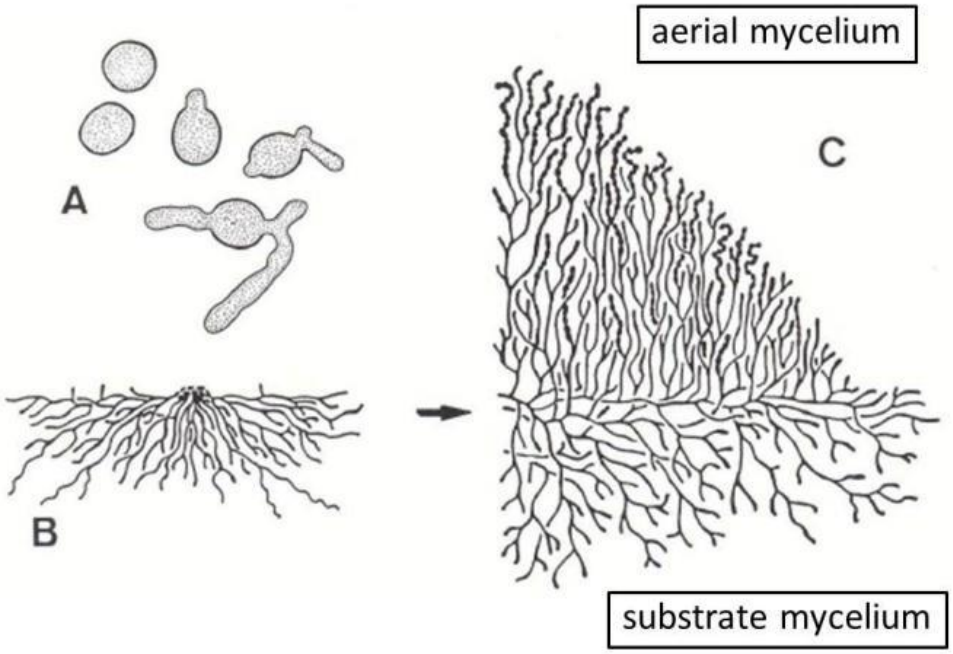
การทนความร้อน โดยทั่วไปสปอร์ของแอคติโนมัยซิสทนความร้อนได้สูงกว่าเซลล์ปกติเพียงเล็กน้อยเท่านั้น พบว่าสปอร์ถูกทำลายที่อุณหภูมิ 39°C

ความสามารถในการแข่งขัน จากลักษณะการเจริญที่ช้ากว่าแบคทีเรียและเชื้อรา ทำให้ไม่สามารถที่จะแข่งขันกับจุลินทรีย์อื่นได้ในสภาพธรรมชาติ แต่แอคติโนมัยซิสมีความสามารถพิเศษในการย่อยสลายสารประกอบที่แบคทีเรียและเชื้อราไม่สามารถย่อยสลายได้ จึงพบแอคติโนมัยซิสมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นหลังจากที่จุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ มีจำนวนลดลงแล้ว สภาพที่เหมาะสมกับแอคติโนมัยซิส คือสภาพที่ไม่มีจุลินทรีย์ชนิดอื่นเจริญได้ เช่น ดินที่ค่อนข้างเป็นด่าง แห้งแล้ง และอุณหภูมิสูง เป็นต้น (งามนิจ นนทโส, 2537)

สัณฐานวิทยาของแอคติโนมัยซิส (ยุวดี มหาศักดิ์ศิริ, 2546)

การสร้างโคโลนี

โคโลนีของแอคติโนมัยซิสเกิดจากการรวมกันของเส้นใยเป็นกลุ่มเส้นใยที่หนาแน่น การสร้างโคโลนีบนอาหารแข็ง (ภาพที่ 2.1) เริ่มจากการลงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งอาจเป็นสปอร์เดี่ยวอับสปอร์ ส่วนของเส้นใยที่หัก หรือจากบางส่วนของโคโลนีเดิม



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการสร้างโคโลนีของแอคติโนมัยซิสบนอาหารแข็ง
A: อับสปอร์มีการพัฒนาเป็นเส้นใย
B: สายใยอาหารเจริญแทงผ่านลงไปในอาหาร (Substrate mycelium)
C: เส้นใยเจริญเหนืออาหารและมีการสร้างสปอร์ (Aerial mycelium)
ที่มา The society for actinomycetes Japan (1997)

ลักษณะของโคโลนี

ลักษณะของโคโลนีมีความแตกต่างกันในแต่ละสปีชีส์ เช่นใน *Streptomyces* มีทั้งเส้นใยแบบ aerial mycelium และ substrate mycelium ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของโคโลนีใน *Micromonospora* และ *Actinoplanes* ไม่มีเส้นใยแบบ aerial mycelium ส่วน *Sporichthya* การสร้างเส้นใยถูกจำกัดทำให้มี aerial mycelium ทำให้โคโลนีของแอคติโนมัยซิสฟูหรือเรียบแบนบางครั้งลักษณะคล้ายหนังสัตว์ มีความหลากหลายตั้งแต่นูน, เหนียว จนถึงแข็ง ผิวหน้าโคโลนีอาจเรียบนูน ขรุขระหรือ เป็นเกล็ด ขนาดโคโลนีขึ้นกับสปีชีส์อายุและสภาวะการเจริญเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี มีความแตกต่างตั้งแต่หน่วยมิลลิเมตรจนถึงเซนติเมตร

ลักษณะโดยทั่วไปของโคโลนีแอคติโนมัยซิส

1) ลักษณะของโคโลนี (Configuration) รูปร่างของโคโลนีบนจานอาหารอาจมีรูปร่างกลม (Round) รูปร่างไม่แน่นนอนและเจริญลามไปบนจานอาหาร (Irregular and Spreading) หรือเจริญเป็นเส้นคล้ายรากไม้ (Rhizoid) เป็นต้น

2) ขนาด (Size) โคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์มีขนาดตั้งแต่เล็กเท่าปลายเข็ดหมุด จนถึงเส้นผ่านศูนย์กลางความยาวมิลลิเมตร

3) การยกตัวของโคโลนี (Elevation) จานพื้นอาหารโคโลนีที่เจริญบนอาหารอาจแบนราบหรือนูน จึงทาให้โคโลนีที่ยกตัวมีหลายแบบ

4) ขอบของโคโลนีจุลินทรีย์ (Margin) มีตั้งแต่ขอบเรียบหรือไม่เรียบ

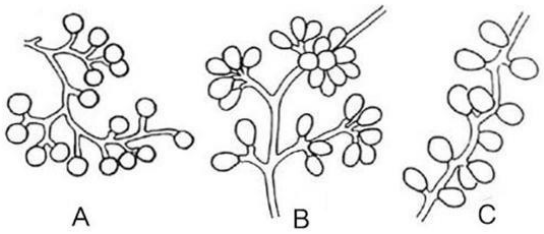
โครงสร้างภายในเส้นใย

เส้นใยมีความหนาประมาณ 0.4 - 1.2 ไมโครเมตร เส้นใยเป็นแบบมีผนังกั้นและเจริญออกทางด้านปลายสามารถแตกแขนงได้ โครงสร้างหลักในเส้นใยที่แสดงว่าเป็นโปรคาริโอต คือ ในไซโตพลาสซึม ประกอบไปด้วยสายดีเอ็นเอ ไรโบโซม และสารต่าง ๆ ที่รวมอยู่ด้วยกัน เช่น Polyphosphate, Lipid หรือ Polysaccharides เยื่อหุ้มเซลล์ติดกับไซโตพลาสซึม อาจเกิดมีโซโซมซึ่งมักต่อกับโครงสร้างของผนังเซลล์

การสร้างสปอร์

แอคติโนมัยซิสมีการสร้างสปอร์แบ่งเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะโครงสร้างภายนอก ดังนี้

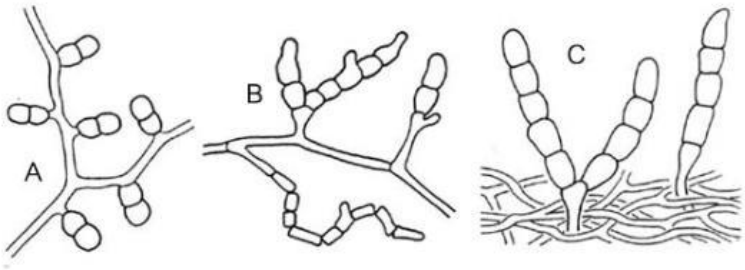
1) การสร้างสปอร์เดี่ยว การสร้างสปอร์เดี่ยวเรียกว่า Monosporous พบในหลายสกุล ใน *Micromonospora* ก้านชูสปอร์ (Sporophore) เกิดขึ้นบนสายใยอาหารสปอร์ติดอยู่ที่ฐานหรือพองตัวจากนั้นมีการสร้างผนังกั้นและสร้างเป็นผนังสปอร์ในส่วนของสกุล *Thermomonospora* สร้างสปอร์เดี่ยวบนสายใยอากาศ ที่ปลายก้านชูสปอร์ ที่แตกแขนงหรือไม่แตกแขนง การแตกแขนงทำให้เกิดการสร้างเป็นกลุ่มของสปอร์สกุลอื่น ๆ ที่สร้างสปอร์เดี่ยวคือ *Saccharomonospora* มีการสร้างสปอร์เดี่ยวรูปไข่ที่ปลายสายใยอากาศ ก้านชูสปอร์ไม่แตกแขนงถ้าใช้ศัพท์ทางราอาจเรียกว่า การสร้างสปอร์เดี่ยวของ *Micromonospora*, *Thermomonospora* และ *Saccharomonospora* ว่า Aleuriospores เพราะสปอร์เกิดจากปลายเส้นใยที่แตกแขนงมีการโป่งออก ลักษณะการสร้างสปอร์เดี่ยวของ *Micromonospora*, *Thermomonospora* และ*Saccharomonospora* (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 การสร้างสปอร์เดี่ยว
A: *Micromonospora*
B: *Thermomonospora*
C: *Saccharomonospora*
ที่มา The society for actinomycetes Japan (1997)

2) การสร้างสปอร์เป็นสาย ในแอคติโนมัยซิสมีการสร้างสปอร์แบบนี้เป็นส่วนมาก สามารถแบ่งลักษณะของสายสปอร์ โดยพิจารณาจากความยาวหรือจำนวนของสปอร์นั่นคือ di หรือ bisporous, oligosporous หรือ polysporous สาย bisporous ประกอบด้วย สปอร์คู่ต่อกันตามยาว พบในสกุล *Microbispora* เป็นการสร้างสปอร์ที่พบได้ยาก สปอร์ทรงรี 2 สปอร์มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 ไมโครเมตร อาจเกิดขึ้นบนเส้นใยอากาศโดยตรงหรือเกิดบนก้านชูสปอร์สั้น ๆ (ภาพที่ 2.3) นอกจากนี้สกุล *Actinobispora* มีสปอร์แบบ disporous เช่น การสร้าง

สปอร์เริ่มจากนั้นมีการพองออกและสร้างผนังกั้นตรงกลาง แอคติโนมัยซิสที่สร้างสปอร์แบบ oligosporous พัฒนาจากสปอร์สายสั้นๆ ส่วนมากพบ 7-10 สปอร์ต่อสายน้อยที่สุดคือ 3 สปอร์ และบางสปีชีส์จะมีสปอร์มากถึง 30 สปอร์ *Nocardia brevicatena* สร้างสายสปอร์สั้นๆ คือ 2-7 สปอร์ (ภาพที่ 2.3) บนสายใยอาหารในสปีชีส์ *Saccharopolyspora rectivirgula* ในสายสปอร์มีสปอร์ต่อกันน้อยกว่า 5 สปอร์ บนด้านข้างหรือปลายของก้านชูสปอร์ *N. brevicatena* และ *S.rectivirgula* มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกัน สปีชีส์ในสกุล *Actinomadura* และ *Microtetraspora* สร้างสปอร์สายสั้น ๆ บนสายใยอากาศจำนวนสปอร์บนสายสปอร์มีตั้งแต่ 4 สปอร์ จนถึง 10 -20 สปอร์ สายสปอร์อาจตรง เป็นขอ มีลักษณะเป็นวงเปิด (Open loop) หรือเป็นเกลียว (Spiral) ซ้อน 1 ชั้นจนถึง 4 ชั้น *Actinomadura pusila* ในสกุล *Streptoverticllium* มีลักษณะเฉพาะคือก้านชูสปอร์อยู่เป็นวงรอบเส้นใยแกน สายสปอร์เป็นเกลียวซ้อนติดกันกับเส้นใยแกนที่มีสายสปอร์จะเกิดการบิดสายสปอร์สั้น อาจจะตรงโค้งงอปลายเป็นขอ การสร้างสปอร์ในสกุล *Macrospora, Microcelosporia* และ *Elytrosporangium* มีลักษณะสปอร์ใหญ่บนสายสปอร์สั้นหรือสายสั้นๆ บนสายใยอาหาร สายสปอร์สั้นพบใน *Sporichthya polymorpha* ซึ่งสายใยอากาศมีสปอร์เป็นรูปแท่งจนถึงสปอร์กลม *Catellatopora* สายสปอร์มีลักษณะตรงจนโค้งงอ มีสปอร์ 5 – 30 สปอร์ ซึ่งแทงขึ้นมาจากอาหารเป็นสายสั้นไม่แตกแขนงหรือมีก้านชูสปอร์ที่แตกแขนง



ภาพที่ 2.3 ลักษณะสปอร์เป็นสาย
A: การสร้างแบบ disporous ของ *Microbispora*
B และ C: การสร้างสปอร์ oligosporous ของ *Nocardia brevicatena*
และ *Catellatospora* ตามลำดับ
ที่มา The society for actinomycetes Japan (1997)

แอคติโนมัยซิสที่สร้างสปอร์แบบ polysporous ที่สำคัญ สปีชีส์ในสกุล *Streptomyces* ซึ่งมีการสร้างสปอร์เป็นสายมากกว่า 50 สปอร์ (ภาพที่ 2.4) สปอร์ของ *Streptomyces* และ

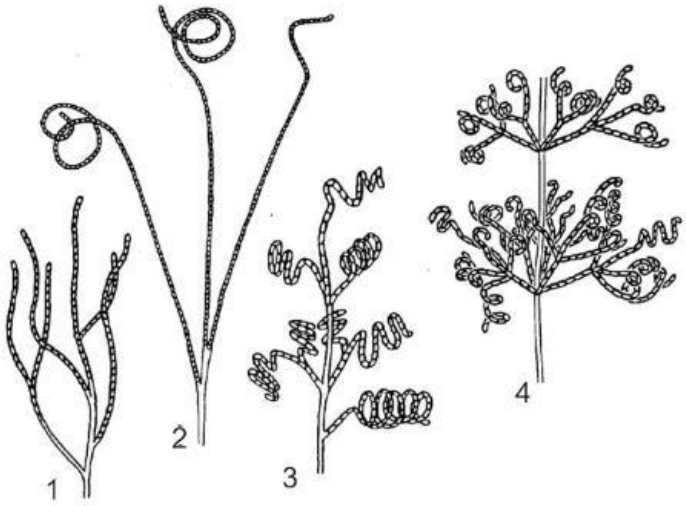
แอคติโนมัยซิสชนิดอื่น ๆ ที่มีสปอร์มากกว่า มักเรียกว่า Arthospores ซึ่งสอดคล้องกับ Arthospores ของกลุ่มราในกลุ่ม Deuteromycota ที่มีการสร้างสปอร์และมีการแตกหักของเส้นใย ความแตกต่างของลักษณะของสายสปอร์สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการจัดหมวดหมู่ได้ การสร้างสปอร์บนสายใยอากาศของ *Streptomyces* มีความแตกต่างกันสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะคือ

1) Rectiflexbiles ลักษณะของสายสปอร์ตรง หรือโค้งงอ

2) Retinaculiaperti สายสปอร์คล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดหรือเป็นเกลียวซ้อนกัน 1–3 ชั้น

3) Spira สายสปอร์เป็นเกลียวแยกได้เป็น 2 แบบคือเป็นวงปิดเป็นเกลียวติดกันแน่น และเป็นเกลียวแบบวงเปิดเกลียวยาว ยืด ไม่ติดกันแน่น

4) Verticillati สายสปอร์ขดคล้ายก้นหอย และแตกแขนงกันแน่น ในบางกรณีสายสปอร์เป็นเกลียวขดกันแน่นและแยกออกมา ทำให้มีลักษณะเหมือนกับอับสปอร์หรือ Pycnidia นอกจากนี้ในวงศ์ *Pseudoncardiaceae* เกิดสายสปอร์บนสายใยอาหารและสายใยอากาศ อีกสกุลที่มีสปอร์เป็นสายยาว คือ *Nocardiopsis* ซึ่งเกิดขึ้นบนสายใยอากาศ อาจเป็นสายใยตรง งอ หรือซิกแซก



ภาพที่ 2.4 การสร้างสปอร์แบบเป็นสายยาวของ *Streptomyces*

1: Rectiflexbiles

2: Retinaculiaperti

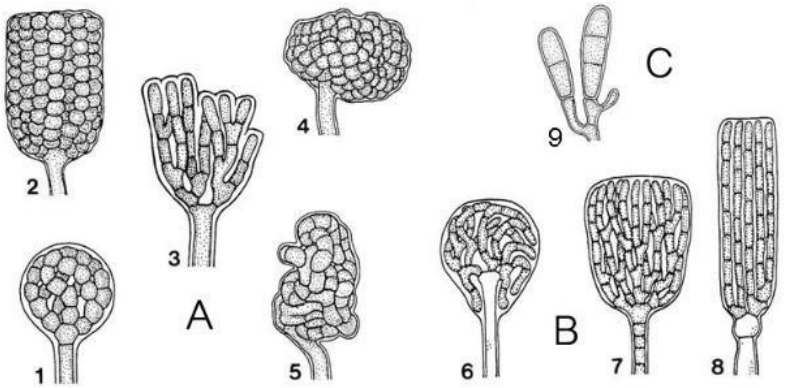
3: Spira

4: Verticillati

ที่มา The society for actinomycetes Japan (1997)

3) การสร้างสปอร์ในอับสปอร์ การสร้างสปอร์ในอับสปอร์มีหลายสกุลที่สร้างสปอร์ในอับสปอร์ภายในอับสปอร์มีสปอร์อยู่มากมายสามารถแบ่งกลุ่มการสร้างอับสปอร์ได้เป็น 2 กลุ่ม

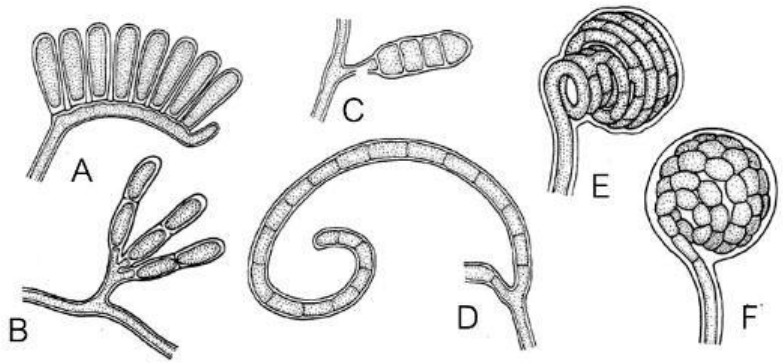
3.1) กลุ่มที่สร้างอับสปอร์บนสายใยอาหาร ประกอบด้วยสกุล *Actinoplans* อับสปอร์มีลักษณะทรงกลม หรือเกือบกลมจนไปถึงไม่เป็นรูปทรงที่แน่นอน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 – 15 ไมโครเมตร และอยู่บนสายใยอาหารโดยตรง มีสปอร์ต่อกันเป็นสายและแตกแขนงขดกันเป็นก้อนอยู่ภายในผนังห่อหุ้ม (ภาพที่ 2.5) สปีชีส์ *Ampullariella* ในสกุล *Atinoplans* สร้างอับสปอร์มีรูปร่างแตกต่างกันไป คือ รูปทรงกระบอก ทรงขวด เป็นต้น ขนาดของอับสปอร์เฉลี่ยกว้าง 10 ไมโครเมตร ยาว 5 ไมโครเมตร สปอร์เป็นรูปแท่งต่อกันเป็นสาย อีกสกุลที่มีการสร้างสปอร์ในอับสปอร์คือ *Pilimelia* อับสปอร์สร้างขึ้นบนผิวของอาหาร มีรูปทรงกระบอก ทรงกลม ขนาดประมาณ 10 – 15 ไมโครเมตร สปอร์เป็นรูปแท่ง มีการเรียงตัวกันเป็นแถวขนานกันหรือวกวนไม่เป็นระเบียบ นอกจากนี้ยังมีอีกสกุล คือ *Dactylosporangium* สกุลนี้มีจำนวนสปอร์แบบ Oliosporous คือมีสปอร์ประมาณ 2 – 5 สปอร์ อยู่ในอับสปอร์ที่มีรูปร่างคล้ายนิ้วมือ



ภาพที่ 2.5 รูปทรงของอับสปอร์ที่เจริญบนอาหาร
A: สกุล *Actinoplanes* (รวมถึง *Ampullariella*) 1. ทรงกลม 2. ทรงกระบอก 3.เป็นพู 4. กึ่งทรงกลม 5. ไม่เป็นรูปทรง
B: สกุล *Pilimelia* 6. ทรงรี 7. รูปทรงระฆัง 8. ทรงกระบอก
C: สกุล *Dactylosporangium* 9. รูปทรงกระบอก
ที่มา The society for actinomycetes Japan (1997)

3.2) กลุ่มที่มีการสร้างอับสปอร์บนสายใยอากาศ (ภาพที่ 2.6) ประกอบด้วยสกุล *Planomonospora* มีอับสปอร์รูปทรงกระบอก ภายในทรงกระบอกมีเพียง 1 สปอร์ สกุล

Planobispora มีสปอร์คู่ต่อกันอยู่ในอับสปอร์ สกุล *Planotetraspora* มีอับสปอร์ทรงกระบอกยาว ภายในมี 4 สปอร์ ต่อกันเป็นหนึ่งแถว สกุล *Planoplyspora* มีสปอร์จำนวนมากภายในอับสปอร์ เมื่อโตเต็มที่อับสปอร์จะเป็นแผ่นแบบยาวประมาณ 30 ไมโครเมตร มีสปอร์จำนวนมหาศาลต่อกันเป็นแถวเดี่ยวอยู่ภายในสกุล *Streptosporangium* ส่วนมากอับสปอร์เป็นทรงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ไมโครเมตร มีการสร้างผนังกั้นเป็นสปอร์เดี่ยวๆ ต่อกันเป็นเส้นใยยาวขดเป็นวงอยู่ในภายในอับสปอร์ ในปัจจุบัน สกุล *Kutzneria* ได้ถูกแยกออกจากสกุล *Streptosporangium* มีอับสปอร์ลูกกลมขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 48 ไมโครเมตร และมีผนังอับสปอร์บางอยู่บนก้านชูสปอร์ สกุล *Spirllospora* มีอับสปอร์เรียงตัวเป็นสายแตกแขนง หรือเป็นวงสปอร์เป็นรูปแท่งและโค้งงอ



ภาพที่ 2.6 รูปทรงของอับสปอร์

A: *Planomospora* : monosporous, รูปกระบอง

B: สกุล *Planobispora*:disporous, รูปทรงกระบอก

C: สกุล *Planotatraspora* :tetrasporous, รูปทรงกระบอก

D: สกุล *Planopolyspora* : polysporous, รูปทรงคล้ายท่อ

E: สกุล *Spirllspora* : polysporous, รูปทรงกลม

F: สกุล *Streptosporangium* : polysporous, รูปทรงกลม

ที่มา The society for actinomycetes Japan (1997)

การจัดจำแนกแอคติโนมัยซิส (ยุวดี มหาศักดิ์ศิริ, 2546)

โดยทั่วไปข้อมูลพื้นฐานในการจำแนกแอคติโนมัยซิสคือ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา เช่น ลักษณะของสายใยอากาศ สายใยอาหาร (Conidia) และอับสปอร์นอกจากนี้ลักษณะทางเคมีของเซลล์ คือ Dibasic amino acid ในผนังเซลล์และการวิเคราะห์น้ำตาลภายในเซลล์ที่ถูกย่อย สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกแอคติโนมัยซิสได้อีกด้วย จากการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของเซลล์ ได้แบ่งผนังเซลล์ของแอคติโนมัยซิสออกได้เป็น 4 ชนิด (ตารางที่ 2.2) ผนังเซลล์ I คือมี diaminopimelic acid (DAP) ที่มีไอโซเมอร์แบบ L- พบในกลุ่ม Streptomycetes และในสกุลที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งทำให้สามารถจำแนกกลุ่มดังกล่าวออกจากแอคติโนมัยซิสกลุ่มอื่นได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดผนังเซลล์และน้ำตาลในผนังเซลล์ของแอคติโนมัยซิส

ชนิดผนังเซลล์	รูปแบบของกรดอะมิโนและน้ำตาล
I	*L-diaminopimelic acid* ไกลซีน
II	*meso** diaminopimelic acid ไกลซีน
II	*meso* diaminopimelic acid ไม่พบไกลซีน
IV	*meso* diaminopimelic acid อะราบิโนส กาแลคโตส ไม่พบไกลซีน

*อาจพบในรูปของ 3-hydroxy diaminopimelic acid (ที่มา: ยุวดี มหาศักดิ์ศิริ, 2546)

นอกจากนี้องค์ประกอบอื่นที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกแอคติโนมัยซิสคือ ลักษณะรูปร่างและสีของสายใยสปอร์ การสร้างรงควัตถุที่แพร่สู่ในอาหาร (Diffusible pigment) การสร้างรงควัตถุเมลานินและการวิเคราะห์ลำดับเบสที่ประมวลรหัสของ 16s rRNA ตามรายละเอียดข้างต้นสามารถใช้ในการจำแนกแอคติโนแบคทีเรียออกได้เป็น 8 กลุ่มใหญ่ดังนี้

1) Nocardioform Actinomycetes

กลุ่มนี้มีลักษณะแตกต่างกันส่วนมากมีการแตกหักของเส้นใยบางกลุ่มมีการสร้างสายใยอากาศอาจมีหรือไม่ Mycolic acid สามารถแบ่งกลุ่มย่อยได้ดังนี้

1.1) แอคติโนแบคทีเรียที่พบ Mycolic acid

1.2) *Pseudonocardia* และสกุลใกล้เคียง

1.3) *Nocardiosis* และ *Terrabacter*

1.4) *Promicronospora* และสกุลใกล้เคียง

2) Actinomycetes with multilocuar sporangina

กลุ่มนี้เส้นใยมีการสร้างผนังกั้นแบ่งตามยาวและตามขวางมีการสร้างสปอร์ขนาดใหญ่ สปอร์อาจเคลื่อนที่ได้ เช่นสกุล *Dermatophilus* และ *Geodermatophilus* เป็นต้น หรือเคลื่อนที่ไม่ได้เช่น สกุล *Frankia*

3) Actinoplanetes

มีการสร้างเส้นใยที่แข็งแรงไม่พบการสร้างสายใยอากาศหรือมีการสร้างน้อยสปอร์เคลื่อนที่ได้เกิดในอับสปอร์ (*Actinoplanes*, *Ampullariella*, *Dactylosporngium* และ *Pilimelia*) หรือสปอร์สร้างเดี่ยวที่ไม่เคลื่อนที่ได้แก่ *Micromonospora* หรือสปอร์ต่อกันเป็นสาย ได้แก่ *Catellatospora* ผนังเซลล์ประกอยด้วย *meso*-DAP และไกลซีน ในเซลล์ที่ถูกย่อยพบอะราบิโนสและไซโลส

4) Streptomycetes และสกุลที่ใกล้เคียง

ผนังเซลล์ประกอบด้วย *L*-DAP และไกลซีน มีการสร้างสายใยสปอร์ สปอร์ต่อกันเป็นสายยาว ได้แก่ *Streptomyces* และ *Streptoverticillium* ในสกุลอื่นคือ Kineosporia และ *Sporichthya* มีการสร้างสายใยอากาศน้อยหรือไม่สร้างและมีการสร้างสปอร์ในลักษณะที่แตกต่างกันไป

5) Maduromycetes

สร้างสปอร์สายสั้นๆไม่เคลื่อนที่ มีการสร้างสปอร์ 2 สปอร์พบในสกุล *Microbispora* การสร้างสปอร์สี่สปอร์ พบในสกุล *Microtetraspora* และใน *Actinomadura* มีการสร้างสปอร์ที่หลากหลาย ในบางสกุลมีการสร้างสปอร์ในอับสปอร์และสปอร์เคลื่อนที่ได้ ได้แก่ *Planbispora*, *Planomospora* และ*Spirllora* หรือสปอร์เคลื่อนที่ไม่ได้ ได้แก่ *Streptosporangium* ผนังเซลล์ประกอบด้วย *meso*-DAPในเซลล์ที่ถูกย่อยพบ Madurose

6) Thermomonospora และสกุลใกล้เคียง

สร้างสปอร์บนสายใยอากาศอาจเป็นสปอร์เดี่ยวได้แก่ *Thermomonospora* สปอร์ต่อกันเป็นสาย พบใน *Atinosynnema* และ *Nocardiopsis* หรือสร้างสปอร์ในโครงสร้างที่คล้ายกับ อับสปอร์คือ *Streptoalloteichus* ผนังเซลล์ประกอบด้วย *meso*-DAP

7) Thermoactinomycetes

กลุ่มนี้ประกอบด้วยสกุล *Thermoactinomyces* เพียงสกุลเดียว สร้างสปอร์เดี่ยวซึ่งเป็น Endospore มีการสร้างทั้งสายใยอากาศ และสายใยอาหารทุกสปีชีส์เจริญได้ที่อุณหภูมิสูง (Thermophilic) ผนังเซลล์ประกอบด้วย *meso*-DAP

8) สกุลอื่น ๆ

เป็นกลุ่มที่ไม่สามารถจัดเข้าในกลุ่มอื่นได้ ประกอบด้วยสกุล *Kitasatoporia*, *Glycomyces*, *Kibdelosporangium* และ *Sacchaothrix* ทุกสกุลมีการสร้างสายสปอร์บนสายใยอากาศ

ประโยชน์ของแอคติโนมัยซิส

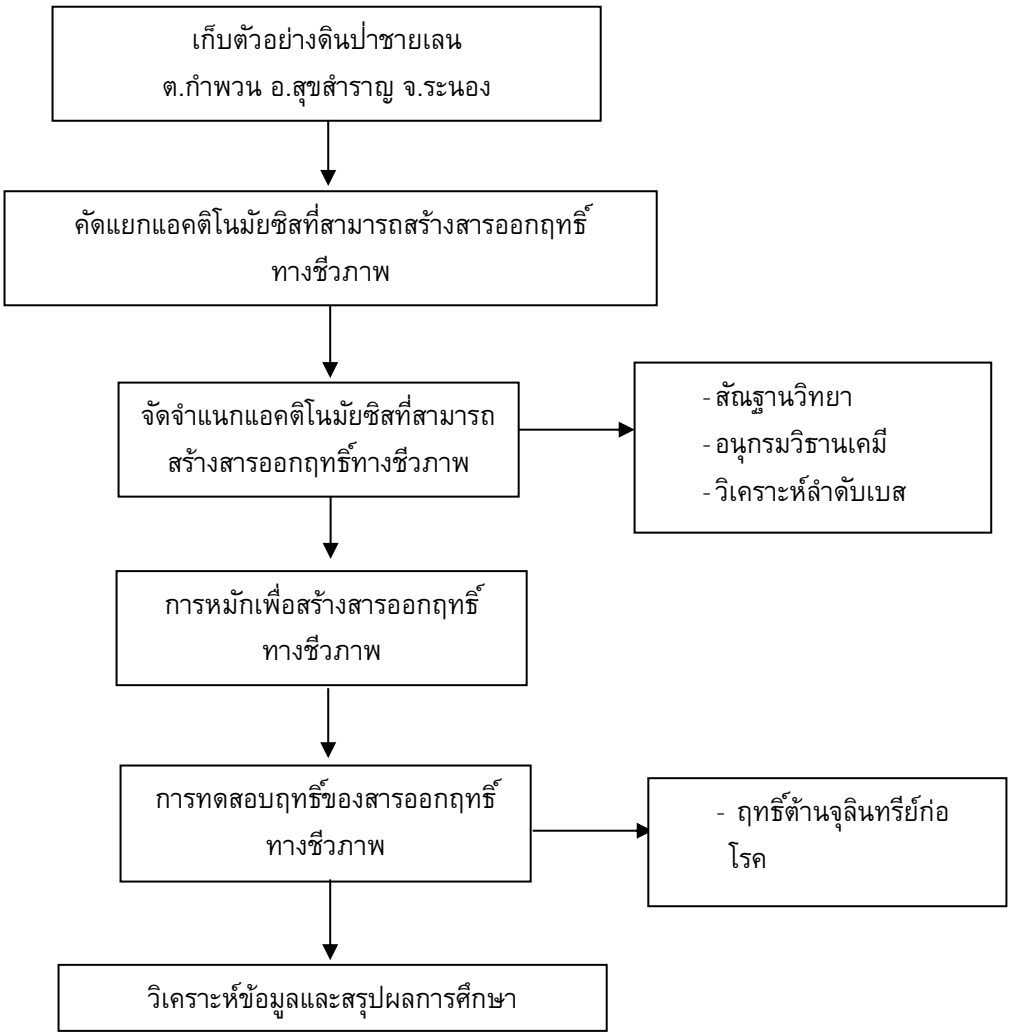
ประโยชน์ของแอคติโนมัยซิสที่รู้จักกันดีคือ สามารถผลิตสารปฏิชีวนะ เอนไซม์ สารสี หรือสารอื่น ๆ ได้ จากข้อมูลล่าสุดพบว่า สารปฏิชีวนะส่วนใหญ่สร้างมาจากแอคติโนมัยซิส (45%) เชื้อรา (38%) และแบคทีเรียชนิดอื่น (17%) โดยจุลินทรีย์กลุ่มแอคติโนมัยซิสที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้มากที่สุดเป็นเชื้อในสกุล Streptomyces ซึ่งผลิตสารปฏิชีวนะได้ 70% (ประมาณ 8,000 ชนิด) ของสารปฏิชีวนะที่สร้างจากแอคติโนมัยซิสทั้งหมด (McCarthy & Williams, 1990) เอนไซม์ที่แอคติโนแบคทีเรียสามารถผลิตได้ มีหลายชนิดได้แก่ xylanase, cellulose, amylase และ chitinase เป็นต้น เอนไซม์ amylase ที่มีคุณสมบัติในการย่อยแป้ง แบคทีเรียในกลุ่มนี้มีหลายจีนัสที่สามารถผลิต amylase ได้ ได้แก่ *Micromonospora, Nocardia* และ *Streptomyces* (Das, 1996) เอนไซม์ amylase สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ เช่น การลดความหนืดของแป้งในอุตสาหกรรมทอผ้า การเพิ่มหรือการผลิตสารให้ความหวานในอุตสาหกรรมเบียร์ หรือเครื่องดื่ม เป็นต้น ส่วนเอนไซม์ chitinase ที่มีคุณสมบัติในการย่อยไคตินซึ่งเป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์ของรา หรือเป็นองค์ประกอบของ exoskeleton ของพวก arthropod จีนัสที่สามารถผลิต chitinase ได้ ได้แก่ *Streptomyces* (Dahiya, Tawari & Sign, 2006) เอนไซม์ chitinase สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ได้เช่น นำมาทำ protoplast ของราเพื่อศึกษาองค์ประกอบของผนังเซลล์ของรา การสังเคราะห์สารต่าง ๆ การนำมาเป็นสารควบคุมทางชีวภาพเช่น ใช้ควบคุมราที่ก่อโรคพืช และการนำมาย่อยสลายของเสียทางอุตสาหกรรมการแช่แข็งอาหารทะเลเป็นการเพิ่มมูลค่าของของเสียในอุตสาหกรรม เป็นต้น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดใหม่ที่ผลิตโดยแอคติโนแบคทีเรียที่มีรายงานในช่วงปี ค.ศ. 2003-2005 แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดใหม่ที่ผลิตโดยแอคติโนแบคทีเรีย

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ	แอคติโนแบคทีเรีย	กิจกรรมการยับยั้ง
Abyssomicins	*Verrucosispora sp.*	Antibacterial
Aureoverticillactam	*Streptomyces aureoverticillatus*	Anticancer
Bonactin	*Streptomyces* sp.	Antibacterial; antifungal
Caprolactones	*Streptomyces* sp.	Anticancer
Chandrananimycins	*Actinomadura* sp.	Antialgal; antibacterial; anticancer; antifungal
Chinikomycins	*Streptomyces* sp.	Anticancer
Chloro-dihydroquinones	Novel actinobacteria	Antibacterial; anticancer
Diazepinomicin	*Micromonospora sp.*	Antibacterial; anticancer; anti-inflammatory
3,6-disubstituted indoles	*Streptomyces* sp.	Anticancer
Frigocyclinone	*Streptomyces griseus*	Antibacterial
Gutingimycin	*Streptomyces* sp.	Antibacterial
Helquinoline	*Janibacter limosus*	Antibacterial
Himalomycins	*Streptomyces* sp.	Antibacterial
Komodoquinone A	*Streptomyces* sp.	Neuritogenic activity
Lajollamycin	*Streptomyces nodosus*	Antibacterial
Marinomycins	*Marinispora*	Antibacterial; anticancer
Mechercharmycins	*Thermoactinomyces sp.*	Anticancer
Salinosporamide A	*Salinispora tropica*	Anticancer
Sporalides	*Salinispora tropica*	Unknown biological activity
Trioxacarcins	*Streptomyces* sp.	Antibacterial; anticancer; antimalarial

ที่มา Lam, 2006

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

จิตติ ท่าไว (2550) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและฤทธิ์ทางชีวภาพของแอคติโนมัยซิสที่หายากจากดินป่าชายเลนฝั่งทะเลอันดามัน พบเชื้อแอคติโนมัยซีสหายากได้ 64 ไอโซเลท เชื้อเหล่านี้ถูกนำมาศึกษาอนุกรมวิธานโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ เช่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางอนุกรมวิธานเคมี และการวิเคราะห์ลำดับเบสของยีนในช่วง 16S rRNA gene พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซิสหายากเหล่านี้ เป็นสมาชิกของเชื้อสกุล *Micromonospora, Agromyces, Catellatospora,Streptosporangium, Pseudonocardia, Microbispora, Microtetraspora, Actinomadura, Nonomuraea, Dactylosporangium* และค้นพบเชื้อแอคติโนมัยซิสสกุลใหม่ตั้งชื่อว่า *Actinocatenispora* น้ำหมักของเชื้อแอคติโนมัยซิสเหล่านี้ถูกสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เอทิลอะซีเตตและถูกนำไปทดสอบฤทธิ์การต้านเชื้อจุลินทรีย์ ฤทธิ์การต้านเชื้อวัณโรค ฤทธิ์การต้านเชื้อมาลาเรีย และฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์ ผลที่ได้พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซิสมากกว่า ร้อยละ 50 แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพอย่างใดอย่างหนึ่งของการทดสอบ

กุสุมา จิตแสง (2543) ศึกษาสารทุติยภูมิของสเตรปโตมัยซิส TRA 9839-2 จากป่าชายเลน โดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา การเจริญสรีรวิทยาและชีวเคมีรวมทั้งองค์ประกอบของผนังเซลล์แบคทีเรียกลุ่มแอคติโนมัยซิสสายพันธุ์ TRA 9839-2 ที่แยกได้จากป่าชายเลน ชายฝั่งทะเลอันดามันจังหวัดตรัง สามารถบ่งชี้ได้ว่าเป็นแบคทีเรียในสกุลสเตรปโตมัยซิสสารสกัดหยาบด้วยเอธิลอะซีเตทของน้ำหมักเชื้อ TRA 9839-2 แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ATCC 6633 และฤทธิ์ต้านไวรัสเริม Herpes simplex virus types I และ II เมื่อทำการแยกสกัดด้วยวิธีทางรงคเลข สามารถแยกสารที่มีรายงานการค้นพบแล้ว 4 ชนิด คือ สาร pyrrole-2-carboxylic acid สาร trans-cinnamic acid สาร enterocin และสาร 5-deoxyenterocin การพิสูจน์เอกลักษณ์และโครงสร้างของสารทั้ง 4 ชนิด ทำได้โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสเปคโตรสโคปี และเปรียบเทียบกับข้อมูลในวารสารอ้างอิงการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้พบว่า สาร pyrrole-2-carboxylic acid แสดงฤทธิ์เป็นพิษต่อเซลล์ที่ ED(,50) = 9.9 (+,m)g/ml สาร enterocin แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสเริม Herpes simplex virus type I ที่ ความเข้มข้น 50 (+,m)g/ml ฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรียที่ EC(,50) = 9.4 (+,m)g/ml และแสดงความเป็นพิษต่อเซลล์อย่างอ่อนที่ ED(,50) = 20 (+,m)g/ml สาร trans-cinnamic acid แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อวัณโรคที่ MIC = 200 (+,m)g/ml

กิ่งจันทน์ มะลิซ้อน (2555) ศึกษาความหลากหลายของแอคติโนแบคทีเรียในดิน พบว่าสามารถคัดแยกไอโซเลตแอคติโนแบคทีเรียได้ทั้งหมด 129 ไอโซเลต จากดินตัวอย่าง 40 ตัวอย่าง โดยสุ่มเก็บดินตัวอย่างจากบริเวณต่าง ๆ ภายในอุทยานแห่งชาติภูลังกา เช่น ดินใต้

กล้วยไม้ ดินจอมปลวก ดินใต้ต้นไม้ และดินบริเวณเห็ดเจริญ ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพของดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วน ดินร่วนปนเหนียว ดินร่วนปนทราย และดินทราย สีของดินส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาล สีดำและสีแดงอิฐ pretreatment ดินด้วย $CaCO_3$ และตากดินให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน ก่อนทาการคัดแยกแอคติโนแบคทีเรีย ด้วยวิธีการ serial dilution และ spread plate technique บนอาหาร starch casein agar บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5-7 วัน สัณฐานวิทยาของโคโลนีของแอคติโนแบคทีเรียที่ปรากฏบนอาหาร starch casein agar โดยรวม โคโลนีส่วนใหญ่มีสีขาว เทา น้ำตาล และครีม โคโลนีขอบเรียบ โคโลนียกตัวนูน ตรงกลางโคโลนียุบตัวลงเล็กน้อย ผิว substrate โคโลนีเรียบ ผิวหน้าโคโลนีคล้ายผ้ากำมะหยี่หนังสัตว์ และคล้ายผงแป้ง เมื่อมีการสร้างสปอร์เป็นจำนวนมาก เมื่อจัดจำแนกจีนัสไอโซเลตแอคติโนแบคทีเรียพบว่า 125 ไอโซเลตมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกับจีนัส *Streptomyces* เช่น *Streptomyces* sp.E1-7, C6-2 และ C6-5 เป็นต้น ลักษณะเซลล์ย้อมติดสีแกรมบวก สร้างสปอร์เป็นจานวนมาก ลักษณะสปอร์แบบ conidia ต่อกันเป็นสายโซ่ยาวและเป็นเกลียว ไอโซเลต A14-4, C5-2 และ E5-1 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกับจีนัส *Microbispora* ซึ่งจะมีลักษณะของสปอร์ต่อกัน 2 สปอร์ และมีเพียงไอโซเลต A11-1 ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกับจีนัส *Microtetraspora* มีลักษณะของสปอร์ต่อกัน 4 สปอร์

Castillo et al. (2003) รายงานว่าสารปฏิชีวนะ kakadumycins ที่ผลิตโดย *Streptomyces* sp. NRRL 30566 สามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี ส่วนสารปฏิชีวนะ meroparamycin ที่ผลิตโดย *Streptomyces* sp. MAR01 สามารถยับยั้งได้ดีทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบและ *Candida albicans* (El-Naggar et al., 2006) หรือ *Streptomyces padanus* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ fungichromin ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา *Rhizoctonia solani* ได้

Strzelczyk & Leniarska (1985) รายงานว่าแอคติโนแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากดินบริเวณรอบราก ราก และดินอิสระสามารถผลิตกลุ่มของวิตามินบีได้ นอกจากนี้ยังสามารถผลิตไทอะมีน ไรโบฟลาวิน ฟลาโวโปรตีน วิตามินบี 12 และโคเอนไซม์ เอ (Santos et al., 1976)