หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. ผลการหาวิธีเพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพของสารสังเคราะห์ในการระงับการเจริญของบักเตรี

ก. Tube dilution method วิธีนี้ตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 สารที่จะทดสอบประสิทธิภาพจะต้องผสมไปในอาหารเหลวที่จะใช้เลี้ยงเชื้อบักเตรี ดังนั้น จึงได้เริ่มทดลองโดยผสมสารที่จะใช้ทดลองกับอาหารเหลวก่อน ผลปรากฏว่าเกิดตะกอนขุ่นขึ้น จึงไม่อาจที่จะใช้วิธีนี้ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารได้

ข. Agar plate dilution method การใช้วิธีนี้ก็มีอุปสรรคเช่นเดียวกับข้อ ก. ที่กล่าวมาแล้วและไม่อาจจะใช้ได้เช่นเดียวกัน

ค. Paper dise diffusion method วิธีนี้สามารถใช้ได้เพราะสารสังเคราะห์ที่บรรจุอยู่ในแผ่นกระดาษกรองสามารถซึมแพร่ไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ และระงับการเจริญเติบโตของบักเตรีได้ จึงได้เลือกใช้วิธีนี้สำหรับการทดลองต่อไป

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสังเคราะห์ในการระงับการเจริญของบักเตรี

การที่จะตัดสินว่าสารใดมีประสิทธิภาพในการระงับการเจริญเติบโตของบักเตรีดีกว่าอีกสารหนึ่งด้วยวิธี paper disc diffusion method นั้น ดูได้จากความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่ยังคงสามารถยับยั้งการเจริญของบักเตรีได้ คือยังคงทำให้เห็นบริเวณที่ไม่มีเชื้อเจริญรอบ ๆ แผ่นกระดาษรูปกลมบรรจุสาร ซึ่งเราเรียกว่า minimum inhibitory concentration ในที่นี้มีหน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อแผ่น ดังได้แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

แสดงประสิทธิภาพของสารสังเคราะห์ในการระงับการเจริญเติบโตของบักเตรี โดยแสดงเป็นความเข้มข้นต่ำสุดของสารสังเคราะห์ที่สามารถระงับการเจริญของบักเตรีได้ (MIC) เป็นไมโครกรัม/แผ่น

บักเตรี	แกรม (Gram)	MIC (ไมโครกรัม/แผ่น)						
		R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	R-6	R-7
B.subtilis ATCC 6633	บวก	5.00	20.00	5.00	6.67	6.67	-	-
S. aureus	บวก	3.33	2.22	1.11	1.18	1.82	-	-
S. aureus ATCC 25923	บวก	3.33	2.86	1.00	1.33	1.43	-	-
Strep. faecalis	บวก	-	-	-	-	-	-	-
S. marcescens	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Sal. paratyphi A	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Sal. derby	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Sal. typhi	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Sal. anatum	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Pseudo. aeruginosa	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Proteus vulgaris	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Proteus mirabilis	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Proteus rettigeri	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Kleb. pneumoniae	ลบ	-	-	-	-	-	-	-

- = สารสังเคราะห์ไม่มีประสิทธิภาพในการระงับการเจริญของบักเตรี

ตาราง ที่ 2 (ต่อ)

บักเตรี	แกรม (Gram)	MIC (ไมโครกรัม/แผ่น)						
		R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	R-6	R-7
Enterobacter cloaca	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Citrobacter freundii	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Shi. dysenteriae	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Shi. sonnei	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Shi. boydii	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
Shi. flexneri	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
E. coli ATCC 25922	ลบ	-	-	-	-	-	-	-
E. coli	ลบ	-	-	-	-	-	-	-

- = สารสังเคราะห์ไม่มีประสิทธิภาพในการระงับการเจริญของบักเตรี

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า สารสังเคราะห์ 7 ตัวที่ใช้ทดลองมีอยู่ 5 ตัว ที่มีประสิทธิภาพในการต่อต้านการเจริญของบักเตรีที่ใช้ในการทดลอง และจะเห็นได้ว่าบักเตรีที่ใช้ในการทดลองมีทั้งแกรมบวก และแกรมลบ แต่สารสังเคราะห์ทั้ง 5 อนุพันธ์มีผลระงับการเจริญของบักเตรีเฉพาะแกรมบวกเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง S. aureus กับ B. subtilis พบว่าสารสังเคราะห์ระงับการเจริญของ S. aureus ได้ดีกว่า เพราะค่า MIC ต่ำกว่า ถ้าเปรียบเทียบชนิดของสารสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลอง จากค่า

MIC แล้วจะบอกได้ว่า R-1, R-3 มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับ B. subtilis และ R-3 มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับ S. aureus และ S. aureus ATCC 25923 แต่ถ้าเปรียบเทียบสารสังเคราะห์โดยแบ่งเป็นกลุ่มตามสูตรโครงสร้างแล้วพบว่า อนุพันธ์ของโรดานีนที่มีกลุ่มคลอโร (chloro group) และอนุพันธ์ที่มีกลุ่มไนโตร (nitro group) มีผลระงับการเจริญเติบโตของบักเตรีพวกแกรมบวกได้ และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสังเคราะห์ อนุพันธ์ที่มีกลุ่มไนโตรด้วยกันแล้วจะเห็นได้ว่า R-2 มีประสิทธิภาพดีที่สุด ส่วนอนุพันธ์ที่มีกลุ่มคลอโรจะเห็นได้ว่า R-3 มีประสิทธิภาพในการระงับการเจริญของบักเตรีดีที่สุด

3. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการระงับการเจริญเติบโตของบักเตรีระหว่างสารสังเคราะห์กับยาปฏิชีวนะ

เมื่อใช้สารสังเคราะห์และยาปฏิชีวนะในความเข้มข้นเท่า ๆ กัน คือ 20ไมโครกรัมต่อแผ่น แล้ววัดเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณที่ไม่มีเชื้อบักเตรีเจริญรอบแผ่นบรรจุสารสังเคราะห์ และแผ่นบรรจุยาปฏิชีวนะ จากค่าความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางที่วัดได้ก็จะบอกได้ว่าสารใดมีประสิทธิภาพดีกว่ากัน ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3

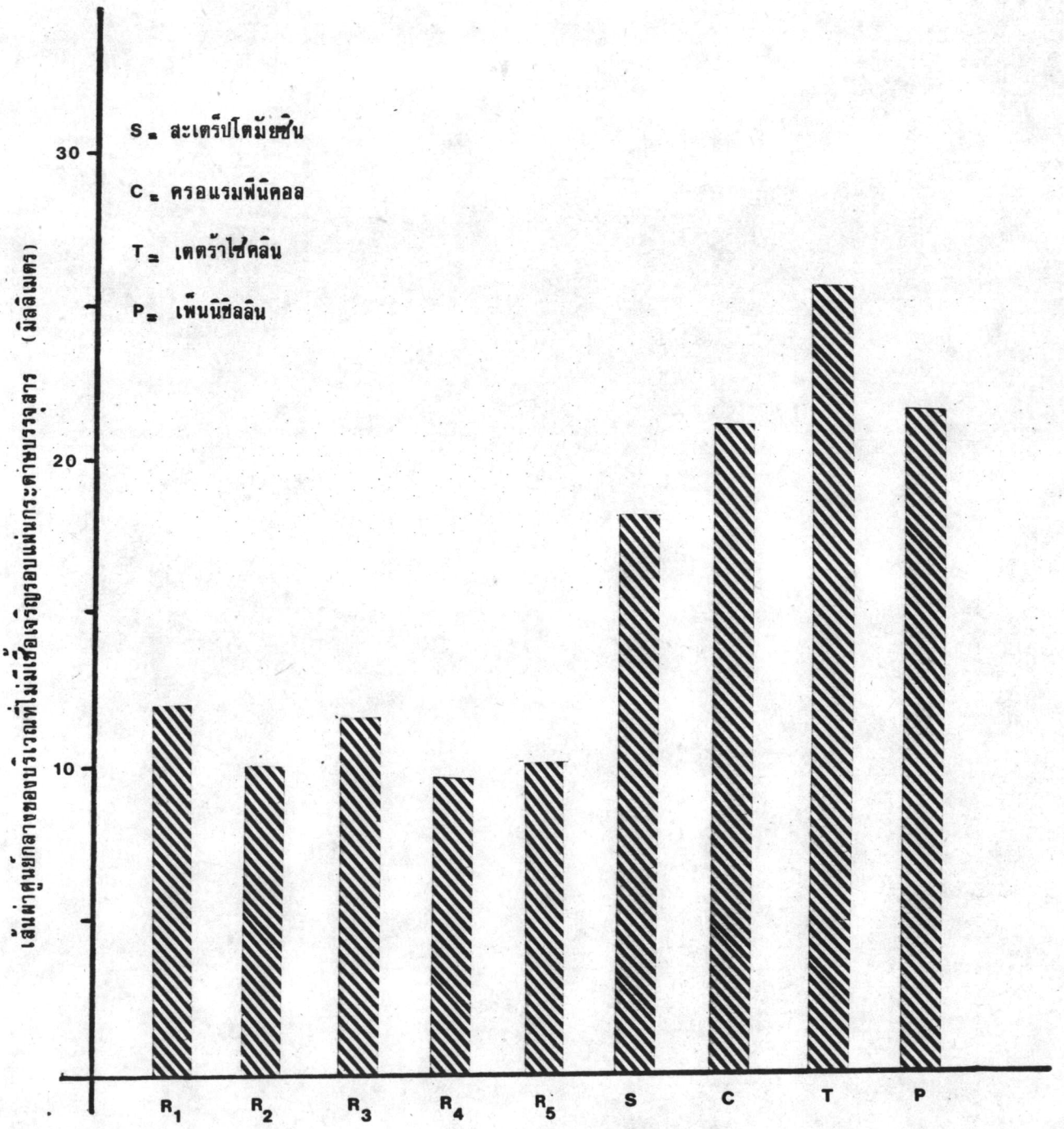
แสดงประสิทธิภาพในการต่อต้านบักเตรีของสารสังเคราะห์เทียบกับยาปฏิชีวนะ เมื่อความเข้มข้นของสารเป็น 20 ไมโครกรัม/แผ่นเท่า ๆ กัน โดยแสดงค่าเฉลี่ยของความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณที่ไม่มีเชื้อเจริญรอบแผ่นบรรจุสาร (inhibition zone) เป็นมิลลิเมตร

บักเตรี	สารสังเคราะห์					ยาปฏิชีวนะ			
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	สะเตร็ปโตมัยซิน	คลอแรมเฟนิคอล	เตตราไซคลิน	เพ็นนิซิลลิน
B.subtilis ATCC 6633	12.00	10.00	11.50	9.50	10.30	18.00	21.00	25.50	21.50
S. aureus	14.30	11.70	19.00	19.30	15.50	12.00	15.00	21.00	30.30
S. aureus ATCC 25923	12.50	11.30	18.00	17.30	13.20	11.00	11.50	16.50	32.30

เมื่อดูเปรียบเทียบบักเตรีที่ละชนิดแล้วจะเห็นได้ว่าเชื้อ B. subtilis ATCC 6633 สารสังเคราะห์ทั้ง 5 ตัว มีประสิทธิภาพต่ำกว่ายาปฏิชีวนะทั้ง 4 ชนิดที่ใช้ในการทดลอง ส่วนเชื้อ S. aureus สารสังเคราะห์ R-2 มีประสิทธิภาพต่ำกว่ายาปฏิชีวนะทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง สารสังเคราะห์ R-1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าสะเตร็ปโตมัยซินแต่ต่ำกว่าคลอแรมเฟนิคอล, เตตร้าไซคลิน และ เพ็นนิซิลลิน สารสังเคราะห์ R-3, R-4, R-5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าสะเตร็ปโตมัยซิน คลอดแรมเฟนิคอล แต่ต่ำกว่าเตตร้าไซคลินและเพ็นนิซิลลิน ส่วนเชื้อ S. aureus ATCC 25923 นั้นพบว่า R-2 มีประสิทธิภาพไล่เลี่ยกับสะเตร็ปโตมัยซินและคลอแรมเฟนิคอล สารสังเคราะห์ R-1, R-3, R-4, R-5 มีประสิทธิ-

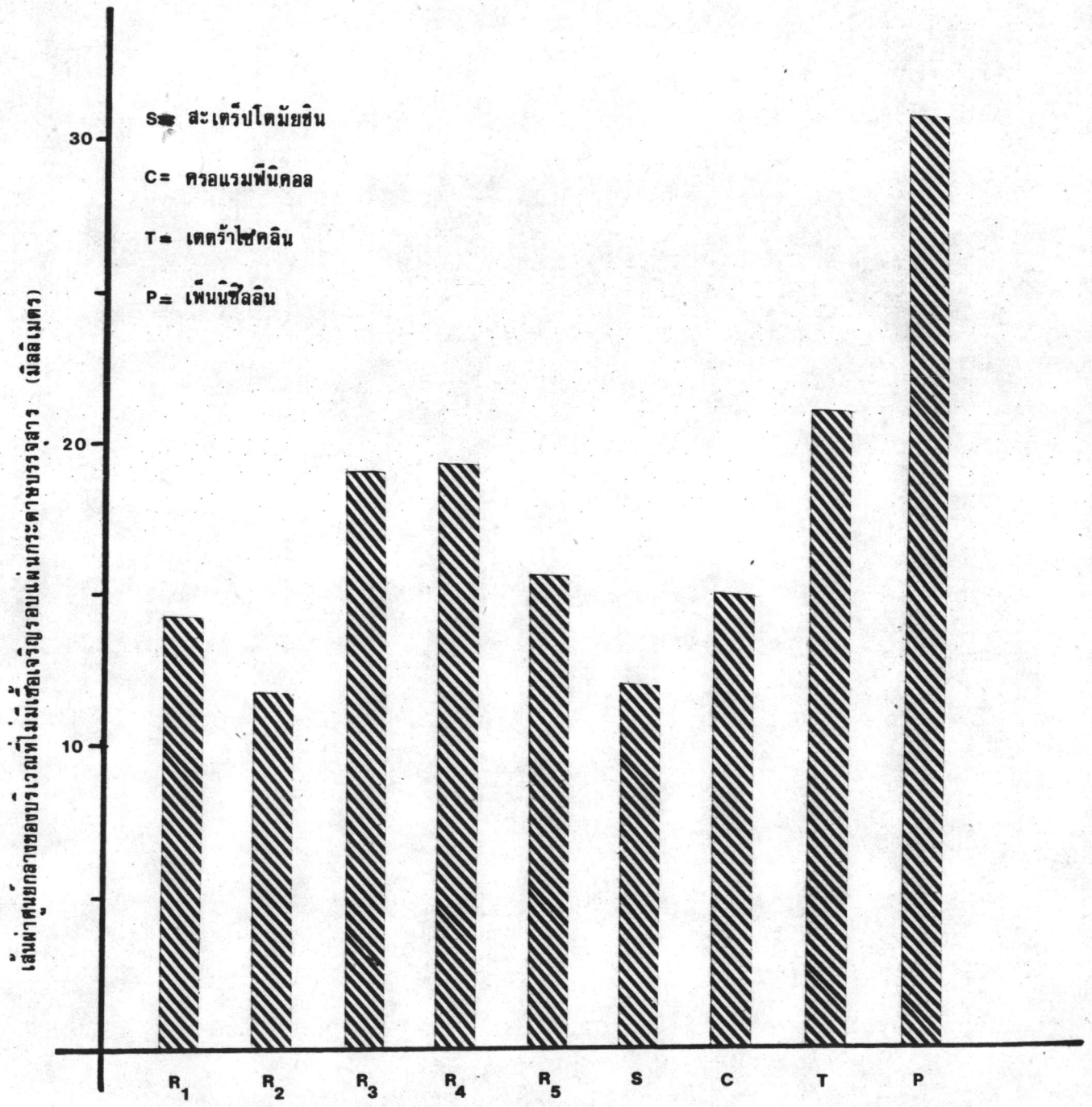
แผนภูมิที่ 1

แสดงประสิทธิภาพของสารสังเคราะห์กับยาปฏิชีวนะในการต่อต้านบักเตรี B. subtilis ATCC 6633



แผนภูมิที่ 2

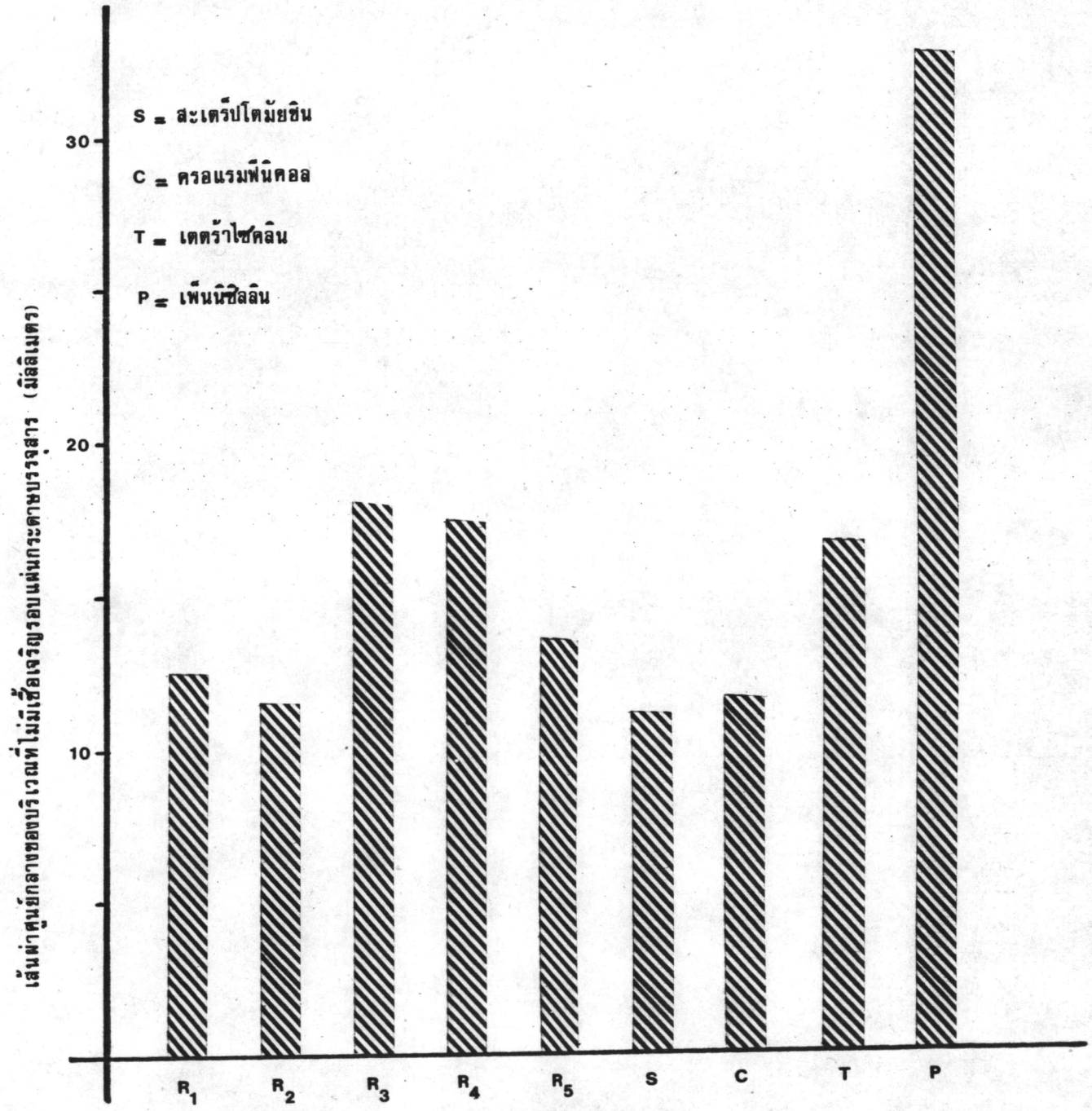
แสดงประสิทธิภาพของสารสังเคราะห์กับยาปฏิชีวนะในการต่อต้านบักเตรี S. aureus



สารสังเคราะห์และยาปฏิชีวนะ ความเข้มข้น 20 ไมโครกรัมต่อแผ่น

แผนภูมิที่ 3

แสดงประสิทธิภาพของสารสังเคราะห์กับยาปฏิชีวนะในการต่อต้านบักเตรี S. aureus ATCC 25923



สารสังเคราะห์และยาปฏิชีวนะ ความเข้มข้น 20 ไมโครกรัมต่อแผ่น

ภาพสูงกว่าสะเตร็ปโตมัยซิน และคลอแรมเฟนิคอล สารสังเคราะห์ R-3, R-4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเตตร้าไซคลิน และสารสังเคราะห์ทุก ๆ ตัวมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเพ็นนิซิลลิน ทั้งนั้น

4. ผลการตรวจดูแบบของการระงับการเจริญเติบโตของบักเตรีของสารสังเคราะห์

โดยทั่วไปการระงับการเจริญเติบโตของบักเตรีแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ bacteriostatic เป็นการระงับการเจริญของบักเตรีชั่วคราว ถ้าทำให้ความเข้มข้นของสารรอบๆ เซลล์ลดลง หรือทำให้สารนั้นพ้นไปจากการสัมผัสกับเซลล์บักเตรีแล้ว ก็จะทำให้บักเตรีนั้นสามารถเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนเซลล์ต่อไปได้ ส่วนอีกแบบหนึ่งคือ bactericidal เป็นการยับยั้งการเจริญของบักเตรีอย่างถาวร คือฆ่าบักเตรีเลย แม้จะนำสารนั้นไปพ้นจากการสัมผัสกับเซลล์บักเตรีก็ไม่สามารถทำให้บักเตรีเจริญเติบโตแบ่งเซลล์ต่อไปได้

ตารางที่ 4

แสดงแบบของการระงับการเจริญเติบโตของบักเตรีของสารสังเคราะห์

S หมายถึง ระงับการเจริญเติบโตของบักเตรีชั่วคราว (bacteriostatic)

C หมายถึง ฆ่าบักเตรี (bactericidal)

บักเตรี	สารสังเคราะห์				
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5
B. subtilis ATCC 6633	S	S	S	S	S
S. aureus	S	S	S	S	S
S. aureus ATCC 25923	S	S	S	S	S

จากผลการทดลองที่แสดงไว้ในตารางที่ 4 เมื่อใช้สารสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นมาก (60 ไมโครกรัมต่อแผ่น) ระงับการเจริญเติบโตของบักเตรีแล้วนำชิ้นอาหารในบริเวณที่ไม่มีบักเตรีเจริญเพิ่มขึ้นไป เพาะเลี้ยงต่อตามกรรมวิธีที่กล่าวมาแล้วในหน้า 15 พบว่าบักเตรีมีการเจริญเติบโตต่อไปอีกได้ แสดงว่าอนุพันธ์ต่าง ๆ ของโรดานีนที่ใช้ในการทดลองนี้แม้จะเข้มข้นถึง 60 ไมโครกรัมต่อแผ่นแล้วก็มีผลเพียงแค่ระงับการเจริญเติบโตของบักเตรีชั่วคราวเท่านั้น

5. ผลการหาความเป็นพิษ(toxicity) ของ 5-(4- nitrobenzylidene)rhodanine (R-2) และ 5-(2,6- dichlorobenzylidene) rhodanine (R-3)

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า R-2 มีประสิทธิภาพในการระงับการเจริญของบักเตรีสูงสุดในบรรดาอนุพันธ์ที่มีกลุ่มไนโตร (nitro group) ด้วยกัน และ R-3 มีประสิทธิภาพในการระงับการเจริญของบักเตรีสูงสุดในบรรดาอนุพันธ์ที่มีกลุ่มคลอโร (chloro group) ด้วยกัน ดังนั้นจึงคัดเลือก R-2, R-3 มาใช้สำหรับรักษาสัตว์ทดลองที่ได้ทำให้มีอาการโรคเนื่องจากเชื้อที่คัดเลือกแล้ว แต่ก่อนที่จะนำมาใช้รักษาสัตว์ทดลองก็ต้องนำ R-2, R-3 มาหาความเป็นพิษในสัตว์ทดลองเสียก่อนเพื่อทดสอบว่า R-2 และ R-3 มีความเป็นพิษมากน้อยเพียงใด และหาปริมาณที่สามารถใช้กับสัตว์ทดลองได้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ทดลอง

การหาค่าความเป็นพิษของ R-2, R-3 ทำโดยหาค่า LD_{50} ด้วยวิธีของ Reed และ Muench (Reed and Muench, 1938) พบว่า

5-(4- nitrobenzylidene) rhodanine มีค่า LD_{50} เท่ากับ 354 มิลลิกรัมต่อหนูหนัก 1 กิโลกรัม

5-(2,6- dichlorobenzylidene)rhodanine มีค่า LD_{50} เท่ากับ 81.6 มิลลิกรัมต่อหนูหนัก 1 กิโลกรัม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5

แสดงการเปรียบเทียบความเป็นพิษของ 5-(4-nitrobenzylidene) rhodanine และ 5-(2,6- dichlorobenzylidene) rhodanine

สารสังเคราะห์	กลุ่มหนู (กลุ่มละ 5 ตัว)	ปริมาณสารที่ฉีด (มก./หนูหนัก 30 ก.)	จำนวนหนูตาย / จำนวนหนูที่ฉีด	LD_{50} (มก.ต่อ หนู 1 กก.)
5-(4-Nitro benzylidene) rhodanine (R-2)	1	15.000	5/5	354.000
	2	7.500	0/5	
	3	3.750	0/5	
	4	1.875	0/5	
	5	0.938	0/5	
5-(2,6 - Dichloroben zylidene) rhodanine (R-3)	1	6.000	5/5	81.600
	2	3.000	3/5	
	3	1.500	1/5	
	4	0.750	0/5	
	5	0.375	0/5	

ผลการทดลองหาค่า LD_{50} ของสารทั้ง 2 อนุพันธ์จะเห็นได้ว่า 5-(2,6 - dichlorobenzylidene) rhodanine มีความเป็นพิษสูงกว่า 5-(4-nitro-benzylidene) rhodanine.

6. ผลการทดลองทำให้หนูขาว (Swiss mice) เป็นโรคหนองด้วยเชื้อ S. aureus

การฉีดเชื้อ S. aureus เข้าใต้ผิวหนัง (subcutaneous injection) หนูขาวเพื่อทำให้เป็นหนองนั้น ได้ทดลองทำ 2 อย่างด้วยกันคือ ฉีดเชื้อที่เลี้ยงในอาหาร TSB โดยมิได้ผ่านเข้าสัตว์ทดลองก่อน กับฉีดเชื้อที่ผ่านเข้าสัตว์ทดลองมาแล้วดังแผนผังที่ 1 โดยใช้จำนวนเซลล์ของเชื้อเท่า ๆ กัน ผลได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้เชื้อที่ผ่านลำดับขั้นตามแผนผังที่ 1 จะทำให้ได้จำนวนหนูขาวที่เป็นหนองมากกว่า มิได้ผ่านลำดับขั้นตามแผนผังที่ 1 ถึง 2 เท่า และระยะเวลาจากวันที่ฉีดเชื้อ S.aureus ถึงวันที่เป็นหนองใช้เวลา 10 วันเหมือนกัน ไม่ว่าจะใช้เชื้อที่ผ่านลำดับขั้นมาโดยวิธีใดก็ตาม

ตารางที่ 6

เปรียบเทียบจำนวนหนูขาว (Swiss mice) ที่เป็นหนองโดยการ ฉีด S. aureus ที่เลี้ยงใน TSB และเชื้อชนิดเดียวกันที่ได้ผ่านการฉีดเข้าสัตว์ทดลองมาแล้วตามแผนผังที่ 1

เชื้อที่ใช้	กลุ่มหนู	จำนวนหนูที่ฉีด	จำนวนหนูที่เป็นหนอง	%หนูที่เป็นหนอง
เชื้อที่ใช้ใน TSB	1	30	11	36.7
	2	30	10	33.3
	3	30	9	30.0
เชื้อที่ได้ผ่านการฉีดเข้าสัตว์ทดลองมาแล้วตามแผนผังที่ 1	4	50	31	62.0
	5	50	33	66.0
	6	50	36	72.0
	7	50	30	60.0
	8	50	32	64.0
	9	40	22	55.0
	10	40	26	63.0

7. ผลการใช้ R-2, R-3 รักษาอาการหนองในหนูขาวโดยฉีดเข้าทางกล้ามเนื้อ

จากผลการทดลองหาความเป็นพิษของ R-2 และ R-3 ในหนูขาวดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 จะเห็นว่าปริมาณสูงสุดของสาร R-2 และ R-3 ที่หนูสามารถทนได้คือ 7.5 มิลลิกรัม และ 0.75มิลลิกรัม ตามลำดับ ต่อน้ำหนักของหนู 30 กรัม ดังนั้นการทดลองในหนูจึงใช้R-2 และ R-3 ในปริมาณที่กล่าวนี้

ฉีดสารสังเคราะห์ R-2, R-3 หลังจากสัตว์ทดลองเป็นหนองแล้วครั้งเดียวตลอดการทดลอง ผลปรากฏว่าสัตว์ทดลองหายจากอาการหนองได้ในระยะเวลาประมาณ 25-30 วัน

ฉีดสารสังเคราะห์ R-2, R-3 ทุก ๆ 2 วัน หลังจากสัตว์ทดลองเป็นหนองแล้ว ผลปรากฏว่า สัตว์ทดลองหายจากอาการหนองในเวลา 25-30 วัน

ฉีดสารสังเคราะห์ R-2, R-3 เข้าสัตว์ทดลองที่เป็นหนองแล้วทุก ๆ 4 วัน ผลปรากฏว่า สัตว์ทดลองหายจากอาการหนองโดยใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน

ส่วนสัตว์ทดลองกลุ่มที่เป็นกลุ่มควบคุมการวัดผล (control group) คือได้รับการฉีดน้ำมันมะกอกอย่างเดียวนั้น ปรากฏว่า ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มควบคุมการวัดผลของการฉีดที่ความถี่เท่าไรก็ตาม สัตว์ทดลองต่างก็หายจากอาการหนองในเวลาไล่เลี่ยกัน คือ ใช้ช่วงเวลาประมาณ 25-30 วัน ดังได้แสดงในตารางที่ 7 ซึ่งจะเห็นได้ว่า กลุ่มควบคุมการวัดผล (control group) กับกลุ่มที่ได้รับการฉีดสารสังเคราะห์ ไม่ว่าจะเป็น R- 2 หรือ R-3 ต่างก็หายในเวลาใกล้เคียงกัน คือโดยประมาณอยู่ในช่วงเวลา 25-30 วัน ทั้งนี้ได้ทำการทดลอง 2 ครั้งซ้ำกัน แสดงว่าการฉีดสารสังเคราะห์เข้าไปเพื่อรักษาโดยการฉีดเข้าทางกล้ามเนื้อนั้นไม่ว่าจะฉีดในความถี่ 1 ครั้งตลอดการทดลอง ทุก ๆ 2 วัน ตลอดการทดลอง หรือทุก ๆ 4 วันตลอดการทดลอง ต่างก็มิได้มีผลในแง่กสรรักษาสัตว์ทดลองเลย ผลการทดลองจากกลุ่มของหนูที่ได้รับการฉีดน้ำมันมะกอก (control group) แสดงว่าอาการของโรคได้หายไปเองตามธรรมชาติ

ตารางที่ 7

แสดงผลการใช้ R-2, R-3 รักษาอาการหนองของหนูขาว (Swiss mice) โดยฉีดเข้ากล้ามเนื้อหนูขาวที่ได้ถูกทำให้เป็นหนองแล้ว

สารที่ฉีด	ปริมาณที่ฉีดต่อหนู 30 ก.	ความถี่ของการฉีด	จำนวนหนูขาวที่ถูกฉีด	จำนวนหนูขาวที่หาย	ช่วงเวลาที่หนูขาวหายจากอาการหนอง (วัน)
R-2	7.5 มก.	1ครั้งตลอดการทดลอง	5	5	25-30
น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	25-29
R-2	7.5 มก.	ทุก ๆ 2 วัน	5	5	24-30
น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	26-28
R-2	7.5 มก.	ทุก ๆ 4 วัน	5	5	29-31
น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	2	27-32
R-3	0.75 มก.	1ครั้งตลอดการทดลอง	5	5	24-28
น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	25-31
R-3	0.75 มก.	ทุก ๆ 2 วัน	5	4	30-32
น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	27-30
R-3	0.75 มก.	ทุก ๆ 4 วัน	5	5	26-29
น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	25-31

8. ผลการใช้ R-2, R-3 รักษาอาการหนองในหนูขาว โดยฉีดเข้าบริเวณที่เป็นหนองโดยตรง

เนื่องจากการใช้ R-2, R-3 รักษาสัตว์ทดลองโดยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ไม่เป็นผลดังแสดงในตารางที่ 6 แต่การทดลองในจานเลี้ยงเชื้อพบว่า R-2 และ R-3 ระงับการเจริญของ S. aureus ดังนั้นจึงทดลองฉีดสารสังเคราะห์เข้าบริเวณหนองโดยตรง เพื่อให้สารสัมผัสกับเชื้อ S. aureus โดยใช้ขนิดของสารสังเคราะห์และความถี่ในการฉีดเหมือนฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ผลที่ได้แตกต่างจากการฉีดเข้ากล้ามเนื้ออย่างเห็นได้ชัด ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8

แสดงผลการใช้ R-2, R-3 รักษาอาการหนองของหนูขาว (Swiss mice) โดยฉีดเข้าบริเวณที่เป็นหนองโดยตรง

ครั้งที่	สารที่ฉีด	ปริมาณที่ฉีดต่อหนูขาว ~30 ก.	ความถี่ของการฉีด	จำนวนหนูขาวที่ถูกฉีด	จำนวนหนูขาวที่หาย	ช่วงเวลาที่หนูขาวหายจากอาการหนอง (วัน)
1	R-2	7.5 มก.	1 ครั้งตลอดการทดลอง	5	5	28-30
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	1 ครั้งตลอดการทดลอง	3	3	27-31
	R-2	7.5 มก.	ทุก ๆ 2 วัน	5	4	15-19
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	2	26-28
	R-2	7.5 มก.	ทุก ๆ 4 วัน	5	5	26-29
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	24-30

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ครั้งที่	สารที่ฉีด	ปริมาณที่ฉีดต่อหนูขาว 30 ก.	ความถี่ของการฉีด	จำนวนหนูขาวที่ถูกฉีด	จำนวนหนูขาวที่หาย	ช่วงเวลาที่หนูขาวหายจากอาการหนอง (วัน)
1	R-3	0.75มก.	1ครั้งตลอดการทดลอง	5	5	24-30
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	25-28
	R-3	0.75มก.	ทุก ๆ 2 วัน	5	5	12-15
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	30-32
	R-3	0.75มก.	ทุก ๆ 4 วัน	5	4	24-28
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	24-28
2	R-2	7.5 มก.	1ครั้งตลอดการทดลอง	5	4	25-29
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	27-32
	R-2	7.5 มก.	ทุก ๆ 2 วัน	5	5	17-20
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	24-26
	R-2	7.5 มก.	ทุก ๆ 4 วัน	5	4	24-29
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	30-33
	R-3	0.75มก.	1ครั้งตลอดการทดลอง	5	5	26-29
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	25-29
	R-3	0.75มก.	ทุก ๆ 2 วัน	5	4	11-13
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	3	25-28
	R-3	0.75มก.	ทุก ๆ 4 วัน	5	5	25-27
	น้ำมันมะกอก	0.1 มล.	" "	3	2	27-30

จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่า

ก. สาร R-2

เมื่อสัตว์ทดลองที่เป็นหนองแล้วได้รับการฉีดสารสังเคราะห์ R-2 เพียงครั้งเดียว แล้วเลี้ยงไปจนหายจากการเป็นหนองนั้น ใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน ไล่เลี่ยกับกลุ่มควบคุมการวัดผล (control group) และกลุ่มที่ได้รับการฉีดสารสังเคราะห์ทุก ๆ 4 วัน

ส่วนสัตว์ทดลองที่ได้รับการฉีดสารสังเคราะห์ทุก ๆ 2 วัน ใช้เวลาในการรักษาหนองให้หายหลังจากฉีดสารประมาณ 15 -20 วัน ซึ่งเร็วกว่า 3 กลุ่มที่กล่าวแล้วประมาณ 10 วัน

ข. สาร R-3

สัตว์ทดลองที่ได้รับการฉีดสารสังเคราะห์ครั้งเดียวตลอดการทดลองหายจากอาการเป็นหนองไล่เลี่ยกับกลุ่มควบคุมการวัดผล และกลุ่มที่ได้รับการฉีดสารสังเคราะห์ทุก ๆ 4 วัน คือประมาณ 25-30วัน

ส่วนสัตว์ทดลองที่ได้รับการฉีดสารทุก ๆ 2 วัน ใช้เวลาในการรักษาประมาณ 11-15 วัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าหายเร็วกว่า 3 กลุ่ม ที่กล่าวข้างต้นประมาณ 15 วัน ในการทดลองซ้ำกันเป็นครั้งที่สอง ปรากฏว่าให้ผลใกล้เคียงกันมาก

รูปแสดงหนูขาวที่เป็นหนองก่อนได้รับการฉีด R-2,R-3 และหนูขาวที่หาย
จากอาการหนองหลังจากได้รับการฉีด R-2, R-3 เข้าบริเวณที่เป็นหนองโดยตรง

รูปที่ 1 แสดงให้เห็นหนองภายในบริเวณที่พองออกใต้ผิวหนัง หนูขาว
ที่ได้รับการฉีด S. aureus ประมาณ 10 วัน

รูปที่ 2-7 เป็นรูปหนูขาว ชุดที่ได้รับการฉีดสารสังเคราะห์เข้าบริเวณที่เป็นหนองเพียงครั้งเดียว ตลอดการทดลอง

หอสมุดกลาง

รูปที่ 2 แสดงหนูขาวที่เป็นหนอง (ตัวควบคุมการวัดผล)

รูปที่ 3 แสดงหนูขาว (ตัวควบคุมการวัดผล) ที่ได้รับการฉีดน้ำมันมะกอก 1 ครั้งตลอดการทดลอง และหายแล้วใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน

หอสมุดกลาง

รูปที่ 4 แสดงหนูขาวที่เป็นหนองก่อนฉีด R-3

อส.มุตกลาง
รณมหาวิทยาลัย

รูปที่ 5 แสดงหนูขาวที่ได้รับการฉีด R-3 ครั้งเดียวตลอดการทดลอง และหายจากอาการหนองแล้ว ใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน

รูปที่ 6 แสดงหนูขาวที่เป็นหนองก่อนฉีด R-2

หอสมุดกลาง

รูปที่ 7 แสดงหนูขาวที่ได้รับการฉีด R-2 ครั้งเดียวตลอดการทดลอง และหายจากอาการหนองแล้ว ใช้เวลาประมาณ 25-30วัน

รูปที่ 8-13 เป็นรูปหนูขาวชุดที่ได้รับการฉีดสารสังเคราะห์เข้าบริเวณที่เป็นหนองทุก ๆ 2 วัน

หอสมุดกลาง
งกรณมหาวิทยาลัย

รูปที่ 8 แสดงหนูขาวที่เป็นหนอง (ตัวควบคุมการวัดผล)

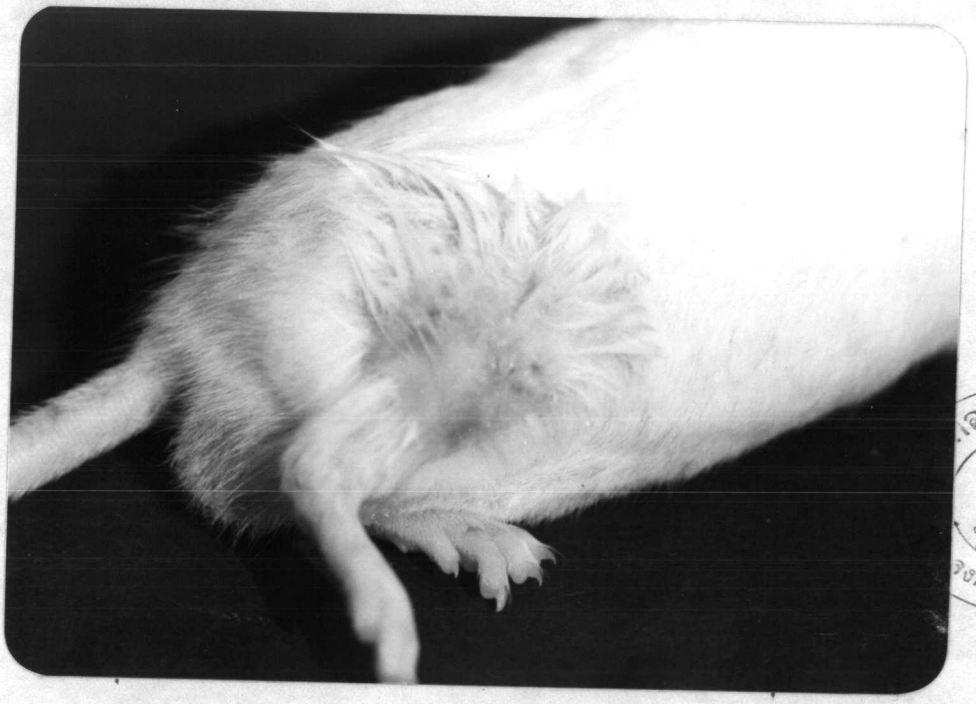
หอสมุดกลาง

รูปที่ 9 แสดงหนูขาว (ตัวควบคุมการวัดผล) ที่ได้รับการฉีดน้ำมันมะกอก ทุก ๆ 2 วัน และหายแล้ว ใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน

รูปที่ 10 แสดงหนูขาวที่เป็นหนองก่อนฉีด R-3

หอสมุดกลาง

รูปที่ 11 แสดงหนูขาวที่ได้รับการฉีด R-3 ทุก ๆ 2 วัน และหายแล้ว ใช้เวลาประมาณ 11- 15 วัน



รูปที่ 12 แสดงหนูขาวที่เป็นหนอง ก่อนฉีด R-2

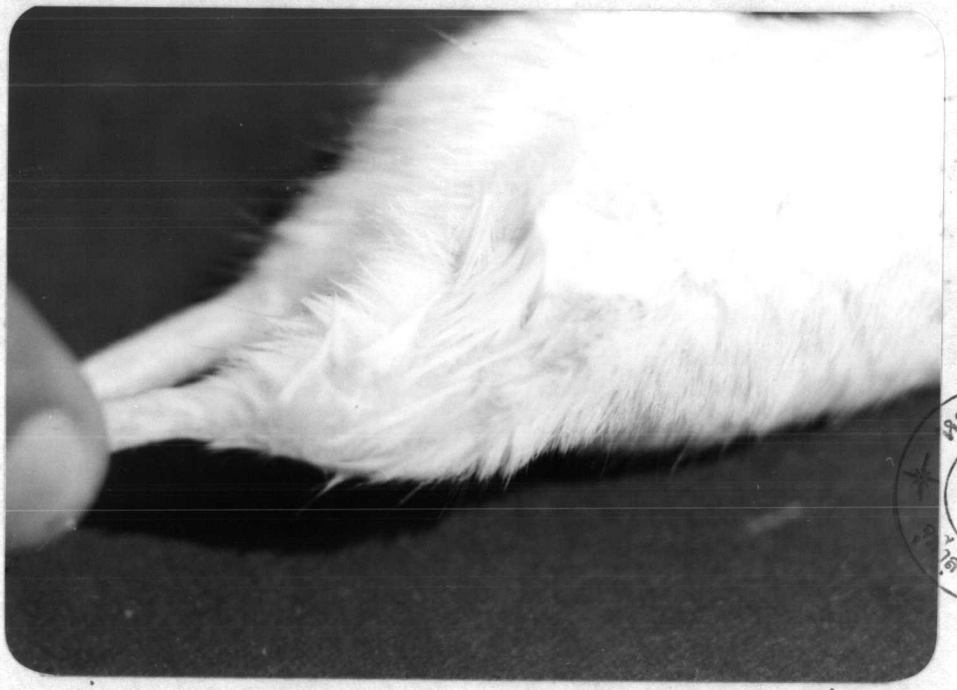
หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

รูปที่ 13 แสดงหนูขาวที่ได้รับการฉีด R-2 ทุก ๆ 2 วัน และหายแล้ว ใช้เวลาประมาณ 15-20 วัน

รูปที่ 14-19 เป็นรูปหนูขาวชุดที่ได้รับการฉีดสารสังเคราะห์เข้าบริเวณที่เป็นหนอง ทุก ๆ 4 วัน

หอสมุดกลาง

รูปที่14 แสดงหนูขาวที่เป็นหนอง (ตัวควบคุมการวัดผล)

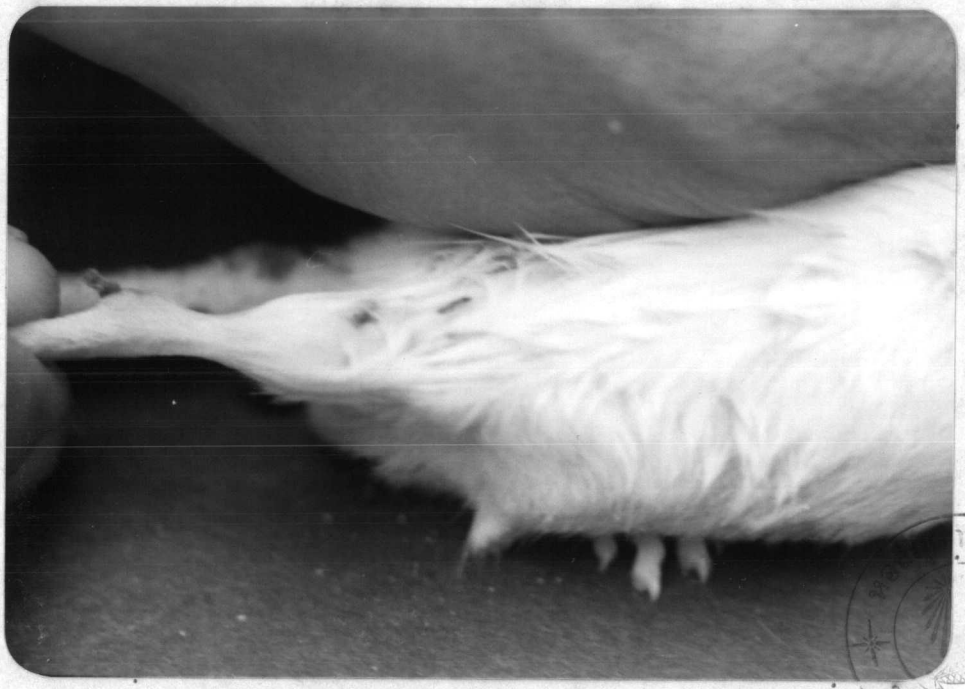


หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

รูปที่ 15 แสดงหนูขาว (ตัวควบคุมการวัดผล) ที่ได้รับการฉีดน้ำมันมะกอก ทุก ๆ 4 วัน และหายแล้วใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

รูปที่ 16 แสดงหนูขาวที่เป็นหนองก่อนฉีด R-3



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 17 แสดงหนูขาวที่ได้รับการฉีด R-3 ทุก ๆ 4 วัน และหายแล้ว ใช้เวลาประมาณ 25 -30 วัน

หอสมุดกลาง

รูปที่ 18 แสดงหนูขาวที่เป็นหนอง ก่อนฉีด R-2

รูปที่ 19 แสดงหนูขาวที่ได้รับการฉีด R-2 ทุก ๆ 4 วัน และหายแล้ว ใช้เวลาประมาณ 25 - 30 วัน