รายงานการวิจัย

การพัฒนาตำรับสบู่เหลวจากสมุนไพรไทยในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนัง
The Development of Herbal Antibacterial Liquid Soap on Human

เสนอ
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

โดย

ผศ.ดร. สุมนต์ทิพย์ คงตัน
รศ.วิชัย สุรเชิดเกียรติ

QV
TP

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2549
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

งานวิจัยเรื่อง : การพัฒนาตำรับสบู่เหลวจากสมุนไพรไทยในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนัง
ชื่อผู้วิจัย : ผศ.ดร.สุมนต์ทิพย์ คงตัน
ชื่อผู้ร่วมโครงการวิจัย : รศ.วิชัย สุรเชิดเกียรติ
ปีงบประมาณ : 2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาฤทธิ์และพัฒนาสูตรตำรับสบู่เหลวสมุนไพร ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนัง โดยคัดเลือกสมุนไพรที่ใช้ศึกษาและทำการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม สารสกัดเปลือกมังคุด สารสกัด-ทองพันชั่ง และน้ำคั้นผลมะกรูด ซึ่งนำมาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคที่ผิวหนัง 5 สายพันธุ์ : *Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* ผลการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยมะกรูด, น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, สารสกัดเปลือกมังคุด และน้ำคั้นผลมะกรูด มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย : *Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* ได้ดีตามลำดับ และจากผลการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ และสารสกัดทองพันชั่ง ไม่ให้ผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียดังกล่าว จากนั้นนำสารสกัดสมุนไพรมาผสมกันเพื่อทดสอบหาสมุนไพรผสม ที่มีฤทธิ์ในการเพิ่มขีดความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียร่วมกันของสมุนไพร พบว่า สมุนไพรผสมระหว่างน้ำมันหอมระเหยมะกรูดผสมน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม และสารสกัดเปลือกมังคุดผสมน้ำคั้นผลมะกรูด มีฤทธิ์ที่เสริมกันต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เมื่อนำสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ได้จากการทดลองมาเตรียมเป็นสบู่เหลวสมุนไพร 2 สูตร ได้แก่ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ และสบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี จากนั้นนำมาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และนำมาทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย กับผลิตภัณฑ์สบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด คือ Protex® และ Dettol® จากผลการทดลองพบว่าสบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด 1%, สารสกัดเปลือกมังคุด 1%, น้ำมันหอมระเหยมะกรูดผสมน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม 1% และสารสกัดเปลือกมังคุดผสมน้ำคั้นผลมะกรูด 1% ให้ผลที่แตกต่างกันในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย : *Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* ดังนี้ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ดีกว่าสบู่เหลวสูตรธรรมชาติ และสบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญได้ดีกว่าสบู่เหลวสมุนไพรที่มีสารสกัดน้ำเป็นส่วนผสม และทำการวัด pH ของสบู่เหลวสูตรธรรมชาติที่มีส่วนผสมของสมุนไพรดังกล่าว ค่าที่ได้คือ 13.89, 13.85, 13.64 และ 13.85 ตามลำดับ และ pH ของสบู่เหลวสูตรเคมี ค่าที่ได้คือ 9.45, 9.59, 9.73 และ 8.96 ตามลำดับ ทำการทดสอบทางกายภาพโดยการวัดความหนืดของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ค่าที่ได้คือ 70, 52, 58 และ 54 centipoise ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสูตรเคมี ค่าที่ได้คือ 53, 51, 72 และ 46 centipoise.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัย และขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่อนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการอุปกรณ์ และอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยครั้งนี้และขอขอบคุณ นายยุทธกร ก้องสุวรรณคีรี นายรุ่งอรุณ เที่ยงธรรม และนางสาวจุฑามาศก์ แสงไสย์ ที่ทำให้งานวิจัยนี้บรรลุวัตถุประสงค์เป็นอย่างดี

สุดท้ายขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ผศ.ดร.สุมนต์ทิพย์ คงดัน
รศ.วิชัย สุรเชิดเกียรติ
กันยายน 2549

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช
บทนำ	1
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	73
ผลการทดลอง	77
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	193
เอกสารอ้างอิง	196

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	แสดงค่า Saponification Number หรือปริมาณต่างที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับไขมัน (หนัก 1 กรัม)	10
2-2	การระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจาก *S. aureus* ระหว่างปี ค.ศ. 1973-1987 ในสหรัฐอเมริกา	45
2-3	แหล่งอาหารที่เป็นสื่อทำให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษระหว่างปี ค.ศ. 1973-1987 ในสหรัฐอเมริกา	45
2-4	สรุปปัจจัยที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษขึ้นระหว่างปี ค.ศ.1973-1987 ในสหรัฐอเมริกา	46
2-5	สิ่งกำหนดความรุนแรงของ *Pseudomonas aeruginosa*	53
2-6	เปรียบเทียบสารประกอบทางเคมีที่พบในน้ำมันหอมระเหยของใบมะกรูดและผิวมะกรูด	59
4-1	แสดงเวลาที่เชื้อแบคทีเรียมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด (Maximum Growth Curve)	79
4-2	แสดงประสิทธิภาพของ McFarland standard No.1 ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทดสอบ	82
4-3	แสดงการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียของสมุนไพรเดี่ยว	89
4-4	แสดงการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียของสมุนไพรผสม	90
4-5	แสดงปริมาณ MIC (Minimum Inhibitory Concentration) ของสมุนไพร	168
4-6	แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว	172
4-7	แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยสบู่เหลวสมุนไพรผสม	172
4-8	แสดงความแตกต่างของประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียระหว่างสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวกับสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียดามท้องตลาด	181
4-9	แสดงความแตกต่างของประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียระหว่างสบู่เหลวสมุนไพรผสมกับสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียดามท้องตลาด	182
4-10	แสดงค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร	191
4-11	แสดงค่า pH ของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร	192

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	แสดงเครื่องมือสกัดแบบต่อเนื่อง Soxhlet extractor	23
2-2	แสดงเครื่องระเหยสารแบบสุญญากาศ Rotary Evaporation	24
2-3	สูตรโครงสร้างทางเคมีของลิโมนีน (ซ้าย) และไพนีน (ขวา)	27
2-4	สูตรโครงสร้างทางเคมีของจีรานิออล (ซ้าย) และเมนทอล (ขวา)	27
2-5	สูตรโครงสร้างทางเคมีของซิโทรเนลลา (ซ้าย) และซินนามาดีไฮด์ (ขวา)	28
2-6	สูตรโครงสร้างทางเคมีของคาร์โวน	28
2-7	สูตรโครงสร้างทางเคมีของยูจีนอล (ซ้าย) และไทมอล (ขวา)	29
2-8	สูตรโครงสร้างทางเคมีของอะนีโทล	29
2-9	สูตรโครงสร้างทางเคมีของยูคาลิปตอล	29
2-10	สูตรโครงสร้างทางเคมีของเมทิลซาลิไซเลต	30
2-11	ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหยชนิด Clevenger	31
2-12	เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดใหญ่	31
2-13	แสดงขั้นตอนการกลั่นโดยใช้น้ำและไอน้ำ	32
2-14	แสดงโครงสร้างของผิวหนัง	35
2-15	แสดงลักษณะเชื้อ *Staphylococcus aureus*	40
2-16	แสดงลักษณะเชื้อ *Escherichia coli*	47
2-17	ปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ ของเชื้อ *Escherichia coli*	48
2-18	แสดงลักษณะเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*	51
2-19	ปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ ของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*	52
2-20	แสดงลักษณะของเชื้อ *Bacillus subtilis*	54
2-21	แสดงลักษณะของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis*	55
2-22	แสดงลักษณะผลมะกรูด	56
2-23	แสดงลักษณะผลมังคุด	60
2-24	แสดงลักษณะตะไคร้	62
2-25	แสดงลักษณะทองพันชั่ง	63
2-26	แสดงลักษณะผลส้มเขียวหวาน	67
2-27	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของผิวส้มเขียวหวาน	72
3-1	แสดงขั้นตอนและวิธีการทดลอง	76
4-1	แสดงลักษณะสารสกัดเปลือกมังคุดผง A และสารสกัดทองพันชั่งผง B	77
4-2	แสดงลักษณะสารสกัดสมุนไพร	78
4-3	กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*	79
4-4	กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli*	80
4-5	กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*	80
4-6	กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ *Staphylococcus aureus*	81
4-7	กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis*	81

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-8	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1	83
4-9	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1	84
4-10	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1	85
4-11	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1	86
4-12	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1	87
4-13	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง	92
4-14	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง	93
4-15	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้	94
4-16	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	95
4-17	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด	96
4-18	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง	97
4-19	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง	98
4-20	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้	99
4-21	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	100
4-22	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด	101
4-23	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง	102
4-24	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง	103
4-25	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้	104
4-26	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	105
4-27	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด	106
4-28	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง	107
4-29	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง	108
4-30	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้	109
4-31	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	110
4-32	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด	111
4-33	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง	112
4-34	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง	113
4-35	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้	114
4-36	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	115
4-37	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด	116
4-38	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	118

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-39	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	119
4-40	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	120
4-41	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	121
4-42	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	122
4-43	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	123
4-44	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	124
4-45	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	125
4-46	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	126
4-47	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด1:20ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	127
4-48	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	128
4-49	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	129
4-50	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	130
4-51	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	131
4-52	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	132
4-53	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	133
4-54	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และ สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	134
4-55	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	135

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-56	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	136
4-57	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	137
4-58	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	138
4-59	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	139
4-60	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	140
4-61	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	141
4-62	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	142
4-63	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	143
4-64	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	144
4-65	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	145
4-66	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	146
4-67	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	147
4-68	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	148
4-69	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูดและสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	149
4-70	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	150
4-71	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	151
4-72	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	152

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-73	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	153
4-74	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	154
4-75	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	155
4-76	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	156
4-77	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	157
4-78	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยปลือกส้ม,น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	158
4-79	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	159
4-80	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	160
4-81	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	161
4-82	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	162
4-83	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด	163
4-84	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	164
4-85	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	165
4-86	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	166
4-87	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด	167
4-88	แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว (สูตรสบู่เหลวธรรมชาติ)	169
4-89	แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว (สูตรสบู่เหลวเคมี)	170
4-90	แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรผสม (สูตรสบู่เหลวธรรมชาติ)	170
4-91	แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรผสม (สูตรสบู่เหลวเคมี)	171

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-92	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว	174
4-93	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว	174
4-94	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว	175
4-95	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว	175
4-96	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว	176
4-97	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม	178
4-98	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม	178
4-99	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม	179
4-100	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม	179
4-101	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม	180
4-102	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว และสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด	184
4-103	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว และสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด	184
4-104	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว และสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด	185
4-105	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวและสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด	185
4-106	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวและสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด	186
4-107	แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม และ สบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด	188
4-108	แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม และสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด	188
4-109	แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสมและสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด	189
4-110	แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสมและสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด	189
4-111	แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสมและสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด	190

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันปัญหาสาธารณสุขไทยอย่างหนึ่งที่พบได้บ่อยในชุมชนทั่วๆไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งในชุมชนแออัด ทั้งที่โรคติดเชื้อทางผิวหนังสามารถติดต่อกันได้จากการสัมผัสระหว่างบุคคล มีผลทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรคออกไปอย่างมาก ประชาชนส่วนใหญ่มักจะไม่ค่อยมีการรักษาสุขภาพ หรือถ้ามีการรักษามักจะใช้ยาสังเคราะห์ ซึ่งถ้าใช้ไม่ถูกวิธีอาจเกิดโทษมากกว่าเกิดประโยชน์ การใช้สบู่เหลวในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคผิวหนัง เป็นวิธีการหนึ่งในการลดปริมาณเชื้อบนผิวหนังซึ่งจะช่วยลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคผิวหนังได้อย่างไรก็ตามสบู่เหลวที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในประเทศไทยมีราคาแพง ส่วนมากเป็นสินค้านำเข้าจากต่างประเทศ สินค้าที่ผลิตในเมืองไทยยังมีไม่แพร่หลายมากนัก อีกทั้งยังต้องใช้สารสังเคราะห์ที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ เช่น Trichesan ซึ่งต้องสั่งซื้อเข้ามาจากต่างประเทศอีกด้วย เป็นการสูญเสียเงินตราต่างประเทศไปใช้ในการซื้อวัตถุดิบเพิ่มมากขึ้น ทำให้สูญเสียโอกาสในเชิงเศรษฐกิจ

ในปัจจุบันนี้ พืชสมุนไพรได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของประเทศทั่วไปมากขึ้น ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศต่างให้ความสำคัญและเล็งเห็นถึงคุณประโยชน์ของสมุนไพรมากขึ้น ไม่ว่าจะอยู่ในรูปอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ ยาแผนโบราณ เครื่องสำอาง รวมถึงในรูปของสารสกัดจากธรรมชาติ เพื่อนำมาใช้ในการกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้สมุนไพรยังเข้าไปมีบทบาทในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่นอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหรรมอาหารเสริม อุตสาหกรรมยารักษาโรคเป็นต้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความนิยมและใช้สมุนไพร และผลิตภัณฑ์สมุนไพรกันเป็นจำนวนมากแต่ปัญหาที่สำคัญของการใช้สมุนไพรคือ ยังขาดข้อมูลทางด้านการแพทย์และเภสัชกรรม ที่จะเป็นหลักประกันคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่างๆ ในสังคมปัจจุบันเป็นสังคมอุตสาหกรรม การใช้สารจากธรรมชาติในเครื่องสำอางโดยการนำมาใช้โดยตรงหรือเตรียมขึ้นแบบง่าย ๆ ในครัวเรือน เป็นสิ่งที่ไม่สะดวกและมีปัญหาหลายประการ จึงได้มีการนำพืชสดหรือพืชแห้งมาสกัดเพื่อให้ได้สารสกัดซึ่งมีคุณภาพและปริมาณสารสกัดที่แน่นอนและสามารถผลิตในระดับอุตสาหกรรมเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีความสวยงามคุณภาพดี คงตัวดีและสะดวกต่อการใช้ การนำสารสกัดมาใช้ในเครื่องสำอางหรือการค้นหาพืชเพื่อนำมาใช้ไม่ว่าจะเป็นยา อาหารเสริมหรือเครื่องสำอางจะต้องมีการศึกษาค้นคว้าอย่างมีขั้นตอน การใช้สารสกัดพืชในเครื่องสำอางนิยมใช้หลายชนิดรวมกัน เพื่อเสริมฤทธิ์ซึ่งกันและกัน สารสกัดในเครื่องสำอางมักใช้ในความเข้มข้นที่ต่ำกว่าทางยาเพื่อความสวยงามของผลิตภัณฑ์ที่ได้ จึงมีฤทธิ์อ่อนกว่าการใช้สารสกัดหลายชนิดรวมกันจะมีข้อดีดังกล่าว หรือใช้ในรูปสารสกัดหยาบซึ่งมีหลายองค์ประกอบ ราคาจะถูกกว่าสารบริสุทธิ์ ในการใช้สารสกัดพืชในเครื่องสำอางควรมีการศึกษาข้อมูล (technical data) ต่างๆเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าคุณภาพและมาตรฐาน(พิมพร, 2532)

งานวิจัยที่เสนอในครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาตำรับสบู่เหลวสมุนไพร ที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนัง โดยการใช้สมุนไพรที่มีอยู่ในประเทศไทย ซึ่งก่อให้เกิดโทษและผลข้างเคียงน้อยกว่าสารสังเคราะห์อันเป็นการส่งเสริมการใช้สมุนไพรในประเทศและส่งเสริมให้มีการทำผลิตภัณฑ์ที่มีสมุนไพรเป็นส่วนประกอบดังจะเห็นได้จากนิทรรศการ OTOP One Tumbon One Product ที่มีการส่งเสริมศักยภาพทางสมุนไพรไทยในการใช้และการผลิตผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรไทย อีกทั้งยังเน้นการทดแทนการใช้สารสังเคราะห์ที่ยังไม่สามารถผลิตได้ในประเทศไทย อันจะเป็นการช่วยลดดุลการค้าอีกทางหนึ่งด้วย จึงเห็นได้ว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเป็นหนทางสร้างรายได้เข้าประเทศ โดยการส่งเสริมการใช้สมุนไพร ซึ่งควรจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาให้เป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม มีความปลอดภัยในการใช้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย :

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดพืชสมุนไพรไทยชนิดต่าง ๆ จากส่วนต่าง ๆของพืช และจากน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทย
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนังของสมุนไพรที่นำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร
3. เพื่อพัฒนาสูตรสบู่เหลวที่เหมาะสมสำหรับผิวหนังที่แตกต่างกัน

ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการนำส่วนต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรมาสกัด เพื่อให้ได้สารสกัดที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนัง และนำไปศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์สบู่เหลวของสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพและพัฒนาตำรับสบู่เหลวให้เหมาะสมกับผิวหนัง เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้และการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ทำให้ประชาชนมีการเลือกใช้สมุนไพรอย่างถูกต้องและที่เหมาะสม และสามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ในราคาถูก มีประสิทธิภาพและมีการยอมรับจากประชาชน และสามารถใช้สมุนไพรในการแก้ปัญหาสุขภาพ และรักษาโรคผิวหนังได้

2. ทำให้ประชาชนสามารถพึ่งตนเองได้ ในแง่การรักษาสุขภาพจากผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรที่พัฒนามาจากสมุนไพรในประเทศ และเผยแพร่คุณประโยชน์ของการใช้สมุนไพร

3. แนะนำและให้มีการปลูกพืชสมุนไพร เพื่อผลิตวัตถุดิบ วัตถุดิบกึ่งสำเร็จรูป เพื่อเป็นสินค้าและ การส่งออกเพื่อเพิ่มมูลค่า

4. ทำให้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัย การใช้สมุนไพรในการป้องกันและรักษาโรคอย่างกว้างขวาง ซึ่งไม่เพียงแต่นำสมุนไพรมาใช้เป็นยาเท่านั้น แต่ยังสามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากพืชสมุนไพรได้อีกด้วย

5. สามารถใช้พืชสมุนไพรทดแทนสารสังเคราะห์ ที่ยังไม่สามารถผลิตได้ในประเทศไทยในการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะพัฒนาไปสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

6. ทำให้มีการใช้พืชสมุนไพรให้ตรงกับการนำไปใช้ประโยชน์ และตรงตามเป้าหมายเศรษฐกิจของประเทศชาติต่อไปในอนาคต

7. สามารถนำสมุนไพรแต่ละชนิดมาใช้ ให้เกิดประโยชน์อย่างถูกต้อง และเกิดประโยชน์อย่างสูงสุดและนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรม เพื่อการส่งออกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน รวมทั้งอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ขนาดกลางสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตสบู่เหลวจากสมุนไพรไทย เพื่อใช้ในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนัง และเพื่อการส่งออก เป็นการกระจายและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น

8. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการใช้สมุนไพรอย่างมีคุณภาพ และเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐกิจ

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

1. สบู่ (Soaps)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2518) ได้ให้ความหมายของคำว่า สบู่ หมายถึง เกลือโลหะหรือเกลืออะมีนของกรดไขมันของน้ำมัน หรือไขมันจากพืช และ/หรือสัตว์

คำจำกัดความของสบู่ (มารศรีและวิทยา, 2532) ในความรู้สึกของคนทั่วๆ ไปก็คือสิ่งที่ใช้ทำความสะอาด กำจัดสิ่งสกปรก แต่ในทางวิทยาศาสตร์ สบู่จัดเป็น detergent ตัวหนึ่งซึ่งเป็นเกลือของกรดไขมัน (fatty acid) ที่ไม่ระเหย

สบู่ (พิมพร, 2532ก) เป็นสารผสมของเกลือโซเดียมของกรดไขมันหลายชนิด คือ Stearic acid, Palmitic acid และ Oleic acid และมี Myristic และ Lauric acid จำนวนเล็กน้อย สบู่จัดว่าเป็นสารทำความสะอาดที่เก่าแก่ที่สุด สมัยก่อนใช้สบู่เท่านั้นทำความสะอาดผิว แม้ว่าในปัจจุบันมีสารชำระล้างสังเคราะห์มากมาย สบู่ก็ยังเป็นที่นิยมเพราะราคาถูกและใช้สะดวก

1.1 ผลของสบู่และสารชำระล้างสังเคราะห์ต่อผิว ที่มีผู้ทำการศึกษาไว้

1.1.1 ความเป็นด่าง (alkalization) กรดไขมันเป็นกรดอ่อน ทำปฏิกิริยากับด่างในสารละลายในน้ำด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ดังนี้

$$RCOO^- + Na^+ + H_2O \rightleftharpoons RCOOH + Na^+ + OH^-$$

Hydroxyl ion (OH^-) เป็นผลพลอยได้จากปฏิกิริยาทำให้สบู่เกิดสภาวะด่างซึ่งมี pH ระหว่าง 9.5-10.8 แต่ผิวหนังมี pH เป็นกรดคือ 5 ดังนั้นการล้างด้วยสบู่ทำให้ผิวเกิดสภาพด่างชั่วคราว ภายหลังการใช้สบู่ถ้ามีการล้างออกด้วยน้ำสภาพความเป็นด่างชั่วคราวจะถูกหยุดและมีการสะเทินด่างโดยสารที่มีในผิวหนัง ภายใน 5-10 นาที จากนั้นผิวจะกลับสู่สภาพเป็นกรดตามปกติภายใน 30 นาที เรียกสภาวะเช่นนี้ว่าผิวเกิด Buffering action ความเป็นด่างต่อผิวจะมีอันตรายเมื่อสัมผัสผิวนานๆ หรือใช้บ่อยๆ จะทำให้เกิดความผิดปกติของโปรตีนในผิว (คีราติน) เช่น ความต้านทานลดลง คุณสมบัติป้องกันการสูญเสียความชื้นลดลง แต่ไม่ถึงกับเป็นรอยแผล (Lesion) เกิดขึ้น โดยพบว่าจะไม่มีรอยแผลเกิดขึ้นบนผิวเมื่อสัมผัสด่างที่ pH 8.8-10.9 นาน 4 ชั่วโมง โดยการทดสอบ Patch test และความเป็นด่างบนผิวจะทำให้เชื้อแบคทีเรียบางชนิดเจริญเติบโตได้

1.1.2 การพองตัวของผิว (Swelling) เนื่องจากผิวประกอบด้วยคีราติน ซึ่งเป็นโปรตีนซึ่งมีความสามารถดูดซับน้ำต่ำสุดที่ pH ซึ่งเท่ากับ Isoelectric point (pI) ของมัน ค่า pI ของ คีราตินเท่ากับ 5 น้ำมี pH 7 จะเกิดการพองตัวเล็กน้อย ด่างจากสบู่มี pH ประมาณ 10 ยิ่งทำให้คีราตินพองตัวมากขึ้น การพองตัวนี้ทำให้ผิวชั้น Corneal layer อ่อนตัวลงและเพิ่มอำนาจการซึมผ่านของสารจากภายนอกสู่ผิว การพองตัวนี้ไม่มีอันตราย

1.1.3 การกำจัดไขมัน (Degreasing) จุดประสงค์ของการใช้สารชำระล้างคือการล้างเอาสิ่งสกปรกที่ฝังในผิวไขมันออกผลเสียที่ตามมา คือ จะเกิดการสูญเสียไขมันผิวอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้การใช้น้ำธรรมดา ไขมันผิวถูกขจัดลงเหลือ 75.8 % ของค่าเริ่มต้น ส่วนการล้างด้วยสบู่ไขมันผิวถูกขจัดลงเหลือ 64.4 % ของค่าเริ่มต้น

1.1.4 การดูดซับสบู่บนคีราติน (Adsorption of soap to skin keratin) การล้างด้วยสบู่หรือสารดีเทอร์เจนต์ ทำให้เกิดฟิล์มบางบน Horny layer ซึ่งจะป้องกันการดูดซับหรือดูดซึมของสารอีมอลเลียนท์ทำให้ผิวเปราะและแตก สารชำระล้างประจุลบก็ทำลายโครงสร้างของคีราตินเช่นกัน

1.1.5 ความระคายเคืองจากกรดไขมัน (Irritating action by acid molecules or ions) จากที่ทราบว่าสบู่ที่เกิดจากไขมะพร้าว (Coconut oil) ระคายเคืองมากกว่าสบู่ที่เกิดจากไขวัว (Tallow) สบู่ที่เกิดจากไขมันที่มีคาร์บอน 12 อะตอม มีความระคายเคืองมากที่สุดแต่สบู่ที่เกิดจากกรดไขมันที่มีคาร์บอนน้อยกว่า 12 และสูงกว่า 14 อะตอม ระคายเคืองน้อยลง เช่น สบู่จาก Oleic acid คายเคืองมากกว่าสบู่จาก Stearic acid (ผลจากการทดสอบ Patch test) แต่ Sodium stearate (สบู่จากไขมันวัว) ไฮโดรไลซ์ให้ด่างในสารละลายมากกว่า Sodium laurate (สบู่จากไขมะพร้าว) จึงสรุปได้ว่าความระคายเคืองของผิวเกิดจากกรดไขมันมากกว่าความเป็นด่าง

1.1.6 การตกตะกอนของโลหะแคลเซียม (Precipitation of calcium soap) การใช้สบู่กับน้ำกระด้างทำให้เกิดคราบไคลของตะกอนแคลเซียมและแมกนีเซียมติดที่บริเวณผิว เกิดการอุดตันรูขุมขนและกักกันสิ่งสกปรก เป็นบ่อเกิดของสิวเสี้ยน โดยตะกอนของเกลือแคลเซียมส่งเสริมให้แบคทีเรียเข้าไปในไขมันและไม่ถูกทำลายโดยสารฆ่าเชื้อ ทำให้เกิดอาการอักเสบของต่อมไขมันได้

1.2 ประเภทของสบู่

ประเภทของสบู่เหลว จะแบ่งตามหน้าที่หรือส่วนผสมที่เป็นองค์ประกอบในสบู่ (Wilfried, 1991) สามารถแบ่งได้ ดังนี้

1.2.1 สบู่อาบน้ำ (Toilet Soaps) สบู่อาบน้ำจะมีส่วนผสมของน้ำมันมะพร้าวอยู่ประมาณร้อยละ 20-50 และส่วนผสมของ Superfated มากกว่าร้อยละ 5 และน้ำหอมร้อยละ 0.5-2 ส่วนของ Superfated ใส่ลงไปเพื่อช่วยให้ไขมันออกจากผิว เพื่อให้ผิวสะอาดโดยใช้สาร คือ กรดไขมัน แอลกอฮอล์ ไขมันพืช กลีเซอไรด์ เลซิทิน และสารคล้ายไขมัน (Lipophilic)

1.2.2 สบู่แข็ง (Hard Soaps) มีส่วนผสมของน้ำมันมะพร้าวน้อย ไม่ใส่สีและสาร Refatting มีกลิ่นธรรมชาติ เป็นสบู่ที่ใช้ในครอบครัวสำหรับล้างมือ หรือซักเสื้อผ้า

1.2.3 สบู่ปกป้องผิว (Skin Protective Soaps) คือสบู่อาบน้ำประกอบด้วยสาร Refatting และส่วนผสมอื่น เช่น โปรตีน และองค์ประกอบของนม วิตามินอี เป็นต้น สารเพิ่มนี้จะมีส่วนช่วยทำให้ผิวนุ่มชุ่มชื้น ช่วยบำรุงผิว

1 .2.4 สบู่ใส (Transparent Soaps) เป็นสบู่ประเภทสวยงาม มีลักษณะใสได้จากการดกผลึกของแข็ง สารละลายของสบู่ที่ Supercooled โดยมีส่วนผสมของ กลีเซอรีน น้ำตาล และเอทานอล

1.2.5 สบู่สวยงาม (Luxury Soaps) มีส่วนผสมของไขมัน แต่จะมีการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของน้ำหอมมากขึ้น มากกว่าร้อยละ 5 ทำให้ลดการจับตัวของไขมัน มีผลทำให้สบู่มีลักษณะอ่อนกว่าปกติ เมื่อมีการใส่น้ำหอมเพิ่มมากขึ้นต้องมีการใช้สารเพิ่มความคงตัวในแอลคาไลด์ของสบู่

1.2.6 สบู่ดับกลิ่นตัว (Deodorant Soaps) จัดอยู่ในกลุ่มของสบู่อาบน้ำ ประกอบด้วยสาร Active ingredients เพื่อทำให้ร่างกายสดชื่น ผลจากการที่มีสารดับกลิ่นจะทำให้มีความสามารถในการเป็นสารที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นตัวเมื่อมีเหงื่อออกมา โดยจะมีการเติมสาร 3, 4, 4-Trichlorocarbo amilide (CTFA Designation : Tricocarbon)

1.2.7 สบู่ครีมหรือสบู่มอยส์เจอไรเซอร์ (Cream or Moisturizing Soaps) เป็นสบู่อาบน้ำที่มีเปอร์เซ็นต์ของสาร Refatting สูง โดยที่จะได้มาจากปริมาณของน้ำมันมะพร้าวเป็นส่วนผสมของไขมันในสบู่ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ

1.2.8 สบู่อาบน้ำที่ใช้สาร Superfatted ทดแทนส่วนของน้ำหอมให้น้อยลง มีสารเติมเฉพาะ เช่น คาโมไมล์ มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนโยน

1.2.9 สบู่ขัดตัว (Abrasive Soaps) เป็นสบู่ที่มีส่วนผสมของสารขัดตัว ช่วยกำจัดผิวที่ตายแล้ว หรือกำจัดสิ่งสกปรก ระดับของสารขัดตัวขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของสารนั้นรวมทั้งประโยชน์ในการขัดตัว

1.2.10 สบู่ลอย (Floating Soaps) จะมีลักษณะที่พิเศษ คือ มีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า 1 กรัม/เซนติเมตร^3 ทำให้สบู่ลอยน้ำ การลดแรงโน้มถ่วงจะช่วยควบคุมการเข้าของอากาศระหว่างการผลิตและช่องอากาศภายในสบู่

1.2.11 สบู่โซเดียม (Sodium Soaps) มีส่วนผสมหลักคือ เกลือที่ได้จากด่างและกรดอ่อนโดยเกลือจะไฮโดรไลซ์สารละลายในรูปของไฮดรอกซีไอออน ทำให้สารละลายสบู่เกิดเป็นด่าง ค่า pH ของสารละลายสบู่อยู่ระหว่าง 8-10 ความเป็นด่างช่วยปรับให้ผิวธรรมดาที่มีค่า pH 5-6 เป็น pH เป็นกลางคือ 7 ผิวธรรมดาจะมีการสร้าง pH ใหม่ใน 2-3 นาที เมื่อเกิดกลไกบัฟเฟอร์ในกรณีของผิวที่อ่อนบางมากจะมีผลทำให้ผิวแห้ง

2. สบู่เหลว (Liquid soap or Shower bath)

สบู่เหลวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้แทนสบู่ก้อนสำหรับผู้ที่มีผิวที่ไวต่อสบู่ก้อน เนื่องจากมีลักษณะเป็นของเหลว ซึ่งเกิดฟองคล้ายสบู่ จึงเรียกว่า สบู่เหลว ซึ่งสารชำระล้างในสูตรไม่ใช่สบู่ แต่เป็นสารชำระล้างสังเคราะห์ซึ่งมีข้อดีกว่าสบู่ในแง่ของคุณสมบัติต่อผิว ราคามักแพงกว่าสบู่ จึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้ การผลิตสบู่เหลวมีกระบวนการที่ง่ายกว่าการผลิตสบู่อัดก้อนมาก สบู่เหลวมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับแชมพูเหลวมาก ส่วนประกอบหลักในตำรับและเทคนิคการผลิตไม่ต่างกัน ต่างกันที่เลือกใช้สารชำระล้างและสารอีมอลเลียนท์ ซึ่งควรเลือกชนิดที่เหมาะสมต่อผิวมากกว่าชนิดที่เหมาะสมกับเส้นผม (พิมพร, 2532ก)

2.1 คุณสมบัติที่ดีของสบู่เหลว

2.1.1 สามารถทำความสะอาดผิวหนังได้อย่างสะอาดหมดจด (Rieger, 1985)

2.1.2 ไม่ทำลายไขมันตามธรรมชาติของผิวหนัง ไม่ทำให้ผิวหนังแห้ง

2.1.3 เกิดปริมาณฟองมากและสม่ำเสมอ

2.1.4 ล้างออกได้ง่ายโดยน้ำธรรมดา และน้ำกระด้าง

2.1.5 ไม่ทำให้เกิดอาการแพ้หรือระคายเคือง หรือผิวหนังอักเสบ

2.1.6 ไม่ทำให้แสบตาหรือเป็นอันตรายเยื่อตา

2.1.7 มีกลิ่นน้ำหอมซึ่งไม่ก่อความระคายเคือง

2.1.8 มีความคงตัวดี (Stable) สี กลิ่น และความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง

นอกจากนี้สบู่เหลวจะหมายรวมถึงสบู่เหลวที่มีลักษณะเป็นครีมอาบน้ำ และเจลอาบน้ำมีความหมายตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

ครีม หมายถึง สิ่งปรุงที่มีลักษณะเป็นอิมัลชันกึ่งแข็ง (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2539)

เจล หมายถึง สิ่งปรุงที่มีลักษณะคล้ายวุ้น ที่ได้จากการกระจายตัวและรวมตัวของอนุภาคคอลลอยด์ของสารจากธรรมชาติ หรือได้จากการสังเคราะห์กับน้ำกระสายยา อาจโปร่งใสหรือมีลักษณะเหลือบขาว (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2539)

Wilkinson และ Moore (1982) แบ่งผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกายออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ ผลิตภัณฑ์สบู่เหลว เจลอาบน้ำ และสบู่ก้อน โดยผลิตภัณฑ์สบู่เหลวจะมีหลายรูปแบบคือ สบู่ใส สบู่ประกายมุกและสบู่ทึบแสง เจลอาบน้ำจะมีลักษณะเช่นเดียวกับสบู่เหลวแต่จะมีความหนืดมากกว่าสบู่เหลว

2.2 ส่วนประกอบหลักของสบู่เหลว

2.2.1 สารลดแรงตึงผิวหลัก (Primary Surfactants) ได้แก่ สารชำระล้าง (Detergents) ซึ่งทำหน้าที่ทำความสะอาด สารชำระล้างเป็นชนิดประจุบวก ชนิดประจุลบ ชนิดไม่มีประจุ และชนิดแอมโฟเทอริคก็ได้ (พิมพร, 2532ก) ซึ่งสารชำระล้างแต่ละชนิดควรมีคุณสมบัติเหมาะสมในการชำระล้างได้ดีหรือเลวแตกต่างกันไป พบว่าไม่มีสารใดที่มีคุณสมบัติในการชำระล้างได้ดีที่สุด ดังนั้นในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด จึงประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิวหลายตัว นิยมใช้สารประจุลบเป็นหลัก เพราะมีอำนาจในการชำระล้างดี เกิดฟองมากและมีราคาถูก แต่มีข้อเสียบางประการคือ บางตัวอาจทำให้เกิดการระคายเคืองจึงมีการใช้สารลดแรงตึงผิวเป็นสารเสริมคุณสมบัติที่ขาดหายไป ประกอบด้วย

2.2.1.1 กลุ่ม Fatty acid soap เป็นสารชำระล้างประจุลบที่มีคุณสมบัติดีกว่าชนิดอื่นๆ คือ ทำความสะอาดได้ดี โดยจะรวมตัวกับเกลือโลหะแล้วละลายสิ่งสกปรกให้หลุดไป และจะเกิดฟองได้เร็วและมีปริมาณฟองมาก และราคาถูก เช่น Tetrasodium EDTA

2.2.1.2 กลุ่ม Alkyl sulfate (Fatty alcohol sulfate) สารกลุ่มนี้สังเคราะห์ขึ้นใช้แทนพวกสบู่ในการเตรียมเจล มีสูตรหลักคือ $R\text{-}O\text{-}SO_3M^+$ โดยที่ M คือ Sodium, Potassium หรือ Alkanolamine ส่วน R คือ ใช้แทนแขนที่ไม่ละลายน้ำของ Fatty Alcohol มีคาร์บอน 10-18 อะตอม เกิดจากการรีดิวซ์กรดไขมันเป็นแอลกอฮอล์ แล้วเกิดกลุ่มซัลเฟต (Sulfation) ด้วยซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (Sulfer trioxide) กรดไขมันที่นิยมใช้มักมี C 12 เช่น Lauryl เพราะจะทำให้เกิดฟองดี แม้ในน้ำกระด้าง ล้างออกได้ง่าย ไม่นิยมใช้พวกที่มี C 8-10 อะตอม เพราะไม่มีอำนาจการชำระล้างและทำให้แพ้ได้

2.2.1.3 กลุ่ม Alkyl ether sulfate (Alkyl polyethylene glycol sulfate) สารกลุ่มนี้สังเคราะห์ขึ้นเพื่อแก้ไขข้อเสียในการละลายของ Alkyl sulfate ซึ่งละลายน้ำได้ดีกว่ามีฤทธิ์อ่อนกว่า และทนต่อ pH ได้ดีกว่า มีสูตรหลักคือ $RO(CH_2CH_2O)_n\text{-}SO_3M$ โดยที่ M คือ Sodium, Potassium, Ammonium หรือ Alkonolamine ตัว R คือ แขนที่ไม่ละลายน้ำของกรดไขมันที่มี C10-16 อะตอมและ N คือ 2 หรือ 3 โดยการที่เพิ่ม Ethylene Oxide Group ลงไปในสูตร ทำให้คุณสมบัติการละลายน้ำดีขึ้นมีฟองมาก แต่ฟองเบาและแตกง่าย มีอำนาจการชำระล้างดี เข้ากับสารอื่นในสูตรได้ดี แต่มีข้อเสีย คือ เก็บไว้นานจะเกิดไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิห้องจึงต้องเก็บในที่เย็น

Anthony (1993) กล่าวถึง Sodium lauryl ether sulfate ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวหลักว่าเป็นสารให้ฟองที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์อาบน้ำ เนื่องจากมีราคาไม่แพง ไม่มีสีและกลิ่น มีความคงตัวในช่วงความเป็นกรดด่างกว้าง เก็บรักษาง่าย ให้ฟองนุ่ม ดัดแปลงสัดส่วนในส่วนผสมได้ง่าย มีความหนืดในลักษณะเป็นเจล

2.2.2 สารช่วยลดแรงตึงผิว (Secondary surfactants) ได้แก่ สารที่ช่วยเสริมคุณสมบัติของสารลดแรงตึงผิวที่ขาดหายไปบางประการ เช่น การเป็นสารช่วยเพิ่มอำนาจการชำระล้าง เป็นต้น (พิมพร, 2532ก) สารกลุ่มนี้เป็นสารช่วยลดแรงตึงผิวที่ไม่นิยมใช้เดี่ยวๆ ในสูตรของผลิตภัณฑ์ เพราะมีคุณสมบัติไม่เด็มที่ดามที่ต้องการ เช่น อำนาจการชำระล้างไม่เพียงพอ หรือมีอำนาจการชำระล้างดี แต่เกิดฟองน้อยหรือทำให้เกิดการระคายเคือง เป็นต้น ประกอบด้วย

2.2.2.1 กลุ่ม Amphoteric surfactants เป็นสารที่มีทั้งประจุบวกและประจุลบในโมเลกุลเดียวกัน การแสดงประจุบวกหรือลบนั้นขึ้นอยู่กับ pH ของสารละลาย มีสูตรหลัก คือ $(CH_3)_3N\text{-}CH_2COO^+$ เป็นสารพวก Quanternary Ammonium Compound ที่มี C 12-18 อะตอม สารพวกนี้ในสภาพ pH เป็นด่างจะแสดงตัวเป็นประจุลบ อำนาจการชำระล้างขึ้นอยู่กับความยาวของ Alkyl chain แต่ทำให้ฟองลดน้อยลงมีข้อดีของสารนี้คือไม่เป็นอันตรายต่อเยื่อตา

2.2.2.2 กลุ่ม Fatty acid ether สารพวกนี้มีความหนืดต่ำ เมื่อเคลือบผิวแล้วเกิดเป็นฟิล์มบางๆ ซึ่งไม่มันและไม่ทำให้เหนียวเหนอะหนะ ทำให้รู้สึกลื่นมือผู้ใช้จะเกิดความรู้สึกเบาและนุ่มมือ จึงนิยมใช้โดยเฉพาะพวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ

Anthony (1993) กล่าวถึง Triethanolamide lauryl sulfate ว่ามีหน้าที่ในการช่วยเพิ่มปริมาณฟอง ช่วยทำให้ฟองละเอียดมากขึ้นทำความสะอาดได้ดีขึ้นเมื่อเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์แชมพูหรือผลิตภัณฑ์อาบน้ำ โดยในกลุ่ม Alkanolamide ทำหน้าที่เพิ่มความคงทนของฟอง

2.2.3 น้ำหอม (Perfumes) เป็นสารแต่งกลิ่นสบู่ให้หอมน่าใช้ ที่นิยมคือ กลิ่นลาเวนเดอร์ กลิ่นกุหลาบ กลิ่นมะลิหรือกลิ่นหอมดอกไม้บางชนิด อาจใช้กลิ่นหอมสังเคราะห์เลียนแบบกลิ่นหอมธรรมชาติก็ได้

2.2.4 สารแต่งสี (Colorant) การแต่งสีจะต้องพิจารณาว่าสีนั้นสามารถเข้ากับสารอื่นในผลิตภัณฑ์ได้หรือไม่สีทนต่อแสงหรือไม่นอกจากนี้ควรแต่งสีให้สอดคล้องกับกลิ่น เช่น กลิ่นพฤกษชาติควรแต่งสีเขียว เป็นต้น

2.2.5 สารซีเควสเตอร์หรือสารคีเลต (Sequestering agent) ทำหน้าที่เป็นตัวจับกับโลหะ ในน้ำกระด้าง มิให้ทำปฏิกิริยากับสบู่ ซึ่งทำให้คราบไคลเป็นตะกอน

2.2.6 สารอีมอลเลียนท์ เพิ่มความลื่น นุ่มเนียนแก่ผิว เช่น ลาโนลิน น้ำมันบางชนิด

2.2.7 ตัวยา เพื่อเพิ่มคุณภาพในการรักษา เช่น ยาฆ่าเชื้อเพื่อลดการติดเชื้อ ฆ่าจุลินทรีย์อันเป็นสาเหตุของกลิ่นตัว ยากำจัดสิว เป็นต้น

2.2.8 สารกันเสีย (Preservatives) การใช้สารกันเสียมีข้อควรระวังคือ เกิดปัญหาการเข้ากันไม่ได้ของสารพวก Nonionics และ Anionics บางตัว ซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอนหรือผลิตภัณฑ์มีความหนืดเปลี่ยนแปลงไป เกิดปัญหาเรื่อง pH ของตำหรับที่จะทำให้สารกันเสียออกฤทธิ์น้อยลง

3. สบู่เหลวธรรมชาติ

สบู่เหลวธรรมชาติเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์กับน้ำมัน ซึ่งอาจจะเป็นน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ก็ได้ กระบวนการนี้เรียกว่า saponification ดังนี้

ไขมัน + สารละลายด่าง ⟶ สบู่ + กลีเซอรีน
Fatty acid Lye Soap Glycerine

$$\begin{array}{l} CH_2\text{-}OOC\text{-}R \\ | \\ CH\text{-}OOC\text{-}R + 3\ KOH \\ | \\ CH_2\text{-}OOC\text{-}R \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} R\text{-}COOK \\ \\ R\text{-}COOK + \\ \\ R\text{-}COOK \end{array} \begin{array}{l} CH_2\text{-}OH \\ | \\ CH\text{-}OH \\ | \\ CH_2\text{-}OH \end{array}$$

3.1 ด่าง

เนื่องจากการผลิตสบู่เหลว จึงเลือกใช้โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ซึ่งเป็นด่างที่ทำปฏิกิริยากับไขมันเพื่อให้ได้สบู่

การกำหนดปริมาณด่างที่จะใช้ในการผลิตสบู่นี้มีความสำคัญมาก ด่างที่ใช้ต้องมีปริมาณที่เหมาะสม จึงจะทำปฏิกิริยากับไขมันได้อย่างพอดีเกิดสบู่เป็นผลผลิตสุดท้าย หากใช้ด่างมากเกินไปจะได้สบู่ที่มีความเป็นด่างสูง ซึ่งจะเกิดการระคายเคืองต่อผิวไม่เหมาะในการนำมาใช้อาบน้ำ และหากใช้ด่างน้อยเกินไป อาจจะไม่ได้สบู่หรือได้สบู่ที่เหลือไขมันมาก เพราะไขมันทำปฏิกิริยาไม่หมดทำให้สบู่เยิ้มเหนียวมีกลิ่นหืนของไขมันทำให้ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวมีลักษณะไม่น่าใช้

การกำหนดปริมาณด่างที่จะใช้นั้นขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยคือ

1. ปริมาณของไขมันที่กำหนดขึ้นเองในดอนแรก

2. ขึ้นอยู่กับค่า Sponification หรือค่าเฉพาะที่ปริมาณของด่างจะทำปฏิกิริยากับปริมาณของน้ำมันได้พอดี แล้วเกิดเป็นสบู่

ตัวอย่างเช่น

น้ำมันมะพร้าว	300 กรัม	
ต้องใช้ด่าง	0.245 × 300 = 73.5	กรัม
น้ำมันปาล์ม	300 กรัม	
ต้องใช้ด่าง	0.189 × 300 = 56.7	กรัม
น้ำมันถั่วเหลือง	400 กรัม	
ต้องใช้ด่าง	0.181 × 400 = 72.4	กรัม
รวมเป็นน้ำมันทั้งหมด	1000 กรัม	
ต้องใช้ด่างทั้งหมด	202.6 กรัม	

3.2 น้ำ

คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการผลิตสบู่มีความสำคัญต่อการทำสบู่มาก เช่น น้ำกระด้างจะมีแร่ธาตุต่างๆ ปะปน ซึ่งรบกวนปฏิกิริยาของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งอาจจะไม่สามารถผลิตสบู่ได้ น้ำที่เหมาะสมในการผลิตสบู่จึงควรเป็นน้ำที่สะอาดหรือน้ำบริสุทธิ์ สามารถใช้น้ำประปาได้แต่ควรเป็นน้ำกรอง น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำที่มีอุณหภูมิปกติ คือ 18-24°C

ด่างที่คำนวณได้ต้องทำให้เป็นสารละลายด่าง แล้วจึงนำไปทำปฏิกิริยากับไขมันจะได้สบู่ น้ำที่ใช้เป็นน้ำสะอาดธรรมดา ควรหลีกเลี่ยงน้ำกระด้าง ปริมาณน้ำที่จะใช้ละลายคำนวณได้จากปริมาณด่างคูณด้วย 3.33 แล้วลบออกด้วยปริมาณด่างดังนี้

น้ำหนักน้ำ = (น้ำหนักด่าง × 3.33) – น้ำหนักด่าง

ตัวอย่างเช่น

น้ำหนักน้ำ = (202.6 × 3.33) – 202.6

ดังนั้นน้ำที่ต้องใช้ = 674.66 – 202.6

= 472.6 กรัม

3.3 น้ำมันหรือไขมัน

เป็นส่วนผสมหลักในการผลิตสบู่ สบู่จะมีคุณสมบัติอย่างไรขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันที่จะนำมาใช้ในการผลิตสบู่ น้ำมันหรือไขมันทั้งจากสัตว์และจากพืชหลายชนิด สามารถนำมาใช้ในการผลิตสบู่ได้ น้ำมันแต่ละชนิดจะให้สบู่ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ทั้งลักษณะทางกายภาพและประสิทธิภาพในการทำความสะอาด ได้แก่

3.3.1 ไขมันวัว (Tallow) จะให้สบู่ที่แข็ง สีขาว อายุการใช้งานนานและมีฟองมากส่วนใหญ่จะต้องผสมกับน้ำมันอื่นๆ ด้วย เพื่อจะให้สบู่นุ่มนวลมากขึ้น

3.3.2 น้ำมันมะพร้าว (Coconut Oil) สบู่ที่ผลิตจากน้ำมันมะพร้าวจะแข็งและมีฟองเป็นครีม แต่อาจจะทำให้ผิวแห้ง จึงต้องใช้น้ำมันอื่นๆ ร่วมด้วยเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้น

3.3.3 น้ำมันปาล์ม (Plam Oil) สบู่ที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มมีลักษณะเป็นก้อนแข็ง มีความคงทน ฟองมาก เป็นครีม ทนนาน ทำความสะอาดได้ดี มีคุณสมบัติคล้ายๆ ไขมันวัว

3.3.4 น้ำมันมะกอก (Olive Oil) เป็นน้ำมันที่นิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมสำหรับสบู่ล้างหน้าและสบู่ถูตัวเพราะจะทำให้ได้สบู่ที่นุ่มนวลต่อผิวพรรณ สบู่ที่ผลิตจากน้ำมันมะกอกจะมีสีเหลือง เนื้อสบู่ค่อนข้างนิ่ม ฟองเป็นครีม นุ่มนวล อุดมด้วยวิตามินอีให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวพรรณ

3.3.5 น้ำมันงา (Sesame Oil) เป็นน้ำมันที่เหมาะสมใช้เป็นส่วนผสมสำหรับสบู่ล้างหน้าและสบู่ถูตัว จะทำให้ได้สบู่ที่นุ่มนวลต่อผิวพรรณ สบู่ที่ผลิตจากน้ำมันงา จะมีสีขาวอมชมพู เนื้อสบู่ค่อนข้างนิ่ม ฟองนุ่มนวล ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวพรรณ

3.3.6 น้ำมันถั่วเหลือง (Soy bean Oil) เป็นน้ำมันที่ใช้เป็นส่วนผสมในสบู่เพื่อเพิ่มความนุ่มนวล เพิ่มวิตามินอี และความชุ่มชื้นแก่ผิวพรรณ สบู่ที่ได้จะมีสีขาวอมเหลือง เนื้อสบู่นิ่ม ฟองละเอียด แต่ฟองไม่มาก

3.3.7 น้ำมันรำข้าว (Rice bran Oil) เป็นน้ำมันที่นิยมใช้เป็นส่วนผสมในสบู่ เพราะจะทำให้สบู่ที่ได้นุ่มนวลขึ้น มีวิตามินอี และให้ความชุ่มชื้น เนื้อสบู่นิ่ม ฟองละเอียด ฟองน้อย

3.3.8 น้ำมันเมล็ดทานตะวัน (Sunflower Oil) เป็นน้ำมันที่ใช้ผสมในสบู่ เพื่อเพิ่มความนุ่มนวลและความชุ่มชื้นแก่ผิว สบู่จะมีสีขาวอมเหลือง เนื้อสบู่ไม่แข็งมาก ฟองไม่มากนัก

3.3.9 น้ำมันข้าวโพด (Corn Oil หรือ Maize Oil) เป็นน้ำมันที่ใช้ผสมในสบู่ เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้น สบู่จะมีสีขาวอมเหลือง เนื้อสบู่ไม่แข็งมาก ฟองละเอียด

3.3.10 น้ำมันละหุ่ง (Castor Oil) เป็นน้ำมันที่ใช้เป็นส่วนผสมเสริมลงไปในสบู่ เพื่อเพิ่มวิตามินอี และความชุ่มชื้นแก่ผิวพรรณ สบู่ที่ได้จะมีฟองมากและละเอียด และนุ่มนวลต่อผิวมาก เหมาะกับคนผิวบาง ผิวแพ้ง่าย

ไขมัน ด่างและน้ำเป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในการผลิตสบู่ ส่วนผสมอื่นๆ เช่น กลิ่นจากน้ำหอมหรือ น้ำมันหอมระเหย สารเพิ่มความชุ่มชื้นสมุนไพรและสารสกัดจากธรรมชาติ สารกันหืน สารกันบูด ซึ่งอาจจะใช้เติมเข้าไปในสบู่เหลวเพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษให้แก่สบู่ในภายหลัง (คมสัน, 2548)

ตารางที่ 2-1 แสดงค่า Saponification Number หรือปริมาณด่างที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับไขมัน (หนัก 1 กรัม)

Oil	SAP	NAOH (oz.)	KOH (oz.)	INCI Name
Almond Butter, Sweet	90 - 140	.098	.139	Prunus amygdalus dulcis (Sweet Almond) Oil
Almond Oil, Sweet	190 - 200	.137	.193	Prunus amygdalus dulcis (Sweet Almond) Oil
Almond Oil, Sweet Organic	190 - 200	137	.193	Prunus amygdalus dulcis (Sweet Almond) Oil
Aloe Vera Butter	240 - 260	.176	.247	Cocos Nucifera (Coconut) Oil and Aloe Barbadensis Leaf Extract
Aloe Vera Oil	185 - 200	.135	.191	
Apricot Kernel Butter	130 - 145	.097	.1361	Prunus armeniacae (Apricot) Kernel Oil
Apricot Kernel Oil	185 - 195	.134	.188	Prunus armeniaca (Apricot) Kernel Oil
Apricot Kernel Oil, Organic	185 - 195	.134	.188	Prunus armeniaca (Apricot) Kernel Oil
Arachis Oil		.136	.191	
Avocado Butter	177 - 198	.132	.186	Hydrogenated Persea gratissima (Avocado) Seed Oil
Avocado Oil	177 - 198	.132	.186	Persea gratissima (Avocado) Oil
Babassu Oil		.174	.244	
Babassu Oil	245-256	.176	.248	Orbignya Oleifera (Babassu) Seed Oil
Banks Oil		.132	.1848	
Baobab Oil	190 - 220	.143	.202	Adansonia digitata (Baobab) Seed Oil
Beef Tallow		.140	.196	
Beeswax, white	89 - 103	.067	.095	Beeswax
Beeswax, yellow	89 - 103	0.067	0.095	Beeswax
Blackcurrant Oil	185 - 195	.134	.188	Ribes nigrum (Blackcurrant) Fruit Oil
Borage Oil	175 - 196	.130	.184	Borago officinalis (Borage) Seed Oil

Oil	SAP	NAOH (oz.)	KOH (oz.)	INCI Name
Brazil Nut Oil		.176	.247	
Butter: Coffee Bean	175-200			Coffea arabica Seed Oil (and) Hydrogenated Vegetable Oil
Butterfat		.161	.2254	
Camelina Oil	185 - 197	.132	.1859	
Camellia Oil	185 - 197	.134	.189	Camellia sinensis (Camellia) Seed Oil
Candelilla Wax	43 - 65	.038	.0534	
Canola Oil		.123	.173	
Castor Oil	175 - 187	.127	.179	Ricinus communis (Castor) Seed Oil
Cherry Kernel Oil	182-202	.135	.190	Prunus Avium
Cocoa Butter (deodorized)	188 - 200	.136	.192	Theobroma cacao (Cocoa) Seed Butter Deodorized
Cocoa Butter (food-grade)	188 - 200	.136	.192	Theobroma cacao (Cocoa) Seed Butter
Cocoa Oil	173-188	.127	.179	
Coconut Oil (76°C)	250 - 264	.178	.252	Cocos nucifera (Coconut) Oil
Coconut Oil, Organic	250 - 264	.178	.252	Cocos Nucifera (Coconut) Oil
Cod Liver Oil		.132	.1848	
Coffee Seed Oil		.130	.182	
Colza Oil		.124	.1736	
Corn Oil		.135	.190	
Cottonseed Oil		.137	.192	
Deer Tallow		.139	.1946	

(ต่อ)

Oil	SAP	NAOH (oz.)	KOH (oz.)	INCI Name
Emu Oil (Fully Refined)	185 - 200	.135	.191	Emu Oil
Evening Primrose Oil	175 - 196	.130	.184	Oenothera biennis (Evening Primrose) Oil
Evening Primrose Oil, Organic	175 - 196	.130	.184	Oenothera biennis (Evening Primrose) Oil
Flax Seed Oil	188 - 196	.135	.190	Linum usitatissimum (Linseed) Seed Oil
Flax Seed Oil, Organic	188 - 196	.135	.190	Linum usitatissimum (Linseed) Seed Oil
Fractionated Coconut Oil	325 - 340	.234	.329	Caprylic/Capric Triglyceride
Goat Tallow		.139	.1946	
Grapeseed Oil	185 - 200	.134	.188	Vitis vinifera (Grape) Seed Oil
Hazelnut Oil	180 - 200	.135	.190	Corylus americana (Hazel) Seed Oil
Hemp Seed Butter	175 - 200			Cannabis Sativa Seed Oil (and) Hydrogenated Vegetable Oil
Hemp Seed Oil	190 - 195	.135	.191	Cannabis sativa (Hemp) Seed Oil
Hemp Seed Oil, Organic	190 - 195	.135	.191	Cannabis sativa (Hemp) Seed Oil
Herring/Fish Oil		.136	.1904	
Illipe Butter	188 - 200	.136	.192	Shorea stenoptera (Illipe) Seed Butter
Jojoba Oil, natural	91 - 93	.065	.091	Simmondsia chinensis (Jojoba) Seed Oil
Jojoba, Organic	91 - 93	.065	.091	Simmondsia chinensis (Jojoba) Seed Oil
Kapok/Java Cotton Oil		.137	.1918	
Kokum Butter	187 - 193	.134	.188	Garcinia indica (Kokum) Seed Butter
Kukui Nut Oil	190 - 195	.135	.191	Aleurites moluceana (Kukui) Nut Oil
Lanolin		.077	.109	Lanolin

(ต่อ)

Oil	SAP	NAOH (oz.)	KOH (oz.)	INCI Name
Lard		.138	.1932	
Linseed Oil		.134	.188	
Macadamia Nut Butter	175 - 200			Macadamia ternifolia Seed Oil (and) Hydrogenated Vegetable Oil
Macadamia Nut Oil	190 - 200	.137	.193	Macadamia ternifolia Seed Oil
Mango Butter	183 - 198	.134	.189	Mangifera indica (Mango) Seed Butter
Mango Oil (Olein)	180 - 195	.132	.186	Mangifera Indica Seed Oil
Manketti Oil	210.0	.148	.208	Ricinodendron Rautanenii (Manketti) Oil
Margarine		.136	.1904	
Marula Oil	188 - 196	.135	.190	Sclerocarya birrea (Marula) Kernel Oil
Meadowform Oil	169	.119	.167	Limnanthes alba (Meadowfoam) Seed Oil
Mink Oil		.140	.197	
Monoi de Tahiti Oil, Jasmine	250 - 264	.178	.252	Cocos Nucifera (Coconut) Oil (and) Gardenia Tahitensis (and) Fragrance
Monoi de Tahiti Oil, Sandalwood	250 - 264	.178	.252	Cocos Nucifera (Coconut) Oil (and) Gardenia Tahitensis (and) Fragrance
Monoi de Tahiti Oil, Tiare	250 - 264	.178	.252	Cocos Nucifera (Coconut) Oil (and) Gardenia Tahitensis (and) Fragrance
Monoi de Tahiti Oil, Unscentcd	250 - 264	.178	.252	Cocos Nucifera (Coconut) Oil (and) Gardenia Tahitensis
Monoi de Tahiti Oil, Vanilla	250 - 264	.178	.252	Cocos Nucifera (Coconut) Oil (and) Gardenia Tahitensis (and) Fragrance
Moringa Oil	193.2	.136	.191	Moringa Oleifera Oil
Morrhua Oil		.132	.1848	
Mustard Oil		.122	.172	
Mutton Tallow		.138	.1932	

(ต่อ)

Oil	SAP	NAOH (oz.)	KOH (oz.)	INCI Name
Neem Oil, Certified Lead Free	175 - 205	.134	.188	Azadirachtin indica (Neem) Oil
Neet's Foot Oil		.141	.1974	
Niger-Seed Oil		.135	.1890	
Nutmeg Butter		.117	.165	Myristic fragrans
Olive Butter	125 - 150	.088	.124	Olea europea (Olive) Seed Oil (and) Hydrogenated Olive Oil
Olive Oil	184 - 196	.133	.188	Olea europaea (Olive) Fruit Oil
Olive Oil, Extra Virgin Organic	184 - 196	.133	.188	Olea europaea (Olive) Fruit Oil
Palm Butter		.155	.218	
Palm Kernel Oil	220	.155	.218	Elaeis guineensis (Palm) Kernel Oil
Palm Oil	190 - 205	.139	.195	Elaeis guineensis (Palm) Oil
Palm Oil, Organic	190 - 205	.139	.195	Elaeis guineensis (Palm) Oil
Papaya Oil	192.0	.135	.190	Carica papaya (Papaya) Seed Oil
Passionfruit Oil	183	.129	.181	Passiflora Incarnata
Peanut Oil		.135	.190	
Perilla Oil	185 - 200	.135	.191	Perilla ocymoides (Perilla) Seed Oil
Pistachio Nut Butter	175 - 200			Pistacia Vera Seed Oil (and) Hydrogenated Vegetable Oil
Pomace Olive Oil	189.7	.133	.188	Olea europaea (Olive) Fruit Oil
Poppyseed Oil		.136	.192	
Pumpkin Seed Oil	187 - 195	.134	.189	Cucurbita pepo (Pumpkin) Seed Oil
Pumpkin Seed Oil, Organic	187 - 195	.134	.189	Cucurbita pepo (Pumpkin) Seed Oil

(ต่อ)

Oil	SAP	NAOH (oz.)	KOH (oz.)	INCI Name
Ramic Oil		.128	.1736	
Rapeseed Oil		.124	.175	
Rice Bran Oil	180 - 190	.129	.181	Oryza sativa (Riee) Bran Oil
Rice Bran Oil, CP	180 - 190	.129	.181	Oryza sativa (Rice) Bran Oil
Rosehip Oil	185 - 193	.133	.187	Rosa canina (Rosehip) Fruit Oil
Safflower Oil	185 - 198	.135	.190	Carthamus tinctorius (Safflower) Seed Oil
Sal Butter	178 - 192	.130	.183	
Sardine Oil		.135	.1890	
Seabuckthorn Oil	130 - 200	.116	.163	Hippophae rhamnoides (Seabuckthorn) Oil
Sesame Oil	186 - 199	.135	.191	Sesamum indicum (Sesame) Seed Oil
Sesame Oil, Organic	186 - 199	.135	.191	Sesamum indicum (Sesame) Seed Oil
Shea Butter	170 - 190	.126	.178	Butyrospermum parkii (Shea Butter) Fruit
Shea Oil	170 - 195	.128	.181	Butyrospermum parkii (Shea) Seed Oil
Shortening (veg)		.136	.1904	
Soybean Oil	190	.134	.188	Glycine soja (Soybean) Oil
Sunflower Seed Oil	185 - 198	.134	.189	Helianthus annuus (Sunflower) Seed Oil
Sunflower Seed Oil, Organic	185 - 198	.134	.189	Helianthus annuus (Sunflower) Seed Oil
Tamanu (Foraha Oil)	185 - 235	.148	.2-8	Calophyllum inophyllum (Tamanu) Oil
Theobroma Oil		.137	.1918	
Tung Oil		.137	.1918	
Turkey Red Oil		.127	.178	Sulfated Ricinus communis (Castor) Oil

(ต่อ)

(ต่อ)

Oil	SAP	NAOH (oz.)	KOH (oz.)	INCI Name
Virgin Coconut Cream Oil, Organically Grown	250 - 264	.178	.252	Cocos nucifera (Virgin Coconut) Oil
Walnut Oil	190 - 197	.136	.192	Juglans regia (Walnut) Seed Oil
Watermelon Seed Oil	188 - 195	.135	.190	Citrullus vulgaris (Watermelon) Seed Oil
Wheatgerm Oil	180 - 200	.135	.190	Triticum vilgare (Wheat) Germ Oil
Yangu (Cape Chestnut) Oil	192.2	.135	.190	Calodendrum capense Oil

ที่มา: http://www.fromnaturewithlove.com/resources/sapon.asp

4. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสมุนไพร (สุรัตน์วดีและคณะ, 2542)

สมุนไพร (Medicinalplant หรือ Herb) หมายถึง พืชที่เกิดจากธรรมชาติและเป็นประโยชน์ต่อชีวิตมนุษย์ในเชิงสุขภาพทั้งการส่งเสริมสุขภาพและการรักษาโรค

5. สารประกอบทางเคมีในพืชสมุนไพร

สารประกอบทางเคมีในพืชสมุนไพรจำแนกได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆ ได้แก่

5.1 สารประกอบจากการสังเคราะห์เบื้องต้นของพืช หรือบางทีเรียกว่าสารประกอบในขั้นทุติยภูมิเป็นผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน น้ำตาล และเม็ดสี เป็นต้น สารประกอบเหล่านี้พบในพืชชั้นสูงเกือบทุกชนิด

5.2 สารประกอบจากการสังเคราะห์ขั้นที่สองของพืชหรือบางที เรียกว่า สารประกอบในขั้นตติยภูมิเป็นผลผลิตที่พืชใช้สารจากการสังเคราะห์เบื้องต้นของพืชมาสังเคราะห์ต่อ โดยกระบวนการชีวสังเคราะห์ที่มีเอนไซม์เข้าร่วมสารประกอบเหล่านี้ ได้แก่ อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ กลัยโคไซด์ และน้ำมันหอมระเหย เป็นต้น

สารประกอบทางเคมีในพืชสมุนไพรมีมากมาย จะยกตัวอย่างที่สำคัญโดยแบ่งเป็นกลุ่มๆ ดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต เป็นเป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน พบมากทั้งในพืชและสัตว์ สารที่เป็นคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้ง น้ำตาล วุ้น น้ำผึ้ง เป็นต้น

2. กัม เป็นของเหนียวที่พบในพืชเมื่อเรากรีดหรือทำให้เป็นแผล

3. มิวสิเลจ เป็นสารที่ลักษณะเป็นเมือก มีในพืชบางชนิด เช่น กระเจี๊ยบ ใช้ทาผิวหนังจะทำให้ผิวอ่อนนุ่ม

4. น้ำยาง พืชบางชนิดจะให้น้ำยางขาวเหมือนน้ำนม เรียกว่า ลาเท็กซ์ ในน้ำยางประกอบด้วย แป้ง กัม เรซิน และสารอื่นๆ

5. ไขมัน เป็นกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์และเมื่อทำปฏิกิริยากับด่างจะกลายเป็นสบู่

6. น้ำมันหอมระเหย เป็นสารที่พบได้มากในพืชเขตร้อน ซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำมันที่มีกลิ่นและรสเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายและเบากว่าน้ำ สามารถสกัดออกมาได้โดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ หรือวิธีการบีบ ใช้ประโยชน์เป็นตัวแต่งกลิ่นในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและสมุนไพร โดยใช้เป็นยาขับลม ฆ่าเชื้อโรค

7. เรซินและบาลซัม เรซินเป็นสารอินทรีย์หรือสารผสมประเภทโพลีเมอร์มีรูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งส่วนใหญ่จะเปราะแตกง่ายบางชนิดจะนิ่มไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เมื่อนำไปเผาไฟจะหลอมเหลวได้สารละลายใสข้น บาลซัมเป็นสารผสมของเรซินที่ประกอบด้วยกรดซินนามิคหรือเบนโซอิค หรือเอสเทอร์ของกรดทั้งสองชนิดนี้ เช่น กำยาน

8. โปรตีนและกรดอะมิโน โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่เกิดจากการที่กรดอะมิโนหลายโมเลกุลมาจับกันเป็นโมเลกุลใหญ่ มีประโยชน์บำรุงร่างกาย ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอและทรุดโทรมแต่โปรตีนบางชนิดมีพิษต่อร่างกาย เช่น โปรตีนจากเม็ดละหุ่ง และเม็ดมะกล่ำตาหนู

9. เอนไซม์ เป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 13,000-840,000 หน่วย ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆ ในพืช

10. กรด เป็นสารที่มีรสเปรี้ยว กรดที่พบในพืชจะเป็นกรดอินทรีย์ เช่น วิตามินซี กรดซิตริค เป็นต้น

11. แอลกอฮอล์ เป็นสารอินทรีย์ที่มีไฮโดรเจนเป็นส่วนประกอบอยู่ในโมเลกกุล พบในพืชชั้นสูงมีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อนและแตกต่างกันมากมาย

12. สเตียรอยด์ เป็นสารประก อบที่ละลายได้ดีในไขมันหรือตัวทำละลายที่ละลายได้ เป็นสารละลาย ที่มีสูตรโครงสร้างคล้ายฮอร์โมนและยาต้านการอักเสบ

13. กลัยโคไซด์ เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดจากอะกลัยโคน เช่น แอลกอฮอล์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน ไปจับกับโมเลกุลของน้ำตาล ทำให้มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี สรรพคุณในทางยาและความเป็นพิษของกลัยโคไซด์แตกต่างกันไปตามโครงสร้างของอะกลัยโคน ซึ่งประเภทของกลัยโคไซด์จำแนกออกตามโครงสร้างของอะกลัยโคน ซึ่งแบ่งออกเป็นหลายประเภท คือ

- แอนทราควิโนนกลัยโคไซด์ มีฤทธิ์เป็นยาระบาย ยาฆ่าเชื้อ และสีย้อม
- ซาโปนินกลัยโคไซด์ เป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติเกิดฟองเมื่อเขย่ากับน้ำ
- ไซยาโนเจนเนติคกลัยโคไซด์ สารกลุ่มนี้เมื่อถูกย่อยจะได้สารจำพวกไซยาไนด์ เช่น ส่วนรากของมันสำปะหลัง ผักสะดอ ผักหนาม
- ฟลาโวนอยด์กลัยโคไซด์ เป็นสารที่พบได้ในหลายๆ ส่วนของพืชส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีสีออกไปทางสีแดง เหลือง ม่วง น้ำเงิน

14. คูมาริน สารในกลุ่มนี้บางชนิดมีกลิ่นหอม ใช้เป็นสารแต่งกลิ่นหอมในเครื่องสำอาง บางชนิดใช้เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด และใช้เป็นส่วนผสมในครีมป้องกันการแพ้แสงแดดหรือผสมแป้งฝุ่นทาตัว

15. แทนนิน เป็นสารที่พบได้ในพืชหลายชนิด มีโมเลกุลใหญ่และโครงสร้างซับซ้อน มีสถานะเป็นกรดอ่อนรสฝาด แทนนินใช้เป็นยาฝาดสมาน ยาแก้ท้องเสีย ช่วยรักษาแผลไฟไหม้ และใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง แต่ถ้ารับประทานแทนนินมากๆ อาจจะทำให้เกิดมะเร็งได้ สมุนไพรที่มีแทนนินมาก คือ เปลือกทับทิม เปลือกอบเชย ใบฝรั่ง ใบชา

6. ส่วนของสมุนไพรที่ใช้เป็นยา (สุรัตน์วดีและคณะ, 2542)

โดยทั่วไปจะแบ่งลักษณะของพืชได้ดังนี้

ราก คือ ส่วนของพืชที่งอกต่อจากลำต้นลงไปในดินไม่มีส่วนที่เป็นข้อ ปล้อง ตา ใบ และดอก หน้าที่ของราก คือ ทำหน้าที่สะสมอาหารมาบำรุงเลี้ยงต้นพืช รากแบ่งออกได้เป็นรากแก้วและรากฝอย รากของพืชหลายชนิดนำมาทำยาได้

ลำต้น เป็นโครงสร้างที่สำคัญของพืช ปกติจะอยู่บนดินเป็นส่วนที่มีข้อปล้องและตาสังเกตได้ชัดเจนส่วนที่อยู่เหนือดินจะเป็นกาบใบซ้อนๆ กันดูคล้ายกับเป็นลำต้น ลำต้นใต้ดินมักจะพบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่ หน้าที่ของลำต้นคือลำเลียงอาหาร ค้ำจุนและสะสมอาหารให้ต้นพืช ลำต้นพืชหลายชนิดนำมาทำเป็นยาสมุนไพร

ใบ เป็นส่วนที่สำคัญของพืชมีหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงผลิตอาหารโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นแผ่นสีเขียว เนื่องจากมีสารจำพวกคลอโรฟิลล์อยู่ ใบของพืชหลายชนิดใช้ทำเป็นยาได้ แบ่งออกได้เป็นสองแบบ คือ ใบเดี่ยว และใบประกอบ

ดอก ดอกเป็นส่วนสำคัญในการแพร่พันธุ์ของพืช ซึ่งมีสีสันแตกต่างกันออกไป ดอกมีส่วนที่สำคัญสี่วง ได้แก่ วงกลีบเลี้ยง วงกลีบดอก วงเกสรตัวผู้และวงเกสรตัวเมีย ดอกที่มีวงครบสี่วง เรียกว่า ดอกสมบูรณ์ ถ้าขาดวงใดวงหนึ่ง เรียกว่า ดอกไม่สมบูรณ์ ส่วนดอกที่มีเกสรตัวผู้หรือเกสรตัวเมียครบทั้งสองอัน เรียกว่า ดอกสมบูรณ์เพศและดอกที่ขาดเกสรตัวผู้หรือเกสรตัวเมีย เรียกว่า ดอกไม่สมบูรณ์เพศ

ผล เป็นส่วนของพืชที่เกิดจากการผสมเกสรระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ผล แบ่งได้เป็น ผลเดี่ยว และผลกลุ่ม เป็นผลที่เกิดจากปลายช่อของรังไข่ในดอกเดียวกัน

7. การเก็บสมุนไพรเพื่อใช้เป็นยา (สุรัตน์วดีและคณะ, 2542)

หลักในการเก็บสมุนไพรเพื่อใช้เป็นยา

7.1 ประเภทราก หรือหัว เก็บในช่วงที่พืชหยุดการเจริญเติบโต ใบ ดอก ร่วงหมด หรือในช่วงต้นฤดูหนาว หรือปลายฤดูร้อน เพราะว่าช่วงนี้ราก และหัวมีการสะสมสารที่เป็นตัวยาไว้ในปริมาณค่อนข้างสูง วิธีการเก็บใช้วิธีการขุดอย่างระมัดระวัง ให้มีความเสียหายน้อยที่สุด

7.2 ประเภทใบ ควรเก็บในช่วงที่พืชมีการเจริญเติบโตมากที่สุดหรือบางชนิดอาจมีการระบุช่วงเวลาการเก็บให้ชัดเจน เช่น การเก็บใบอ่อนหรือไม่แก่เกินไป เก็บดอกดูม เริ่มบาน หรือช่วงที่ดอกบานเต็มที่ เป็นต้น ควรมีการกำหนดช่วงเวลาที่เก็บใบ เพราะในช่วงนั้นในใบมีตัวยามากที่สุด วิธีเก็บใช้วิธีเด็ดด้วยมือ

7.3 ประเภทเปลือกต้นหรือเปลือกราก เปลือกต้นโดยจะเก็บในระหว่างช่วงฤดูร้อนต่อกับฤดูฝนเพราะในช่วงเวลาดังกล่าวปริมาณยาในพืชสูงและออกดอกง่าย สำหรับการลอกเปลือกต้นนั้นอย่าลอกเปลือกออกทั้งรอบต้น เพราะจะกระทบกระเทือนต่อการส่งลำเลียงอาหารของพืช อาจทำให้พืชตายได้ ทางที่ดีควรลอกออกจากกิ่งหรือแขนงย่อยไม่ควรลอกออกจากแขนงใหญ่ของต้น ส่วนเปลือกรากเก็บในช่วงต้นฤดูฝนจะเหมาะสมที่สุด เนื่องจากการลอกเปลือกต้นหรือเปลือกราก เป็นผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงต้องระมัดระวังในการเก็บอย่างมาก

7.4 ประเภทดอก โดยทั่วไปจะเก็บในช่วงดอกเริ่มบานแต่บางชนิดเก็บในช่วงดอกดูม

7.5 ประเภทผลและเมล็ด พืชสมุนไพรบางอย่างเก็บในช่วงที่ผลยังไม่สุกก็มี แต่โดยทั่วไปจะเก็บดอนที่ผลแก่เต็มที่แล้ว

8. การสกัดสารออกฤทธิ์ในสมุนไพร (มาลี, 2539)

วิธีการสกัดสารสำคัญออกฤทธิ์จากสมุนไพรโดยใช้น้ำยาสกัด (Menstrum) มีหลายวิธี ได้แก่

8.1 วิธีแช่ (Infusion) สกัดโดยการแช่สมุนไพรด้วยน้ำร้อน หรือน้ำเย็นในช่วงเวลาสั้นๆ วิธีนี้จะได้สารละลายเจือจางของสารสำคัญออกฤทธิ์ ซึ่งเป็นที่นิยมเพราะง่ายและไม่สิ้นเปลืองเวลาในการสกัด

8.2 วิธีต้ม (Decoction) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสกัดสารสำคัญออกฤทธิ์ที่สามารถทนความร้อนได้และละลายน้ำได้ดีเหมาะสำหรับการสกัดสมุนไพรที่มีเนื้อแข็งเตรียมโดยต้มสมุนไพรให้เดือดนาน 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น กรองเอาแต่น้ำสารสำคัญออกฤทธิ์ใส บีบกากเพื่อให้สารละลายที่ดกค้างอยู่ภายในกากออกมาให้หมดเติมน้ำล้างกากปรับปริมาตรตามต้องการ ไม่ควรเก็บสารสำคัญออกฤทธิ์ที่ต้มไว้เกิน 2-3 วัน เพราะมีน้ำอยู่ทำให้บูดง่าย

8.3 วิธีตุ๋น (Digestion) เป็นวิธีสกัดโดยใช้ความร้อนอ่อนๆ อุณหภูมิประมาณ 40-60 °C ทำให้สกัดสารสำคัญออกฤทธิ์ได้มากขึ้น แต่ตัวสารสำคัญออกฤทธิ์ต้องทนความร้อนระดับนี้ได้

8.4 วิธีหมัก (Maceration) การสกัดด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับสมุนไพรที่มีลักษณะอ่อน เบาและบดยาก หรือมีสารที่เป็นเมือก เตรียมโดยหมักสมุนไพรด้วยน้ำยาสกัดในภาชนะที่ปิดสนิทเป็นเวลาอย่างน้อย 3 วัน ควรมีการเขย่าบ่อยๆ เมื่อครบกำหนดจึงกรองเก็บน้ำสารสำคัญออกฤทธิ์ แล้วบีบกากเก็บน้ำสารสำคัญออกฤทธิ์กรองสารสำคัญออกฤทธิ์ที่ได้ให้ใสหรือตั้งทิ้งไว้ให้ตะกอนนอนก้น จึงรินน้ำสารสำคัญออกฤทธิ์ใสเก็บไว้ การหมักนานๆ มักจะไม่ใช้น้ำเป็นน้ำยาสกัดเพียงอย่างเดียวเพราะสารสำคัญออกฤทธิ์จะบูดเสียก่อน ถ้าต้องการให้ตัวสารสำคัญออกฤทธิ์ถูกสกัดออกมามากที่สุด ควรใช้วิธีการหมักแบบซ้ำสองหรือมากที่สุดคือหมักซ้ำสามรอบถ้าหมักซ้ำมากกว่านี้จะได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร การหมักในรอบที่สองและสามควรใช้น้ำยาสกัดสารสำคัญออกฤทธิ์ใหม่แต่ใช้สมุนไพรเก่าจากรอบแรกมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด ส่วนสมุนไพรที่มีเมือกไม่ควรนำมาบีบคั้นอาจสกัดได้สมบูรณ์โดยการหมักสามรอบ ระเหยน้ำสารสำคัญออกฤทธิ์ที่ได้จากการสกัดรอบที่สองและรอบที่สามให้เข้มข้น ก่อนที่จะนำไปรวมกับน้ำสารสำคัญออกฤทธิ์ที่ได้จากการหมักในรอบแรก และเพื่อให้สะดวกในการแยกน้ำยาออกจากกาก อาจห่อสมุนไพรด้วยผ้าขาวบาง หรือเยื่อกระดาษแล้วจึงแช่ถุงยาในน้ำสกัดยา โดยการแขวนถุงไว้ที่ส่วนบนของ

ภาชนะทำให้ไม่ต้องคอยเขย่าหรือคนและไม่ต้องกรองด้วยนอก จากนี้อาจใช้เครื่องสกัดแบบอื่นที่ดัดแปลง เพื่อให้การหมักสามารถสกัดยาออกจากสมุนไพรได้มากที่สุด

8.5 วิธีแช่ในคอลัมน์ (Percolation) เป็นวิธีการสกัดสมุนไพรด้วยอุปกรณ์ที่กรองเอากากออกในตัว เรียกว่า percolator โดยปล่อยน้ำสกัดสารสำคัญออกฤทธิ์ที่ผ่านสมุนไพรที่มีความเปียก หรือพองตัวลงไปและไหลผ่านแผ่นกรองเข้าสู่ที่เก็บ วิธีนี้ทำโดยการหมักสมุนไพรให้พองตัวก่อนด้วยน้ำสกัดสารสำคัญออกฤทธิ์ที่นานประมาณ 15 นาที ในภาชนะนอกเครื่องสกัดเพื่อป้องกันการบวมของผงยาอย่างฉับพลันในเครื่องสกัดซึ่งอาจทำให้ภาชนะแตกหรือทำให้สกัดไม่ได้ และเพื่อให้แน่ใจได้ว่าผงยาสมุนไพรเปียกน้ำสกัดอย่างทั่วถึงหลัง จากนั้นจึงถ่ายสมุนไพรเข้าเครื่องสกัด โดยเติมน้ำสกัดสารสำคัญออกฤทธิ์ให้ท่วมสูงเหนือสมุนไพร 2-3 นิ้ว หมักทิ้งไว้นาน 24-48 ชั่วโมงหรือในเวลาที่เหมาะสม จึงปล่อยน้ำสารสำคัญออกฤทธิ์ให้ไหลออกจากเครื่อง ควรระเหยน้ำสารสำคัญออกฤทธิ์ที่สกัดได้ออกบ้างก่อนนำไปกรองตะกอนทิ้ง การกรองตะกอนควรกรองขณะร้อนแล้วระเหยน้ำสกัดสารสำคัญออกฤทธิ์จนได้ปริมาตรตามต้องการหรือระเหยจนสารสกัดสมุนไพรแห้งสนิทเพื่อให้สามารถสกัดเอาสารสำคัญออกฤทธิ์ให้ได้มากที่สุด โดยอาจจะใช้วิธีการสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้น้ำสารสำคัญออกฤทธิ์ที่หมุนเวียนจากการดัมกลั่นสำหรับสารที่ทนความได้ร้อนสูง โดยเลือกใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ และกลั่นตัวเร็ว เช่น อีเทอร์ หรือเฮกเซน เป็นต้น อาจจะดัดแปลงกับเครื่องมืออื่น เช่น Soxhlet apparatus ได้

9. การแปรสภาพและการเก็บสมุนไพร

โดยมากใช้วิธีการทำแห้ง โดยการตากแดดให้แห้ง อบให้แห้ง ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 50-60°C เพราะสามารถยับยั้งบทบาทและการทำงานของเอนไซม์ที่มีอยู่ในต้นพืชได้และทำให้สารสำคัญในพืชไม่เสียหาย

การเก็บรักษาสมุนไพร ปัญหาของการเก็บรักษาสมุนไพร คือ มักเกิดการขึ้นรา มีหนอน เปลี่ยนลักษณะ สี กลิ่น ทำให้สมุนไพรนั้นเสื่อมคุณภาพลงและสูญเสียฤทธิ์ในการรักษา ดังนั้นจึงควรมีการจัดเก็บที่ดีเพื่อประกันคุณภาพและฤทธิ์ในการรักษาของสมุนไพร (สุรัตน์วดีและคณะ, 2542)

10. การเก็บรักษาจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ (สุรัตน์วดีและคณะ, 2542)

10.1 สมุนไพรที่จะเก็บจะต้องแห้งสนิทเพื่อป้องกันการขึ้นรา ถ้าเป็นพืชหรือชิ้นส่วนที่ดูดความชื้นได้ง่าย ควรนำไปอบหรือผึ่งให้แห้งอยู่เสมอ

10.2 สถานที่เก็บจะต้องแห้ง เย็น และมีการถ่ายเทอากาศที่ดี

10.3 ควรจัดแบ่งสัดส่วน แยกสมุนไพรที่มีพิษ สมุนไพรที่มีกลิ่นหอม ควรเก็บแยก และเพื่อป้องกันการสับสน ควรมีป้ายบอกชื่อสมุนไพรและวันเวลาที่เริ่มเก็บรักษาด้วย

10.4 ป้องกันไม่ให้มีการรบกวนจาก หนู หรือแมลง

11. การใช้สมุนไพรควรมีข้อระวังดังนี้ (สุรัตน์วดีและคณะ, 2542)

11.1 ใช้สมุนไพรให้ถูกต้น ทั้งนี้เพราะพืชมีชื่อซ้ำกันมาก โดยเฉพาะชื่อที่เรียกกันในแต่ละท้องถิ่น ที่อาจแตกต่างกันออกไปทำให้เกิดการสับสนได้ง่าย ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังในการใช้สมุนไพรผิดต้นเพราะนอกจากยังใช้ไม่ได้ผลแล้วอาจมีอันตรายอีกด้วย

11.2 ใช้สมุนไพรให้ถูกส่วน ส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ราก ต้น ใบ ดอก ผล ให้ฤทธิ์ที่แตกต่างกัน แม้แต่ผลอ่อนและผลแก่ของพืชชนิดเดียวกันก็อาจมีฤทธิ์ที่แตกต่างกันได้

11.3 ใช้สมุนไพรให้ถูกขนาด การใช้สมุนไพรให้ถูกต้องตามที่บ่งเอาไว้ ถ้าใช้มากหรือน้อยจนเกินไป อาจไม่ให้ผลในการรักษาและยังอาจทำให้เกิดพิษได้

11.4 ใช้สมุนไพรให้ถูกวิธี การใช้สมุนไพรแต่ละชนิดรักษาโรคนั้น มีวิธีใช้แตกต่างกันออกไปจึงจะได้ผลในการรักษา การใช้ผิดวิธีทำให้ไม่มีผลในการรักษา และอาจทำให้เกิดผลข้างเคียง

11.5 ควรใช้สมุนไพรให้ถูกกับโรค

11.6 ไม่ควรใช้ยาเข้มข้นเกินไป

11.7 ไม่ควรใช้ยาสมุนไพรนานเกินความจำเป็น

11.8 ควรระมัดระวังในเรื่องของความสะอาด

11.9 ควรสังเกตอาการเมื่อเริ่มใช้ว่ามีอาการผิดปกติหรือไม่ การใช้ยาสมุนไพรมีทั้งคุณและโทษ

12. ประเภทของสารสกัดพืชในเครื่องสำอาง

Keith (1989) กล่าวว่าสารสกัดพืชที่ใช้ในเครื่องสำอางสามารถแบ่งกว้างๆ ได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ สารสกัดจากพืชทั้งหมดหรือทั้งส่วนของอวัยวะพืช (Total plant extracts) และสารสกัดจากบางส่วนของพืช (Partical plant extracts)

12.1 สารสกัดจากพืชทั้งหมด สามารถเตรียมได้โดยนำพืชมาทั้งต้นหรือจากหลายส่วนของต้นพืชตามที่ต้องการจะได้สารสำคัญนั้น และใช้ทั้งส่วนของอวัยวะพืช เช่น ผลนำมาใช้ทั้งเปลือกผล เนื้อและเมล็ดเป็นต้นอาจเป็นพืชสดหรืออบแห้งที่ผ่านกระบวนการสกัดที่เหมาะสม เช่น การหมัก (Maceration) หรือการแช่ในคอลัมน์ (Percolation) ในตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น น้ำแอลกอฮอล์ หรือตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ จากนั้นนำมากรองและทำให้ได้ความเข้มข้นหรือรูปแบบตามที่ต้องการ เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่อไป

12.2 สารสกัดจากบางส่วนของพืช ได้จากการนำบางส่วนของพืช ซึ่งคัดเลือกอย่างเหมาะสมโดยอาศัยคุณสมบัติทางฟิสิกส์หรือเคมีที่แตกต่างกัน ส่วนมากมักเป็นสารสกัดในส่วนของน้ำมัน (Fixed or Volatile oils) น้ำคั้นจากผล เป็นต้น ในกรณีนี้จะคั้นเอาเฉพาะน้ำ (Juice) มาใช้ซึ่งจากสารสกัดจากพืชทั้งหมด จะนำเอาผลมาทั้งผลมาลดขนาดให้เล็กลง หลังจากนั้นหมักด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมและกรองเพื่อนำไปใช้ ในกรณีของน้ำมันหอมระเหยนำมากลั่นได้น้ำมันหอมระเหยและเติมน้ำเพื่อให้ได้น้ำปรุง (Aromatic water) เพื่อนำไปใช้ต่อไป ส่วนน้ำมัน (Fixed oil) มักได้จากการบีบคั้นหรือสกัดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม

พิมพร (2543) กล่าวว่า สารสกัดพืช (Plant extracts) อาจอยู่ในรูปสารสกัดหยาบ สารสกัดแยกส่วน ซึ่งเป็นสารกึ่งบริสุทธิ์หรือสารสกัดบริสุทธิ์ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

1. สารสกัดของเหลว (Liquid extracts) เป็นการหมักสมุนไพรด้วยน้ำยาสกัดที่เหมาะสม ซึ่งจะผ่านกระบวนการกรองได้เป็นของเหลวออกมา สามารถนำมาใช้โดยตรงหรืออาจนำไปทำให้เข้มข้นด้วยวิธีการระเหยจนมีลักษณะเป็นกึ่งแข็งกึ่งเหลว

2. สารสกัดกึ่งแข็งกึ่งเหลว (Semi-solid extract หรือ Soft and Dry extract) เป็นสารสกัดพืชที่มีการทำให้เข้มข้นขึ้น โดยการระเหยตัวทำละลายออกไปบ้างจะได้ Soft extract มีลักษณะข้นเหนียว ถ้าตัวทำละลายระเหยแห้งหมดจะได้ Dry extract ที่มีลักษณะแห้งและแข็งกว่า อัตราส่วนต่อพืชมักเป็น 1:3 หรือ 1:7 การใช้สารสกัดพืชประเภทนี้มีข้อดี คือ ได้ความเข้มข้นที่สูงในตำรับและง่ายต่อการผสมในผลิตภัณฑ์ สารสกัดชนิดนี้มักมีสีเข้มมากตั้งแต่น้ำตาลจนถึงสีดำ และสามารถนำไปเจือจางเป็นสารสกัดเหลวได้ในความเข้มข้นตามที่ต้องการ

3. สารสกัดของแข็ง (Solid extract or Powdered extract) เป็นการนำสารสกัดเหลวหรือสารสกัดกึ่งแข็งกึ่งเหลวมาทำให้เป็นผงแห้งโดยการเติม Talcum หรือสารเฉื่อย เช่น Sesquicarbonate ลงไปทำให้สามารถเก็บในลักษณะผงแห้งได้

พิมพร (2543) กล่าวว่าสารสกัดที่ได้อาจมีความแตกต่างในองค์ประกอบ ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ภูมิประเทศและภูมิอากาศที่ปลูก ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว อายุพืช วิธีเก็บเกี่ยวและวิธีการทำให้พืชแห้ง เป็นต้น

Stefano (1987) กล่าวถึงการใช้สารสกัดพืชในเครื่องสำอางว่าควรมีการศึกษาข้อมูลวิธีการนำมาใช้ (Technical data) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าและได้มาตรฐาน ดังนี้

1. Plant equivalent หมายถึง ปริมาณของสารสกัดพืชต่อน้ำหนักทั้งหมดของพืชสดหรือพืชแห้งที่ใช้
2. คำอธิบายเกี่ยวกับพืช ส่วนที่ใช้ ตัวทำละลายที่ใช้ การใช้สารเติมแต่ง เช่น สารกันเสีย สี น้ำหอม ตลอดจนความแรงของสารสกัด
3. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ข้อมูลการวิเคราะห์จำเพาะ (Analytical specification)
4. ค่าสูงสุดของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ ยาฆ่าแมลง และโลหะหนัก ค่าครึ่งชีวิตของสารสกัด
5. ข้อแนะนำในการเก็บรักษา
6. มาตรฐานขั้นตอนการผลิต องค์ประกอบเฉพาะ การประกันคุณภาพ

การใช้สารสกัดพืชได้อาศัยข้อมูลที่ใช้สืบต่อกันมาตั้งแต่โบราณและสามารถใช้ได้ผลดี นอกจากนี้อาจมีการทดสอบฤทธิ์ที่ต้องการบางประการเพื่อยืนยันผลเบื้องต้นก่อนนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ หรือบางกรณีอาจมีการทดสอบผลทางคลินิกเพื่อยืนยันผลของข้อมูลพืชในการใช้เป็นแนวทางเพื่อเลือกใช้ต่อไป

13. กระบวนการในการสกัดสารสำคัญจากพืช (พิมพร, 2544)

เพื่อให้ได้สารสกัดที่ต้องการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์มีหลายขั้นตอนดังนี้

13.1 การเตรียมตัวอย่างพืช ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก จะต้องมีการตรวจเอกลักษณ์พืชอย่างถูกต้อง เพื่อให้ได้ต้นพืชถูกชนิดตามที่ต้องการควรมีข้อมูลการเพาะปลูกพืช เช่น อายุพืช ช่วงเวลาในการเก็บพืชมาใช้ ฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว แหล่งเพาะปลูก เหล่านี้มีผลต่อปริมาณสารสำคัญในพืชทั้งสิ้น กระบวนการในการเก็บเกี่ยวพืช การทำความสะอาดพืช การทำให้แห้ง การเก็บรักษาพืชก่อนนำมาใช้ ตลอดจนกระบวนการในการบดพืชจะต้องมีการควบคุมอย่างดี เพื่อมิให้เกิดการแปรผันในการผลิตสารสกัดแต่ละครั้ง

13.2 การสกัด ในกระบวนการสกัดสารสำคัญจากพืชมีหลายวิธี ควรเลือกใช้ให้เหมาะสม เช่น การเลือกตัวทำละลายสกัดสารสำคัญที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม และการเลือกใช้เทคนิคการสกัดที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของพืชและสารสำคัญที่ต้องการ เป็นต้น

13.3 การแยกส่วนประกอบ พืชแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน สารสกัดที่ได้เบื้องต้นจะเป็นสารสกัดหยาบมีส่วนประกอบเป็นสารผสม หากต้องการสารสำคัญบริสุทธิ์ออกมาต้องอาศัยเทคนิคทางพฤกษเคมีในการแยก เช่น อาศัยคุณสมบัติหรือปฏิกิริยาทางเคมี ความเป็นกรด-ด่าง คุณสมบัติในการละลายในตัวทำละลาย การตกตะกอน การตกผลึก เป็นต้น นอกจากนี้ต้องอาศัยความรู้ด้านองค์ประกอบหรือโครงสร้างทางเคมีของสารสำคัญในพืช ตลอดจนวิธีตรวจสอบทางเคมีเบื้องต้นด้วย ขั้นตอนนี้จะได้สารบริสุทธิ์หรือสารกึ่งบริสุทธิ์ออกมา

13.4 การตรวจสอบเอกลักษณ์และการควบคุมคุณภาพ เป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อตรวจว่าสารสกัดที่ได้มีองค์ประกอบของสารสำคัญตามที่ต้องการหรือไม่อาจเป็นการตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative) หรือเชิงปริมาณ (Quantitative) อาศัยเทคนิคต่างๆ เช่น โครมาโตกราฟฟี (Chromatography) ซึ่งอาจเป็น TLC HPTLC หรือ HPLC และเทคนิคทางสเปคโตรสโคปี (Spectroscopy) เช่น Ultraviolet, Visible หรือ IR

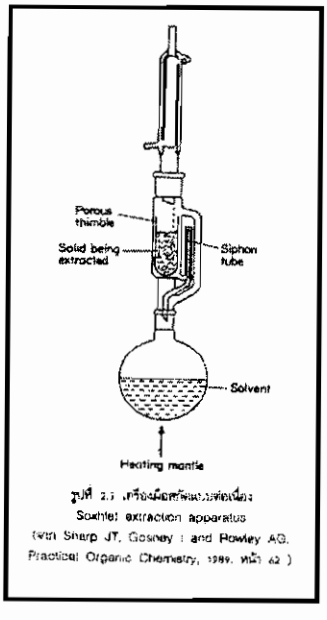
เป็นต้น ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคขั้นสูง เช่น NMR, GC-MS เพื่อศึกษาโครงร้างทางเคมีของสารสกัด การตรวจเอกลักษณ์ถือเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมคุณภาพของสารสกัด และควบคุมความสม่ำเสมอของสารสกัดแต่ละครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าสารสกัดมีสารสำคัญในปริมาณและตรงตามชนิดที่ต้องการ พืชที่ยังไม่สามารถแยกองค์ประกอบบริสุทธิ์ออกมาได้ อาจใช้ลายพิมพ์นิ้วมือ (Fingerprint) โดยจะมีสารเทียบ (Marker) ซึ่งเป็นสารมาตรฐานเป็นตัวเปรียบเทียบได้

13.5 การทดสอบฤทธิ์หรือคุณสมบัติของสารสำคัญ เป็นขั้นตอนที่สำคัญอันหนึ่งเพื่อยืนยันว่าสารสกัดที่ได้นั้นมีคุณสมบัติหรือฤทธิ์ที่ตามต้องการหรือไม่ การทดสอบฤทธิ์อาจเริ่มจากการทดลองเบื้องต้นในหลอดทดลอง หากได้ผลดีจะนำมาทดสอบทางคลินิก โดยใช้สัตว์ทดลองหรือคนในขั้นตอนต่อไป ซึ่งการทดสอบฤทธิ์นี้อาจกระทำได้ทั้งในสารสกัดหยาบตั้งแต่แรกเริ่ม หากได้ผลดีจึงทำการแยกสกัดเพื่อให้ได้สารกึ่งบริสุทธิ์หรือบริสุทธิ์ต่อไปและนำมาทดสอบฤทธิ์ของสารสกัด เพื่อเป็นการยืนยันผลหรืออาจนำสารสกัดหยาบนั้นมาควบคุมคุณภาพโดยปริมาณวิเคราะห์ และนำมาผสมในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปตามวัตถุประสงค์

14. วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการสกัด

14.1 การสกัดด้วยวิธี Soxhlet Extraction

เป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้ตัวทำละลายซึ่งมีจุดเดือดต่ำ การสกัดทำได้โดยใช้ความร้อนทำให้ตัวทำละลายใน Flask ระเหยขึ้นไปแล้วกลั่นตัวลงมาใน Thimble ซึ่งบรรจุตัวอย่างเอาไว้เมื่อตัวทำละลายใน Extracting chamber สูงถึงระดับจะเกิดกาลักน้ำ สารสกัดจะไหลกลับลงไปใน Flask ด้วยวิธีการกาลักน้ำ Flask นี้ได้รับความร้อนจาก Heating mantle หรือหม้ออังไอน้ำ ตัวทำละลายจึงระเหยขึ้นไปทิ้งสารสกัดไว้ใน Flask ตัวทำละลายเมื่อกระทบ Condenser จะกลั่นตัวกลับลงมาสกัดสารใหม่วนเวียนเช่นนี้จนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์ การสกัดด้วยวิธีนี้ใช้ความร้อนจึงอาจทำให้สารเคมีบางชนิดสลายตัว



รูปที่ 2.5 เครื่องมือสกัดแบบต่อเนื่อง
Soxhlet extraction apparatus
(จาก Sharp JT, Gosney I and Rowley AG, Practical Organic Chemistry, 1989, หน้า 62)

ภาพที่ 2-1 แสดงเครื่องมือสกัดแบบต่อเนื่อง Soxhlet extractor
ที่มา : รัตนา, 2547

14.2 การสกัดด้วยวิธี Maceration

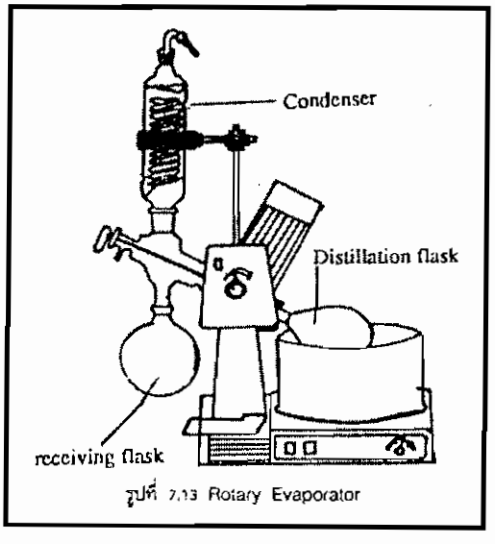
เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรโดยวิธีการหมักพืชตัวอย่างกับตัวทำละลายในภาชนะที่มีฝาปิด เช่น ขวดปากกว้าง ขวดรูปชมพู่ หรือโถ เป็นต้น ตั้งทิ้งไว้ 7 วัน หมั่นเขย่าหรือคนบ่อยๆ เมื่อครบกำหนดเวลาจึงค่อยๆ รินเอาสารสกัดออก พยายามบีบเอาสารละลายออกจากกาก (marc) ให้มากที่สุดรวมสารสกัดที่ได้นำไปกรอง ถ้าต้องการจะสกัดให้หมดจด (exhausted) อาจจำเป็นต้องสกัดซ้ำหลายๆ ครั้ง วิธีนี้มีข้อดีที่สารไม่ถูกความร้อน แต่เป็นวิธีที่สิ้นเปลืองตัวทำละลายมาก

15. การทำให้สารสกัดเข้มข้น

เมื่อสกัดสารจากพืชด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้ว สารสกัดที่ได้มักจะมีปริมาตรมากและเจือจางทำให้นำไปแยกส่วนได้ไม่สะดวกและไม่มีประสิทธิภาพ จึงต้องนำมาทำให้เข้มข้นเสียก่อนซึ่งอาจทำได้หลายวิธี คือ

15.1 Free Evaporation คือ การระเหยให้แห้งโดยความร้อนจากหม้ออังไอน้ำ (Water Bath) หรือ Hot plate บางครั้งอาจจะเป่าอากาศร้อนลงไปในสารสกัดด้วยเพื่อ ให้ระเหยได้เร็วขึ้น

15.2 Distillation in vacuum เป็นวิธีการระเหยแห้งโดยวิธีกลั่นตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิต่ำและลดความดันภายในจนกลายเป็นสุญญากาศโดยใช้ Vacuum pump เครื่องมือนี้เรียกว่า Rotary evaporator (ภาพที่ 2-2) ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ Distillation flask, Condenser และ Receiving flask, Distillation flask จะหมุนอยู่ตลอดเวลาที่ทำงานและแช่อยู่ในหม้ออังไอน้ำ เพื่อให้การกระจายของความร้อนนั้นได้กระจายทั่วถึงและสม่ำเสมอ เครื่องมือที่ดีจะต้องมีระบบการทำสุญญากาศที่ดี ระยะระหว่าง Distillation flask และ Condenser สั้นและมีระบบทำความเย็นของ Condenser ที่ดี



รูปที่ 7.13 Rotary Evaporator

ภาพที่ 2-2 แสดงเครื่องระเหยสารแบบสุญญากาศ Rotary Evaporation
ที่มา : รัตนา, 2547

15.3 วิธีเยือกแข็งภายใต้ระบบสุญญากาศ (Freezing) ถ้าเป็นสารสกัดพืชสมุนไพรที่สกัดด้วยน้ำใช้ Lyophilizer หรือ freeze dryer แต่ถ้าเป็นตัวทำละลายอื่นเฉพาะตัวทำละลายเท่านั้นที่แข็งซึ่งเราจะแยกจาก Concentrated extract โดย Centrifuge

15.4 Ultrafiltration เป็นการทำสารสกัดด้วยน้ำให้เข้มข้นขึ้นโดยใช้ Membrane ใช้กับสารที่มี Molecular Weight สูงกว่า 5,000

16. การเลือกใช้ตัวทำละลาย

ในการสกัดจะได้ผลดีหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับการคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม ตัวทำละลายที่ดีควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

16.1 เป็นตัวทำละลายที่ละลายสารที่เราต้องการสกัดได้ดีพอ

16.2 ไม่ระเหยง่ายหรือยากเกินไป

16.3 ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่เราต้องการสกัด

16.4 ไม่เป็นพิษ

16.5 ราคาพอสมควร

<u>ตัวทำละลายที่ใช้กันมาก ได้แก่</u>

1. คลอโรฟอร์ม เป็นตัวทำละลายที่ดี แต่มี Selectivity น้อยเกิด Emulsion ง่ายถ้าใช้สกัดสารซึ่งเป็นด่างแก่อาจสลายตัวให้กรดเกลือ

2. อีเธอร์ มีอำนาจในการละลายได้น้อยกว่าคลอโรฟอร์ม แต่มี Selectivity สูงกว่าคลอโรฟอร์ม ข้อเสียคือ ระเหยง่าย ระเบิดง่าย เกิด Oxide ได้ง่ายและดูดน้ำได้มาก

3. เฮกเซน เหมาะสำหรับสกัดพวกสารที่ไม่มีขั้ว มักใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับกำจัดไขมันจากพืช (สมุนไพร) ข้อดี คือ ราคาถูก

4. แอลกอฮอล์ ที่ใช้มากคือ เมธานอล และเอธานอลเป็น All Purpose Solvent เนื่องจากมีอำนาจในการละลายกว้างมาก และยังใช้ทำลายเอนไซม์ในพืชด้วย

น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่พืชผลิตขึ้นมาตามธรรมชาติ และเก็บไว้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น กลีบดอก ใบ ผิวของผล เกสร ราก หรือเปลือกของลำต้น น้ำมันหอมระเหยจะมีคุณสมบัติในการระเหยได้เร็วมาก เมื่อได้รับความร้อนน้ำมันเหล่านี้จะระเหยออกมารอบต้นไม้ทำให้มีกลิ่นหอมอบอวลไปทั่วบางกลิ่นช่วยดึงดูดให้แมลงมาช่วยผสมเกสร บางก ลิ่นช่วยปกป้องการรุกรานจากศัตรูและรักษาความชุ่มชื้นให้แก่พืช นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยยังบรรเทาอาการปวดบวมหรืออักเสบ ป้องกันอาการชัก ช่วยระงับความกังวลใจ ทำให้จิตใจเบิกบาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด

น้ำมันหอมระเหยจะมีองค์ประกอบที่มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านไวรัสบางชนิด และยังเป็นยากระตุ้น หรือยานอนหลับ หากเลือกใช้ถูกวิธีจะให้ผลในการบำบัดรักษาโรคได้

ส่วนของพืชที่มีน้ำมันหอมระเหย	ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหย
ดอก	กุหลาบ มะลิ ดอกส้ม กระดังงา กานพลู
ราก	ขิง กระชาย แฝกหอม
ผลและเมล็ด	ผักชี ยี่หร่า กระวาน จันทร์เทศ
ใบ	มะนาว ตะไคร้หอม ตะไคร้ ยูคาลิปตัส
เนื้อไม้และเปลือกไม้	อบเชย สน
เรซิน (ใช้ในธูปหรือเครื่องหอม)	กำยาน ยางไม้หอมต่างๆ
เปลือกผลไม้	ส้ม มะนาว มะกรูด

น้ำมันหอมระเหยในพืชมีปริมาณน้อย ดังนั้นราคาของน้ำมันหอมระเหยจึงขึ้นอยู่กับปริมาณมากหรือน้อยของตัวอย่างพืช

ตามปกติน้ำมันหอมระเหยจะไม่มีสีแต่เมื่อปล่อยตั้งทิ้งไว้นานๆ อาจถูกออกซิไดซ์ทำให้มีสีเข้มขึ้น ดังนั้นจึงควรเก็บไว้ในขวดสีชาที่ปิดสนิท เก็บไว้ในที่แห้งและเย็น (สุรัตน์วดีและคณะ, 2542)

ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อผิวหนัง

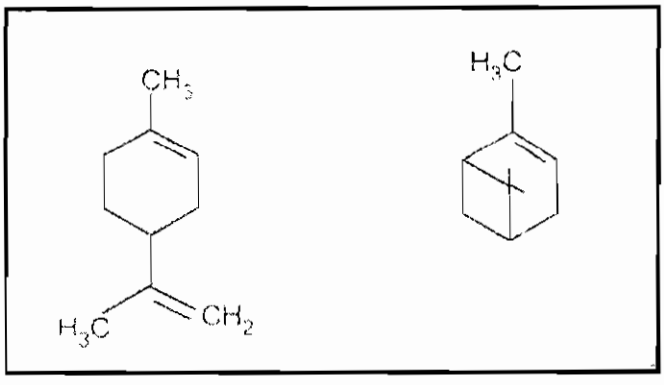
พิมพร (2545) กล่าวว่า โมเลกุลของน้ำมันหอมระเหยสามารถแทรกซึมผ่านผิวหนังได้ดี จึงมีผลเฉพาะที่ผิวหนังเองและส่วนอื่นของร่างกายด้วย ดังนี้

1. สามารถแทรกซึมสู่ชั้นหนังแท้ (Dermis) ได้
2. กระตุ้นและสร้างเซลล์ผิวหนังได้อย่างรวดเร็วภายหลังการถูกทำลายโดย แสงแดด ไฟไหม้ บาดแผล หรือรอยเหี่ยวย่น
3. ลดปริมาณเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ลดการดิดเชื้อในสิว
4. บรรเทาอาการแพ้ อักเสบของผิวหนัง
5. ควบคุมการหลั่งไขผิวหนัง ปรับสมดุล
6. ส่งเสริมหรือเร่งการขับของเสียจากขบวนการเมตาบอลิซึม
7. มีฮอร์โมนซึ่งช่วยปรับสมดุลของฮอร์โมนซึ่งสัมพันธ์กับผิวหนัง
8. มีผลต่อจิตใจและอารมณ์จึงช่วยลดความเครียดซึ่งสัมพันธ์กับอาการทางผิวหนังได้

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

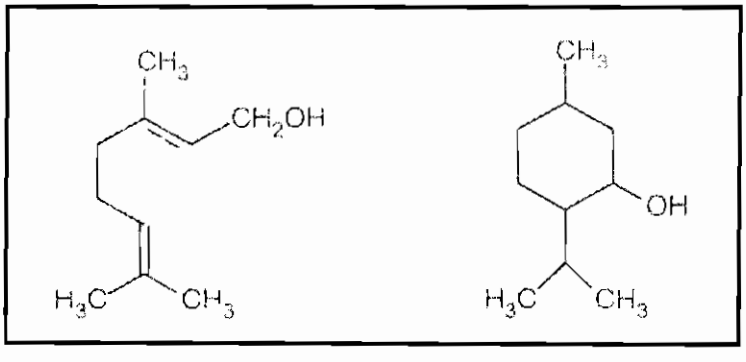
องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยอาจแบ่งได้หลายกลุ่มต่าง ๆ ได้ดังนี้ (รัตนา, 2547)

1. ที่มีสารพวกไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก (hydrocarbon volatile oils) เช่น ลิโมนีน (limonene) ในน้ำมันกระวาน (cardamom oil) ไพนีน (pinene) ในน้ำมันสน (turpentine oil) และน้ำมันไพล เป็นต้น



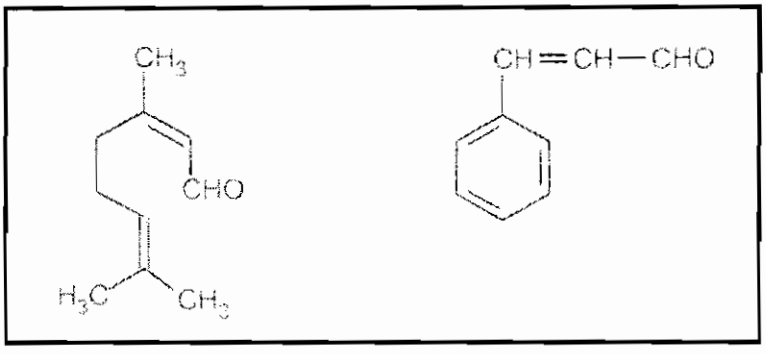
ภาพที่ 2-3 สูตรโครงสร้างทางเคมีของลิโมนีน (รูปซ้าย) และไพนีน (รูปขวา)

2. น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบหลัก (alcohol volatile oils) อาจจะเป็น acyclic alcohol เช่น จีรานิออล (geraniol) ซิโตรเนลรอล (citronellol) หรือ monocyclic alcohol เช่น menthol terpineol ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันสน น้ำมันดอกกุหลาบ น้ำมันดอกส้ม น้ำมันมินต์ เป็นต้น



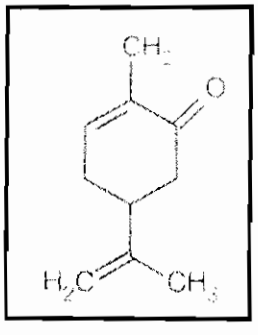
ภาพที่ 2-4 สูตรโครงสร้างทางเคมีของจีรานิออล (ซ้าย) และเมนทอล (ขวา)

3. น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกอัลดีไฮด์เป็นองค์ประกอบหลัก (aldehyde volatile oils) เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีส่วนประกอบของสารจำพวกอัลดีไฮด์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น geranial neral citronellol *t*-cinnamaldehyde ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันจากส้ม มะนาว ตะไคร้หอม เปลือกอบเชยจีน



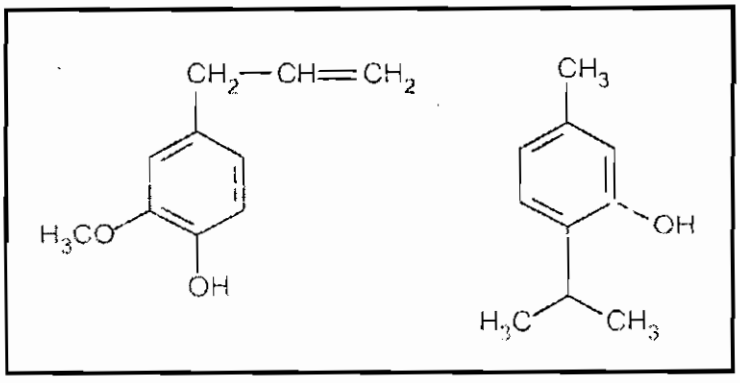
ภาพที่ 2-5 สูตรโครงสร้างทางเคมีของซิโทรเนลลา (ซ้าย) และซินนามาดีไฮด์ (ขวา)

4. น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกคีโทนเป็นองค์ประกอบหลัก (ketone volatile oils) จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีคีโตนเป็นองค์ประกอบหลัก อาจเป็น monocyclic terpene ketone เช่น menthone carvone piperitone pulegone หรือเป็น dicyclic ketone เช่น camphor fenchone thujone ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันมินต์ น้ำมันการบูร



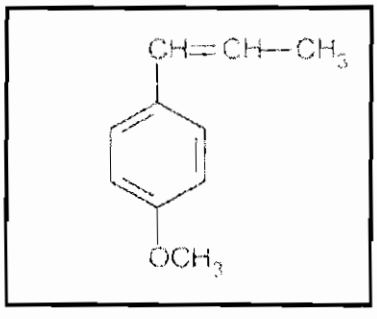
ภาพที่ 2-6 สูตรโครงสร้างทางเคมีของคาร์โวน

5. น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกฟีนอลเป็นองค์ประกอบหลัก (phenol volatile oils) จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีฟีนอลเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น eugenol thymol carvacrol ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันกานพลู น้ำมันไทม์



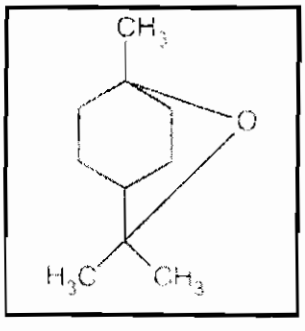
ภาพที่ 2-7 สูตรโครงสร้างทางเคมีของยูจีนอล (ซ้าย) และไทมอล (ขวา)

6. น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกฟีโนลิกเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบหลัก (phenolicether volatile oils) จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีฟีโนลิกเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น anethole safrole ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันจันทน์เทศ



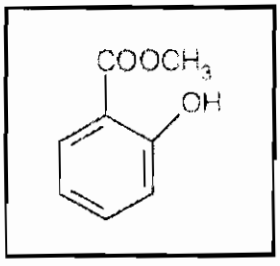
ภาพที่ 2-8 สูตรโครงสร้างทางเคมีของอะนีโทล

3.4.7 น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก (oxide volatile oils) จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น cineol (eucalyptol) ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันยูคาลิป



ภาพที่ 2-9 สูตรโครงสร้างทางเคมีของยูคาลิปตอล

8. น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบหลัก (ester volatile oils) จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น allyl isothiocyanate methyl salicylate ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันมัสตาด น้ำมัน wintergreen



ภาพที่ 2-10 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเมทิลซาลิไซเลต

วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย

การสกัดกลิ่นหอมออกจากพืชหอม ได้มีการทำมาเป็นเวลานานแล้วโดยในสมัยโบราณจะนิยมนำดอกไม้หอมมาแช่น้ำทิ้งไว้ และนำน้ำที่มีกลิ่นหอมนั้น ไปใช้ดื่มหรืออาบ ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการสกัดกลิ่นหอม เพื่อให้ได้กลิ่นหอม หรือ น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพ และปริมาณสูงสุด วิธีการดังกล่าวนั้นมีหลายวิธี การที่จะเลือกใช้วิธีใดนั้นต้องพิจารณาลักษณะของพืชที่จะนำมาสกัดด้วย

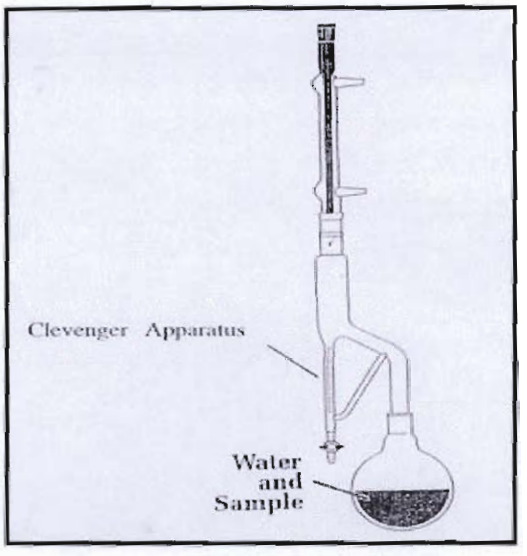
วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. การกลั่นโดยใช้น้ำ

วิธีนี้สามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์สำหรับการกลั่น เช่น หม้อกลั่น เครื่องควบแน่น และภาชนะรองรับน้ำมัน วิธีการก็ คือ บรรจุพืชที่ต้องการสกัดน้ำมันหอมระเหยลงในหม้อกลั่น แล้วเติมน้ำพอท่วมแล้วต้มจนน้ำเดือด เมื่อน้ำเดือดระเหยเป็นไอ ไอน้ำจะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในเนื้อเยื่อของพืชออกมาพร้อมกัน

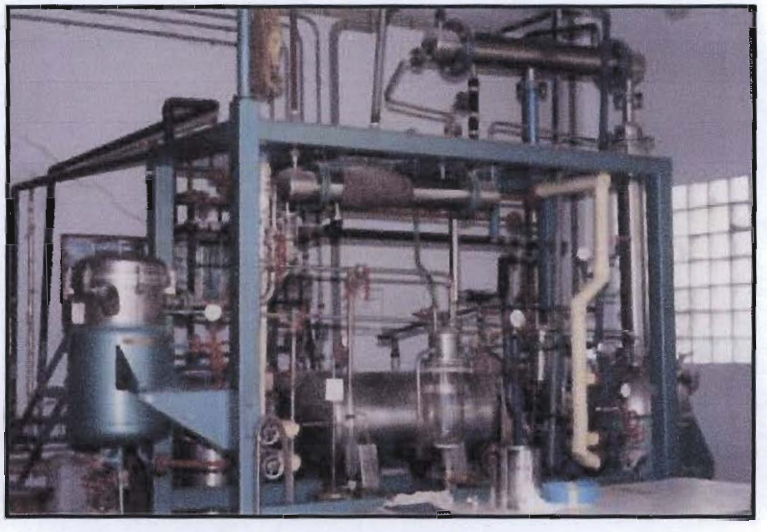
เมื่อผ่านเครื่องควบแน่น ไอน้ำและไอของน้ำมันหอมระเหยจะควบแน่นเป็นของเหลว ได้น้ำมันหอมระเหย และน้ำ แยกชั้นจากกัน

สำหรับการกลั่นพืชปริมาณน้อยๆ ในห้องปฏิบัติการสามารถทำได้โดยใช้ชุดกลั่นที่ทำจากเครื่องแก้ว เรียกว่า ชุดกลั่นชนิด Clevenger



ภาพที่ 2-11 ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหยชนิด Clevenger
ที่มา : http://www.tistr.or.th/phama/Essen_ext.htm

ส่วนการกลั่นพืชปริมาณมาก ควรใช้เครื่องกลั่นที่มีขนาดใหญ่ขึ้น อาจทำด้วยเหล็กสแตนเลส หรือทองแดง โดยอาศัยหลักการเดียวกัน

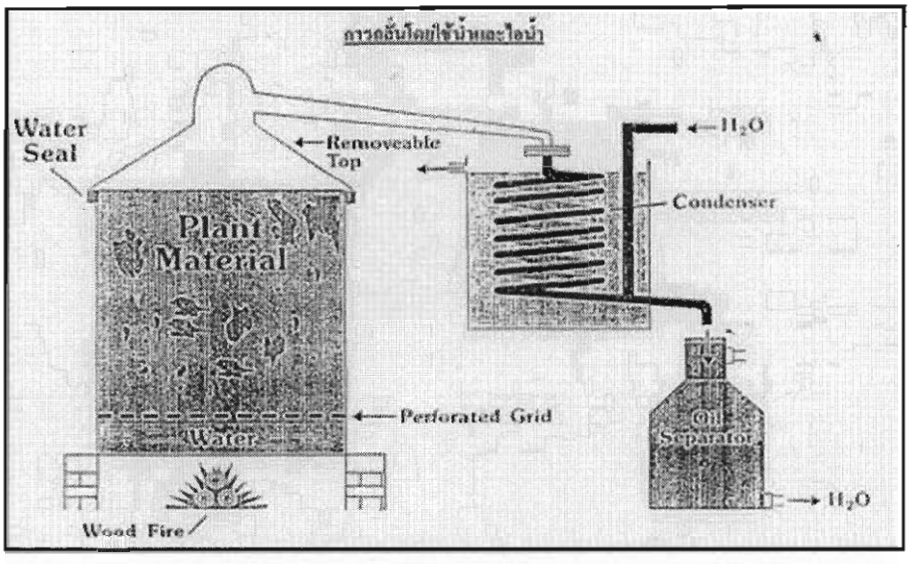


ภาพที่ 2-12 เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดใหญ่
ที่มา : http://www.tistr.or.th/phama/Essen_ext.htm

การกลั่นโดยใช้น้ำนี้ มีข้อดี คือ เป็นวิธีที่ง่าย อุปกรณ์ในการกลั่นไม่ยุ่งยากซับซ้อน และค่าใช้จ่ายต่ำ แต่ก็มีข้อเสีย คือ ในกรณีที่ต้องกลั่นพืชปริมาณๆ ความร้อนที่ให้สู่หม้อกลั่นจะไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งหม้อกลั่น พืชที่อยู่ด้านล่างใกล้กับเตา อาจเกิดการไหม้ได้ ทำให้น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ มีกลิ่นเหม็นไหม้ติดปนมา

อีกทั้งการกลั่นโดยวิธีนี้ พืชจะต้องสัมผัสกับน้ำเดือดโดยตรงเป็นเวลานานทำให้องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย เกิดการเปลี่ยนแปลงไปบ้างบางส่วน

2. การกลั่นโดยใช้น้ำและไอน้ำ



ภาพที่ 2-13 แสดงขั้นตอนการกลั่นโดยใช้น้ำและไอน้ำ
ที่มา : http://www.tistr.or.th/phama/Essen_ext.htm

วิธีนี้มีหลักการคล้ายกับการกลั่นโดยใช้น้ำ แต่แตกต่างตรงที่ ภายในหม้อกลั่นจะมีตะแกรงสำหรับวางพืชไว้เหนือระดับน้ำ เมื่อให้ความร้อน โดยเปลวไฟ หรือไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler) น้ำภายในหม้อกลั่นจะเดือดกลายเป็นไอ การกลั่นโดยวิธีนี้ พืชที่ใช้กลั่นจะไม่สัมผัสกับความร้อนโดยตรง ทำให้คุณภาพของน้ำมันหอมระเหยดีกว่าวิธีแรก

3. การกลั่นโดยใช้ไอน้ำ

การกลั่นโดยวิธีนี้ ก็คล้ายกับ วิธีที่ 2 แต่ไม่ต้องเติมน้ำลงในหม้อกลั่น เมื่อบรรจุพืชลงบนตะแกรงแล้วผ่านความร้อนจากไอน้ำที่ได้จากเครื่องกำเนิดไอน้ำไอน้ำจะช่วยน้ำมันหอมระเหยในพืชระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว

วิธีนี้มีข้อดี คือ เวลาที่ใช้ในการกลั่นจะสั้นกว่า ปริมาณน้ำมันมีคุณภาพ และปริมาณมากกว่า แต่จะไม่เหมาะกับพืชที่มีลักษณะบาง เช่น กลีบกุหลาบ เพราะไอน้ำจะทำ ให้กลีบกุหลาบรวมตัวกันเป็นก้อน น้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในกลีบกุหลาบไม่สามารถออกมา พร้อมไอน้ำได้ทั้งหมด ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยลงหรือไม่ได้เลย การกลั่นน้ำมันกุหลาบจึงควรใช้วิธีการกลั่นด้วยน้ำจะเหมาะสมกว่า

4. การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากดอกไม้ที่ไม่สามารถใช้วิธีกลั่นโดยใช้ไอน้ำได้เนื่องจากองค์ประกอบของสารหอมระเหยในดอกไม้จะสลายตัวเมื่อถูกความร้อนสูง ดังนั้นจึงใช้ตัวทำละลาย เช่น เฮกเซน สกัดน้ำมันหอมระเหยออกมา หลังจากนั้นจะระเหยไล่ตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิและความดันต่ำจะได้หัวน้ำหอมชนิด concrete

5. การสกัดโดยใช้ไขมัน (enfleurage)

การสกัดโดยใช้ไขมันเป็นวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม มักใช้กับดอกไม้กลีบบาง เช่นมะลิ ซ่อนกลิ่นโดยจะใช้ไขมันประเภทน้ำมันหมูเกลี่ยลงบนถาดไม้ แล้วนำดอกไม้มาเกลี่ยทับเป็นชั้นบางๆ จนเต็มถาด ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนดอกไม้ชุดใหม่ ทำซ้ำประมาณ 7-10 ครั้ง ไขมันจะดูดซับสารหอมไว้เรียกไขมันที่ดูดซับ สารหอมนี้ว่า pomade หลังจากนั้นใช้เอธานอลละลายสารหอมออกจากไขมัน นำไประเหยไล่ตัวละลายออกที่อุณหภูมิและความดันต่ำจะได้หัวน้ำหอมชนิด concrete เมื่อแยกส่วนที่เป็นไขมันออกโดยการนำมาละลายเอธานอลแล้วแช่เย็นเพื่อแยกส่วนที่เป็นไขออก หลังจากระเหยไล่ตัวละลายออกจะได้หัวน้ำหอมชนิด absolute ซึ่งจัดเป็นหัวน้ำหอมชนิดดีและราคาแพงที่สุด

6. วิธีบีบ

วิธีนี้มักใช้กับเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะนาว มะกรูด น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีกลิ่นและคุณภาพดี นอกจากนี้ ยังมีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากดอกไม้โดยใช้ คาร์บอนไดออกไซด์เหลว โดยเรียกวิธีนี้ว่า Supercritical carbondioxide fluid extraction ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่เหมาะสำหรับการสกัดสารที่สลายตัวง่ายเมื่อ ถูกความร้อน แต่สูญเสียค่าใช้จ่ายมาก

การตรวจคุณภาพน้ำมันหอมระเหย

ในการผลิตน้ำมันหอมระเหยแต่ละครั้งนั้น อาจได้ผลผลิตที่มีคุณภาพแตกต่างกันไป ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น แหล่งที่มาของพืช อายุของพืช เทคนิคและวิธีการกลั่น เวลาที่ใช้ในการกลั่น เป็นต้น

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องตรวจคุณภาพของน้ำมันหอมระเหย โดยตรวจคุณสมบัติทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้

1. การตรวจดูลักษณะทั่วไป เช่น สี ความใส - ขุ่น กลิ่น ตะกอนแขวนลอย เป็นต้น
2. การตรวจคุณลักษณะทางฟิสิกส์ ซึ่งเป็นค่าเฉพาะของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด ดังนี้
   - การละลายในเอธานอล เพื่อดูว่าน้ำมันหอมระเหยสามารถละลายได้ในเอธานอลที่ความเข้มข้นเท่าใด เป็นปริมาณเท่าใด วิธีทดสอบ โดยปฏิบัติตาม ISO 875-1981 Essential oils-Evaluation of miscibility in ethanol ในเรื่องวิธีการทดสอบการละลายในเอธานอล
   - การหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ เพื่อตรวจสอบค่าความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยเพื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของน้ำ ที่อุณหภูมิ 20°C โดยปฏิบัติตาม ISO 279-1981 Essential oils-Determination of relative density at 20°C (Reference Method) ในเรื่องวิธีทดสอบความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิ 20°C
   - การหาค่าออปติคัลโรเทชัน ของน้ำมันหอมระเหย โดยวัดค่ามุมที่เบี่ยงเบนไปของแสงโพลาไรซ์ที่ส่องผ่านน้ำมันหอมระเหย วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO 592-1981 Determination of optical rotation ในเรื่องวิธีทดสอบออปติคัลโรเทชันที่อุณหภูมิ 25°C
   - การหาค่าดัชนีหักเหของน้ำมันหอมระเหย โดยการวัดค่ามุมของแสงที่หักเหไป เมื่อให้แสงส่องกระทบน้ำมันหอมระเหย โดยทดสอบตาม ISO 280-1976 Determination of refractive index ในเรื่องวิธีทดสอบดัชนีหักเหที่อุณหภูมิ 20°C
3. การตรวจคุณลักษณะทางเคมี

เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ ในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด โดยใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟฟี (Gas chromatography) โดยฉีดน้ำมันหอมระเหยในปริมาณเพียงเล็กน้อย (~0.1 ml) เข้าไปยังเครื่องแก๊ส-โครมาโตกราฟฟี (GC) ที่ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังนี้

- ส่วนฉีดสาร (Injector)
- เตาอบ (Oven)
- คอลัมน์ (Column)
- ตัวตรวจวัดสัญญาณ (Detector)
- ระบบบันทึก และเก็บข้อมูล (Recorder, Integrator)

วิธีปฏิบัติสำหรับการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย ให้ปฏิบัติตาม ISO 7609-1985 Essential oils-Analysis by gas chromatography on capillary columns-General method ในเรื่องวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ

ข้อควรระวัง ควรเก็บน้ำมันหอมระเหยไว้ในขวดแก้วเท่านั้น ไม่ควรเก็บไว้ในขวดพลาสติก เพราะน้ำมันหอมระเหยบางชนิดละลายพลาสติกได้ (วนิดา, 2540)

ผิวหนัง (พิมพร, 2544)

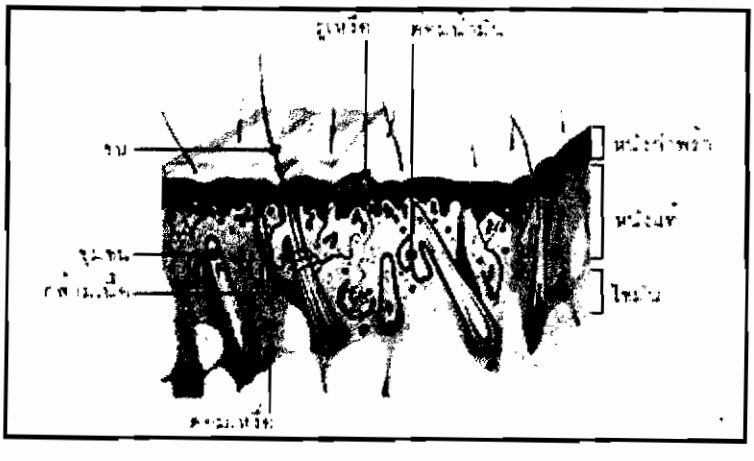
ผิวหนังแม้จะเป็นสิ่งที่บอบบางแต่ก็เป็นส่วนที่ปกคลุมป้องกันอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายไว้ได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยรักษาน้ำในร่างกายมิให้สูญเสียมากเกินไป ผิวหนังเป็นส่วนแรกที่เผชิญอันตรายก่อนอวัยวะอื่น แม้ว่าผิวหนังจะบอบบางแต่เป็นอวัยวะที่กว้างที่สุดในร่างกาย เฉลี่ยในผู้ใหญ่ 1.6-1.8 ตารางเมตร หนังกำพร้าในผู้ใหญ่หนักถึง 3.2-4.8 กิโลกรัม และชั้นรองรับผิวหนัง (Subcutaneous tissue) หนักถึง 17-18 กิโลกรัม ในแต่ละแห่งของร่างกายผิวหนังจะหนาบางไม่เท่ากัน ส่วนบางที่สุด คือ บริเวณเปลือกตา หนา 0.2-0.6 มิลลิเมตร ส่วนที่หนาที่สุดคือ บริเวณฝ่ามือและฝ่าเท้า หนา 2-4 มิลลิเมตร

หน้าที่ของผิวหนัง (พิมพร, 2544) ต่อร่างกาย มีดังนี้

1. ปกคลุมร่างกาย ปิดบังส่วนที่ไม่น่าดูซึ่งอยู่ใต้ลงไป ลักษณะผิวหนังที่ปรากฏ เช่น สีผิว ความมัน ความละเอียดหรือหยาบแห้ง เป็นสิ่งเสริมบุคลิกภาพและความงามในสังคม
2. เป็นส่วนที่บ่งชี้ถึงสุขภาพของร่างกายและจิตใจรวมถึงวัยด้วย ถ้าร่างกายขาดสารอาหาร เช่น วิตามิน จะแสดงอาการทางผิวหนังอย่างเด่นชัด
3. เป็นอวัยวะป้องกันอันตรายแก่ร่างกาย ป้องกันเชื้อโรค แสงแดด สารพิษ เป็นต้น
4. ให้ความรู้สึกจากการสัมผัส ความร้อน ความเย็น ความเจ็บปวดและความสบาย
5. ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย โดยเมื่ออากาศร้อนจะขับเหงื่อออกมาทำให้ร่างกายเย็นลง
6. เป็นแหล่งสร้างวิตามินดีจากแสงแดดแก่ร่างกาย
7. ไขมันที่อยู่ใต้ผิวหนังเป็นพลังงานสำรอง (Food reserve) แก่ร่างกาย
8. ช่วยควบคุมระดับน้ำในร่างกาย โดยการระเหยหรือการขับเหงื่อ นอกจากนี้ยังมีไขผิวหนังช่วยป้องกันการสูญเสียความชื้นจากร่างกายมากเกิน

โครงสร้างและหน้าที่ของผิวหนัง แบ่งเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1. หนังกำพร้า (Epidermis or Cuticle or Scarf skin)
2. หนังแท้ (Dermis or Corium or Cutis vera)
3. ชั้นรองรับผิวหนัง (Subcutaneous tissue or Hypodermis)



ภาพที่ 2-14 แสดงโครงสร้างของผิวหนัง
ที่มา: htpp://www.sebamedthai.com

ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis)

เป็นผิวหนังชั้นที่อยู่นอกสุดของร่างกายเป็นเสมือนปราการด่านแรกที่ช่วยปกป้องร่างกายจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เป็นส่วนที่บางและไม่มีเส้นเลือดมาเลี้ยง มีความหนาโดยประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ได้รับสารอาหารจากชั้นหนังแท้ เซลล์ของชั้นหนังกำพร้า เรียกว่า Keratinocytes นอกจากนี้ ชั้นหนังกำพร้ายังแบ่งออกได้อีกเป็น 2 ชั้น ได้แก่

- ชั้นผิว (Horny Layer) เป็นชั้นนอกสุดซึ่งเป็นส่วนของเซลล์ที่ตายแล้วเมื่อถูออก เรียกว่า ขี้ไคล ความหนาของชั้นผิวนี้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับว่าอยู่บริเวณใดของร่างกาย เช่นบริเวณฝ่ามือ และฝ่าเท้าจะหนาที่สุด ถ้าได้รับแรงเสียดสีมากๆ ก็จะกลายตัวหนายิ่งขึ้น เรียกว่า หนังด้าน

- ชั้นลึก (Cellular Layer) อยู่ถัดลงไปจากชั้นผิว และเป็นชั้นที่มีเซลล์เกิดขึ้นใหม่อยู่ตลอดเวลา (htpp://www.sebamedthai.com)

ชั้นหนังแท้ (Dermis)

ชั้นหนังแท้ (Dermis) อยู่ถัดจากชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) มีลักษณะหนา เหนียว และแข็งแรงกว่าชั้น Epidermis มีเส้นเลือดหล่อเลี้ยงค่อนข้างมาก องค์ประกอบที่สำคัญเป็น Collagen & Elastic fiber ซึ่ง Collagen fiber ที่มีอายุน้อยจะช่วยรักษาความชุ่มชื่นและความเต่งตึงให้กับผิวแต่เมื่อเส้นใยนี้มีอายุมากขึ้นความสามารถในการโอบอุ้มน้ำก็จะลดลง และถ้าหากมองชั้นหนังแท้ด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบ รากขน รูเหงื่อ ท่อเหงื่อ ต่อมไขมัน เส้นเลือดฝอย ท่อน้ำเหลือง ไขมัน ใยประสาทและตุ่มปลายประสาทรับความรู้สึก

หน้าที่ของผิวชั้น Dermis คือทำให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่น (Elasticity) ทนแรงยืดผิวหนังได้ (Tensile strength) ปกป้องร่างกายจากอันตราย (Mechanical injury) อุ้มน้ำไว้ (Binds water) เพื่อจุดประสงค์ในการควบคุมสมดุลความร้อนภายในร่างกาย (Thermal regulation) และยังทำหน้าที่เป็นประสาทรับสัมผัสต่างๆ (Receptor of sensory stimuli) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue matrix) ของ Dermis มีองค์ประกอบหลัก คือ Collagen tissues ส่วนน้อยเป็น Elastic tissues ซึ่งอยู่ใน Matrix ส่วนที่เป็น Glycoprotein proteoglycan และ Glycoaminoglycan รวมเรียกว่า Ground substance สามารถแบ่ง Dermis ออกได้เป็น 2 ชั้น ตามความแตกต่างของ Connective tissue organizations cell density และ Nerve and Vascular pattern

1. Papillary dermis เป็นชั้นที่อยู่ติดกับ Epidermis ประกอบด้วย Collagen ขนาดเล็ก และเป็น Collagen type 3 มากกว่า type 1 และ Elastic tissue ชนิด Oxytalan elastic fiber ที่เรียงตัวตั้งฉากกับ Epidermis มีเซลล์ Fibroblasts จำนวนมากและมีความสามารถในการแบ่งตัวอย่างรวดเร็วและมี Metabolic activity มาก เพื่อประโยชน์ในการซ่อมแซมผิวหนัง (Wound healing) โดยปกติชั้นนี้จะเกิดโรคน้อยกว่าชั้น Reticular dermis

2. Reticular dermis เป็นชั้นที่อยู่ใต้ต่อ Papillary dermis ติดต่อกับชั้น Hypodermis ประกอบด้วย Collagen ที่มีขนาดใหญ่เป็น type 1 มากกว่า type 3 Elastic fiber ที่เจริญเต็มที่แล้ว (Mature elastic fiber) และทั้ง Collagen และ Elastic fiber จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ เมื่อลึกลงไปใน Dermis ต่อกับชั้น Hypodermis เส้นเลือดจะน้อยกว่าชั้น Papillary dermis ชั้น Reticular dermis นี้สามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีกเป็น 2 ชั้น

2.1 Upper zone คือ Reticular dermis ชั้นบน ประกอบด้วย Collagen ที่มีขนาดกลางๆ ส่วน Elastic fiber เรียงตัวตามแนวนอน (Horizental) ชั้นนี้เป็นชั้นที่อ่อนแอและเหมาะต่อการเกิดโรค

2.2 Deeper zone คือชั้น Reticular dermis ที่อยู่ชั้นล่างสุดติดกับ Hypodermis เป็นชั้นที่มี Collagen และ Elastic fiber ขนาดใหญ่และมี Inflammatory cells และ Fibroblasts จำนวนมาก

ชั้นรองรับผิวหนัง (Subcutaneous tissue or Hypodermis)

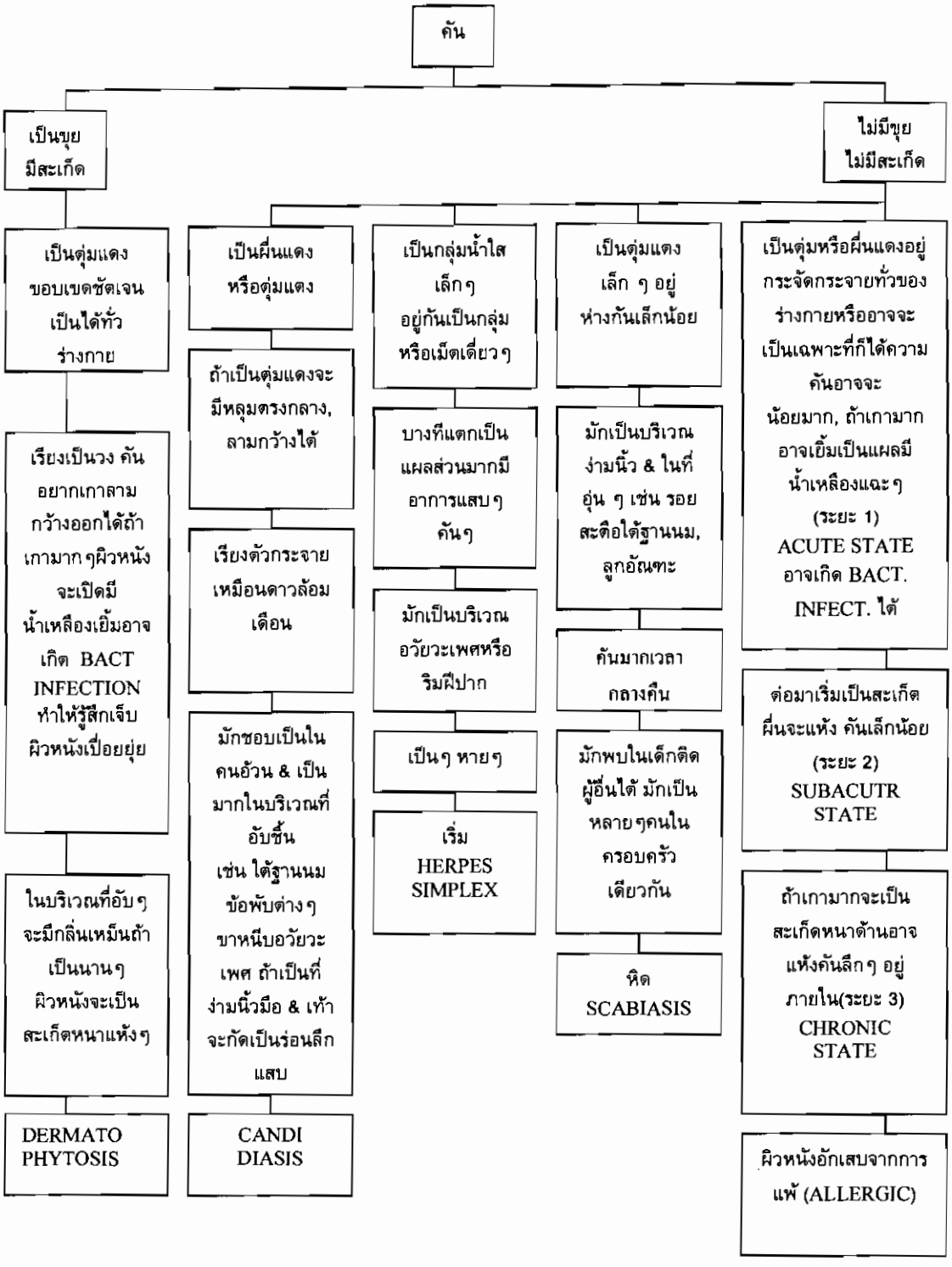
เป็นชั้นที่อยู่ใต้ถัดจากชั้น Dermis ประกอบไปด้วย Loose connective tissue มีส่วนของต่อมเหงื่อ Collagen, Elastic fibers ที่ต่อเนื่องลงมาจากชั้น Dermis และเซลล์ไขมัน (Fat or Adipose tissues) โดยผมหรือขนที่กำลังเจริญเติบโต (Actively growing hair follicles) จะยื่นลงมาอยู่ในชั้นนี้ด้วย เซลล์ไขมันเป็นองค์ประกอบหลักของชั้นนี้ ซึ่งเซลล์ไขมันนี้จะอยู่รวมกันเป็น lobule ที่มีตัวแบ่งกั้นที่กัน เรียกว่า fibrous septa ซึ่งจะมีเส้นเลือด เส้นประสาท และหลอดน้ำเหลือง (Lymphatic vessels) อยู่ใน septa ความหนาของชั้น hypodermis นี้จะขึ้นกับความหนาของชั้นไขมันและขึ้นกับตำแหน่งของร่างกายด้วย เช่น บริเวณหน้าท้องจะหนามาก แต่บริเวณเปลือกตาหรือ penis จะบางมาก

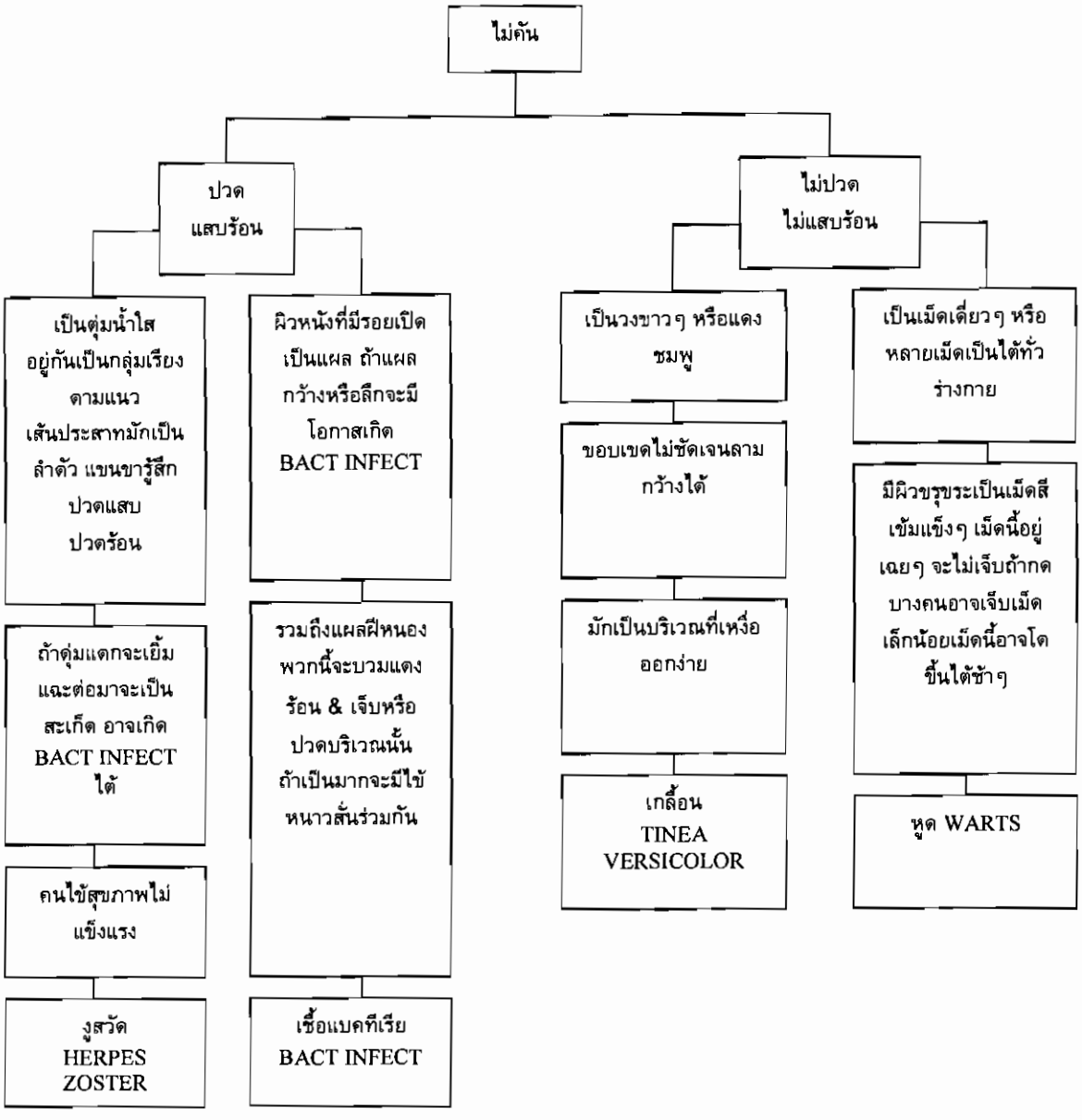
หน้าที่ของชั้นนี้เพื่อให้ความอบอุ่นรักษาความร้อนของร่างกายไว้ (Insulates the body) เป็นแหล่งที่สะสมพลังงานของร่างกาย (Reserve energy supply) เป็นเสมือนหมอนรองกระแทก (Cushion) และทำให้ผิวหนังเคลื่อนไหวได้ไม่ติดแน่นกับโครงสร้างใต้ผิวหนัง (Mobility over underlying structure) นอกจากนี้ชั้น Hypodermis ยังมีผลในด้านความสวยงาม (Cosmetic effect) เช่น บริเวณแก้ม หากไม่มีชั้นนี้รองรับจะทำให้รูปหน้าดูไม่สวยงาม (http://www.cai.md.chula.ac.th)

การซักประวัติเรื่อง "โรคผิวหนัง"

โรคผิวหนัง

(บริเวณผิวหนังทั่วไป)

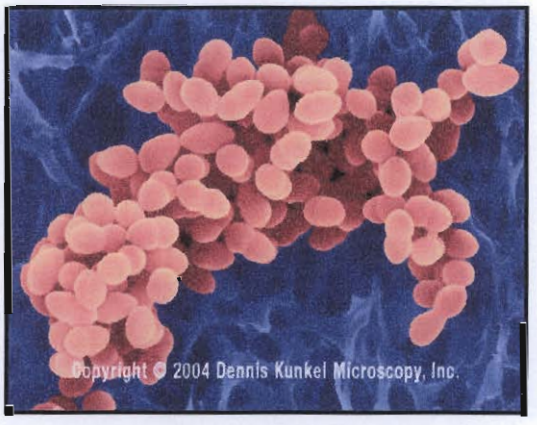




ที่มา : ตำรายาและโรคสำหรับเภสัชกร นิติเภสัช, XXXX

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้

1. *Staphylococcus aureus* เป็นเชื้อก่อโรคที่สำคัญในคน ทำให้เกิดการติดเชื้อรุนแรงและให้ผลบวกกับโคแอกกูเลส (Coagulase positive)



ภาพที่ 2-15 แสดงลักษณะเชื้อ *Staphylococcus aureus*
ที่มา : http://www.denniskunkel.com

1.1 รูปร่างลักษณะ

Staphylococcus จัดอยู่ในตระกูลไมโครคอกคาซี (Micrococcaceae) เชื้อมีลักษณะเป็นรูปทรงกลม แกรมบวก ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ เซลล์มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.5-1.5 ไมโครเมตร เมื่อแบ่งเซลล์จะติดกันเป็นกลุ่ม เมื่อเขี่ยเชื้อจากหนองเซลล์อาจอยู่เดี่ยวๆ เป็นคู่ เป็นกลุ่มหรือเป็นสายสั้นๆ ถ้าเขี่ยเชื้อจากอาหารแข็งเซลล์มีลักษณะเป็นกลุ่มแต่จากอาหารเหลวอาจเห็นเป็นเซลล์เดี่ยวเป็นคู่หรือเป็นสายสั้นๆ (ภาพที่ 2-7) มีบางสายพันธุ์สร้างแคปซูลหรือเมือก (Slime) ช่วยให้เชื้อเพิ่มความรุนแรงในการก่อโรค เชื้ออายุน้อยติดสีแกรมบวก เมื่ออายุมากขึ้นติดสีแกรมลบเพราะแบคทีเรียเริ่มขาดคุณสมบัติในการเก็บ Crystal violet ไว้ในผนังเซลล์ได้ โคโลนีบนอาหารแข็งมีลักษณะกลม เรียบ ขุ่น นูนเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-4 มิลลิเมตร *S. aureus* ให้โคโลนีสีเหลืองทอง การแบ่งตัวแบ่งได้ทั้งตามยาวและตามขวาง (นันทนา, 2537)

1.2 การเจริญเติบโต

Staphylococcus เจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อธรรมดาเกือบทุกชนิดที่ pH อยู่ระหว่าง 4.8-7.4 เจริญเติบโตได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจนหรือที่มีออกซิเจนอยู่เพียงเล็กน้อย (Microaerophilic) เจริญได้ดีที่ 37°C แต่สร้างรงควัตถุดีที่สุดที่อุณหภูมิห้อง คือ อุณหภูมิประมาณ 20-25°C ในบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าปกติ เมื่อเลี้ยงในอาหารเหลว หรือสภาพที่ไม่มีออกซิเจนจะไม่สร้างรงควัตถุ เชื้อ *S. aureus* ทนความเค็มได้ดี สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือได้ถึง 10 % การเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการจึงนิยมเติมเกลือลงในอาหารเลี้ยงเชื้อด้วย เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นโดยเติมเกลือลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อประมาณ 7.5 % และใส่น้ำตาลแมนนิทอลลงไปด้วยเนื่องจาก *S. aureus* สามารถสร้างเอนไซม์เลซิติเนส (Lecithinase) ที่สามารถย่อยไข่แดงได้ ดังนั้นจึงนิยมเติมไข่แดงลงในอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อ *S. aureus* เพื่อความสะดวกในการแยกเชื้อนี้ เช่น Baird-Parker, Egg yolk agar และ Mannitol salt egg yolk agar เป็นต้น แต่ *S. aureus* ไม่ทนต่อสารอะคริฟลาวิน (Acriflavine) แตกต่างจากเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสอื่นๆ สมบัตินี้จึงนำมาใช้แยก *S. aureus* ออกจาก เชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสอื่นๆ ในอาหารที่มีสารบอเรท

S. aureus ถูกยับยั้ง ส่วน *S. epidermidis* ทนต่อสารบอเรทและในอาหารที่มีนีโอมัยซิน *S. saprophyticus* ทนได้จึงเจริญได้ในขณะที่ *S. aureus* และ *S. epidermidis* ไม่เจริญ

1.3 ปฏิกิริยาทางชีวเคมีและความทนทานต่อสิ่งแวดล้อม

Staphylococcus สามารถหมักและย่อยน้ำตาลได้หลายชนิดเกิดเป็นกรดแลคติค แต่ไม่เกิดแก๊ส โดยทั่วไปเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี สามารถมีชีวิตรอดได้เป็นสัปดาห์ในหนองหรือเสมหะแห้ง ในอาหารวุ้นเอียงเชื้อสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานหลายเดือน สายพันธุ์ส่วนใหญ่ค่อนข้างทนความร้อน (ทน 50°C ได้นาน 30 นาที) แต่จะตายถ้าใช้ความร้อน 60°C เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังทนต่อสารเคมีที่ทำลายเชื้อ เช่น ฟีนอล เมอคิวริกคลอไรด์ โซเดียมคลอไรด์ 9 % แต่ถูกยับยั้งด้วยสารเคมีบางชนิด เช่น เฮกซาคลอโรฟีน 3 % และถูกทำลายด้วยกรดไขมันเข้มข้น

Staphylocoocus สามารถสร้างเอนไซม์บีตาแล็กทาเมส (β-lactamase) ได้ซึ่งเกิดจากการควบคุมของพลาสมิดจึงทำให้เชื้อดื้อยาเพนนิซิลลินหลายชนิด เช่น เพนิซิลลินจี แอมพิซิลลิน เป็นต้น นอกจากนี้พลาสมิดยังนำยีนที่ทำให้ดื้อยาเตตราไซคลิน (Tetra-cycline) และอิริโธรไมซิน (Erythromycin) อีกด้วย

ผลิตสารพิษที่ทนความร้อน (Heat stable enterotoxins) ถึง 5 ชนิด คือ ชนิด A, B, C, D และ E ในกรณีที่เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ มักตรวจพบสารพิษชนิด A เชื้อนี้พบได้ทั่วไปในสัตว์และตามส่วนต่างๆ ของร่างการมนุษย์โดยเฉพาะตามบริเวณ จมูก มือ แผลและสิวทำให้มีโอกาสแพร่กระจายไปสู่อาหารได้มาก (พวงพร, 2532)

อิทธิพลของปัจจัยร่วม ปัจจัยร่วมเสริมฤทธิ์กันในการยับยั้งเชื้อมีดังนี้

1.3.1 ผลของ pH, a_w และพารามิเตอร์อื่นๆ *S. aureus* สามารถเจริญได้ในช่วง pH กว้างตั้งแต่ 4.0-9.8 แต่ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 6-7 ถ้ามีพารามิเตอร์อื่นที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตร่วมด้วย ค่า pH ต่ำสุดที่ *S. aureus* จะเจริญได้ขึ้นอยู่กับระดับความเหมาะสมของพารามิเตอร์นั้นๆ ตัวอย่าง เช่น การทำมายองเนสแบบพื้นบ้านโดยมี pH เริ่มต้นที่ 5.15 ทำการเพาะเชื้อ *S. aureus* ที่ 10^5cfu/g และ pH สุดท้ายลดลงไม่ต่ำกว่า 4.7 ปรากฏว่า *S. aureus* สามารถสร้างเอนเทอโรทอกซินชนิดบี (SEB) ในระดับ 158 นาโนกรัม/100 กรัม กล่าวโดยทั่วไปสภาวะของการเกิดเอนเทอโรทอกซินบี (SEB) ไวต่อ pH มากกว่าในสภาวะที่เกิดเอนเทอโรทอก-ซินเอ (SEA) ดังนั้นในอาหารที่มีบัฟเฟอร์เป็นกลางจึงมีโอกาสพบ (SEB) ได้มากกว่าในอาหารที่ไม่มีบัฟเฟอร์หรือมีบัฟเฟอร์ที่เป็นกรด (Metzger et al, 1973)

ส่วน a_w นั้นเมื่อเปรียบเทียบกับแบคทีเรียที่ไม่ชอบเค็มอื่นๆ ปรากฏว่าเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสสามารถเจริญได้ในอาหารที่มี a_w ต่ำกว่า ดังที่เคยปรากฏในอาหารที่มี a_w 0.83 จะปรากฏการเจริญของ *S. aureus* ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่ค่อยจะเกิดขึ้นบ่อยนัก ตามปกติถือว่าค่า a_w ต่ำสุดของเชื้อ *S. aureus* อยู่ที่ 0.86 ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปและนำมาใช้เป็นแหล่งอ้างอิงในการประเมินความเสี่ยง

1.3.2 เกลือแกงกับ pH เมื่อทำการเพาะเลี้ยง *S. aureus* ในอาหารเลี้ยงเชื้อโปรตีนไฮโดรไลเซทบ่มเพาะเชื้อที่ 37°C นาน 8 วัน มีการเจริญเติบโตและเกิดเอนเทอโรทอกซินซี (SEC) ขึ้นในอาหารที่มี pH ระหว่าง 4.00-9.83 ที่ไม่มีเกลือแกง แต่ถ้าเติมเกลือแกงร้อยละ 4 ช่วง pH ที่แบคทีเรียจะเจริญได้แคบลงมาเป็น 4.4-9.43 และถ้าเติมเกลือแกงร้อยละ 10 *S. aureus* จะสร้าง SEC เมื่อ pH สูงกว่า 5.45 ในกรณีที่เพิ่มปริมาณเกลือแกงเป็นร้อยละ 12 *S. aureus* จะไม่สร้างเอนเทอโรทอกซิน (Genigeorgis et al, 1971) สรุปว่าเกลือแกงมีอิทธิพลร่วมกับ pH ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* โดยการยกระดับช่วงของ pH ต่ำสุดที่เชื้อ *S. aureus* เจริญได้ให้สูงขึ้นหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งการเติมเกลือแกงมีผลทำให้ *S. aureus* เจริญเติบโตในช่วง pH ที่แคบลง

1.3.3 pH a_w และอุณหภูมิ *S. aureus* สายพันธุ์ผสมที่ไม่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อสังเคราะห์เหลว คือ Brain Heart Infusion (BHI) ที่เติมเกลือแกงและซูโครสเป็นสารลด a_w (Humectant) ไม่ว่าในสภาวะที่มี pH 4.3 มี a_w 0.85 หรือที่อุณหภูมิ 8°C และไม่เจริญในสภาวะที่มีปัจจัยร่วมคือ pH<5.5 อุณหภูมิ 12°C และ a_w 0.90 หรือ 0.93 และปัจจัยร่วมที่มี pH<4.9 อุณหภูมิ 12°C และ a_w ที่ 0.96 (Notermans, 1983)

1.3.4 $NaNO_2$ Eh pH และอุณหภูมิ *S. aureus* สายพันธุ์ S-6 เจริญและสร้าง SEB ในแฮมที่บ่มในสภาวะไร้อากาศที่มีเกลือแกงสูงจนถึงร้อยละ 9.2 แต่ไม่เจริญในสภาวะที่มี pH ต่ำกว่า 5.3 ที่ 30°C หรือในสภาวะที่มี pH ต่ำกว่า 5.58 ที่ 10°C ภายใต้ในสภาวะที่มีอากาศ *S. aureus* สายพันธุ์นี้สร้าง SEB ได้เร็วกว่าในสภาวะที่ไม่มีอากาศและเมื่อความเข้มข้นของกรดไนตริก (HNO_3) เพิ่มสูงขึ้น ความสามารถในการสร้าง SEB จะลดลง (Genigeorgis et al, 1969)

1.4 การก่อโรค

เชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เกิดจากเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกที่มีลักษณะกลม (Cocci) อยู่รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่นจัดอยู่ในจำพวกแสตปฟิลโลคอกไคที่สร้างสารพิษซึ่งขับออกมานอกเซลล์เรียกว่า เอนเทอโรทอกซิน (Enterotoxins) ได้แก่ สารพิษที่ชักนำให้เกิดการหลั่งของเหลวขึ้นภายในลำไส้หรือทางเดินอาหาร เป็นผลทำให้เกิดอาการท้องเดิน เชื้อนี้มีรายงานการศึกษาเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1894 โดย เจ เดนนี่ส์ (J.Dennys) และต่อมาในปี ค.ศ.1914 เอ็ม เอ บาร์เบอร์ (M.A. Barber) ได้ทดลองความเป็นพิษของเชื้อนี้กับตนเอง โดยการบริโภคนมสดที่มีเชื้อ *S. aureus* เข้าไปและในปี ค.ศ.1930 แดกซ์และคณะ (Dack et al., 1930) ได้พิสูจน์ให้เห็นว่า *S. aureus* สามารถทำให้เกิดอาการของโรคอาหารเป็นพิษ จากการบริโภคของเหลวที่ได้จากการกรองเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสที่ทำให้เกิดอาการท้องเดินขึ้น อันสืบเนื่องจากแบคทีเรียในจีนัส *Staphylococcus* spp. สร้างสารพิษชนิดใดชนิดหนึ่งหรือมากกว่า ในอดีตโรคอาหารเป็นพิษจำกัดอยู่เฉพาะสปีชีส์เดียว คือ *S. aureus* แต่ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสสปีชีส์อื่นก็สามารถสร้างสารพิษขึ้นด้วย เนื่องจากการตรวจสอบเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสต้องอาศัยสมบัติของการสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลส (Coagulase) และเอนไซม์เทอร์โมนิวคลีเอส (Thermonuclease เขียนย่อว่า TNase) ของแบคทีเรียเป็นสำคัญ เชื้อ *S. aureus* มีสมบัติดังกล่าวนี้ การใช้เทคนิคนี้ในการตรวจวิเคราะห์จึงมุ่งไปที่ *S. aureus* เพียงสปีชีส์เดียว หลังจากเทคนิคการตรวจหาสารเอนเทอโรทอกซินในอาหารได้รับการพัฒนาขึ้น ทำให้สามารถตรวจพบเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสสปีชีส์อื่นที่สร้างสารเอนเทอโรทอกซินด้วย แต่มีโอกาสเกิดขึ้นน้อยกว่ามาก (สุมณฑา, 2545)

แบคทีเรียจีนัส *Staphylococcus* มีมากกว่า 30 สปีชีส์ แต่สปีชีส์ที่พบในอาหารมีประมาณ 18 สปีชีส์ ในจำนวนนี้มีเพียง 6 สปีชีส์ที่สร้างเอนไซม์โคแอกกูเลส ส่วนมากสปีชีส์ที่สร้างเอนไซม์โคแอกกูเลสจะสร้างเอนไซม์ TNase ด้วยอย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่ามีประมาณ 10 สปีชีส์ที่ไม่สร้างเอนไซม์ทั้งสอง แต่สร้างเอนเทอโรทอกซิน เชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสสายพันธุ์ที่มีสมบัติดังกล่าว มีลักษณะพิเศษคือจะไม่ทำให้เลือดตกตะกอนและไม่ใช้น้ำตาลแมนนิดอลโดยการหมัก ผลดังกล่าวทำให้สรุปได้ว่ารายงานการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *S.aureus* ในอดีตน่าจะต่ำกว่าที่เกิดขึ้นจริง เพราะในการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* นั้นขึ้นอยู่กับสมบัติของเอนไซม์โคแอกกูเลสและ TNase เป็นสำคัญ

เชื้อแสตปฟิลโลคอกคัส พวกที่ไม่สร้างเอนไซม์โคแอกกูเลส (Coagulase-negative strain) มีอย่างน้อยประมาณ 10 สปีชีส์ที่สร้างเอนเทอโรทอกซินในอาหารหนึ่งในสปีชีส์เหล่านั้น คือ *S. intermidius* เชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสสปีชีส์มีแหล่งกำเนิดในโพรงจมูกและผิวหนังของสัตว์กินเนื้อและม้า แต่ไม่พบในมนุษย์และเป็นที่รู้กันว่าเป็นเชื้อโรคของสุนัขและนอกจากนี้ยังมีสายพันธุ์อื่นๆ คือ *S. cohenii, S. epidermidis, S. haemolyticus* และ *S. xylosus* ซึ่งแยกได้จากนมแกะร่วมกับ *S. aureus* Bautistaและคณะ (1988) ทำการศึกษาพบว่าสมบัติการหมักแมนนิดอลมีประโยชน์ในการนำมาใช้ทดสอบเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัส เพื่อจำแนกเชื้อพวกที่สร้าง

เอนเทอโรทอกซินออกจากพวกที่ไม่สร้างเอนเทอโรทอกซิน (Bautista et al, 1988) วัลลีและคณะ (1990)ทำการศึกษาเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสที่ไม่สร้างเอนไซม์โคแอกกูเลส 272 สายพันธุ์ ซึ่งแยกได้จากแพะที่มีสุขภาพดี พบว่าร้อยละ 22 เป็นสายพันธุ์ที่สร้างเอนเทอโรทอกซิน (Valle et al, 1990) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเชื้อแสตปฟิลโล-คอกคัสที่ไม่ให้เอนไซม์โคแอกกูเลส สามารถสร้างเอนเทอโรทอกซินที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้

เชื้อแสตปฟิลโลคอกคัส เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถปรับตัวตามเจ้าบ้าน (Host-adapt organism) ประมาณครึ่งหนึ่งเป็นสปีชีส์ที่อาศัยในมนุษย์เพียงอย่างเดียว (เช่น *S. cohnii* subsp.cohnii) และอาศัยมนุษย์กับสัตว์อื่น (เช่น *S. aureus*) บริเวณปลายเปิดของอวัยวะที่เป็นช่องทางติดต่อกับสิ่งแวดล้อมภายนอกกับร่างกายของโฮสต์ มักพบเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสเป็นจำนวนมากและถ้าบริเวณนี้อับชื้นอาจพบ *S. aureus* ประมาณ 10^3-10^6/เซนติเมตร^2 แต่ถ้าบริเวณนี้แห้งอาจพบเชื้อในปริมาณ 10^1-10^6/เซนติเมตร^2 (Kloos, 1994) จมูก ซอกเล็บมือ และแขน รวมทั้งส่วนอื่นๆ ของร่างกายผู้จัดเตรียมและจัดบริการอาหาร นับว่าเป็นแหล่งสำคัญที่ทำให้เชื้อแพร่กระจายไปในอาหาร

ในบรรดาแสตปฟิลโลคอกคัสทั้งหลาย ปรากฏว่า *S. aureus* เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษขึ้นบ่อยที่สุด การศึกษาต่อไปนี้จึงมุ่งไปที่สปีชีส์นี้เป็นสำคัญ (สุมณฑา, 2545)

แสตปฟิลโลคอกคัสทำให้เกิดโรคโดยการบุกรุก แพร่กระจายเข้าไปในเนื้อเยื่อของร่างกายและมีความสามารถสร้างสารพิษ และเอนไซม์ต่างๆ ที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ได้แก่

1.4.1 Hemolysins (Staphylolysins) เป็นสารประกอบที่เชื้อปล่อยออกมาภายนอกเซลล์ถูกทำลายด้วยความร้อนออกฤทธิ์ที่เยื่อหุ้มเซลล์และมีคุณสมบัติเป็นแอนติเจน

Alpha hemolysin เป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 3 x 10^4 กิโลดาลตัน มีคุณสมบัติทำลายเม็ดเลือดแดงกระต่ายและทำลายเกล็ดเลือด (platelets) ได้ เมื่อนำไปฉีดเข้าใต้ผิวหนังของกระต่ายทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรงและทำให้เนื้อเยื่อส่วนนั้นเน่าตายหากฉีดเข้ากระแสเลือดจะทำให้สัตว์ทดลองนั้นตายได้

Beta hemolysin สามารถทำลายเม็ดเลือดแดงเกาะ แต่ไม่ทำลายเม็ดเลือดแดงของกระต่าย จะเห็นคุณสมบัตินี้เมื่อเพาะเลี้ยงเชื้อบน Blood agar

Delta hemolysin เป็นพวก phospholipase มีความเป็นพิษต่อเม็ดเลือดขาวและต่อเนื้อเยื่อหลายๆ ชนิด

Gamma hemolysin มีฤทธิ์น้อยกว่าชนิดอื่น ไม่ค่อยมีความสำคัญในการทำให้เกิดโรค

Epsilon hemolysin พบใน *S. epidermidis*

1.4.2 Leukocidin (Panton-Valentine leukocidin) ออกฤทธิ์ทำลายเม็ดเลือดขาวของสัตว์หลายชนิด ละลายน้ำได้ มีคุณสมบัติเป็นแอนติเจน และถูกทำลายด้วยความร้อนง่ายกว่า Exotoxic ส่วนบทบาทในการทำให้เกิดโรคยังไม่ทราบแน่ชัด

1.4.3 Enterotoxins *S. aureus* บางสายพันธุ์สามารถสร้าง Enterotoxin ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้ เชื้อสามารถสร้างสารดังกล่าวได้ดีเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อกึ่งแข็งกึ่งเหลวในบรรยากาศที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 30 % Enterotoxin เป็นโปรตีนมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 3.5 x 10^4 กิโลดาลตัน ทนความร้อน 100°C ได้นานประมาณ 30 นาที ทนต่อเอนไซม์ในกระเพาะอาหาร สารนี้เป็นสาเหตุของอาการอาหารเป็นพิษในคน

1.4.4 Coagulase เชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสที่ทำให้เกิดโรคในคนส่วนมากสร้างเอนไซม์ Coagulase ซึ่งทำให้พลาสมาแข็งตัวได้ มี 2 ชนิด คือ

- Bound coagulase (Clumping factor) เชื่อว่าเป็น Receptor ที่จะมีปฏิกิริยากับ Fibrinogen ในพลาสมาทำให้เลือดแข็งตัว

- Free coagulate เอนไซม์นี้จะทำให้พลาสมาเกิดการแข็งตัวทำให้ร่างกายของโฮสต์ไม่สามารถกำจัดโดยเม็ดเลือดขาวได้ โดยที่เอนไซม์จะไปจับกับ Coagulase Rcacting Factor (CRF) ในพลาสมาทำให้โปรทรอมบิน (Prothrombin) เปลี่ยนไปเป็นทรอมบิน (Thrombin) และไฟบริโนเจน (Fibrinogen) เปลี่ยนเป็นไฟบริน (Fibrin) ทำให้เลือดแข็งตัว เม็ดเลือดขาวไม่สามารถจับทำลายเชื้อได้

1.4.5 Hyaluronidase เป็นเอนไซม์ที่ช่วยในการบุกรุกเนื้อเยื่อได้ดี (Spreading factor) เนื่องจากเอนไซม์นี้จะทำลาย Hyaluronic acid ซึ่งเป็นสารเชื่อมเซลล์ให้ต่อกันเป็นเนื้อเยื่อ

1.4.6 Exfoliatin (Epidermolysin) เป็นสารพิษที่พบมาไม่นานนี้ ส่วนใหญ่สร้างโดย *S. aureus* phage type 2 สารพิษดังกล่าวทำให้เกิดอาการหลุดลอกของหนังกำพร้าทั่วร่างกาย (Scalded skin syndrome) โรคนี้มักพบในเด็ก สำหรับผู้ใหญ่ที่มีภูมิต้านทานต่ำก็เป็นได้เหมือนกัน

1.4.7 Penicillinase (Beta-lactamase) เป็นเอนไซม์ที่ทำให้เชื้อดื้อยากลุ่มเพนนิซิลิน โดยที่เอนไซม์นี้จะทำลาย beta-lactam ring

นอกจากนี้แสตปฟิลโลคอกคัสยังสามารถสร้างเอนไซม์พวก lipase, proteinase และDNase ทำให้การแพร่กระจายของโรคมากขึ้นได้อีกด้วย (นันทนา, 2537)

1.5 อาการของผู้ป่วย

อาการของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสมักจะเกิดขึ้นประมาณ 4 ชั่วโมงหลังบริโภคอาหารที่มีสารพิษเข้าไปแม้ว่าโดยทั่วไปรายงานการเกิดโรคจะเน้นที่การเกิดอาการภายในเวลา 1-6 ชั่วโมงก็ตาม อาการของผู้ป่วยที่พบคือ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องอย่างรุนแรง ท้องเสีย เหงื่อแตก ปวดศีรษะ อ่อนเพลียและบางครั้งมีไข้ด้วย ตามปกติอาการจะทรงอยู่ราว 24-48 ชั่วโมง อัตราการตายต่ำมาก การบำบัดที่ดีที่สุดสำหรับคนปกติคือ ให้นอนพักและให้บริโภคน้ำสะอาดผสมเกลือแร่ สาเหตุที่อาการของโรคเกิดจากเอนเทอโรทอกซินที่แบคทีเรียสร้างขึ้น และขับออกมาในอาหาร จึงอาจตรวจไม่พบ *S. aureus* ในอุจจาระผู้ป่วยการพิสูจน์เพื่อหาสาเหตุของโรคที่เชื่อถือได้มากที่สุด คือ การนำอาหารที่เหลือและอุจจาระของผู้ป่วยไปตรวจหาเอนเทอโรทอกซิน ปริมาณเอนเทอโรทอกซินต่ำสุดที่จะก่อให้เกิดอาการของโรคอาหารเป็นพิษอยู่ที่ 20 นาโนกรัม (Evenson et al, 1988)

1.6 อาหารที่เป็นสื่อ

โรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสอาจเกิดในอาหารหลายๆ ชนิด โดยเฉพาะอาหารที่ผ่านการสัมผัสด้วยมือแล้วไม่ผ่านความร้อนอีก ตารางที่ 2-2 แสดงถึงอัตราการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจาก *S. aureus* ที่เกิดระหว่างปี ค.ศ. 1973-1987 ในสหรัฐอเมริกา และตารางที่ 2-3 แสดงแหล่งอาหารที่เป็นสื่อการระบาดของโรค

ตารางที่ 2-2 การระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจาก *S. aureus* ระหว่างปี ค.ศ. 1973-1987 ในสหรัฐอเมริกา

ปี ค.ศ.	จำนวนครั้งที่ระบาด	จำนวนผู้ป่วย	% ของผู้ป่วยทั้งหมด
1973-1987	367	17,248	14.0
1983	14	1,257	15.9
1984	11	1,153	14.1
1985	14	421	1.8
1986	7	250	4.3
1987	1	100	1.0

ที่มา : พัฒนาจาก Bean and Griffin, 1990; Bean et al, 1990

ตารางที่ 2-3 แหล่งอาหารที่เป็นสื่อทำให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษระหว่างปี ค.ศ. 1973-1987 ในสหรัฐอเมริกา

แหล่งอาหาร	จำนวนครั้งที่ระบาด
เนื้อสุกร	96
ขนมปัง	26
เนื้อวัว	22
ไก่งวง	20
เนื้อไก่	14
ไข่	9

ที่มา : พัฒนาจาก Bean and Griffin, 1990

1.7 แหล่งที่พบตามธรรมชาติและการป้องกัน

ตามปกติแบคทีเรียจำพวกแสตปฟิลโลคอกคัสมีการเจริญแข่งกับแบคทีเรียชนิดอื่นได้ไม่ดีนัก โดยเฉพาะในสภาวะที่มีแบคทีเรียให้กรดแลคติกอยู่เป็นจำนวนมาก การเจริญของเชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสต้องการกรดอะมิโนและวิตามินหลายชนิด เพราะฉะนั้นบ่อยครั้งจึงพบแบคทีเรียชนิดนี้ตามร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมรวมทั้งมนุษย์ วิธีป้องกันมิให้เชื้อแสตปฟิลโลคอกคัสที่อาจปนเปื้อนมากับอาหารเจริญเติบโตได้ คือ เก็บรักษาอาหารไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4.4°C หรือสูงกว่า 60°C จนกว่าจะถึงเวลาบริโภค ระหว่างปี ค.ศ. 1961-1972 *S. aureus* ทำให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษขึ้นมากกว่า 700 ครั้ง (Bryan, 1988) จากการประมวลสาเหตุ Bryan สามารถรวบรวมได้ 16 สาเหตุ แต่ทั้งนี้ 5 สาเหตุที่สำคัญเกิดจาก ดังนี้

- การใช้ความเย็นไม่พอในการเก็บรักษาอาหาร
- การเตรียมอาหารไว้ล่วงหน้านานเกินไป
- บุคลากรที่มีเชื้อแสดปฟิลโลคอกคัสอยู่ตามร่างกายหรือพฤติกรรมอนามัยไม่เหมาะสมทำหน้าที่สัมผัสอาหาร
- การใช้อุณหภูมิในการอุ่นอาหาร และการทำอาหารสุกไม่ถูกต้อง
- การทิ้งอาหารไว้บนเครื่องอุ่นอาหารที่มีอุณหภูมิเหมาะสมในการเจริญของเชื้อแสดปฟิลโลคอกคัสเป็นผลให้แบคทีเรียเพิ่มจำนวนมากขึ้น

ตารางที่ 2-4 สรุปปัจจัยที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษขึ้นระหว่างปี ค.ศ.1973-1987 ในสหรัฐอเมริกา

สาเหตุ	จำนวนครั้งที่ระบาด
เก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิไม่เหมาะสม	98
สุขวิทยาส่วนบุคคลไม่เหมาะสม	71
การปนเปื้อนจากภาชนะเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใส่อาหารปรุงอาหารสุกไม่เหมาะสม	43
วัตถุดิบมาจากแหล่งผลิตที่ไม่ปลอดภัย	22
อื่นๆ	12
	24

ที่มา : ดัดแปลงจาก Bean and Griffin, 1990

สุมณฑาและคณะ (2523) ได้ทำการสำรวจการแพร่กระจายของเชื้อ *S. aureus* ชนิดที่ทำให้เอนไซม์โคแอกกูเลส จำนวน 286 ตัวอย่าง พบอัตราการปนเปื้อนร้อยละ 23.4 ปริมาณของเชื้อที่พบอยู่ระหว่าง 10^2-10^6 cfu/g (ในกรณีที่เกิดโรคอาหารเป็นพิษพบปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 4.00 x 10^5- 4.55 x 10^5 cfu/g) และในขนมไทยที่หาบเร่และวางขายตามตลาด พบอัตราการปนเปื้อนของ *S. aureus* ร้อยละ 60 แต่ปริมาณที่พบค่อนข้างต่ำอยู่ระหว่าง 10^2-10^4 cfu/g

2. *Escherichia coli*

ภาพที่ 2-16 แสดงลักษณะเชื้อ *Escherichia coli*
ที่มา : http://www.haverford.edu

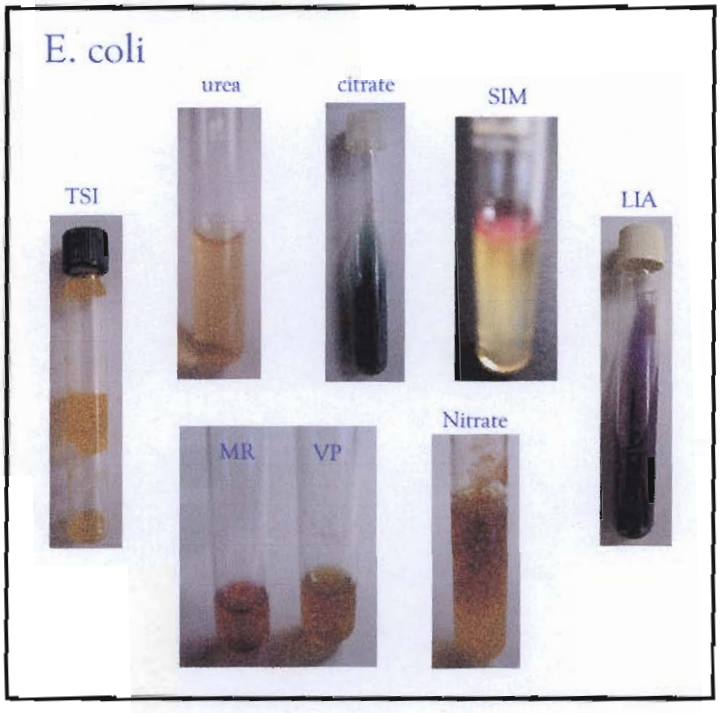
2.1 รูปร่างลักษณะ

E. coli เป็นเซลล์รูปท่อน แกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ได้ บางสายพันธุ์ที่แยกได้จากนอกลำไส้สามารถสร้างแคปซูลได้ ให้โคโลนีเรียบ ไม่มีสี มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร ในเวลา 18 ชั่วโมง

2.2 การเจริญเติบโต

E. coli เจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดธรรมดาเมื่อเลี้ยงบนอาหารชนิดที่แสดงความแตกต่างของเชื้อ เช่น MacConkey Agar โคโลนีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร และมีสีชมพูแดงเนื่องจากหมักย่อยแลคโทสได้ (Lactose fermentation) กรดที่เกิดจากการหมักย่อยน้ำตาลจะทำให้สีของอินดิเคเตอร์ในอาหารเปลี่ยนไปจากเดิม เชื้อบางสายพันธุ์ไม่สามารถหมักย่อยสลายแลคโทส (non-Lactose fermentation) ซึ่งให้ลักษณะที่ไม่มีสีหรือเลี้ยงในอาหาร Eosin methylene blue agar (EMB) และ Endo agar โคโลนีมีสีมันวาว คล้ายโลหะ มีบางสายพันธุ์ที่เกิดปฏิกิริยาการหมักแลกโทสได้ช้า ถ้าเลี้ยงบนอาหารผสมเลือดบางสายพันธุ์เกิดการย่อยสลายเม็ดเลือดแดงแบบบีตาฮีโมไลซีส เชื้อนี้เจริญได้ในอุณหภูมิช่วงกว้างประมาณ 15-45°C (นันทนา, 2537)

2.3 ปฏิกิริยาทางชีวเคมีและความทนทานต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2-17 ปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ ของเชื้อ *Escherichia coli*
ที่มา : http://www.iws.ccccd.edu.

การทดสอบ IMViC ได้ผลบวก คือ สามารถใช้ทริปโตเฟนให้อินโดล และให้ผลบวกกับเมทิลเรดแต่ไม่สร้างอะซิติลเมทิลคาร์บินอล (Acetyl methyl carbinol) และไม่ใช้ซิเตรทเป็นแหล่งคาร์บอน นอกจากนี้ยังมีไลซีนดีคาร์บอกซิเลส (Lysine decarboxilase) และสามารถใช้อะซิเตท (Acetate) เป็นแหล่งคาร์บอนได้

2.4 การแพร่กระจายในอาหาร

EHEC อาจพบในอาหารที่มีเนื้อสัตว์ นม ผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก และอาหารทะเล วิธีการตรวจโดยใช้ชิ้นส่วนของจีนส์ (DNA probes) ตรวจหา EHEC มีโอกาสให้ผลบวกสูงกว่าการตรวจหา *E. coli* 0157 : H7 เพียงอย่างเดียว การศึกษาของดอยล์และโซนี (1987) เป็นผลงานชิ้นแรกที่กล่าวถึงการปนเปื้อนของ EHEC ในเนื้อสัตว์ เขาตรวจพบ EHEC ในเนื้อวัวร้อยละ 3.7 จาก 164 ตัวอย่าง เนื้อสุกรร้อยละ 1.5 จาก 264 ตัวอย่าง และพบเนื้อลูกแกะร้อยละ 2.0 จาก 205 ตัวอย่าง ในประเทศไทยสามารถแยกได้ *E. coli* 0157 : H7 จากเนื้อวัวที่วางจำหน่ายปลีกร้อยละ 9 เนื้อวัวจากโรงฆ่าสัตว์ร้อยละ 8-28 และจากอุจจาระวัวร้อยละ 11-84 (Suthienku et al, 1990) ส่วนในประเทศอังกฤษตรวจเชื้อ *E. coli* 0157 : H7 ไม่พบในไส้กรอก แต่เมื่อใช้เทคนิค DNA probe ตรวจ EHEC พบ *E. coli* 0157 : H7 ร้อยละ 25 จากที่ตรวจทั้งหมด 184 ตัวอย่าง (Smith et al, 1991)

ผลการตรวจอาหาร 294 ตัวอย่างในบริเวณเมืองซีเอทเติ้ลของสหรัฐอเมริกา หลังการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *E. coli* 0157 : H7 ในแฮมเบอร์เกอร์ที่บริการในร้านขายอาหารฟาสต์ฟูดในปี ค.ศ.1993 พบสายพันธุ์ที่สร้างสารพิษ Stx_1 และ/หรือ Stx_2 ร้อยละ 17.3 จากโคโลนี ที่ให้ผลบวก 51 โคโลนี จำแนกออกเป็นชนิดที่ให้ Stx_1 5 โคโลนี ให้สารพิษชนิด Stx_2 34 โคโลนี และสารพิษทั้งสองชนิด 12 โคโลนี จากตัวอย่างอาหารประเภทเนื้อสัตว์และอาหารทะเล 8 ชนิดที่ให้ผลบวกปรากฏว่าเป็นเนื้อลูกวัวร้อยละ 63 จาก 8 ตัวอย่าง เนื้อลูก

แกะร้อยละ 48 จาก 21 ตัวอย่าง เนื้อวัวร้อยละ 23 จาก 60 ตัวอย่าง เนื้อสุกรร้อยละ 18 จาก 51 ตัวอย่าง เนื้อไก่ร้อยละ 12 ตัวอย่าง จาก 33 ตัวอย่าง เนื้อปลาร้อยละ 10 จาก 62 ตัวอย่าง ไก่งวงร้อยละ 7 จาก 15 ตัวอย่าง ไก่งวงร้อยละ 7 จาก 15 ตัวอย่าง และกุ้งร้อยละ 4.5 จาก 44 ตัวอย่าง (Samadpour et al, 1994)

การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับแบคทีเรียในเนื้อวัว เนื้อสัตว์ปีกชำแหละ และเนื้อบด เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูล (Baseline studies) ของ USDA ปรากฏผลดังนี้

- เนื้อบด 563 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบ *E. coli* 0157 : H7 (USDA, 1996)
- เนื้อไก่กระทงชำแหละ 1,297 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบ *E. coli* 0157 : H7
- เนื้อวัว 2,112 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบ *E. coli* 0157 : H7
- สัตว์มีกีบ 2,018 ตัวอย่าง ตรวจพบ *E. coli* 0157 : H7 4 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบสูงสุดคำนวณเป็นค่า MPN (Most Probable Number) ได้เท่ากับ 0.93 /เซนติเมตร^2 (USDA, 1994)

2.5 การแพร่กระจายในวัวนม

เหตุที่การระบาดในโรคอาหารเป็นพิษจาก *E. coli* 0157 : H7 ส่วนมากเกิดจากอาหารที่มีเนื้อวัว จึงเชื่อว่าวัวน่าจะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยปฐมภูมิของแบคทีเรียชนิดนี้ โดยทั่วไปมักพบ EHEC ในอุจจาระของลูกวัวในระยะยังไม่หย่านมสูงกว่าวัวในระยะอื่นๆ จากการตรวจวิเคราะห์อุจจาระของลูกวัวหลังหย่านม และวัวในระยะเจริญวัยเต็มที่แล้วซึ่งมีสุขภาพดีในสหรัฐอเมริกา แคนาดา อังกฤษ และสเปน พบว่ามีการปนเปื้อนของ *E. coli* 0157 : H7 ร้อยละ 0.3-2.2 (Dean et al, 1997) กล่าวโดยสรุป ร้อยละ 80 ของฟาร์มโคนมมี *E. coli* 0157 : H7 ปนเปื้อนในการสำรวจตัวอย่างอุจจาระวัวนมจาก 14 มลรัฐ ในปี ค.ศ. 1993 ของนักวิจัยคณะหนึ่ง ปรากฏว่า 31 ตัวอย่าง จาก 965 ตัวอย่าง ตรวจพบ *E. coli* 0157 : H7 (คิดเป็นร้อยละ 3.2) ใน 31 ตัวอย่างนี้ 16 ตัวอย่างให้ผลบวกเมื่อทำการเพาะเชื้อโดยตรง (Direct plating) นับจำนวนได้ 10^3-10^6 cfu/g ส่วนอีก 15 ตัวอย่างให้ผลบวก หลังจากกระตุ้นด้วยอาหารเหลวที่เลือกเฉพาะแบคทีเรียที่ต้องการ (Enrichment) นอกจากนี้ยังพบว่า 19 ตัวอย่างจาก 31 ตัวอย่าง สร้างเอนเทอโรทอกซินทั้งสองแบบ ในขณะที่ 12 ตัวอย่างที่เหลือให้สารพิษชนิด Stx_2 เพียงอย่างเดียว (Zhao et al, 1995)

ในการศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงจาก *E. coli* 0157 : H7 ในแฮมเบอร์เกอร์ ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญมี 3 ประการ คือ อุจจาระสัตว์ ความไวของโฮสต์ และการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในเนื้อสัตว์ (Cassin et al, 1998) ในอุจจาระสัตว์ พบว่า *E. coli* 0157 : H7 เกี่ยวข้องกับอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ เช่น Herriott และคณะ (1998) พบว่าเชื้อ *E. coli* 0157 : H7 เกี่ยวข้องกับอาหารสัตว์ที่ได้จากเปลือกและซังข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญ คือ *E. coli* 0157 : H7 ที่พบในอุจจาระวัวเพิ่มสูงขึ้นถ้าเพิ่มปริมาณเปลือกหรือซังข้าวโพด ส่วนการศึกษาของ Diez และคณะ (1998) พบว่าเมื่อเลี้ยงวัวด้วยอาหารที่มีธัญพืชเป็นส่วนใหญ่เปรียบเทียบกับวัวที่เลี้ยงด้วยหญ้าแห้งเพียงอย่างเดียว พบว่าปริมาณ *E. coli* น้อยกว่าและส่วนใหญ่เป็น *E. coli* ชนิดที่ทนกรด

2.6 อาการของโรคในคนและการแพร่กระจาย

อาการของโรคในคนที่จะกล่าวต่อไปนี้เกิดจากสายพันธุ์ *E. coli* 0157 : H7 ซึ่งทำให้เกิดเลือดออกในทางเดินอาหาร สายพันธุ์ที่ให้ H7 แยกได้ครั้งแรกในปี ค.ศ.1944 จากอุจจาระผู้ป่วยท้องร่วง ส่วนสายพันธุ์ 0157 แยกได้จากอุจจาระห่านที่เป็นโรคท้องร่วงและตั้งชื่อในปี ค.ศ.1972 (Orskov et al, 1977) แต่สายพันธุ์ 0157 : H7 แยกได้ครั้งแรกในปี ค.ศ.1975 จากคนไข้ที่ถ่ายเป็นเลือด *E. coli* สายพันธุ์ที่ผลิตสารพิษ Stx ได้รับการจำแนกในปี ค.ศ.1977 ในสหรัฐอเมริกา (O'Brien et al, 1977) และในแคนาดา (Konowalchuk et al, 1977)

สารพิษ Stx ของ *E. coli* ทำให้เกิดอาการถ่ายปัสสาวะปนเลือดที่เรียกว่า Haemolytic Uraemic Syndrome (HUS) ประกอบด้วยลักษณะอาการที่สำคัญ 3 ประการ คือ

- ไตล้มเหลวเฉียบพลัน
- โลหิตจาง (จำนวนเซลล์เม็ดเลือดแดงลดลง)
- เกร็ดเลือดลดลง (เลือดแข็งตัวช้า)

คาดว่าผู้ที่ได้รับเชื้อ *E. coli* 0157 : H7 ร้อยละ 2-7 จะเกิดอาการ HUS ขึ้น HUS ซึ่งเกี่ยวข้องกับเชื้อ *E. coli* 0157 : H7 ที่ผลิตสารพิษชนิด Stx_2 มากกว่าสายพันธุ์ที่ผลิต Stx_1 หรือสายพันธุ์ที่ผลิตสารพิษทั้งสองชนิด (Ostroff et al, 1989)

นอกจากนี้สารพิษ Stx ของ *E. coli* ยังทำให้เกิดอาการเลือดออกในลำไส้ที่เรียกว่า Haemorrhagic colitis (HC) กับคน คือ การถ่ายเป็นเลือด ปวดท้อง และถ่ายอุจจาระเหลวเป็นน้ำ หลังจากได้รับเชื้อแล้วประมาณ 3-8 วัน ตามปกติผู้ป่วยไม่มีไข้ และไม่พบเม็ดเลือดขาวในอุจจาระของผู้ป่วย โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจาก HC พบครั้งแรกในปี ค.ศ.1982 ในรัฐโอเรกอนและรัฐมิชิแกนของสหรัฐอเมริกา โดยทั้งสองเหตุการณ์เกิดจากการบริโภคแซนวิชจากร้านขายอาหารฟาสต์ฟูดที่ใช้เนื้อบดไม่สุก ในบรรดาผู้ป่วย 43 คน ทุกคนถ่ายเป็นเลือดและปวดท้องอย่างรุนแรง ร้อยละ 63 มีอาการคลื่นไส้ ร้อยละ 49 อาเจียน ผู้ป่วยมีเพียงร้อยละ 7 ที่มีไข้ ค่าเฉลี่ยที่เชื้อนี้ฟักตัวอยู่ระหว่าง 3.8-3.9 วัน อาการทรงตัวอยู่ประมาณ 3 ถึง 7 วัน (Riley et al, 1983) สำหรับการระบาดครั้งอื่นๆ ใช้ระยะเวลาประมาณ 3.1 ถึง 8 วัน อาการจึงทุเลาลง

2.7 การระบาด

ในสหรัฐอเมริกา จากการรายงานของ CDC ระหว่างปี ค.ศ.1994-1997 มีจำนวนผู้ป่วยจากเชื้อ *E. coli* 0157 : H7 จำนวน 1,420, 2,139, 2,741 และ 2,555 ตามลำดับ เฉพาะเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน 1997 มีผู้ป่วย 1,167 ราย คิดเป็นร้อยละ 45.7 ของการระบาดทั้งปี

ในญี่ปุ่น ระหว่างปี ค.ศ.1991-1995 มีรายงานการระบาดจาก *E. coli* 0157 : H7 เกิดขึ้น 29 ครั้ง แต่ในปี ค.ศ.1996 ได้มีการระบาดครั้งใหญ่จากแบคทีเรียดังกล่าวขึ้น มีผู้ป่วยจำนวน 11,826 ราย ตาย 12 ราย เฉพาะผู้ป่วยที่บริโภคถั่วงอกชนิดหนึ่งที่มีชื่อว่า White radish sprouts นั้น มีผู้ป่วยถึง 7,966 ราย ตาย 3 ราย (Machino et al, 1998)

3. *Pseudomonas aeruginosa*

ภาพที่ 2-18 แสดงลักษณะเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*
ที่มา : http://www.kcom.edu

3.1 รูปร่างลักษณะ

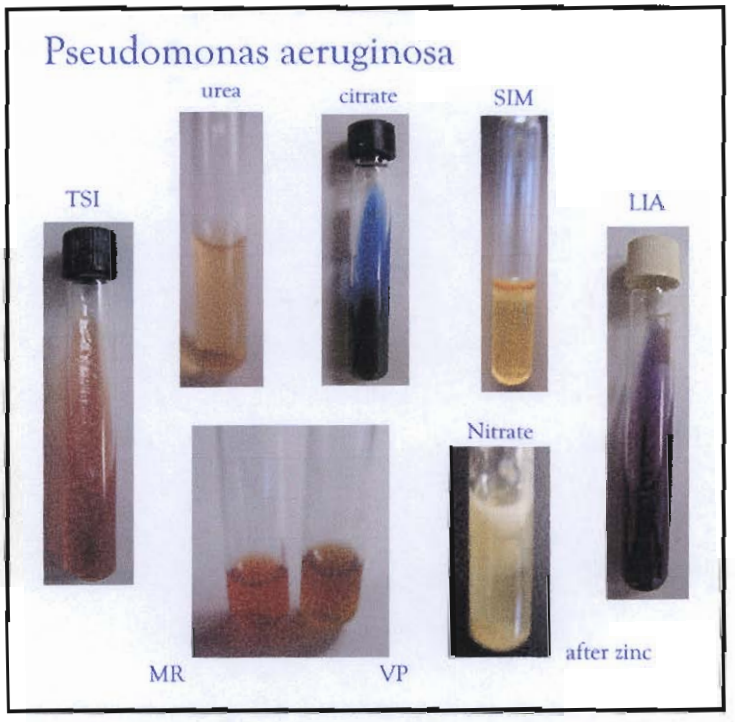
P. aeruginosa มีลักษณะเป็นรูปท่อนหรือโค้งเล็กน้อย ไม่มีสปอร์และแคปซูล เคลื่อนที่ด้วยโพลาร์-แฟลกเจลลา (รูปที่ 2-10) มีขนาด 0.5-1.0 × 1.5-5.0 ไมโครเมตร ติดสีแกรมลบ ผนังเซลล์ประกอบด้วย ลิโพพอ-ลีแซ็กคาไรด์ (Lipo-polysaccharide, LPS) ส่วนของพอลีแซ็กคาไรด์เซน (Polysaccharide side chain) ที่ยื่นออกจากเมแบรนชั้นนอก (LPS) เชื่อว่าเกี่ยวข้องกับความจำเพาะทางซีโรโลยีและความไว (susceptible) ต่อแบคทีริโอซินหรือไพโอซิน (Bacteriocin หรือ Pyocin) และแบคทีริโอฟาจ *P. aeruginosa* ยังมีชั้นเมือก (Slime layer) ที่ประกอบด้วยพอลีแซ็กคาไรด์และมีพิไลอยู่ที่ผิวเซลล์ด้วย โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อมีลักษณะกลมอาจคล้ายกับโคโลนีของเชื้อ *Salmonella* spp.

3.2 การเจริญเติบโต

P. aeruginosa ดำรงชีวิตแบบใช้ออกซิเจน สามารถเจริญและได้พลังงานโดยได้แหล่งของไนโตรเจนและคาร์บอนจากสารอาหารธรรมดา เช่น แอมโมเนียและคาร์บอนไดออกไซด์ ในการเจริญจึงไม่ต้องการอาหารซับซ้อน สามารถมีชีวิตและเจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิกว้างตั้งแต่ 20-42°C ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตคือที่ 37°C ชอบเจริญในที่ชื้นส่วนใหญ่มีเอนไซม์สลายเม็ดเลือดแดงส่วนมากจะให้สีเขียวน้ำเงินซึมออกสู่อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ สี Pyocyanin มีคุณสมบัติเป็นเม็ดสีน้ำเงินในอาหารที่มีความเป็นกลางหรือด่าง สีอื่นๆ ที่สามารถสร้างได้ก็มีเช่นกัน ได้แก่ Pyoverdin, Fluorescein (สีเหลืองเคลือบ), Pyorubin (สีแดง) และ Pyomelanin (สีน้ำตาล) แบคทีเรียที่สร้างเม็ดสีอื่นๆ ที่นอกเหนือจาก Pyocyanin อาจไม่สามารถออกซิไดซ์ H_2O ผนังเซลล์มีโครงสร้างเหมือน Enterobacteriaceae และมี Outer slime layer รอบนอกอีกซึ่งบางทีอาจรอบเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ก็ได้เป็น Microcolony มีกลิ่นพิเศษหอม (หรือบางคนอาจเหม็น) ของสารที่เป็น Amino acetaphenone ชอบเจริญในที่ชื้นสามารถอาศัยอยู่ในน้ำได้นานถึง 300 วัน แม้แต่ในน้ำกลั่น ทั้งนี้เพราะสามารถใช้อาซีเตท (Acetate) หรือ CO_2 จากอากาศเป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งแอมโมเนียเป็นแหล่งไนโตรเจน

P. aeruginosa ที่ไม่ผลิตเม็ดสีมีน้อยมาก สายพันธุ์ที่ไม่ผลิตเม็ดสีมีประมาณ 10-15 % และสายพันธุ์ที่ให้เม็ดสีแดงมี 5 % ฉะนั้นการทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์ Oxidase จึงสำคัญมากและให้ผลการทดสอบ “String test” เป็นบวก

3.3 ปฏิกิริยาทางชีวเคมีและความทนทานต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2-19 ปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ ของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*
ที่มา : http://www.iws.ccccd.edu

สามารถเจริญในสภาพที่มีเกลือสูงๆ ได้ แต่ไม่ทนต่อ Desiccation เชื้อสามารถได้พลังงานจากกระบวนการออกซิเดทีฟและสร้างไซโทโครมออกซิเดส (Cytochrome oxidase) ได้มีเอนไซม์ Oxidase ไม่สามารถหมักย่อยน้ำตาลต่างๆ ได้ ใช้น้ำตาลแบบออกซิเดชัน

3.4 การแพร่กระจาย

พบเชื้อชนิดนี้ได้ตามสภาพแวดล้อมทั่วไป ในน้ำ ในดิน ตามซอกพับแขน ขา นอกจากนั้นยังพบในลำคอร้อยละ 5 และจากอุจจาระร้อยละ 2.3 ในยาหยอดตา แม้แต่ในยาฆ่าเชื้อ สบู่ เฮกซาคลอโรฟีล ครีม โลชั่น และวัสดุอุปกรณ์ข้างเตียงผู้ป่วย เทอร์โมมิเตอร์ ปากคีบ อ่างน้ำ ก๊อกน้ำ เครื่องช่วยหายใจ เครื่องให้ความชื้นและเครื่องมือการแพทย์ต่างๆ ล้วนแต่เคยตรวจพบเชื้อ *P. aeruginosa* มาแล้วทั้งสิ้นนอกจากนี้ยังพบในอาหารในโรงพยาบาล

3.5 ความรุนแรง

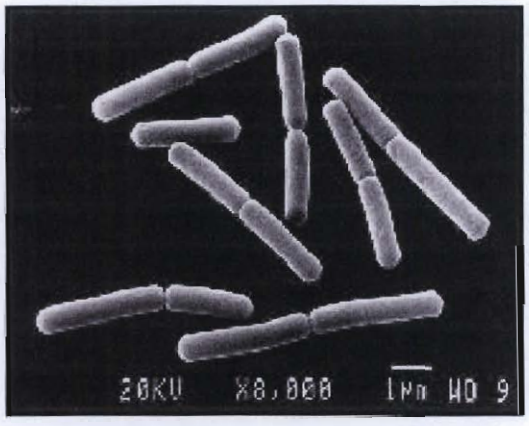
P. aeruginosa ถือเป็น Opportunist ที่มีความรุนแรงสูง ให้สารพิษรวมทั้งน้ำย่อยต่างๆ มากมาย เช่น Exotoxin, Endotoxin, Enterotoxin และให้สารเคมีและน้ำย่อยต่างๆ ได้แก่ พวก Hemolysin, Fibrinolysin, Lipase, Lecithinase, Esterase, Elastase, Coagulase, Dnase ฯลฯ นอกจากนี้ยังผลิต Surface slime เป็น Virulent factor อีกอย่างหนึ่ง สำหรับคุณสมบัติที่ทนต่อน้ำยาฆ่าเชื้อและการทนต่อสภาพแวดล้อมทั่วไป ทำให้ง่ายที่จะปนเปื้อนกับอุปกรณ์การแพทย์ต่างๆ เช่น การแช่เครื่องมือการแพทย์ในน้ำยาฆ่าเชื้อหลังจากนั้นจึงนำมาใช้ตรวจสอบผู้ป่วยบ่อยๆ ดังที่นำเชื้อ *P. aeruginosa* เข้าไปในคนป่วย ทำให้เกิดการติดเชื้อภายในรุนแรงจนถึงแก่ชีวิต หรือการปนเปื้อน *Psuedomonas* ในผู้ป่วยไฟไหม้น้ำร้อนลวก

ตารางที่ 2-5 สิ่งกำหนดความรุนแรงของ *Pseudomonas aeruginosa*

Exotoxcin A	ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน สร้างได้ประมาณ 90 %
Exoenzymes	ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน แต่สร้างได้โดยเชื้อจำนวนน้อย
Proteolytic enzymes	ช่วยสนับสนุนการแผ่ตัวลุกลาม สร้างโดยเชื้อส่วนใหญ่
Lipopolysaccharide	Endotoxic, antiphagocytic
Surface Slime	Antiphagocytic ดักจับยาปฏิชีวนะ ทำให้เกิด leucopenia สร้างโดยพวก mucoid strains
Leucocidin	ทำลาย leucocytes สร้างโดยเอจำนวนน้อย
Hemolysins	ทำลายเม็ดเลือดแดงโดยฤทธิ์คล้ายดีเทอร์เจน ฟอสโฟไลเปสซี จะทำให้เกิดแผลเลือดออก
Pili	ช่วยยึดจับกับเซลล์ของโฮสท์
Flagella	ยังไม่ทราบการออกฤทธิ์ แต่ถ้าไม่มีจะทำให้ความรุนแรงในการเกิดโรคลดลง
Pyochelin	Iron - binding siderophore; ช่วย seguestration ของธาตุเหล็ก เข้าใจว่าช่วยควบคุมการสร้าง Exotoxin A

(ที่มา : ธิดา โตจิราการ. **เภสัชจุลชีววิทยา** 2531 : 235)

4. *Bacillus subtilis*



ภาพที่ 2-20 แสดงลักษณะของเชื้อ *Bacillus subtilis*
ที่มา : http://www.polychemalloy.com

4.1 รูปร่างลักษณะ

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ลักษณะของเซลล์เป็นแท่งขนาดใหญ่ มีแฟลกเจลลาออกทางด้านข้างและ Sporangium ในสปอร์จะไม่มีลักษณะบวม การแตกออกของสปอร์อยู่ที่ศูนย์กลางของเซลล์โคโลนีที่เจริญบนอาหารวุ้นผิวอาจเรียบหรือขรุขระ ทึบ สีครีมหรือน้ำตาล

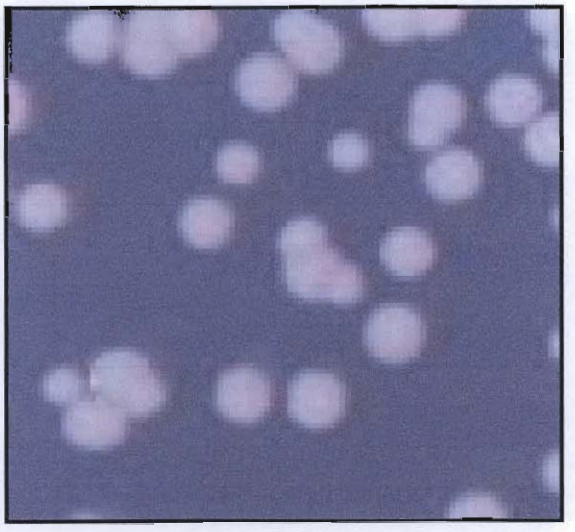
4.2 การเจริญเติบโต

เป็นพวก Aerobe และเจริญในสภาพ Anaerobe ได้ถ้าอยู่ในอาหารที่ซับซ้อนสามารถพบสปอร์ได้ทั่วไปในวัสดุที่ผ่านความร้อนมา เจริญในอาหารที่ไม่ใช่กรด (Non acid food) ถ้ามีออกซิเจนเป็นสาเหตุให้ขนมปังเป็นเมือก

4.3 ปฏิกิริยาทางชีวเคมีและความทนทานต่อสิ่งแวดล้อม

สามารถย่อยเพกตินและโพลีแซ็กคาไรด์ของเนื้อเยื่อของพืชได้ บางสายพันธุ์มีการสร้างรงควัตถุ และย่อยเจลลาตินได้ รีดิวซ์ลิตมัสมิลค์

5. *Staphylococcus epidermidis*



ภาพที่ 2-21 แสดงลักษณะของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis*
ที่มา : http://www.bdj.co.jp

เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ตามปกติที่ผิวหนังทั่วไปเยื่อบุบางแห่ง เช่น จมูก ปาก หูและหลอดและหลอดท่อปัสสาวะส่วนปลาย เนื่องจากเชื้อนี้มีอยู่ทั่วไปจึงมักปนเปื้อนเวลาเก็บสิ่งตรวจโดยเฉพาะเชื้อจากบาดแผลและจากเลือด *S. epidermidis* ไม่สร้างสารพิษและเอนไซม์ จึงจัดเป็นแบคทีเรียที่ไม่มีความรุนแรงและไม่ก่อโรค (non-virulent และ non-pathogenic organism) นอกจากในบางสภาวะที่ร่างกายมีความผิดปกติก็สามารถทำให้เกิดโรคได้

รูปร่างลักษณะ

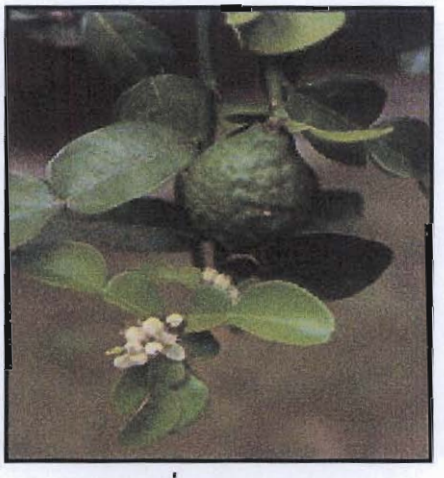
โคโลนีมี ลักษณะกลม ทึบแสง เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-3 มิลลิเมตร ขอบเรียบ ผิวหน้าเป็นมันวาว โคโลนีมีสีขาว

การย้อม Gram's stain จะติดสีแกรมบวก (สีม่วง) รูปร่างกลม อาจพบอยู่เป็นเซลล์เดี่ยว เป็นคู่หรือเป็นสายสั้นๆ ในบางครั้งอาจพบเรียงตัวอยู่เป็นกลุ่มมีลักษณะคล้ายพวงองุ่น

เป็นพวกที่ไม่สร้างเอนไซม์ coagulase ปกติพบทั่วไปในอากาศและสิ่งแวดล้อม พบอยู่ตามผิวหนัง บนเยื่อเมือก mucous membrane ของทางเดินหายใจส่วนบนและทางเดินอาหารของคนและสัตว์ และแม้ว่าโดยปกติเชื้อนี้ไม่เป็นอันตรายแต่ก็อาจทำให้เกิดโรคได้ หากเข้าไปอยู่ใต้ผิวหนังลึกๆ เข้าไปในหลอดเลือด หรือติดเชื้อนี้จากการผ่าตัดหัวใจ เชื้อ *S. epidermidis* บางสายพันธุ์สามารถสร้าง hemolysin ได้นอกจากนั้นพบว่าดื้อต่อยาหลายชนิด เช่น เมธิซิลลิน เซฟาโลสปอริน และอะมิโนกลัยโคไซด์ ดังนั้นจึงควรทำการทดสอบความไวก่อนการเลือกใช้ยา (โสภณ และคณะ, 2524)

สมุนไพรที่ใช้ศึกษา

1. มะกรูด



ภาพที่ 2-22 มะกรูด
ที่มา : http://www.mahidol.ac.th

ชื่อภาษาไทย	มะกรูด	
ชื่อท้องถิ่น	ภาคเหนือ	มะขุน มะขูด
	ภาคใต้	ส้มมั่วผี ส้มกรูด
	ภาคอีสาน	มะหูด (หนองคาย)
	ภาคกลาง	ส้มมะกรูด
ชื่อสามัญ	Leech Lime, Kaffir Lime, Porcupine Orange (Khanและคณะ, 1975)	
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Citrus hystrix* DC.	
ชื่อวงศ์	RUTACEAE	
ส่วนที่นำมาใช้	ผิว ใบและน้ำ	

มะกรูด เป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียแถบอบอุ่นและแถบร้อน ในประเทศไทยนิยมปลูกต้นมะกรูดไว้ตามบ้านและสวน มะกรูดมีขนาดเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดมีง่ามเล็กๆ อยู่ตามกิ่งก้าน ก้านใบมีลักษณะเป็นครีบทำให้ดูคล้ายแผ่นใบ ใบมีต่อมน้ำมันและกลิ่นหอม ผลค่อนข้างกลมหรือรูปไข่มีขนาดผลโตกว่ามะนาว ผิวขรุขระมีปุ่มนูนและมีจุกที่หัวท้ายของผล

ในประเทศอินเดียนิยมใช้ต้นมะกรูดเป็นตอสำหรับต่อพืชสกุลส้มชนิดอื่นๆ ไม่ใช้ผลเป็นอาหาร ใช้ผิวเป็นยาฆ่าแมลงและใช้น้ำมะกรูดสระผม ในประเทศไทยใช้ผิวมะกรูดเป็นเครื่องเทศ ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำพริกหลายชนิด เป็นส่วนผสมเครื่องหอมในเทียนอบ น้ำมะกรูดใช้ปรุงอาหารเพื่อให้มีรสเปรี้ยวและดับกลิ่นคาวปลา นิยมใส่น้ำมะกรูดในปลาร้าหลน แกงส้ม แกงคั่ว ชาวไทยแต่โบราณก็นิยมสระผมด้วยน้ำมะกรูด เพราะทำให้ผมเป็นมันไม่แห้งกรอบ ผิวมะกรูดนำมากลั่นด้วยไอน้ำให้น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 4 ในน้ำหอมมี β-pinene อยู่ร้อยละ 30 และ Limonene ร้อยละ 29 น้ำมันหอมใช้แต่งกลิ่นเครื่องหอม แชมพู สบู่ ในประเทศฟิลิปปินส์ใช้ผลมะกรูดผสมกับเปลือกสะบ้ามอญสระผม ในยาพื้นบ้านใช้น้ำมะกรูดดองยาที่เรียกว่า ยาดองเปรี้ยวเค็มเพื่อใช้กินเป็นยาฟอกโลหิตในสตรี น้ำมะกรูดช่วยถนอมยามิให้บูดเน่า ใบมะกรูดใช้ปรุงอาหารหลายอย่าง เช่นใส่แกงเผ็ด ต้มยำ ใช้โรยในอาหารที่ปรุงเสร็จแล้วเพื่อแต่งกลิ่น (สุจีบังอร, 2544)

ลักษณะทั่วไป เป็นพรรณไม้ยืนต้นขนาดเล็ก มีความสูงประมาณ 2-6 เซนติเมตร เป็นไม้เนื้อแข็ง ผิวเปลือกลำต้นเรียบสีน้ำตาลอ่อน ลำต้นและกิ่งก้านเป็นหนามแหลม ลักษณะทรงพุ่มโปรงแตกกิ่งก้าน

ใบเป็นใบเดี่ยวมีลักษณะคล้ายใบไม้ 2 ใบต่อกัน ส่วนล่างที่ติดกับก้านใบคือหูใบ ใบมีสีเขียวแก่ พื้นผิวใบเรียบเกลี้ยงเป็นมัน มีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป มีกลิ่นฉุน ขนาดใบกว้าง 2.5-5.0 เซนติเมตร ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ดอกมีกลิ่นหอมออกจากซอกมุม ใบเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อสั้น กลีบรองดอกส่วนปลายแยกเป็น 4-5 กลีบ มีขนปกคลุม กลีบดอกมีลักษณะรูปไข่ ปลายแหลมสั้นมี 5 กลีบ ยาว 7-12 เซนติเมตร กว้าง 2.5-5 เซนติเมตร มีเกสรตัวผู้จำนวน 18-20 อัน ก้านเกสรตัวเมียยาว 3 เซนติเมตร รังไข่กลม เมื่อนำใบมะกรูดมากลั่นด้วยไอน้ำจะให้น้ำมันหอมระเหยในปริมาณ 1.29 % ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากผิวมะกรูดจะมีปริมาณ 6-7 % น้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่ประกอบด้วย 1-Citronellal (ร้อยละ 64) และน้ำในมะกรูดจะมีกรดซิตริกเป็นสารหลัก คาร์โบไฮเดรต เส้นใย โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ไนอาซิน วิตามินซี สารสำคัญในผิวมะกรูดมีน้ำมันหอมระเหย เช่น เบต้าไพนีน (Pinine) ไลโมนีน (Limonine) ซิโตรเนลลัล (Citronellal) และซิโตรเนลลิลอะซีเตท (Citronellyl) วิตามินซีและกรดอินทรีย์ชนิดอื่นๆ เป็นส่วนประกอบ (สุกัญญา, 2544)

ผลรูปร่างค่อนข้างกลมเป็นชนิดผลเดี่ยว ผิวเปลือกนอกขรุขระเป็นปุ่ม บริเวณผิวมีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไปและมีจุกที่ขั้วและก้นผล ผลอ่อนสีเขียวแก่ เมื่อผลสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ขนาดของผลเท่ากับผลมะนาวหรือใหญ่กว่าเล็กน้อย ภายในผลมีเมล็ดจำนวนมาก ขยายพันธุ์โดยการใช้เมล็ดหรือการตอน

สรรพคุณของมะกรูด ใช้ใบสดนำมาปรุงกับอาหารช่วยดับกลิ่นคาว ใช้ผลสดนำมาประกอบอาหารหรือนำมาดองใช้เป็นยาฟอกเลือดในสตรี ขับลมในลำไส้ ขับระดู แก้ลมจุกเสียด แก้โรคลักปิดลักเปิด และใช้บำรุงประจำเดือน หรือใช้ผลสดนำมาผิงไฟให้เกรียมแล้วละลายกับน้ำผึ้งใช้ทาลิ้นให้เด็กที่เกิดใหม่ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องหอมและเครื่องสำอางต่างๆ กรด Citric ช่วยขจัดคราบสบู่ (ด่าง) ที่หลงเหลืออยู่ทำให้ผมหวีง่าย น้ำมันจากผิวมะกรูดช่วยให้ผมตกเป็นเงางาม (สุจีบังอร, 2544)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา น้ำมันใบมะกรูดมีฤทธิ์ไล่ยุง ด้านเชื้ออีมีบา d-limonene ซึ่งเป็นสารหลักในน้ำมันผิวมะกรูด มีฤทธิ์ยับยั้งสารก่อมะเร็งในหนูถีบจักร

ประโยชน์ น้ำมันผิวมะกรูดใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ประเภทแชมพู น้ำมันใบมะกรูดใช้แต่งกลิ่นอาหาร

ความเป็นพิษ มีรายงานทางการแพทย์ว่าพบผู้ป่วยที่แพ้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันมะกรูดเป็นส่วนผสม

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม พื้นที่ปลูกมะกรูดเป็นพื้นที่ซึ่งน้ำไม่ท่วม ดินมีการระบายน้ำดี ปกติมะกรูดต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตพอสมควร ถ้าขาดน้ำเสียแล้วจะทำให้พืชเหี่ยวเฉาและเจริญเติบโตช้า ผลไม่ดก ขนาดและคุณภาพของผลไม่ดี

วิธีการปลูก ควรปลูกด้วยกิ่งตอน ก่อนจะปลูกควรนำปุ๋ยคอกมาใส่ผสมกับดินเพื่อให้ดินมีอาหารอุดมสมบูรณ์ดี หลุมที่ปลูกมีขนาดกว้าง x ยาว x ลึก ประมาณ 80 เซนติเมตร ก่อนที่จะวางพืชลงปลูกในหลุมควรหาเศษใบไม้ ใบหญ้าแห้งที่เน่าเปื่อยผุพังใส่รองก้นหลุม ระยะห่างระหว่างต้นมักใช้ระยะปลูกประมาณ 5 x 5 เมตร

การปฏิบัติและการดูแลรักษา

1. การให้น้ำ ในระยะที่ปลูกมะกรูดใหม่ๆ ต้องหมั่นรดน้ำให้ความชุ่มชื้นกับพืช จะทำให้พืชตั้งตัวได้เร็ว แตกใบอ่อนกิ่งอ่อนดี

2. การใส่ปุ๋ย ควรใส่ปุ๋ยเพิ่มธาตุอาหารให้พืชเป็นครั้งคราว ซึ่งอาจเป็นปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ปกติก็ได้ ปกติจะรับประทานใบมะกรูดเป็นอาหาร จึงมักใส่ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูง เช่น 20-14-14 หรือใส่ปุ๋ยพื้น เช่น 15-15-15

3. การป้องกันกำจัดศัตรูพืช มักจะมีหนอนของผีเสื้อกลางคืนกัดกินใบมะกรูดและยอดอ่อน จึงควรมีการตรวจตราจับหนอนดังกล่าวในเวลาเช้าแล้วทำลายทิ้งเสีย

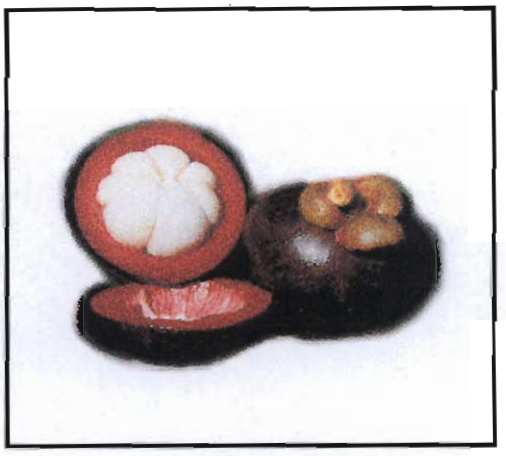
การเก็บเกี่ยว ใช้กรรไกรหรือมีดคมๆ ตัดกิ่งหรือยอดกิ่ง บางทีก็มีการใช้มือเด็ดใบ เด็ดผลก็ได้

การจำหน่าย มะกรูดมีการใช้ประโยชน์มาก จึงสามารถจำหน่ายได้ตลอดปี โดยจำหน่ายเป็นใบสด ผลสด แต่ปัจจุบันสามารถจำหน่ายในรูปของใบมะกรูดแห้งและผิวมะกรูดแห้ง ซึ่งส่วนใหญ่จะส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ อย่างไรตาม ความต้องการมะกรูดของตลาดในประเทศและต่างประเทศมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แต่ทว่าเกษตรกรนิยมปลูกมะกรูดกันในลักษณะเป็นพืชสวนครัวหรือเป็นพืชรองหรือเป็นพืชเสริมรายได้เท่านั้น ไม่ได้ปลูกกันเป็นล่ำเป็นสัน การปลูกเป็นพืชหลักเดี่ยวๆ มีน้อย

ตารางที่ 2-6 เปรียบเทียบสารประกอบทางเคมีที่พบในน้ำมันหอมระเหยของใบมะกรูดและผิวมะกรูด

สารเคมี	ปริมาณร้อยละของสารเคมี	
	ใบมะกรูด	ผิวมะกรูด
α-Pinene	0.2	2.5
Camphene	trace	0.2
β-Pinene	4.9	30.6
Sabinene	-	22.6
Myrcene	0.6	1.4
Limonene	0.6	29.2
1,8 Cineol	-	1.3
γ-Terpinene	0.2	0.1
p-Cymene	0.1	0.1
Terpinolene	0.2	0.1
trans-Sabinene hydrate	-	0.6
Citronellal	65.4	4.2
Copaene	0.1	0.6
Linalool	2.9	0.5
β-Cubenene		
Caryophyllene	0.1	0.5
Terpinen-4-ol, p-Elemene	0.4	0.3
Citronellene acetate	-	0.2
α-Terpineol	5.4	0.2
Gereneol	-	0.7
Geranial	-	0.1
Elemol	-	0.1
Nerolidol	-	0.3
Geranyl acetate	-	0.1
Citronellol	6.4	0.4
δ-Cardinene	-	0.3
trans-Ocimene	0.3	-
Isopulegol	4.9	-
สารที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้	7.6	2.8

2. มังคุด



ภาพที่ 2-23 ผลมังคุด

ที่มา : http://www.mahidol.ac.th

ชื่อภาษาไทย มังคุด

ชื่อสามัญ Mangosteen

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Garcinia mangostana* Linn.

ชื่อวงศ์ GUTTIFERAE

ส่วนที่นำมาใช้ เปลือกผล

พรรณไม้ที่อยู่วงศ์เดียวกันได้แก่ *G. acuminate* Planch. (รงทอง) *G. atrovisidis* Graff. (มะขามแขก) *G. costata* Hemsl. (มังคุดป่า) *G. cowa* Roxb. (ชะมวง) *G. adulcis* Kurz. (มะพูด) *G. fusca* Pierre. (มะดันป่า) *G. gracilis* Pierre. (หมักแปม) *G. hanburyi* Hook. (รง) *G. merguuensis* Wight. (นวล) *G. nervosa* Miq. (มะพูดป่า) *G. speciosa* Wall. (พะวา) *G. asuccifolia* Kurz. (มะป่องต้น) *G. xanthochymus* Hook.f. (มะดะหลวง) (เต็ม, 2523) มังคุดมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และอินโดนีเซีย และพบว่ามีการเจริญเติบโตได้ดีในแถบประเทศมาเลเซีย พม่า ไทย เขมร เวียดนาม ฟิลิปปินส์และหมู่เกาะซุนดา สภาพที่เหมาะกับการเจริญเติบโตของมังคุดอยู่ในเขตร้อนชื้น มีฝนตกชุกพร้อมทั้งมีการกระจายตัวของฝนดี ปริมาณฝนที่พอเหมาะกับการเจริญเติบโตคือประมาณ 1,200 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 25-35°C มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ หน้าดินลึกและมีอินทรียวัตถุสูง

ลักษณะทั่วไป ดอกมังคุดมีกลีบเลี้ยง 4 กลีบ แบ่งออกเป็น 2 ชุด 2 กลีบแรกอยู่ด้านใน 2 กลีบหลังอยู่ด้านนอก แต่ละกลีบยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ดอกสีเขียวเหลือง และด้านในของกลีบเลี้ยงมีสีชมพู มีลักษณะเป็นรูปไข่ค่อนข้างกลม 2-3 เซนติเมตร สีเขียวอมเหลือง มีขอบสีชมพู ตรงกลางดอกเป็นรังไข่มียอดเกสรตัวเมียแยกออกเป็น 4-8 แฉก หลังจากดอกบานแล้วจะมีการเจริญเติบโตของผลอ่อนโดยที่ไม่ต้องผ่านการผสมเกสร ผลมังคุดมีลักษณะค่อนข้างกลม เมื่อสุกสีเปลือกผลจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นแดง ชมพู หรือม่วง ลักษณะผลเป็นแบบ berry มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5-7.0 เซนติเมตร เปลือกผลหนา 0.8-1.0 เซนติเมตร มีรสฝาดมียางสีเหลืองมีต่อมน้ำยางอยู่มาก ภายในเปลือกมีสารแทนนินและแอนโธนอยู่มาก (Martin, 1980) และยังพบแอนโธไซยานินอีกด้วย เมื่อปอกเปลือกออกจะเห็นเนื้อที่รับประทานได้เป็นสีขาวจำนวน 4-8 กลีบตามจำนวนของรังไข่ (Ovule) แต่ละช่วงมีเมล็ดอยู่ภายในหุ้มด้วยเนื้อสีขาวใสอ่อนนุ่มคล้ายวุ้นมีเส้น vein สีชมพูติดกับเนื้อ มีน้ำตาลอยู่ประมาณ 0 เปอร์เซ็นต์ และมีสารประกอบอื่นๆ ทำให้มีกลิ่น รสน่ารับประทาน (สมศักดิ์, 2538)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ต้านเชื้อแบคทีเรีย (Mahabusarakam et al, 1986) ต้านเชื้อรา (รัตนาและคณะ, 2535) ต้านเชื้อราที่ก่อโรคพืช (Sen et al, 1986) ยับยั้งเอนไซม์ Viral reverse transcriptase (Kusumoto et al, 1992) HIV protease (Chen et al, 1996) ต้านเชื้อมาลาเรีย (ธวัชชัยและคณะ, 2535) ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเซลล์ (Lim-Sylianco et al, 1986) แก้ท้องเดิน (Cuizon-Royo et al, 1986) เป็นพิษต่อเซลล์ (Otake et al, 1995) ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ (Wall et al, 1988) ต้านฮีสตามีน ต้าน serotonin (Chairungsrilerd et al, 1996) ลดการอักเสบ ลดการเกิดแผลในทางเดินอาหาร (Shankaranarayan et al, 1979) ยับยั้งเอนไซม์ DNA topoisomerases I และ II (Tosa et al, 1997) เพิ่มปริมาณเอนไซม์ serum glutamic oxaloacetic transaminase และ serum glutamic pyruvic transaminase (Somprasit et al, 1987) ยับยั้ง Ca^{2+}-dependent protein kinase ในพืช (Jinsart et al, 1992) กดระบบประสาทส่วนกลาง เพิ่มความดันโลหิต (Pai et al, 1979) จับกับอนุมูลอิสระ ต้านออกซิเดชั่น (Yoshikawa et al, 1994) ต้านมะเร็ง (Fujihara et al, 1997) ต้านไซอามีน (Rattanapanone, 1979) ฆ่าปลา (Chiayvareesajja et al, 1987) ฆ่าแมลง (Areekul et al, 1987)

3. ตะไคร้

ภาพที่ 2-24 ตะไคร้

ที่มา : http://www.mahidol.ac.th

ชื่อภาษาไทย ตะไคร้

ชื่ออื่น ๆ ภาคเหนือ : จะไค (Cha-khai) จะได้ (Cha-khai)
ภาคใต้ : ไคร (Khrai)
ชวา : ซีเร (Sere)

ชื่อสามัญ Lemongrass

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon citratus* Stapf.

ชื่อวงศ์ GRAMINEAE

ส่วนที่นำมาใช้ ต้น ใบ

ลักษณะ ตะไคร้เป็นพืชที่มีอายุหลายปี ลำต้นรวมกันเป็นกอ ใบยาวเรียว ปลายแหลมสีเขียวออกเทาและมีกลิ่นหอม ออกดอกเป็นช่อยาว มีดอกเล็กฝอยเป็นจำนวนมาก ผลมีขนาดเล็กไม่ค่อยติดดอกและผล ตะไคร้ปลูกง่ายเจริญได้ดีในดินแทบทุกชนิด

สารที่สำคัญ น้ำมันหอมระเหย มีชื่อว่า Lemongrass oil หรือ Verbena oil หรือ Indian Molissa oil น้ำมันตะไคร้หอมประกอบด้วย Citral ประมาณ 80% Geraniol, Eugenol, Citronellol, Linalool, Nerol, Gerianol, Nerolidol, Cineol และอื่น ๆ

การขยายพันธุ์ การแยกกอ

การปลูก ไถพรวนดินและตากดินไว้ประมาณ 7-10 วัน ย่อยดินให้ละเอียด ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักคลุกเคล้าให้เข้ากับดินขุดหลุมปลูกระยะ 30 x 30 เซนติเมตร ก่อนนำตะไคร้ไปปลูก นำพันธุ์ที่เตรียมไว้ตัดใบออกให้เหลือต้นยาว ประมาณ 30-40 เซนติเมตร มาแช่น้ำประมาณ 5-7 วัน เพื่อให้รากงอก รากที่แก่เต็มที่จะมีสีเหลืองเข้ม นำไปปลูกในแปลงวางต้นพันธุ์ ให้เอียง 45 องศา ไปด้านใดด้านหนึ่งแล้วกลบดิน จากนั้นรดน้ำให้ชุ่มหลังปลูกได้ประมาณ 30 วัน ก็ควรใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

4. ทองพันชั่ง

ภาพที่ 2-25 ทองพันชั่ง

ที่มา : http://www.mahidol.ac.th

ชื่อภาษาไทย ทองพันชั่ง

ชื่อพื้นเมืองอื่น ๆ หญ้ามันไก่, ทองพันชั่ง (ชื่อไทย)

แปะเฮาะเล่งจือ (ชื่อจีน)

ชื่อสามัญ Acanthaceae

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Rhinacanthus nasutus* (Linn.) Kurz

ชื่อวงศ์ ACANTHACEAE

ส่วนที่นำมาใช้ ต้น ใบ

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นพืชล้มลุกกึ่งไม้พุ่มเตี้ย สูงไม่เกิน 1.5 เมตร มักแตกหน่อและแผ่กิ่งก้านออกเป็นกอ ลำต้นและกิ่งก้านมีขนประปรายทั่วไป กิ่งอ่อนมักเป็นสันสี่เหลี่ยมตามยาว

ใบ เป็นใบเดี่ยวรูปมน กว้าง 2-3 เซนติเมตร ยาว 4-6 เซนติเมตร โคนและปลายใบสอบเรียว ออกเป็นคู่ๆ ตรงข้ามกัน และแต่ละคู่ออกสลับทิศทางกัน เนื้อใบบางและเกลี้ยง ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นบ้างเล็กน้อย

ดอก สีขาวคล้ายนกกระยาง ออกเป็นช่อสั้นๆ ตามง่ามใบ ดอกรวมกันเป็นหลอดรูปทรงสูง ปลายแยกเป็นสองกลีบ ปลายกลีบล่างห้อยย้อยลงและหยักเป็นสามลอน กลีบบนชี้ตั้งขึ้น ปลายแยกเป็นสามลอน โคนกลีบมีจุดประสีม่วงแดง เกสรตัวผู้สีน้ำตาลอ่อนมีสองอันยื่นพ้นปากหลอดออกมาเล็กน้อย รังไข่มี 1 อัน ยาวรี มีหลอดท่อรังไข่คล้ายเส้นด้าย ยาวเสมอปากหลอดดอก แต่ชาวสุรินทร์เห็นว่าดอกทองพันชั่งคล้ายข้าวเม่า คือมีกลีบดอกสี่กลีบตกออกคล้ายข้าวเม่า จึงเรียกต้นทองพันชั่งว่า "ผกาอ็อมบก" แปลว่า ต้นดอกข้าวเม่า

ผล เป็นฝักยาวมีขนสั้นๆ คลุม ภายในมี 4 เมล็ด

2. นิเวศวิทยาและการกระจายพันธุ์

ส่วนใหญ่นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ และใช้เป็นยาพื้นบ้านตามบ้านเรือน ทองพันชั่งเป็นพืชที่ไม่ชอบร่มเงามากนัก ชอบที่ดินปนทราย การระบายน้ำดีไม่ขังแฉะ แต่ต้องคอยรดน้ำให้ดินชุ่มอยู่เสมอใบจึงจะงาม ถ้าดินขาดน้ำหรือถูกแดดมากไปใบจะมีจุดสีเหลือง

การขยายพันธุ์

ใช้เมล็ดเพาะ หรือเอากิ่งปักชำ

การเก็บมาใช้

ควรเก็บใบและรากจากต้นที่สมบูรณ์แข็งแรงได้รับปุ๋ย แสงแดดและน้ำเพียงพอ กล่าวคือใบไม่มีจุดเหลือง มีสีเขียวสดเป็นมัน และควรเลือกเก็บจากต้นที่มีอายุเกิน 1 ปี หรือออกดอกแล้ว
(โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง, 2530; นันทวัน, 2530)

3. ประโยชน์ของทองพันชั่ง

งานสาธารณสุขมูลฐาน

ใช้ทองพันชั่งในการรักษากลากเกลื้อน โดยใช้ใบ (สดหรือแห้ง) หรือราก (สดหรือแห้ง) ตำให้ละเอียด แช่เหล้าหรือแอลกอฮอล์พอท่วมดั้งไว้ 7 วัน นำน้ำยาที่ได้มาทาบริเวณที่เป็นบ่อยๆ หรือทาวันละ 3-4 ครั้ง จนกว่าจะหาย เมื่อหายแล้วให้ทาต่ออีก 7 วัน (มาโนช, 2537)

เหตุที่ต้องแช่ไว้นาน 7 วัน เป็นเพราะน้ำยาที่ยังแช่ไม่ครบกำหนดจะมีฤทธิ์กัดผิวหนัง ถ้านำไปทาจะทำให้ผิวหนังแสบและคันมากขึ้น น้ำยาจากรากแห้งกัดผิวมากกว่าใบแห้ง ส่วนน้ำยาจากใบสดไม่กัดผิว

ข้อควรระวัง บางคนอาจแพ้ทองพันชั่งได้ คือ ทาแล้วมีเม็ดตุ่มขึ้น ต่อมาแตกมีน้ำเหลืองซึมออกมา ผิวหนังเปื่อยมากขึ้น ทำให้โรคกำเริบลุกลาม ควรหยุดทาทันที
(โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง, 2530)

ตำรายาแผนไทย (นันทวัน, 2530)

ในตำรายาแผนไทยได้บ่งสรรพคุณของทองพันชั่งในการบำบัดรักษาโรคต่างๆ โดยแบ่งเป็นแต่ละส่วนของพืชต่อไปนี้ คือ

ราก รักษาโรคผิวหนัง กลากเกลื้อน รักษาโรคมะเร็ง ดับพิษไข้ แก้พิษงู พยาธิวงแหวนตามผิวหนัง

ทั้งต้น รักษาโรคผิวหนัง กลากเกลื้อน แก้น้ำเหลืองเสีย ผื่นคัน รักษามะเร็ง ขับพยาธิตามผิวหนังหรือบาดแผล รักษาอาการไส้เลื่อน ปัสสาวะผิดปกติ

ต้น บำรุงร่างกาย รักษาอาการผมร่วง

ใบ ดับพิษไข้ รักษาโรคผิวหนัง ผื่นคัน กลากเกลื้อน โรคไขข้ออักเสบ โรคมะเร็ง โรคความดันโลหิตสูง โรคพยาธิวงแหวนตามผิวหนัง อาการผมร่วง ปวดฝี แก้พิษ ถอนพิษ แก้อักเสบ และบำรุงร่างกาย

การใช้ในประเทศไต้หวัน

ในประเทศไต้หวันใช้ทองพันชั่งเป็นยาพื้นบ้านในการบำบัดรักษาโรคเบาหวาน โรคผิวหนัง ความดันโลหิตสูง และดับอักเสบ (Wu et al., 1995)

4. ฤทธิ์ทางชีวภาพของทองพันชั่ง

4.1 ฤทธิ์ลดความดันโลหิด (วรรณดี, 2528)

จากรายงานการศึกษาโดยใช้สารสกัดใบทองพันชั่งด้วยน้ำ ทำการทดสอบในหนูขาวไม่จำกัดเพศ น้ำหนักตัวประมาณ 200-250 g โดยให้สารสกัดใบทองพันชั่งทาง External jugular vein ในขนาด

ต่างๆ กัน คือ 25, 50, 100, 200 และ 400 mg/kg พบว่าฤทธิ์ลดความดันโลหิตจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มขนาดของสารสกัด ซึ่งจะช่วยลดความดันโลหิดมากที่สุด เมื่อใช้สารสกัดในขนาด 400 mg/kg และใช้เวลานานกว่า 60 นาที จึงจะทำให้ความดันโลหิดกลับคืนสู่ระดับปกติก่อนให้สารสกัด

4.2 ฤทธิ์ต้านเชื้อรา (Antifungal activity)

มีการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อราของทองพันชั่ง ต่อเชื้อรา 6 ชนิด ได้แก่ *Microsporum gypseum, Trichophyton rubrum* (สาเหตุของโรคกลาก), *Epidermophyton floccosum, Candida albicans* (สาเหตุของการดกขาว), *Cryptococcus neoformans* และ Saccharomyces sp.ด้วยวิธี paper disc และวัดความกว้างของ Clear Zone เทียบกับ Standard คือ Griseofulvin และ Nystatin โดยใช้สารสกัดจากกิ่งและใบทองพันชั่งซึ่งสกัดด้วยน้ำ แอลกอฮอล์ และคลอโรฟอร์ม พบว่าสารสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์น้อยมาก ส่วนสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์และคลอโรฟอร์ม มีฤทธิ์ต้านเชื้อราได้ดีพอสมควร (นันทวัน, 2530)

นอกจากนี้ยังมีการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราของ Rhinacanthone (*O*-quinone) ในการยับยั้ง Spore germination ของ *Pyricularia oryzae* (เป็นตัวก่อให้เกิดโรคในข้าว) พบว่า Rhinacanthone 10 ppm สามารถยับยั้งได้ 100 % ในขณะที่ *ρ*-quinone ไม่แสดงผลแม้จะใช้ในขนาด 1,000 ppm ก็ตาม (Kuwaharam et al., 1995)

4.3 ฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัส (Antiviral activity)

ปี 1996 Sendl และคณะ ได้ทำการศึกษาการต้านเชื้อไวรัสของ Rhinacanthin-C และ Rhinacanthin-D (*in vitro*) ทำการทดสอบต่อเชื้อ Cytomegalovirus ทั้งของหนู (mCMV) และมนุษย์ (hCMV), Influenza virus type A (Flu-A), Herpes simplex virus type 2 (HSV-2) และ Respiratory syncytial virus (RSV) เทียบกับยาแผนปัจจุบัน คือ Gancyclovir, Amantadine, Acyclovir, และ Ribavirin พบว่า Rhinacanthin-C และ Rhinacanthin-D แสดงฤทธิ์ในการต้าน mCMV และ hCMV ได้ดีเมื่อเทียบกับยาแผนปัจจุบัน แต่ไม่แสดงผลในการต้านเชื้อ Flu-A, HSV-2, และ RSV (Sendl et al, 1996) และจากการศึกษาของ Kernan และคณะในปี 1997 ถึงฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสของ Rhinacanthin-E และ Rhinacanthin-F โดยทำการทดสอบแบบ *in vitro* กับเชื้อ Flu-A, และ HSV-2 พบว่าสารทั้ง 2 ชนิดมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อ Flu-A แต่ไม่มีผลต่อเชื้อ HSV-2 (Kernan et al, 1997)

จากการศึกษานี้ทำให้ทราบว่า Rhinacanthin-E และ Rhinacanthin-F มีผลยับยั้งกระบวนการ Influenza biosynthetic จึงมีฤทธิ์ต้านเฉพาะ Flu-A ซึ่งต่างจาก Lignan ตัวอื่นๆ และ Podophyllotoxin ที่มีผลยับยั้ง Microtubule formation หรือ Nucleic acid metabolism จึงป้องกันการ Replication ของไวรัสได้ ทำให้สารดังกล่าวต้านเชื้อไวรัสได้หลายชนิด

4.4 ความเป็นพิษต่อเซลล์ (Cytotoxicity)

มีการศึกษาถึงความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารประกอบที่พบในทองพันชั่งแล้ว พบว่าสารกลุ่ม Naphthoquinone หลายชนิดแสดงฤทธิ์ เป็นพิษต่อเซลล์ปี 1988 Wu และคณะ ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งของ Rhinacanthin-A และ B โดยใช้ KB tissue culture assay พบว่า Rhinacanthin-B มีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง โดยมีค่า ED_{50} เท่ากับ 3.0 μg/ml ในขณะที่ Rhinacanthin-A ไม่มีฤทธิ์ (Wu et al, 1988)

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งของสารในกลุ่ม Naphthoquinone และ Flavonoid (wogonin) โดยใช้เซลล์มะเร็งชนิด KB, P-388, A-549, HT-29 และ HL-60 พบว่าสาร Naphthoquinone ทุกชนิดที่ใช้ในการทดลอง มีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งชนิด KB, P-388, A-549, HT-29, และ HL-60 (Wu et al, 1998b)

4.5 ฤทธิ์ด้านการเกาะกลุ่มกันของเกร็ดเลือด (Antiplatelet aggregation)

จากการศึกษาของ Wu และคณะในปี 1998 ถึงฤทธิ์ด้านการเกาะกลุ่มกันของเกร็ดเลือดของสารกลุ่ม Naphthoquinone และ Flavonoid แบบ *in vitro* โดยใช้เลือดกระต่ายที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดการเกาะกลุ่มกันของเกร็ดเลือด ด้วยสาร 4 ชนิดคือ Thrombin (Thr), Arachidonic acid (AA), Collagen (Col) และ Platelet activation factor (PAF) ซึ่งพบว่า Rhinacanthin-A,-B,-C และ Wogonin มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกร็ดเลือดที่ถูกเหนี่ยวนำโดย Collagen (72-100 %) และยังพบว่ามีเพียง Rhinacanthin-B ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกร็ดเลือดที่ถูกเหนี่ยวนำโดย PAF แต่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกร็ดเลือดโดยการเหนี่ยวนำของ Arachidonic acid ได้น้อยมาก ในขณะที่สารตัวอื่นมีฤทธิ์ค่อนข้างดี และจากการทดลองไม่มีสารตัวใดที่สารมารถยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกร็ดเลือดที่ถูกเหนี่ยวนำโดย thrombin ได้เลย (Wu et al, 1998b)

4.6 ฤทธิ์ในการดึงดูดแมลง (Insect sex attractant and Signalling)

มีการศึกษาฤทธิ์ในการดึงดูดแมลงของสารสกัดรากทองพันชั่งด้วยอีเทอร์ พบว่าให้ผลต่อแมลง Mediterranean fruit fly ตัวผู้ แต่ให้ผลไม่แน่นอนใน *Aspiculurus tetraptera* melon fly ทั้งสองเพศ และให้ผลไม่แน่นอนในแมลงวันผลไม้ Oriantal fruit flies (*Dacusc dorsalis*) ทั้งสองเพศเช่นกัน

4.7 ฤทธิ์ในการเป็น Juvenile hormone

มีการศึกษาถึงฤทธิ์ในการเป็น Juvenile hormone (ฮอร์โมนที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของตัวอ่อน) ของสารสกัดรากทองพันชั่งด้วยอีเทอร์ ในขนาด 500.00 µg/สัตว์ทดลอง พบว่าสารสกัดดังกล่าวมีฤทธิ์ทำให้ตัวอ่อนของตัวมวน (*Oncopeltus fasciatus*) ไม่เจริญเติบโต แต่เมื่อใช้ในขนาด 250.0 µg/สัตว์ทดลอง จะไม่ได้ผล (นันทวัน, 2530)

5. การศึกษาความเป็นพิษของทองพันชั่ง

มีการศึกษาความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน (Acute toxicity) ของทองพันชั่ง โดยป้อนสารสกัดทองพันชั่ง (50 % EtOH) ให้หนูถีบจักรและการฉีดสารสกัดเข้าใต้ผิวหนังในขนาด 10 g/kg (เทียบเป็น 3333 เท่าของขนาดที่ใช้ในตำรายา) พบว่าไม่แสดงอาการเป็นพิษในหนูถีบจักร (นันทวัน, 2530; 2541)

ในเวียดนามทำการศึกษาโดยให้หนูกินใบทองพันชั่งในขนาด 0.5-1 g/kg น้ำหนักตัว (เทียบในมนุษย์จะเท่ากับการได้รับทองพันชั่ง 25-50 g หรือ 1 กำมือ) ไม่พบความเป็นพิษแต่อย่างใด
(โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง, 2530)

5. ส้มเขียวหวาน

ภาพที่ 2-26 ผลส้มเขียวหวาน

ที่มา : http://www.kalamung.com/05_files/som01.jpg

ชื่อภาษาไทย ส้มเขียวหวาน

ชื่อท้องถิ่น ส้มแป้นขี้ม้า ส้มแป้นกระดาน ส้มแก้วโบราณ ส้มแสงทอง ส้มตรังกานู ส้มจันทบูร (กรุงเทพ) ส้มเชียงตุง มะจุก มะซาง (เหนือ) มะบาง มะเขียว (เชียงใหม่) ลีมายือโบ ลีมาจีนา (มาเลย์-ใต้)

ชื่อสามัญ Mandarin, King Orange, Tamgerine

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus reticulata* Blanco

ชื่อพ้อง *C. chrysocarpa* Lushingtion, *C. crenatifolia* Lushington, *C. crenatifolia* Lushington var. *lycopersicaeformis* Lushington, *C. deliciosa* Tenore, *C. nobillis* Lour. var. *genuina* Tanaka, *C. papillaris* Blanco, *C. papillarris* Blanco var. *chrysocarpa* (Lushington) Alston

ชื่อวงศ์ RUTACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1. รากและระบบราก

รากเป็นส่วนสำคัญของลำต้นที่ทำหน้าที่หาอาหารและแร่ธาตุเพื่อไปใช้ในการสังเคราะห์แสงและช่วยพยุงลำต้นให้เจริญเติบโตตั้งตรงขึ้นไป รากมีหลายชนิด เช่น

Primary root จะเจริญออกมาเมื่อเมล็ดเริ่มงอกและเจริญไปเป็นรากแก้วต่อไป ส่วนใหญ่ primary root นี้มักจะได้รับอันตรายจากการย้ายปลูกต้นกล้า ดังนั้นในบางครั้งรากแก้วจึงมีได้ 2 ชนิดด้วยกัน

- Pioneer root เป็นรากที่แตกสาขาออกจากรากแก้ว หรือจาก pioneer root อันแรกซึ่งรากทั้งสองชนิดนี้จะเจริญเติบโตแตกสาขาเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงของต้นส้มต่อไป

- Fibrous root เป็นรากที่เกิดบนรากแก้วในระยะต้นกล้าอ่อน เมื่อต้นกล้ามีอายุมากขึ้น fibrous root นี้จะเกิดบน pioneer root มีเป็นกลุ่มย่อย ๆ

รากขน ในต้นส้มที่มีสภาพปกติจะไม่ค่อยพบรากขนบนรากของส้มเลย นอกจากจะมีสภาพเหมาะสมเท่านั้น สภาพที่เหมาะสมกับการสร้างรากขนในส้มนั้นขึ้นกับความเป็นกรดเป็นด่างในดิน อากาศในดิน อุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งจากการทดลองของ Girton พบว่า การปลูกส้มในน้ำยาเคมีโดยปรับความเป็นกรดประมาณ 5 ที่อุณหภูมิ 91°F จึงจะได้ต้นกล้าที่มีรากขนเกิดขึ้น

รากส้มส่วนใหญ่อยู่ต่ำจากผิวดินประมาณ 2 ฟุต เช่น รัฟเลมอนระบบรากค่อนข้างตื้นประมาณ 1-2 ฟุตเท่านั้น ซาวออเรนซ์มีระบบรากที่ลึกกว่าและมีรากแก้วที่แข็งแรงกว่า ดังนั้นการใช้ซาวออเรนซ์เป็นต้นตอในสภาพหรือบริเวณที่มีลมแรงจะทำให้ต้นส้มทนทานต่อสภาพลมแรงจัดได้ดีกว่าการใช้ต้นตอส้มชนิดอื่น

การแผ่กระจายของรากส้มและการเจริญเติบโตของราก จะสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของทรงพุ่มที่อยู่ระดับเหนือดิน เช่น ส้มที่มีทรงต้นสูงชะลูดแสดงว่าส้มนั้นมีรากแก้วแทงดิ่งในแนวลึกและมีรากแขนงจำนวนน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้าส้มมีทรงพุ่มแตกแผ่กว้างออกไป ก็แสดงว่าส้มต้นนั้นมีรากแขนงเป็นจำนวนมากเจริญแผ่ออกในระดับตื้นและมีรากแก้วตื้น ความหนาแน่นของรากส้มแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1) ที่ระดับความลึกจากผิวดินประมาณ 2 ฟุต จะมีรากส้มค่อนข้างหนาแน่นราว 60 % ของจำนวนรากส้มทั้งหมด

2) ที่ระดับความลึกจากผิวดินประมาณ 2-4 ฟุต จะมีรากส้มอยู่ในราวร้อยละ 20

3) ที่ระดับความลึกจากผิวดินประมาณ 4-6 ฟุต จะมีรากส้มอยู่ในราวร้อยละ 14-20

2. ลำต้น

เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก แตกกิ่งก้าน ส่วนของลำต้นส้มคือส่วนที่นับจากส่วนโคนต้นเหนือดินตรงขึ้นไปจนถึงยอด การเจริญเติบโตของลำต้นส้มขึ้นกับรากและทรงพุ่มเช่นเดียวกันแต่มักนิยมวัดขนาดของพุ่มมากกว่าวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น

ขนาดของทรงพุ่มของพืชตระกูลส้มมีตั้งแต่ขนาดพุ่มเล็กที่มีความสูงประมาณ 15 ฟุต เช่น ไลม์ จนถึงขนาดทรงพุ่มใหญ่ซึ่งมีความสูงประมาณ 30 ฟุต เช่น ส้มโอ เกรพฟรุ๊ท เป็นต้น

การเจริญเติบโตของเนื้อไม้ในต้นส้มจะมีทั้ง primary และ secondary growth เหมือนกับต้นไม้ทั่วๆ ไปโดยดูจากวงปีทางภาพตัดขวางของลำต้น สำหรับในกิ่งส้มที่เจริญขนานกับพื้นดินเนื้อไม้ในส่วนของกิ่งล่างจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าเนื้อไม้ทางด้านบน จึงเรียกการเจริญเติบโตแบบนี้ว่า hypotrophic growth เปลือกไม้ที่มีอายุมากขึ้นจะเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลอ่อนในปีที่ 2 และอายุของกิ่งที่มากขึ้นนี้ เปลือกไม้จะมีการพัฒนาเป็น cork หรือ periderm ขึ้นมาแทนที่เซลล์ชั้นนอก

3. กิ่ง

กิ่งที่เพิ่งแตกออกมาใหม่ที่มีอายุน้อยจะมีสีเขียวเป็นไม้เนื้ออ่อน ส่วนของกิ่งเกิดเป็นสันนูนขึ้นเห็นชัดและเชื่อมต่อกันกับส่วนโคนของแต่ละก้านใบ จากสันนูนนี้ถ้ามองทางด้านตัดขวาง จะมองเห็นเป็นรูปสามเหลี่ยมซึ่งลักษณะนี้จะหายไปเมื่อกิ่งส้มเจริญเติบโตเต็มที่ ตาซึ่งอยู่บนสันกิ่งทุกตาจะมีมัดท่อน้ำท่ออาหารอยู่ 3 เส้น เส้นใหญ่สุดสำหรับส่งไปเลี้ยงใบ เรียกว่า leaf trace อีก 2 เส้นที่เล็กกว่าสำหรับตายอด เรียกว่า thorn trace ส่วนของใบ ตมยอด หนาม ดอก และผลเกิดจากส่วนของลำต้นที่เจริญมาจากกิ่งทั้งสิ้น ในตายอดจะมีส่วนของใบเกล็ดที่เรียกว่า prophyll หุ้มปิดอยู่หลายแผ่นโดยเกิดขึ้นทุกข้อใบ ตายอดประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญ (apical meristem) และจุดกำเนิดใบ (leaf primordia) เหมือนกับยอดทั่วๆ ไป และมีตารองเกิดขึ้นที่มุมของใบเกล็ดทำให้ข้อใบมีจำนวนตามากกว่า 1 ตา

4. ใบ

เป็นใบประกอบ ผิวใบมัน ใบสด มีกลิ่นหอมเฉพาะ ใบส้มแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ แผ่นใบ และก้านใบ ส่วนของก้านใบจะมีส่วนคล้ายกับแผ่นใบที่เรียกว่า wing ติดอยู่ด้วย ลักษณะของใบส้มเป็นใบเดี่ยว ยกเว้นพวกส้มสามใบและลูกผสมของส้มสามใบ รูปทรงและขนาดของใบแตกต่างกันออกไปตามแต่ส้มชนิดต่างๆ เช่น พวกแทนเจอรีน ใบมีรูปร่างแบบ lanceolate ค่อนข้างเรียวแหลมหรือในส้มโอและมะนาวใบค่อนข้างกลม เป็นแบบ ovate

ขนาดของ wing แตกต่างกันตามแต่ชนิดของส้มเช่นเดียวกัน เช่น ไลม์ และเลมอนมี wing แคบและเล็กมาก ในพวกแทนเจอรีนและสวีทออเรนซ์มีบ้างเล็กน้อย พวกส้มโอและเกรพฟรุ๊ทนั้นมีขนาดใหญ่ขึ้น พวกมะกรูด และ Citrus ichangensis จะมี wing ขนาดใหญ่พอกับแผ่นใบ สีของใบ มีตั้งแต่สีเขียวอมเหลืองเช่นใบเลมอน จนถึงสีเขียวเข้มออกดำ เช่น ส้มโอ สวีทออเรนซ์ ผิวใบด้านบนเป็นมัน ด้านใต้ใบเป็นสีตองอ่อน ขอบใบบางชนิดเรียบแต่บางชนิดก็เป็นหยัก เช่น ขอบใบของเลมอนหรือซิตรอน เป็นแบบ serrated ใบไลม์เป็นแบบ cremulated บนแผ่นใบ wing และก้านใบมีต่อมน้ำมันเต็มไปหมด

การจัดเรียงของเส้นใบเป็นแบบ pinnately reticulate venation บริเวณรอยแยก (abscission zone) เกิดขึ้น 2 แห่ง คือ ส่วนที่อยู่ระหว่างแผ่นใบกับก้านใบ และระหว่างก้านใบกับกิ่งใบ หรือลำต้น การจัดเรียงของใบเป็นแบบวนเป็นรอบเกลียวรอบกิ่ง ทำให้เกิด phyllotaxy

5. ดอก

ส้มให้ดอกเมื่อลำต้นผ่านความแห้งแล้งมาช่วงหนึ่งก่อน หลังจากนั้นตาที่พักตัวก็จะแตกออกเป็นกิ่งอ่อน กิ่งอ่อนนี้จะเจริญอยู่ระยะหนึ่ง ตาที่ยอดของกิ่งอ่อนจึงจะเกิดตาดอก ตาดอกของส้มมี 2 ชนิด คือ ตายอด เรียกว่า terminal flower bud และตาข้าง เรียกว่า lateral flower bud พวกดอกที่เกิดจากตาข้างจะร่วงไปเป็นส่วนใหญ่

การเจริญของดอกในชั้นต่างๆ ชั้นของกลีบเลี้ยงจะเกิดก่อนโดยเชื่อมกันที่ส่วนฐานรองดอก ทำให้มีลักษณะคล้ายรูปถ้วยหุ้มส่วนดอกไม่ให้ได้รับอันตราย ต่อมาจึงเกิดชั้นของกลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมียตามลำดับ

โครงสร้างของดอกส้ม

ส้มมีดอกแบบ regular flower ชนิดของดอกเป็นดอกแบบสมบูรณ์เพศ ชั้นของกลีบเลี้ยงมี 3-5 อัน กลีบดอกมี 3-5 อันอยู่ถัดจากกลีบรอง มีสีขาว ผนังของกลีบดอกปกคลุมด้วยสารพวกคิวตินที่หนามากทำให้มองดูเป็นมันและสะท้อนแสง เป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ กลีบดอกสีขาว ร่วงง่าย ดอกบานมีกลิ่นหอม

เกสรตัวผู้มีจำนวนเท่ากับหรือเป็น 2 เท่าของกลีบดอก ก้านชูเกสรมีสีขาว ส่วนโคนอาจเชื่อมติดกันน้อยหรือมากขึ้นอยู่กับชนิดของส้ม อับเกสรมีสีเหลืองแบ่งเป็น 2 พู ภายในมี 4 ช่อง ในแต่ละช่องมี microscope mother cell ซึ่งเป็นตัวสร้างละอองเกสร

ฐานดอก (nectary) เกิดตรงเหนือส่วนของเกสรตัวผู้กับตัวดอก ส่วน disk เจริญขึ้นมาเป็นแอ่งคล้ายจานอยู่รอบฐานของรังไข่ disk ทำหน้าที่ขับเอาน้ำหวานออกมา ในระยะที่กลีบดอกร่วงจึงเรียก disk นี้ว่า nectary

เกสรตัวเมีย ประกอบด้วยยอดเกสรตัวเมีย ก้านชู และรังไข่ ส่วนของยอดเกสรตัวเมียมีสีเหลือง ลักษณะกลม ส่วนของก้านชูเกสรตัวเมียเป็นแบบ connate มีลักษณะยาวสีเหลืองอ่อนเกือบขาว ภายในมี stylar cannal เปิดออกที่ปลายยอด ส่วนของก้านชูและ stylar cannal จะร่วงหลุดจากรังไข่ภายใน 2-3 วัน หลังจากกลีบดอกร่วง โดยแยกตรงรอยต่อส่วนที่อยู่ส่วนโคนของก้านชูกับรังไข่ ส่วนของรังไข่เป็นแบบ superior ชนิดของรังไข่เป็นแบบ syncarpous โดยทั่วไปมี 5-10 ช่อง

6. ผล

รูปร่างกลม แบนเล็กน้อย เมื่อยังอ่อนมีสีเขียว ผิวมัน เมื่อสุกผิวผลเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ผลส้มจัดเป็นพวกเบอรี่ มีชื่อเรียกว่า hesperidium เจริญจากรังไข่โดยตรงมีราว 10 พู เชื่อมต่อกันเป็นวงกลมล้อมรอบแกนที่เรียกว่า central axis

ส่วนต่างๆของผลแบ่งออกได้ ดังนี้

6.1 เปลือกผล (ovary wall) เปลือกผลแบ่งออกเป็น 3 ชั้น

- เปลือกผลชั้นนอก เรียกว่า ฟลาเวโด (flavedo) ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุดของผล ประกอบด้วยเซลล์อีพิเดอมีสที่มีคิวติเคิลหุ้มหนามาก ชั้นของอีพิเดอร์มิสยังคงมีการแบ่งเซลล์ต่อไปจนถึงระยะผลสุก เซลล์ที่มีการแบ่งตัวระยะหลังนี้มีคิวติเคิลบางและมีต่อมน้ำมันซึ่งสร้างตั้งแต่ในระยะที่เป็นรังไข่ของดอก ต่อมน้ำมันจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระยะที่ผลขยายใหญ่ ใต้ชั้นของอีพิเดอมีสมีชั้นของเซลล์พวกพาเรนไคมาที่มีคลอโรพลาสด้วย เมื่อผลสุกคลอโรพลาสจะเปลี่ยนเป็นโครโมพลาสที่เรียกว่า โครมาโตฟอร์ และจะมีการสร้างสารพวกคาโรตินอยด์ ทำให้ผลส้มเกิดสีสันตามลักษณะประจำพันธุ์

- เปลือกผลชั้นกลาง เรียกว่า อัลบิโด (albedo) เซลล์ชั้นกลางของเปลือกผลเป็นเซลล์พวกสปองจิพาเรนไคมา คล้ายกับสปองจิมีโซฟิลในใบ ชั้นอัลบิโดมีสีขาวอ่อนนุ่มในระยะแรกของการเจริญเติบโตของผล การเพิ่มขนาดของผลในระยะแรกเกิดจากการเพิ่มความหนาของชั้นอัลบิโด ส่วนการเพิ่มขนาดของช่องผลมีน้อยเมื่อสุก เปลือกผลที่แกะออกมาจะเป็นชั้นของฟลาเวโดและชั้นอัลบิโด พวกแทนเจอรีน เช่น ส้มเขียวหวาน เปลือกที่เป็นชั้นของเปลือกชั้นนอกและชั้นกลางมีลักษณะบางมาก ส่วนในส้มโอและซิตรอนมีชั้นของเปลือกผลชั้นกลางหนามาก

- เปลือกผลชั้นใน จัดเป็นชั้นในสุดของเปลือกผล คือ ส่วนที่เป็นช่องหรือกลีบผล (segment) และผนังของพูรังไข่ ก่อนที่ช่องผลจะขยายขนาด ส่วนที่เป็นจุดกำเนิดถุงน้ำหวาน (juice sac primordia) จะจัดเรียงกันอย่างหนาแน่นและเป็นระเบียบ เมื่อช่องผลขยายขนาดเต็มที่ถุงน้ำหวานจะกระจัดกระจายออกไม่เป็นระเบียบ ผนังของเปลือกชั้นในจะยืดตัวออกจนดึงและปกคลุมด้วยชั้นคิวติเคิล

6.2 ผนังกั้นและแกนผล (septa and central axis)

ผนังกลีบ เป็นผนังบางๆ แบ่งกั้นระหว่างช่องผล แต่ละกลีบผลประกอบด้วยผนัง 2 ชั้น ของช่องผล 2 ช่องมาประกบกัน สามารถแยกออกจากกันได้เป็นกลีบ เรียกว่า เซ็กเมนต์ ระหว่างผนังของกลีบผลทั้งสองจะมีเส้นใยที่เป็นท่อน้ำ ท่ออาหารเส้นเล็กๆ สีขาวคล้ายกับสปองจิพาเรนไคมามาเลี้ยงผลและทุกเซ็กเมนต์ซึ่งอยู่ในชั้นของเปลือกชั้นใน

แกนผล เป็นแกนกลางของผลที่เปลี่ยนแปลงมาจากแกนของดอกแต่ละพูรังไข่ ซึ่งเชื่อกันว่ามีวิวัฒนาการจากใบนั้น ขอบของใบจะเกาะติดกับแกนกลางและที่แกนผลทางตอนล่างจะมีท่อน้ำ ท่ออาหารกระจายไปหล่อเลี้ยงส่วนของถุงน้ำหวานและไข่อ่อน เซลล์พวกนี้มีลักษณะเป็นพวกสปองจิพาเรนไคมา ในส้มบางพันธุ์มีแกนกลางขนาดเล็กหรือเกือบไม่มี เช่น ส้มจุก ส้มเขียวหวาน แต่ส้มบางชนิดมีขนาดใหญ่มาก เช่น ส้มโอ

6.3 ถุงน้ำหวาน (juice sacs)

เป็นส่วนของผลที่เจริญมาจากผนังเปลือกชั้นในบางครั้งเรียก ถุงน้ำหวาน บางถุงมีก้านยาวบางอันก็สั้น ภายในก้านไม่มีมัดท่อน้ำท่ออาหาร เป็นเซลล์ที่มีช่องว่างใหญ่ และมีรูปร่างต่างๆ กัน

7. เมล็ด

ไข่อ่อนที่อยู่ในผลมีการจัดเรียงออกเป็น 2 แถว เกาะติดกับขอบผนังของพูรังไข่ที่มาเชื่อมกับแกนกลางของผล จัดเป็นแบบ axile placentation ลักษณะของเมล็ดส้มมี 2 ด้าน คือ

7.1 Micropylar end เป็นด้านแหลมของเมล็ด เป็นส่วนที่ต้นอ่อนจะงอกแทรกรากออกมา

7.2 Chalazal end เป็นด้านป้านของตัวเมล็ดด้านนี้พัฒนามาจากคาลาซาของไข่อ่อนประกอบไปด้วย อินเทกกิวเมนต์ชั้นนอก และก้านไข่

ตัวเมล็ดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) ใบเลี้ยง (cotyledon) มีหลายสี เช่น สีขาวครีม สีครีมหรือเขียว บางครั้งอาจเป็นสีเขียวแก่ เมล็ดที่มีคัพภะเพียง 1 คัพภะ มีใบเลี้ยงที่มีขนาดใกล้เคียงกันทั้ง 2 ซีก ถ้ามีหลายคัพภะมักจะพบความผิดปกติเกิดขึ้นเสมอ คืออาจมีใบเลี้ยง 3-4 ใบ และขนาดรูปร่างของคัพภะก็แตกต่างกันด้วย

2) คัพภะ (embryo) ส่วนของคัพภะอาจมีหนึ่งหรือหลายคัพภะได้ ลักษณะของเมล็ดสัมที่มีจำนวนมากกว่า 1 คัพภะหรือเมล็ดเรียกว่า polyembryony คัพภะมี 2 ชนิด

- คัพภะที่เกิดจากการผสมพันธุ์พืชโดยตรง หรือเกิดจากการเจริญเติบโตของไซโกต เรียกว่า Gamatic embryo ดังแสดงในผังข้างล่าง

Sperm nucleus (n) + egg (n) Zygote (2n)

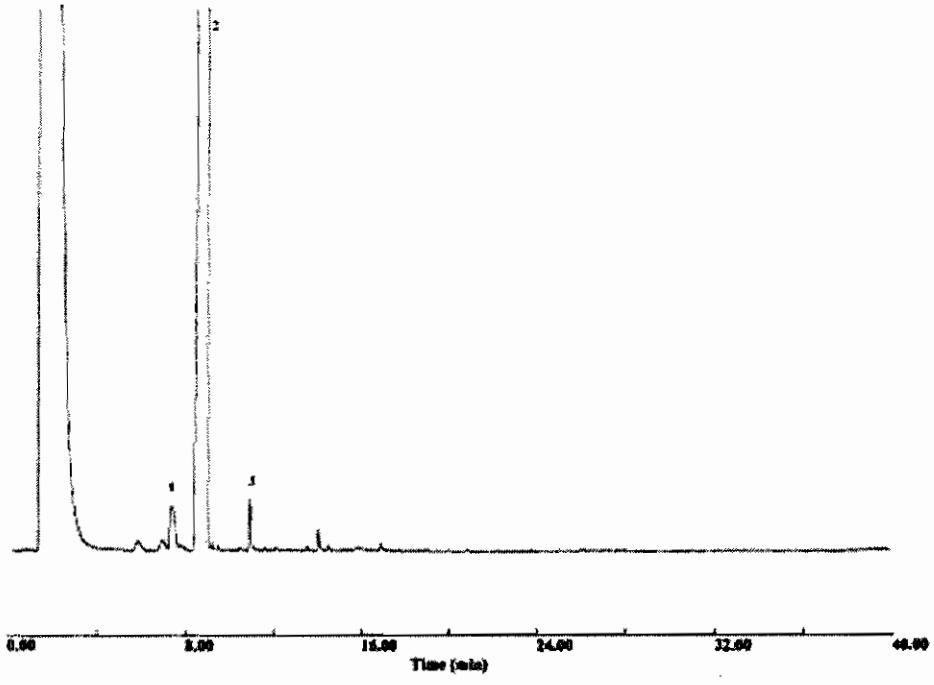
Sperm nucleus (n) + polar nuclei (2n) Primary endosperm (3n)

Primary endosperm จะมีการแบ่งตัวก่อนที่ไซโกตจะเกิดปฏิกิริยาใดๆ ขึ้น ไซโกตเริ่มแบ่งตัวในสัปดาห์ที่ 2-4 หลังการปฏิสนธิ แต่จะแตกต่างกันตามชนิดของส้มและภูมิอากาศ หลังจากแบ่งเซลล์แล้วจึงมีการพัฒนาจนเป็นคัพภะสมบูรณ์

- คัพภะที่เกิดจากการพัฒนาของเซลล์นิวเซลล่าดรงบริเวณใกล้กับเซลล์ไข่อ่อน เรียกว่า Nucellar embryo โดยคัพะที่เกิดมาจากเซลล์ปกติของนิวเซลลัสภายในไข่อ่อนนี้จะเจริญเข้าไปในถุงหุ้มคัพภะ (embryo sac) ติดกับไซโกต (วิเชียร, xxxx)

ข้อมูลการวิจัยของน้ำมันผิวส้มเขียวหวาน (ศิริเพ็ญ, 2548)

องค์ประกอบทางเคมี ผิวส้มเขียวหวานเมื่อนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีต้มกลั่น ได้น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.80 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมัน มีดังนี้



1. β-myrene (1.65) , 2. limonene (96.71) , 3. linalool (0.60)

ภาพที่ 2-27 องค์ประกอบทางเคมีของผิวส้มเขียวหวาน

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ต้านเชื้อแบคทีเรีย สาร limonene มีฤทธิ์ไล่แมลงและต้านการก่อมะเร็งใน สัตว์ทดลอง

การใช้ประโยชน์

1. ใช้เป็นอาหาร ผลสุก รับประทานเป็นผลไม้ เชื่อม ทำน้ำผลไม้

2. คุณค่าทางโภชนาการ เนื้อส้ม มีวิตามินซี เอ บี มี ธาตุแคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส มีกรดอินทรีย์หลายชนิดและอื่นๆ ส้มเขียวหวานมีวิตามินเอสูงมาก 4,000 I.U. ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม ผิวส้ม มีน้ำมันหอมระเหย วิตามินซี และสารอื่นๆ

3. ใช้เป็นยา ผิวผล ใช้สกัดทำทิงเจอร์ สำหรับใช้แต่งกลิ่นยา และมีฤทธิ์ขับลม เปลือกผล ปรุงยาหอมแก้ลมวิงเวียน หน้ามืดตาลาย แก้ลมจุกเสียด แน่นเฟ้อ น้ำจากผล ให้วิตามินซี รับประทานป้องกันและรักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน บำรุงร่างกาย แก้ไอ และขับเสมหะ

(สถาบันการแพทย์แผนไทย, xxxx)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 สารเคมี

1.175 % w/v Barium Chloride Hydrate	
1 % v/v Sulphuric Acid	
5-Bromo-5-Nitro-1, 3-Dioxane (Bronidox)	
70 % Alcohol	
95 % Alcohol	
Coconut fatty acid monoethanolamine	
Potassium Hydroxide (KOH)	
Sodium Chloride (0.85 % Normal saline)	
Sodium lauryl ether sulfate	
น้ำกลั่น	
น้ำมันปาล์ม	
น้ำมันมะพร้าว	
น้ำมันรำข้าว	
อาหาร Mueller Hinton Agar	บริษัท Becton,Dickinson and Company
อาหาร Nutrient Agar	บริษัท HiMedia Laboratories Pvt.
อาหาร Nutrient Broth	บริษัท HiMedia Laboratories Pvt.
อาหาร Plate Count Agar	บริษัท HiMedia Laboratories Pvt.
อาหาร Soyabean Casein Digest Medium	บริษัท HiMedia Laboratories Pvt

3.2 อุปกรณ์

Antiseptic paper disc	
Autoclave	บริษัท Hiryama รุ่น HL-42A-DY
Beaker ขนาด 25, 50, 100, 250, 500, 1000 ml	
Blender	บริษัท Phillips
Centrifuge	บริษัท Jouan รุ่น GR 20-22
Erlenmeyer Flask ขนาด 250, 500, 1000 ml	
Forceps	
Incubator	บริษัท Memmert รุ่น BM 500
Incubator Shaker	บริษัท Inova รุ่น 4340
Hot air oven	บริษัท Memmert รุ่น UM 400
Laminar air flow	บริษัท Heto-Holten รุ่น HV 2436
Loop	

Micropipette	
Microwave oven	บริษัท National รุ่น S676W
Mixer	บริษัท Braun รุ่น 4179
Pasteur pipette	
pH meter	บริษัท Eutech รุ่น CyberScan 510
Spreader	
Sterilize Plate	
Test tube	
UV-Spectrophotometer	บริษัท Shimadzu รุ่น UV 160A
Viscometer	บริษัท Brookfield รุ่น RVDVI+
Volume metric flask ขนาด 25, 50 ml	
Vortex	บริษัท Scientific Industries รุ่น G-560E
กระดาษกรอง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.45 μm	บริษัท Whatman
กระดาษฟอยล์	
กรวยแก้ว	
ขวดน้ำกลั่น	
ขวดแก้ว	
เครื่องชั่งหยาบ (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)	บริษัท A & D Company, Ltd.รุ่น GX 400
เครื่องชั่งละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)	บริษัท A & D Company, Ltd.รุ่น GX 4000
ชุดอุปกรณ์สแตนเลส	
ตะเกียงแอลกอฮอล์	
ตู้เย็นเก็บสาร	
ถุงมือ	
แท่งแก้วคนสาร	
ผ้าขาวบาง	
มีด	
ไม้พายพลาสติก	

3.3 วัสดุอุปกรณ์

น้ำคั้นสดผลมะกรูด
น้ำมันหอมระเหยมะกรูด
น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม
น้ำมันหอมระเหยตะไคร้
สารสกัดใบทองพันชั่ง
สารสกัดเปลือกมังคุด
เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ATCC 6633 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
เชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* ATCC 25922 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

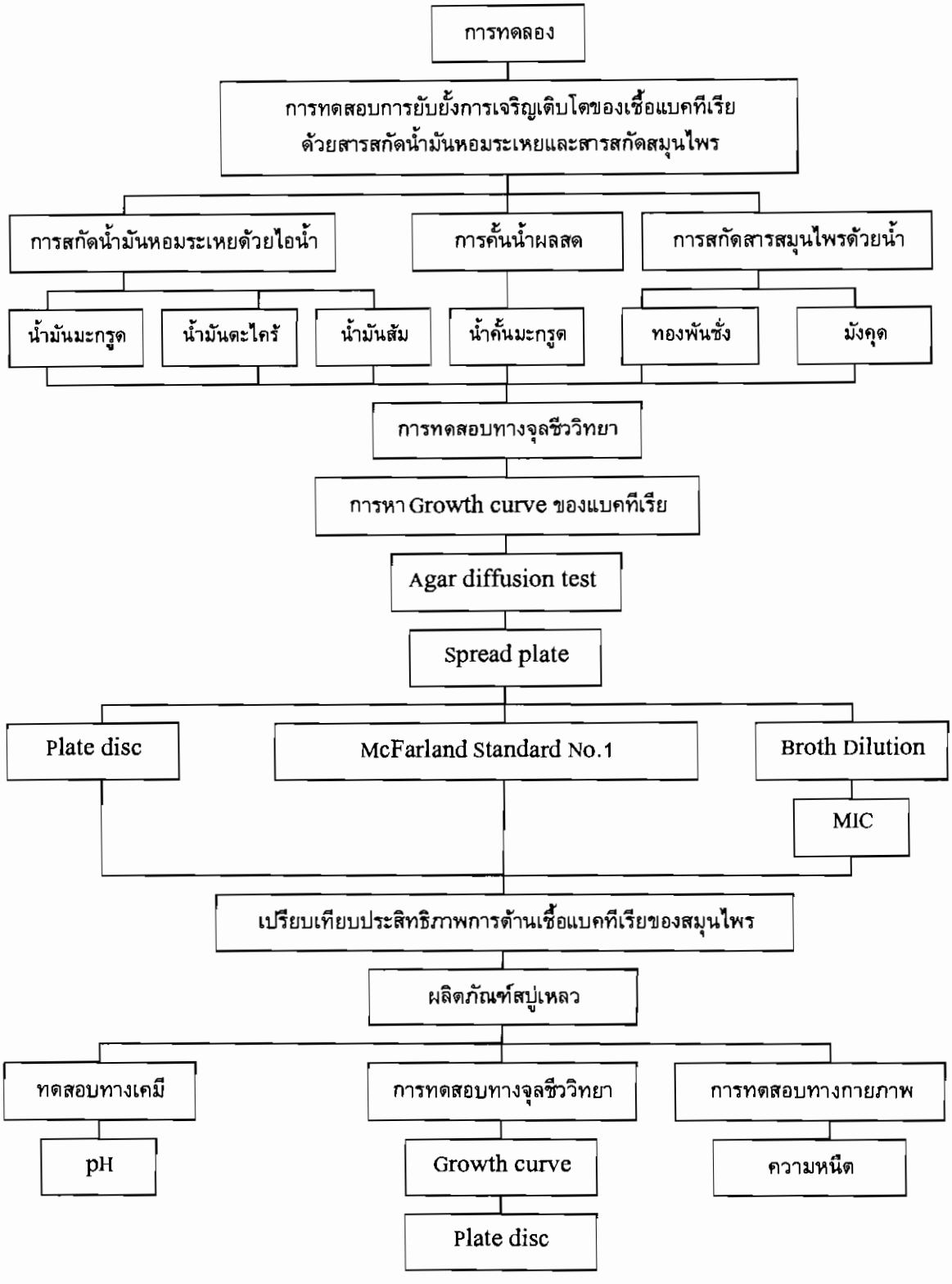
เชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

เชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ATCC 25933 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

เชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

3.4 วิธีการทดลอง (ดูตามภาพที่ 3-1)

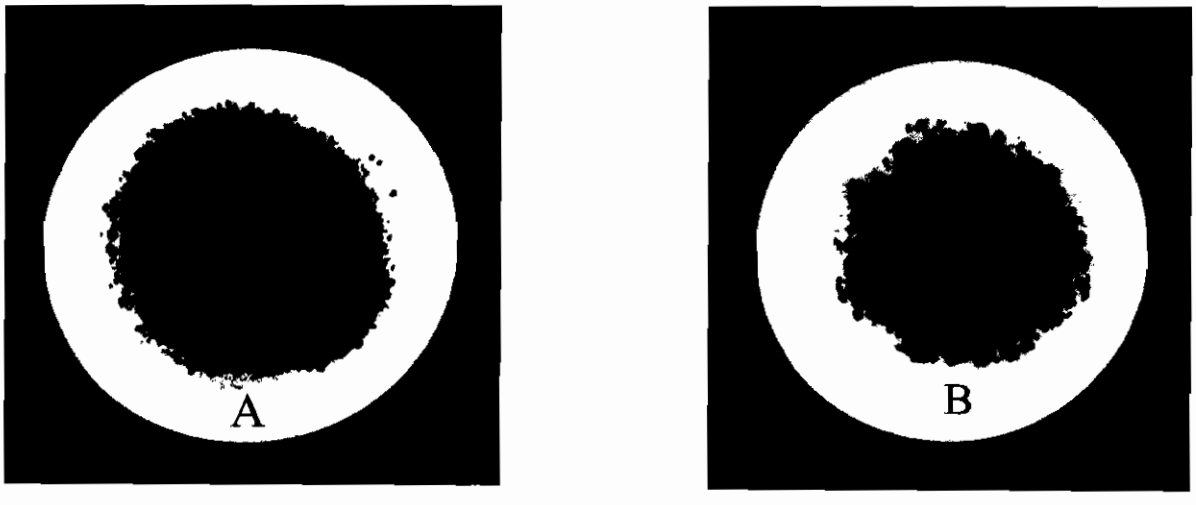
ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนและวิธีการทดลอง



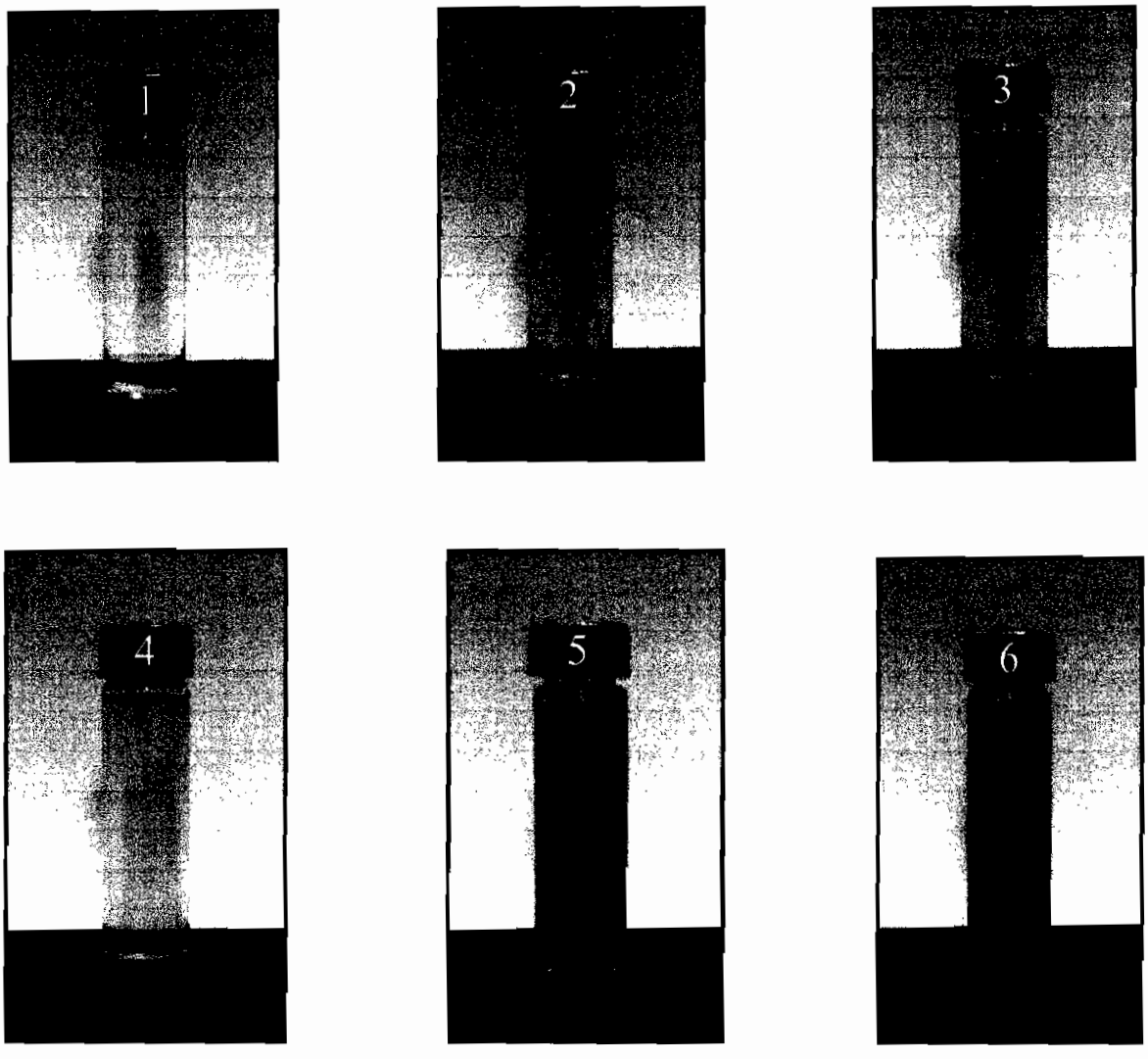
บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การสกัดสมุนไพร

ผลการสกัดสมุนไพรด้วยน้ำ สมุนไพรที่ใช้ ได้แก่ เปลือกมังคุด และทองพันชั่ง โดยนำเปลือกผลมังคุดสด และใบทองพันชั่งสด นำมาปั่นให้ละเอียดและกรองเอาแต่น้ำสารสกัด จากนั้นระเหยให้แห้งด้วยวิธีการใช้ความเย็น (Lyophilizer) ได้สารสกัดแห้งมีลักษณะเป็นผง (ภาพที่ 4-1) ผลการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ สมุนไพรที่ใช้ ได้แก่ มะกรูด เปลือกส้ม และตะไคร้ โดยนำส่วนเปลือกมะกรูด เปลือกส้ม และใบตะไคร้ มาสกัดด้วยเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยแบบใช้ไอน้ำ (ภาพที่ 4-2 ; 1, 2 และ 3) ผลการสกัดด้วยการคั้นน้ำผลสด สมุนไพรที่ใช้ได้แก่ ผลมะกรูด โดยนำผลมะกรูดปอกเปลือกเอาแต่เนื้อผลนำมาคั้นน้ำและกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10000 rpm เป็นเวลา 30 นาที (ภาพที่ 4-2 ; 4) และผลการเจือจางสารสกัดเปลือกมังคุดและสารสกัดทองพันชั่ง (ภาพที่ 4-2 ; 5 และ 6)



ภาพที่ 4-1 แสดงลักษณะสารสกัดเปลือกมังคุดผง A และสารสกัดทองพันชั่งผง B



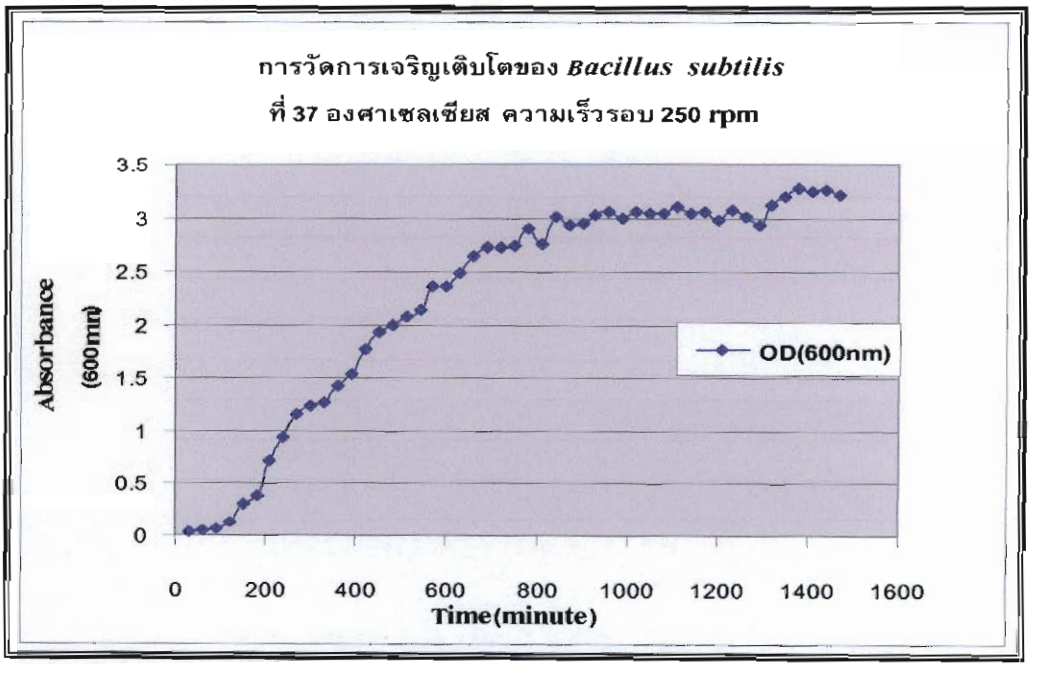
ภาพที่ 4-2 แสดงลักษณะสารสกัดสมุนไพร ดังนี้ 1. น้ำมันหอมระเหยมะกรูด 2. น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ 3. น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม 4. น้ำคั้นผลมะกรูด 5. สารสกัดเปลือกมังคุด และ 6. สารสกัดทองพันชั่ง

4.2 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ใช้ศึกษา

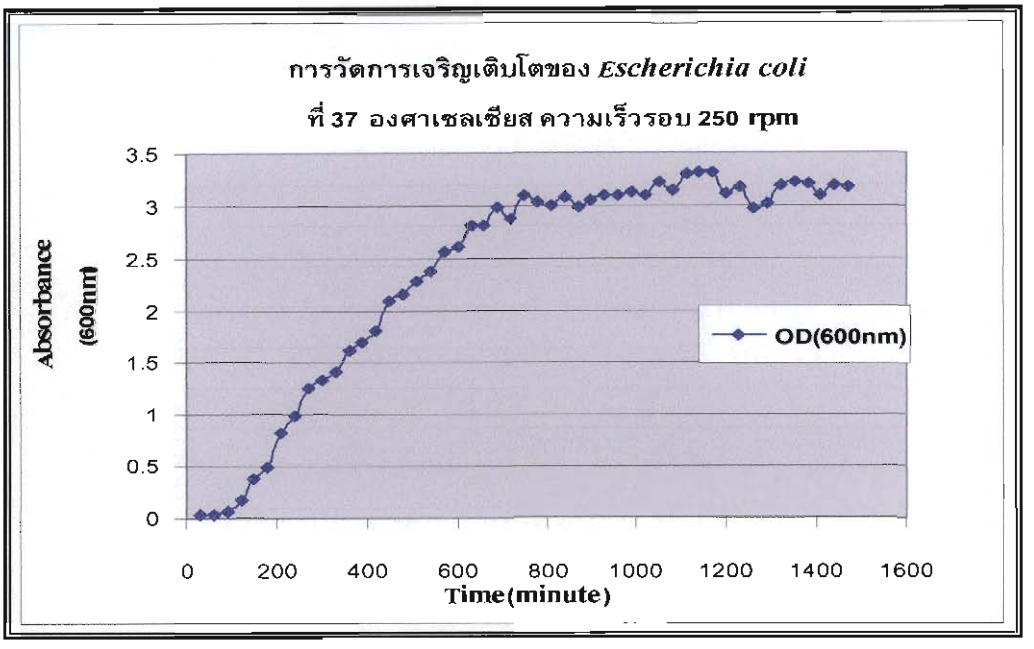
จากการศึกษาเพื่อหาอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดของแบคทีเรียที่ใช้ศึกษา (Maximum Growth Curve) 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* ณ อุณหภูมิ 37°C ที่ความเร็วรอบ 250 rpm ให้ผลดังนี้

ตารางที่ 4-1 แสดงเวลาที่เชื้อแบคทีเรียมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด (Maximum Growth Curve)

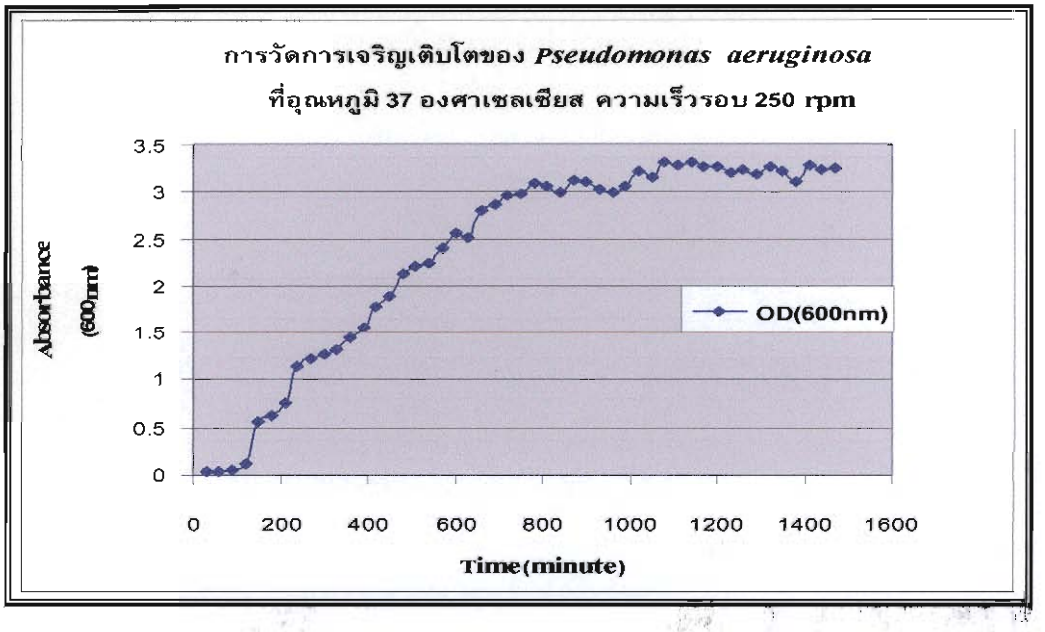
เชื้อ	Maximum Growth Curve (ชั่วโมง)
Bacillus subtilis	11
Escherichia coli	12
Pseudomonas aeruginosa	12
Staphylococcus aureus	12
Staphylococcus epidermidis	18



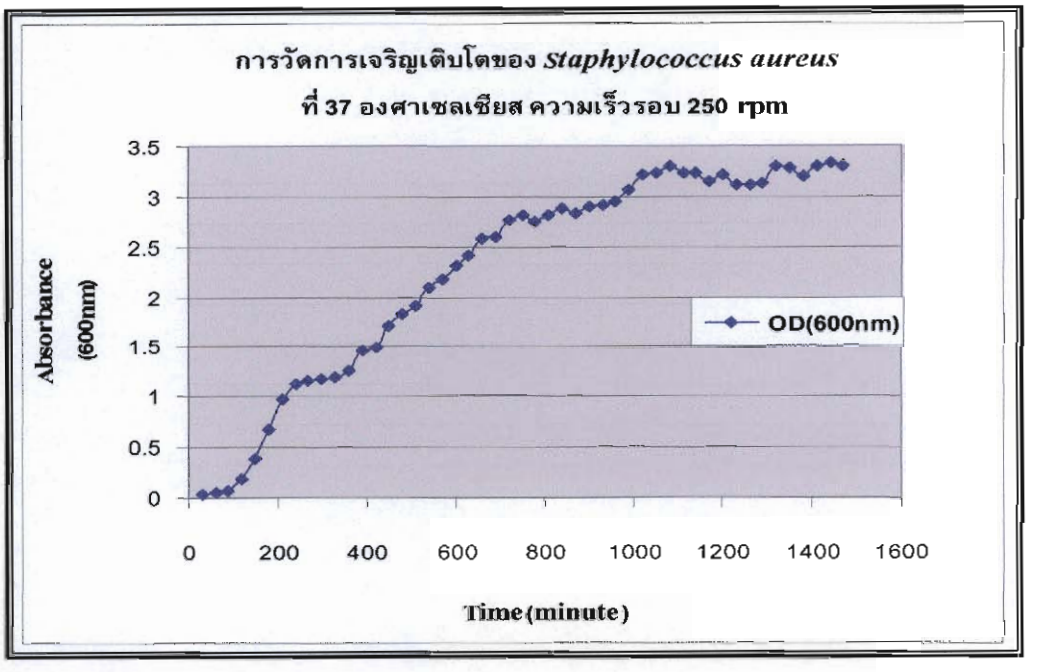
ภาพที่ 4-3 กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ณ อุณหภูมิ 37°C ที่ความเร็วรอบ 250 rpm



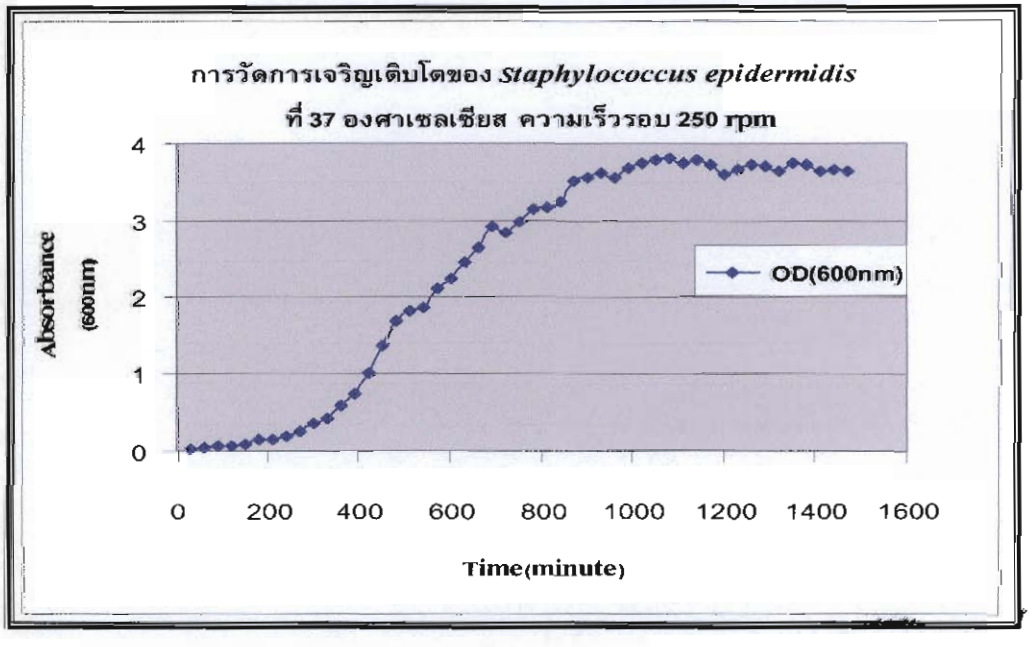
ภาพที่ 4-4 กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli* ณ อุณหภูมิ 37°C ที่ความเร็วรอบ 250 rpm



ภาพที่ 4-5 กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ณ อุณหภูมิ 37°C ที่ความเร็วรอบ 250 rpm



ภาพที่ 4-6 กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ณ อุณหภูมิ 37°C ที่ความเร็วรอบ 250 rpm



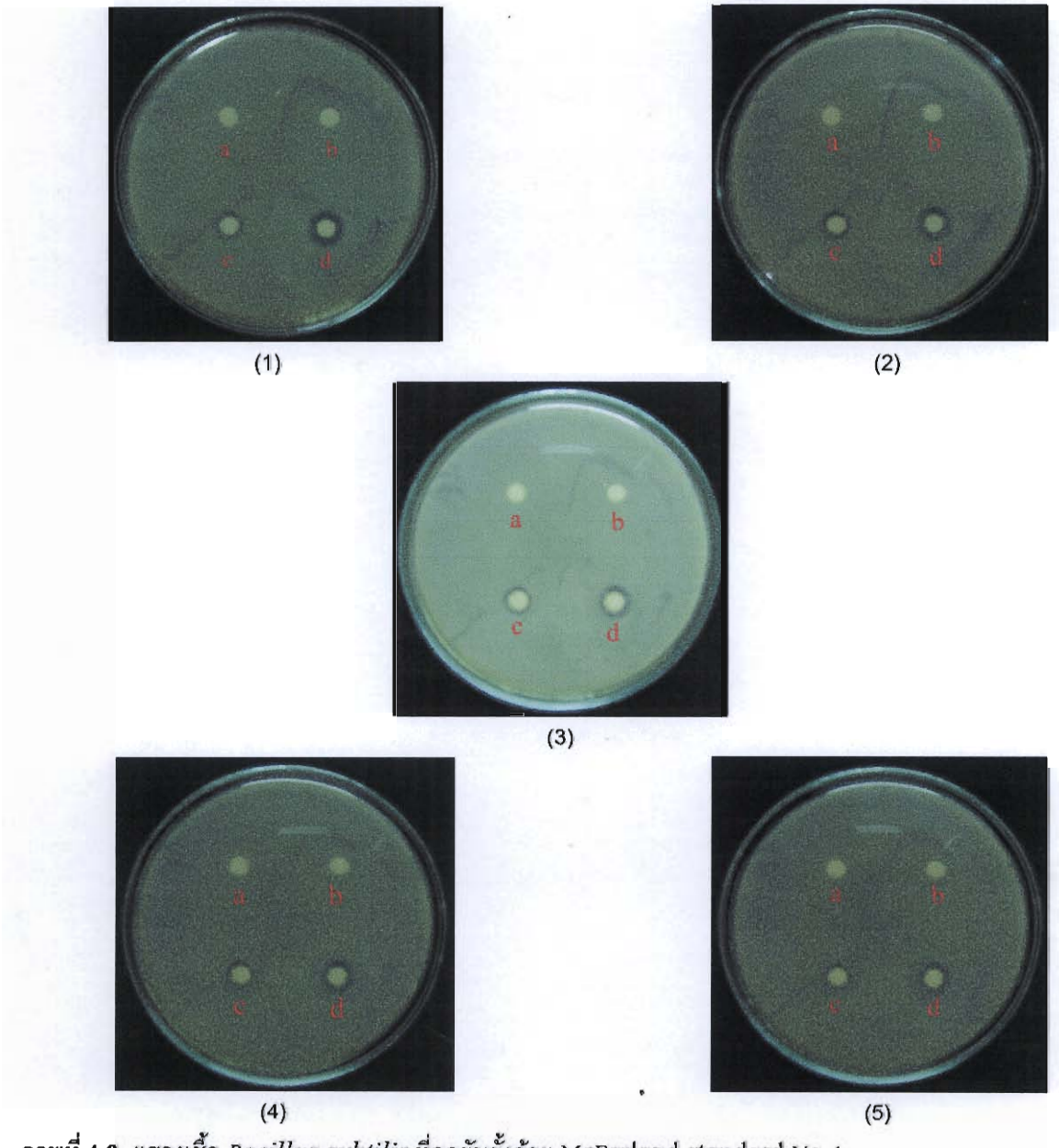
ภาพที่ 4-7 กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ณ อุณหภูมิ 37°C ที่ความเร็วรอบ 250 rpm

4.3 การทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วย McFarland standard No.1

ผลการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียด้วย McFarland standard No.1 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการถูกยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกับสารสกัดสมุนไพรที่ใช้ศึกษา ต่อการเลือกใช้เป็นส่วนผสมในสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ โดยเป็นการทดสอบเชิงปริมาณด้วยวิธี Agar Diffution method ซึ่งให้ผลเป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และทำการศึกษาประสิทธิภาพการถูกยับยั้งโดยพิจารณาจาก Inhibitory zone เป็นเวลา 5 วัน พบว่าประสิทธิภาพการถูกยับยั้งการเจริญเติบโตโดย McFarland standard No.1 ปรากฏว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของ Inhibitory zone ดังแสดงในตารางที่ 4-2

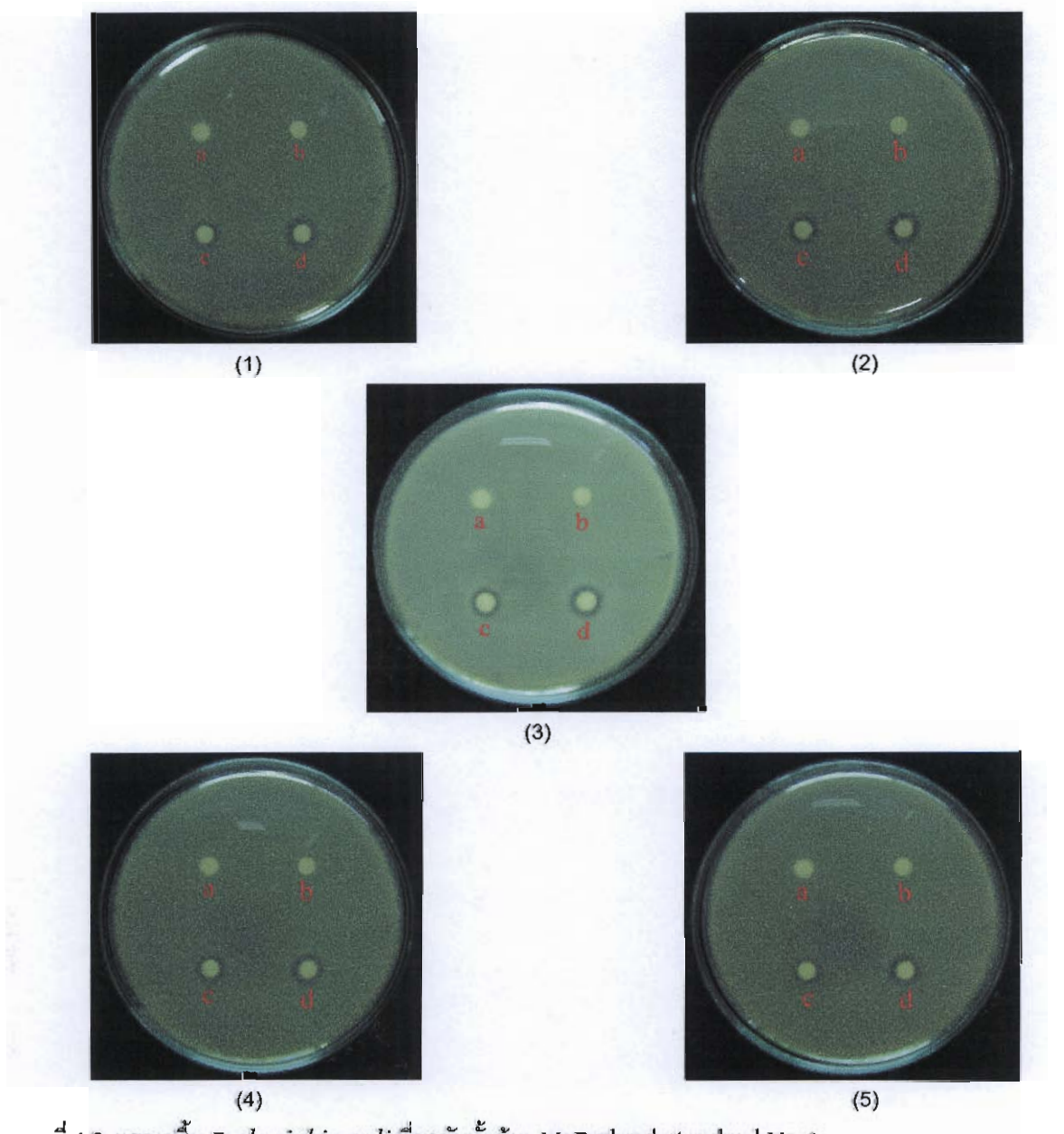
ตารางที่ 4-2 แสดงประสิทธิภาพของ McFarland standard No.1 ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทดสอบ (บ่มเชื้อที่ 37°C เป็นเวลา 5 วัน ไม่เปลี่ยนแปลงขนาดของ Inhibitory zone)

ปริมาณ McFarland standard No.1 / เชื้อ	ขนาดของ Inhibitory zone (mm)			
	Control	10 µl	20 µl	30 µl
Bacillus subtilis	0	6.25	8.00	10.00
Escherichia coli	0	6.25	8.00	9.50
Pseudomonas aeruginosa	0	6.25	8.50	9.50
Staphylococcus aureus	0	6.25	9.25	10.75
Staphylococcus epidermidis	0	6.25	6.50	8.25



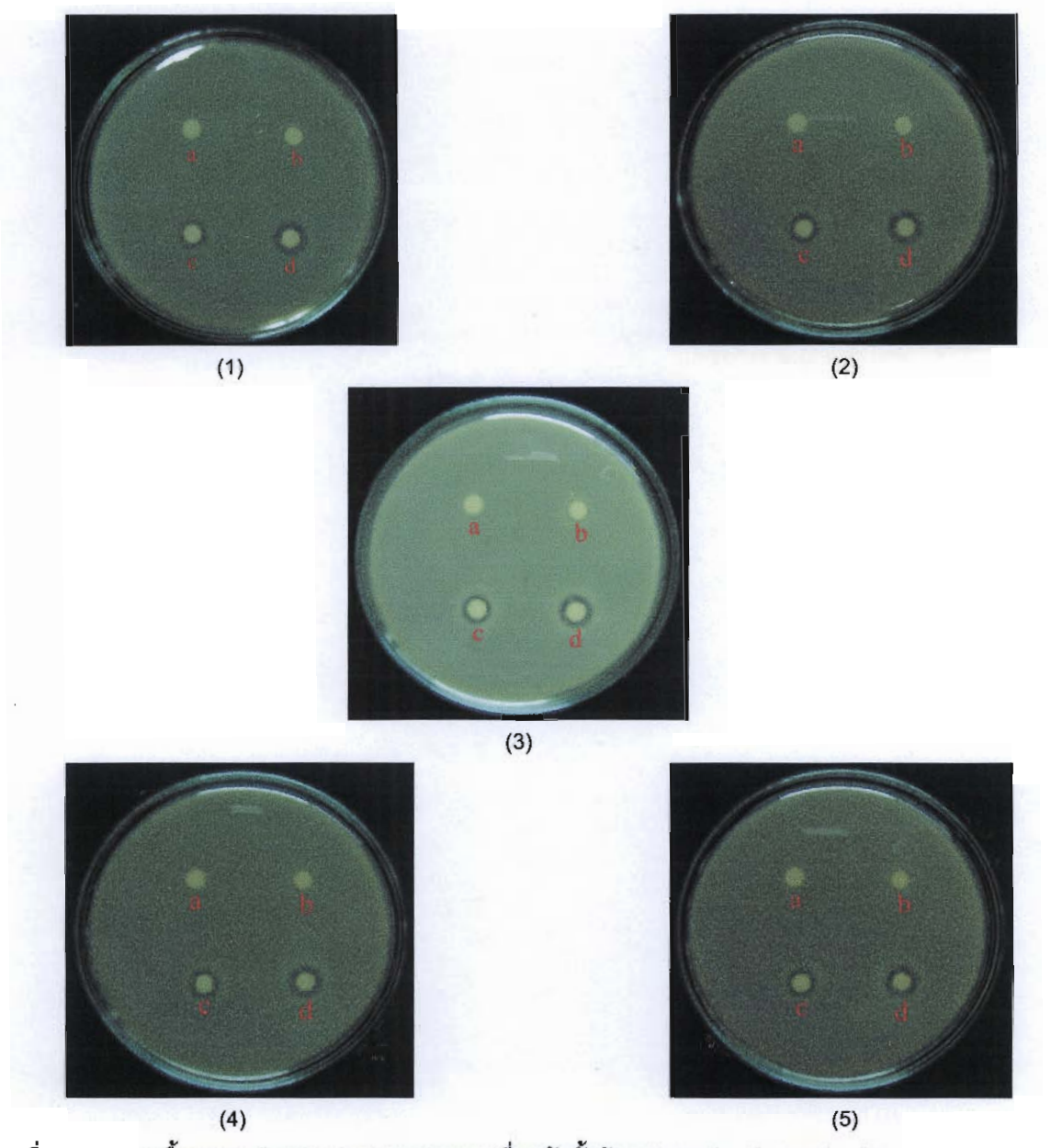
ภาพที่ 4-8 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารละลาย McFarland standard No.1 โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารละลาย McFarland standard No.1 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1 วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-9 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1

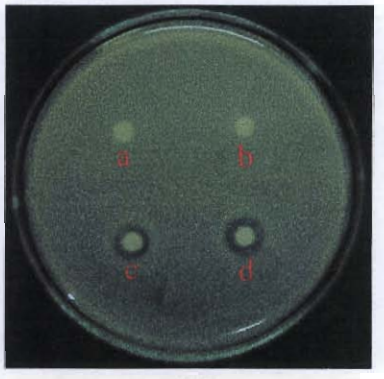
หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารละลาย McFarland standard No.1 โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารละลาย McFarland standard No.1 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1 วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



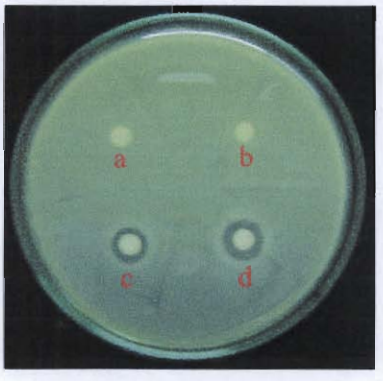
ภาพที่ 4-10 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารละลาย McFarland standard No.1 โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารละลาย McFarland standard No.1 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1 วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

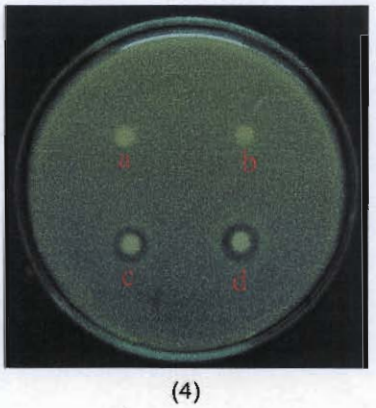
(1)



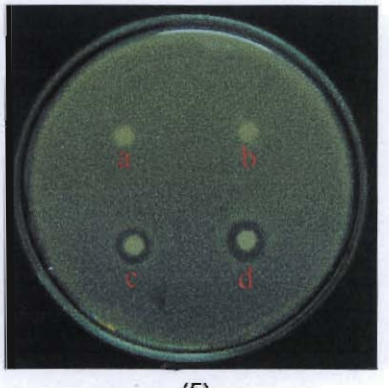
(2)



(3)



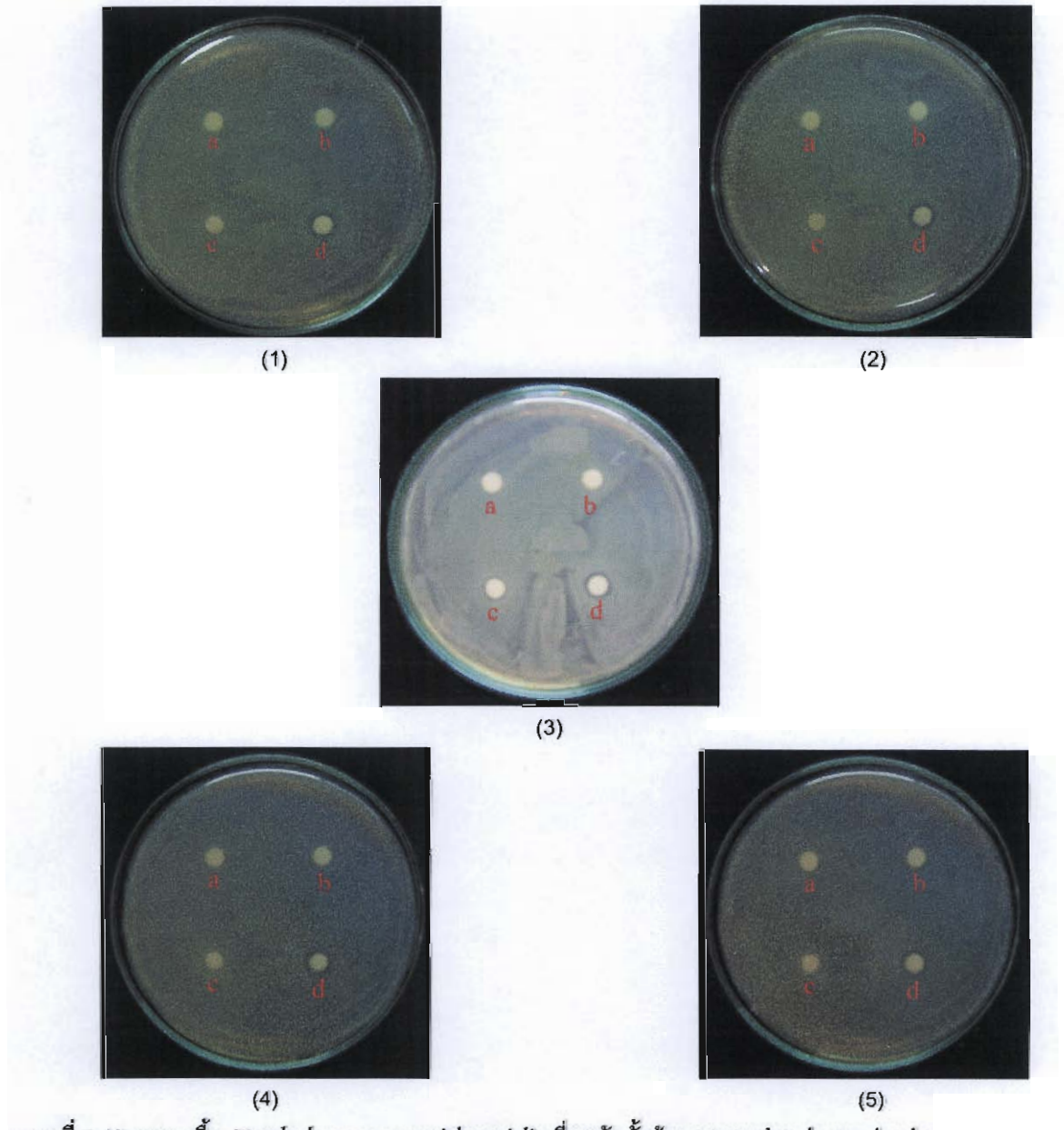
(4)



(5)

ภาพที่ 4-11 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึงปริมาณของสารละลาย McFarland standard No.1 โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารละลาย McFarland standard No.1 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1 วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-12 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารละลาย McFarland standard No.1 โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารละลาย McFarland standard No.1 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วย McFarland standard No.1 วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

4.4 การทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียของสมุนไพรที่ใช้ศึกษา

4.4.1 การศึกษาและทดสอบหาสมุนไพรเดี่ยวที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย

สมุนไพรที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัดทองพันชั่ง โดยทดสอบขีดความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผิวหนัง เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสมุนไพรเดี่ยวที่มีผลต่อการถูกยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยเป็นการทดสอบเชิงปริมาณด้วยวิธี Agar Diffusion method ให้ผลของประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ดังนี้ สมุนไพรเดี่ยวที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดี เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัดทองพันชั่ง 1:3 ตามลำดับ จากผลการทดลอง พบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้และสารสกัดทองพันชั่ง 1:20 ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย พิจารณาจากการเกิด Inhibitory Zone ของแบคทีเรีย เมื่อทดสอบเชิงปริมาณของสมุนไพรที่ปริมาณ 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ ซึ่งรายงานผลเป็นเวลา 5 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4-3

4.4.2 การศึกษาและทดสอบหาสมุนไพรผสมที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย

สมุนไพรที่ใช้ทดสอบในอัตราส่วน 1:1 ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำคั้นผลมะกรูด+สารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด+สารสกัดทองพันชั่ง 1:3, 1:9, 1:15 และ 1:20 ตามลำดับ, สารสกัดเปลือกมังคุด+สารสกัดทองพันชั่ง 1:3, 1:9, 1:15 และ 1:20 ตามลำดับ โดยทดสอบขีดความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผิวหนัง เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสมุนไพรผสมที่มีผลต่อการถูกยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยเป็นการทดสอบเชิงปริมาณด้วยวิธี Agar Diffusion method ให้ผลของประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ดังนี้ สมุนไพรผสมที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดี เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำคั้นผลมะกรูด+สารสกัดเปลือกมังคุด ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า น้ำคั้นผลมะกรูด+สารสกัดทองพันชั่ง 1:3, 1:9, 1:15 และ 1:20 ตามลำดับ, สารสกัดเปลือกมังคุด+สารสกัดทองพันชั่ง 1:3, 1:9, 1:15 และ 1:20 ตามลำดับ ไม่มีฤทธิ์เสริมกันในการยับยั้งแบคทีเรียโดยพิจารณาจากการเกิด Inhibitory Zone ของแบคทีเรีย เมื่อเปรียบเทียบจาก Inhibitory Zone ของสมุนไพรเดี่ยว โดยทดสอบเชิงปริมาณของสมุนไพรที่ปริมาณ 20 µl เป็นเวลา 5 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4-4

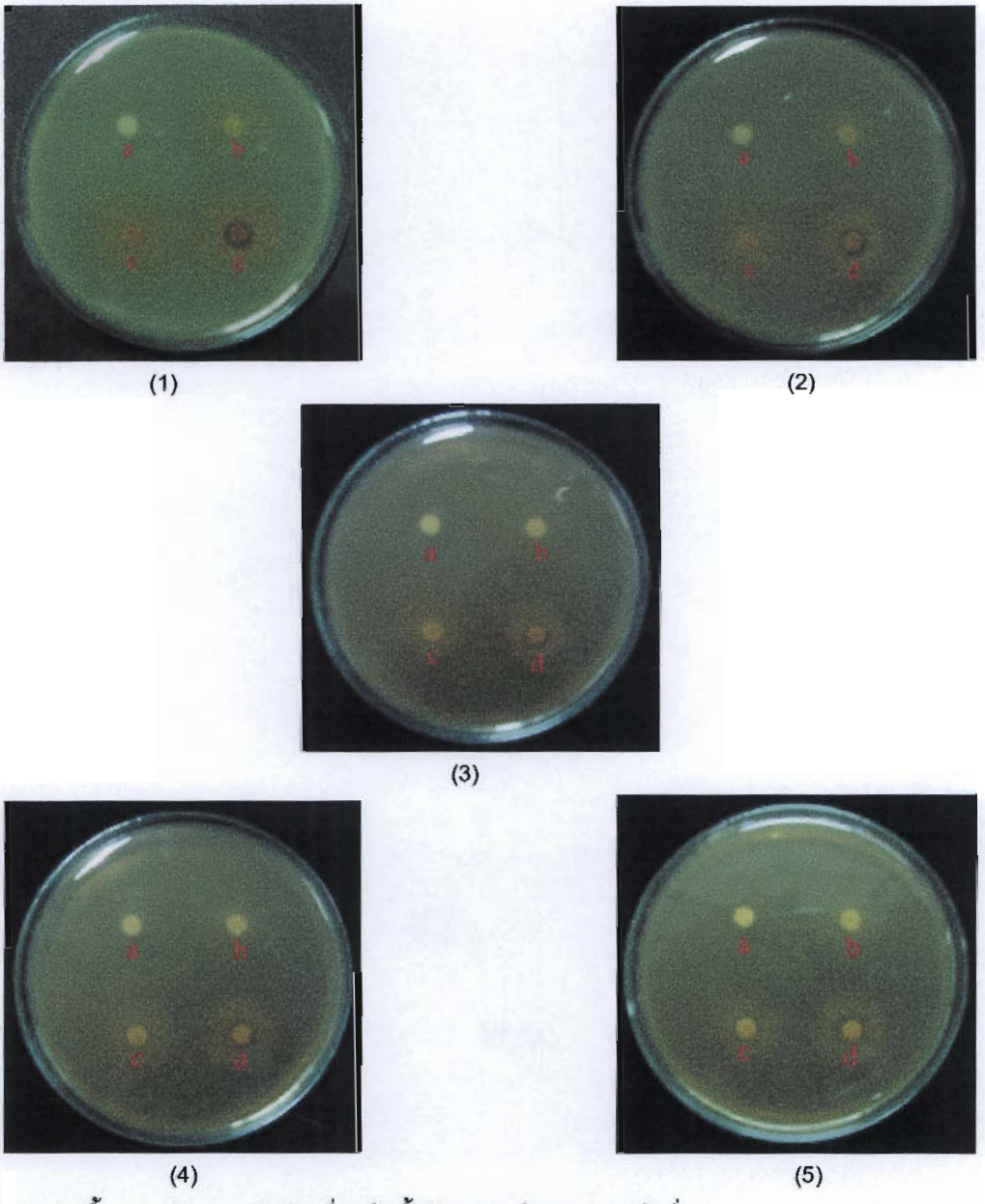
ตารางที่ 4-3 แสดงการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียของสมุนไพรเดี่ยว

สายพันธุ์แบคทีเรีย	ปริมาณ (µl) / จำนวนวัน	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Inhibitory Zone (mm)																			
		น้ำมันหอมระเหยมะกรูด				น้ำมันหอมระเหยตะไคร้				สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง				สารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง				สารสกัดเปลือกมังคุด			
		0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
B. subtilis	1	0	12.58	14.63	16.47	0	0	0	0	0	0	6.25	7.78	0	0	0	0	0	9.44	11.22	12.66
	2	0	12.66	14.63	16.47	0	0	0	0	0	0	6.25	7.70	0	0	0	0	0	9.44	11.22	12.65
	3	0	12.66	14.63	16.47	0	0	0	0	0	0	6.23	7.65	0	0	0	0	0	9.41	11.18	12.85
	4	0	12.66	14.63	16.47	0	0	0	0	0	0	6.15	7.65	0	0	0	0	0	9.40	11.15	12.65
	5	0	12.66	14.63	16.47	0	0	0	0	0	0	6.08	7.61	0	0	0	0	0	9.35	11.15	12.61
E. coli	1	0	12.25	14.16	16.75	0	0	0	0	0	0	6.63	9.06	0	0	0	0	0	8.69	10.25	12.94
	2	0	12.25	14.18	16.75	0	0	0	0	0	0	6.60	9.00	0	0	0	0	0	8.69	10.25	12.91
	3	0	12.25	14.16	18.75	0	0	0	0	0	0	6.60	8.97	0	0	0	0	0	8.65	10.24	12.90
	4	0	12.25	14.16	18.75	0	0	0	0	0	0	6.58	8.95	0	0	0	0	0	8.62	10.20	12.88
	5	0	12.25	14.18	16.75	0	0	0	0	0	0	6.55	8.95	0	0	0	0	0	8.60	10.20	12.85
P. aeruginosa	1	0	12.76	16.38	20.41	0	0	0	0	0	0	6.25	7.50	0	0	0	0	0	9.66	11.00	13.38
	2	0	12.76	16.38	20.41	0	0	0	0	0	0	6.21	7.48	0	0	0	0	0	9.66	11.00	13.35
	3	0	12.78	16.38	20.41	0	0	0	0	0	0	6.16	7.45	0	0	0	0	0	9.65	10.95	13.31
	4	0	12.78	16.38	20.41	0	0	0	0	0	0	8.15	7.42	0	0	0	0	0	9.61	10.91	13.27
	5	0	12.76	16.38	20.41	0	0	0	0	0	0	6.15	7.42	0	0	0	0	0	9.60	10.91	13.25
S. aureus	1	0	15.13	18.88	23.44	0	0	0	0	0	0	7.00	6.25	0	0	0	0	0	9.34	11.10	12.63
	2	0	15.13	18.88	23.44	0	0	0	0	0	0	6.90	8.23	0	0	0	0	0	9.30	11.10	12.63
	3	0	15.13	18.88	23.44	0	0	0	0	0	0	6.85	6.20	0	0	0	0	0	9.28	11.07	12.60
	4	0	15.13	18.88	23.44	0	0	0	0	0	0	5.61	8.20	0	0	0	0	0	9.28	11.05	12.55
	5	0	15.13	18.88	23.44	0	0	0	0	0	0	6.76	6.17	0	0	0	0	0	9.25	11.05	12.55
S. epidermidis	1	0	17.13	22.00	29.63	0	0	0	0	0	0	7.25	8..56	0	0	0	0	0	8.94	12.00	13.63
	2	0	17.13	22.00	29.63	0	0	0	0	0	0	7.21	8.55	0	0	0	0	0	8.94	11.96	13.60
	3	0	17.13	22.00	29.63	0	0	0	0	0	0	7.21	8.51	0	0	0	0	0	8.91	11.95	13.60
	4	0	17.13	22.00	29.63	0	0	0	0	0	0	7.17	8.47	0	0	0	0	0	8.86	11.95	13.56
	5	0	17.13	22.00	29.63	0	0	0	0	0	0	7.15	8.45	0	0	0	0	0	8.85	11.91	13.56

ตารางที่ 4-4 แสดงการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียของสมุนไพรผสม

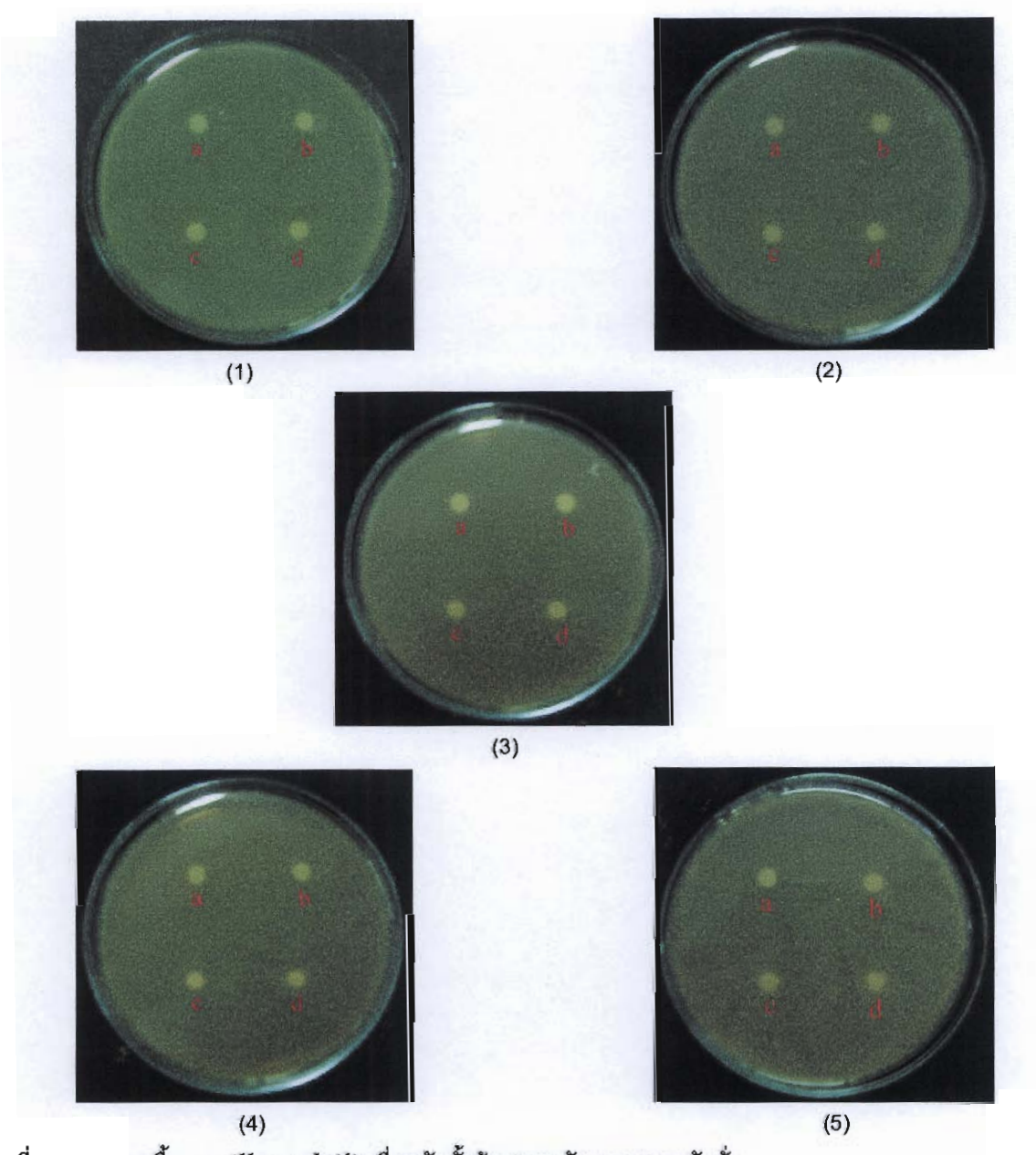
สายพันธุ์แบคทีเรีย	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Inhibitory Zone (mm)																		
	จำนวนวัน	control	น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม	น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	น้ำคั้นผลมะกรูด	สารสกัดเปลือกมังคุด	น้ำคั้นผลมะกรูด+สารสกัดเปลือกมังคุด	1:3 ทองพันชั่ง	1:9 ทองพันชั่ง	1:15 ทองพันชั่ง	1:20 ทองพันชั่ง	น้ำคั้นผลมะกรูด +1:3 ทองพันชั่ง	น้ำคั้นผลมะกรูด +1:9 ทองพันชั่ง	น้ำคั้นผล มะกรูด+1:15	น้ำคั้นผล มะกรูด+1:20	สารสกัดเปลือกมังคุด + 1:3 ทองพันชั่ง	สารสกัดเปลือกมังคุด +1:9 ทองพันชั่ง	สารสกัดเปลือกมังคุด +1:15 ทองพันชั่ง	สารสกัดเปลือกมังคุด +1:20ทองพันชั่ง
B.subtilis	1	0	19.25	22.00	23.00	10.00	9.25	11.00	6.25	0	0	0	8.95	7.25	7.00	6.87	7.55	6.25	7.00	7.84
	2	0	19.25	22.00	23.00	10.00	9.25	11.00	8.25	0	0	0	8.95	7.25	7.00	6.87	7.55	6.25	7.00	7.84
	3	0	19.20	21.95	22.97	9.85	9.20	10.95	6.25	0	0	0	8.90	7.20	6.95	6.85	7.50	6.20	6.95	7.80
	4	0	19.15	21.90	22.95	9.83	9.10	10.93	6.10	0	0	0	8.85	7.15	6.85	6.80	7.45	6.18	6.92	7.75
	5	0	19.10	21.90	22.73	9.80	9.08	10.85	6.05	0	0	0	8.80	7.10	6.79	8.75	7.42	8.15	6.90	7.70
E.coli	1	0	19.50	18..50	25.25	9.95	8.75	10.95	6.15	0	0	0	7.25	6.95	7.85	7.50	9.00	7.25	8.25	6.95
	2	0	19.50	18..50	25.25	9.95	8.75	10.95	6.15	0	0	0	7.25	6.95	7.85	7.50	9.00	7.25	8.25	8.95
	3	0	19.45	18.45	25.20	9.90	8.50	10.90	6.10	0	0	0	7.24	6.90	7.80	7.45	8.75	7.20	8.20	8.90
	4	0	19.43	18.40	25.20	9.85	8.45	10.50	6.05	0	0	0	7.20	6.85	7.75	7.43	8.73	7.18	8.18	8.90
	5	0	19.40	18.38	25.17	9.80	8.40	10.82	6.00	0	0	0	7.15	6.80	7.70	7.40	8.70	7.15	8.15	6.85
P.aeruginosa	1	0	18.85	17.25	24.50	10.00	8.95	12.25	6.25	0	0	0	8.25	7.00	7.25	7.00	8.00	7.35	7.20	7.50
	2	0	18.85	17.25	24.50	10.00	8.95	12.25	6.25	0	0	0	8.25	7.00	7.25	7.00	8.00	7.35	7.20	7.50
	3	0	18.80	17.23	24.45	10.00	8.90	12.20	6.25	0	0	0	8.20	6.95	7.20	7.00	7.87	7.30	7.15	7.40
	4	0	18.75	17.20	24.40	9.95	8.85	12.18	6.20	0	0	0	8.18	6.92	7.15	6.85	7.85	7.23	7.18	7.24
	5	0	18.72	17.15	24.35	9.80	8.79	12.15	6.10	0	0	0	8.15	8.90	7.14	8.80	7.83	7.21	7.15	7.20
S.aureus	1	0	22.65	21.50	23.65	10.15	9.25	11.15	8.80	0	0	0	7.50	7.25	8.75	7.25	8.50	7.85	8.55	8.75
	2	0	22.65	21.50	23.65	10.15	9.25	11.15	6.80	0	0	0	7.50	7.25	8.75	7.25	8.50	7.85	8.55	8.75
	3	0	22.80	21.40	23.50	10.10	9.20	11.10	6.75	0	0	0	7.45	7.23	8.70	7.20	8.45	7.80	8.50	8.70
	4	0	22.55	21.35	23.50	10.05	9.18	11.08	6.25	0	0	0	7.43	7.20	8.85	7.15	8.40	7.78	8.48	8.65
	5	0	22.53	21.33	23.43	9.95	9.05	11.05	6.25	0	0	0	7.40	7.18	8.60	7.10	7.35	7.78	8.40	8.60
S.epidermidis	1	0	21.45	20.50	24.45	13.00	10.25	14.50	6.50	0	0	0	7.50	6.50	9.00	9.50	8.85	9.25	8.25	9.75
	2	0	21.45	20.50	24.45	13.00	10.25	14.50	6.50	0	0	0	7.50	6.50	9.00	9.50	8.85	9.25	8.25	9.75
	3	0	21.40	20.45	24.43	12.89	10.20	14.45	6.45	0	0	0	7.45	6.42	8.95	9.42	8.80	9.21	8.23	9.70
	4	0	21.34	20.40	24.40	12.85	10.15	14.35	6.40	0	0	0	7.43	6.40	8.90	9.40	8.75	9.20	8.20	9.64
	5	0	21.30	20.37	24.36	12.82	10.13	14.31	6.36	0	0	0	7.40	6.34	8.80	9.35	8.70	9.19	8.16	9.50

การทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยใช้สมุนไพรเดี่ยว



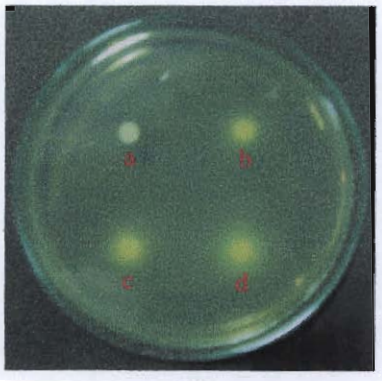
ภาพที่ 4-13 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพัน ชั่งวันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

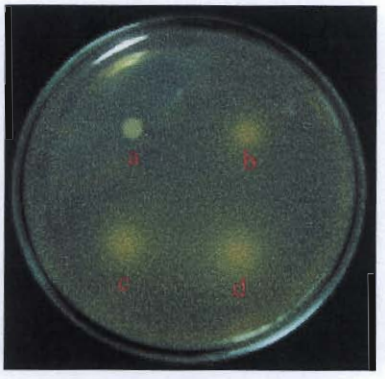


ภาพที่ 4-14 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

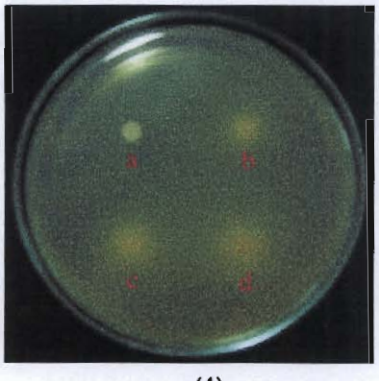


(1)

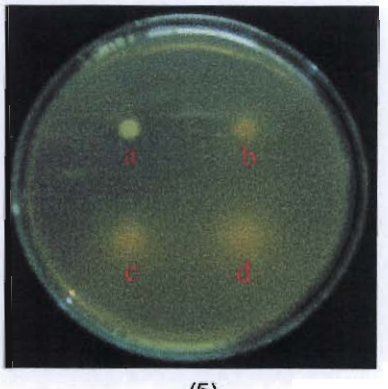


(2)

(3)



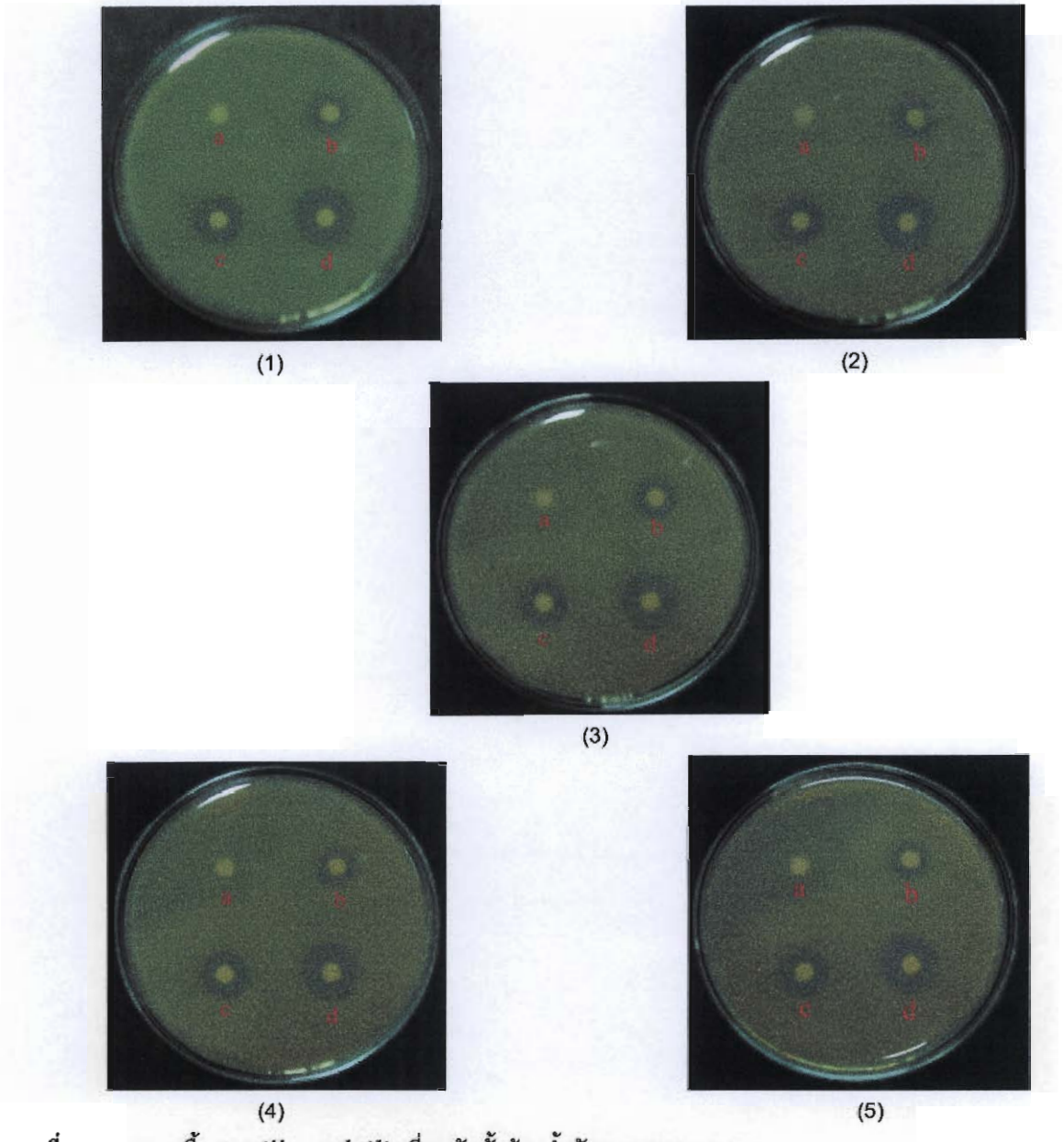
(4)



(5)

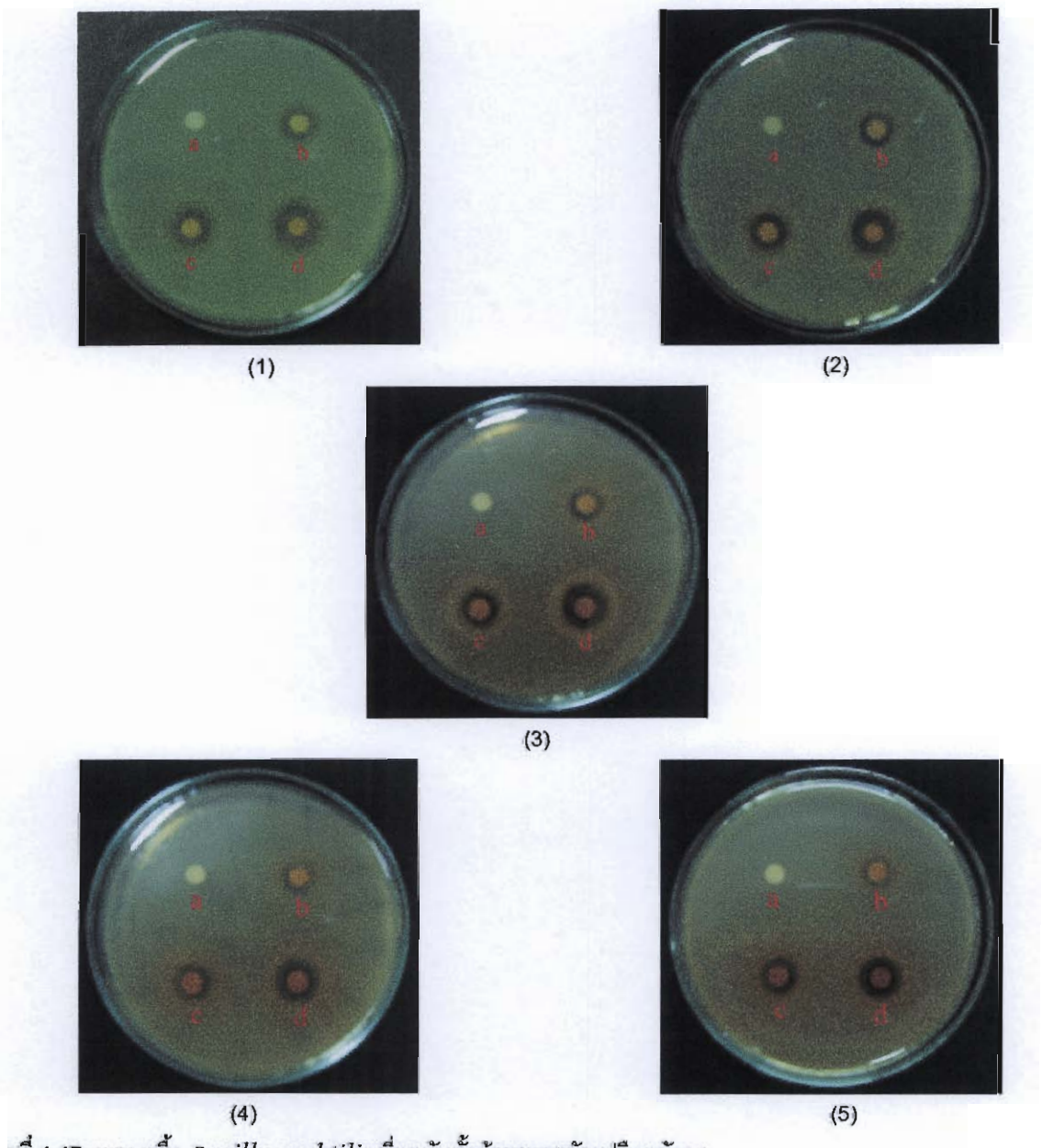
ภาพที่ 4-15 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



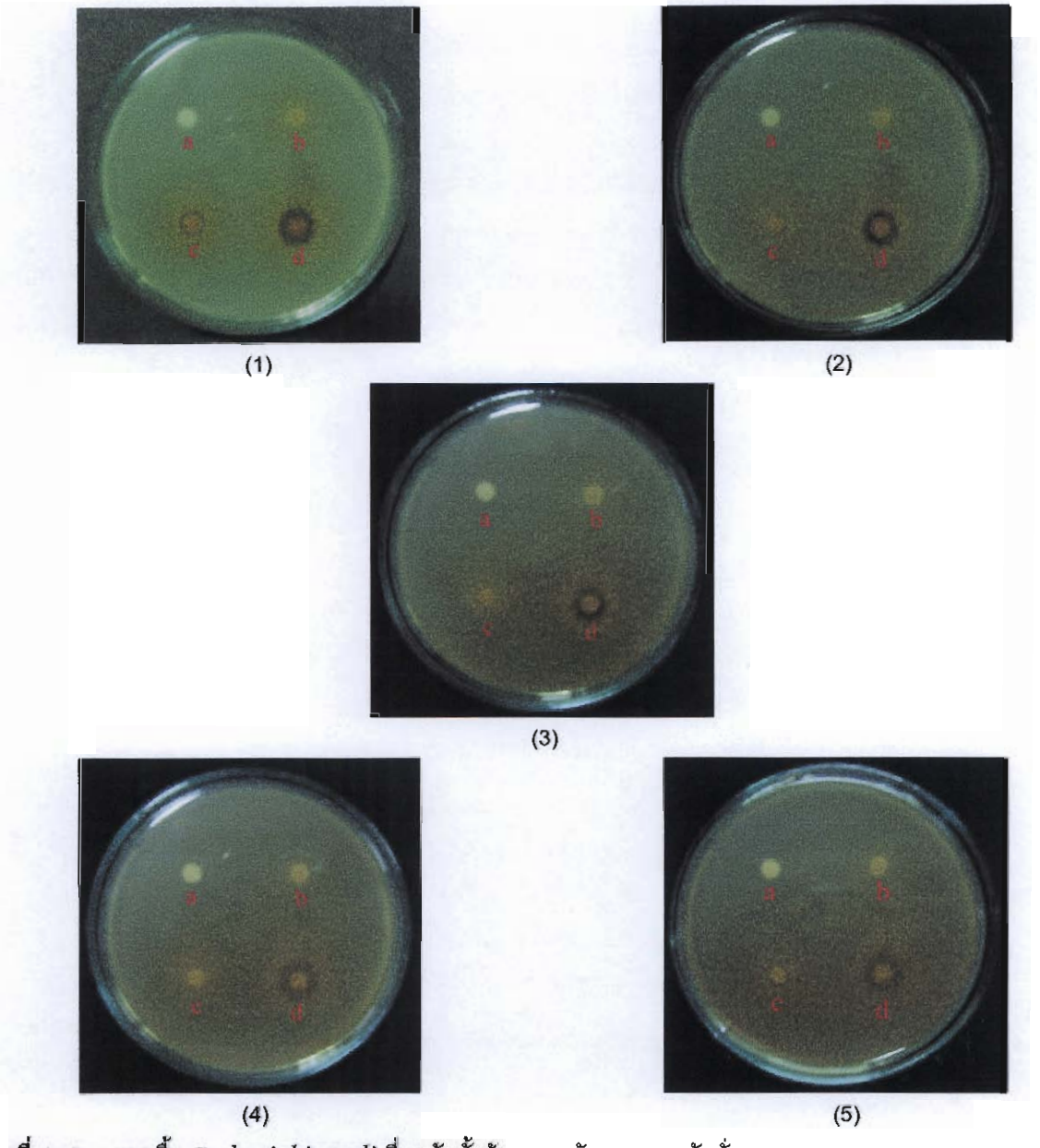
ภาพที่ 4-16 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



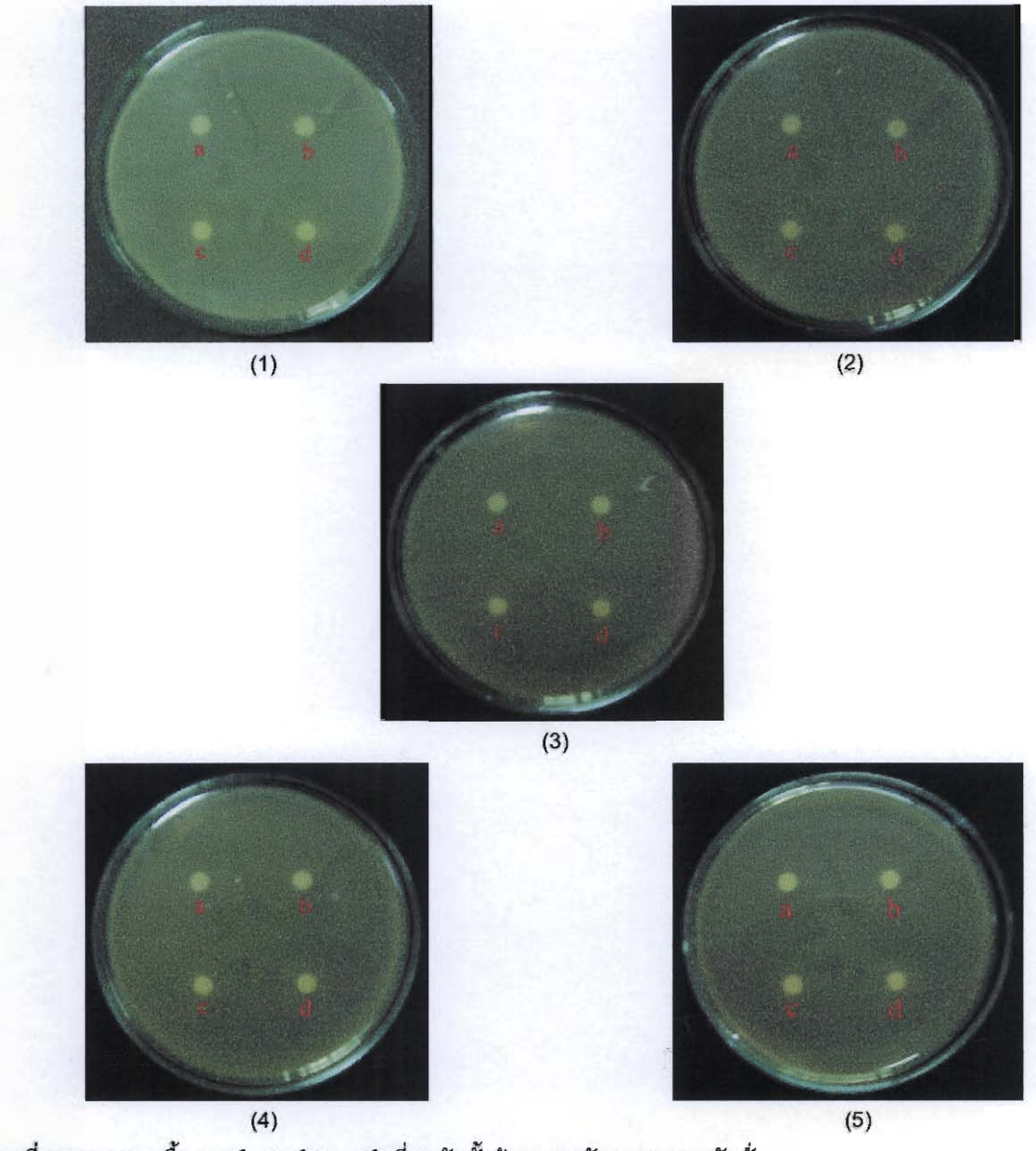
ภาพที่ 4-17 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัดเปลือกมังคุด โดย
a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัดเปลือกมังคุด 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



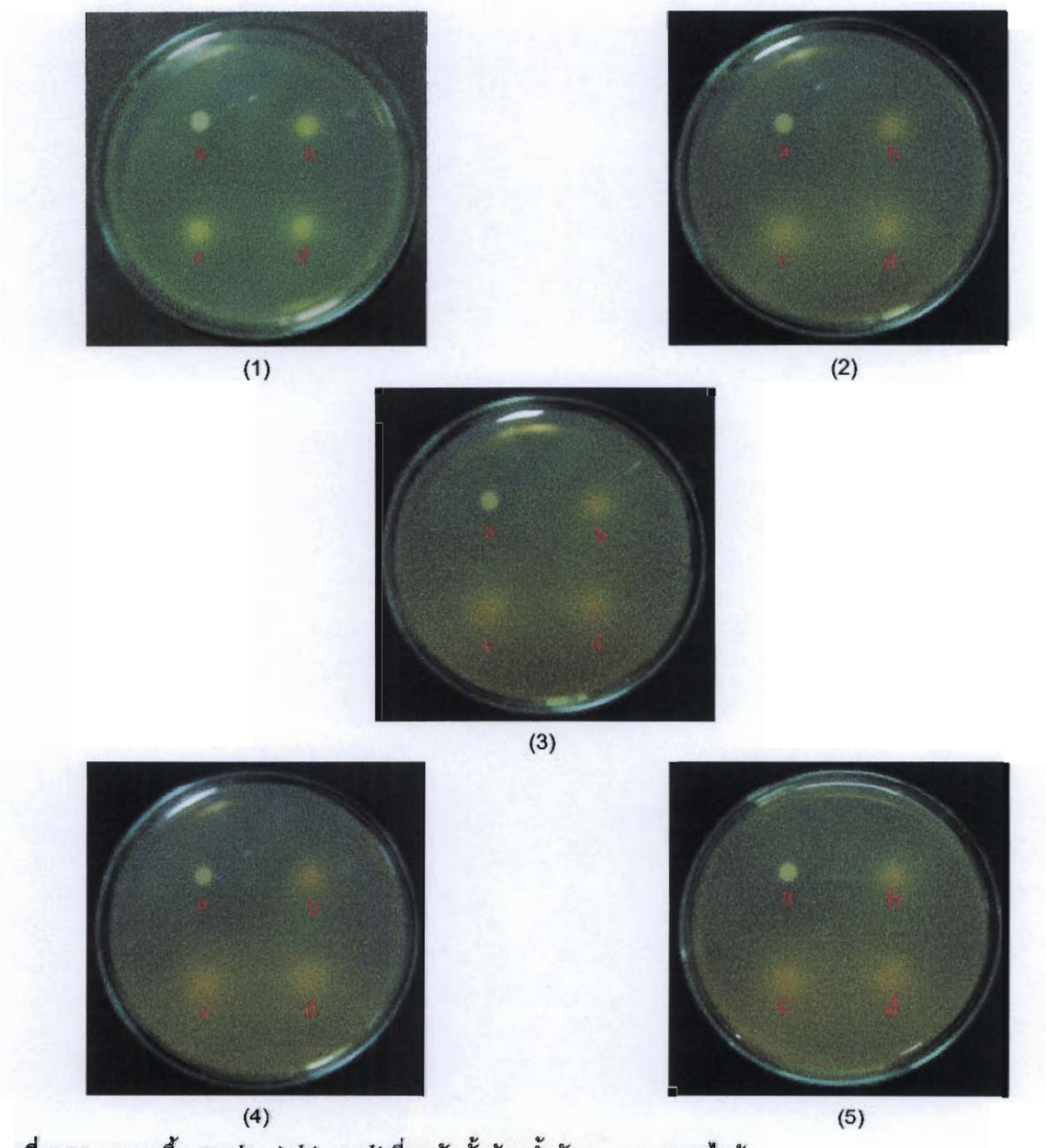
ภาพที่ 4-18 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



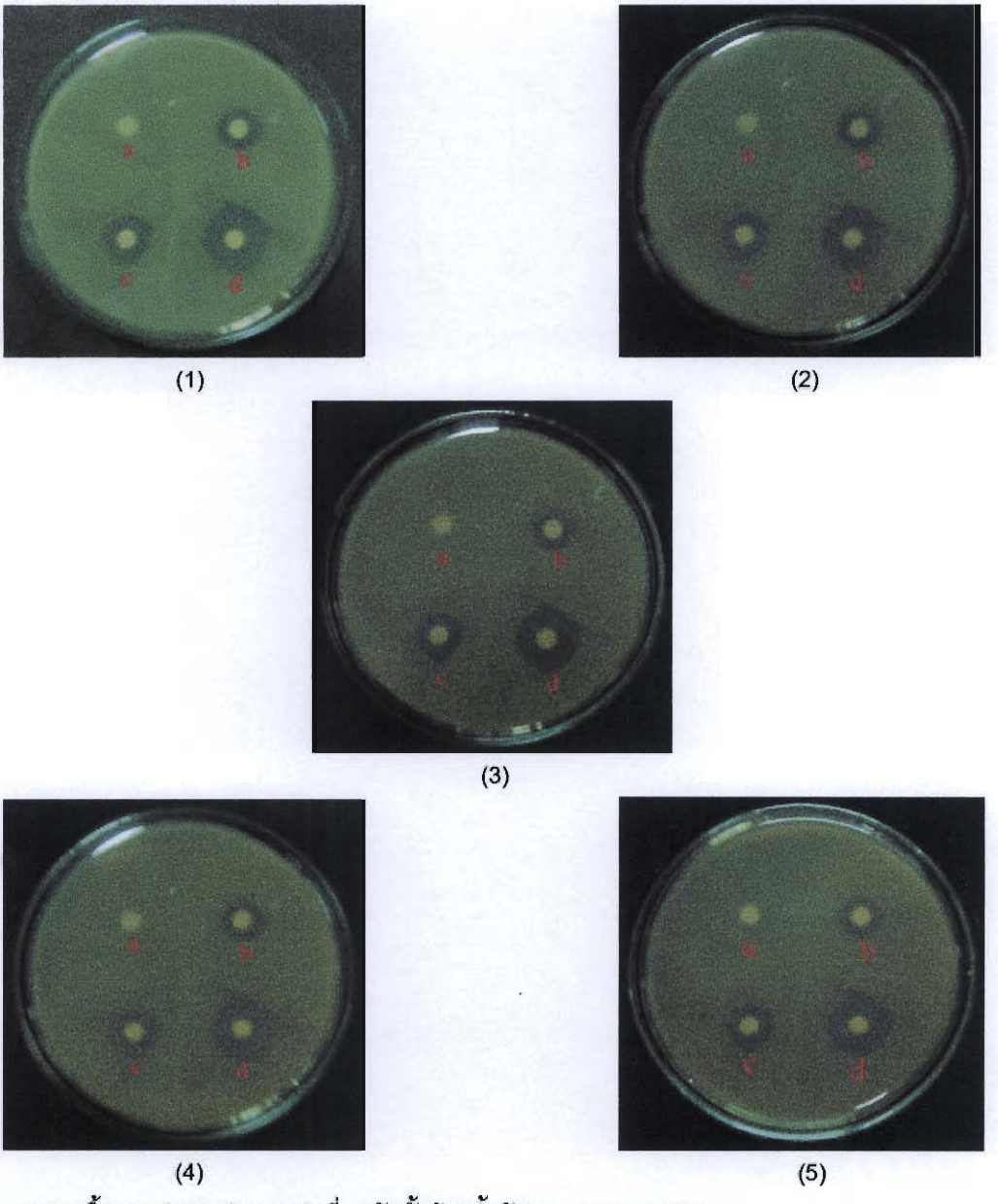
ภาพที่ 4-19 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



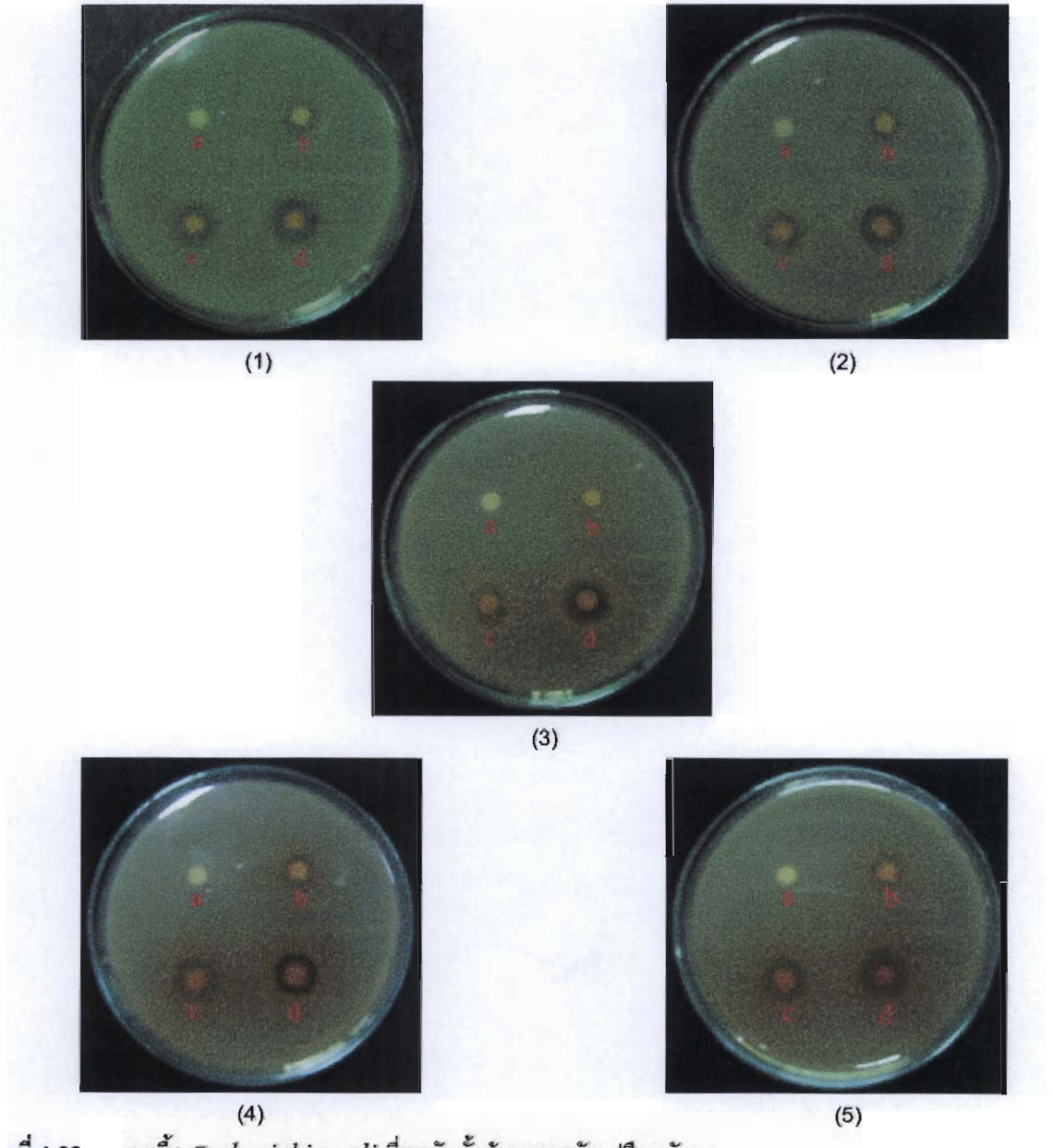
ภาพที่ 4-20 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ โดย
a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



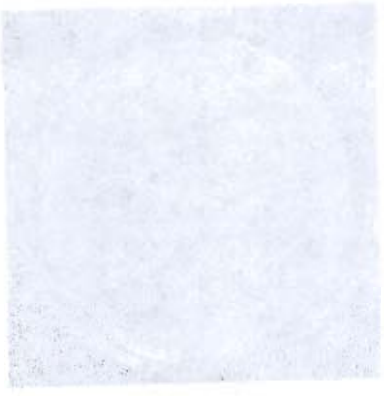
ภาพที่ 4-21 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

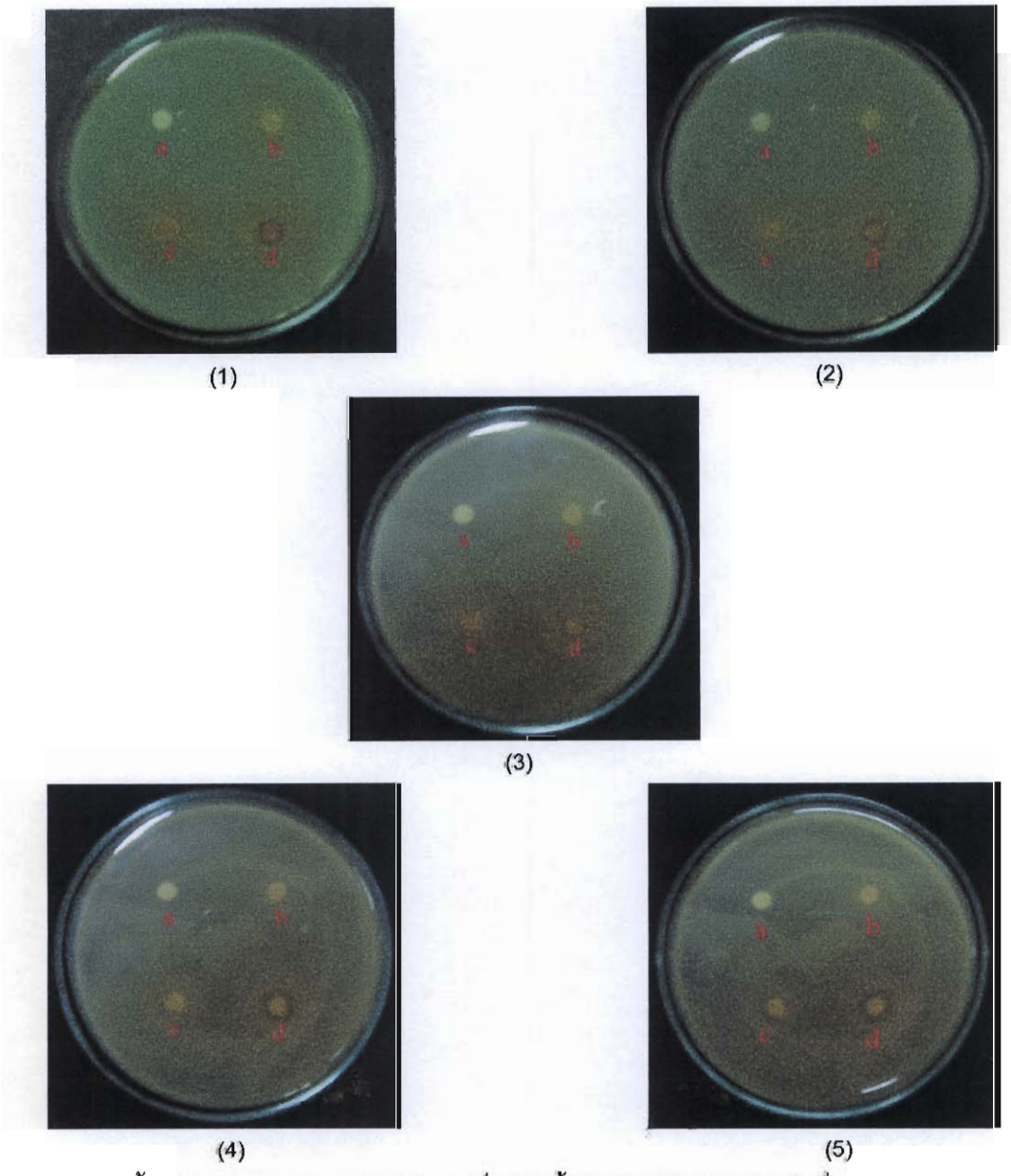
หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-22 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด

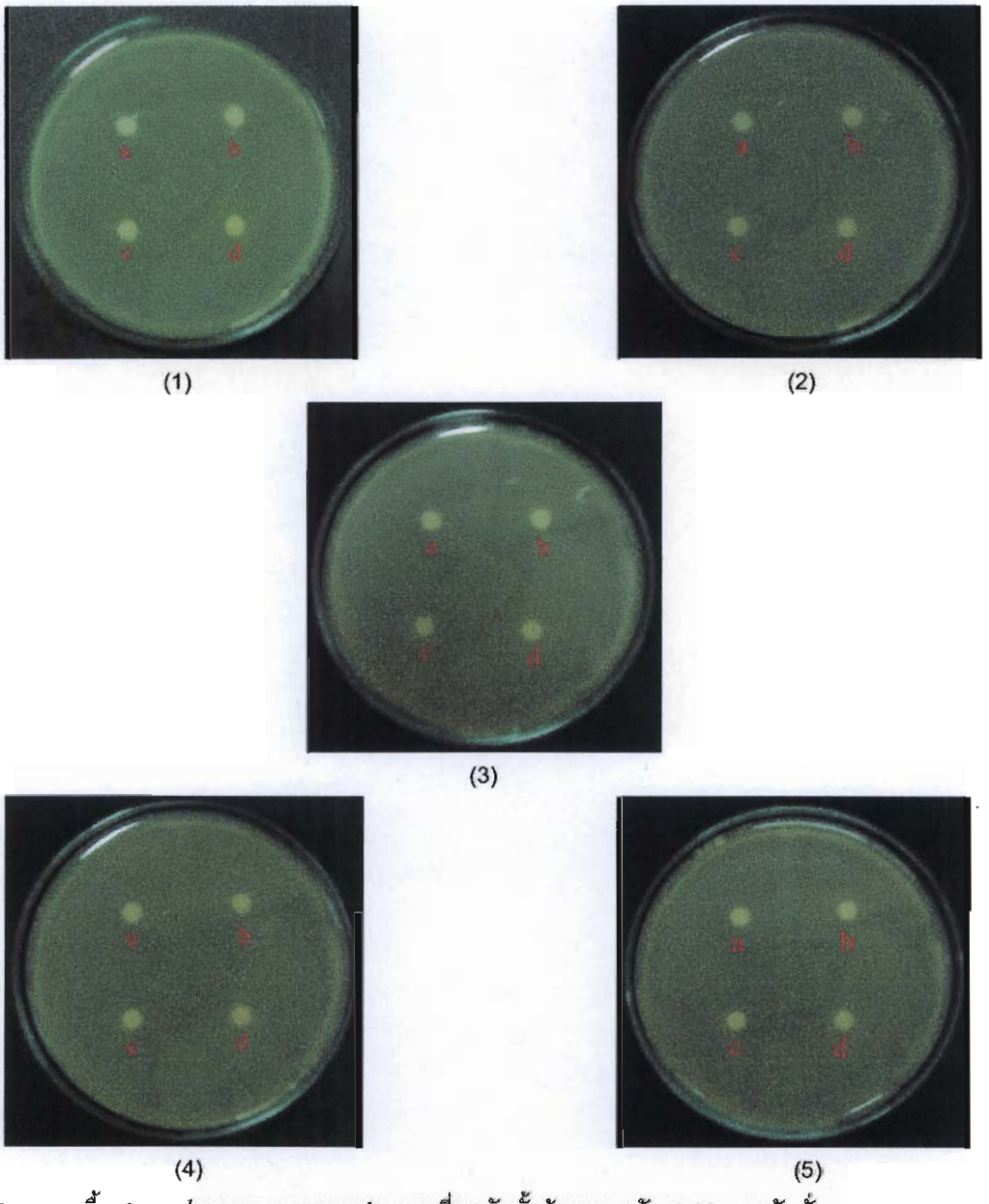
หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัดเปลือกมังคุด โดย
a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัดเปลือกมังคุด 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ





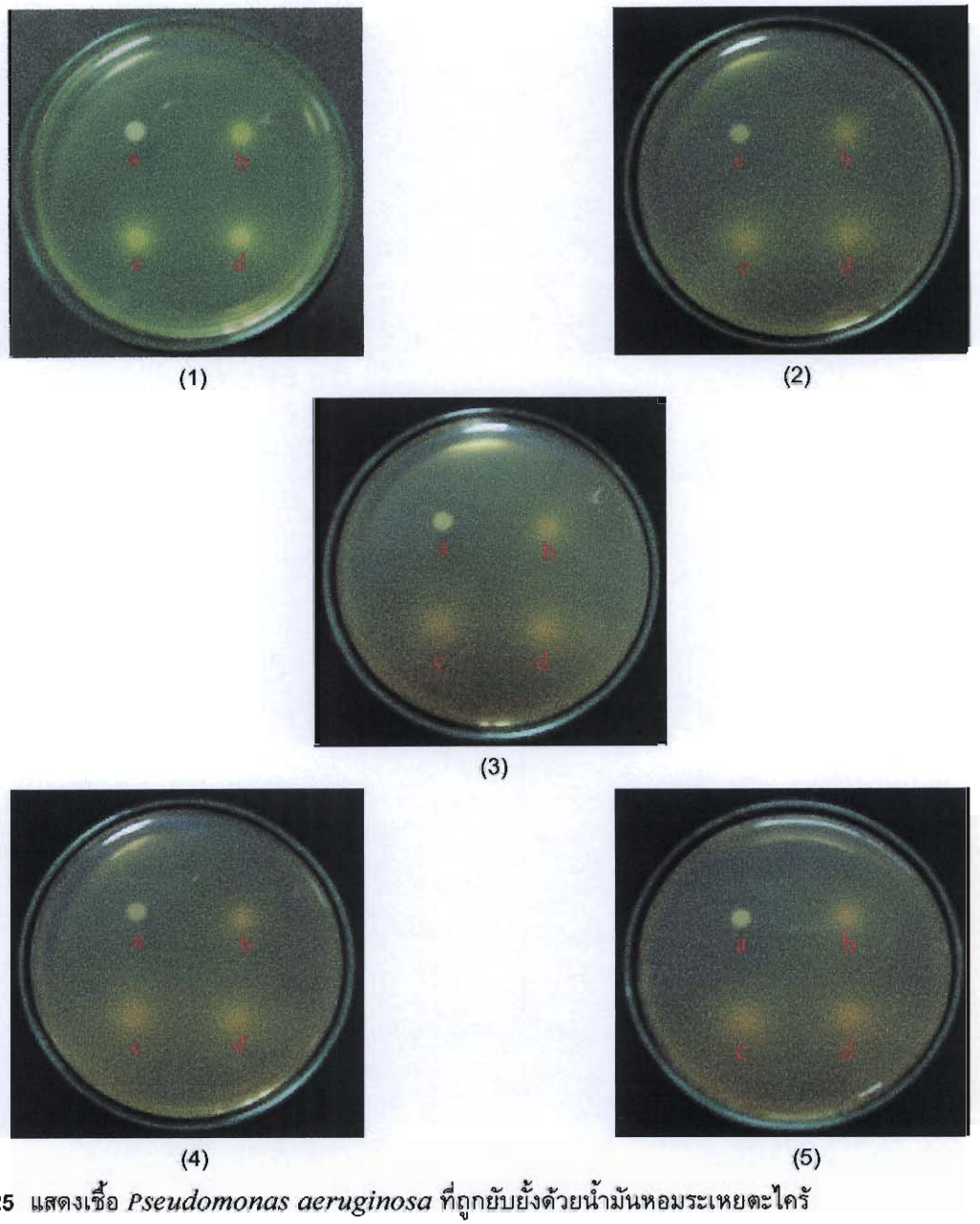
ภาพที่ 4-23 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



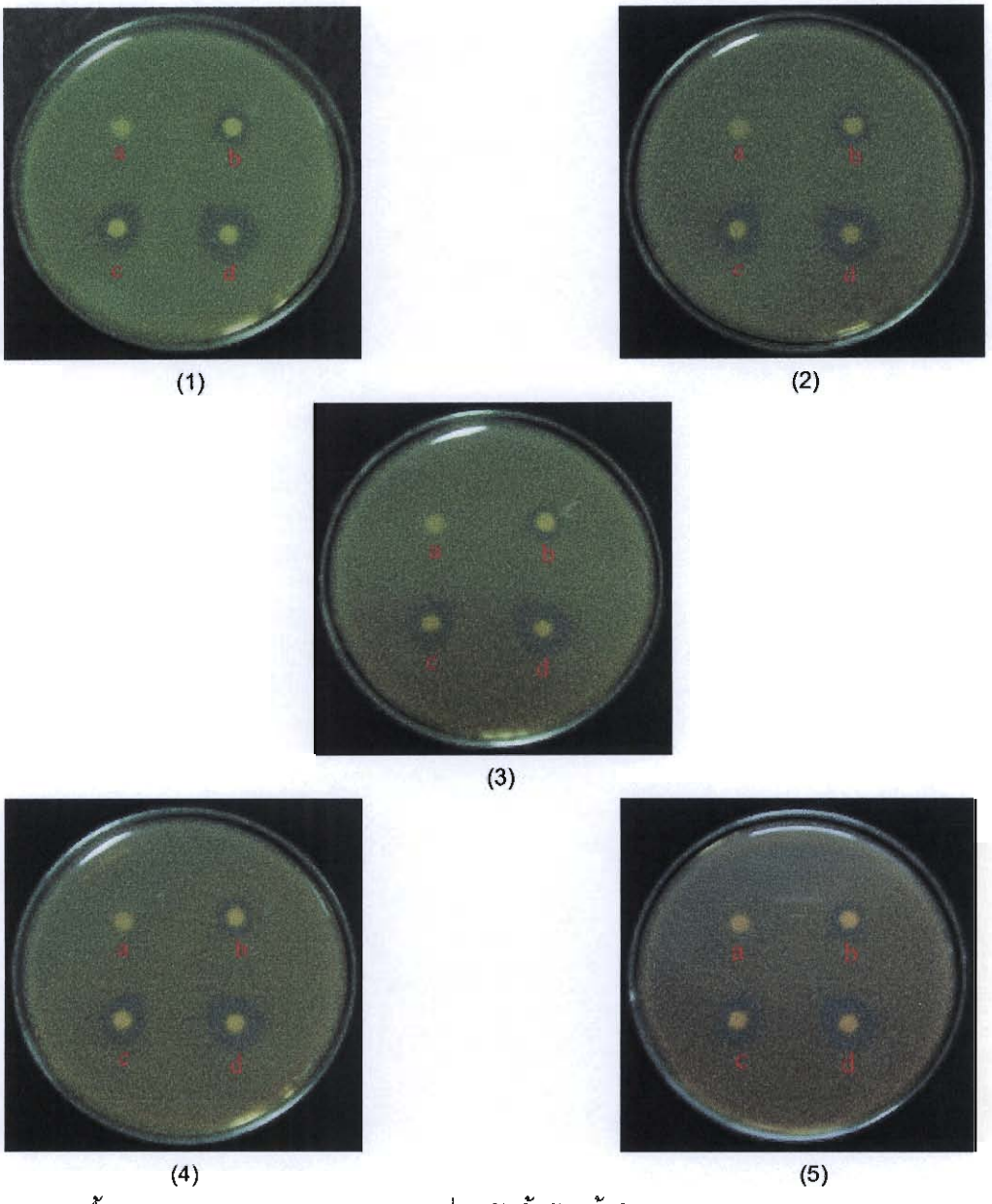
ภาพที่ 4-24 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



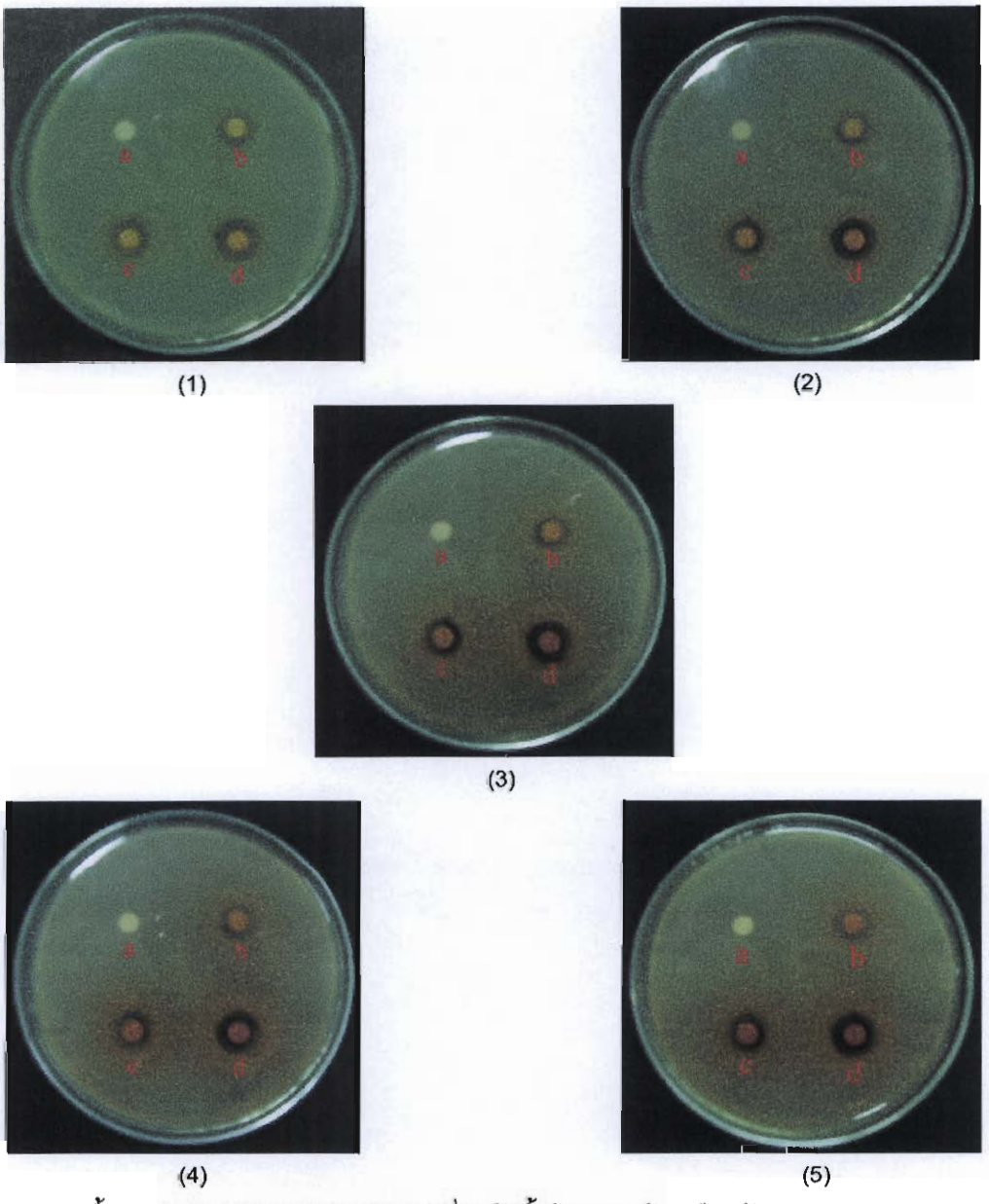
ภาพที่ 4-25 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ โดย
a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



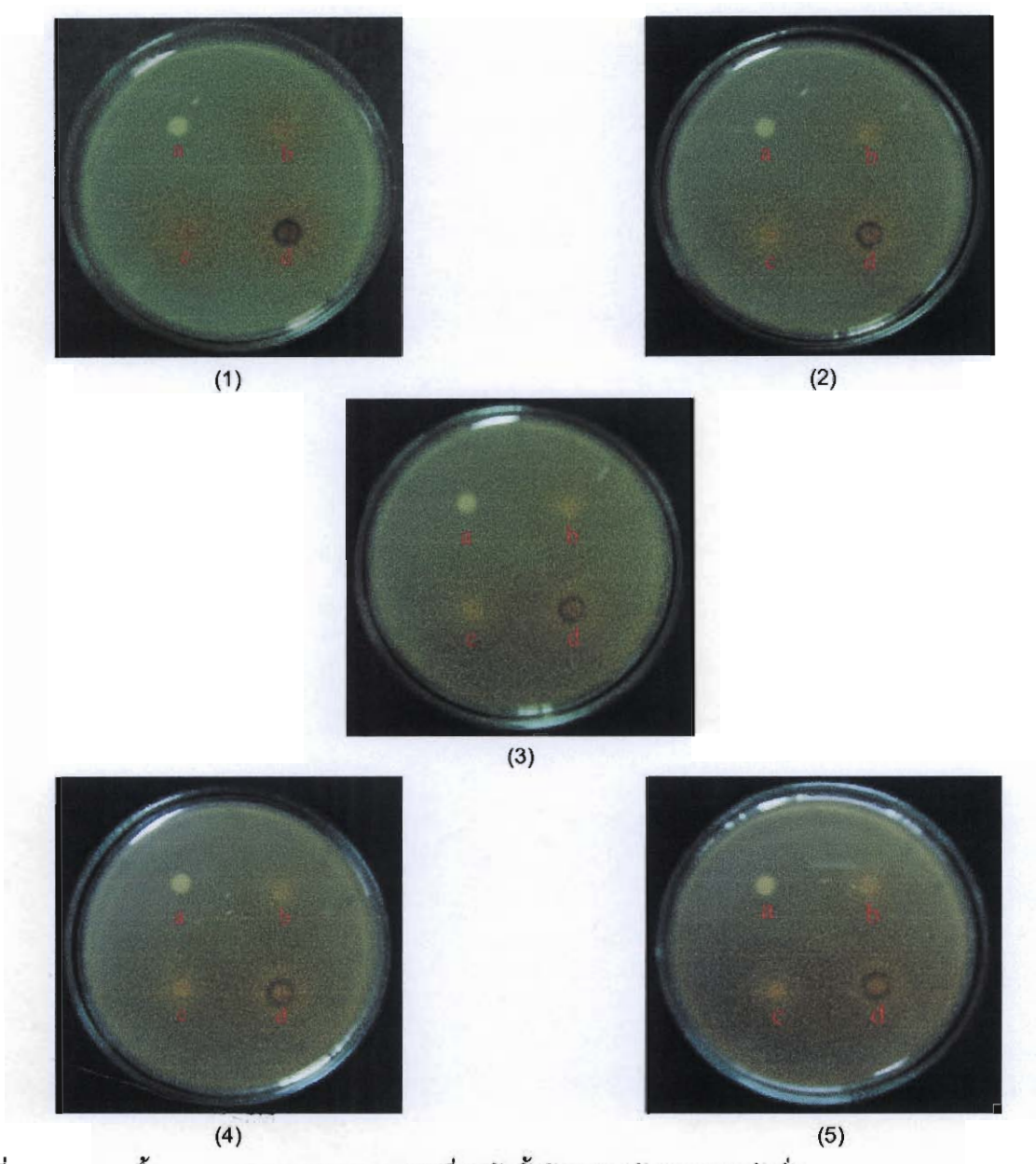
ภาพที่ 4-26 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด โดย
a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



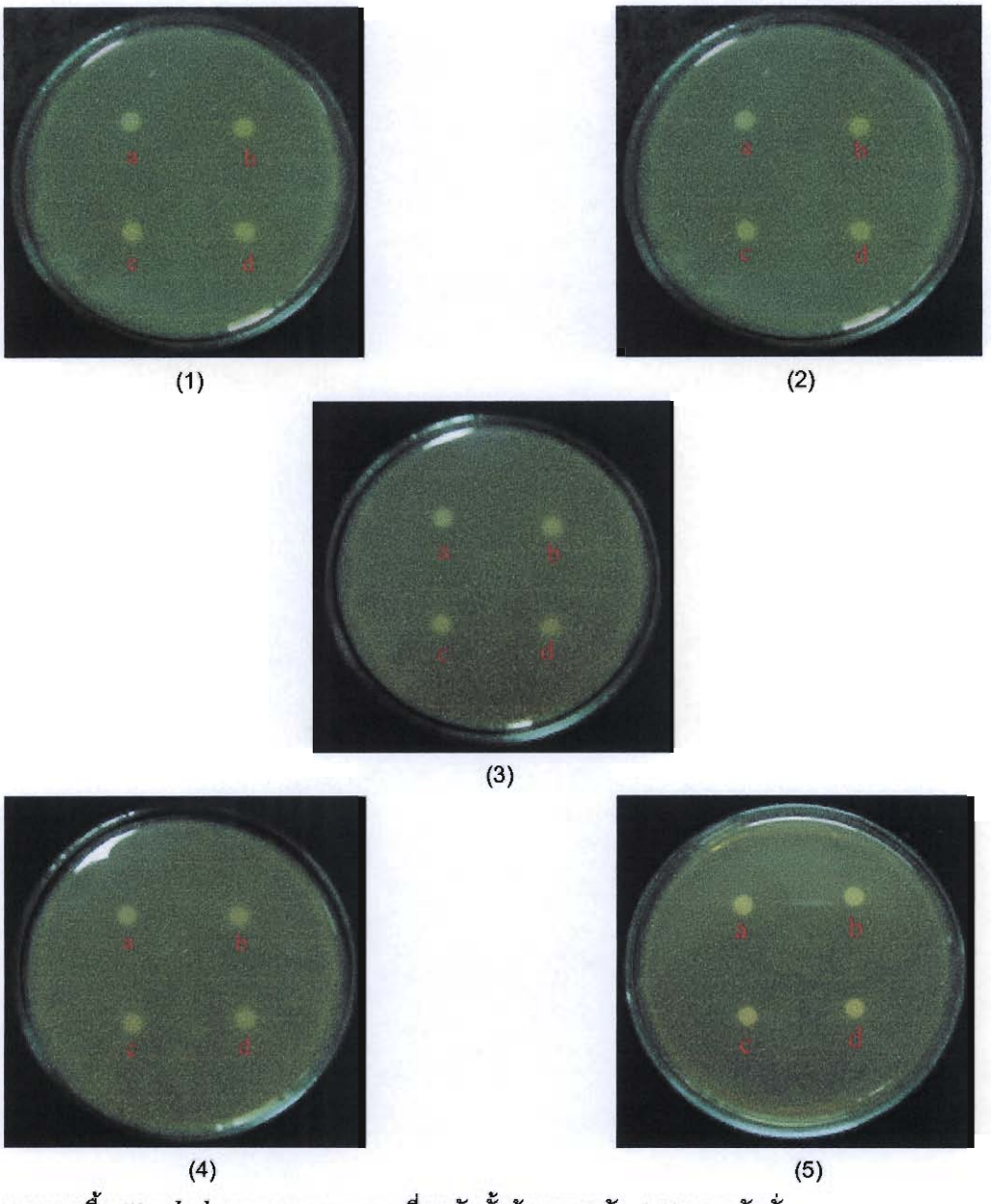
ภาพที่ 4-27 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัดเปลือกมังคุด โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัดเปลือกมังคุด 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



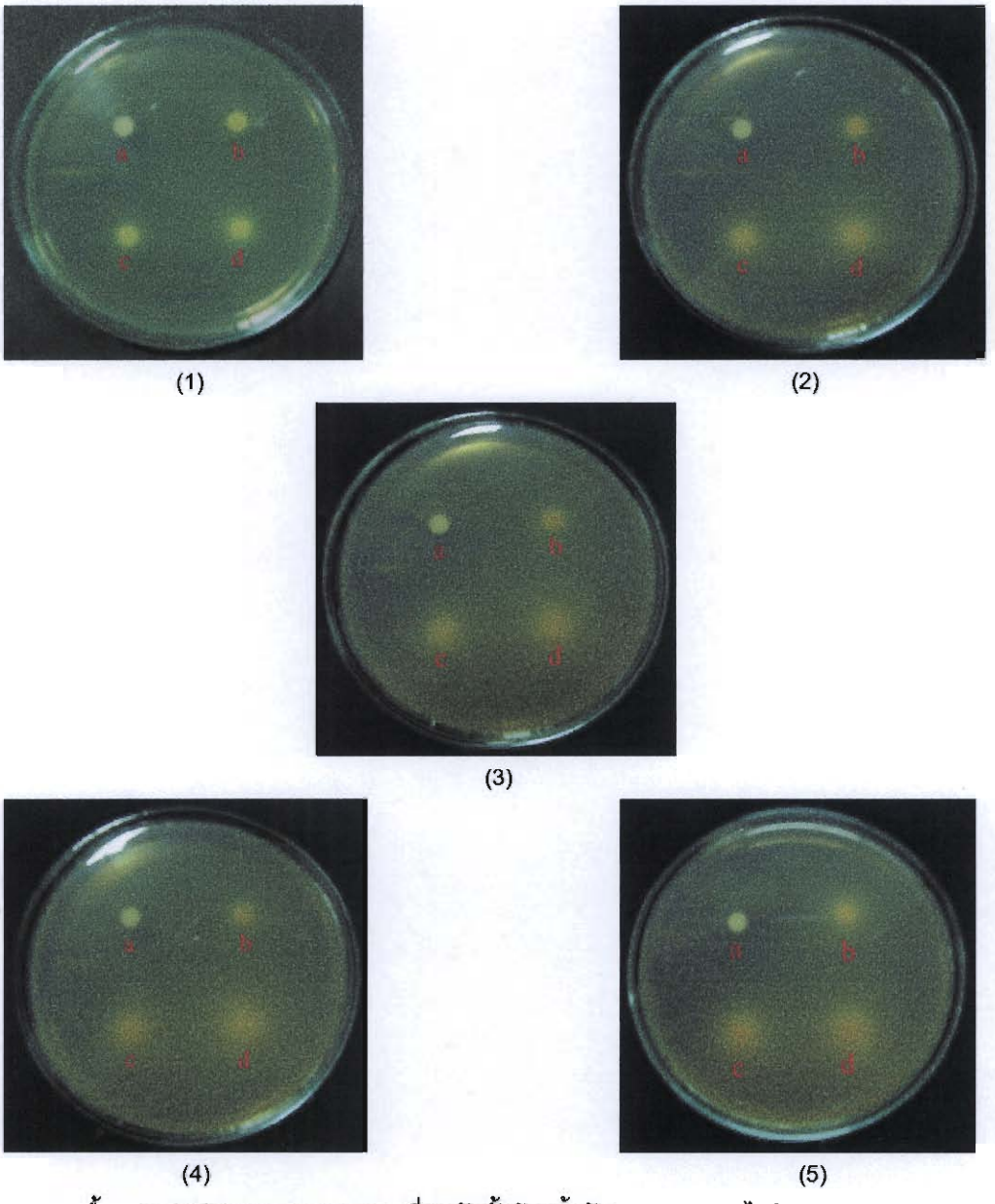
ภาพที่ 4-28 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



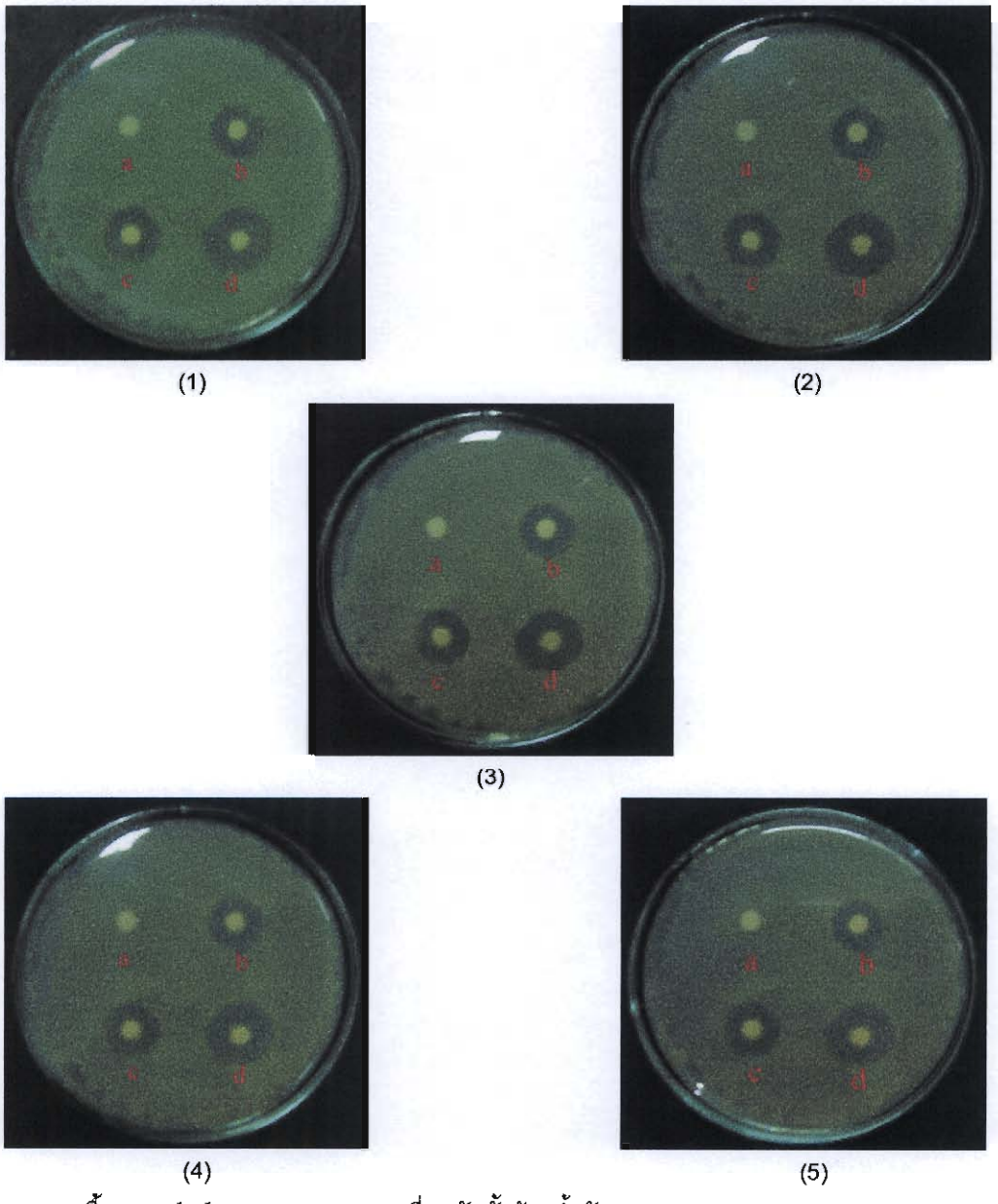
ภาพที่ 4-29 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



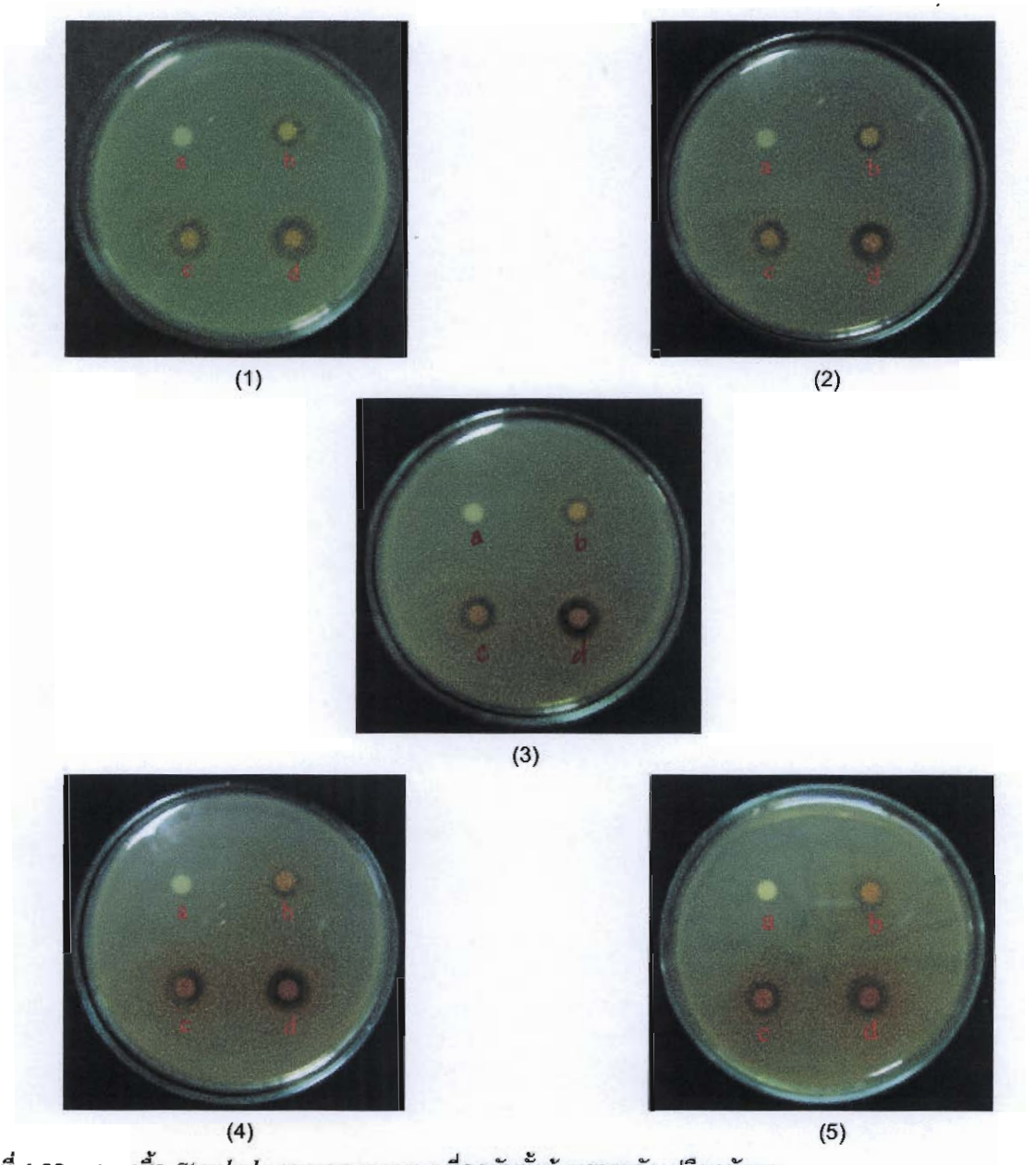
ภาพที่ 4-30 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ โดย
a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



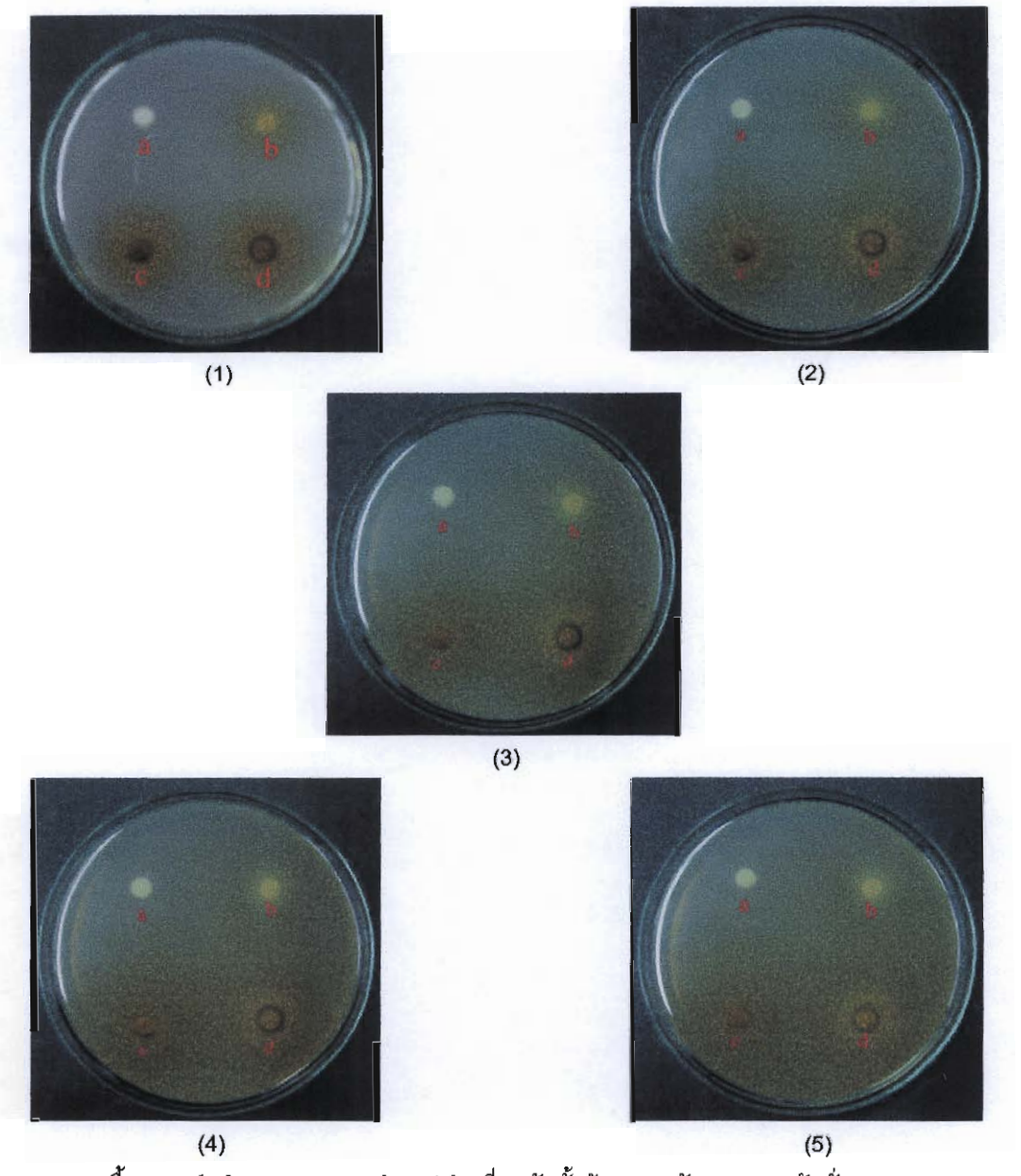
ภาพที่ 4-31 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด โดย
a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



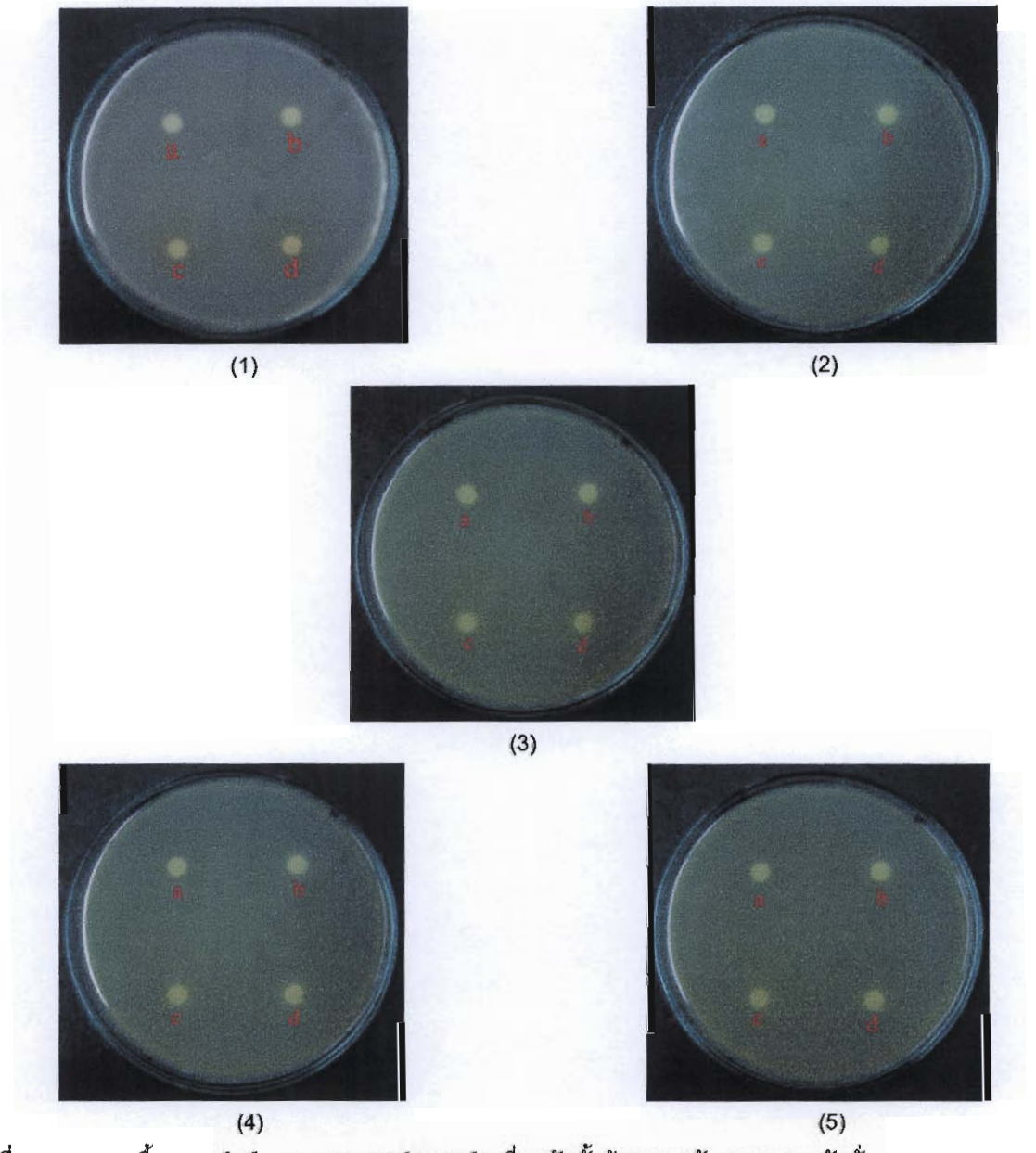
ภาพที่ 4-32 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัดเปลือกมังคุด โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัดเปลือกมังคุด 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



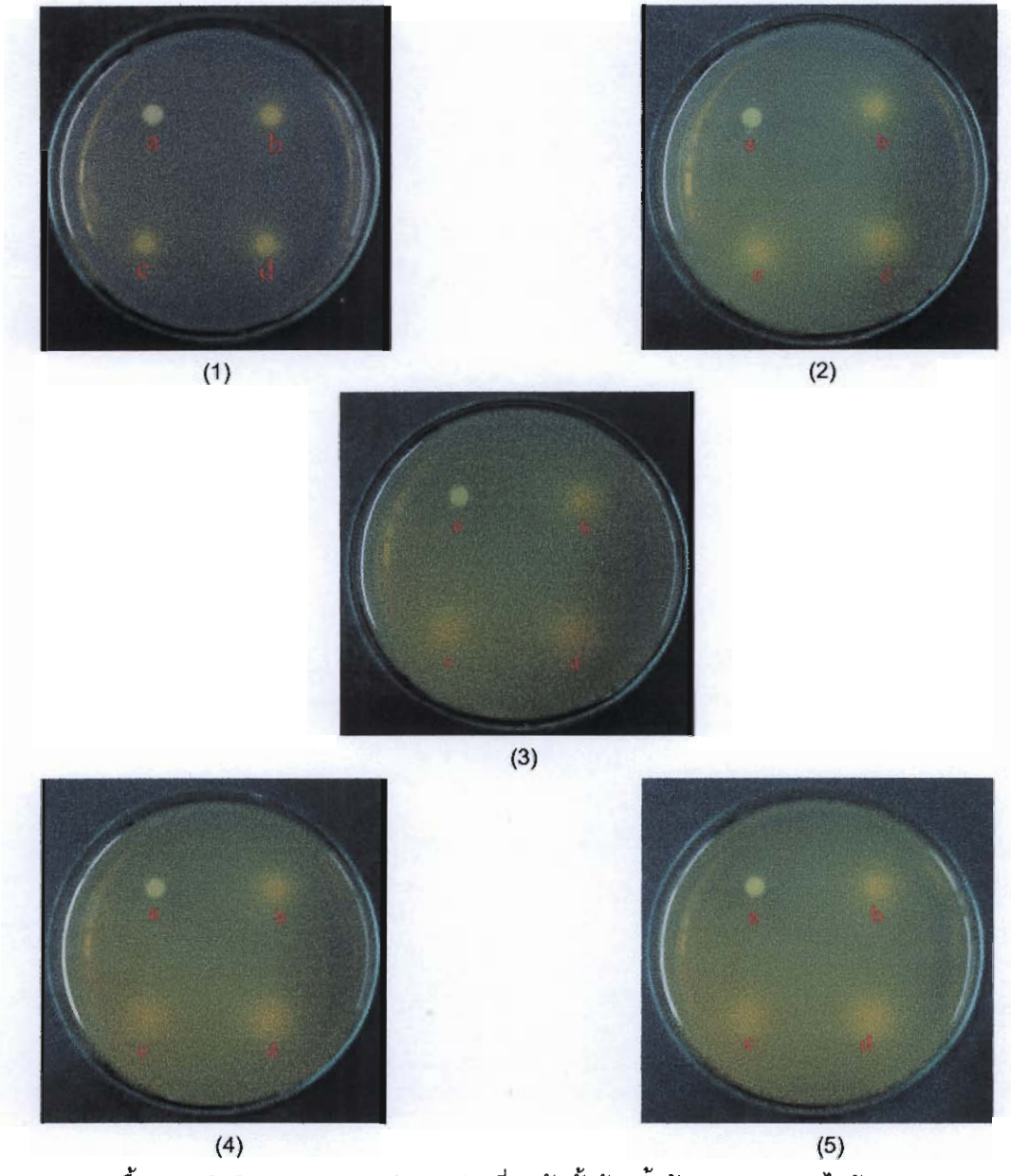
ภาพที่ 4-33 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



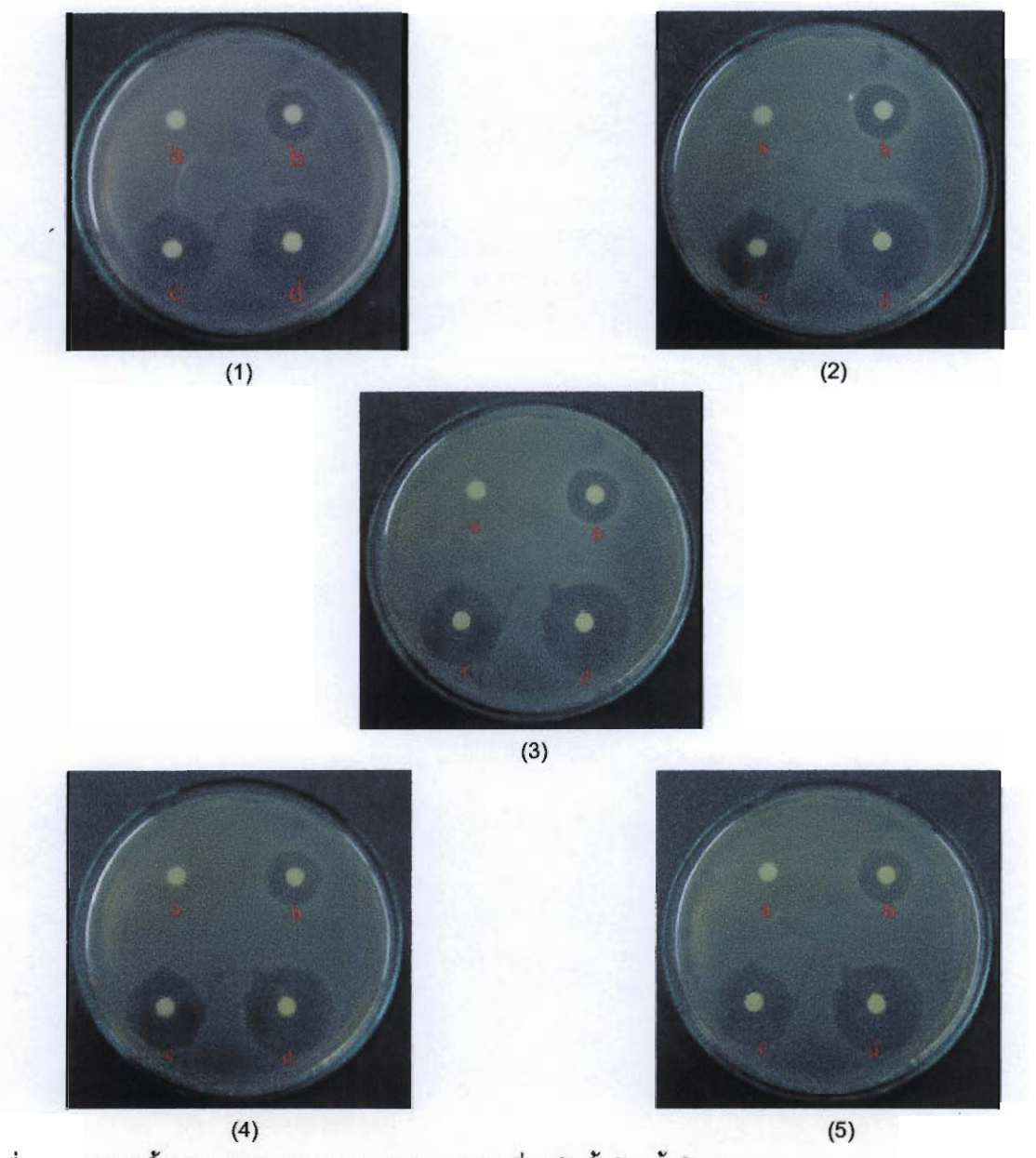
ภาพที่ 4-34 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับและ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



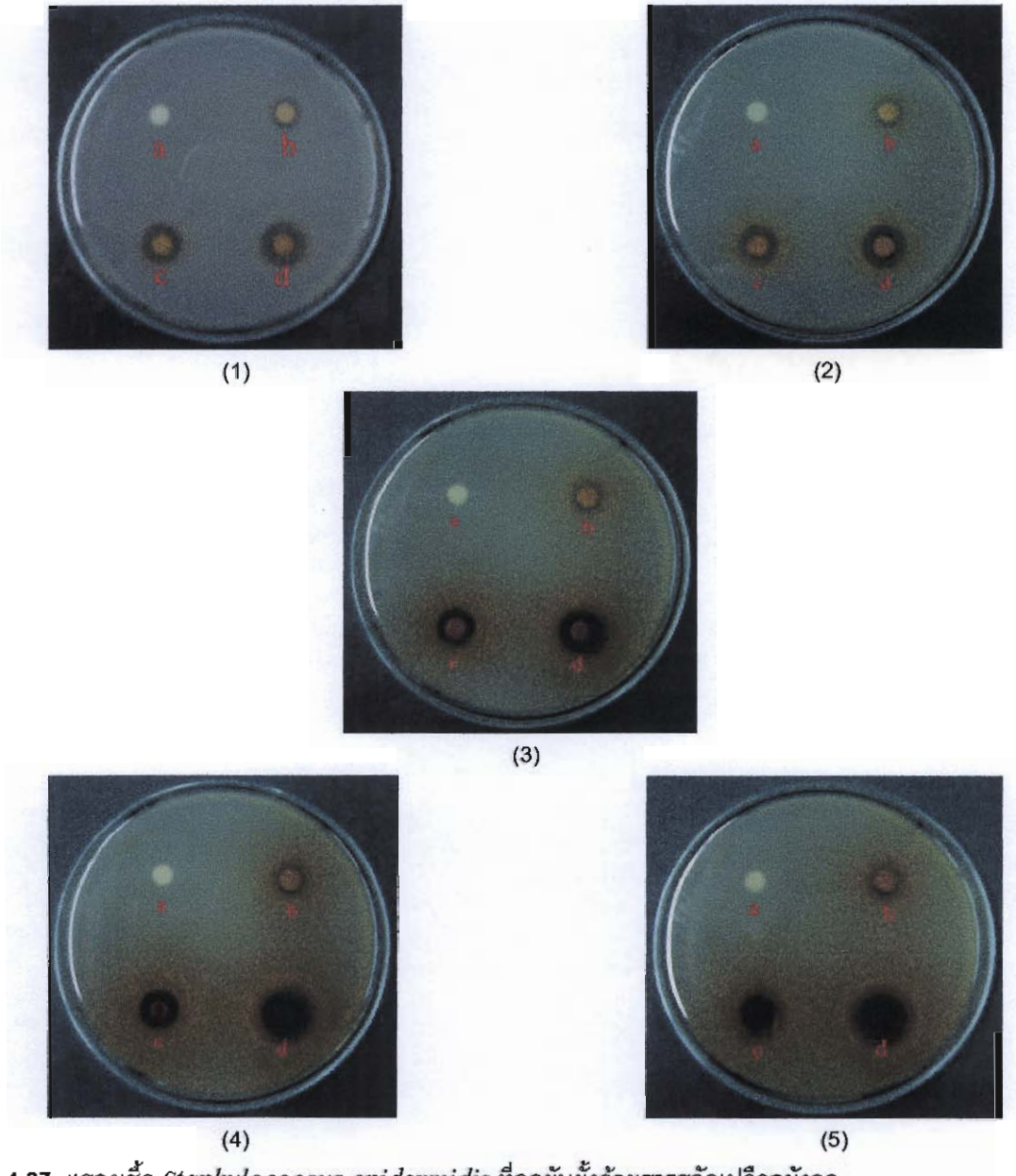
ภาพที่ 4-35 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้

หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ โดย a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-36 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด

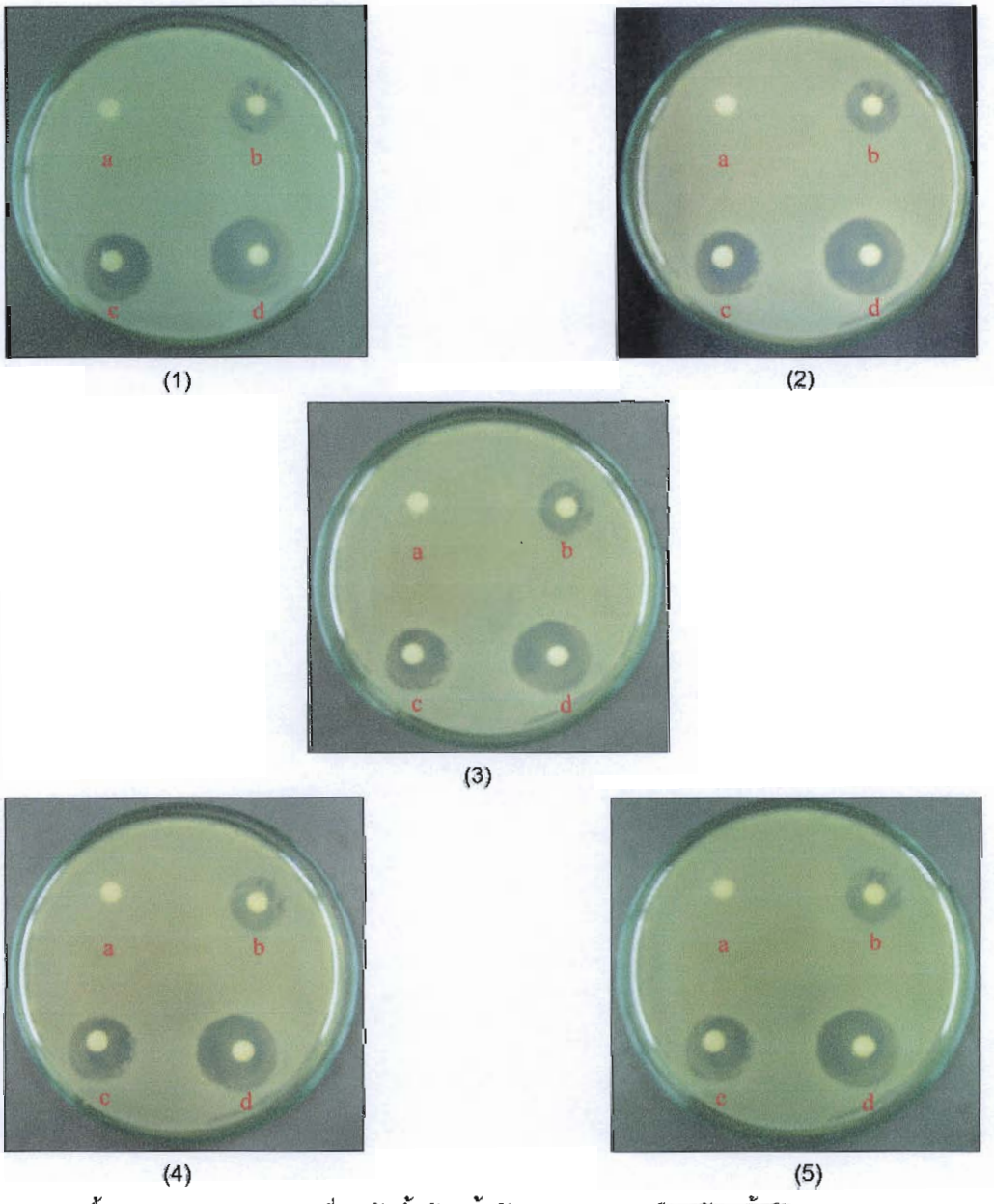
หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด โดย
a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-37 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด

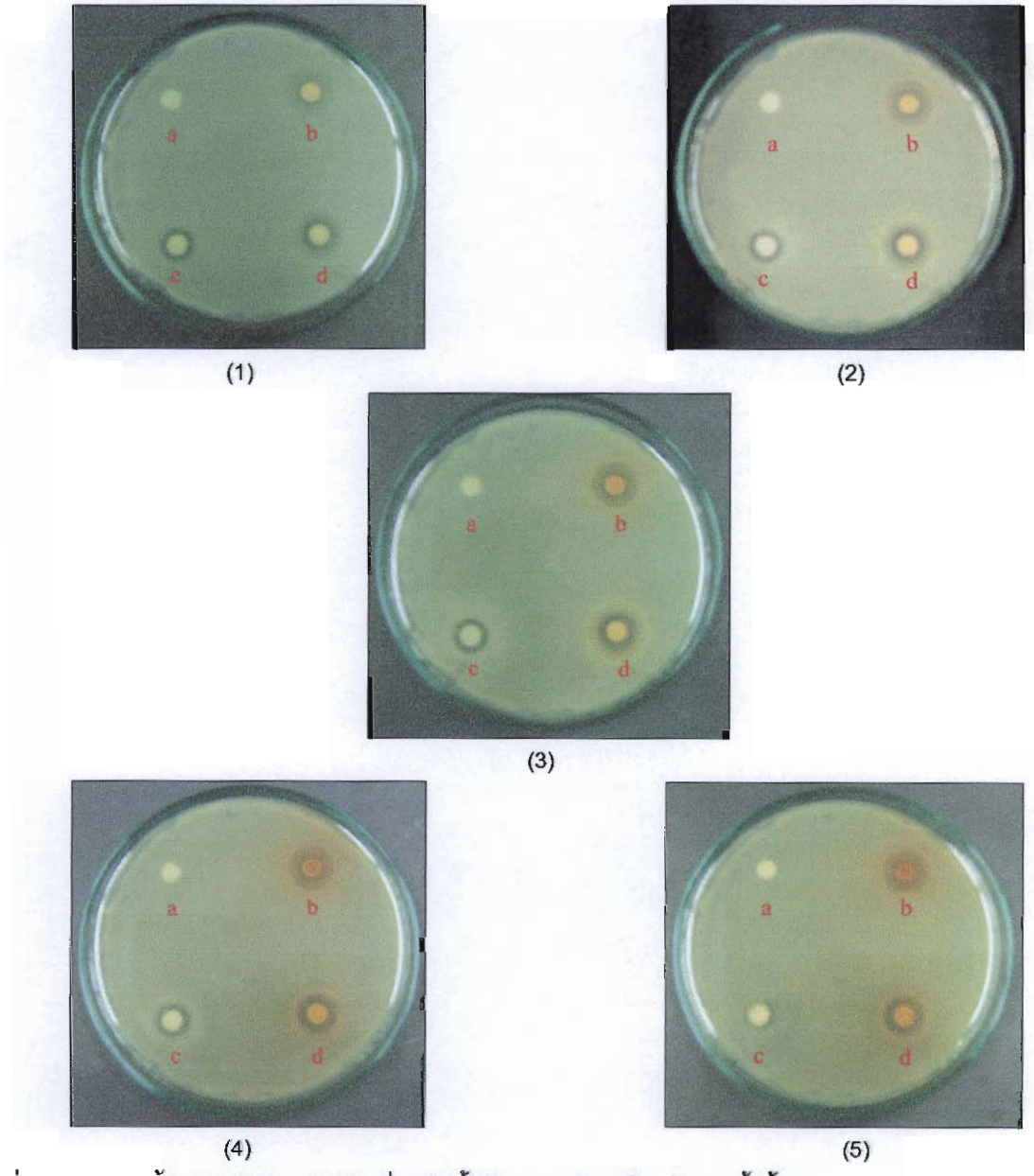
หมายเหตุ a, b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัดเปลือกมังคุด โดย
a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง ปริมาณของสารสกัดเปลือกมังคุด 10, 20 และ 30 µl ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึง เชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

การทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยใช้สมุนไพรผสม



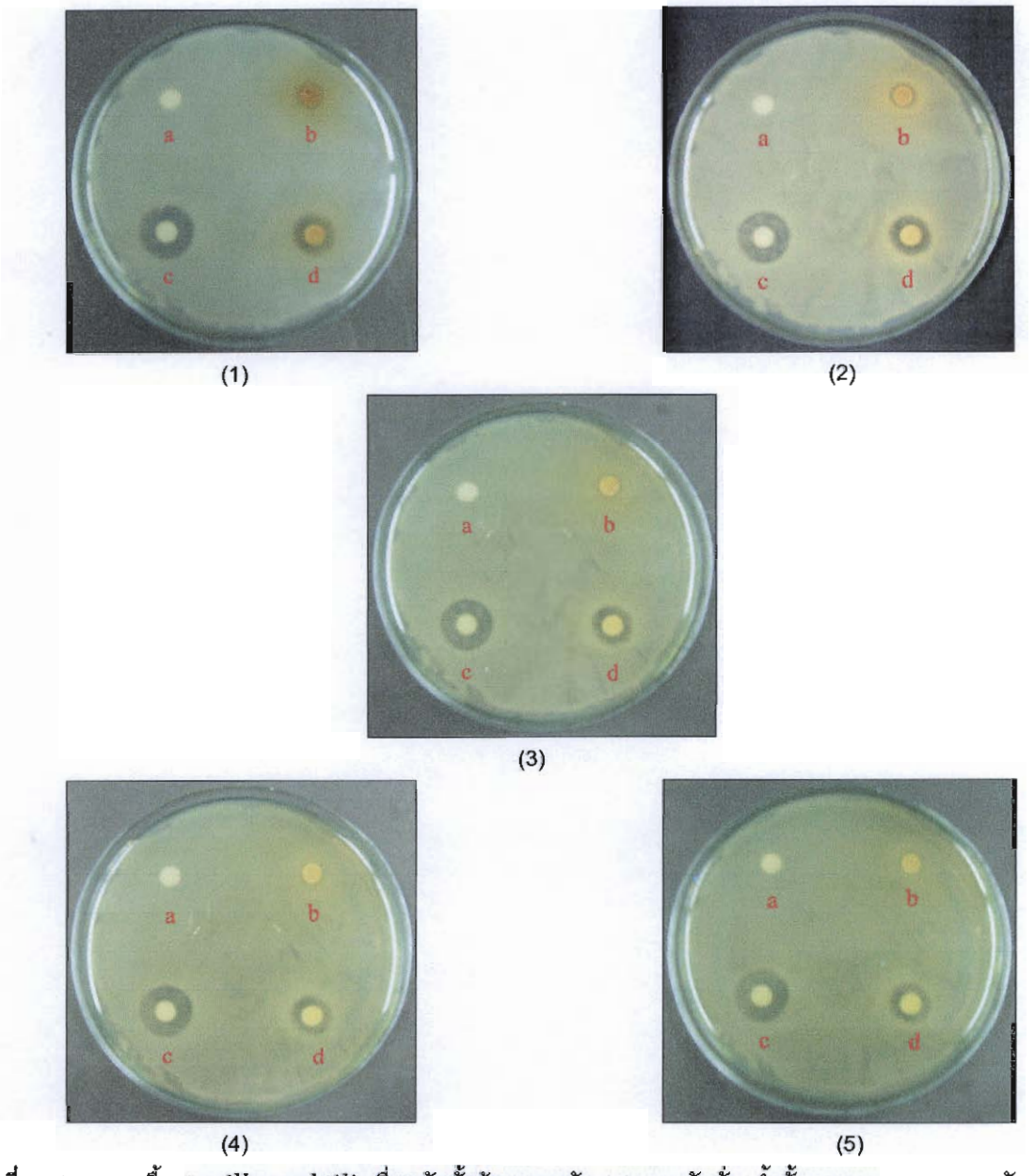
ภาพที่ 4-38 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม (20 µl), น้ำมันหอมระเหยมะกรูด (20 µl) และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



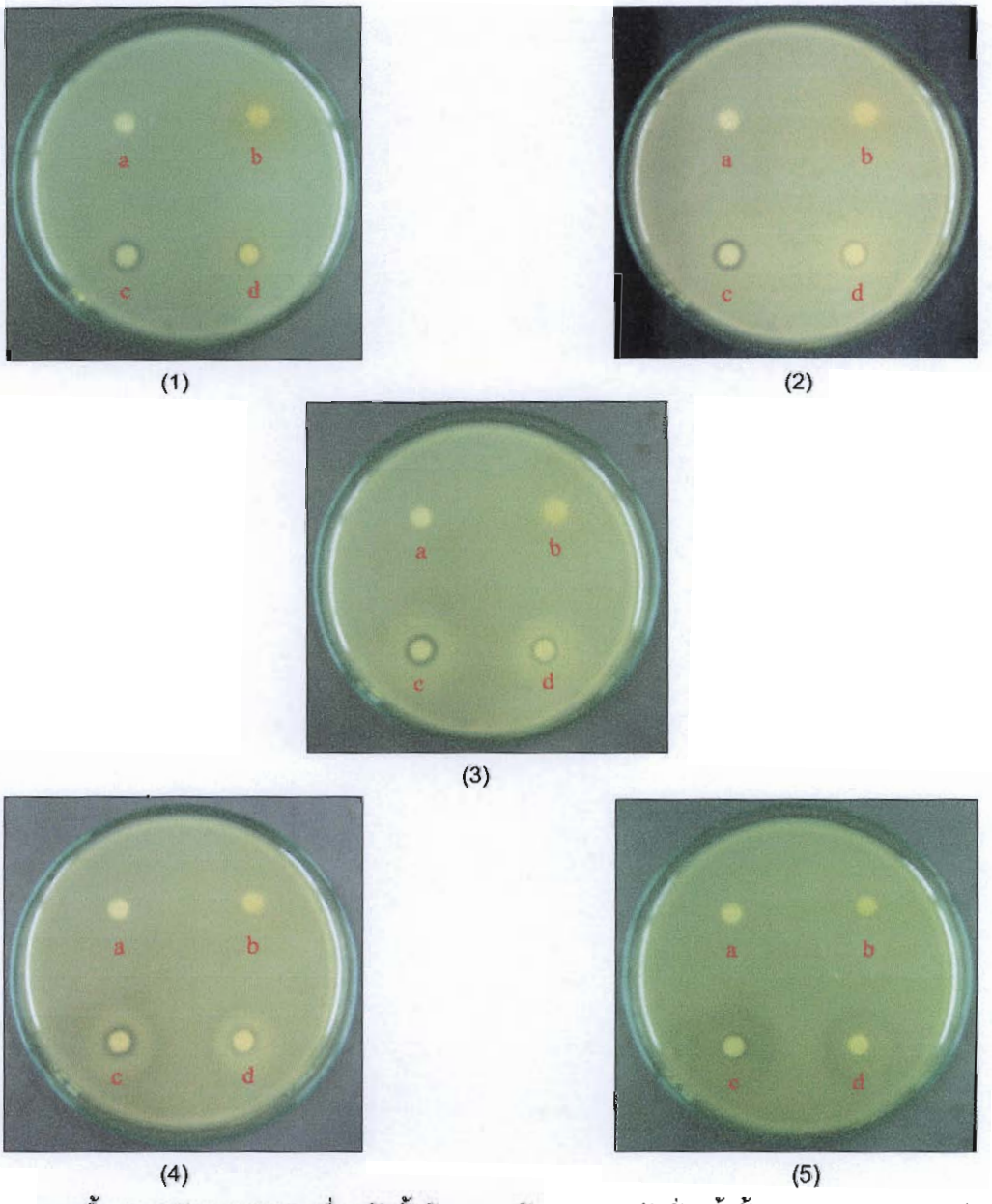
ภาพที่ 4-39 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



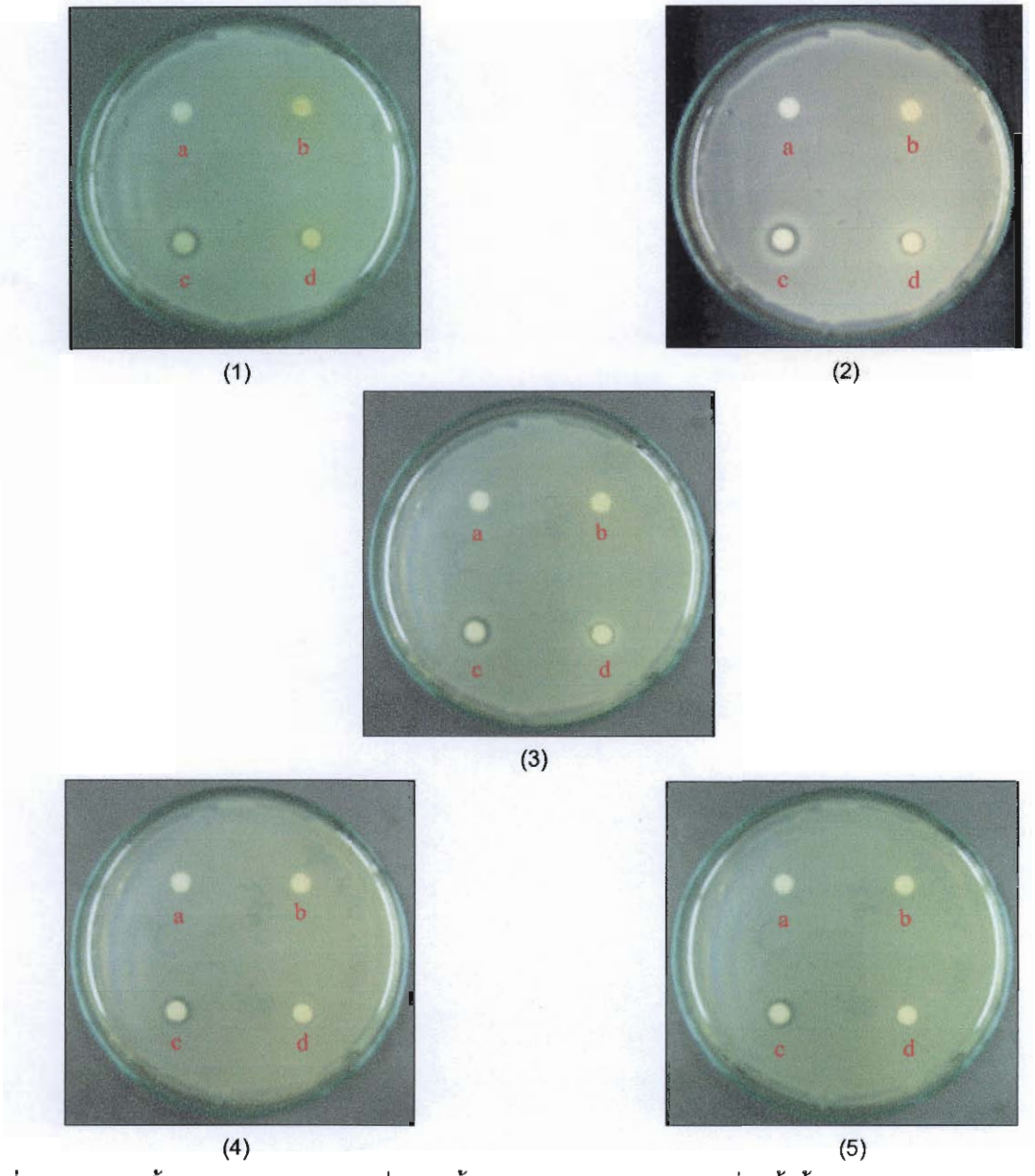
ภาพที่ 4-40 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control(น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



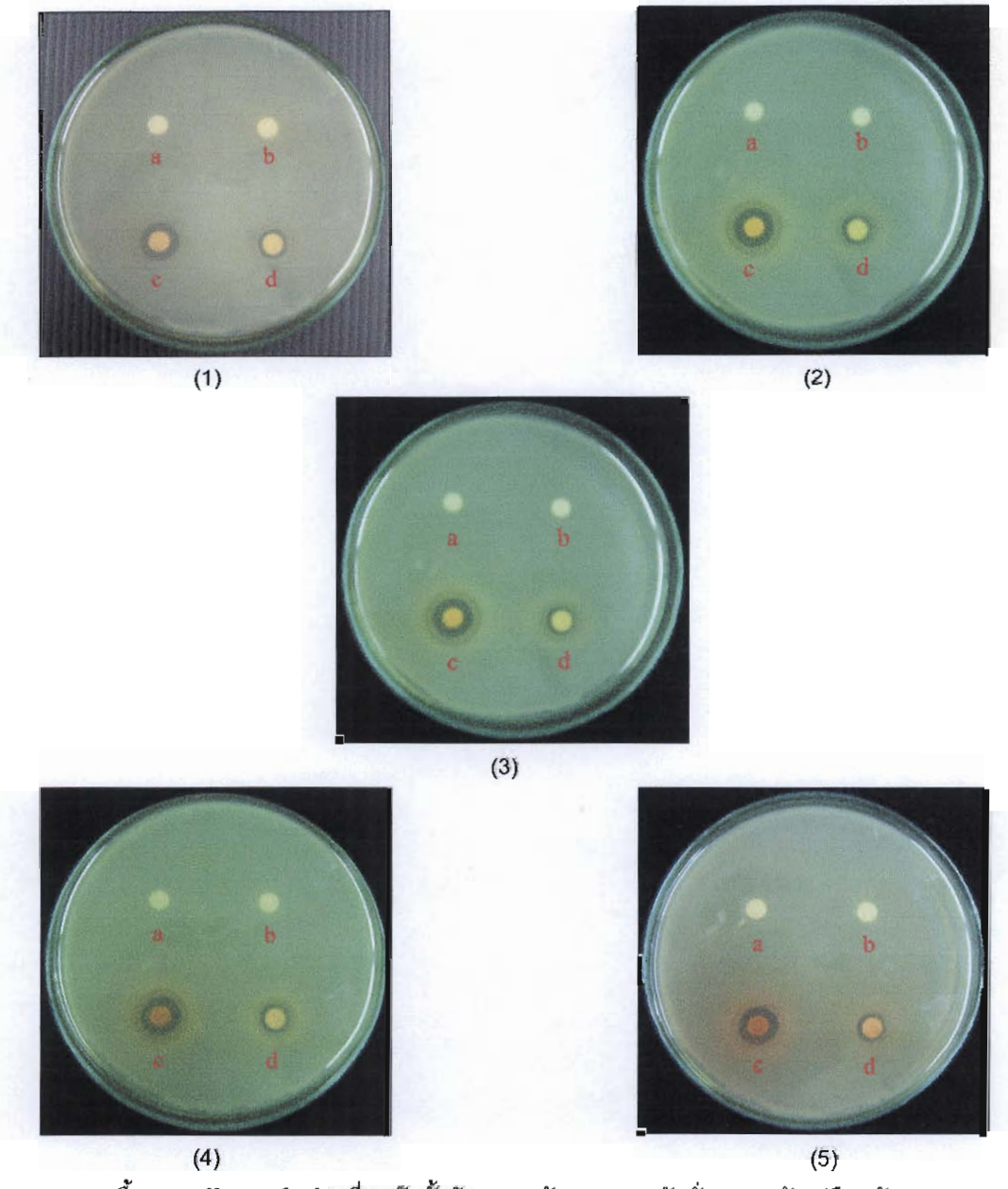
ภาพที่ 4-41 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) **และสาร**สกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หม**ายถึงเชื้อ** *Bacillus subtilis* **ที่**ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรู**ด วันที่** 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



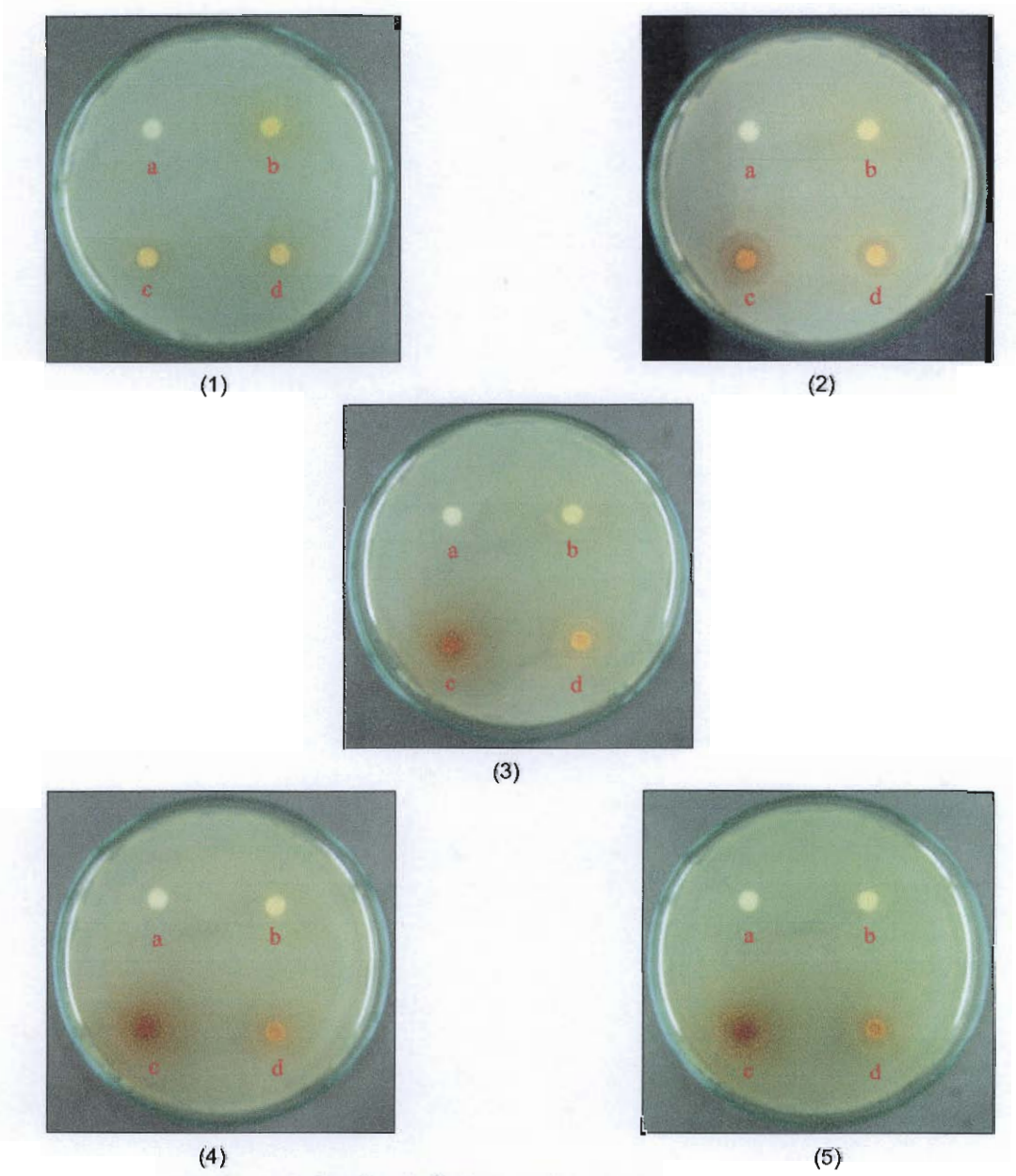
ภาพที่ 4-42 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



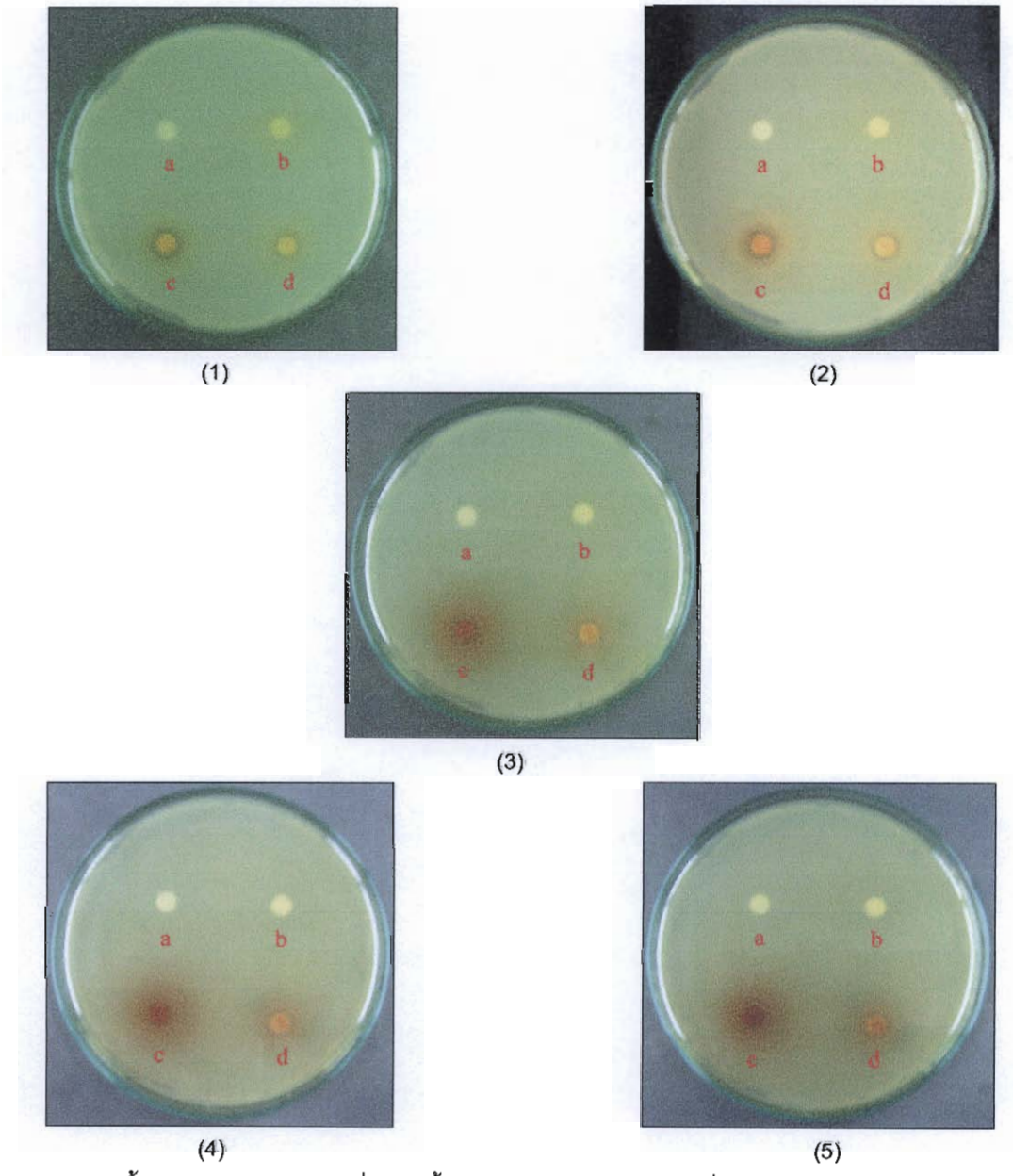
ภาพที่ 4-44 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



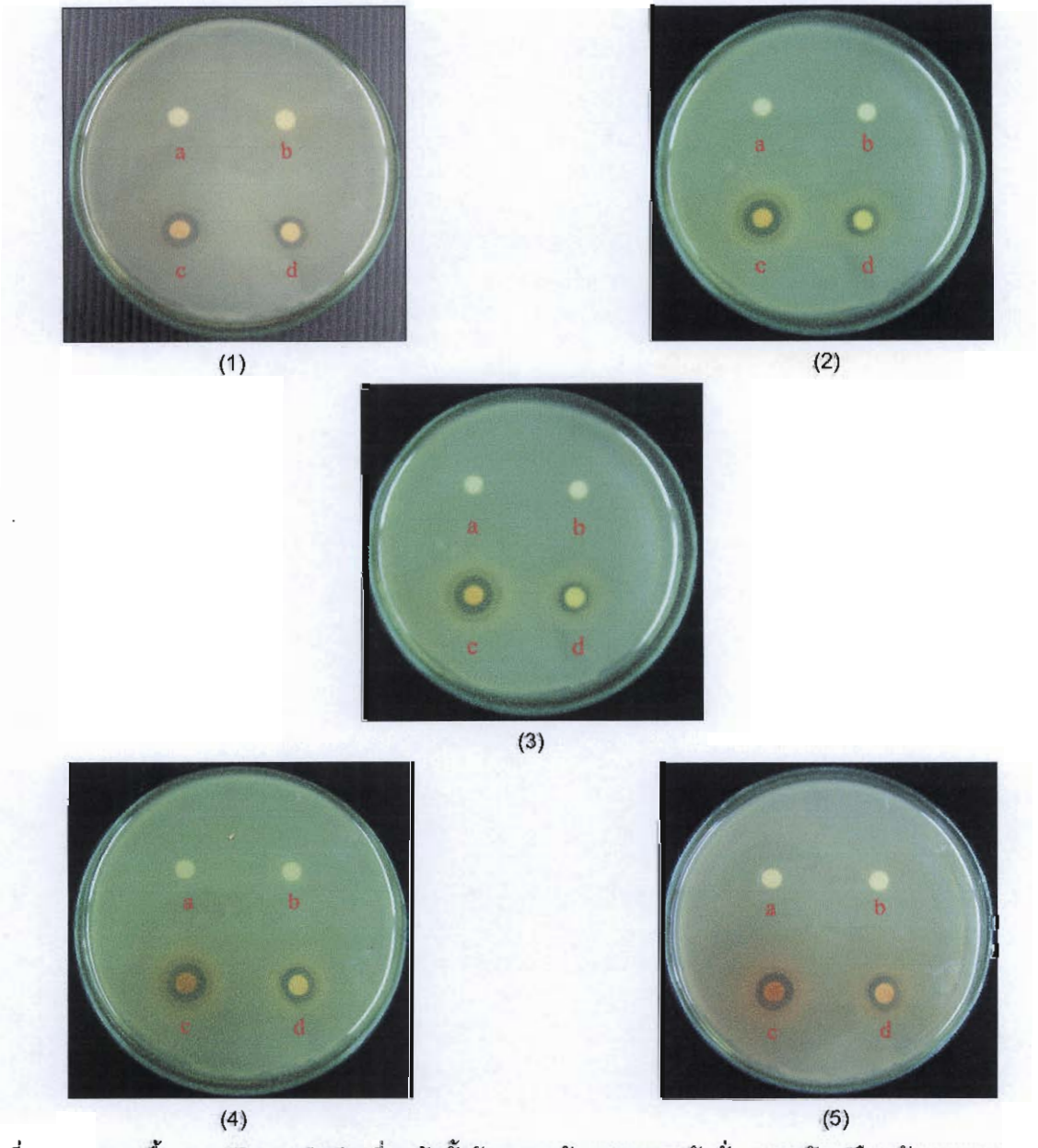
ภาพที่ 4-45 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



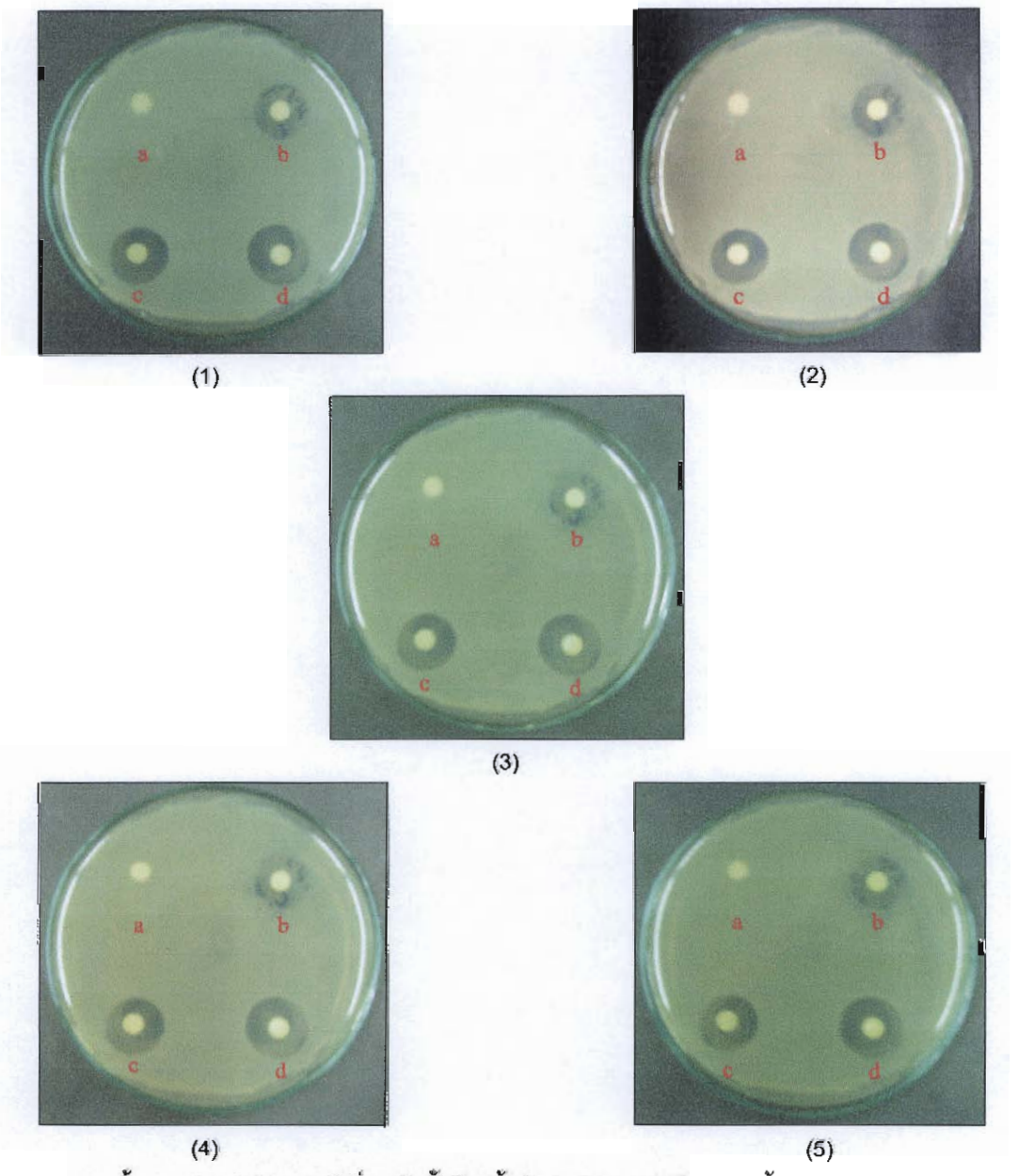
ภาพที่ 4-46 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



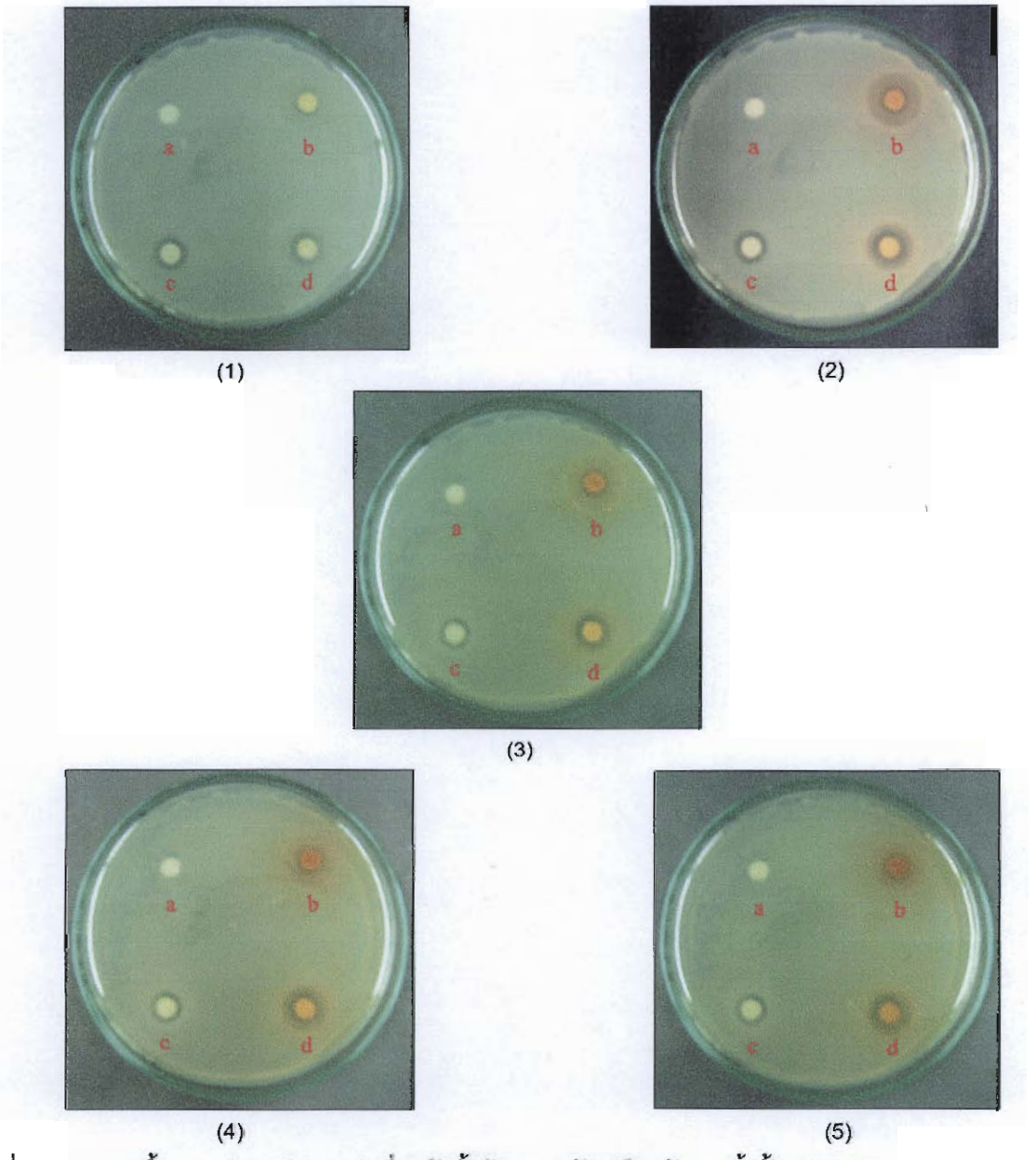
ภาพที่ 4-47 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



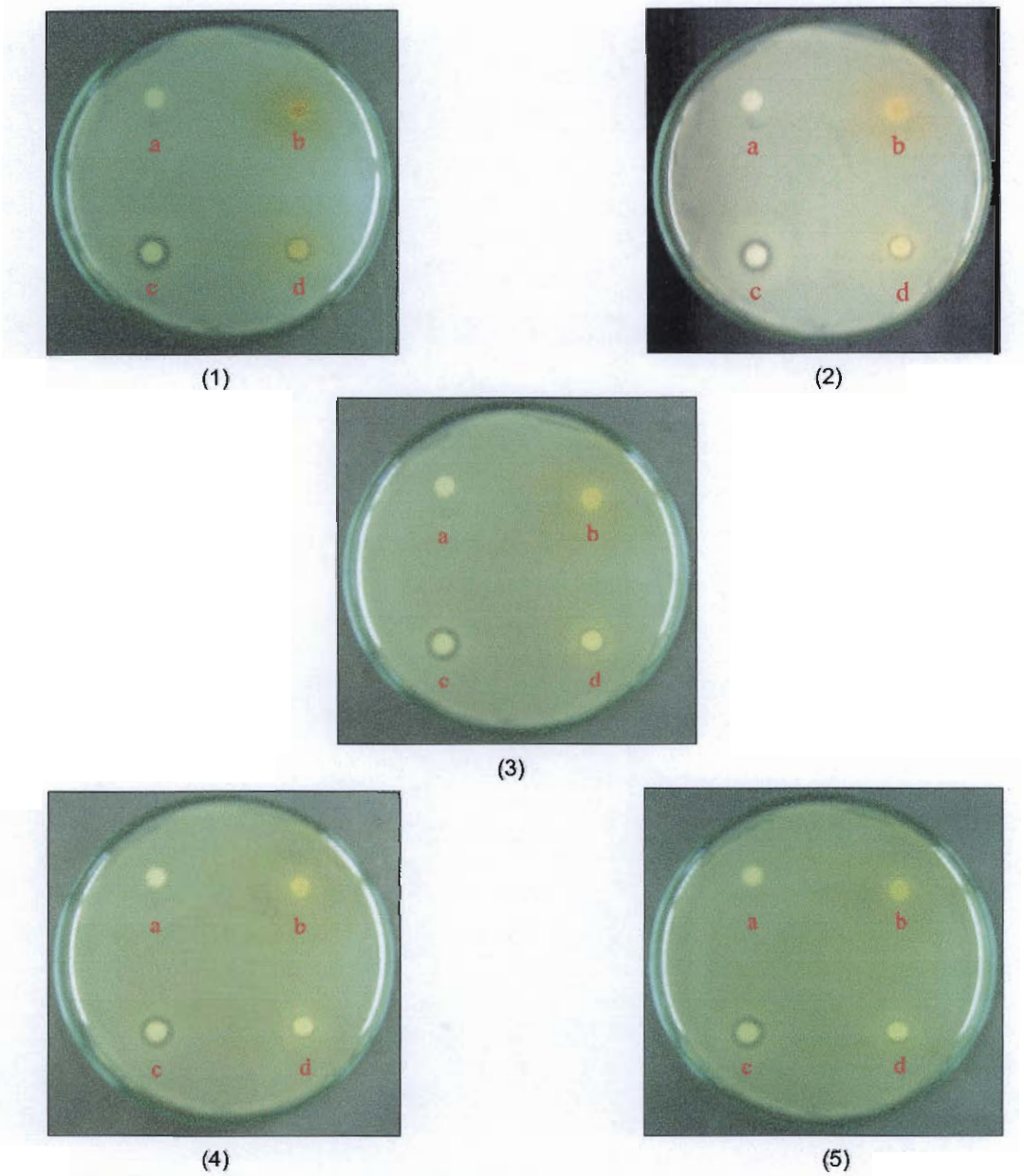
ภาพที่ 4-48 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม (20 µl), น้ำมันหอมระเหยมะกรูด (20 µl) และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-49 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด

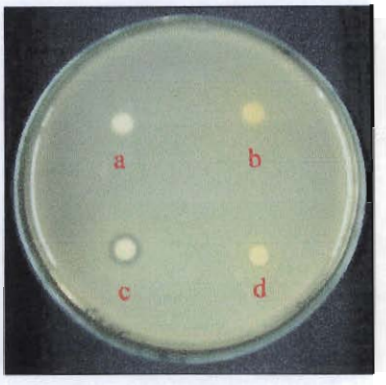
หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl),น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-50 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

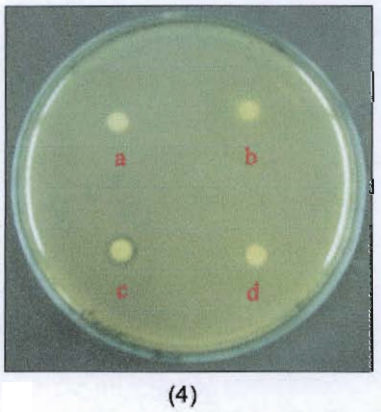
หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

(1)

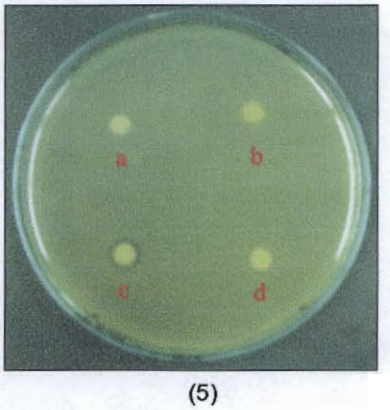


(2)

(3)



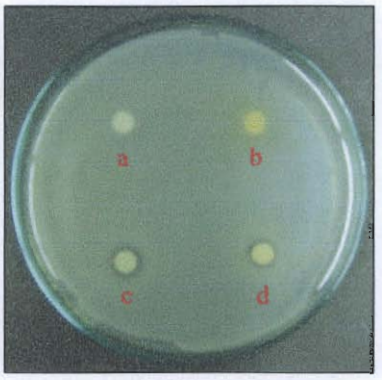
(4)



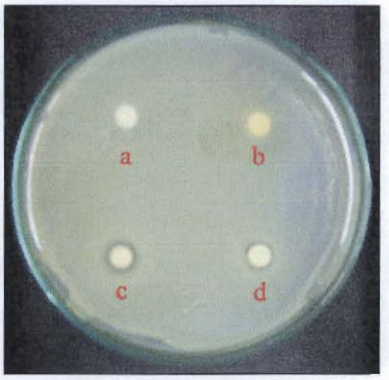
(5)

ภาพที่ 4-51 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

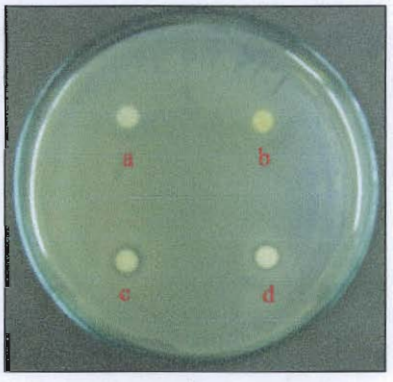
หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



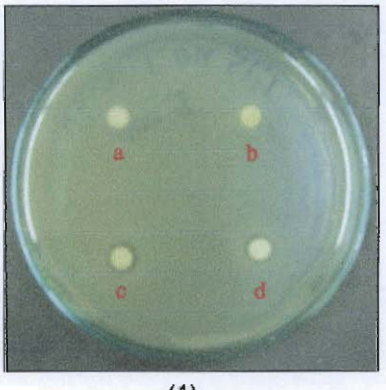
(1)



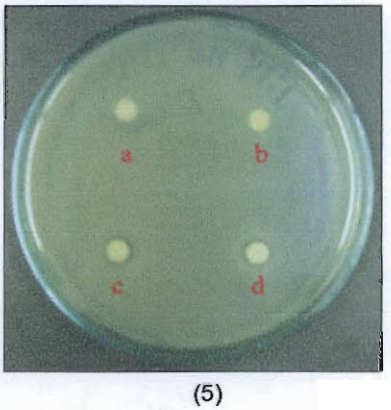
(2)



(3)



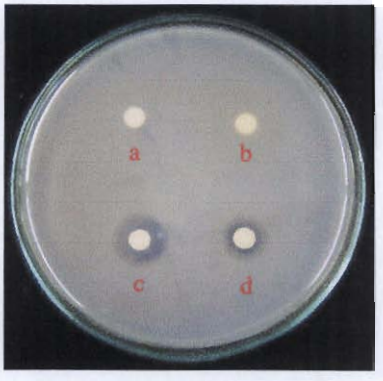
(4)



(5)

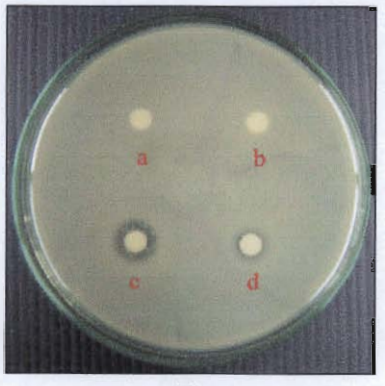
ภาพที่ 4-52 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

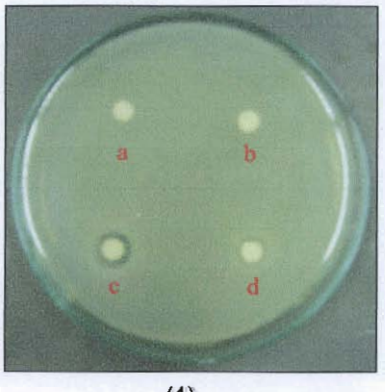


(1)

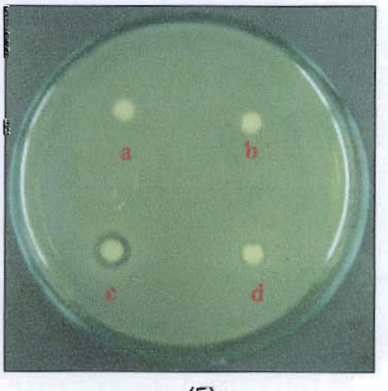
(2)



(3)



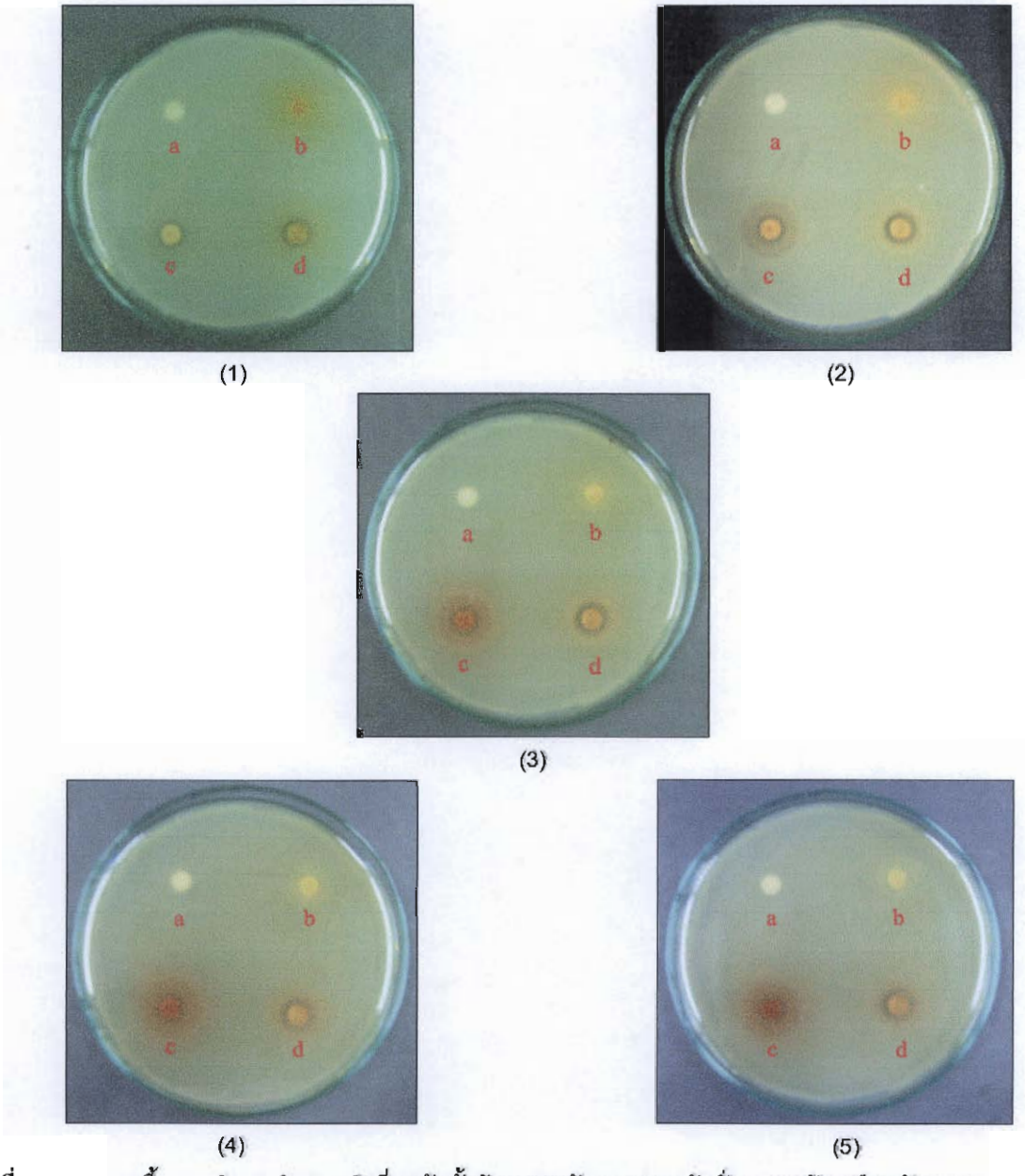
(4)



(5)

ภาพที่ 4-53 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

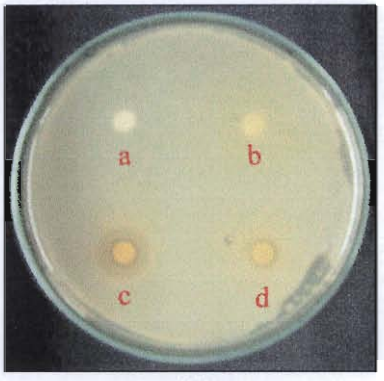
หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



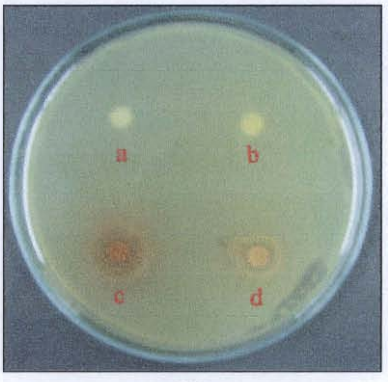
ภาพที่ 4-54 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

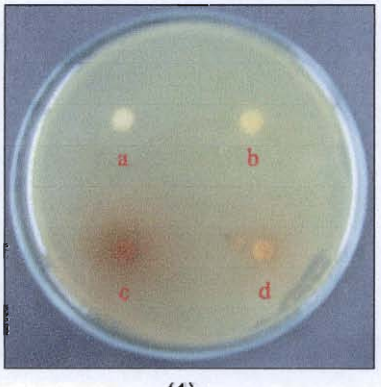
(1)



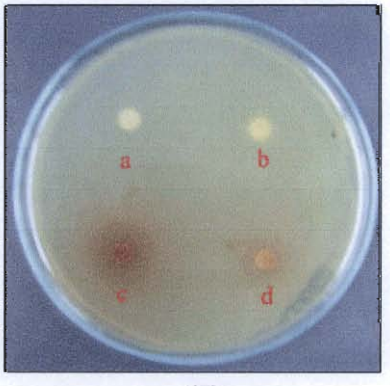
(2)



(3)



(4)

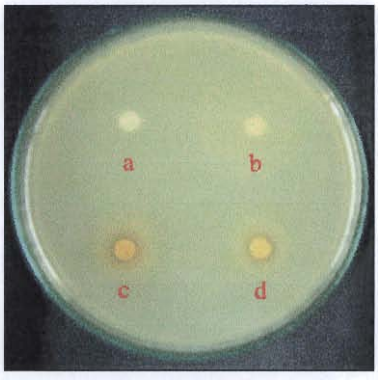


(5)

ภาพที่ 4-55 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

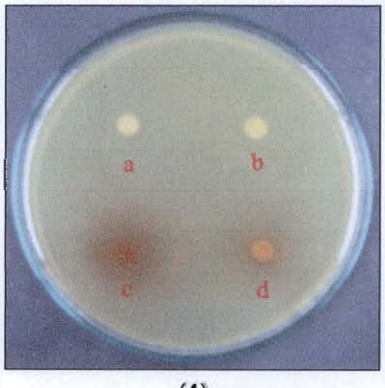
หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

(1)

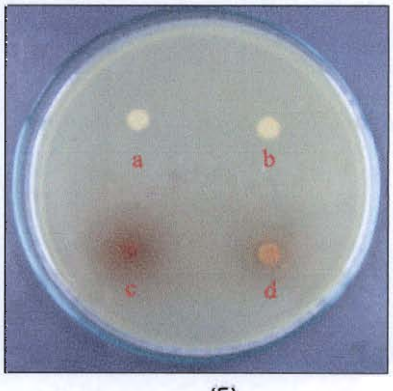


(2)

(3)



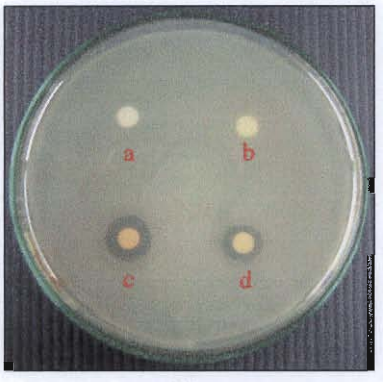
(4)



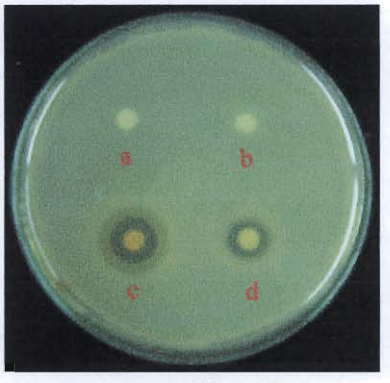
(5)

ภาพที่ 4-56 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



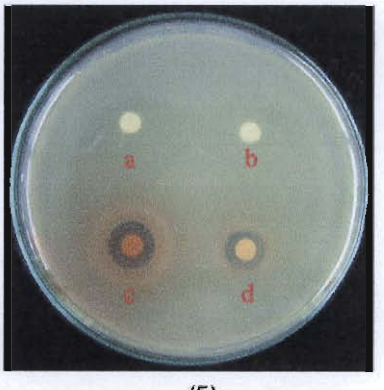
(1)



(2)

(3)

(4)



(5)

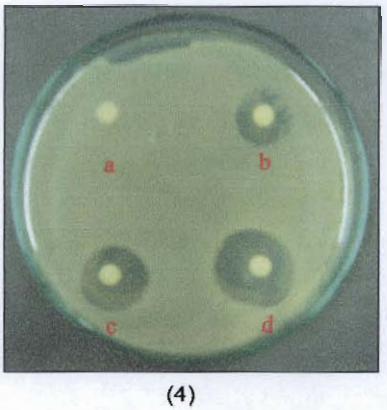
ภาพที่ 4-57 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

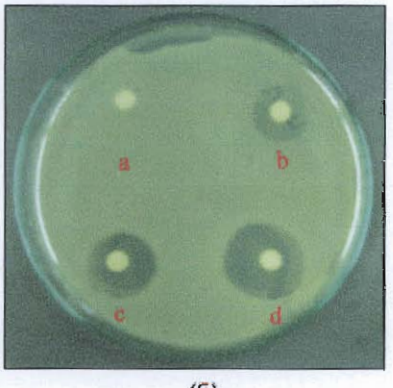
(1)

(2)

(3)



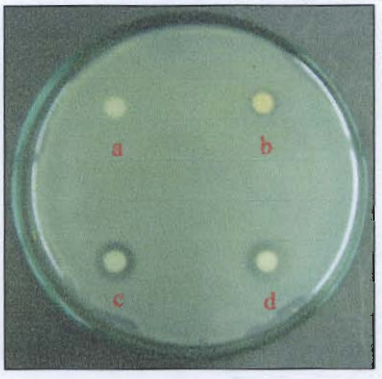
(4)



(5)

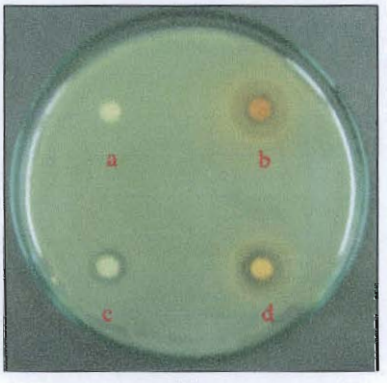
ภาพที่ 4-58 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม (20 µl), น้ำมันหอมระเหยมะกรูด (20 µl) และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

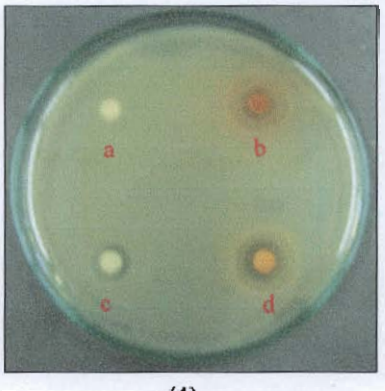


(1)

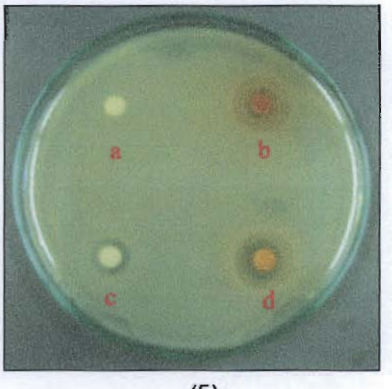
(2)



(3)



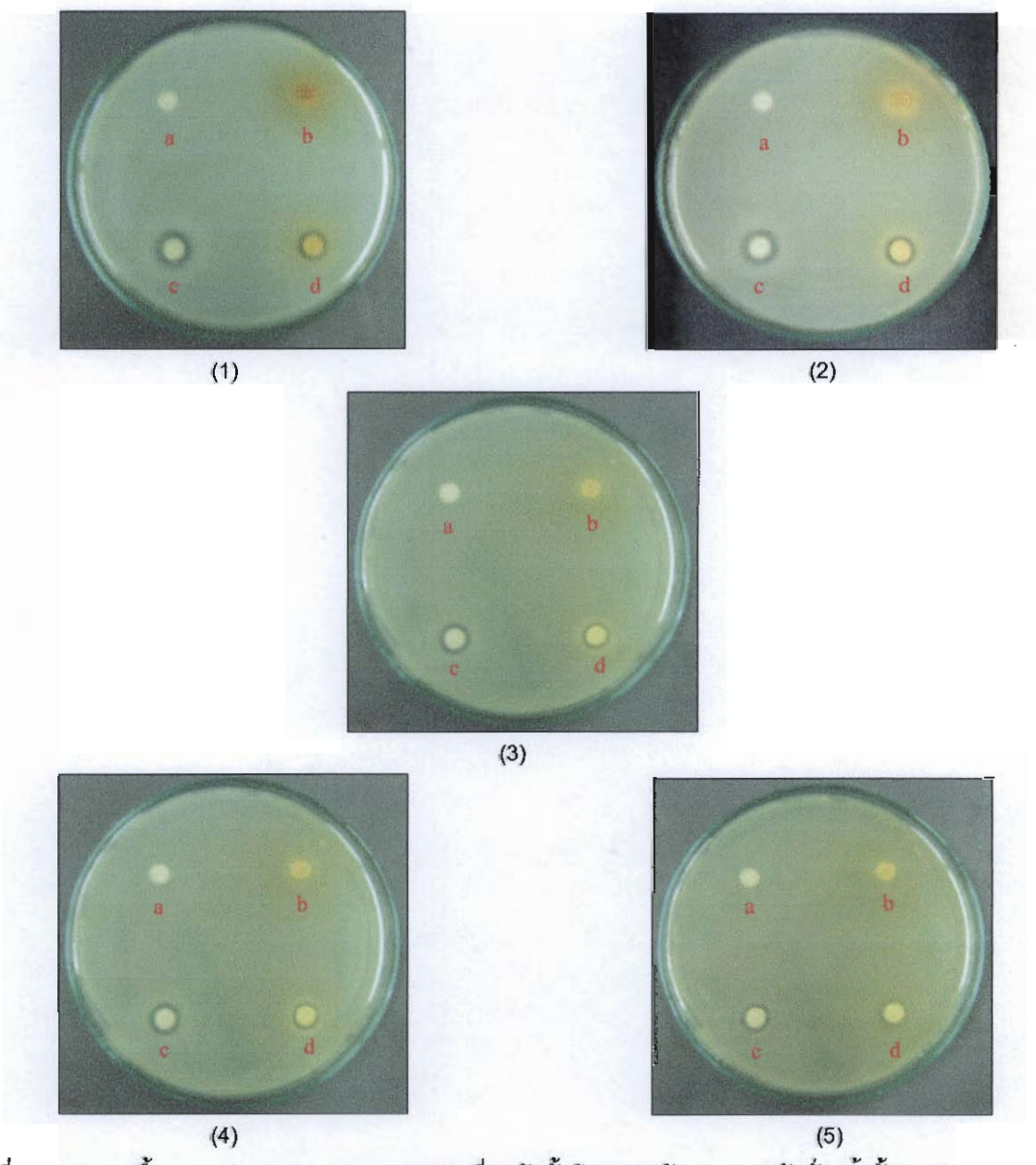
(4)



(5)

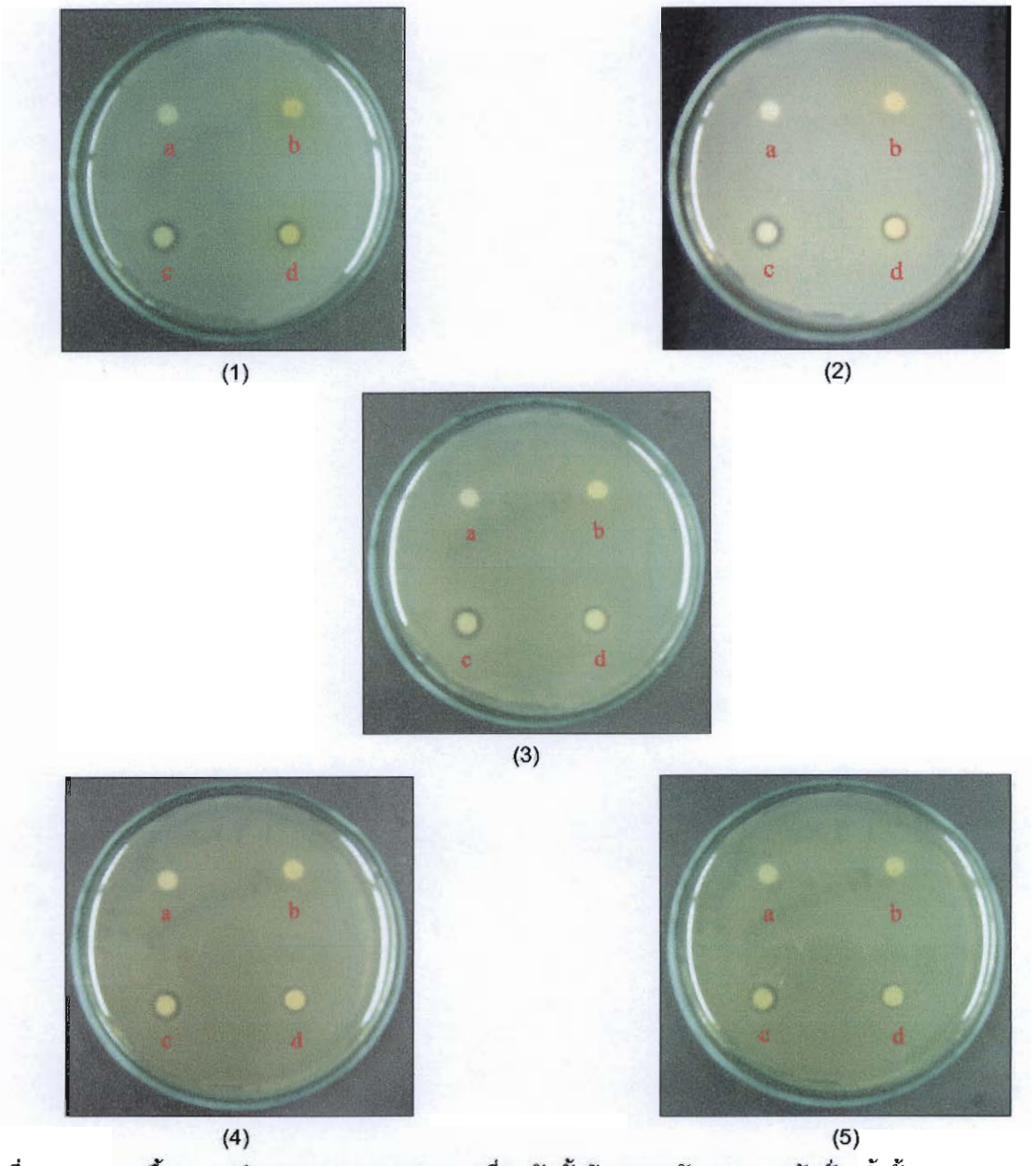
ภาพที่ 4-59 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



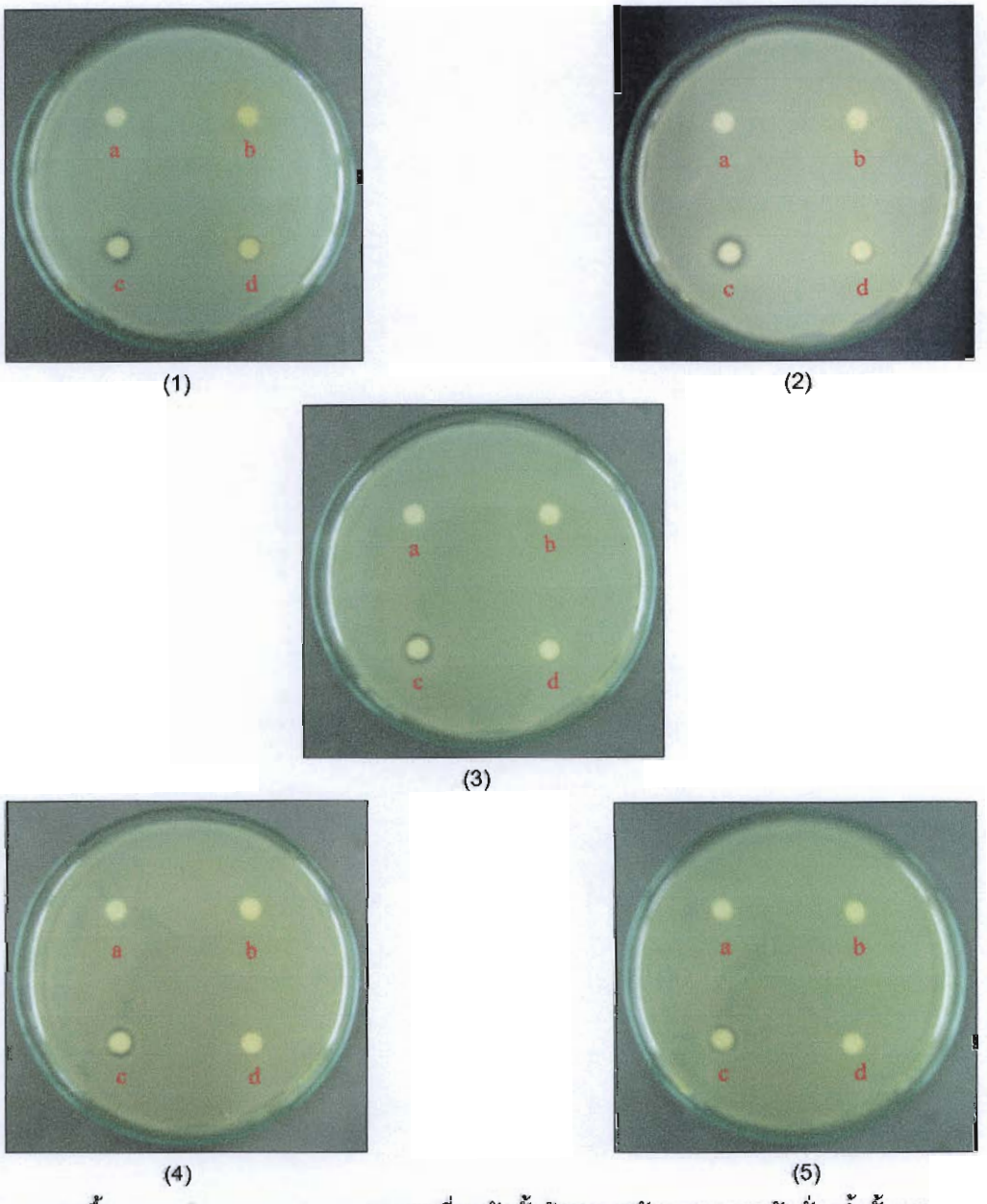
ภาพที่ 4-60 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



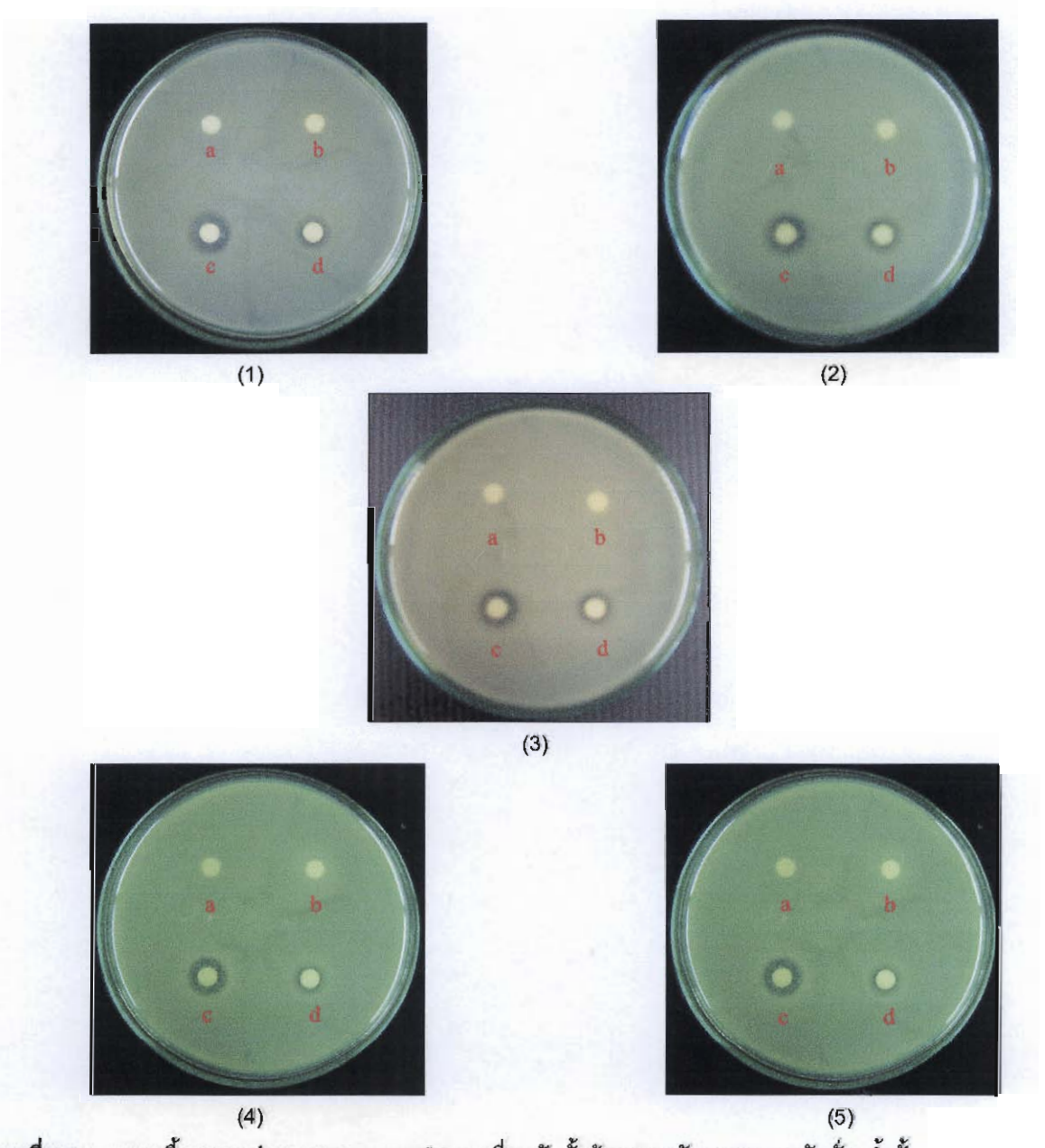
ภาพที่ 4-61 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



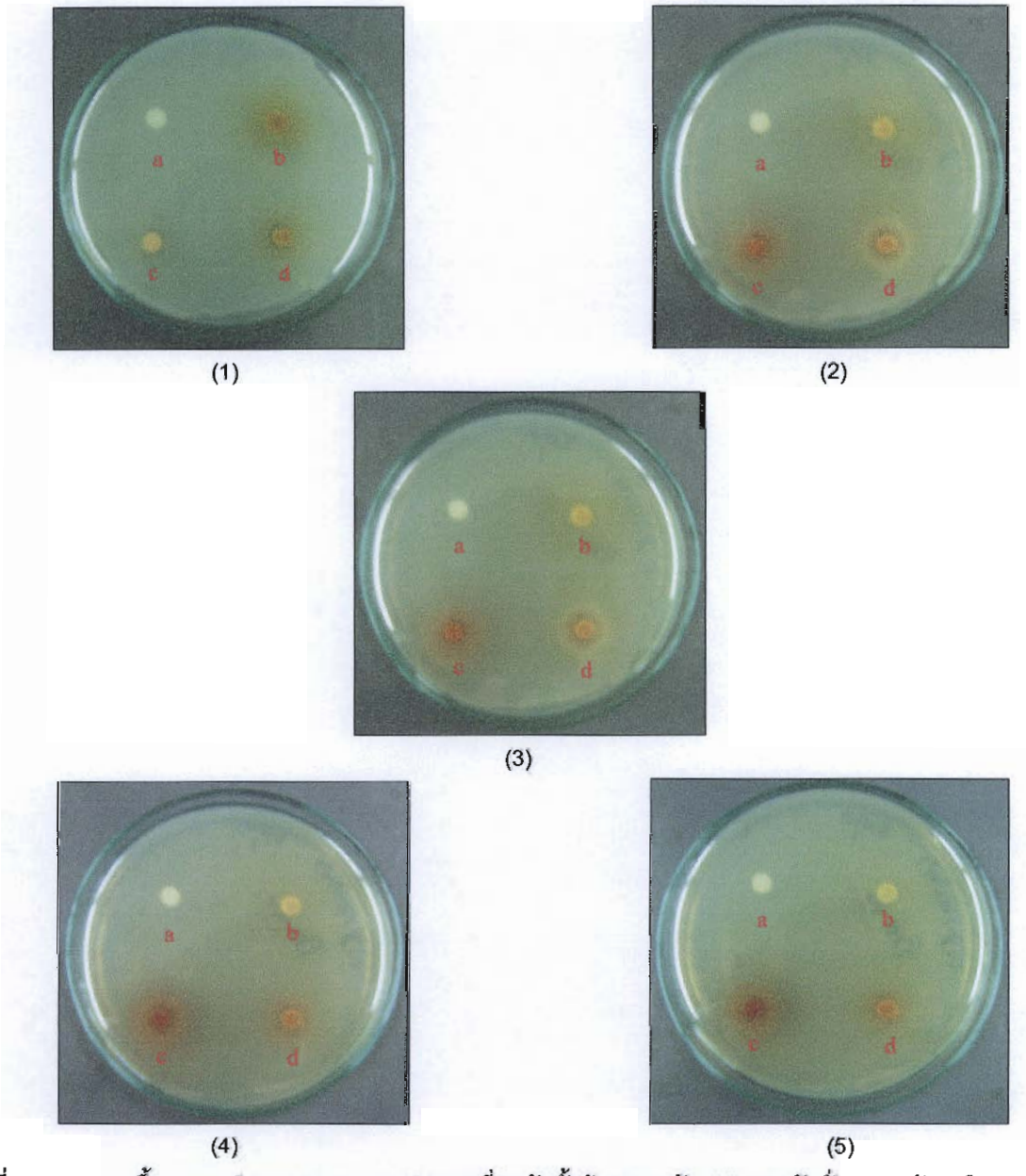
ภาพที่ 4-62 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



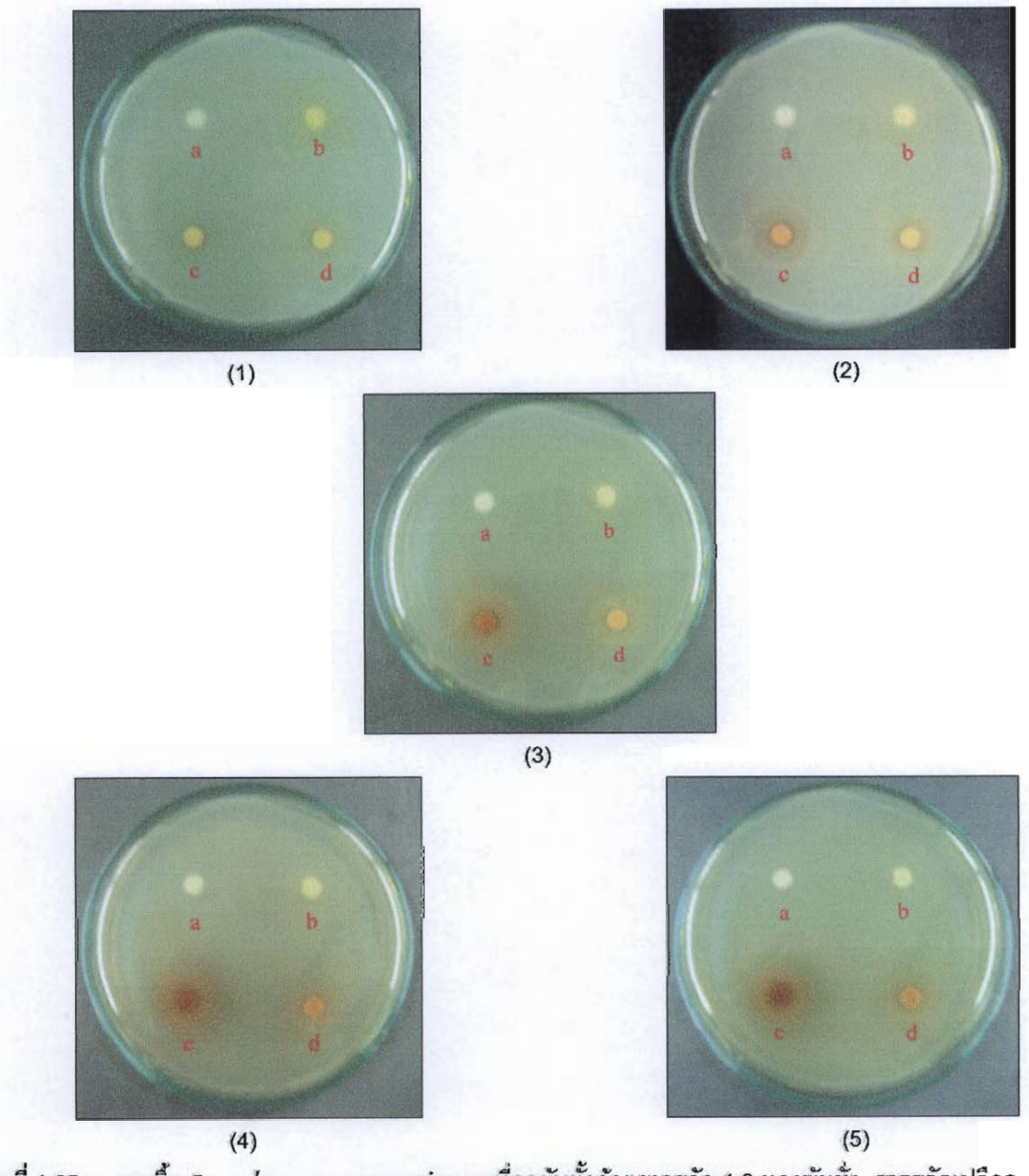
ภาพที่ 4-63 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



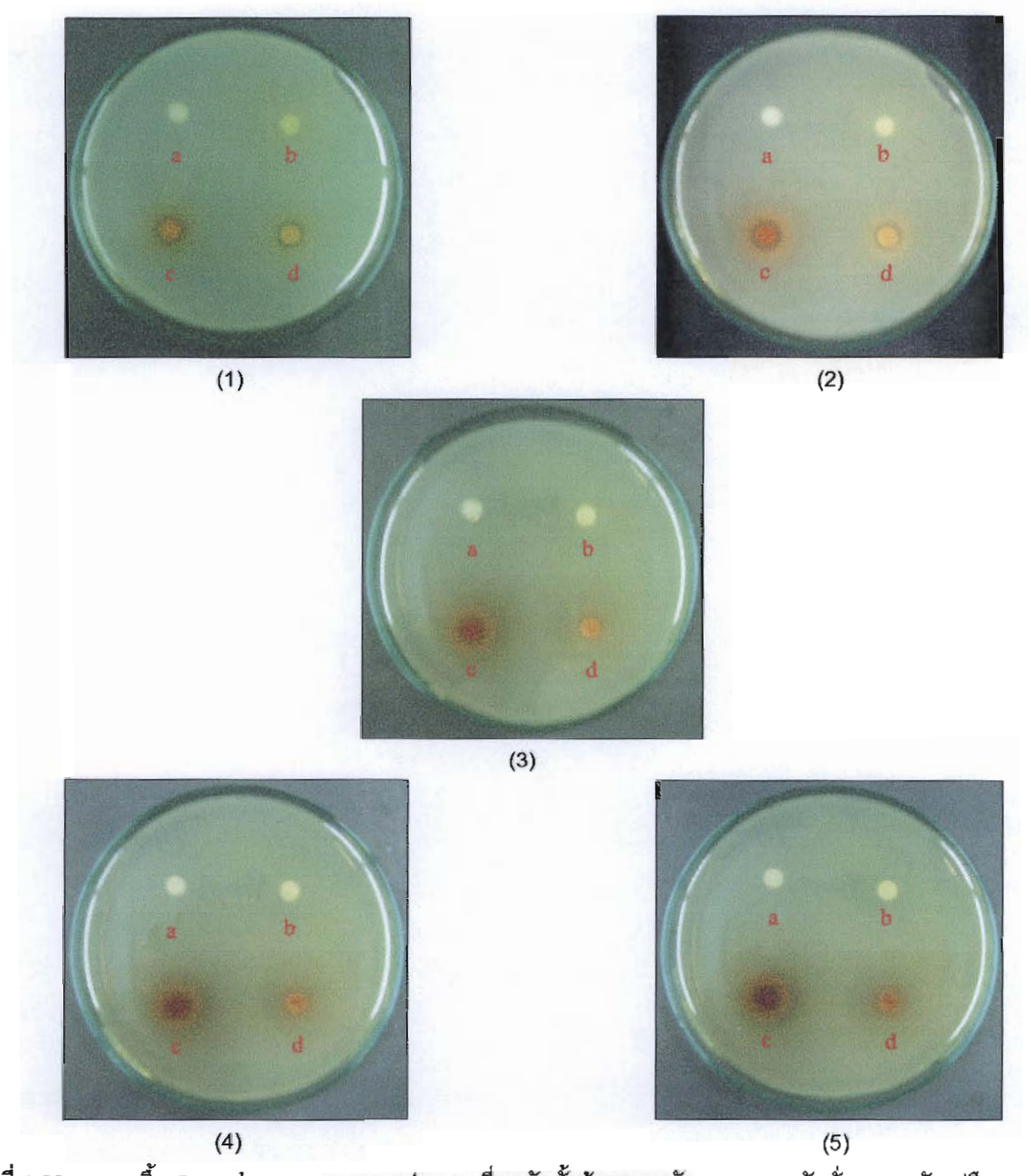
ภาพที่ 4-64 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



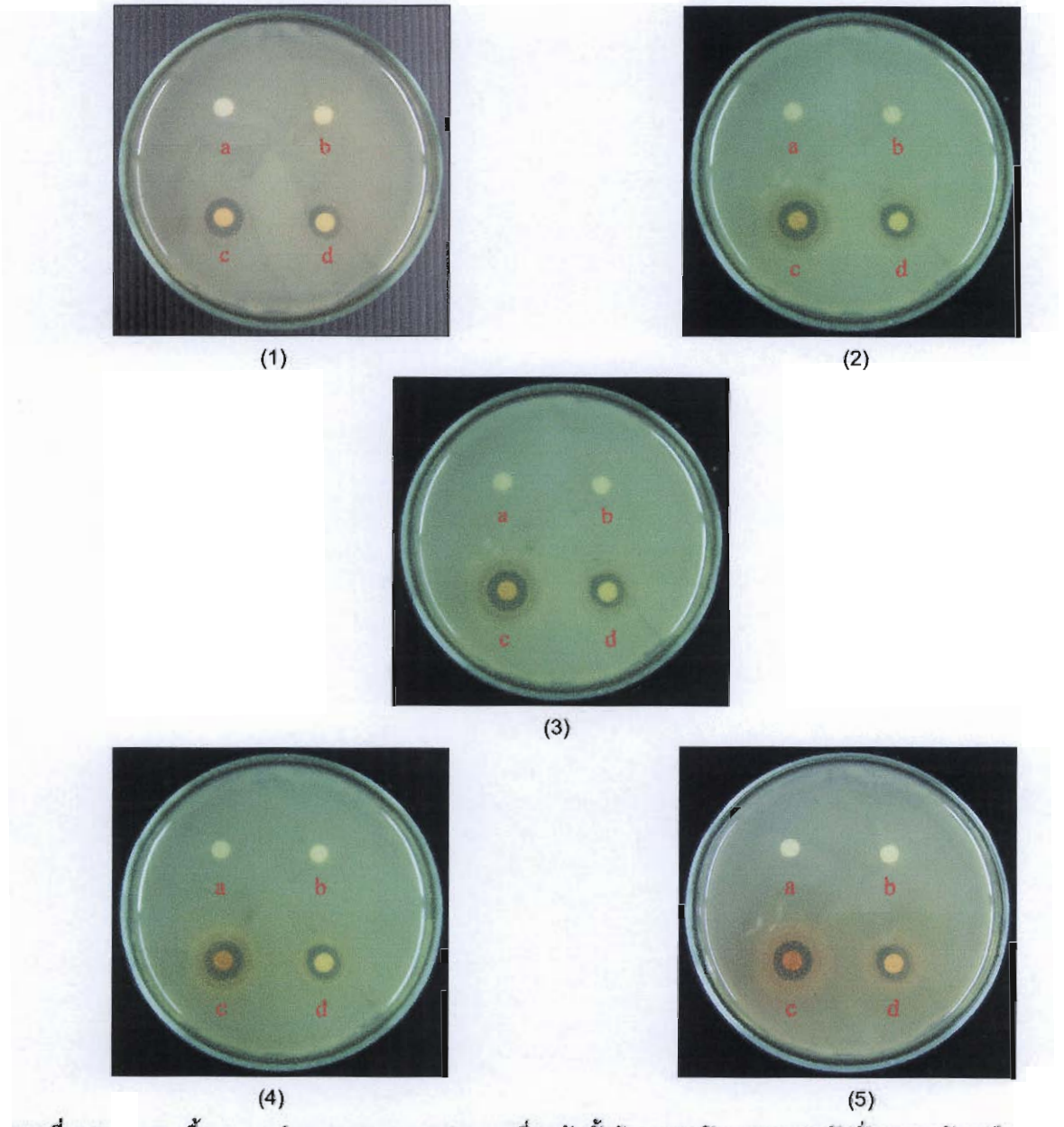
ภาพที่ 4-65 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



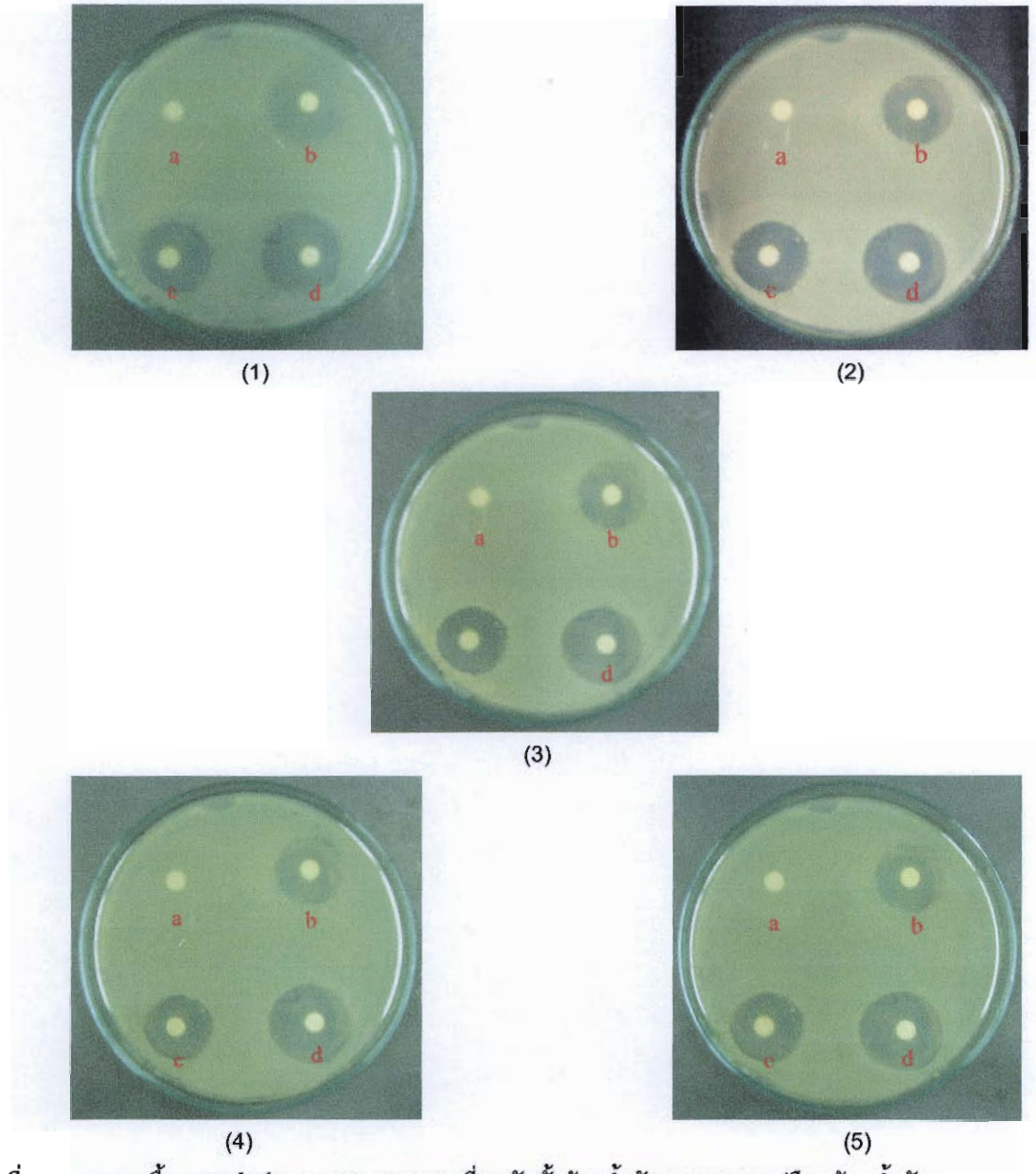
ภาพที่ 4-66 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



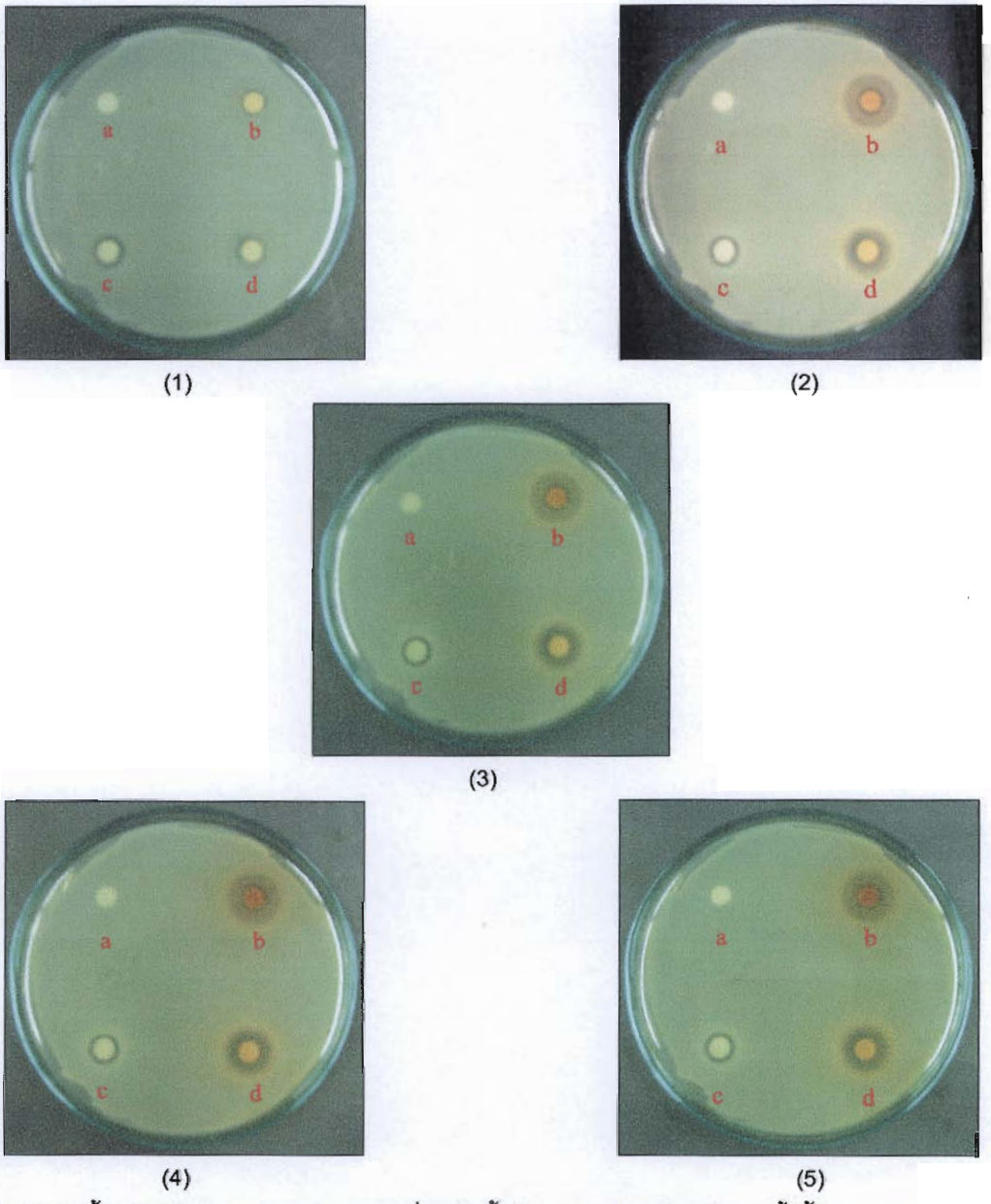
ภาพที่ 4-67 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



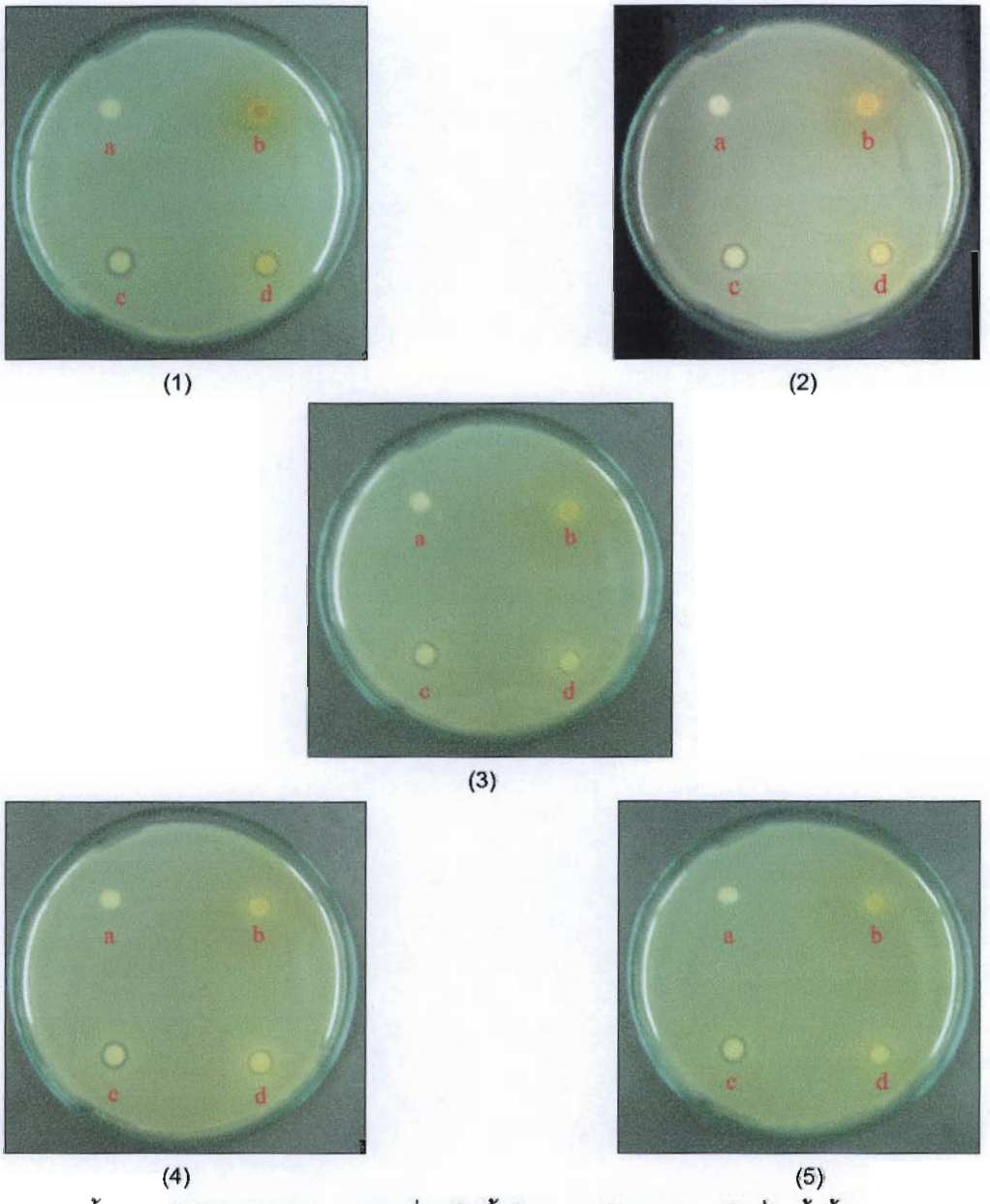
ภาพที่ 4-68 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และ น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม (20 µl), น้ำมันหอมระเหยมะกรูด (20 µl) และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



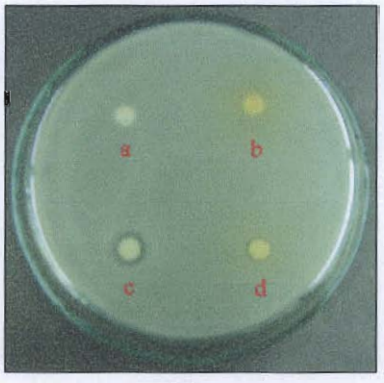
ภาพที่ 4-69 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



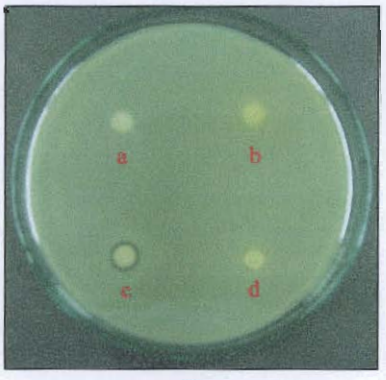
ภาพที่ 4-70 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:3 ทองพันชั่ง+**น้ำคั้น**ผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

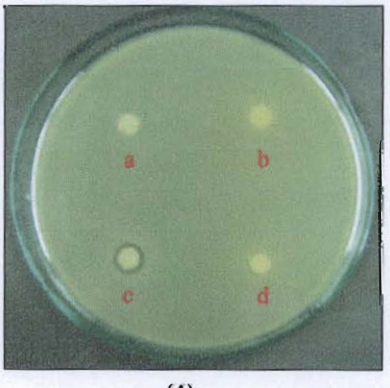


(1)

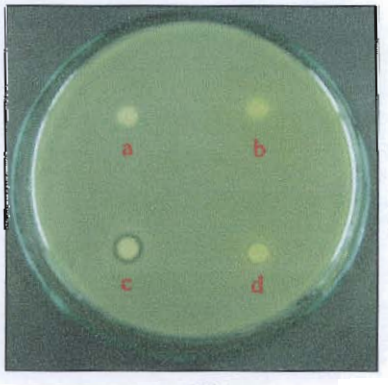
(2)



(3)



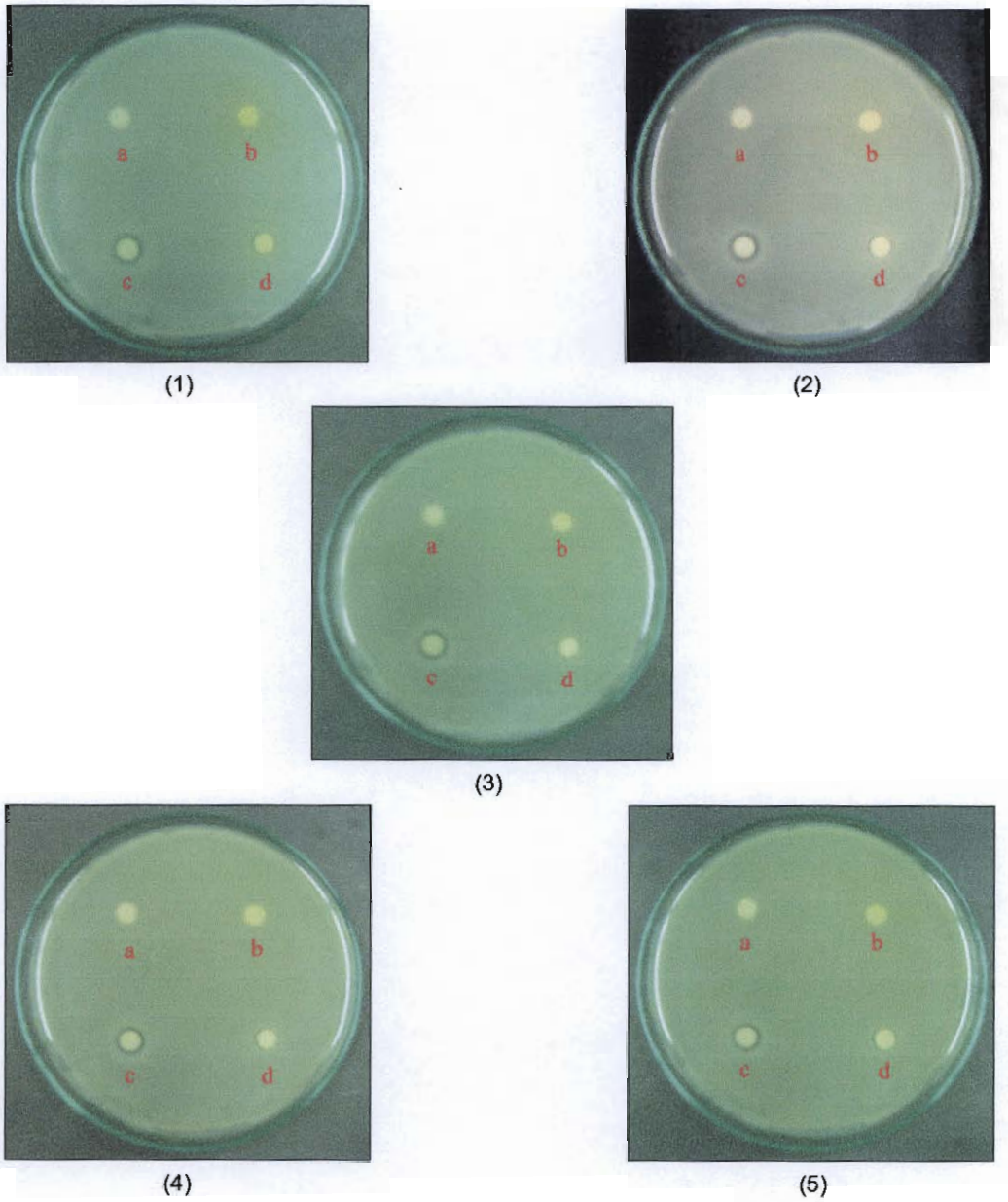
(4)



(5)

ภาพที่ 4-71 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

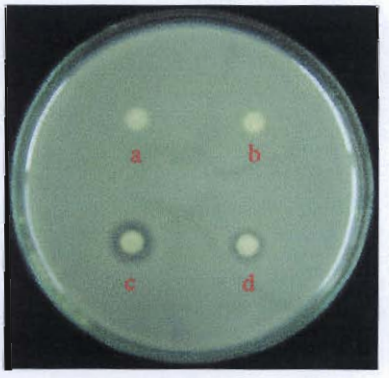
หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-72 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

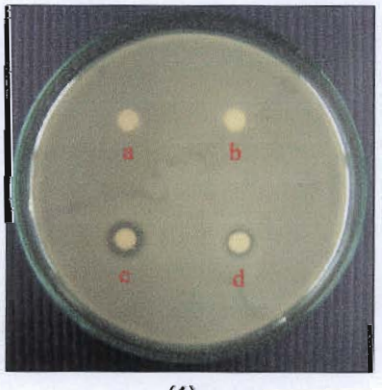
หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

(1)



(2)

(3)

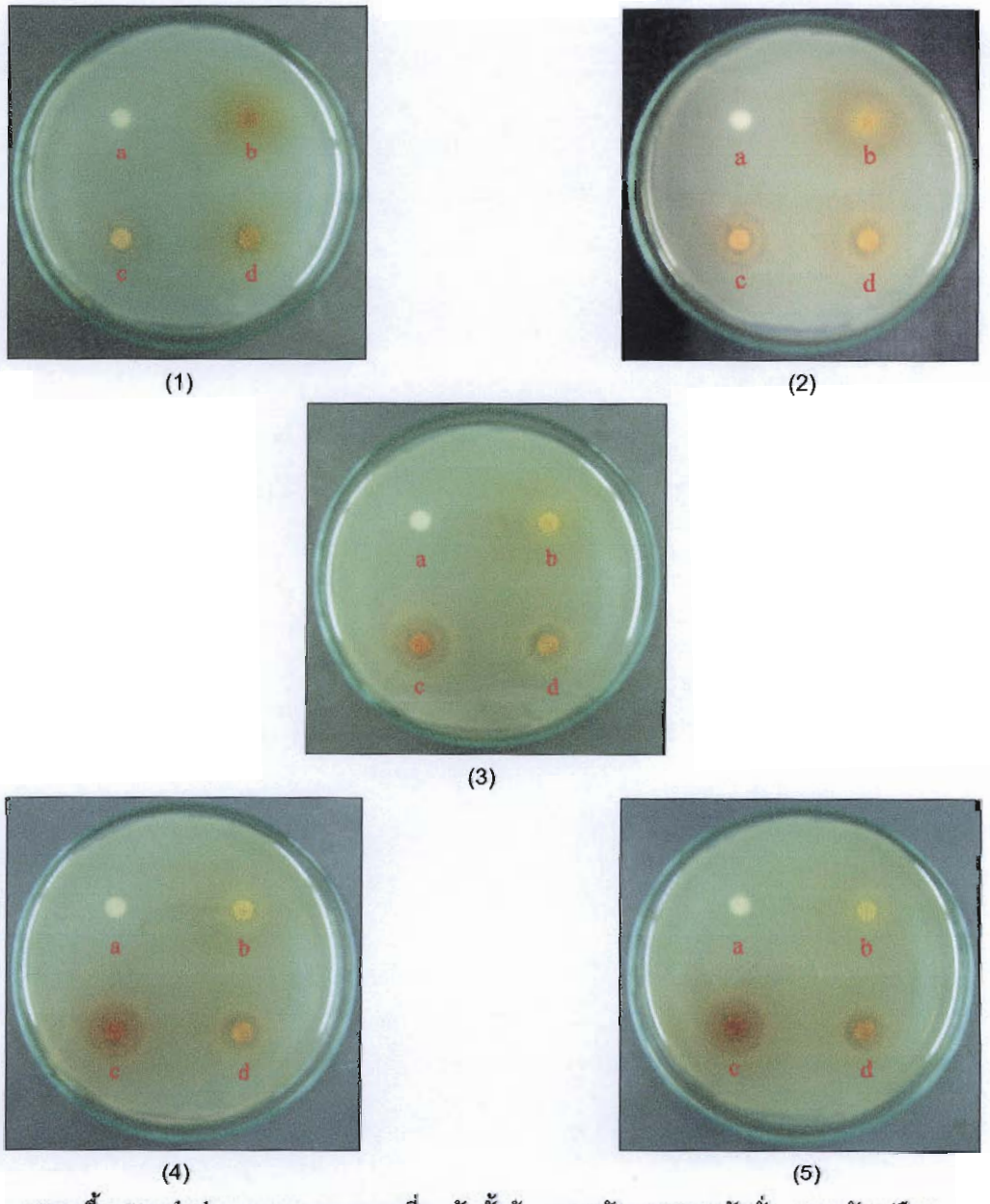


(4)

(5)

ภาพที่ 4-73 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

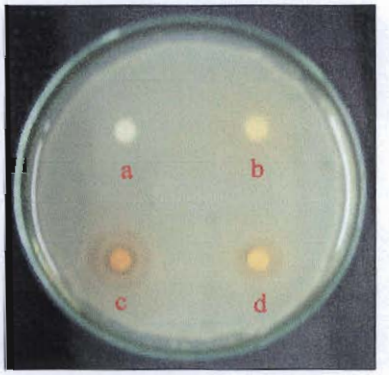
หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20ทองพันชั่ง น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-74 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

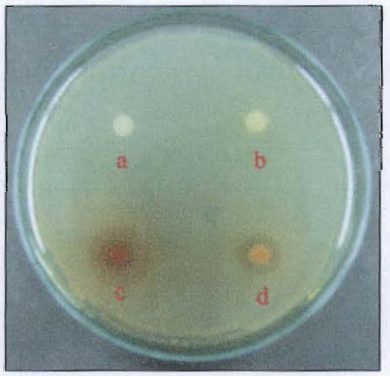
หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

(1)

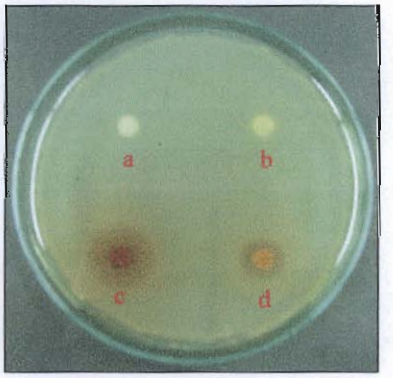


(2)

(3)



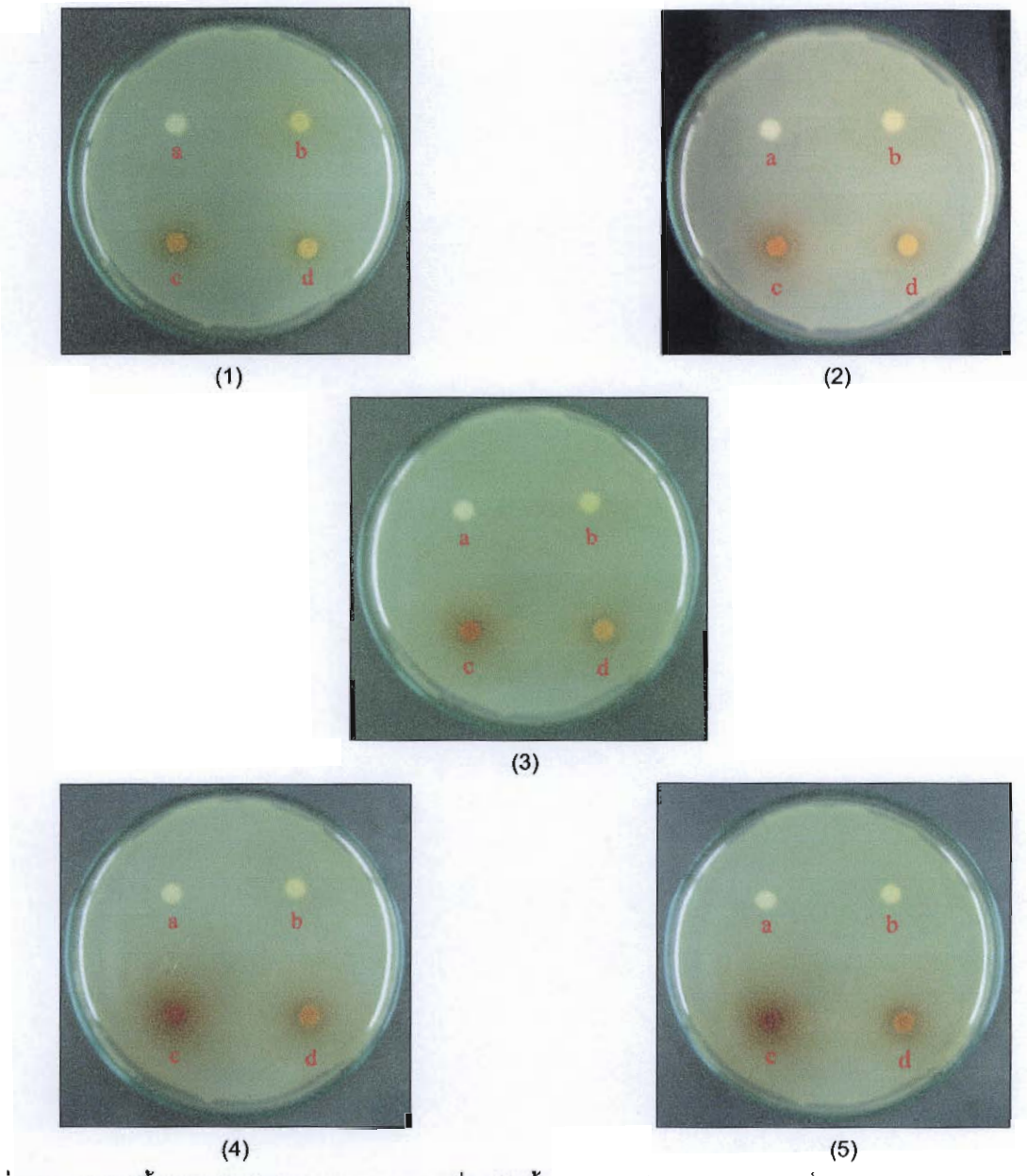
(4)



(5)

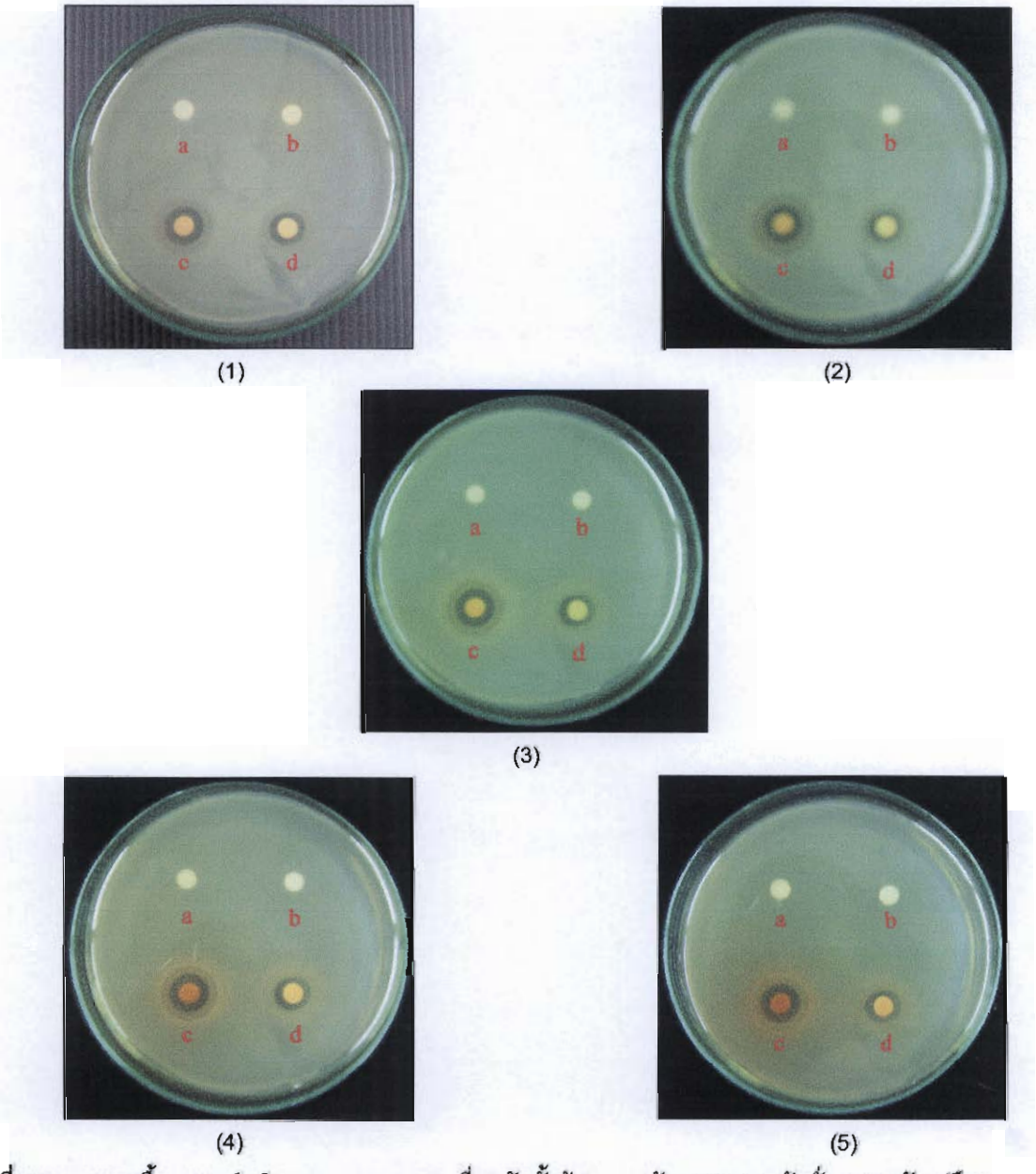
ภาพที่ 4-75 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



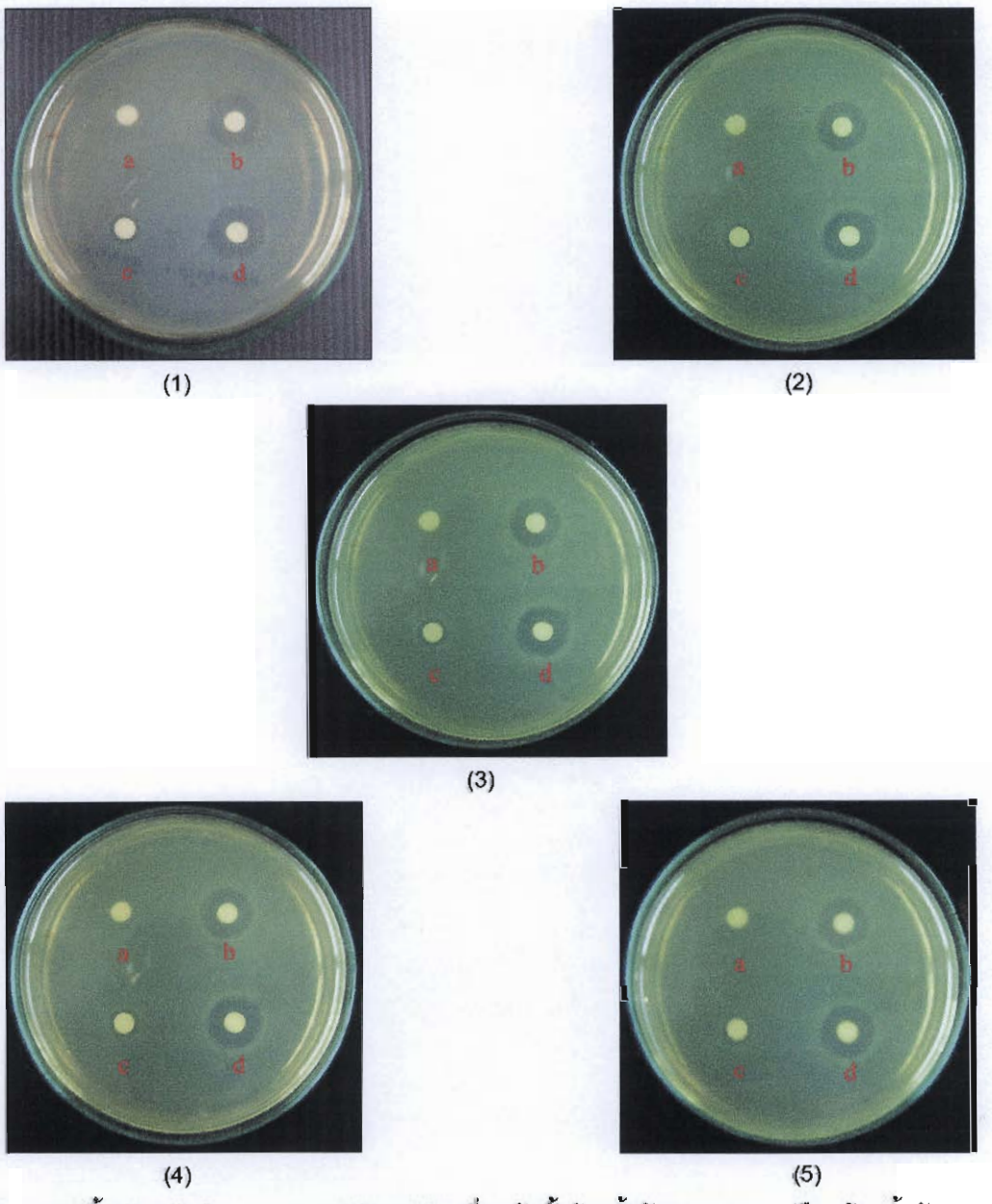
ภาพที่ 4-76 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4และ 5 ตามลำดับ



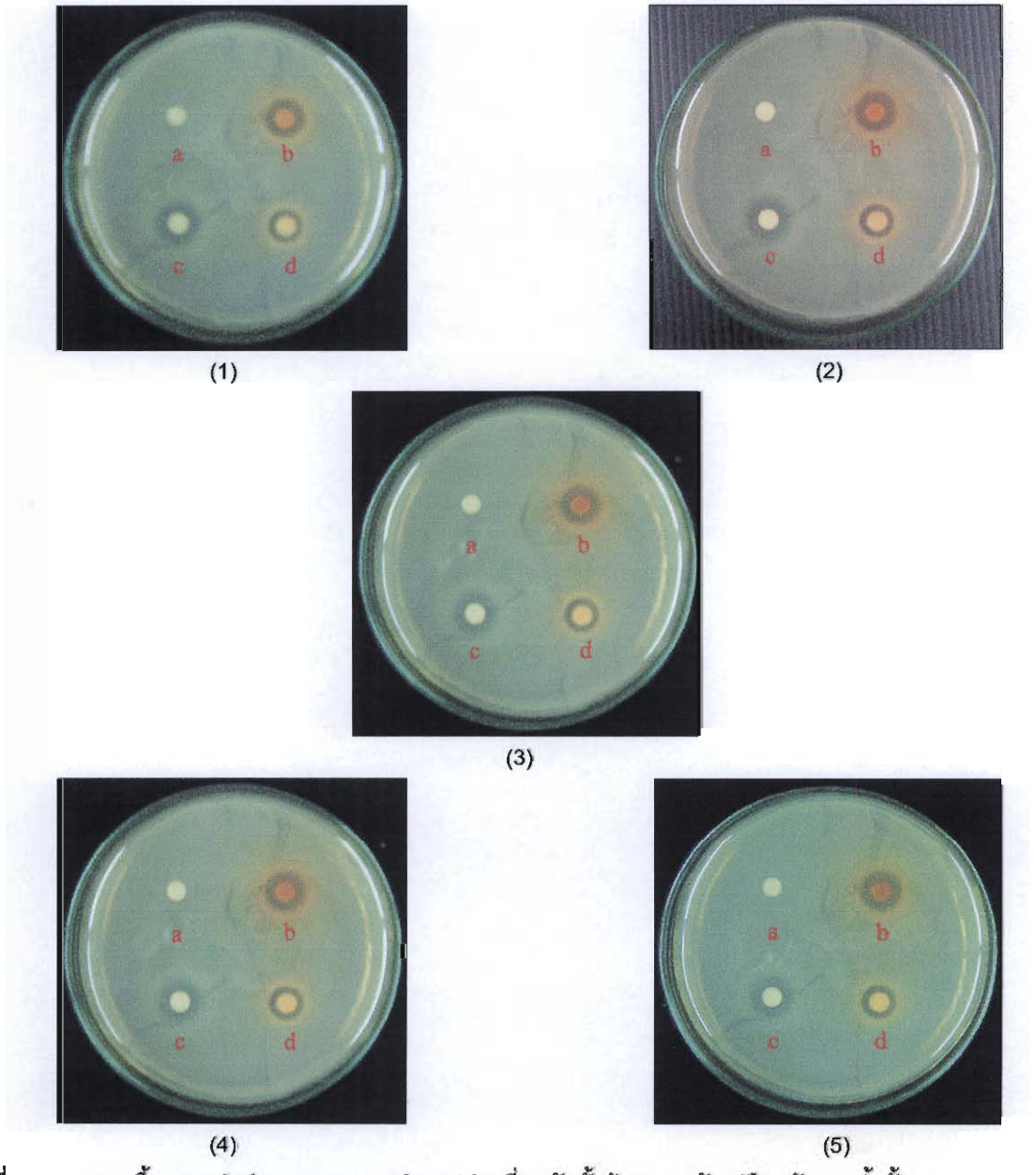
ภาพที่ 4-77 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



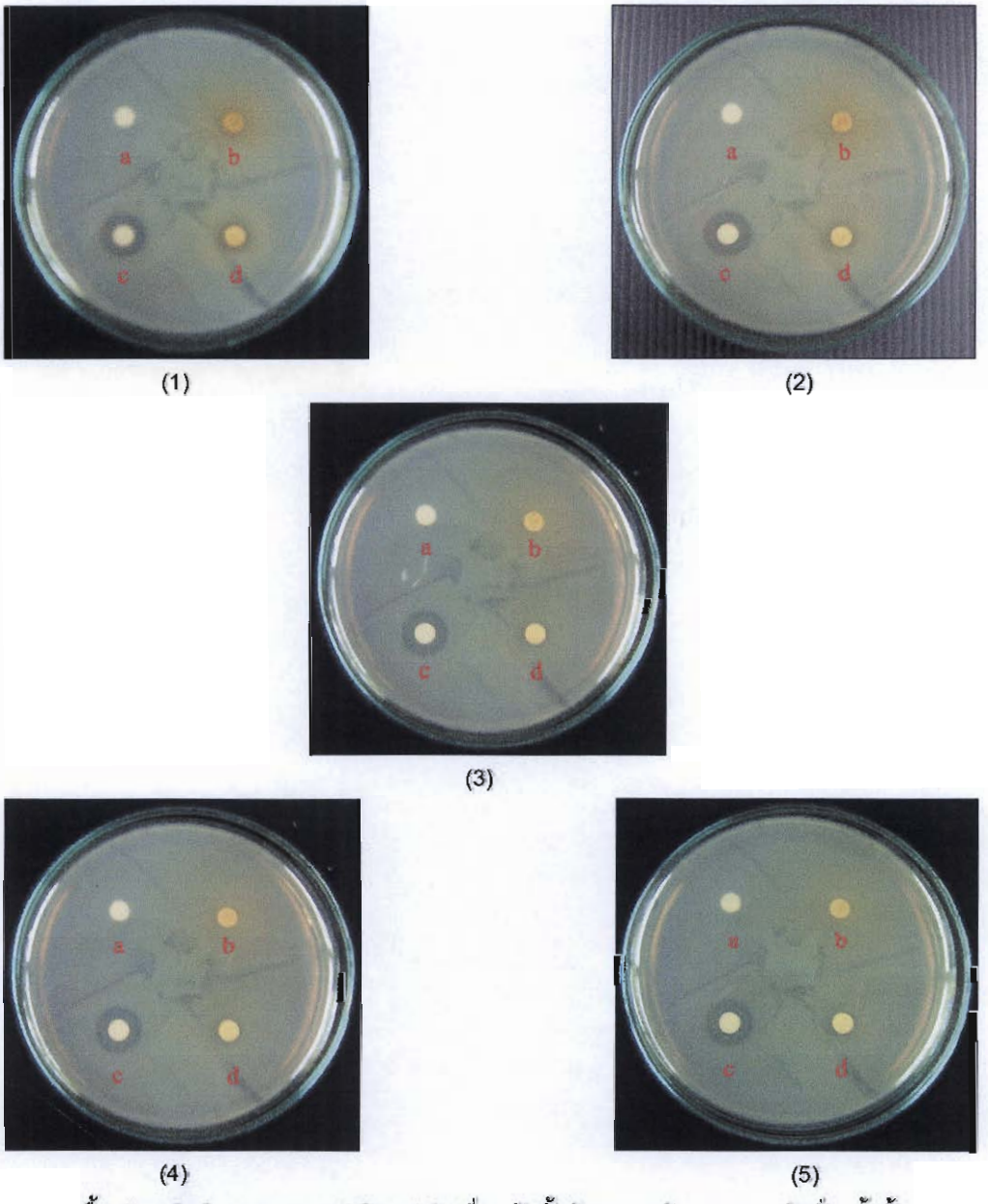
ภาพที่ 4-78 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม (20 µl), น้ำมันหอมระเหยมะกรูด (20 µl) และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม+น้ำมันหอมระเหยมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



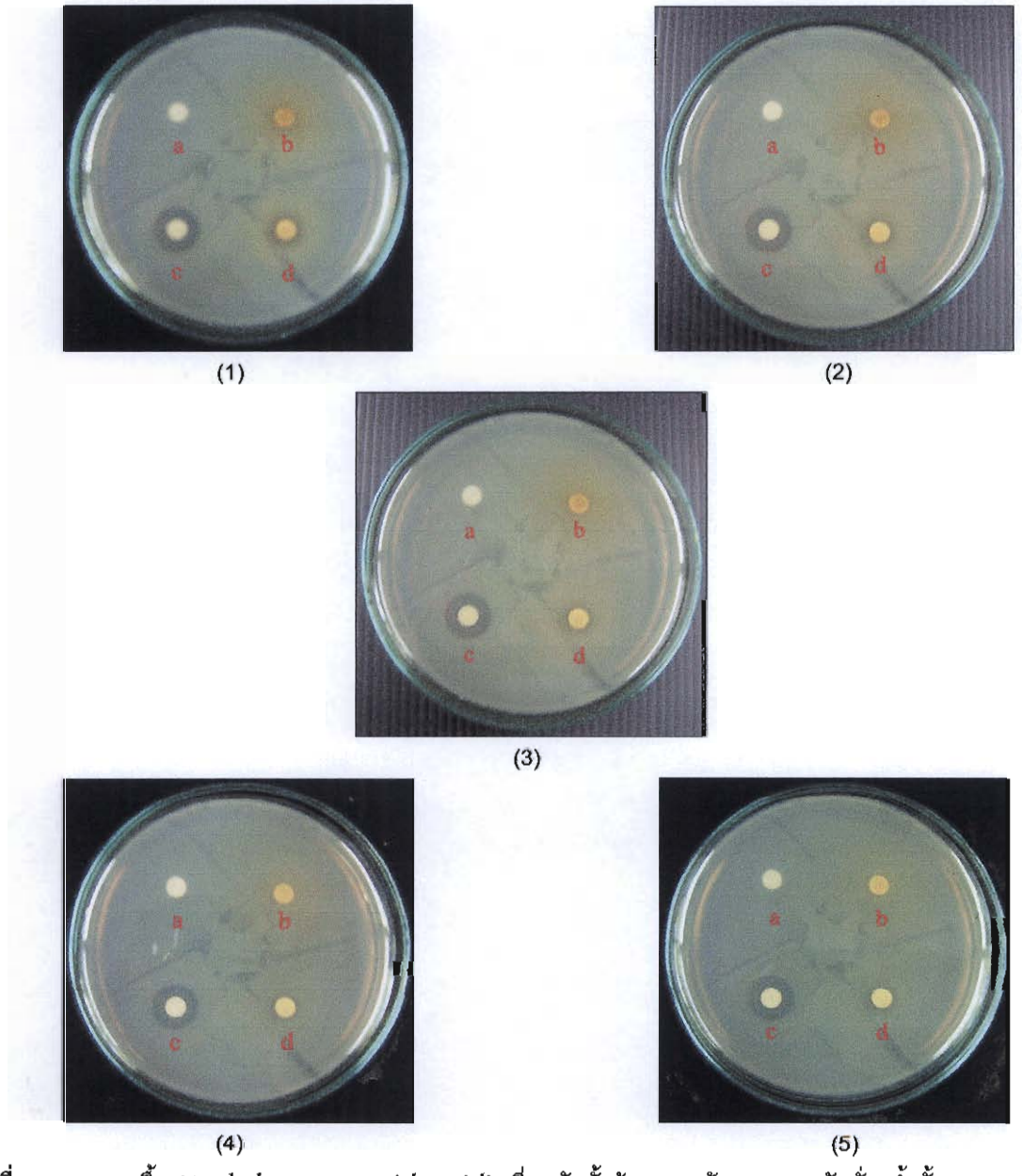
ภาพที่ 4-79 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และ สารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



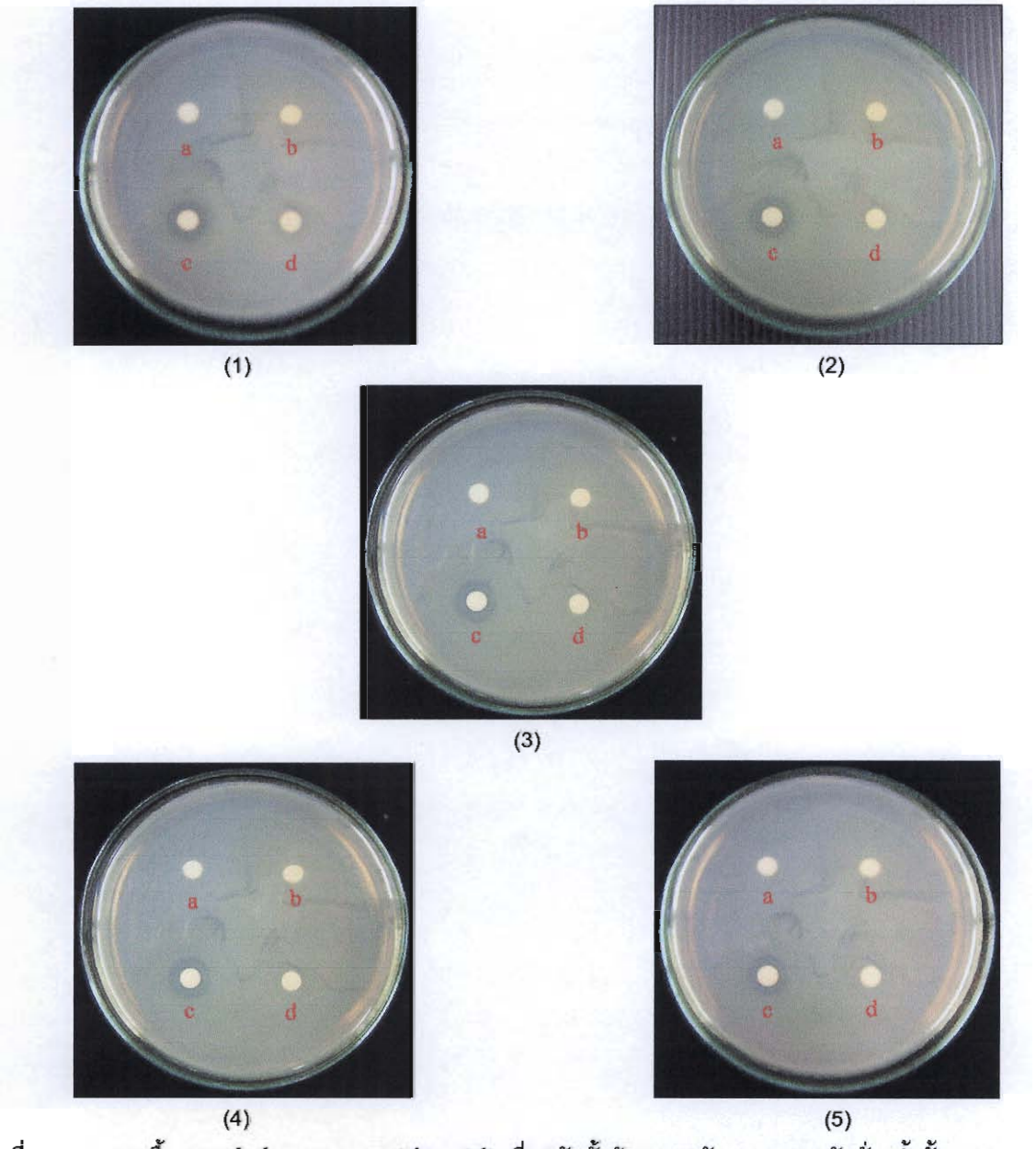
ภาพที่ 4-80 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:3 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



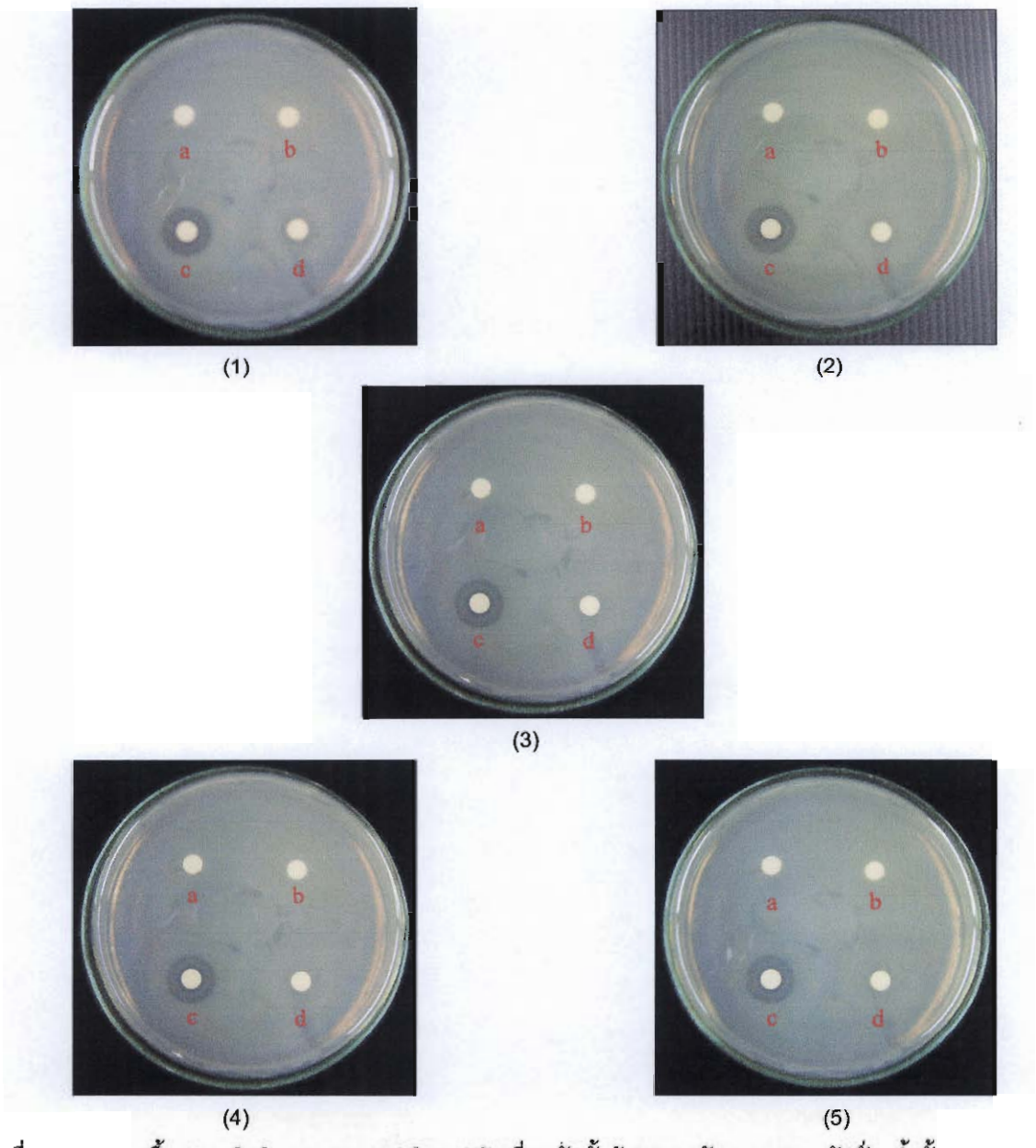
ภาพที่ 4-81 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:9 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



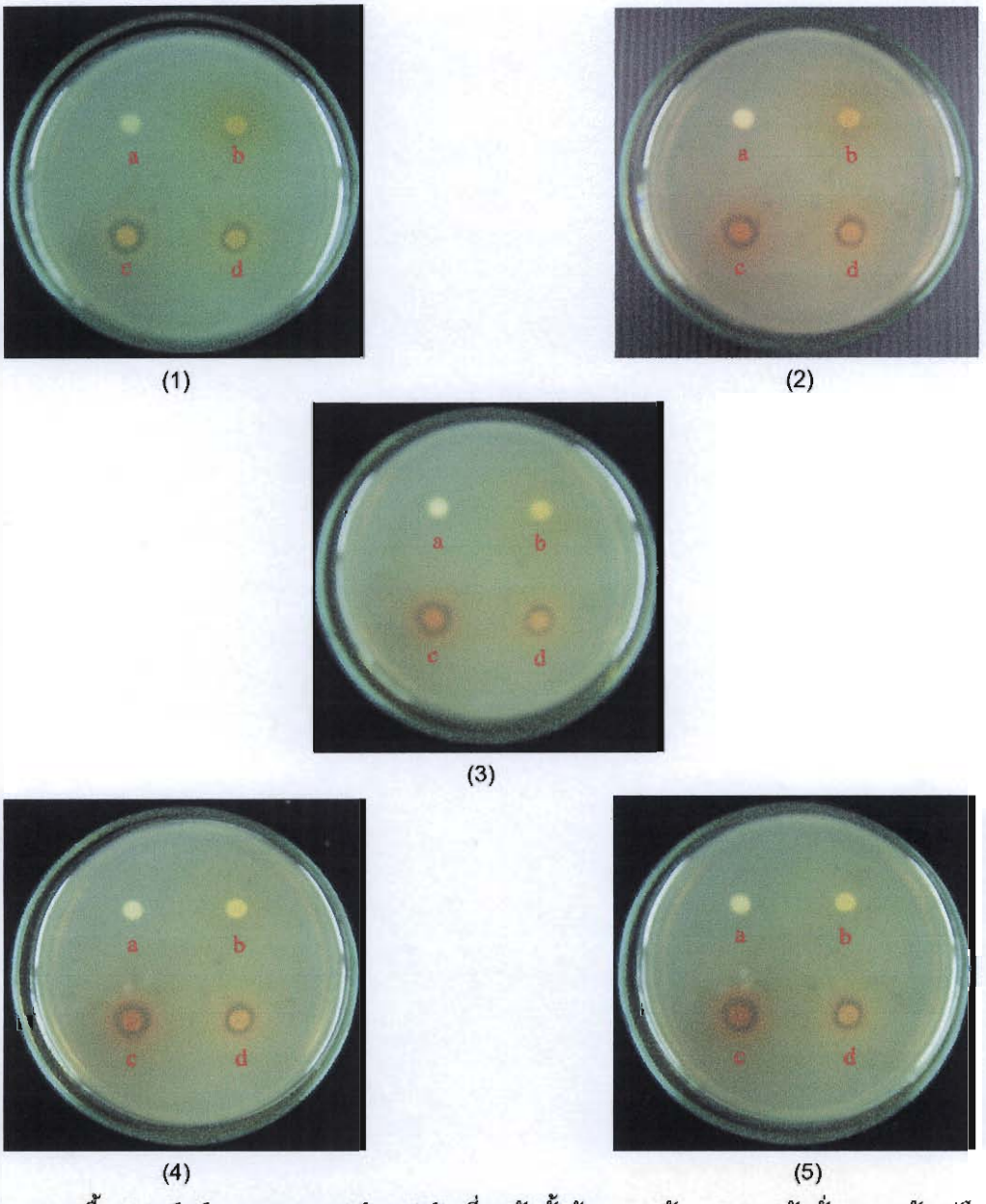
ภาพที่ 4-82 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:15 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



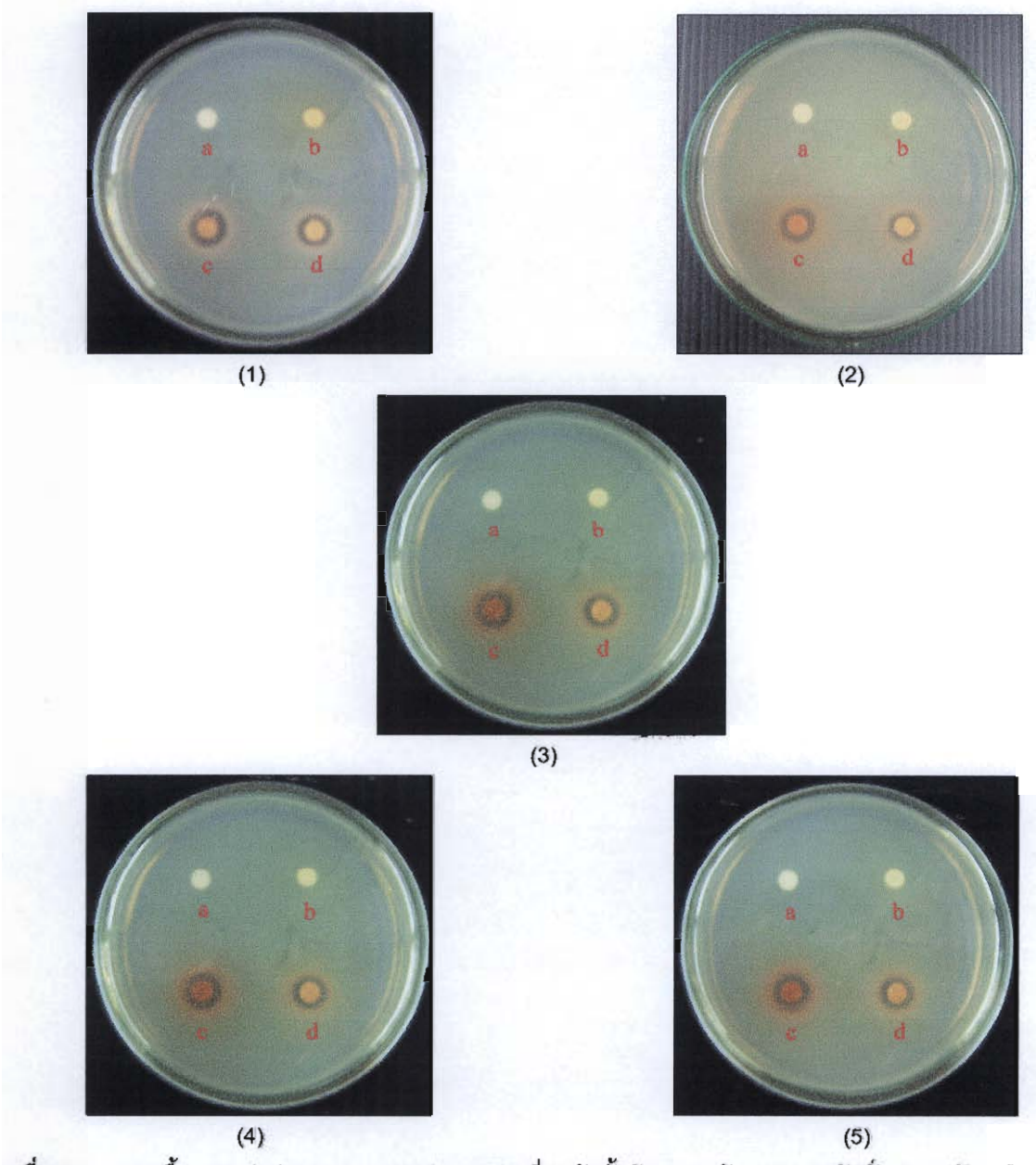
ภาพที่ 4-83 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง (20 µl), น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, น้ำคั้นผลมะกรูด และสารสกัด1:20 ทองพันชั่ง+น้ำคั้นผลมะกรูด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



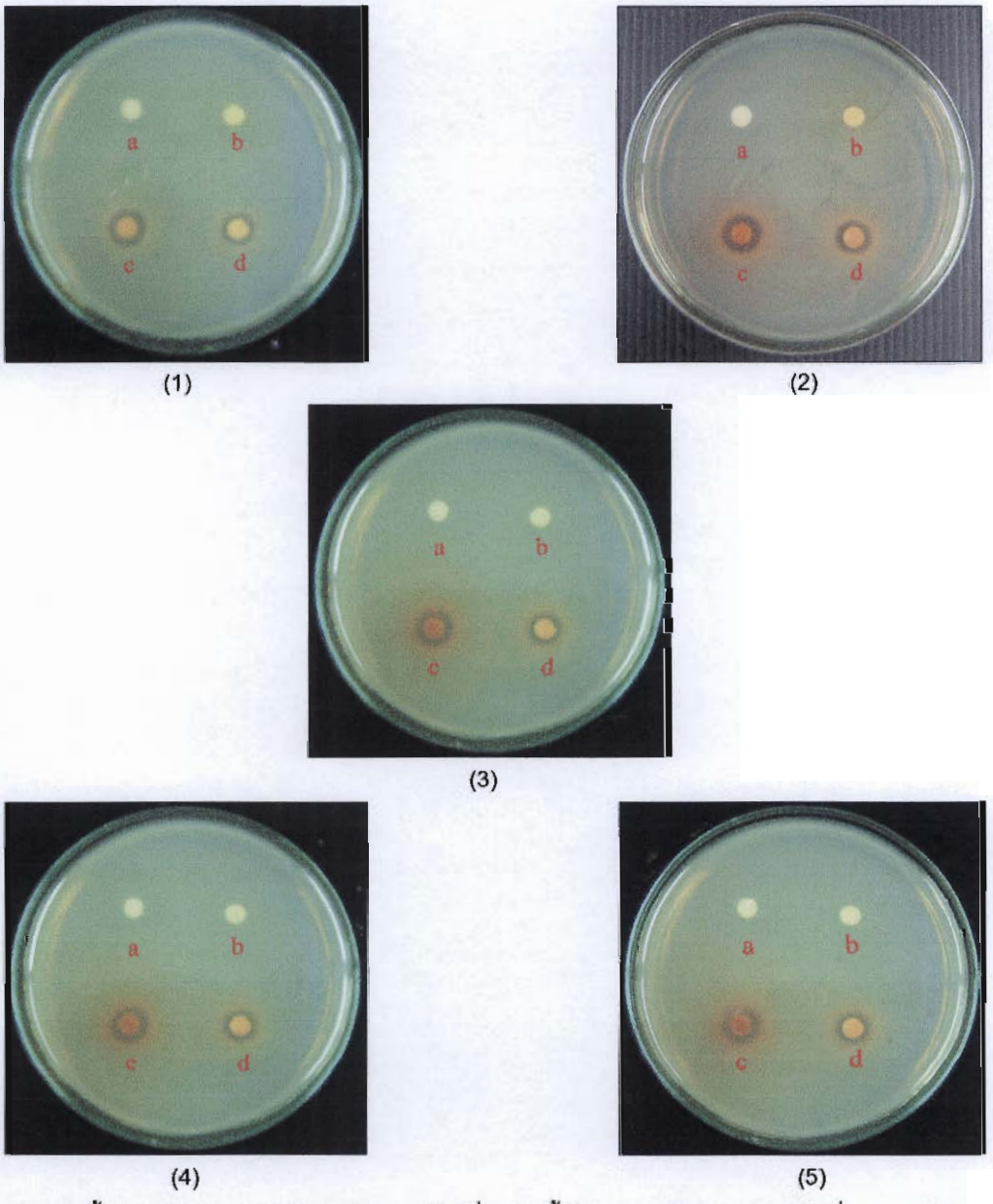
ภาพที่ 4-84 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



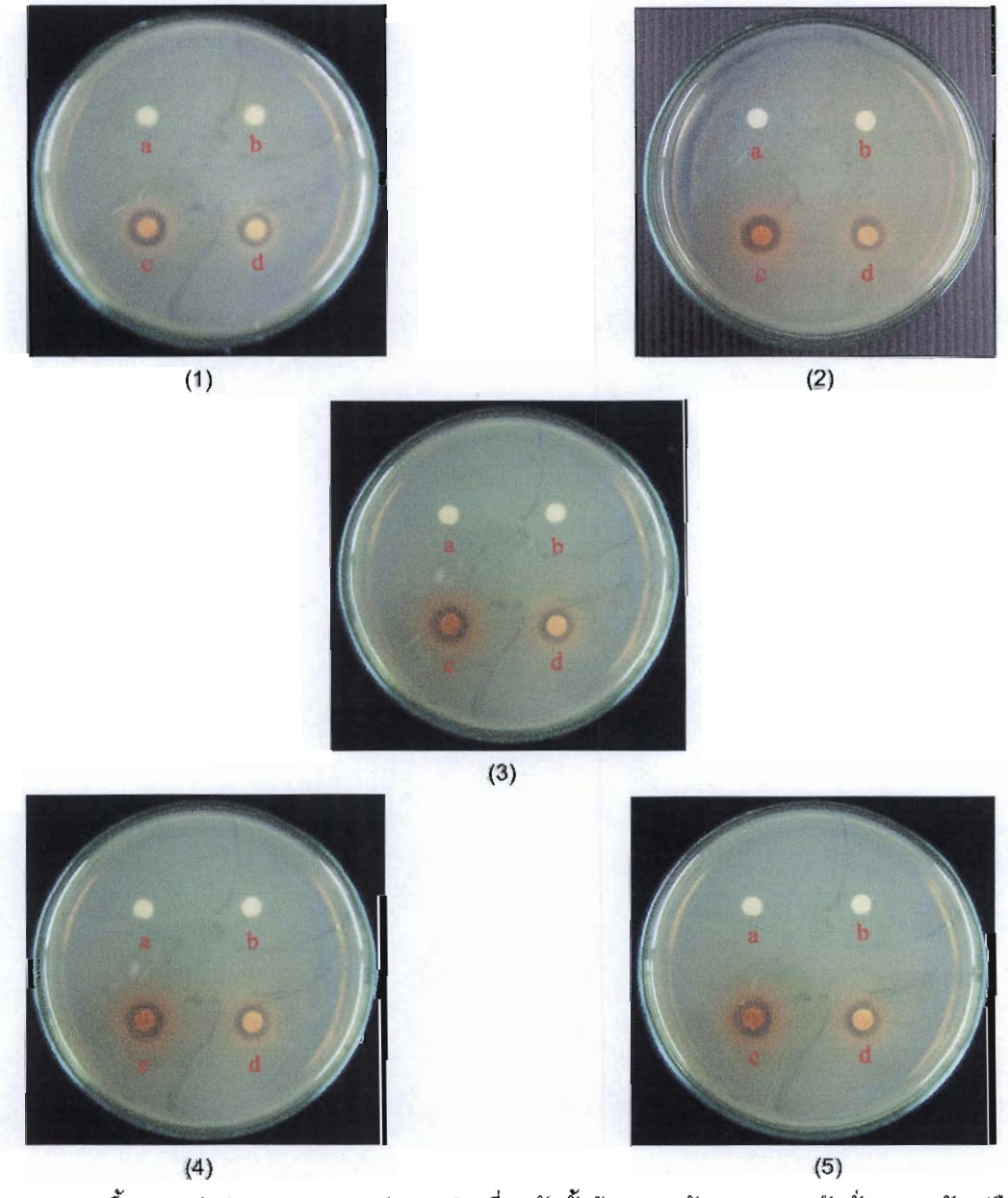
ภาพที่ 4-85 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:9 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-86 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:15 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-87 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด

หมายเหตุ a หมายถึง Control (น้ำกลั่น 20 µl) b, c และ d หมายถึง สารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง (20 µl), สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด (20 µl) ตามลำดับ และ (1), (2), (3), (4) และ (5) หมายถึงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง, สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง+สารสกัดเปลือกมังคุด วันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

4.5 การทดสอบหาปริมาณ MIC (Minimum Inhibitory Concentration) ของสมุนไพร

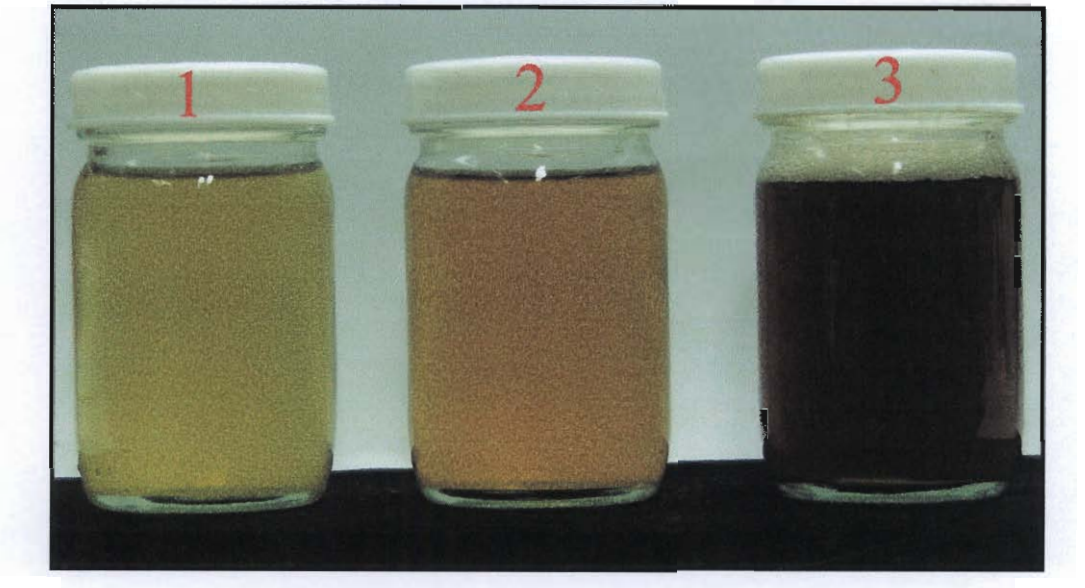
จากการทดสอบหาปริมาณ MIC ของสมุนไพรที่เลือกใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์สบู่เหลว เพื่อหาความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ผิวหนัง 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* โดยเป็นการทดสอบด้วย Broth Dilution method ให้ผลการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 แสดงปริมาณ MIC (Minimum Inhibitory Concentration) ของสมุนไพร

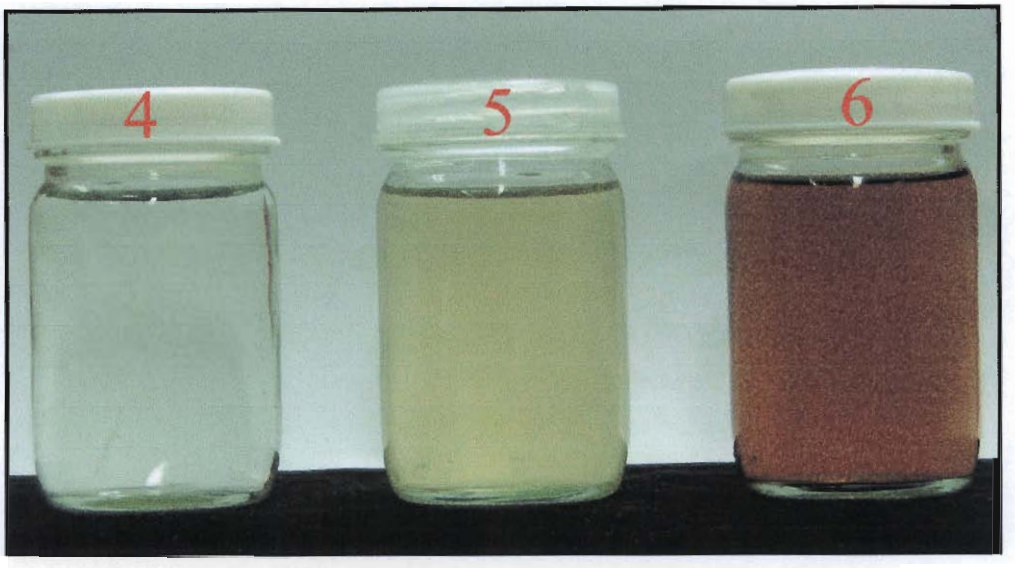
สายพันธุ์แบคทีเรีย	Maximum Growth curve	PCA	สมุนไพร	MIC (mg/ml)
B.subtilis	11 hr.	10^{-12}	น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	1.56×10^{-2}
			สารสกัดเปลือกมังคุด	6.25×10^{-2}
			น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม +น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	3.13×10^{-2}
			สารสกัดเปลือกมังคุด +น้ำคั้นผลมะกรูด	6.25×10^{-2}
E.coli	12 hr.	10^{-12}	น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	1.56×10^{-2}
			สารสกัดเปลือกมังคุด	6.25×10^{-2}
			น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม +น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	1.56×10^{-2}
			สารสกัดเปลือกมังคุด +น้ำคั้นผลมะกรูด	6.25×10^{-2}
P.aeruginosa	12 hr.	10^{-12}	น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	7.81×10^{-3}
			สารสกัดเปลือกมังคุด	1.56×10^{-2}
			น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม +น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	1.56×10^{-2}
			สารสกัดเปลือกมังคุด +น้ำคั้นผลมะกรูด	3.13×10^{-2}
S.aureus	12 hr.	10^{-12}	น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	7.81×10^{-3}
			สารสกัดเปลือกมังคุด	3.13×10^{-2}
			น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม +น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	1.56×10^{-2}
			สารสกัดเปลือกมังคุด +น้ำคั้นผลมะกรูด	1.25×10^{-1}
S.epidermidis	18 hr.	10^{-16}	น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	1.56×10^{-2}
			สารสกัดเปลือกมังคุด	3.13×10^{-2}
			น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม +น้ำมันหอมระเหยมะกรูด	3.13×10^{-2}
			สารสกัดเปลือกมังคุด +น้ำคั้นผลมะกรูด	6.25×10^{-2}

4.6 การผลิตสบู่เหลวสมุนไพร

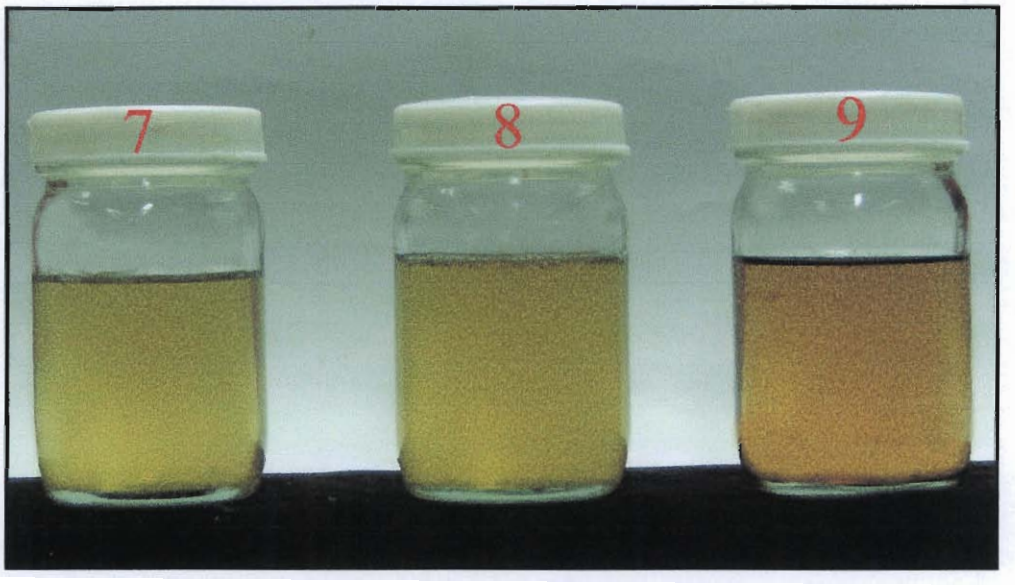
ทำการผลิตผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสูตรเคมีตามสูตรพื้นฐานการผลิตผลิตภัณฑ์สบู่เหลวจากพิมพร (2532) และทำการผลิตผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสูตรธรรมชาติตามกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สบู่เหลวธรรมชาติจากคมสัน (2548) ดังรายละเอียดตามภาคผนวก เรื่องกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สบู่เหลว โดยนำสมุนไพรเดี่ยว คือ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด และสารสกัดเปลือกมังคุด และสมุนไพรผสม คือ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม และสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด นำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์สบู่เหลวตามสูตรต่างๆ ให้ผลดังภาพที่ 4-88 - 4-91



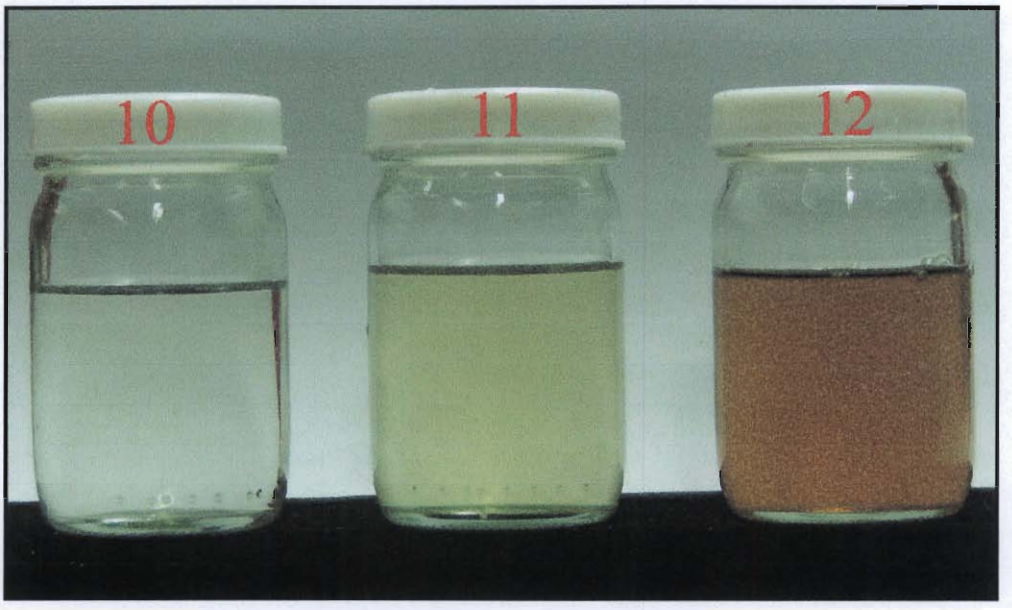
ภาพที่ 4-88 แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว (สูตรสบู่เหลวธรรมชาติ) ; 1, 2 และ 3 หมายถึง ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรธรรมชาติ, ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด และผสมสารสกัดเปลือกมังคุด ตามลำดับ



ภาพที่ 4-89 แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว (สูตรสบู่เหลวเคมี) ; 4, 5 และ 6 หมายถึง ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรเคมี, ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด และผสมสารสกัดเปลือกมังคุด ตามลำดับ



ภาพที่ 4-90 แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรผสม (สูตรสบู่เหลวธรรมชาติ) ; 7, 8 และ 9 หมายถึง ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร (สูตรสบู่เหลวธรรมชาติ), ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มและผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด ตามลำดับ



ภาพที่ 4-91 แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรผสม (สูตรสบู่เหลวเคมี) ; 10, 11 และ 12 หมายถึง ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร (สูตรสบู่เหลวเคมี), ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มและผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด ตามลำดับ

4.7 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยสบู่เหลวสมุนไพร ทำการทดสอบโดยใช้สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติจากสมุนไพรเดี่ยวและสมุนไพรผสม และสบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีจากสมุนไพรเดี่ยวและสมุนไพรผสม โดยการทดสอบด้วยวิธี Agar Diffusion method พิจารณาความมีประสิทธิภาพจากความกว้างของ Inhibitory Zone ที่เกิดขึ้น ให้ผลดังตารางที่ 4-6 (แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว) และให้ผลดังตารางที่ 4-7 (แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยสบู่เหลวสมุนไพรผสม)

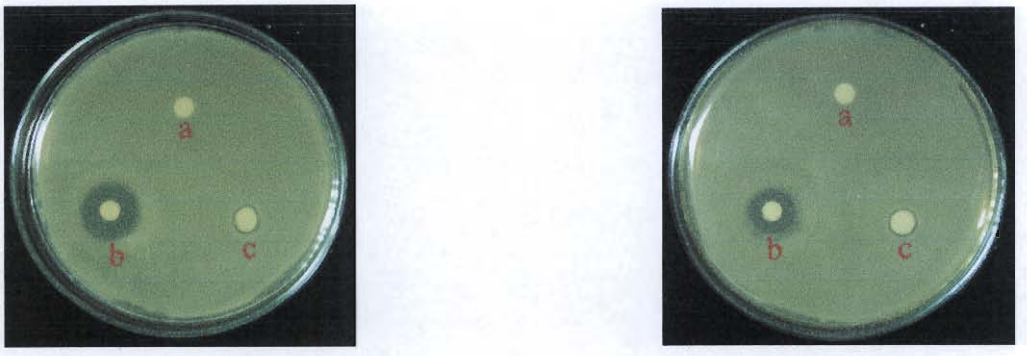
ตารางที่ 4-6 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว

เชื้อแบคทีเรีย	ขนาดของ Inhibitory zone (mm)			
	สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด	สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด
B.subtilis	8.50	7.25	13.50	13.00
E.coli	9.50	9.00	14.50	13.75
P.aeruginosa	9.50	9.00	14.50	14.00
S.aureus	10.50	9.50	15.00	13.50
S.epidermidis	8.50	8.00	16.50	15.00

ตารางที่ 4-7 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยสบู่เหลวสมุนไพรผสม

เชื้อแบคทีเรีย	ขนาดของ Inhibitory zone (mm)			
	สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด +น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม	สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด +น้ำคั้นผลมะกรูด	สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม	สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด
B.subtilis	10.15	11.05	19.25	23.75
E.coli	9.25	11.00	22.00	23.50
P.aeruginosa	10.25	10.00	22.50	21.00
S.aureus	10.00	11.50	21.50	21.00
S.epidermidis	9.50	10.00	21.00	21.50

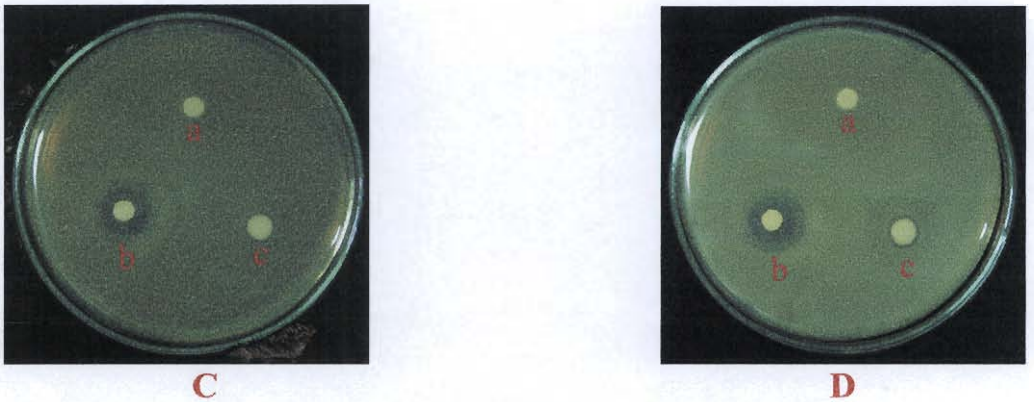
การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว



A B

ภาพที่ 4-92 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว

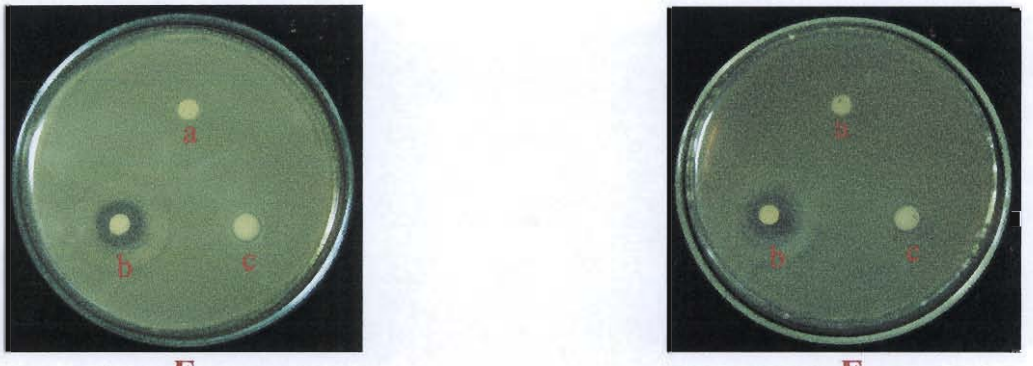
หมายเหตุ A หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี, สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ
B หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกมังคุด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี, สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ



C D

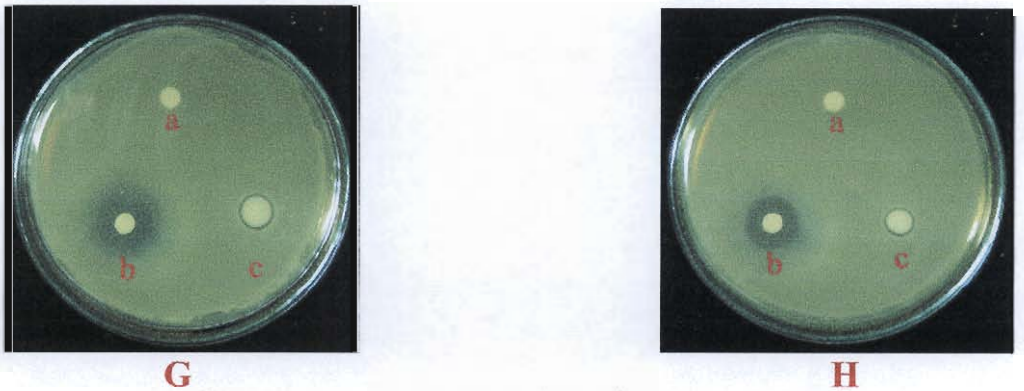
ภาพที่ 4-93 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว

หมายเหตุ C หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี, สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ
D หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกมังคุด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี, สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ



ภาพที่ 4-94 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว

หมายเหตุ E หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี, สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ
F หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกมังคุด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี, สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ



ภาพที่ 4-95 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว

หมายเหตุ G หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี, สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ
H หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกมังคุด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี, สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ

I

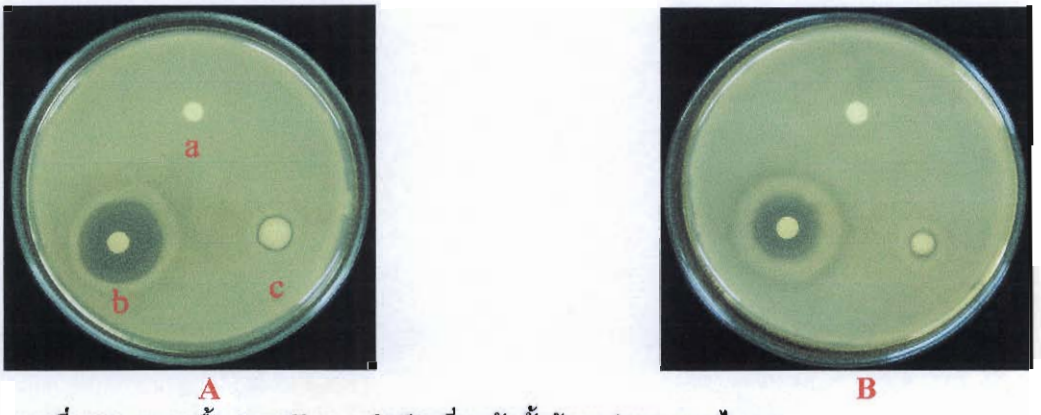
J

ภาพที่ 4-96 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยว

หมายเหตุ I หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี, สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ

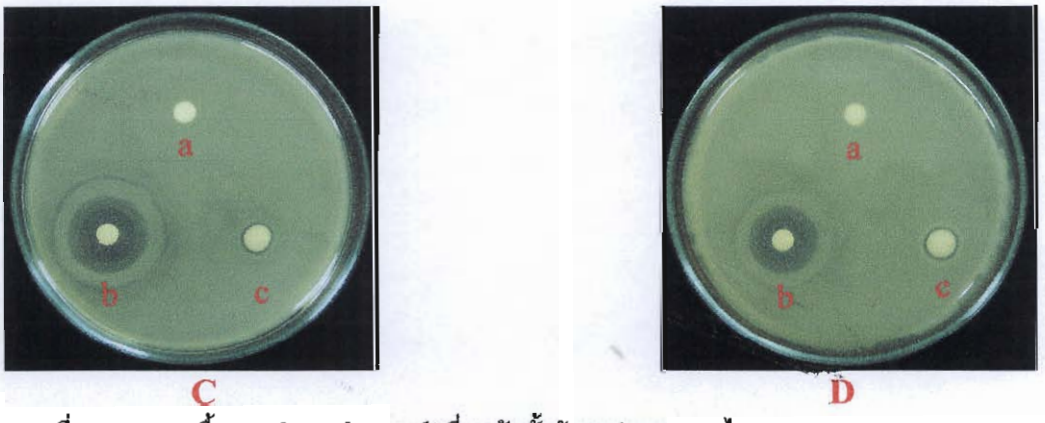
J หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกมังคุด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี, สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรผสม



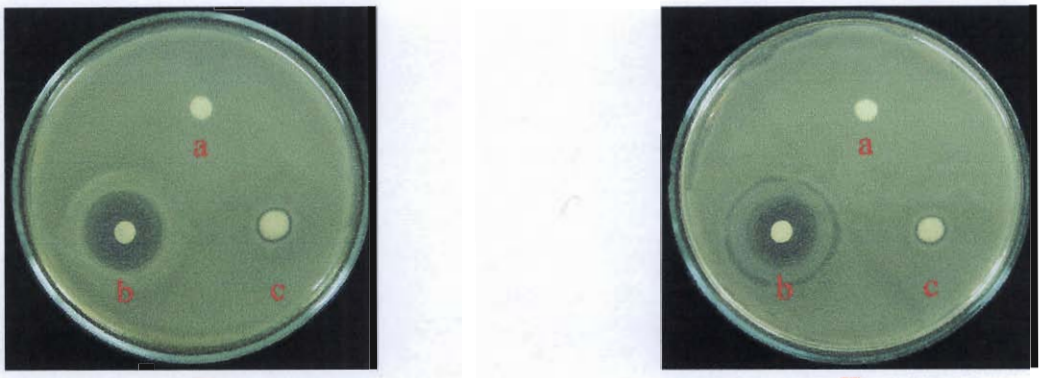
ภาพที่ 4-97 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม

หมายเหตุ A หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี,
สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ
B หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี,
สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ



ภาพที่ 4-98 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม

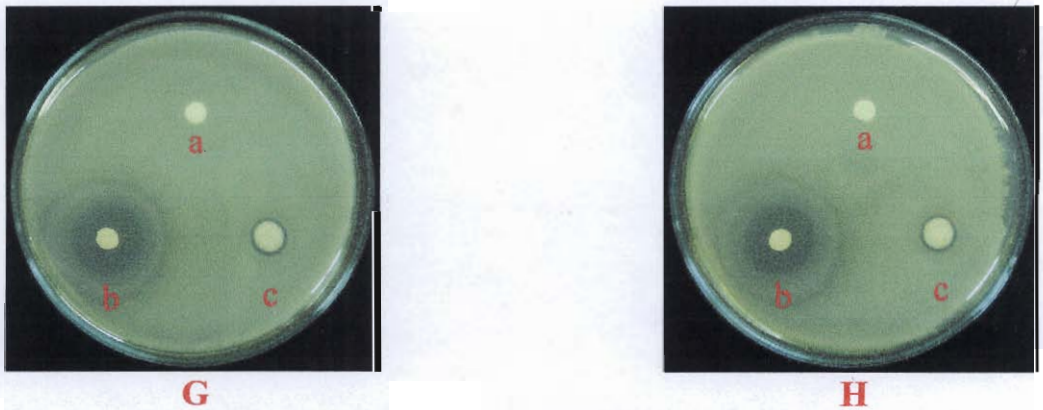
หมายเหตุ C หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี,
สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ
D หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี,
สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ



E F

ภาพที่ 4-99 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม

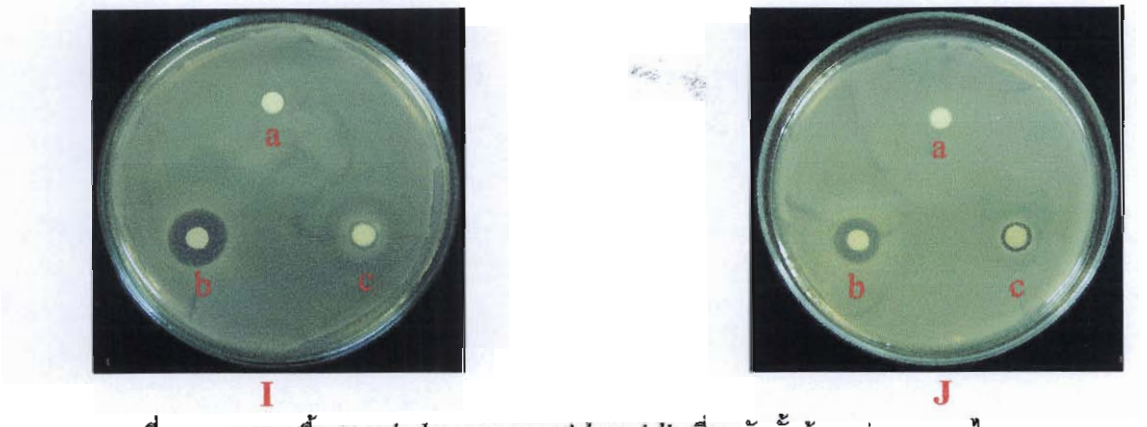
หมายเหตุ E หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี,
สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ
F หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี,
สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ



G H

ภาพที่ 4-100 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม

หมายเหตุ G หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี,
สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ
H หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี,
สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ



ภาพที่ 4-101 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสม

หมายเหตุ I หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี,
สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ

J หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด
a คือ control (น้ำกลั่น 20 µl) b และ c คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี,
สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ตามลำดับ

4.8 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ระหว่างสบู่เหลวสมุนไพรกับผลิตภัณฑ์สบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

ทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรกับสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด 2 ยี่ห้อ คือ Protex® และ Dettol® เพื่อศึกษาความแตกต่างของประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* โดยการทดสอบด้วยวิธี Agar Diffusion method พิจารณาความแตกต่างของประสิทธิภาพจากความกว้างของ Inhibitory Zone ที่เกิดขึ้น ให้ผลดังตารางที่ 4-8 (แสดงความแตกต่างของประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ระหว่างสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวกับสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด) และดังตารางที่ 4-9 (แสดงความแตกต่างของประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียระหว่างสบู่เหลวสมุนไพรผสมกับสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด)

ตารางที่ 4-8 แสดงความแตกต่างของประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียระหว่างสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวกับสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

เชื้อแบคทีเรีย / สบู่เหลว	ขนาดของ Inhibitory zone (mm)				
	B. subtilis	*E. coli*	*P. aeruginosa*	*S. aureus*	*S. epidermidis*
Protex®	10.00	11.00	10.50	11.75	9.75
Dettol®	13.75	17.00	17.75	16.25	17.25
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	8.75	8.50	9.75	10.00	8.75
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด	8.25	7.75	9.50	9.00	8.00
สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	14.50	12.50	13.50	14.50	14.50
สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด	13.00	13.50	13.00	14.00	12.50

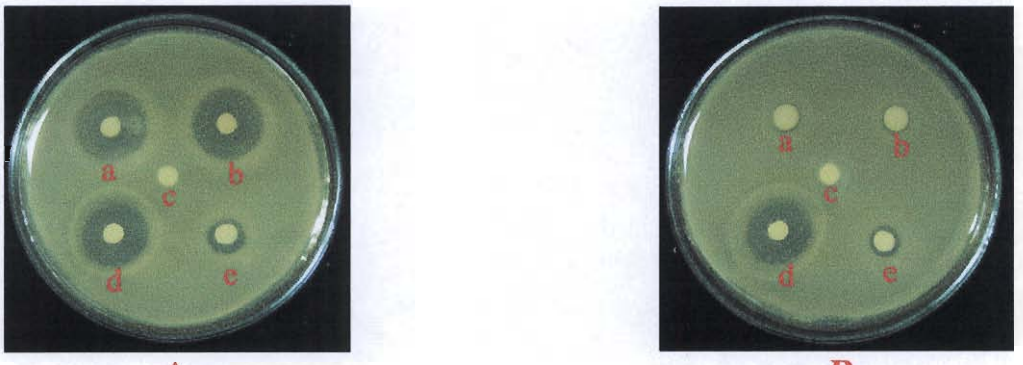
หมายเหตุ ปริมาณที่ใช้ทดสอบ 20 µl

ตารางที่ 4-9 แสดงความแตกต่างของประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียระหว่างสบู่เหลวสมุนไพรผสมกับสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

เชื้อแบคทีเรีย / สบู่เหลว	ขนาดของ Inhibitory zone (mm)				
	B. subtilis	*E. coli*	*P. aeruginosa*	*S. aureus*	*S. epidermidis*
Protex®	9.75	10.25	11.25	9.95	10.25
Dettol®	19.25	18.75	19.75	19.75	17.50
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม	9.75	10.75	11.75	11.50	10.25
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	9.25	9.75	10.75	10.00	9.75
สบู่เหลวสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม	21.25	23.75	20.75	22.25	22.50
สบู่เหลวสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	15.25	18.25	18.75	18.00	18.75

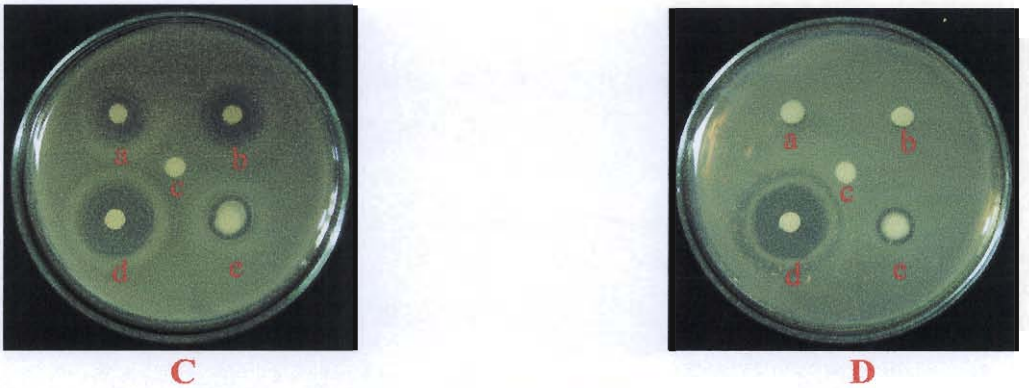
หมายเหตุ ปริมาณที่ใช้ทดสอบ 20 µl

การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียระหว่างสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวกับผลิตภัณฑ์สบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด



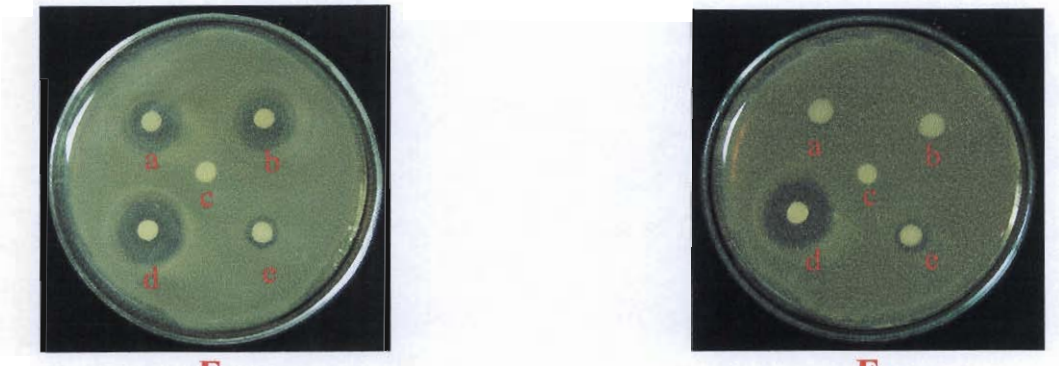
ภาพที่ 4-102 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวและสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

หมายเหตุ A หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และ B หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ
a คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด, b คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด, c คือ control, d คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Dettol® และ e คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Protex® ตามลำดับ



ภาพที่ 4-103 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวและสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

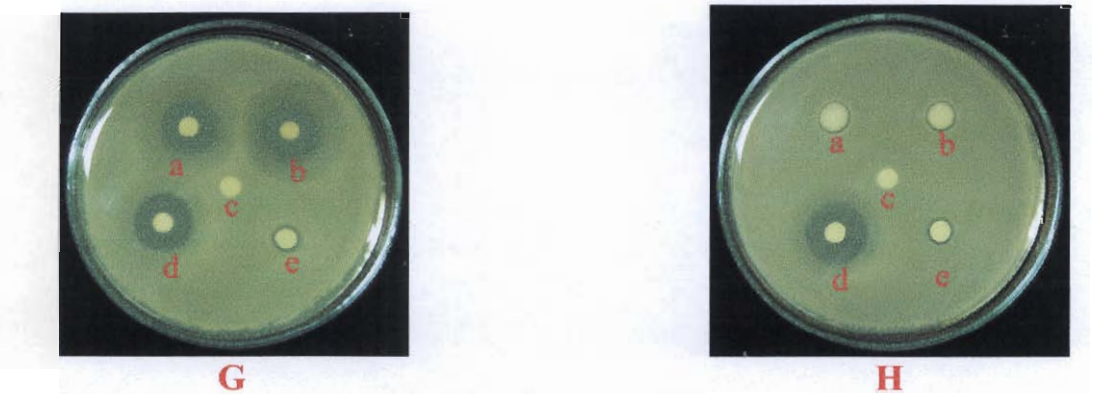
หมายเหตุ C หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และ D หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ
a คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด, b คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด, c คือ control, d คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Dettol® และ e คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Protex® ตามลำดับ



E F

ภาพที่ 4-104 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวและสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

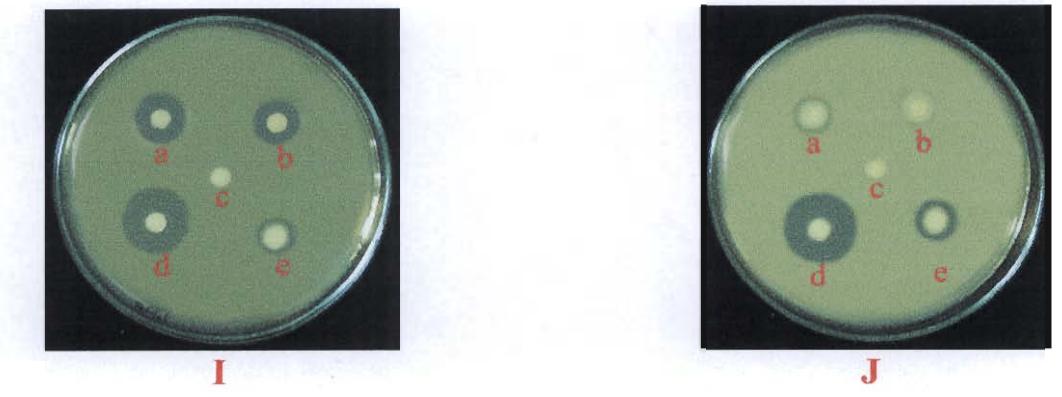
หมายเหตุ E หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และ F หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ
a คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด, b คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด, c คือ control, d คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Dettol® และ e คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Protex® ตามลำดับ



G H

ภาพที่ 4-105 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวและสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

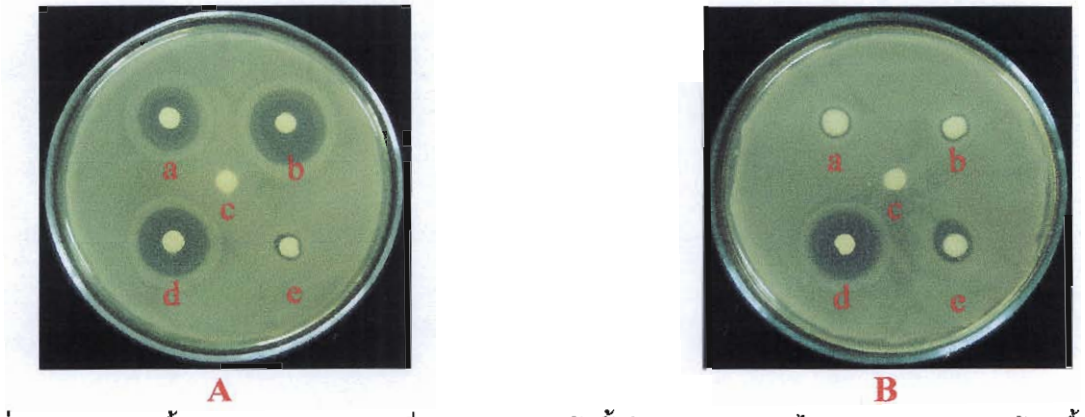
หมายเหตุ G หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และ H หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ
a คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด, b คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด, c คือ control, d คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Dettol® และ e คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Protex® ตามลำดับ



ภาพที่ 4-106 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรเดี่ยวและสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

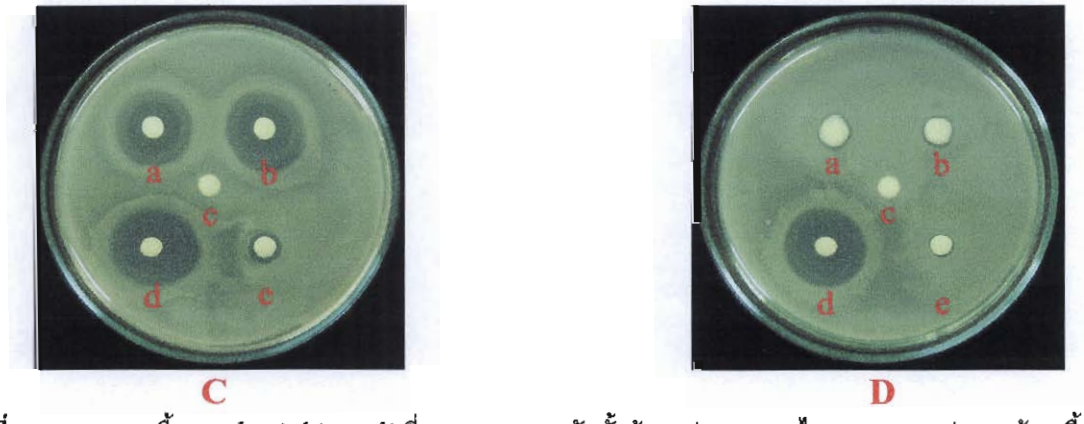
หมายเหตุ I หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และ J หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ
a คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด, b คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด, c คือ control, d คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Dettol® และ e คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Protex® ตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียระหว่างสบู่เหลวสมุนไพรผสมกับผลิตภัณฑ์สบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด



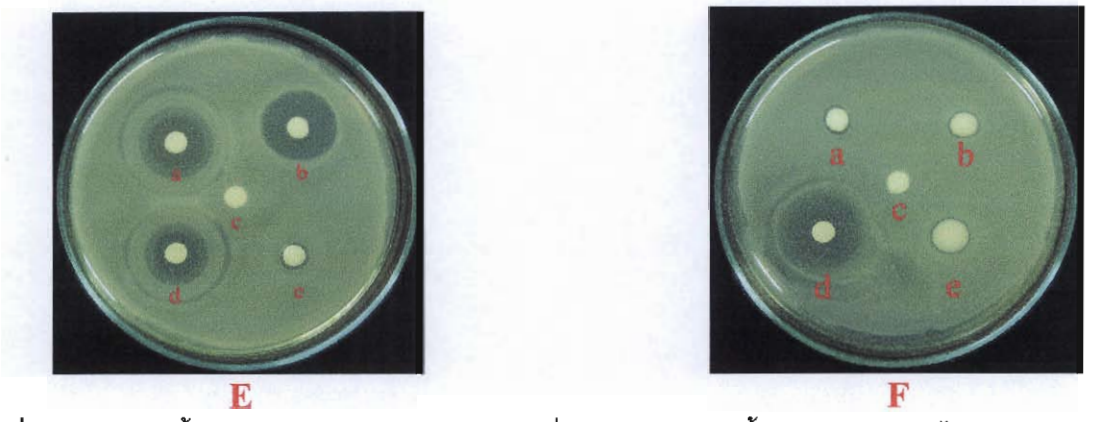
ภาพที่ 4-107 แสดงเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสมและสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

หมายเหตุ A หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และ B หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ
a คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด,
b คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม,
c คือ control, d คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Dettol® และ e คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Protex® ตามลำดับ



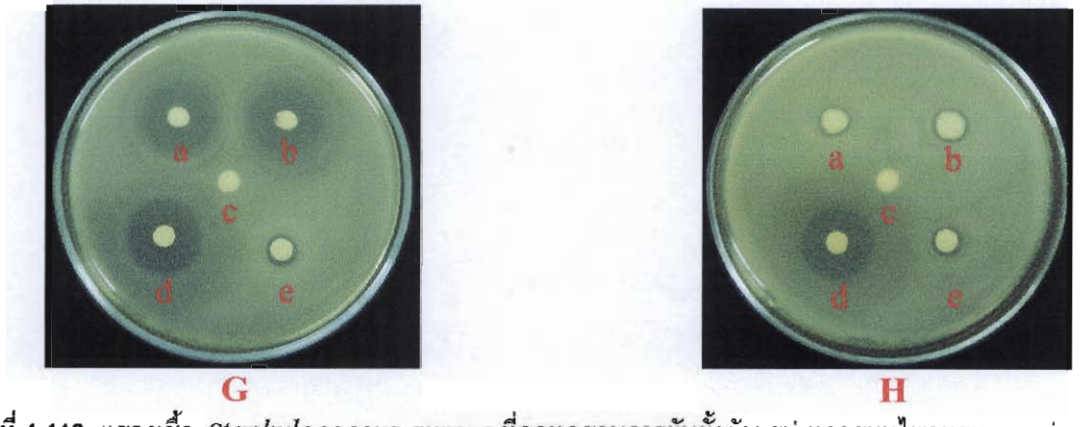
ภาพที่ 4-108 แสดงเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสมและสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

หมายเหตุ C หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และ D หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ
a คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด,
b คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม,
c คือ control, d คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Dettol® และ e คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Protex® ตามลำดับ



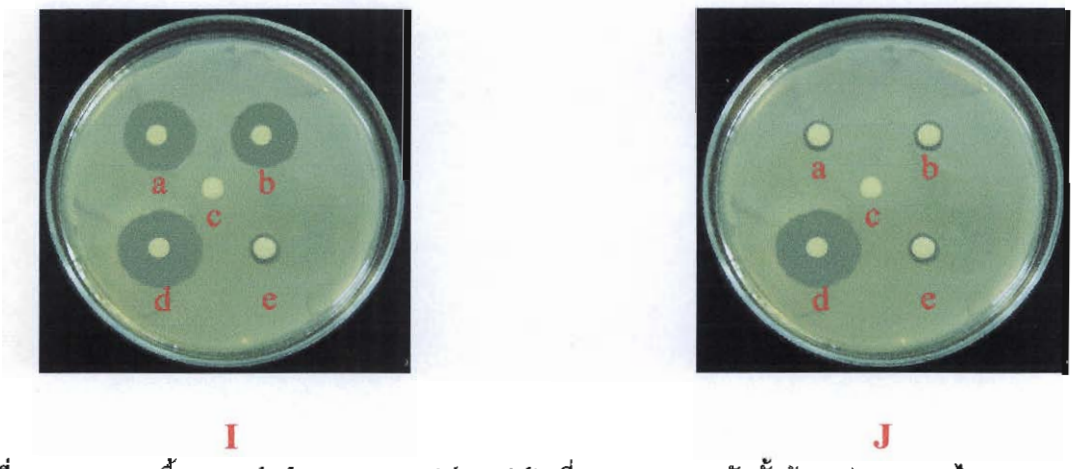
ภาพที่ 4-109 แสดงเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสมและสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

หมายเหตุ E หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และ F หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ
a คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด,
b คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม,
c คือ control, d คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Dettol® และ e คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Protex® ตามลำดับ



ภาพที่ 4-110 แสดงเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสมและสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

หมายเหตุ G หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และ H หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ
a คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด,
b คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม,
c คือ control, d คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Dettol® และ e คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Protex® ตามลำดับ



ภาพที่ 4-111 แสดงเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* ที่ถูกทดสอบการยับยั้งด้วยสบู่เหลวสมุนไพรผสมและสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด

หมายเหตุ I หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และ J หมายถึง สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ

a คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด,

b คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม,

c คือ control, d คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Dettol® และ e คือ สบู่เหลวยี่ห้อ Protex® ตามลำดับ

4.9 การศึกษาลักษณะทางกายภาพ

ทดสอบความหนืดของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร โดยเครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร ให้ผลดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 แสดงค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร

สูตรสบู่เหลว	ความหนืด (centipoise)
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	70
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด	52
สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	72
สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด	46
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม	58
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	54
สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม	53
สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	51

4.10 การศึกษาลักษณะทางเคมี

ทดสอบค่าความเป็น กรด - ด่าง ของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร วัดค่า pH ของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร โดยใช้เครื่อง pH meter ให้ผลดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 แสดงค่า pH ของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร

สูตรสบู่เหลว	pH
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	13.89
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด	13.85
สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด	9.45
สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด	9.59
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม	13.64
สบู่เหลวสูตรธรรมชาติ ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	13.85
สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูด+น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม	9.73
สบู่เหลวสูตรเคมี ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด+น้ำคั้นผลมะกรูด	8.96

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียด้วยสมุนไพรเดี่ยวและสมุนไพรผสมต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย 5 สายพันธุ์ คือ *Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* ซึ่งเป็นตัวอย่างของแบคทีเรียก่อโรคที่ผิวหนัง โดยทดสอบด้วย Agar diffusion methods เป็นเวลา 5 วัน เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียด้วยสารสมุนไพรเดี่ยว ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัดทองพันชั่ง ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียด้วยสารสมุนไพรผสม ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยมะกรูดผสมน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม, น้ำคั้นผลมะกรูดผสมสารสกัดเปลือกมังคุด, น้ำคั้นผลมะกรูดผสมสารสกัดทองพันชั่งในอัตราส่วนสมุนไพรต่อน้ำ 1:3, 1:9, 1:15 และ 1:20 ตามลำดับ และสารสกัดเปลือกมังคุดผสมสารสกัดทองพันชั่ง 1:3, 1:9, 1:15 และ 1:20 ตามลำดับ เพื่อคัดเลือกสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ดีที่สุด นำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร

5.1 ผลการทดสอบปรากฏว่าสมุนไพรเดี่ยวที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเรียงจากมากไปหาน้อย คือ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด สารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดี โดยผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณของสมุนไพร ดังนี้ น้ำมันหอมระเหยมะกรูดให้ผลประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย 5 สายพันธุ์ เช่น ที่ปริมาณทดสอบ 30 µl เมื่อพิจารณาจากการเกิด Inhibitory zone ของแบคทีเรียให้ผลดังนี้ 18.47, 18.75, 20.41, 23.44, และ 29.63 มิลลิเมตร ตามลำดับ สารสกัดเปลือกมังคุด ให้ผลดังนี้ 12.66, 12.94, 13.38, 12.63 และ 13.63 มิลลิเมตร ตามลำดับ และสารสกัด 1:3 ทองพันชั่ง ให้ผลดังนี้ 7.78, 9.06, 7.50, 8.25 และ 8.56 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ และสารสกัด 1:20 ทองพันชั่ง ไม่มีฤทธิ์ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

5.2 สมุนไพรผสมที่มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์เสริมกันต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเรียงจากมากไปหาน้อย คือ น้ำมันหอมระเหยมะกรูดผสมน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม และน้ำคั้นผลมะกรูดผสมสารสกัดเปลือกมังคุด ซึ่งมีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์เสริมกันต่อยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดี เมื่อเปรียบเทียบจากประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของสมุนไพรเดี่ยวชนิดและที่ปริมาณเดียวกัน ที่ปริมาณการทดสอบ 20 µl พิจารณาจากการเกิด Inhibitory zone ของแบคทีเรีย พบว่า น้ำมันหอมระเหยมะกรูดผสมน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มให้ผลประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย 5 สายพันธุ์ ให้ผลดังนี้ 23.00, 25.25, 24.50, 23.65 และ 24.45 มิลลิเมตร ตามลำดับ น้ำคั้นผลมะกรูดผสมสารสกัดเปลือกมังคุด ให้ผลดังนี้ 11.00, 10.95, 12.25, 11.15, และ 14.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า น้ำคั้นผลมะกรูดผสมสารสกัดทองพันชั่งในอัตราส่วนสมุนไพรต่อน้ำ 1:3, 1:9, 1:15 และ 1:20 ตามลำดับ และสารสกัดเปลือกมังคุดผสมสารสกัดทองพันชั่ง 1:3, 1:9, 1:15 และ 1:20 ตามลำดับ ปรากฏว่าไม่มีฤทธิ์เสริมกันในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

จากผลการทดลองยังพบว่า สารสกัดสมุนไพรที่เป็นน้ำมันหอมระเหยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดีกว่าสารสกัดสมุนไพรที่เป็นสารสกัดน้ำ

5.3 นำสมุนไพรที่คัดเลือก คือ น้ำมันหอมระเหยมะกรูด, สาสกัดเปลือกมังคุด, สมุนไพรผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูดผสมน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มและสารสกัดเปลือกมังคุดผสมน้ำคั้นผลมะกรูด นำมาเตรียมเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร 2 สูตร คือ สบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมี และสบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติ ทำการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย 5 สายพันธุ์ ด้วย Agar diffusion methods ที่ปริมาณทดสอบ 20 µl ตัวอย่างเช่น สบู่เหลวสูตรธรรมชาติผสมสารสกัดน้ำมันหอมระเหยมะกรูด ให้ผลดังนี้ 8.50, 9.50, 9.50, 10.50 และ 8.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ สบู่เหลวสูตรธรรมชาติผสมสารสกัดเปลือกมังคุด ให้ผลดังนี้ 7.25, 9.00, 9.00, 7.50 และ 8.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ สบู่เหลวสูตรเคมีผสมสารสกัดน้ำมันหอมระเหยมะกรูด ให้ผลดังนี้ 13.50, 14.50, 14.50, 15.50 และ 16.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ และสบู่เหลวสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด ให้ผลดังนี้ 13.00, 13.75, 14.00, 13.50 และ 15.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ สบู่เหลวสูตรธรรมชาติผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูดและผสมน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม ให้ผลดังนี้ 11.05, 11.00, 10.25, 11.50 และ 10.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ สบู่เหลวสูตรธรรมชาติผสมสารสกัดเปลือกมังคุดผสมน้ำคั้นผลมะกรูด ให้ผลดังนี้ 10.15, 9.25, 10.00, 10.00 และ 9.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ สบู่เหลวสูตรเคมีผสมสารสกัดน้ำมันหอมระเหยมะกรูดผสมน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม ให้ผล ดังนี้ 23.75, 23.50, 22.50, 21.50 และ 21.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ และสบู่เหลวสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุดผสมน้ำคั้นผลมะกรูด ให้ผลดังนี้ 19.25, 22.00, 21.00, 21.00 และ 21.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย พบว่าสบู่เหลวสมุนไพรสูตรเคมีมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ดีกว่าสบู่เหลวสูตรธรรมชาติ และสบู่เหลวสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ดีกว่าสบู่เหลวสมุนไพรที่มีสารสกัดเป็นส่วนผสม

5.4 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียระหว่างสบู่เหลวสมุนไพรกับสบู่เหลวต้านเชื้อแบคทีเรียตามท้องตลาด 2 ยี่ห้อ ได้แก่ Protex® และ Dettol® โดย Protex® ให้ผลดังนี้ 9.95, 10.25, 11.25, 9.95, และ 10.25 มิลลิเมตร ตามลำดับ และ Dettol® ให้ผลดังนี้ 19.25, 18.75, 19.75, 19.75 และ 17.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ

5.5 ทำการทดสอบทางเคมี และการทดสอบทางกายภาพ โดยการวัด pH และวัดความหนืด ของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสบู่เหลวสูตรธรรมชาติผสมสารสกัดน้ำมันหอมระเหยมะกรูด สบู่เหลวสูตรธรรมชาติผสมสารสกัดเปลือกมังคุด, สบู่เหลวสูตรเคมีผสมสารสกัดน้ำมันหอมระเหยมะกรูด สบู่เหลวสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุด สบู่เหลวสูตรธรรมชาติผสมน้ำมันหอมระเหยมะกรูดและผสมน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม สบู่เหลวสูตรธรรมชาติผสมสารสกัดเปลือกมังคุดผสมน้ำคั้นผลมะกรูด สบู่เหลวสูตรเคมีผสมสารสกัดน้ำมันหอมระเหยมะกรูดผสมน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้ม และสบู่เหลวสูตรเคมีผสมสารสกัดเปลือกมังคุดผสมน้ำคั้นผลมะกรูด ตามลำดับ ให้ผลค่า pH ดังนี้ 13.89, 13.85, 9.45, 9.59, 13.64, 13.85, 9.73 และ 8.96 ตามลำดับ ให้ผลค่าความหนืด ดังนี้ 70, 52, 72, 46, 58, 54, 53 และ 51 Centipoise ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. โครงงานพิเศษนี้เป็นเพียงการศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาสูตรตำรับสบู่เหลวเบื้องต้น
2. การพัฒนาสบู่เหลวสมุนไพร ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการพัฒนา pH ความหนืด สี กลิ่น ปริมาณฟอง ความคงตัว และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวเนื่องจากเป็นลักษณะสำคัญในผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค
3. สมุนไพรเดี่ยวมีสารสำคัญออกฤทธิ์เป็นองค์ประกอบอยู่รวมกันหลายชนิด ทำให้มีผลในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาผสมเป็นสมุนไพรผสมเพื่อนำมาทำเป็นสบู่เหลวสมุนไพรในบางชนิดของสมุนไพรผสมมีฤทธิ์ในการเสริมฤทธิ์ แต่ในบางสมุนไพรผสมอาจไม่เสริมฤทธิ์กันในการต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย แต่อาจจะมีฤทธิ์ในการต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ
4. สบู่เหลวสมุนไพรสูตรธรรมชาติมีค่า pH สูงเนื่องจากการผลิตสบู่เตรียมจากด่างโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์สามารถแก้ไขได้โดยการเติมกรดซิตริกลงไป

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

คมสัน หุตะแพทย์. 2548. **สะอาดและสวยด้วยสบู่ธรรมชาติ.** บริษัท เอส เอ็ม เอ ธุรกิจการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพ. 91 น.

โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง. 2531. **ทองพันชั่ง : แก้กลาก เกลื้อน สังคัง. ข่าวสารสมุนไพร** 32 : 32-35

ธวัชชัย เชื้อประไพศิลป์, พิเชษฐ์ วิริยะจิตรา, เมตตา องค์สกุล และคณะ. **ประโยชน์จของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติในทางการแพทย์. 2536.** การประชุมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19, สงขลา, 27-29 ตุลาคม 2536;92

นันทนา อรุณฤกษ์. 2537. **การจำแนกแบคทีเรียกลุ่มแอโรปส์.** ภาควิชาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์, มหาวิทยาลัยบูรพา, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 411 น.

นันทวัน บุณยะประภัศร, บรรณาธิการ. 2530. **ก้าวไปกับสุมนไพร เล่ม 3** พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพมหานคร : ธรรกมล-การพิมพ์.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2532ก. **เครื่องสำอางเพื่อความสะอาด.** ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม, คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 254 น.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2543. **เครื่องสำอางธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์สำหรับผิวหนัง.** ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม, คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 126 น.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2544. **เครื่องสำอางธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์สำหรับผิวหนัง.** ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม, คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 126 น.

มาโนช วามานนท์ และเพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, บรรณาธิการ. 2530. **ยาสมุนไพร สำหรับงานสาธารณสุขมูลฐาน** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

มารศรี มังกรกนก และ วิทยา จันทสูตร. 2532. **สบู่. คู่มือการอบรมวิทยาการเครื่องสำอาง,** คณะเภสัชศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 11 น.

รัตนา สินธุภัค, อริยา ติรณะประกิจ, อริยา จินตามพร, วัณณศรี สินธุภัค. 2535. **การยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ก่อโรคกลากด้วยสมุนไพรไทย.** วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2535; 6(1): 9-20

รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547. **การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร.** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลง-กรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

วนิดา จิตต์หมั่น และทวีศักดิ์ สุวคนธ์. 2540. **สุวคนธบำบัด.** อนุสรณ์ศาสตราจารย์จำลอง สุวคนธ์

วรรณดี แต้โสดถิกุล. 2528. **การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของพืชสมุนไพรที่ใช้ลดความดันโลหิต.** เ ชียงใหม่ เภสัชสาร 4 (1):23-30.

ศิริเพ็ญ จริเกษม. 2548. **น้ำมันหอมระเหยไทย.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 102 น.

สมศักดิ์ อดัญธี, 2538. **วิทยานิพนธ์การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางชีวทางเคมีบางประการของเปลือกผลมังคุดที่แข็งตัวเนื่องจากการตกกระทบ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

สุจีบังอร เข็มทอง. 2544. **วิทยานิพนธ์การพัฒนายาจุดกันยุงจากตระไคร้หอม มะกรูด เปลือกส้มเขียวหวาน และแกนปอสา.** บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 112 น.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 454 น.

สุรัตน์วดี จิวะจินดา, ประภาศรี สิงห์รัตน์, จงกชพร พินิจอักษร, วันเพ็ญ พงษ์เก่า, อุดม แก้วสุวรรณ์, สุดาวรรณ เชยชมศรี, ทัศนีย์ ชัยคงดี, ยงยุทธ พลับจะโป๊ะ และ วุฒิชัย พูนลาภวิวัฒน์. 2542. **การแปรรูปสมุนไพรเพื่อการค้า. เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อสร้างอาชีพ ในโครงการบรรเทาผลกระทบทางสังคมจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ** : 2-23

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2539. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม-เครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป. มอก.** 152-2539

ภาษาอังกฤษ

Anthony, L.L. 1993. **Bath and Shower Product. Poucher's Perfumer, Cosmetics and SoapsVol.3, Cosmetics Chapman & Hall**, New York. 751 p.

Areekul S, Sinchaisri P, Tigvatananon S. **Effect of Thai plant extracts on the oriental fruit fly I. toxicity test.** Kasetsart J 1987; 21(4): 395-407.

Bautista, L., P. Gaya, M. Medina, et al. 1988. **A quantitative study of enterotoxin production by sheep milk *Staphylococci.*** Appl. Environ. Microbiol. 54 : 566-569.

Bryan, F.L. 1988. **Risks of Practices. Procedures and Processes that lead to outbreaks of foodborne disease.** J. Food protect. 51 : 663-672.

Cassin, M.H., A.M. lammerding, E.D.C. Todd, et al. 1998. **Quaitative risk assessment for *E.coli* O157 : H7 in ground beef hamburger.** Int. J. Food Microbiol. 41 : 21-44.

Chairungsrilerd N, Takeuchi K, Ohizumi Y, Nozoe S, Ohta T. **Mangostanol, a prenyl xanthone from Garcinia mangostana.** Phytochemistry 1996; 43 (5): 102.

Chen SX, Wan M, Loh BN. **Active constituents against HIV-1 protease from Garcinia mangostana.** Planta Med 1996;62(4):381-2

Chiayvareesajja S, Mahabusarakam W, Maxwell JF, Wiriyachitra P, Towers GHN. **Thai Piscicidal plants**, I. J Sci Soc Thailand 1987; 13: 29-45.

Cuizon-Royo A, Ocampo MP, Concha JA, **Preparation of the a stable extractive from the pericarp of the fruit of Garcinia mangostana Linn. (mangosteen) for a tablet formulation.** Asian J Pharm 1986; 6 (8): 184-5

Dean-Nystrom, E.A., B.T. Bosworth, W.C. Cray, Jr.et al.1997. **Pathogenicity of *Escherichia coli* O157 :H7 in the intestines of neonatal calves.** Infect. Immun.65 : 1842-1848.

Diez-Gonzalez, F., T.R. Callaway, H.G. Kizoulis, et al.1998. **Grain feeding and the dissemination of acid-resistant *Escherichia coli* from cattle.** Science 281 :1666-1668.

Evenson, M.L., Hinds, R.S. Bernstein, et al. 1988. **Estimation of human dose of *Staphylococci* enterotoxin A from large outbreak of Staphylococcal food poisoning involving chocolate milk.** Int. J. Food Microbial.7 : 311-316

Fujihara M, Kurata Y, Chanarat P, Nagumo T. **Antitumor polysaccharides from the pericarb of mangoteen Garcinia mangostana.** Bull Chiang Mai Assoc Med sci 1997;30 (Supplement 1): S15-24.

Genigeorgis, C., H. Riemann, and W.W. Sadler.1969. **Production of enterotoxin 3 in-cured meats.** J. Food Sci.34 : 62-68.

Genigeorgis, C., M.S. Foda, A. Mantis, et al. 1971. **Effect of sodium chloride and pH on enterotoxin C production, Appl. Microbiol.** 21 : 862-866.

Herriott, D.E., D.D. Hancock, E.D. Ebel, et al. 1998, **Association of herd management factors with colonization of dairy cattle by Shiga toxin-positive *Escherichia coli* O157.** J. Food Protect. 61 : 802-807.

Jinsart W, Ternai B, Buddhasukh D, Polya GM. **Inhibition of wheat embryo calcium - dependent protein kinase and other kinases by mangostin and γ-mangostin.** Phytochemistry 1992: 31 (11): 3711-3.

Kernan, M.R., Sendl, A., Chen, J.L., Jolad, S.D., Blanc, P., Murphy, J.T., Stoddart, C.A., Nanakorn, W., Balick, M.J., and Rozhon, E.J. 1997. **Two new lignas with activity against influenza virus from the medicinal plant *Rhinacanthus nasutus*.** Journal of Natural Products 60 (6) :635-637.

Kloos , W.E., and T.L. Bannerman 1994. **Update on clinical significance of coagulase-negative staphylococci.** Clin Microbiol. Rev. 7 : 117-140.

Kodama, O., Ichikawa, H., and Akatsuka, T. 1993. **Isolation and identification of an antifungal naphtopyran derivative from *Rhinacanthus nasutus*.** Journal of Natural Products 56 (2): 292-294.

Konowalchuk, J., J.I. Speirs, and S. Stavric. 1997. **Vero response to a cytotoxin of Eschericia coli.** Infect. Immun. 18 : 775-779.

Kusumoto IT, Shimada I, Kakiuchi N, Hattori M, Nanba T, Supriyatna S. **Inhibitory effect of Indonesian plant extracts on reverse transcriptase of an RNA turmore virus (I).** Phytother Res 1992;(5):241-4.

Kuwahara, S., Awai, N., and Kodama, O. 1995. **A revised structure for Rhinacanthone.** Journa of Natural Products 58 (9): 1455-1458.

Lim-Sylianco CY, Concha JA, Jocano AP, Lim CM, **Antimutagenic effect of eighteen Philippine plants.** Philippine J Sci 1986; 115 (4): 293-6.

Machino, H.K. Araki, S. Minami, et al. 1998. **Recent outbreaks of infections caused by *Eschericia coli* O157 : H7 in Japan.** In : *Eschericia coli* O157 : H7 and Other Shiga Toxin-Producing E.coli Strains. Ed. J.B. Kaper and A.D. O'Brien, 73-81. Washington, D.C. : ASM Press.

Mahabusarakam W, Wiriyachitra P, Phongpaicht S. **Antimicrobial activities of chemical constituent from Garcinia mangostana Linn.** J sci Soc Thailand 1986; 12 (4) 239-43

Metzger, J.F., A.D. Johnson, W.S. Collins, II, et al. 1973. ***staphylococcus aureus* enterotoxin B release (excretion) under controlled conditions of fermentation.** Appi Microbiol. 25 : 770-773.

Notermans, S. and C.J. Heuvelman. 1983. **Combined effect of water activity, pH and suboptimal temperature on growth and enterotoxin production of *staphylococcus aureus*.** J. Food Sci. 48 : 1832-1835, 1840.

O'Brien A.D., M.R. Thompson, J.R. Cantey, et al. 1997. **Production of Shigella dysenteriaelike toxins by pathogenic *Eschericia coli.*** Abstr., Amer. Soc. Microbiol. 32.

Orskov, L., F. Orskov, B. Jann, et al., 1997. **Serology, chemistry, and genetics of O and K antigens of *Eschericia coli* .** Bacteriol. Rev. 41 : 667-710.

Ostroff, S.M., P.I. Tarr, M.A. Neill, et al., 1989. **Toxin genotypes and plasmid profiles as determinants of systemic sequelae in *Eschericia coli* O157 : H7 infections.** J. Infect. Dis. 160 : 994-998.

Otake T, Mori H, Morimoto M, et al. **Screening of Indonesian plant extracts for anti-human immunodeficiency virus- type 1 (HIV-1) activity.** Phytother Res 1995; 9 (1): 6-10

Pai BR, Natarajan S, Suguna H. Kameswaran L, Shankaranarayan D, Gopalakrishnan C. **Synthesis and Pharmacology of mangostin-3,6-di-O-glucoside.** J Nat Prod (Lloydia) 1979; 42 (4): 361-5.

Rattanapanone V. **Antithiamin factor in fruits, mushroom and spices.** Chiang Mai Med Bull 1979; 18 (1): 9-16.

Rieger, M.M. 1985. **Surfacetrance in Cosmetics. Marcel Dekker, Ince.**, New York and Basel. 488 p.

Riley, R.W., R.S. Remis, S.D. Helgerson, et al., 1983. **Hemorrhagic colitis associated with a rare *Eschericia coli* serotype.** N. Engi. J. Med. 308 : 681-685.

Samadpour, M., J.E. Ongerth, J. Liston, et al. 1994. **Occurrence of Shiga-like toxinproducing *Eschericia coli* in retail fresh seafood, beef, lamp, pork, and poultry from grocery stores in Seattle, Washington.** Appl. Environ. Microbiol. 60 : 1038-1040.

Sen AK, Sarkar KK, Majumder PC, Banerji N. Garcinone-D, **a new xanthone from Garcinia mangostana Linn.** Ibid. 1986; 25B (11): 1157-8

Sendl, A., Chen, J.L., Jolad, S.D., Stoddart, C., Rozhon, E., and Kernan, M. 1996. **Two new naphthoquinones with antiviral activity from *Rhinacanthus nasutus*.,** Journal of Natural Products 59 (8) : 808-811.

Shankaranarayan D, Gopalakrishnan C, Kameswaran L, Nazimudeen K. **Effect of mangostin and its derivatives.** Arch Int Pharmacodyn Ther 1979; 239: 257-69.

Shankaranarayan D, Gopalakrishnan C, Kameswaran L, **Pharmacological profile of mangostin and its derivatives.** Arch Int Pharmacodyn Ther 1979; 239 (2) 257-69.

Sornprasit A, et al. **Preliminary toxicological study of mangostin.** Warasarn Songklanakarin 1987; 9 (1): 51-7.

Tosa H, Iinuma M, Tanaka T, et al. **Inhibitory activity of xanthone derivatives isolated from some guttiferaeous plants againt DNA topoisomerases I and II.** Chem Pharm Bull 1997; 45 (2): 418-20.

Valle, J., E. Gornez-Lucia, S. Piriz, et al. 1990. **Enterotoxin production by staphylococci isolated from healthy goats.** Appl. Environ. Microbiol. 56 : 1323-1326.

Wall ME, Wani MC, Hughes TJ, Taylor H. **Plant antimutagenic agents, 1.** General bioassay and isolation procedures. J Nat Prod 1988; 51 (5): 866-73.

Welfried, U. 1991. **Cosmetics and Toiletries (BGI Translation).** San Francisco, California, USA. 364 p.

Wilkinson, J.B. and R.J. Moore. 1982. **Harry's Cosmeticology**. 7th ed., First American Edition, Chemical Publishing Co., Inc., New York. 934 p.

Wu, T.S., Hsu, H.C., Wu, P.L., Teng, C.M., and Wu, Y.C. 1998b. **Rhinacanthin-Q, a naphthoquinone from *Rhinacanthus nasutus* and its biological activity.** Phytochemistry 49 (7) : 2001-2003.

Wu, T.S., Tien, J.J., Yeh, M.Y., and Lee, K.H. 1988. **Isolation and cytotoxicity of rhinacanthin-A and - B, Two napthoquinones from *Rhinacanthus nasutus*.** Phytochemistry 27 (12) : 3787-3788.

Zhoa, T., M.P. Doyle, J. Shere, et al. 1995. **Prevalence of enterohemorrhagic *Eschericia coli* O157 : H7 in a survey of diary herds**. Appl. Environ. Microbiol. 61 : 1290-1293.

เว็บไซต์

http://www.bdj.co.jp
http://www.cai.md.chula.ac.th
http://www.denniskunkel.com
http://www.fromnaturewithlove.com/resources/sapon.asp
http://www.haverford.edu
http://www.iws.ccccd.edu.
http://www.kalamung.com/05_files/som01.jpg
http://www.kcom.edu
http://www.mahidol.ac.tha
http://www.polychemalloy.com
htpp://www.sebamedthai.com
http://www.tistr.or.th/phama/Essen_ext.htm