บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการทดสอบลักษณะทั้งหมดจำนวน 170 ลำดับการทดสอบ ปรากฏว่ามีลักษณะที่ให้ผลบวกและ ผลลบต่อทุกสายพันธุ์รวมทั้งสิ้น 7 ลำดับการทดสอบ ใน 7 กลุ่มลักษณะ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 ซึ่งทั้ง 7 ลำดับการทดสอบนี้จะไม่นำมาใช้คำนวณหาค่าเปอร์เซนต์ความคล้ายคลึง ดังนั้นจึงเหลือลักษณะที่ใช้หาค่าเปอร์เซนต์ความคล้ายคลึง จำนวน 163 ลำดับการทดสอบ

ตารางที่ 3 ลำดับการทดสอบในกลุ่มลักษณะที่ให้ผลการทดสอบเป็นบวกทั้งหมดหรือลบทั้งหมดในทุกสายพันธุ์ของเชื้อที่นำมาทดสอบ

ผลการทดสอบที่เป็นบวกทั้งหมด	
กลุ่มลักษณะ	ลำดับการทดสอบที่
Motility test	28 Motility
Citrate ultilization test (Simmon)	31 Citrate
Growth on MacConkey agar	56 MacConkey
pH tolerance	66 Growth at pH7

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผลการทดสอบที่เป็นลบทั้งหมด	
กลุ่มลักษณะ	ลำดับการทดสอบที่
Oxidative & Fermentative	30 Fermentative test
Hydrogen Sulfide test	33 Black in TSI
Indole test	42 Indole

ผลวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ และแบ่งกลุ่ม โดยวิธี Unweight Pair Group Method with Arithmetic Average Linkage technique (UPGMA) จากการคำนวณค่าเปอร์เซนต์ ความคล้ายคลึง โดยวิธี Simple matching coefficient (S_{sm}) ที่ระดับความคล้ายคลึง 73 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีจำนวน 12 กลุ่ม และ Jaccard coefficient (S_j) ที่ระดับความคล้ายคลึง 56 เปอร์เซ็นต์มีจำนวน 13 กลุ่มรายละเอียดได้แสดงในเดนโดแกรม (Dendrogram) รูปที่ 2,3 และซิมปริพายด์เดนโดแกรม (Simplified dendrogram) รูปที่ 4,5 ตามลำดับ ในตารางที่ 4 เปรียบเทียบจำนวนกลุ่ม (Cluster) และจำนวนเชื้อที่อยู่ในแต่ละกลุ่ม ซึ่งได้จากการวิเคราะห์แบบ S_j/UPGMA และ S_{sm}/UPGMA

เนื่องจากผลการจำแนกกลุ่มของเชื้อ ที่คำนวณหาค่าเปอร์เซนต์ความคล้ายคลึงโดยวิธี S_{sm} และ S_j มีความคล้ายคลึงกัน ดังนั้นจึงนำผลของการศึกษาแบบ S_j/UPGMA มาวิเคราะห์โดยละเอียด ดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1 (Cluster 1) ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 43 สายพันธุ์ เป็นเชื้อที่แยกได้จากผู้ป่วย จำนวน 37 สายพันธุ์ แยกได้จากสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 สายพันธุ์ แยกได้จากสัตว์ จำนวน 1 สายพันธุ์ และเป็นสายพันธ์อ้างอิงอีก 3 สายพันธุ์ คือ P. pseudomallei NCTC 4845 P. pseudomallei NCTC 7431, P. pseudo mallei DMS 0732 รวมเข้าเป็นกลุ่มเดียวกันที่ระดับความคล้ายคลึง 68 เปอร์เซนต์ ให้เป็นกลุ่มของ Pseudomonas pseudomallei มีลักษณะสำคัญแสดงไว้ในตารางที่ 6 ลักษณะของโคโลนี คือ กลมนูน ขอบเรียบ และเปียกชื้นเล็กน้อย ให้ α-hemolysis บน blood agar plate เมื่อตั้งทิ้งไว้เกิน 48 ชั่วโมง โคโลนีจะใหญ่ขึ้น และเปลี่ยนเป็น β-hemolysis ลักษณะโคโลนีจะเริ่มเหี่ยวย่น (wrinkled) มีลักษณะเป็นเส้นนูน แผ่เป็นรัศมีออกจากจุดกลางโคโลนี สีของโคโลนีมีสีตั้งแต่ขาวครีมสีเหลืองอ่อนและสีส้ม เมื่อนำเชื้อบนโคโลนีมาย้อมด้วย สีกรัมจะติดสีหัวท้าย (bipolar) ลักษณะการติดสีจะติดสีเข้มมากบริเวณหัวท้าย ส่วนขอบ ๆ เชื้อด้านข้างจะเห็นเป็นเส้นแสดงขอบเขตของเชื้อตรงกลางไม่ติดสีเลย และลักษณะตัวเชื้อจะออกไปทาง coccobacilli ให้ผลบวกต่อการทดสอบ oxidase ปฏิกิริยาบน TSI agar ให้ผล alkaline slant , no change butt ใน 24 ชั่วโมงแรก และเมื่อตั้งทิ้งไว้เกิน 48 ชั่วโมงจะเปลี่ยนเป็น acid slant, acid butt เชื้อนี้

เคลื่อนที่ได้โดยแฟลเจลลา มากกว่า 1 เส้นที่ด้านปลายของเชื้อ สามารถเจริญเติบโตได้ใน KCN broth และที่ 42 ถึง 45 องศาเซลเซียส ให้ผลบวกกับการทดสอบ nitrate reduction test และ denitrification มีความสามารถสร้างเอ็นซัยม์ arginine dihydrolase, การทดสอบ gelatin liquefaction ให้ผลบวก มีความทนทานต่อน้ำดี (bile) ตั้งแต่ 5 - 40 เปอร์เซนต์ มีความสามารถในการ peptonization litmus milk ผลิตกรดได้จาก สารประกอบคาร์โบไฮเดรท ด้วยวิธี oxidation ดังนี้ Arabinose, Fructose, Galactose, Glucose, Lactose Mannose, Mannitol, Maltose,Saccharose Xylose, และ 10 % Lactose (PAB) สามารถใช้ สารประกอบ คาร์โบไฮเดรท และสารประกอบอินทรีย์ เป็นแหล่งของคาร์บอนและไนโตรเจน ดังนี้ Arabinose, Cellobiose, Erythriol, Fructore, Glucose, Glycerol, Inositol, Lactose, Mannose, Mannitol, Maltose, Trehalose, Caproate, Malonate, Methylamine, Formate, L-alanine, L-glutamate, L-histidine, L-arginine, L-serine รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 5

กลุ่มที่ 2 (Cluster 2) ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 5 สายพันธุ์ แยกได้จากผู้ป่วย จำนวน 2 สายพันธุ์ สิ่งแวดล้อม จำนวน 2 สายพันธุ์ และสายพันธุ์อ้างอิง จำนวน 1 สายพันธุ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คือ P. cepacia ATCC 17759 รวมเป็นกลุ่มเดียวกันที่ระดับความคล้ายคลึง 74.5 เปอร์เซนต์ เชื้อในกลุ่มนี้เป็นเชื้อ P.cepacia โดยจะไปเชื่อมกับกลุ่มที่ 1 ที่ระดับความคล้ายคลึง 61 เปอร์เซนต์ มีลักษณะที่สำคัญ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 ลักษณะทั่วไปคือโคโลนีกลมนูนขอบเรียบ เมื่อย้อมเชื้อด้วยสีกรัมจะติดสีหัวท้าย (bipolar) ลักษณะของเชื้อจะยาวกว่าเชื้อใน กลุ่มที่ 1 และตรงกลางตัวเชื้อติดสีแดงได้บ้าง เคลื่อนที่ได้ด้วย แฟลกเจลลามากกว่า 1 เส้นที่ปลายด้านหนึ่งของเชื้อ ลักษณะเชื้อบน TSI agar ให้ผล alkaline slant no change butt เมื่อตั้งทิ้งไว้เกิน 24 ชั่วโมง โคโลนีบน TSI agar จะเปลี่ยนเป็นสีส้ม เชื้อส่วนใหญ่สามารถสร้างรงควัตถุ ชนิดละลายน้ำได้เมื่อเลี้ยงเชื้อบน nutrient agar ให้สีน้ำตาล บางสายพันธุ์ให้สีเขียว เชื้อนี้ไม่สามารถ denitrify, ส่วนใหญ่ไม่สามารถ hydrolyse gelatin (gelatin liquefaction ให้ผลลบ) สามารถสร้างเอ็นซัยม์ β-galatosidase, เชื้อส่วนใหญ่ผลิตเอ็นซัยม์ lysine decarboxylas, hydrolyse polysorbate (Tween) 80 เจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง 37 ถึง 42 อุณหภูมิองศาเซลเซียสและไม่สามารถเจริญเติบโตในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผลิตกรดจากสารประกอบคาร์โบไฮเดรท ได้หลายชนิด คือ Arabinose, Cellobiose, Dextrin, Fructose, Galac-

tose, Glucose, Lactose, Mannose, Mannitol, Maltose, Ribose, Saccharose, Trehalose, Xylose, 10% Lactose, และสามารถใช้ สารประกอบคาร์โบไฮเดรทและสารประกอบอินทรีย์ได้หลายชนิด เพื่อใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5

กลุ่มที่ 3 (Cluster 3) ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 5 สายพันธุ์ ที่แยกได้จากผู้ป่วย 2 สายพันธุ์ สิ่งแวดล้อม 2 สายพันธุ์ และสายพันธ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์ คือ P. putida ATCC 12633 (type strain) โดยรวมเข้าเป็นกลุ่มเดียวกันที่ระดับความคล้ายคลึง 57 เปอร์เซนต์ เชื้อในกลุ่มนี้คือ P.putida มีลักษณะสำคัญดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 เชื้อในสปีชีส์นี้ไม่ hydrolyse gelatin สามารถสร้างรงควัตถุชนิดละลายน้ำได้เรียก fluoresceinไม่มีปฏิกิริยากับ egg-yolk, ไม่ denitrify,ไม่เจริญในอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส แต่สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ยกเว้นใน P. putida biotype A ไม่เจริญในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, ไม่ hydrolyse polysorbate (Tween) 80 ยกเว้น P.putida biotype A สามารถผลิตกรดจากสารประกอบ คาร์โบไฮเดรท ได้หลายชนิด คือ Arabinse, Fructose, Galactose,Glucose, Ribose, Sorbose, Starch, Sorbitol,และสามารถใช้สารประกอบคาร์โบไฮเดรท และ สาร

ประกอบอินทรีย์ได้หลายชนิด เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอน และไนโตรเจน รายละเอียดได้แสดงไว้ในตาราง ที่ 5

กลุ่มที่ 4 (cluster 4) ประกอบด้วยเชื้อ 5 สายพันธุ์ ซึ่งแยกได้จากผู้ป่วย จำนวน 2 สายพันธุ์ สิ่งแวดล้อม 2 สายพันธุ์ และสายพันธุ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์ คือ P.fluorescens ATCC 13525 โดยรวมเป็นกลุ่มเดียวกันที่ ระดับความคล้ายคลึง 61.5 เปอร์เซนต์ เชื้อในกลุ่มนี้เป็นเชื้อP. fluorescens พบว่าทั้ง 5 สายพันธุ์ที่นำมาศึกษาประกอบด้วยเชื้อ P. fluorescens biotype I จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ P81,P82, P83 P. fluorescens biotype III จำนวน 1 สายพันธุ์ คือ P. fluorescens ATCC 13525 P. fluorescens biotype IV จำนวน 1 สายพันธุ์ คือ P80 สำหรับลักษณะที่เหมือนกัน ของเชื้อในกลุ่มนี้คือ สามารถสร้างรงควัตถุชนิดละลายน้ำได้เรียก fluorescein มีปฏิกิริยากับ egg yolkสามารถเจริญเติบโตในอุณหภูมิ 4 องศาเซล-เซียส, hydrolyse gelatin, สามารถสร้างเอ็นซัยม์ arginine dihydrolase ผลิตกรดจากสารประกอบคาร์โบไฮเดรท ได้หลายชนิดดังนี้ Arabinose, Cellobiose, Fructose, Galactose, Glucose, Inositol, Mannose, Ribose, Trehalose, Xylose, และสามารถใช้สารประกอบคาร์โบไฮเดรทและสารประกอบอิน-ทรีย์เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอน และไนโตรเจนได้หลาย

ชนิด รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 5

กลุ่มที่ 5 (Cluster 5) ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 5 สายพันธุ์ แยกได้จากผู้ป่วย จำนวน 2 สายพันธุ์ จากสิ่งแวดล้อมจำนวน 2 สายพันธุ์ และสายพันธุ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์ คือ P.aeruginosa ATCC 10145 โดยรวมเป็นกลุ่มเดียวกันที่ระความคล้ายคลึง 73.5 เปอร์เซนต์ เชื้อในกลุ่มนี้ คือเชื้อ P. aeruginosa สามารถสร้างรงควัตถุ ชนิดสามารถละลายน้ำได้ เรียก pyocyanin เคลื่อนที่ได้ด้วย แฟลกเจลลา จำนวนมากกว่า 1 เส้น ที่ปลายขั้วของเชื้อสามารถเจริญเติบโตในอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสและไม่สามารถเจริญในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แยกจากเชื้อในกลุ่ม 3 และ กลุ่ม 4 โดยปฏิกิริยาการทดสอบ ดังนี้ acetamide hydrolysis เชื้อในกลุ่มนี้ให้ผลบวก, เชื้อในกลุ่ม 3 และกลุ่ม 4 ไม่สามารถเจริญในอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เชื้อในกลุ่มนี้ ไม่สามารถผลิตกรดจากสารประกอบคาร์โบไฮเดรทชนิด inositol และ trehalose ขณะที่ กลุ่ม 4 ให้กรดจากสารประกอบดังกล่าว เชื้อในกลุ่มนี้ สามารถผลิตกรดจากคาร์โบไฮเดรท ดังนี้ คือ Arabinose, Adonitol,Galactose, Mannose, Mannitol, Starch และ Xylose ลักษณะที่สำคัญได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 นอกจากนี้ยังสามารถใช้สารประกอบคาร์โบไฮเดรทและสารประกอบอินทรีย์เป็นแหล่งของคาร์บอน และไนโตรเจนได้หลายชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

กลุ่มที่ 6 (Cluster 6) ประกอบด้วยเชื้อ Pseudomonas sp. จำนวน 2 สายพันธุ์ ซึ่งแยกได้จากผู้ป่วยทั้งหมด เชื้อนี้ได้แยกพิสูจน์แล้วว่าเป็น Unclassified Pseudononas โดย คุณสุรางค์ เดชศิริเลิศ แห่งกองพยาธิวิทยาคลีนิค สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุขแห่งชาติ จังหวัดนนทบุรี เมื่อนำมาทด สอบเชื้อทั้งสองสายพันธุ์ รวมกันเป็นกลุ่มเดียวกันที่ ระดับความคล้ายคลึง 56.5 เปอร์เซนต์ และ รวมกับกลุ่มที่ 1 ถึง 5 ที่ 46.5 เปอร์เซนต์ มีลักษณะทั่วไป แสดงไว้ในตารางที่ 5 และลักษณะที่สำคัญแสดงไว้ในตารางที่6

กลุ่มที่ 7 (Cluster 7) ประกอบด้วยเชื้อ จำนวน 5 สายพันธุ์ ซึ่งแยกได้จากผู้ป่วยจำนวน 2 สายพันธุ์ จากสิ่งแวดล้อม 2 สายพันธุ์และสายพันธุ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์ คือ P. pickettii ATCC 27511 โดยรวมเป็นกลุ่มเดียวกันที่ระดับความคล้ายคลึง 64.5 เปอร์เซนต์เชื้อในกลุ่มนี้ คือ P.pickettii มีลักษณะโคโลนีหยิกไม่เรียบ โดยโคโลนีจะฝังในเนื้อวุ้น ผลิตกรดจาก Glucose, Galactose,Fructose, Mannose, Sorbose, และ Xylose ไม่สามารถผลิตกรดจาก Lactose และ Maltose เชื้อนี้สามารถ denitrify และ สามารถสร้างเอ็นซัยม์ Urease ให้ผลบวกต่อการทดสอบ malonate test สามารถเจริญได้ใน ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0-2.5 เปอร์เซนต์ และบางสปีชีส์เจริญได้ในระดับความเข้มข้นของเกลือ 5.0-6.5 เปอร์เซนต์ ทุก

สปีชีส์ไม่สามารถเจริญ ในระดับความเข้มข้นของเกลือ 8.0 เปอร์เซนต์ รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 5 และลักษณะสำคัญแสดงไว้ในตารางที่ 6

กลุ่มที่ 8 (Cluster 8) ประกอบด้วยเชื้อ จำนวน 5 สายพันธุ์ แยกได้จากผู้ป่วยจำนวน 2 สายพันธุ์ จากสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 สายพันธุ์และสายพันธุ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์ คือ P.species group VE-2 JCM 2952 โดยรวมเป็นกลุ่มเดียวกัน ที่ระดับความคล้ายคลึง 63.5 เปอร์เซนต์ เชื้อในกลุ่มนี้ คือ Pseudomonas species group VE-2 มีลักษณะที่สำคัญ คือ มีแฟลกเจลลา 1 เส้น ที่ปลายขั้วของเชื้อไม่สามารถ hydrolyse aesculin, ลักษณะโคโลนีเมื่อเจริญเติบโตบน nutrient agar กลมนูนขอบเรียบ มีสีเหลือง และโคโลนีเมื่อเจริญเติบโตบน blood agar plate ส่วนใหญ่ไม่สามารถ hemolysisเม็ดเลือดแดง เชื้อในกลุ่มนี้เจริญเติบโตได้ดีในความเข้มข้นของเกลือ 0-2.5 เปอร์-เซนต์, ไม่เจริญในอุณหภูมิ 4 และ 45 องศา-เซลเซียส สามารถผลิตกรดจาก Aesculin, Cellobiose, Dulcitol, Dextrin, Erythriol, Fructose, Galactose, Glucose,Mannose,Mannitol,Melizitose, Maltose, Ribose, Sorbose, Starch, Sorbitol, Trehalose, และ Xylose ไม่สามารถผลิตกรดจาก Ethanol, Lactose รายละเอียด ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 และ

ลักษณะสำคัญแสดงไว้ในตารางที่6

กลุ่มที่ 9 (Cluster 9) ประกอบด้วยเชื้อ จำนวน 5 สายพันธุ์ แยกได้จากผู้ป่วย จำนวน 2 สายพันธุ์ สิ่งแวดล้อม จำนวน 2 สายพันธุ์ และสายพันธุ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์ คือ P. stutzeri ATCC 17588 โดยรวมเป็นกลุ่มเดียวกันที่ระดับความคล้ายคลึง 60.5 เปอร์เซนต์ เชื้อในกลุ่มนี้ คือ P. stutzeri ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญคือ เคลื่อนที่ได้โดยด้วยแฟลกเจลลา จำนวน 1 เส้น ที่ปลายขั้วของเชื้อ ลักษณะโคโลนี เมื่อเจริญบน nutrient agar แห้งและหยิก (Wrinkled) เมื่อเพาะเลี้ยงเชื้อไว้ 24 ชั่วโมง มีสีน้ำตาลแดง เมื่อใช้ปลายเข็ม (Needle) ยกโคโลนี จะสามารถยกโคโลนีออกจากเนื้อวุ้นบริเวณที่เชื้อขึ้นได้โดยง่าย เชื้อในกลุ่มนี้ไม่ละลายตัวในน้ำ สามารถ denitrify ให้ผลบวกต่อการทดสอบ malonate test สามารถ deaminate phenylalanine, ไม่ให้ปฏิกิริยาต่อ egg yolk, เป็นเชื้อกลุ่มเดียวจากทั้งหมด 13 กลุ่ม ที่สามารถ hydrolyse starch สามารถเจริญเติบโตได้ในระดับความเข้มข้นของเกลือ ตั้งแต่ 2.5 - 8.0 เปอร์เซนต์ และไม่สามารถเจริญเติบโตถ้าปราศจากเกลือ (NaCl) สามารถผลิตกรดจากสารประกอบคาร์โบไฮเดรท ดังนี้Glucose,Maltose และ Xylose และ เชื้อส่วนใหญ่ให้กรดจาก Fructose, Galactose, Mannose, Starch เชื้อในกลุ่มนี้มีความสามารถใช้ สารประกอบคาร์

โบไฮเดรท และสารประกอบอินทรีย์ได้หลายชนิด เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน รายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 5

กลุ่มที่ 10 (Cluster 10) ประกอบด้วยเชื้อ จำนวน 5 สายพันธุ์ แยกได้จากผู้ป่วย จำนวน 2 สายพันธุ์ สิ่งแวดล้อม จำนวน 2 สายพันธุ์ และ สายพันธุ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์ คือ P. diminuta ATCC 11568 รวมเป็นกลุ่มเดียวกัน ที่ระดับความคล้ายคลึง 68.5 เปอร์เซนต์ เชื้อในกลุ่มนี้คือ P. diminuta มีลักษณะดังนี้ คือ ลักษณะโคโลนี เมื่อเจริญบน Muller Hinton agar กลมนูน ขอบเรียบ โคโลนีให้สีน้ำตาล และมีรงควัตถุสีน้ำตาลรอบ ๆ โคโลนีไม่ให้กรดเมื่อทดสอบ Hugh & Leifson's oxidative test แต่ให้ด่างในทุกสายพันธุ์ ที่นำมาทดสอบ เชื้อในกลุ่มนี้ไม่สามารถผลิตกรดจากสารประกอบคาร์โบไฮเดรท เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลา 1 เส้นที่ปลายขั้วของเชื้อ ไม่สามารถ denitrify เชื้อโดยส่วนใหญ่ให้ ผลบวกต่อการทดสอบ malonate test ไม่ให้ปฏิกิริยาต่อ egg yolk เชื้อส่วนใหญ่สามารถ hydrolyse DNAase และ gelatin ไม่สามารถเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีปริมาณเกลือ NaCl มากกว่า 6.5เปอร์เซนต์ ไม่สามารถเจริญเติบโตในอุณหภูมิ 42 และ 45 องศาเซลเซียส มีความต้องการใช้สารประกอบคาร์โบไฮเดรทและสารประกอบอินทรีย์หลายชนิด เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน

รายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางที่5

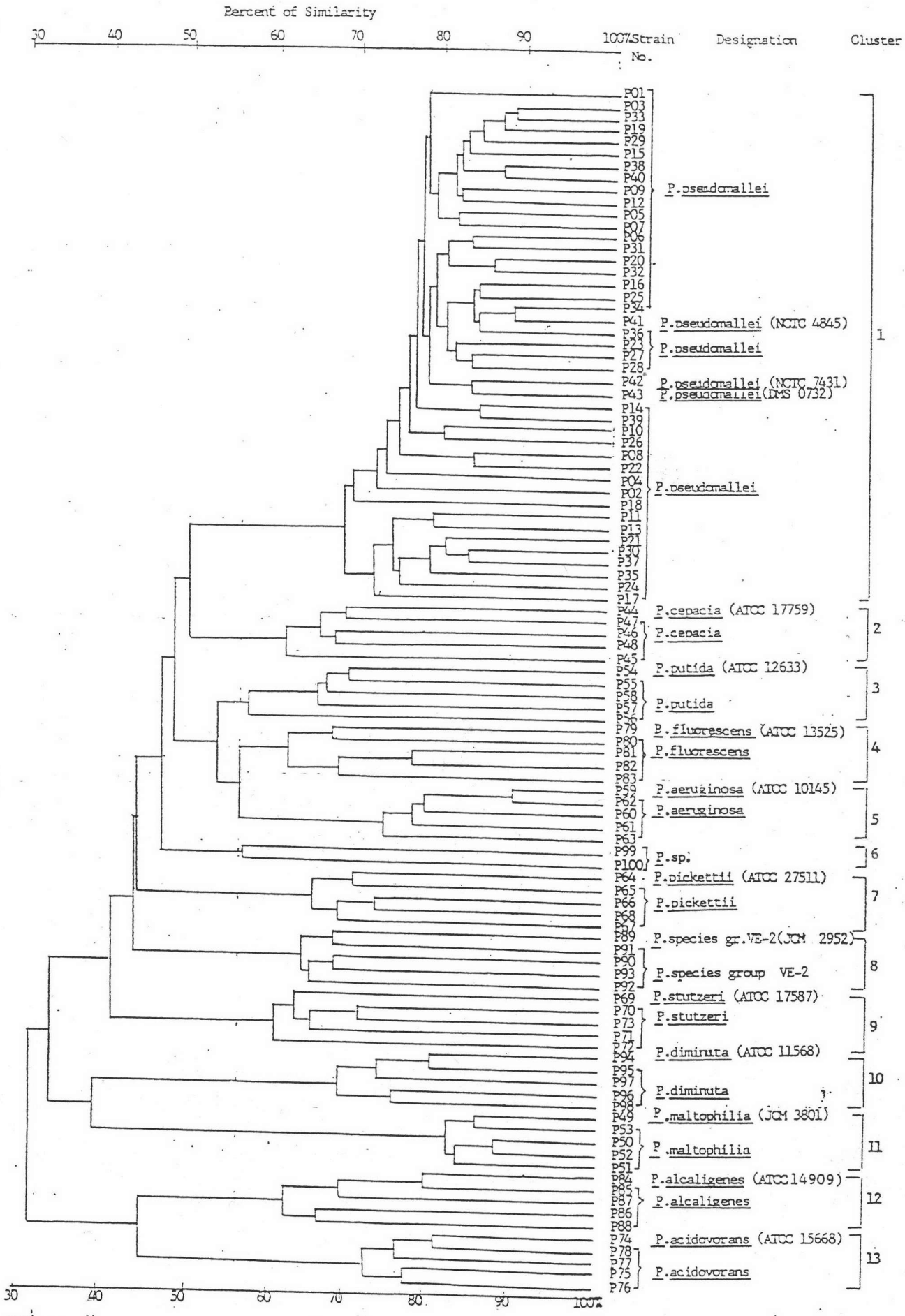
กลุ่มที่ 11 (cluster 11) ประกอบด้วยเชื้อ จำนวน 5 สายพันธุ์ เป็นเชื้อที่แยกได้จากผู้ป่วยจำนวน 2 สายพันธุ์ สิ่งแวดล้อม จำนวน 2 สายพันธุ์ และสายพันธุ์อ้างอิง จำนวน 1 สายพันธุ์ คือ Pseudomonas maltophilia JCM 3801 รวมเป็นกลุ่มเดียวกันที่ระดับความคล้ายคลึง 81.5 เปอร์เซนต์ เชื้อในกลุ่มนี้ คือ P. maltophilia มีลักษณะที่สำคัญ คือ ให้ผลบวกต่อการทดสอบ Indophenol oxidase ลักษณะโคโลนีมีสีเหลือง และสีน้ำตาล เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลา มากกว่า 1 เส้นที่ปลายขั้วของเชื้อ ลักษณะโคโลนี เมื่อเจริญเติบโตบน blood agar plate จะมีสีเขียวอมเหลือง และมีกลิ่นคล้ายแอมโมเนีย สามารถ hydrolyse Polysorbate (Tween) 80 นอกจากนี้ยังสามารถ hydrolyse aesculin, gelatin, DNAase สามารถสร้างเอ็นซัยม์ lysine decarboxylase เจริญเติบโตได้ไม่ดี ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเข้มข้นของเกลือ มากกว่า 2.5 เปอร์เซนต์ ไม่เจริญเติบโตในอุณหภูมิ 4 และ 42 องศาเซลเซียส สามารถผลิตกรดจากสารประกอบคาร์โบไฮเดรท ดังนี้ คือ Cellobiose, Glucose, Trehalose ลักษณะการผลิตกรดให้ผลช้ากล่าวคือ ใน 48 ชั่วโมงแรกให้ผลเป็นด่าง แต่ถ้าทิ้งไว้ 72 ชั่วโมง ขึ้นไปจะเปลี่ยนเป็น กรด, ส่วนในMaltose เชื้อในกลุ่มนี้สามารถผลิตกรดได้ อย่างรวดเร็วใน 24 ชั่วโมง

แรก นอกจากนี้เชื้อในกลุ่ม P. maltophilia ยังสามารถใช้ สารประกอบคาร์โบไฮเดรท และสารประกอบอินทรีย์ บางชนิดเป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 5

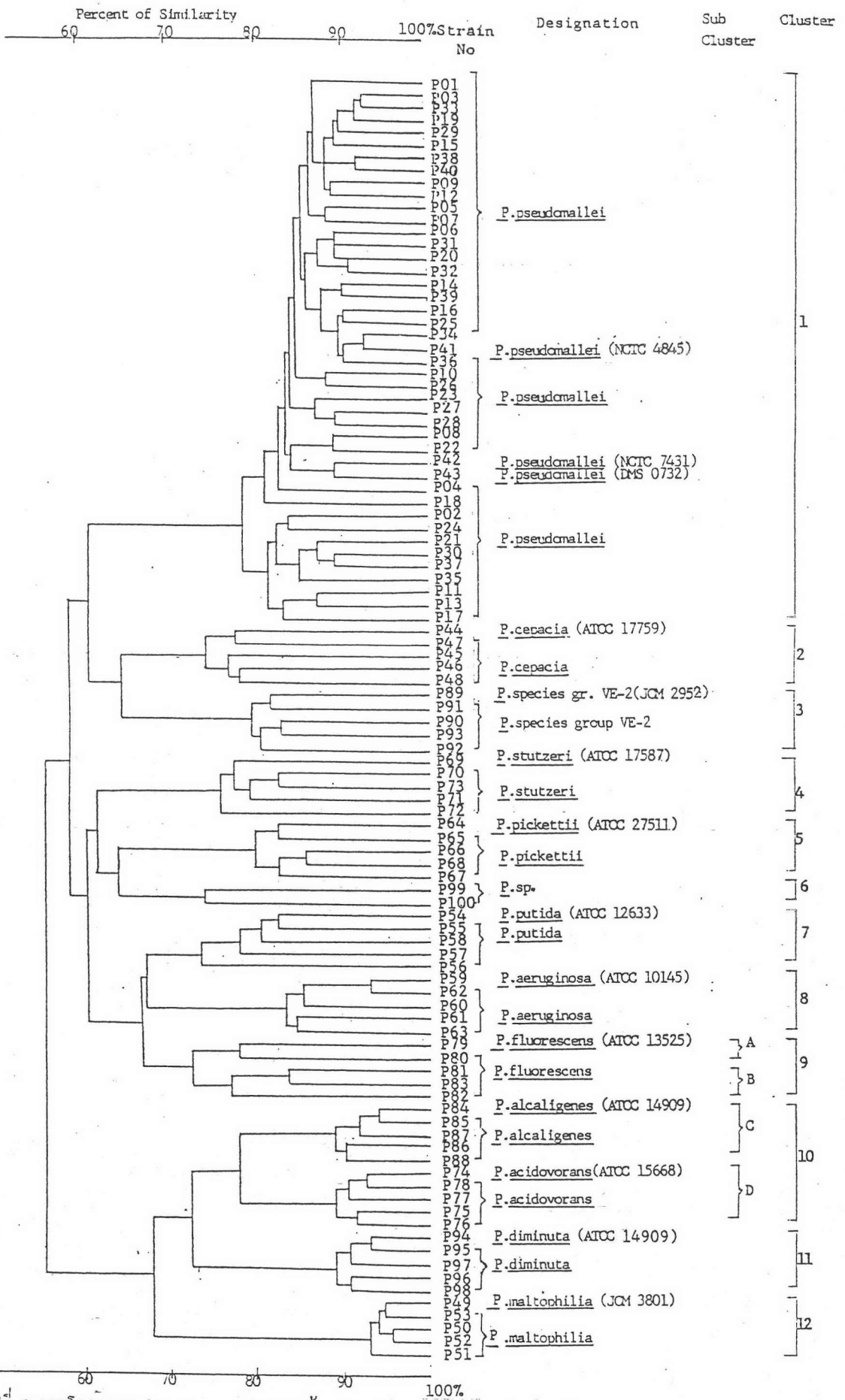
กลุ่มที่ 12 (Cluster 12) ประกอบด้วยเชื้อ 5 พันธุ์ แยกเป็นเชื้อจากผู้ป่วย จำนวน 2 สายพันธุ์ แยกจากสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 สายพันธุ์ และสายพันธุ์อ้างอิง 1 สายพันธุ์ คือ P. alcaligenes ATCC 15668 รวมเป็นกลุ่มเดียวกัน ที่ระดับความคล้ายคลึง 62 เปอร์เซนต์ เชื้อในกลุ่มนี้คือ P.alcaligenes ลักษณะที่สำคัญ คือ สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลาจำนวน 1 เส้นที่ปลายขั้วของเชื้อ ให้ผลบวกต่อการ ทดสอบ Indophenol oxidase ลักษณะโคโลนีเมื่อเลี้ยงบน nutrient agar ให้สีน้ำตาลอ่อน การทดสอบ Hugh & Leifson's Oxidative test ให้ผลเป็นด่าง บนผิวของมีเดียที่ใช้ทดสอบ เชื้อกลุ่มนี้สามารถ reduce nitrate ให้ nitrite เชื้อส่วนใหญ่ให้ผลบวกต่อการทดสอบ malonate test ไม่สามารถผลิตเอ็นซัยม์ decarboxylase ไม่มีปฏิกิริยาต่อ egg yolk เชื้อในกลุ่มนี้ไม่สามารถเจริญในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่สามารถเจริญในอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ไม่สามารถผลิตกรด จากสารประกอบคาร์โบไฮเดรท ทุกชนิด ปฏิกิริยา oxidative ที่ใช้ OF basal medium ให้ผลเป็นด่างบนผิวของมีเดีย เชื้อในกลุ่มนี้ไม่สามารถใช้สารประกอบคาร์โบไฮเดรท เป็นแหล่ง

คาร์บอน ส่วนสารประกอบอินทรีย์ สามารถใช้ได้เพียงบางชนิดเท่านั้น รายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 5

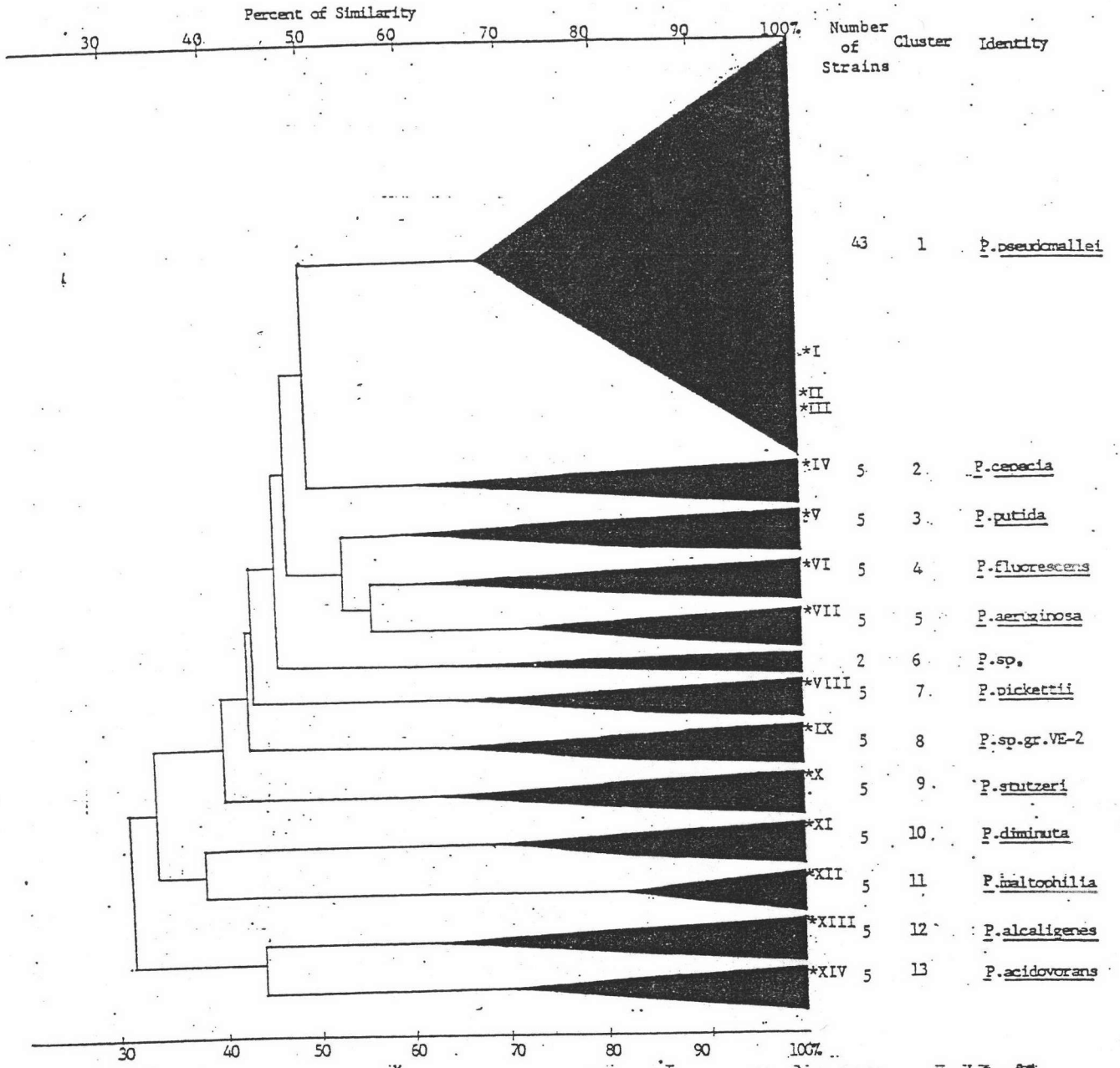
กลุ่มที่ 13 (cluster 13) ประกอบด้วยเชื้อ จำนวน 5 สายพันธุ์ แยกเป็นเชื้อจากผู้ป่วย จำนวน 2 สายพันธุ์ สิ่งแวดล้อม จำนวน 2 สายพันธุ์ และสายพันธ์อ้างอิง จำนวน 1 สายพันธุ์ คือ P. acidovorans ATCC 15668 รวมเป็นกลุ่มเดียวกัน ที่ระดับความคล้ายคลึง 72 เปอร์เซนต์ ลักษณะที่สำคัญของเชื้อในกลุ่มนี้ คือ P. acidovorans เกิดสภาวะความเป็นด่างบนผิวของ Hugh & Leifson 's oxidative test เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลา จำนวน 1 เส้น บางสายพันธุ์มากกว่า 1 เส้นให้ผลบวกต่อการทดสอบ Indophenol oxidase สามารถ reduce nitrate ให้เป็น nitrite มีความสามารถในการ hydrolyse arginine ไม่สามารถเจริญในอุณหภูมิ 4, 42, 45 องศาเซลเซียส เชื้อโดยส่วนใหญ่ไม่สามารถผลิตกรดจากสารประกอบคาร์โบไฮเดรท ยกเว้น Fructose, Mannitol รายละเอียดความสามารถในการใช้สารประกอบคาร์โบไฮเดรท และสารประกอบอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอน และไนโตรเจน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5



รูปที่ 2 เดนโดรแกรม (Dendrogram) ของเชื้อ Pseudomonas spp. โดยการศึกษาความคล้ายคลึงกันแบบ S_j และจัดกลุ่มโดยวิธี Unweight Pair Group Method with Aritimetic Average Linkage Technique



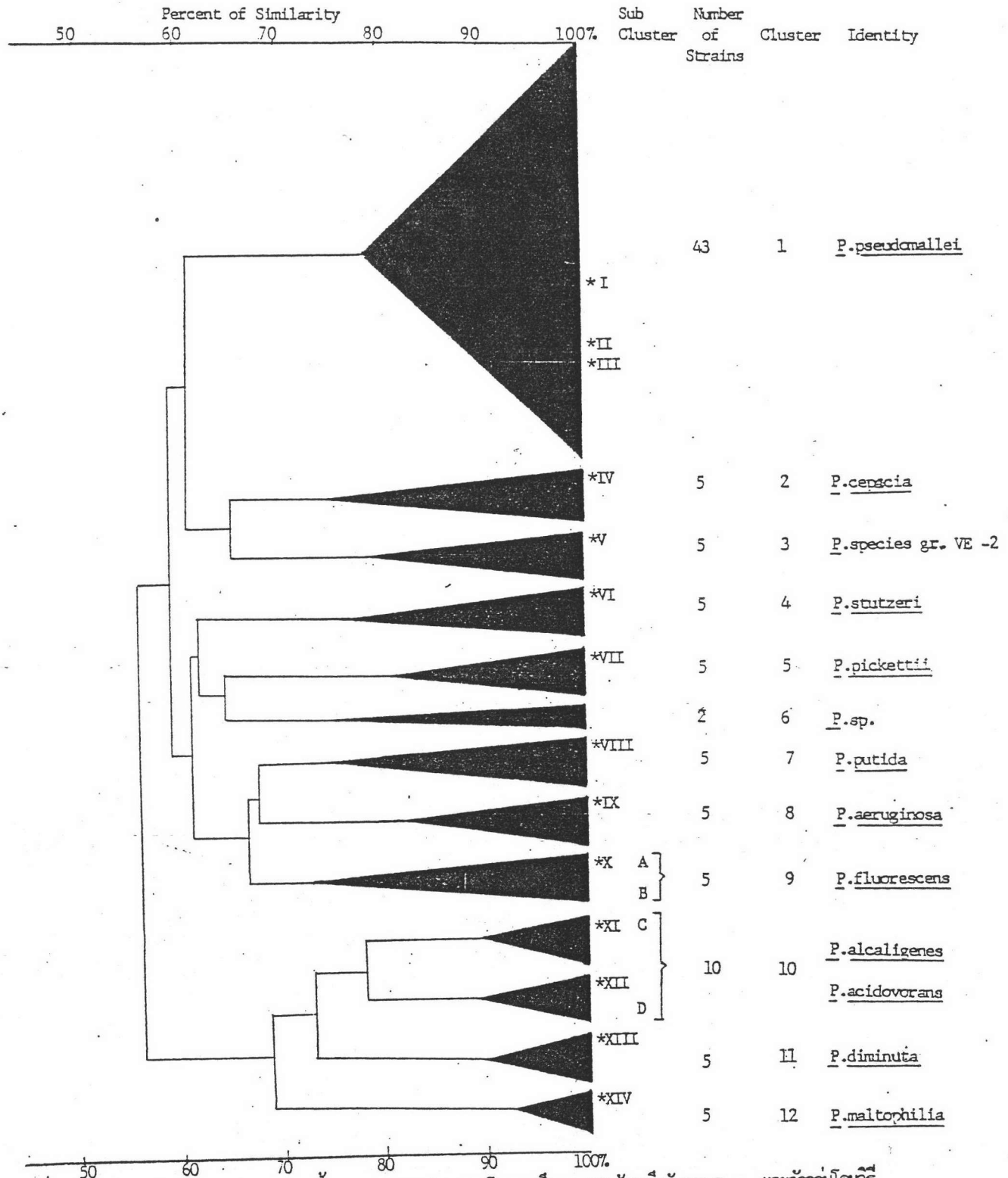
รูปที่ 3 เดนโดรแกรม (Dendrogram) ของเชื้อ Pseudomonas spp. โดยการศึกษาความคล้ายคลึงกันแบบ S_{SM} และจัดกลุ่มโดยวิธี Unweight Pair Group Method with Arithmetic Average Linkage Technique



รูปที่ 4 Simplified dendrogram ของเชื้อ **Pseudomonas spp.** โดยการศึกษาความคล้ายคลึงกันแบบ S_j และจัดกลุ่มโดยวิธี Unweight Pair Group Method with Arithmetic Average Linkage Technique

* ตำแหน่งของเชื้ออ้างอิง

I = P.pseudomallei NCTC 4845
II = P.pseudomallei NCTC 7431
III = P.pseudomallei DMS 0732
IV = P.cepacia ATCC 17759
V = P.putida ATCC 12633
VI = P.fluorescens ATCC 13525
VII = P.aeruginosa ATCC 10145
VIII = P.pickettii ATCC 27511
IX = P.species group VE-2 JCM 2952
X = P.stutzeri ATCC 17587
XI = P.diminuta ATCC 11568
XII = P.maltophilia JCM 3801
XIII = P.alcaligenes ATCC 14909
XIV = P.acidovorans ATCC 15668



รูปที่ 5 Simplified dendrogram ของเชื้อ Pseudomonas spp. โดยการศึกษาความคล้ายคลึงกันแบบ S_{SM} และจัดกลุ่มโดยวิธี Unweight Pair Group Method with Arithmetic Average Linkage Technique

* ตำแหน่งของเชื้ออ้างอิง

I = P.pseudomallei NCTC 4845
II = P.pseudomallei NCTC 7431
III = P.pseudomallei DMS 0732
IV = P.cepacia ATCC 17759
V = P.species group VE-2 JCM 2952
VI = P.stutzeri ATCC 17587
VII = P.pickettii ATCC 27511
VIII = P.putida ATCC 12633
IX = P.aeruginosa ATCC 10145
X = P.fluorescens ATCC 13525
XI = P.alcaligenes ATCC 14909
XII = P.acidovorans ATCC 15668
XIII = P.diminuta ATCC 11568
XIV = P.maltophilia JCM 3801

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบจำนวนกลุ่ม (Cluster) และจำนวนเชื้อที่อยู่ในแต่ละกลุ่ม ซึ่งได้จากการวิเคราะห์แบบ S_j/UPGMA และ S_{sm}/UPGMA

S_j/UPGMA		สายพันธุ์	S_{sm}/UPGMA	
cluster	No.		No.	cluster
1	43	P01,P03,P19,P29,P15,P38,P40,P09 P12,P05,P07,P06,P31,P20,P32,P14 P39,P16,P25,P34,*P. pseudomallei* NCTC 4845,P36,P10,P26,P23,P27, P28,P08,P22,*P. pseudomallei* NCTC 7431,*P. pseudomallei* DMS 0732,P04,P18,P02,P24,P21,P30, P37,P35,P11,P13,P17	43	1
2	5	*P. cepacia* ATCC 17759,P47,P45, P46,P48	5	2
3	5	*P.putida* ATCC 12633,P55,P58,P57 P56	5	7
4	5	*P.fluorescens* ATCC 13525,P80, P81,P83,P82	5	9 A 9 B
5	5	*P.aeruginosa* ATCC 10145,P62,P60 P61,P63	5	8

ตารางที่ 4 (ต่อ)

S_j/UPGMA		Strains	S_{sm}/UPGMA	
cluster	No.		No.	cluster
6	2	P99,P100 (*Pseudomonas* sp.)	2	6
7	5	*P.pickettii* ATCC 27511,P65,P66, P68,P67	5	5
8	5	*P.*species group VE-2 JCM 2952, P91,P90,P93,P92	5	3
9	5	*P.stutzeri* ATCC 17588,P70,P73, P71,P72	5	4
10	5	*P.diminuta* ATCC 11568,P95,P97, P96,P98	5	11
11	5	*P.maltophilia* JCM 3801,P53,P50, P52,P51	5	12
12	5	*P.alcaligenes* ATCC 14909,P85, P87,P86,P88	5	10 C
13	5	*P.acidovorans* ATCC 15668,P78, P77,P75,P76	5	10 D

ตารางที่ 5 ลักษณะของเชื้อ Pseudomonas spp. ทั้ง 13 กลุ่ม

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
	Colonial Morphology													
1	Flat	0[1]	0	20	60	100	50	0	20	80	0	0	20	0
2	Convex	100	100	80	40	0	50	100	80	20	100	100	80	100
3	Irregular	0	0	40	60	100	0	0	0	100	0	0	40	0
4	Entire	100	100	60	40	0	100	100	100	0	100	100	60	100
5	Wrinkle	92	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	20	0
	Hemolysis on blood agar plate													
6	Complete	72	0	0	100	100	100	60	20	0	60	0	40	40
7	partial	18	40	60	0	0	0	0	0	80	40	20	40	20
	Emulsification of colonies													
8	Easy	84	80	100	60	20	100	0	80	0	100	100	40	60
9	Difficult	16	20	0	40	80	0	100	20	100	0	0	60	40
	Cell Morphology													
10	Coccobacilli	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Short rod	0	60	80	20	0	50	40	80	0	40	60	60	0

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
12	Long rod	0	20	0	60	40	100	60	0	80	20	40	0	60
13	Pleomorphism	0	20	20	20	40	0	0	20	20	40	0	0	40
14	Bipolar	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Flagella Numbers													
15	1	0	0	0	0	100	50	100	100	100	100	0	100	20
16	>1	100	100	100	100	0	50	0	0	0	0	100	0	80
	Indophenol oxidase													
17	Oxidase test	100	100	100	100	100	100	100	60	100	100	0	100	100
	Catalase production													
18	Catalase test	95	40	100	100	100	100	40	40	0	60	100	100	80
	Reaction on TSI agar													
19	No change butt/Alkaline slant	5	100	100	100	100	50	100	40	60	80	60	100	100
20	Alkaline butt/Alkaline slant	44	0	0	0	0	50	0	60	40	20	40	0	0
21	Acid butt/Acid slant	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diffusable pigment													
22	Diffusable	0	100	100	80	100	0	40	0	0	100	0	0	20

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
	Colonial pigmentation													
23	Green	0	20	100	60	100	0	0	0	0	0	0	0	20
24	Brown	0	80	80	20	0	0	40	0	40	100	60	80	20
25	Yellow	35	0	0	0	0	0	0	100	0	0	40	0	0
26	Orange	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	White	60	0	0	20	0	100	60	0	60	0	0	20	60
	Motility test													
28	Motile	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Hugh & Leifson's Oxidative & Fermentative													
29	Oxidative	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	100	0	0
30	Fermentative	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Citrate Utilization (Simmons)													
31	Citrate test	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Urease test													
32	Urease	26	40	60	80	40	50	100	80	60	20	0	0	20
	Hydrogen Sulfide test													

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
33	H_2S on TSI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	H_2S on Lead acetate paper	0	0	0	60	0	0	80	60	40	80	60	0	0
	Litmus milk													
35	Peptonization	95	40	0	60	100	0	0	0	0	0	100	0	0
	Potassium cyanide test													
36	KCN test	100	100	60	100	60	50	60	60	40	60	0	60	40
	β-Galactosidase test													
37	ONPG test	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
	Pyocyanin&Fluorescein pigment													
38	King- A (pyocyanin)	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
39	King- B (fluorescein)	0	0	80	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nitrate reduction & Denitrification test													
40	Nitrate	100	40	20	20	0	0	80	60	40	20	0	100	100
41	Nitrogen gas	100	0	0	40	100	0	100	40	100	0	0	0	0
	Gluconate oxidation													

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
42	Gluconate	19	100	100	60	80	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indole test													
43	Indole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Malonate utilization													
44	Malonate test	23	80	60	60	100	0	100	80	100	80	100	80	40
	Phenylalanine deamination													
45	P.D. test	0	20	20	40	0	0	40	60	100	0	0	0	0
	Decarboxylase reaction													
46	Arginine dihydrolase	100	0	80	100	100	0	0	0	20	0	0	0	0
47	Lysine decarboxylase	0	80	0	0	0	0	0	20	0	0	100	0	0
48	Ornithine decarboxylase	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lecithinase(Egg Yolk) opacity test													
49	Lecithinase	67	60	0	100	80	0	20	0	0	0	0	0	0
	Hydrolysis on:													
50	Aesculin	67	60	0	60	40	100	0	0	0	20	100	0	0
51	Polysorbate(Tween)80	44	100	20	80	100	50	80	60	80	40	100	40	20

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
52	Starch	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
53	DNAse	0	0	20	0	0	0	0	0	20	80	100	0	0
54	Gelatin liquefaction	100	20	0	100	100	50	80	60	20	80	100	20	0
55	Acetamide	70	80	0	20	100	100	0	0	40	0	0	0	80
56	Arginine	100	40	80	60	100	100	40	40	40	20	0	60	100
	Growth on:													
57	MacConkey agar	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
58	SS agar	88	0	80	80	100	100	40	0	80	0	20	0	40
59	1% TTC[2]	0	80	60	60	100	0	0	0	20	20	0	0	0
	Salt tolerance													
60	0%	100	100	100	100	100	50	100	100	20	100	100	80	80
61	2.5%	100	100	100	80	100	100	100	100	100	100	100	20	0
62	5.0%	100	60	0	100	20	50	60	60	100	100	40	0	0
63	6.5%	0	0	0	0	0	50	20	20	100	0	20	0	0
64	8.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0
	pH tolerance													
65	pH 3	2	0	0	40	0	50	40	0	0	40	60	40	0

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
66	pH 5	100	100	100	100	80	100	100	100	0	100	80	100	0
67	pH 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
68	pH 9	100	100	100	100	100	50	20	80	100	80	0	40	100
	Temperature growth													
69	4°C	33	0	80	100	0	0	40	0	0	40	0	0	0
70	42°C	100	100	0	0	100	0	60	20	80	0	0	100	0
71	45°C	93	20	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bile tolerance													
72	5 %	100	100	100	100	100	100	100	60	100	100	100	80	100
73	10 %	100	60	100	80	100	100	80	60	100	100	0	40	100
74	20 %	100	20	20	80	100	100	20	0	0	100	0	60	40
75	40 %	100	0	0	60	100	50	40	0	0	80	0	20	0
	Acid production from carbohydrate and sugar derivative (OFBM)[3]													
76	Aesculin	5	80	60	40	20	0	0	100	0	0	0	0	0
77	Arabinose	100	100	100	100	100	50	60	60	0	0	0	0	0

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
78	Adonitol	40	60	80	80	100	50	40	80	0	0	80	0	0
79	Cellobiose	84	100	20	100	0	50	0	100	0	0	100	0	0
80	Dulcitol	79	60	20	60	40	50	60	100	0	0	40	0	0
81	Dextrin	77	100	60	60	40	0	60	100	0	0	0	0	0
82	Ethanol	33	20	60	20	80	50	40	0	40	0	0	0	0
83	Erythriol	72	0	80	80	0	50	60	100	0	0	0	0	0
84	Fructose	100	100	100	100	60	100	100	100	80	0	60	0	100
85	Galactose	98	100	100	100	100	50	100	100	80	0	0	0	0
86	Glucose	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	100	0	0
87	Inositol	74	80	40	100	20	0	60	80	20	0	0	0	20
88	Inulin	2	80	40	80	60	0	20	80	0	0	0	0	60
89	Lactose	100	100	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	Melibiose	9	20	60	60	60	50	60	80	0	0	0	0	0
91	Mannose	100	100	80	100	100	50	100	100	80	0	60	0	0
92	Mannitol	100	100	40	80	100	100	0	100	60	0	0	0	100
93	Melizitose	2	80	40	40	0	50	60	100	60	0	0	0	0
94	Maltoes	100	100	20	80	0	100	0	100	100	0	100	0	0

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
95	Rhamnose	21	0	60	80	20	0	0	60	0	0	0	0	0
96	Raffinose	0	60	40	80	40	0	60	80	60	0	0	0	0
97	Ribose	60	100	100	100	40	50	20	100	40	0	0	0	0
98	Sorbose	2	60	100	80	60	50	100	100	60	0	0	0	0
99	Salicin	20	0	60	20	40	0	60	60	0	0	0	0	0
100	Starch	67	0	100	80	100	0	0	100	80	0	0	0	0
101	Sorbitol	86	80	100	80	60	0	40	100	60	0	0	0	0
102	Saccharose	93	100	20	60	20	100	0	40	0	0	0	0	0
103	Trehalose	84	100	20	100	0	50	40	100	0	0	100	0	0
104	Xylose	93	100	80	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0
105	Lactose, 10 % (PAB)[a]	100	100	40	40	20	0	0	80	0	0	0	0	0
	Utilization of carbohydrate and sugar derivative as the carbon source													
106	Aesculin	4	0	0	40	0	0	0	0	60	0	0	0	0
107	Arabinose	93	80	40	100	0	100	0	60	0	0	0	0	0
108	Adonitol	40	100	0	80	20	50	80	40	40	0	0	0	0

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
109	Cellobiose	100	60	40	80	100	50	80	0	0	0	100	0	0
110	Dulcitol	84	60	60	20	20	100	100	40	40	0	0	0	20
111	Dextrin	79	0	0	20	0	0	100	0	40	0	0	0	40
112	Ethanol	53	0	80	0	100	0	20	0	80	20	0	0	100
113	Erythriol	91	0	0	80	100	0	100	60	60	0	0	0	100
114	Fructose	100	100	60	80	80	100	100	100	100	0	40	0	100
115	Glucose	93	100	100	100	100	100	100	100	100	0	100	0	0
116	Galactose	81	100	80	60	100	100	100	100	0	0	100	0	0
117	Gluconate	35	60	100	100	100	100	0	60	60	0	0	0	100
118	Glycerol	100	20	80	100	80	100	80	0	0	0	0	0	60
119	Inositol	91	80	0	20	20	50	60	100	100	0	0	0	80
120	Inulin	7	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	20
121	Lactose	98	40	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
122	Melibiose	53	100	100	60	60	50	80	100	60	0	0	0	0
123	Mannose	98	20	80	60	100	50	100	0	20	0	100	0	20
124	Mannitol	100	100	0	60	100	50	0	0	20	0	0	0	100
125	Melizitose	44	60	40	20	0	0	100	0	60	0	0	0	0

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
126	Maltose	100	0	0	0	0	100	60	0	100	0	100	0	0
127	Rhamnose	12	20	60	40	80	100	60	40	0	0	100	0	0
128	Raffinose	60	60	40	0	20	100	100	100	40	0	0	0	40
129	Ribose	88	60	100	100	100	100	40	40	0	0	0	0	0
130	Sorbose	49	40	40	40	80	0	40	40	0	0	0	0	0
131	Salicin	44	40	40	0	60	0	60	80	20	0	100	0	20
132	Starch	65	20	80	60	60	0	0	40	100	0	0	0	0
133	Sorbitol	77	60	0	80	100	50	40	60	0	0	0	0	0
134	Saccharose	53	100	0	80	0	100	0	80	20	0	100	0	0
135	Trehalose	100	100	0	80	0	100	20	100	0	0	100	0	0
136	Xylose	9	80	80	80	0	100	100	20	20	0	20	0	0
	Utilization of organic compound as the sole carbon & nitrogen source													
137	Acetate	98	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	60	100
138	Caproate	95	60	100	100	100	100	60	100	100	80	20	60	100
139	n-valerate	7	60	100	0	100	100	0	100	60	100	100	80	100

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	จำนวนสายพันธุ์	43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
140	Butyrate	23	100	100	80	80	100	0	0	100	100	40	100	100
141	Malonate	100	100	80	80	100	100	100	100	100	100	100	0	100
142	Succinate	65	100	100	100	100	100	60	80	100	0	100	100	100
143	Fumarate	2	60	100	100	100	0	0	100	100	20	100	100	100
144	Oxalate	0	20	20	0	40	0	0	0	0	0	0	100	60
145	D-malate	86	60	100	100	100	50	100	100	100	0	100	0	100
146	Tartrate	0	20	60	0	60	100	100	60	40	0	0	100	60
147	Lactate	65	80	100	100	100	50	100	40	80	100	100	100	100
148	Pyruvate	63	60	100	100	100	50	0	100	100	40	100	100	100
149	Methylamine	91	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	60	0
150	Ethanolamine	70	0	0	20	0	0	0	60	60	0	0	80	40
151	Formate	100	60	60	60	100	50	0	40	0	0	0	0	80
152	Phenol	0	0	60	60	60	50	60	40	40	100	0	0	0
153	Benzoate	14	0	40	20	80	100	0	0	100	0	0	0	0
154	m-hydroxybenzoate	0	100	60	60	100	0	60	40	0	0	0	0	100
155	L-alanine	100	100	80	100	100	50	100	100	0	100	100	100	100
156	L-valine	33	60	60	100	80	50	100	0	100	0	0	0	0

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	กลุ่มที่ / จำนวนสายพันธุ์ / กลุ่มลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		43	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
157	L-glutamate	98	60	100	100	100	100	100	60	100	0	100	60	100
158	L-isoleucine	26	60	80	80	60	0	100	0	100	0	0	0	100
159	n-dodecane	0	40	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0
160	Hippurate	49	60	0	60	0	50	100	0	80	0	100	0	0
161	Acetamide	0	60	0	0	80	100	0	0	100	0	0	0	100
162	L-histidine	100	80	100	80	80	100	0	0	0	0	100	0	100
163	L-proline	65	0	80	80	80	100	100	0	100	0	100	0	100
164	L-tyrosine	16	60	100	100	40	100	40	40	100	0	0	40	100
165	L-arginine	100	0	100	100	100	0	80	60	100	0	0	40	0
166	L-threonine	44	40	80	0	100	0	0	0	60	0	0	0	60
167	L-tryptophan	58	100	20	100	40	50	100	0	100	0	0	0	80
168	L-serine	98	80	40	60	20	0	100	0	80	0	0	0	0
169	L-lysine	7	100	60	20	80	0	0	40	100	0	100	0	0
170	L-ornithine	21	60	100	60	100	0	0	0	60	0	0	0	0

1 = Percent of positive test

2 = Triphenyl tetrazolium chloride

3 = O/F basal medium (Difco)

4 = Purple agar base

กลุ่ม 1 = P. pseudomallei

กลุ่ม 2 = P. cepacia

กลุ่ม 3 = P. putida

กลุ่ม 4 = P. fluorescens

กลุ่ม 5 = P. aeruginosa

กลุ่ม 6 = P. sp.

กลุ่ม 7 = P. pickettii

กลุ่ม 8 = P. species group VE-2

กลุ่ม 9 = P. stutzeri

กลุ่ม 10 = P. diminuta

กลุ่ม 11 = P. maltophilia

กลุ่ม 12 = P. alcaligenes

กลุ่ม 13 = P. acidovorans

ตารางที่ 6 ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการแยกเชื้อ Pseudomonas spp.

กลุ่มที่ / สปีชีส์ / จำนวนสายพันธุ์ / ลักษณะ	(1) P.pseudomallei 43	(2) P.cepacia 5	(3) P.putida 5	(4) P.fluorescens 5	(5) P.aeruginosa 5	(6) P.sp. 2	(7) P.pickettii 5	(8) P.species group VE-2 5	(9) P.stutzeri 5	(10) P.diminuta 5	(11) P.maltophilia 5	(12) P.alcaligenes 5	(13) P.acidovorans 5
Indophenol oxidase test	+*	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	-	+	+
Hugh & Leifson oxidation	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Flagella numbers :													
>1 flagellas	+	+	+	+	-	+/-	-	-	-	-	+	-	+/-
1 flagella	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-
Wrinkled colonies	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+/-	-
Lactose (OFBM)	+	+	+/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mannitol	+	+	+/-	+/-	+	+	-	+	+/-	-	-	-	+
Maltose	+	+	+/-	+/-	-	+	-	+	+	-	+	-	-
Sucrose	+	+	+/-	+/-	-	+	-	+/-	+	-	+	-	-
Xylose	+	+	+/-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Pyocyanin pigment	-	-	+/-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluorescein pigment	-	-	+/-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กลุ่มที่ / สปีชีส์ / จำนวนสายพันธุ์ / ลักษณะ	(1) P.pseudomallei 43	(2) P.cepacia 5	(3) P.putida 5	(4) P.fluorescens 5	(5) P.aeruginosa 5	(6) P.sp. 2	(7) P.picketttii 5	(8) P.species group VE-2 5	(9) P.stutzeri 5	(10) P.diminuta 5	(11) P.maltophilia 5	(12) P.alcaligenes 5	(13) P.acidovorans 5
ONPG	±	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Denitrification	+	-	-	∓	+	-	+	-	+	-	-	-	-
Growth at 42°C	+	+	-	-	+	-	±	-	±	-	-	+	-
Gelatin liquefaction	+	∓	-	+	+	±	±	±	±	±	+	±	-
Starch hydrolysis	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Colony pigmentation													
Green	-	∓	+	±	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Brown	-	±	±	∓ ±	-	-	∓	-	∓	+	±	±	∓ ±
Yellow	∓	-	-	-	-	-	-	+	-	-	±	-	-

* - = 0-16 %, ∓ = 17-50 %, ± = 51-84 %, + = 85-100 %

ตัวเลขในวงเล็บ = Cluster

OFBM = OF basal medium

ONPG = *o*-nitrophenyl-*β*-D-galactopyranoside