

การศึกษาปรากฏการณ์การคื้อยาและปัจจัยภูมิคื้อยาของ
Escherichia coli ที่ได้จากอาหาร
 ในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 บางแสน

๒๙ ส.ย. ๒๕๒๔

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 สุขุมวิท ๒๓ พระโขนง กรุงเทพฯ ๑๑ โทร ๓๙๒๑๕๗๕, ๓๙๑๕๐๕๘
 ปรินญาณพนธ
 ของ
 พรพิมล นารุงศิริ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน
 เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
 ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต
 กุมภาพันธ์ ๒๕๒๒

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาปรากฏการณ์การก่อโรคและปัจจัยภูมิคุ้มกันของ
Escherichia coli ที่ได้จากร้านอาหาร
ในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
บางแสน

บทคัดย่อ
ของ
พรพิมล บำรุงศิริ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ 2522

การศึกษารังนี้มีจุดหมายที่จะศึกษาปรากฏการณ์และปัจจัยที่มีค้อยาของ E.coli ที่ได้จากรานอาหารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน โดยเก็บตัวอย่างอาหาร น้ำดื่มและน้ำล้างภาชนะ จำนวน 227 ตัวอย่าง ปรากฏว่าพบ E.coli ในน้ำล้าง ภาชนะและอาหารประเภทยำมากที่สุด รองลงมาได้แก่น้ำดื่มและผักต่าง ๆ ตามลำดับ E.coli เหล่านี้จะค้อยาปฏิชีวนะเพนนิซิลินและคลอแรมฟนิคอลล รองลงมา ได้แก่ เตตราไซคลินและสเตรพโตไมซิน ตามลำดับ ส่วนกานาไมซินเป็นยาปฏิชีวนะชนิดเดียว ในการทดลองนี้ที่สามารถทำลาย E.coli ได้ทั้งหมดที่ความเข้มข้น 1 µg/cc เป็น ต้นไป สำหรับความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะการค้อยาระหว่าง E.coli และ Shigella flexneri นั้น พบว่า E.coli ที่ค้อยาเพนนิซิลินและคลอแรมฟนิคอลล จะถ่ายทอดลักษณะการค้อยาได้ดีที่สุด ส่วนการถ่ายทอดลักษณะการค้อยาสเตรพโตไมซิน จะแตกต่างกันไป โดย E.coli ที่ได้จากตัวอย่างอาหารจะถ่ายทอดลักษณะการค้อยาได้ ดีกว่า E.coli ที่ได้จากน้ำล้างภาชนะและ E.coli ที่ได้จากน้ำล้างภาชนะเท่านั้นที่ สามารถถ่ายทอดลักษณะการค้อยาเตตราไซคลินได้

STUDIES ON DRUG RESISTANCE AND RESISTANCE FACTORS OF
ESCHERICHIA COLI ISOLATED FROM FOOD IN
SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY
BANGSEAN

ABSTRACT

BY

PCRNPI MOL BAMRUNG SIRI

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
February 1979

The studies on drug resistance and resistance factors of E. coli were conducted on those isolated from 227 sample of food, water and dish-wash collected in Srinakharinwirot University Bangsean canteen

The major findings obtained in the studies are as follows E. coli were found in dish-wash and "Yum" type of food more than in any other with water and fried dish in decreasing order. The resistance to antibiotics of E. coli was shown to be in the following decreasing order : penicillin,⁷ chloramphenicol, tetracycline and streptomycin. Kanamycin was the only antibiotic capable of killing all E. coli at 1 μ g/cc strength.

The transfer resistance factor from E. coli and Shigella flexneri was studied and the followings were found the transfer of resistance to penicillin and chloramphenicol was found to occur most. But the transfer of resistance to streptomycin differed. E. coli isolated from samples of food were found capable of transferring the drug resistance better than these from the dish-wash, E. coli from the dish-wash were also found to be the only ones capable of transferring the resistance to tetracycline.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติโคพิจารณาปฏิญานี้ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

;

..... (ชื่อ) ประธาน

..... กรรมการ

..... กรรมการ

23 กุมภาพันธ์ 2522

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.ปิ่นวิ เวชานุเคราะห์ ประธานกรรมการ ที่ช่วยให้คำปรึกษาแนะแนวทางศึกษา
จนคว้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญทิ สุขศรีงาม และอาจารย์ไพไลพรรณ พงษ์พล กรรมการ
ที่ให้คำปรึกษา แก่ไขขอบบรื่องต่าง ๆ ตลอดจนช่วยเหลือในการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัย
ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณร้านขายอาหารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน ที่เอื้ออำนวย
ตัวอย่างเพื่อนำมาทดสอบ และภาควิชาชีววิทยามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน ที่ให้
ความสะดวกเกี่ยวกับสถานที่และอุปกรณ์ในการดำเนินการทดลองจนสำเร็จได้ด้วยดี นอกจากนี้
นี้ ขอขอบคุณ สมาคมสตรีอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย ที่ได้ให้ทุนในการทำงานวิจัยครั้งนี้ด้วย

พรพิมล บำรุงศิริ

สารบัญ

บท

หน้า

1	บทนำ	1
	คำนำ	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้	3
	ความสำคัญของการศึกษาครั้งนี้	4
	ขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	5
	รายงานผลการทดลองสำรวจเชื้อ <u>E. coli</u> และแบคทีเรียที่เกี่ยวข้อง	
	ของในอาหาร น้ำและอื่น ๆ	5
	รายงานผลการทดลองที่พบในประเทศไทย	5
	รายงานผลการทดลองที่พบในต่างประเทศ	11
	รายงานผลการทดลองศึกษาการก่อยาของเชื้อ <u>E. coli</u> และแบคทีเรียที่เกี่ยวข้อง	13
	รายงานผลการทดลองที่พบในประเทศไทย	13
	รายงานผลการทดลองที่พบในต่างประเทศ	16
	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการก่อยา	22
	แบคทีเรียกับการก่อยา	22
	สาเหตุของการก่อยา	23
3	วิธีดำเนินการทดลอง	25
	กลุ่มตัวอย่าง	25
	การแยกเชื้อบริสุทธิ์	25

ลักษณะของ <u>E. coli</u>	26
การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี	26
การทดสอบการก่อยาของ <u>E. coli</u>	28
การทดสอบการถ่ายทอดการก่อยาระหว่าง <u>E. coli</u> และ <u>Shigella flexneri</u>	28
การวิเคราะห์ข้อมูล	29
4 ผลการทดลอง	30
ผลจากการตรวจหาเชื้อ <u>E. coli</u> ในตัวอย่างอาหาร น้ำล้าง ภาชนะและน้ำดื่มจากร้านอาหารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน	30
ผลการศึกษาลักษณะต่าง ๆ ของ <u>E. coli</u>	31
ผลการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของ <u>E. coli</u>	31
ผลการทดสอบการก่อยาของ <u>E. coli</u> ทายาปฏิชีวนะ	32
ผลการทดสอบการถ่ายทอดการก่อยา ระหว่าง <u>E. coli</u> และ <u>S. flexneri</u>	43
5 บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	51
บทย่อ	51
ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้	51
วิธีดำเนินการทดลอง	51
การวิเคราะห์ข้อมูล	51
สรุปผลการทดลอง	52
อภิปรายผลการทดลอง	53
ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	68

บัญชีตาราง

ตาราง	เนื้อหา	หน้า
1	แสดงปริมาณของ <u>E. coli</u> ที่พบในตัวอย่างอาหาร น้ำล้างภาชนะ และน้ำดื่ม จากร้านอาหารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน	30
2	แสดงคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ <u>E. coli</u> ที่พบจากตัวอย่างจากร้านอาหารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน	31
3	แสดงผลของสเตรปโตไมซินต่อการเจริญของ <u>E. coli</u>	32
4	แสดงผลของเตตราไซคลีนต่อการเจริญของ <u>E. coli</u>	34
5	แสดงการดื้อยาปฏิชีวนะของ <u>E. coli</u> จากตัวอย่างต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ	42
6	แสดงการถ่ายทอดการดื้อยาสเตรปโตไมซินระหว่าง <u>E. coli</u> และ <u>S. flexneri</u>	43
7	แสดงการถ่ายทอดการดื้อยาเตตราไซคลีนระหว่าง <u>E. coli</u> และ <u>S. flexneri</u>	45
8	แสดงการถ่ายทอดการดื้อยาคลอแรมฟินิคอล ระหว่าง <u>E. coli</u> และ <u>S. flexneri</u>	46
9	แสดงการถ่ายทอดการดื้อยาเพนนิซิลิน ระหว่าง <u>E. coli</u> และ <u>S. flexneri</u>	48
10	แสดงการถ่ายทอดการดื้อยาปฏิชีวนะของ <u>E. coli</u> จากตัวอย่างต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ	50

อาหารหมายถึงสารเคมีที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ (Gray, 1976: 184) จึงนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในการดำรงชีวิตมนุษย์ ยาที่รักษาโรคได้ผลดีและแพร่หลาย คือ ยาปฏิชีวนะชนิดต่าง ๆ ในปัจจุบันนี้จะพบว่ายาปฏิชีวนะไม่อาจใช้บำบัดอาการของผู้ป่วยที่มีสาเหตุจากแบคทีเรียได้อย่างเด็ดขาดในทุกกรณี ทั้งนี้เนื่องจากแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเกิดการดื้อยาเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี โดยเฉพาะแบคทีเรียที่อยู่ในระบบทางเดินอาหาร (Koonkhamlert and Sawyer, 1970 : 712) จากการศึกษาพบว่าในลำไส้ของคนปกติมีแบคทีเรียมากกว่า 60 ชนิด แบคทีเรียเหล่านี้จะอยู่เป็นกลุ่มหรือแพร่กระจายทั่วไปทั้งในลำไส้ใหญ่และลำไส้เล็ก แบคทีเรียที่พบเป็นจำนวนมาก ได้แก่ *E. coli*, *Lactobacilli*, *Enterococci* และ *Aerobacter* แบคทีเรียบางชนิดสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของยาหรือสารเคมีอื่น ๆ ในร่างกายโดยอาศัยน้ำย่อยภายในเซลล์แบคทีเรียนั่นเอง การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของยานี้มีผลต่อการออกฤทธิ์ของยาบางชนิดได้ (ทัศนัย สิริขันธ์ 2520 : 20)

อาหารและน้ำโดยทั่วไปมักจะเจือปนด้วยสารเคมีหรือแบคทีเรียต่าง ๆ โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นการบั่นทอนสุขภาพของผู้บริโภคและถ้าหากไม่ได้รับการรักษาอย่างทันด่วนก็อาจทำให้เสียชีวิตได้ สำหรับในประเทศไทยนี้แม้โรคติดเชื้อของระบบทางเดินอาหารที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่ออยู่เสมอ แต่มิได้มีรายงานหรือสถิติที่แน่นอน ทำให้เข้าใจว่าเกิดจากสาเหตุอื่น ประกอบกับในสภาวะปัจจุบันนี้ร้านอาหารต่าง ๆ มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อชีวิตประจำวันของประชาชนทั่วไป ประชาชนส่วนใหญ่ให้ความสนใจในคุณภาพของอาหารน้อยมาก มุ่งคำนึงถึงแต่รสชาติและปริมาณอาหารเป็นสำคัญ จึงทำให้การแพร่ระบาดของโรคในอาหารไปสู่ประชาชนได้รวดเร็วขึ้น เชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารที่สำคัญได้แก่ *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella* spp. และ *Shigella* spp. ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้ในสภาพปกติตรวจพบได้ยากเพราะมีจำนวนน้อย

แต่เนื่องจาก E. coli ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบเป็นจำนวนมากในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ มักจะปะปนออกมากับอุจจาระแล้วแพร่ไปสู่อาหารและน้ำได้ เมื่อบริโภคอาหารและน้ำที่มี E. coli เข้าไป เชื้อนี้จะเข้าสู่ลำไส้ของมนุษย์หรือสัตว์ การตรวจพบ E. coli ในอาหารและน้ำก็ทำให้เป็นที่สงสัยได้ว่าอาหารและน้ำนั้นอาจมีแบคทีเรียที่เป็นอันตรายชนิดอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วย จึงไม่เหมาะสำหรับบริโภค ดังนั้นจึงได้ใช้ E. coli เป็นเครื่องแสดงถึงสุขลักษณะของอาหารและน้ำว่าเหมาะสำหรับการบริโภคหรือไม่ (ลัมย์ โสมนพันธุ์, 2502 : 181) กองวิเคราะห์อาหารและเครื่องดื่ม กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2514 : 60-62) นอกจากนี้ E. coli บางชนิดอาจทำให้เกิดโรคได้ มีรายงานพบว่าการอักเสบที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินปัสสาวะ เช่น การอักเสบของกระเพาะปัสสาวะ (cystitis) การอักเสบของหลอดปัสสาวะ (urethritis) และการอักเสบของไต (pyelonephritis) มีสาเหตุมาจาก E. coli ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ (ลินจี หวังวีระ 2518 : 103) นอกจากนี้ยังพบว่า E. coli เป็นสาเหตุของโรคท้องเดินในเด็กอ่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กอ่อนที่มีอายุต่ำกว่า 2 ปี ซึ่งอาจติดเชื้อมาจากเด็กอ่อนด้วยกัน หรือผู้ใหญ่ที่อยู่ใกล้ชิด (เนตร สุวรรณคุณาศน์ 2512 : 113-115)

สำหรับการดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียนั้นจะพบบ่อยมากในแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแบคทีเรียที่แยกได้จากผู้ป่วยด้วยโรคทางเดินอาหารในประเทศไทย และเชื้อเหล่านี้จะถ่ายทอดคุณสมบัติไปยังเชื้อในรุ่นอื่น ๆ และเชื้อที่ไม่ดื้อต่อยานี้โคควาย (Koon khamlert, 1970 : 700) ภูมิคุ้มกันของแบคทีเรียนี้จะถูกควบคุมโดยสารพันธุกรรมที่อยู่ในโครโมโซมของเซลล์ (extrachromosomal DNA) ที่เรียกว่า ปัจจัยภูมิคุ้มกัน (R - factor) ซึ่งปัจจัยภูมิคุ้มกันนี้ประกอบด้วยสองส่วนคือ ยีนส์ภูมิคุ้มกัน (resistance determinatant) ดื้อยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด และ RTF (resistance transfer factor) ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการจำลองตัวเองของปัจจัยภูมิคุ้มกัน และควบคุมการถ่ายทอดปัจจัยภูมิคุ้มกันโดยวิธีจับคู่ (conjugation) ระหว่างแบคทีเรียสองเซลล์ (Watanabe, 1967 : 23) การที่แบคทีเรียมีปัจจัยภูมิคุ้มกันนี้ถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญทางการแพทย์และสาธารณสุขอย่างยิ่ง ตัวอย่างเช่น E. coli ที่อยู่ในลำไส้ของคนปกติโดยไม่ทำให้เกิดโรค แต่มีปัจจัยภูมิคุ้มกันดื้อยา ถ้าบุคคลเหล่านี้ได้รับเชื้อ Shigella หรือ Salmonella ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคในระบบทางเดินอาหารและไม่ดื้อยา เชื้อจะสร้าง

เชื้อเหล่านี้จะได้รับการถ่ายทอดภูมิคุ้มกันจาก E. coli เป็นผลให้เชื้อก่อโรคบิดและยากต่อการรักษา ในขณะที่ตัวผู้จะเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคชนิดก่อโรคให้กับผู้อื่นได้อีกด้วย เพราะการไชยาปฏิชีวนะในการรักษาจะทำลายเฉพาะแบคทีเรียที่ไม่ก่อโรค ส่วนแบคทีเรียที่ก่อโรคจะเจริญได้ตามปกติ ดังนั้น ในชุมชนที่ไชยาปฏิชีวนะอย่างแพร่หลายจะทำให้แบคทีเรียที่มีปัจจัยภูมิคุ้มกันก่อโรคมีการถ่ายทอดภูมิคุ้มกันในอัตราสูง ซึ่งจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความฟุ่มเฟือยและการไร้หลักเกณฑ์ในการไชยาปฏิชีวนะ (Koonkhamlert. 1970 : 723) นอกจากนี้ ยังพบว่าการนำยาปฏิชีวนะไปรักษาโรคสัตว์และผสมในอาหารสัตว์เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงอย่างแพร่หลายนั้น จะเห็นการช่วยเพิ่มแบคทีเรียที่มีปัจจัยภูมิคุ้มกันก่อโรคให้มากยิ่งขึ้น และสามารถแพร่มาสู่ประชาชนผู้บริโภคได้ (Kerr 1977 : 283) ดังนั้น การไชยาปฏิชีวนะอย่างแพร่หลายโดยไม่มีเหตุผลอันสมควรจึงเป็นส่วนสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้เชื้อโรคเกิดการก่อโรคได้ การทดสอบความไวของแบคทีเรียก่อโรคปฏิชีวนะต่าง ๆ จึงมีคุณค่าอย่างยิ่งในการกำหนดบทบาทของการไชยาปฏิชีวนะในทางการแพทย์ และประชาชนจะได้อบรมสถานะการถูกคุกคาม ไม่ไชยาปฏิชีวนะอย่างฟุ่มเฟือยไม่คุ้มคุณค่าที่ได้รับ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรสิ้น และอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ โดยเหตุนี้การทดสอบประสิทธิภาพของยาปฏิชีวนะต่อแบคทีเรียพวก E. coli ซึ่งเกี่ยวข้องกับมนุษย์ตลอดเวลา จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรได้รับการเอาใจใส่จากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อตรวจหาเชื้อ E. coli ที่ก่อโรคปฏิชีวนะที่แยกจากอาหาร น้ำล้างภาชนะ และน้ำดื่ม ภายในเขตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน
2. เพื่อศึกษาการถ่ายทอดการก่อโรคของเชื้อ E. coli ที่แยกได้กับเชื้อ Shigella flexneri

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเป็นข้อมูลใหญ่บริโภคะมักระวังในการเลือกรับประทานอาหารให้ถูกสุขลักษณะ
2. เพื่อนำผลการทดลองเป็นแนวทางใหม่หาวิทยาลัยจัดดำเนินการควบคุมคุณภาพอาหารในมหาวิทยาลัยให้ถูกสุขลักษณะยิ่งขึ้น
3. เพื่อเป็นข้อมูลให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้มีการควบคุมการโฆษณาปฏิชีวนะให้ถูกต้อง

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าที่จะตรวจหาเชื้อ E. coli ที่ค่อยาและถ่ายทอดการค่อยาปฏิชีวนะที่แยกได้จากอาหารที่ปรุงเสร็จตั้งวางขายไว้ น้ำล้างภาชนะและน้ำดื่มของร้านอาหารต่าง ๆ ภายในเขตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน เท่านั้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

การค่อยา (resistance) หมายถึงความสามารถของ E. coli ที่เกิดการเปลี่ยนแปลง จนเป็นผลให้ยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่งที่เคยมีผลในการฆ่าหรือยับยั้งการเจริญโค่นั้นหมดประสิทธิภาพไป แต่อาจหากเพิ่มความเข้มข้นของยาจนถึงระดับ MIC ของเชื้อแล้วจึงจะฆ่าหรือยับยั้งการเจริญโค่นได้

ปัจจัยภูมิค่อยา (resistance factors) หมายถึง สารพันธุกรรมที่อยู่นอกโครโมโซมของเซลล์ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการค่อยาปฏิชีวนะของ E. coli และควบคุมการถ่ายทอดปัจจัยภูมิค่อยาไปสู่แบคทีเรียที่เหมาะสมกันโดยวิธีจับคู่

MIC (Minimum Inhibitory Concentration) หมายถึงระดับความเข้มข้นต่ำสุดของยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่งที่สามารถทำลายแบคทีเรียโค่นได้

การเจริญ (ferment) ของเชื้อ หมายถึง การเจริญของ E. coli ในอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วให้ผลผลิตออกมาหลายชนิด เช่น กรด แก๊ส ซึ่งจะแตกต่างกันไปในอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า แบ่งเป็น 3 ตอน

1. รายงานผลการทดลองสำรวจเชื้อ E. coli และแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องในอาหาร น้ำ และอื่น ๆ
2. รายงานผลการทดลองศึกษาการค่อยาของเชื้อ E. coli และแบคทีเรียที่เกี่ยวข้อง
3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการค่อยา

รายงานผลการทดลองสำรวจเชื้อ E. coli และแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องในอาหาร น้ำ และอื่น ๆ

1. รายงานผลการทดลองที่พบในประเทศไทย

ยาสมุท และคนอื่น ๆ (Yasmuth and others. 1972 : 17-22) ได้รายงานการสำรวจเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำดื่มและเครื่องใช้ในการประกอบอาหารของภัตตาคารในจังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเวลาระหว่างเดือนมกราคม 2510 ถึงมกราคม 2511 จากตัวอย่างทั้งหมด 100 ตัวอย่าง พบว่ามีเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliforms bacteria) ในน้ำดื่มประมาณ 64 เปอร์เซ็นต์ เชื้อ E. coli ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ Aerobacter ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ Enterococci ประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์ ในเครื่องใช้ประกอบอาหารจะพบเชื้อทั้งหมด 76 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นเชื้อ E. coli ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ Aerobacter ประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ และ Enterococci ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์

เนตร สุวรรณฤทธิ และ กัมพล พันธุ์อำพล (เนตร สุวรรณฤทธิ และกัมพล พันธุ์อำพล 2512:109-115) รายงานสถิติ pathogenic E. coli ที่ตรวจพบในโรงพยาบาลนครเชียงใหม่ ในระยะเวลา 4 ปี ตั้งแต่ปี 2508 ถึง 2511 จากตัวอย่างอุจจาระส่วนมากส่งมาจากเด็ก แต่มีจำนวนน้อยที่ส่งมาจากผู้ป่วยนอก ผลของการวิเคราะห์เมื่อรวมกันทั้ง 4 ปี จะมี E. coli สายพันธุ์ต่าง ๆ คือ 26 : B6 - 30 ราย 127 : B8 - 19 ราย 111 : B4 - 20 ราย 55 : B5 - 22 ราย 125 : B15 - 55 ราย

126 . B16 - 53 ราย 119 . B14 - 20 ราย 86 . B7 - 77 ราย 124 : B17 - 18 ราย 128 . B12 - 36 ราย รวมทั้งหมด 379 ราย เมื่อรวมระยะเวลา 4 ปี คูปรากฏการณ์ของแต่ละเคื่อนจะพบเชื้อ E. coli เกือบทุกสายพันธุ์ เว้นไว้แต่จำนวนของแต่ละสายพันธุ์จะแตกต่างกัน เมื่อนำตัวเลขของแต่ละเคื่อนมาเขียนเป็นกราฟหาความสัมพันธ์ของฤดูกาล จะเห็นได้ว่า E. coli จะพบสูงสุดในเคื่อนชั้นวาคมและต่ำสุดในเคื่อนมีนาคม

นอกจากนี้ในเคื่อนบางเคื่อนจะพบ E. coli มากกว่าหนึ่งสายพันธุ์หรือพบรวมกับเชื้อ Enteropathogenic อื่น ๆ ดังต่อไปนี้

รายที่ 1	พบ <u>E. coli</u>	111 : B4	รวมกับ	55 : B5
รายที่ 2	พบ <u>E. coli</u>	26 : B6	รวมกับ	125 : B15
รายที่ 3	พบ <u>E. coli</u>	111 : B4	รวมกับ	55 : B5
รายที่ 4	พบ <u>E. coli</u>	125 : B15	รวมกับ	<u>Shigella sonnei</u>
รายที่ 5	พบ <u>E. coli</u>	55 : B5	รวมกับ	86 : B7
รายที่ 6	พบ <u>E. coli</u>	111 . B4	รวมกับ	55 . B5

ประเสริฐ พิศาลสุทธิศล และ อัญชลี คงฟู (ประเสริฐ พิศาลสุทธิศล และ อัญชลี คงฟู 2520 : 139-147) ได้นำตัวอย่างน้ำจากสระว่ายน้ำและแหล่งเก็บน้ำในบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 5 ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำประปาเชียงใหม่ สระว่ายน้ำของโรงแรมริศคำ, อ่างเก็บน้ำในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สระว่ายน้ำจิรวงศ์และสระว่ายน้ำสวนดอกโรงพยาบาลเชียงใหม่ ในระหว่างวันที่ 27 ธันวาคม 2519 ถึงวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2520 มาวิเคราะห์หาเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย Fecal Streptococci Staphylococci และ Pseudomonas พบว่า :-

เชื้อ Staphylococci เป็นเชื้อที่พบมากที่สุดกว่าเชื้ออื่น ๆ เช่นจากน้ำประปาเชียงใหม่, อ่างเก็บน้ำในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสระว่ายน้ำสวนดอกโรงพยาบาลเชียงใหม่ พบเชื้ออยู่ในช่วง 1,000-20,000 500-10,000 และ 0-2,000 เซลล์ ต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของตัวอย่างน้ำตามลำดับ ส่วนในสระว่ายน้ำของโรงแรมริศคำและสระว่ายน้ำจิรวงศ์ พบเชื้อในจำนวนน้อยมาก

เชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นเชื้อที่พบในจำนวนค่อนข้างสูงรองลงมาจากเชื้อ Staphylococci โดยมากพบในน้ำประปาเชียงใหม่ อ่างเก็บน้ำในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสระว่ายน้ำสวนดอกโรงพยาบาลเชียงใหม่ เช่นกัน และพบในช่วง 800-5,000 1,000 -1,400 และ 0-1,750 เซลต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของตัวอย่างน้ำตามลำดับ ส่วนในสระว่ายน้ำของโรงแรมริศมาและสระว่ายน้ำจิรวังค์ ตรวจไม่พบเชื้อนี้เลย

เชื้อ Pseudomonas เป็นเชื้อที่พบรองลงมาเป็นอันดับที่ 3 โดยมากพบจากน้ำประปาเชียงใหม่ อ่างเก็บน้ำในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสระว่ายน้ำสวนดอกโรงพยาบาลเชียงใหม่ อยู่ในช่วง 800-15,000 0-1,300 และ 0-170 เซลต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของตัวอย่างน้ำตามลำดับ ส่วนในสระว่ายน้ำของโรงแรมริศมาและสระว่ายน้ำจิรวังค์ ตรวจไม่พบเชื้อนี้เลย

เชื้อ Fecal Streptococci เป็นเชื้อที่พบน้อยที่สุด ซึ่งพบในน้ำประปาเชียงใหม่แห่งเดียว คือพบอยู่ในช่วงที่ตรวจสอบไม่ได้ จนถึง 200 เซลต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างน้ำทุกตัวอย่างที่นำมาตรวจไม่พบเชื้อ Salmonella และ Shigella ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคในระบบทางเดินอาหารเลย

ปราโมทย์ ทองกระจาย และ ชัยวัฒน์ วัชรารักษ์ (ปราโมทย์ ทองกระจาย และ ชัยวัฒน์ วัชรารักษ์ 2517 : 20-27) ได้ตรวจหาแบคทีเรียในบริเวณโรงอาหารของมหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่าน้ำดื่มที่เก็บมาตรวจในแต่ละวันจากร้านอาหารที่ 5 6 และ cafeteria ในรอบ 1 เดือน มีจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียจำนวนใกล้เคียงกันมาก ส่วนน้ำดื่มที่เก็บจากถังน้ำเย็นสำหรับดื่มจะมีจำนวนเปลี่ยนแปลงไปตามวันที่เก็บ สำหรับตัวอย่างน้ำประปานั้น จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจพบมีตัวอย่างเดียวเท่านั้น แต่จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่พบในน้ำดื่มจากแหล่งต่าง ๆ คงกล่าวจะแตกต่างจากจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่พบในน้ำประปามาก สำหรับแบคทีเรียที่ตรวจพบคือ

1. Klebsiella sp. พบในน้ำดื่มจากร้านที่ 6 และ cafeteria
2. E. coli พบในน้ำดื่มจากร้านที่ 5
3. Pseudomonas sp. พบในน้ำดื่มจาก cafeteria และถังน้ำเย็น

บริเวณโรงอาหาร

ปานจิตต์ เอกะจัมปะกะ และคนอื่น ๆ (ปานจิตต์ เอกะจัมปะกะ และคนอื่น ๆ 2517 : 177-186) ได้ศึกษาการตรวจวินิจฉัยโรคอันเกิดจากเชื้อ pathogenic E. coli โดยวิธี Direct Immunofluorescence และในขณะเดียวกันได้ทำ culture method ควบคู่ไปด้วย ในการตรวจวินิจฉัยครั้งนี้ได้ใช้อุจจาระของทารกและเด็กก่อน ซึ่งส่งมาจากภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 97 ราย และจากโรงพยาบาลหัวเฉียว 8 ราย รวมทั้งสิ้น 105 ราย ในระหว่างวันที่ 11 มกราคม 2515 ถึงวันที่ 11 สิงหาคม 2515 สำหรับอุจจาระที่ถ่ายใหม่และเก็บก่อนการไต่ถามรักษา โรคท้องร่วงทุกชนิด ยกเว้นยาซึ่งใช้รักษาตามอาการ ผลของการตรวจวินิจฉัยพบว่าการตรวจแบบ Direct Immunofluorescence ให้ผล sensitive กว่าตรวจโดยวิธี culture method มากในแง่ของการวิเคราะห์ แต่ทาง culture method ช่วยให้พบ Salmonella ถึง 11.5 เปอร์เซ็นต์อีกด้วย แต่เรื่องนี้ไม่มีปฏิกิริยาให้ผลบวกทาง Direct Immunofluorescence กับ Labelled coli antisera เลย ในการทดลองนี้พบเชื้อ pathogenic E. coli ทั้งหมด 70 สายพันธุ์ เป็น E. coli group I 64.3 เปอร์เซ็นต์ และเป็น E. coli 35 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ที่พบมากที่สุด 186, 125 และ 119 ในการตรวจโดยวิธี Direct Immunofluorescence สามารถค้นหาเชื้อได้ตั้งแต่ single infection จนกระทั่งถึง mixed infection ประมาณ 67.8 เปอร์เซ็นต์ และเป็น pathogenic E. coli group I 20.2 เปอร์เซ็นต์ เป็น E. coli group II 48.9 เปอร์เซ็นต์ และเป็น E. coli group III 16.7 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่ามี Salmonella ประมาณ 3 type จำนวน 7 สายพันธุ์ (58.3 เปอร์เซ็นต์) อยู่รวมกับเชื้อ pathogenic E. coli อีกด้วย

ปานจิตต์ เอกะจัมปะกะ และคนอื่น ๆ (ปานจิตต์ เอกะจัมปะกะ และคนอื่น ๆ 2515 : 5-18) ได้สำรวจเชื้อแบคทีเรียในอาหารชนิดต่าง ๆ จากร้านอาหารในเขตเทศบาลนครหลวง ปี 2514 โดยเก็บตัวอย่างอาหารจากอาหารสดที่เตรียมไว้สำหรับปรุงอาหารและอาหารที่ปรุงสำเร็จเพื่อจำหน่ายแก่ผู้บริโภค โดยที่พิจารณาเลือกเก็บจากร้านจำหน่ายอาหารที่ตั้งกระจายอยู่ทั่วเขตเทศบาลนครหลวง ได้แก่ แขวงพระนคร ป้อมปราบ ปทุมวัน ดุสิต พญาไท สัมพันธวงศ์ บางรัก พระโขนงและยานนาวา ในจำนวนตัวอย่างอาหารเหล่านี้ได้เก็บตัวอย่างอาหารดิบและอาหารสุกจากแขวงพญาไทมากที่สุด จำนวน 117 ตัวอย่าง และน้อยที่สุด

ในแขวงยานนาวา จำนวน 3 ตัวอย่าง สำหรับเปอร์เซ็นต์การพบเชื้อโรคลำไส้ในอาหารดิบ สูงสุดพบในแขวงบางรัก ซึ่งใกล้เคียงกับที่พบในแขวงสัมพันธวงศ์ พญาไท ปทุมวัน และป้อมปราบ สำหรับอาหารสุกที่พบเชื้อโรคลำไส้สูงสุดในแขวงป้อมปราบ ซึ่งใกล้เคียงกับแขวงพระนครและ พญาไท ส่วนเปอร์เซ็นต์ที่พบเชื้อโรคลำไส้รวมสูงสุดคือ แขวงสัมพันธวงศ์ พบมากเท่ากับแขวง บางรัก, พระโขนง พญาไทและป้อมปราบ

ตัวอย่างอาหารที่ตรวจทั้งหมด 451 ตัวอย่าง เป็นอาหารดิบ 180 ตัวอย่าง อาหารสุก 271 ตัวอย่าง พบเชื้อโรคลำไส้ชนิดต่าง ๆ *Salmonella* *Salmonella* + NAG NAG และ *Vibrio parahaemolyticus* ในอาหารดิบ 69 ตัวอย่าง (38.3 เปอร์เซ็นต์) สำหรับ อาหารสุก พบเชื้อ 23 ตัวอย่าง (8.5 เปอร์เซ็นต์) ฉะนั้น อาหารดิบพบเชื้อโรคในลำไส้มากกว่าอาหารสุก 4.5 เท่า

สนธิ กาญจนเทพ (สนธิ กาญจนเทพ 2514 : 20-27) ได้รายงานการตรวจความ สะอาดของภาชนะบรรจุอาหาร น้ำประปาและน้ำล้างภาชนะใส่อาหาร จากร้านจำหน่ายอาหาร ในเขตเทศบาลนครกรุงเทพฯ ผลการวิเคราะห์พบว่า

1. น้ำประปาจากกอก ปรากฏว่า 80 เปอร์เซ็นต์อยู่ในมาตรฐานน้ำบริโภค
2. น้ำประปาจากกอกที่เก็บไว้ในภาชนะ เช่น ถังซีเมนต์ โอ่ง ฯลฯ พบว่า 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในมาตรฐานน้ำบริโภค
3. การวิเคราะห์ภาชนะที่เตรียมไว้บรรจุอาหาร รวมทั้งแก้วและช้อนส้อมพบว่า มีแบคทีเรียต่อ 1 ตารางเซนติเมตร สูงมาก และแบคทีเรียที่พบ 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นโคลิฟอร์ม แบคทีเรีย

การวิเคราะห์ความสะอาดของภาชนะบรรจุอาหารจากร้านจำหน่ายอาหาร ในเขตเทศบาลนครกรุงเทพฯ ซึ่งได้ดำเนินการมาเป็นเวลา 1 ปี ปรากฏว่าความสะอาดยังอยู่ในสภาพไม่ปลอดภัย

สุเมธ วัฒนสินธุ์ และคนอื่น ๆ (สุเมธ วัฒนสินธุ์ และคนอื่น ๆ 2518 : 35-49)

ไต่รายงานการสำรวจสุขลักษณะของอาหารจากครัวสายการบินระหว่างประเทศและภัตตาคาร
๓ ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ ระหว่างเดือนธันวาคม 2515 ถึงธันวาคม 2517 ผลของการสำรวจ
พบเชื้อ *Salmonella* ในอาหารต่าง ๆ คือ บะหมี่หน้าไก่ จะพบเชื้อ 3 ใน 7 ตัวอย่างหรือ
42.8 เปอร์เซ็นต์ ผักสด 21 ตัวอย่าง พบเชื้อ 5 ตัวอย่าง หรือ 23.8 ตัวอย่าง sea-food
cocktail 9 ตัวอย่าง พบเชื้อ 2 ตัวอย่าง หรือ 22.2 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ *Salmonella*
ที่พบมากที่สุด *S. derby* จากอาหาร 276 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบ *Vibrio cholerae* แต่พบ
Vibrio parahaemolyticus 8 ตัวอย่าง เป็น untypable กับ antisera พบ
Staphylococcus aureus 5 ตัวอย่าง จาก 278 ตัวอย่าง หรือ 18 เปอร์เซ็นต์ อาหาร
ที่พบได้แก่ liver paste cooked salmon whipped cream ของหวานและผลไม้
จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. coli* ในอาหารรวม 268 ตัวอย่าง ปรากฏว่าตรวจพบ
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย 236 ตัวอย่าง หรือ 88.1 เปอร์เซ็นต์ ในจำนวนนี้มี 87 ตัวอย่าง หรือ
32.5 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนแบคทีเรียเกิน 2,400 เซลตอกรัม พบ *E. coli* 113 ตัวอย่าง
จาก 250 ตัวอย่าง หรือ 45.2 เปอร์เซ็นต์ และ 6 ตัวอย่าง มี *E. coli* มากกว่า 100
เซลล์ตอกรัม

หน่วยวิเคราะห์อาหารทางจุลินทรีย์แผนกตรวจอาหาร กองวิเคราะห์อาหารและ
เครื่องมือ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กองวิเคราะห์อาหารและ
เครื่องมือ 2514 : 51-62) ไต่รายงานการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของไอศกรีมใน
เขตพระนคร ชนบุรีและนนทบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงตุลาคม 2514 โดยเก็บตัวอย่าง
จากโรงงานผลิตและร้านขายต่าง ๆ รวม 30 แห่ง จากทั้งหมดประมาณ 50 กว่าแห่ง ได้
ตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 154 ตัวอย่าง ผลการทดลองพบว่าจำนวนตัวอย่างไอศกรีมทั้งหมดมี
จำนวนจุลินทรีย์เกินจำนวนมาตรฐาน 96 ตัวอย่าง (มาตรฐาน = แบคทีเรียไม่เกิน 300,000
เซลล์ในไอศกรีม 1 กรัม และไม่มี *E. coli* ในไอศกรีม 0.01 กรัม) และพบ *E. coli*
ถึง 4 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นไอศกรีมที่ไม่ได้มาตรฐาน ทั้งหมด 63.7 เปอร์เซ็นต์

2. รายงานผลการทดลองที่พบในต่างประเทศ

แอนดริวส์ และคนอื่น ๆ (Andrews and others. 1977 : 359-363) ได้รายงานการสำรวจเชื้อแบคทีเรียในปลาทะเลชนิดหนึ่ง (Ictalurus punctatus) ที่พบในแถบ Atlanta Orlando Nashville Dallas และ Houston ระหว่างวันที่ 2 มกราคม ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2518 และวันที่ 1 กรกฎาคม ถึงวันที่ 30 กันยายน 2518 จากตัวอย่างปลาสดจำนวน 335 ตัวอย่าง และปลาที่แช่เย็นจำนวน 342 ตัวอย่าง จะพบจำนวนแบคทีเรียในตัวอย่างปลาสด 93 เพอร์เซ็นต์และในตัวอย่างปลาที่แช่เย็น 92.4 เพอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบ Salmonella 15 serotypes ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เชื้อ Edwardsiella tarda จะพบ 2 ตัวอย่าง สำหรับเชื้อ Arizona และ Shigella ตรวจไม่พบครั้งนี้

คราเวน และเมอร์คิวรี (Craven and Mercuri. 1977 : 112-115) ได้ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ใน beef-soy และ chicken-soy ซึ่งเก็บแช่เย็นไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะพบแบคทีเรียพวก Serratia มากที่สุดใน beef-soy ที่แช่เย็นไว้ในช่วงเวลา 8 วัน สำหรับ chicken-soy ที่ไม่ได้แช่เย็น จะพบ Escherichia มากที่สุด แต่ใน chicken-soy หลังจากแช่เย็นไปแล้ว 10 วัน จะพบ Enterobacter มากที่สุด

แฟปารุซี (Faparusi. 1974 : 755-757) ได้วิเคราะห์หาจุลินทรีย์ในน้ำมันของปาล์มชนิดหนึ่ง (Elaeis guineensis) พบแบคทีเรียใน palm sap มีจำนวนทั้งหมด 18 ชนิด และพบใน tap holes มีจำนวนทั้งหมด 11 ชนิด แบคทีเรียที่พบเฉพาะใน tap holes ได้แก่ Bacillus sp. Pseudomonas spp. Streptomyces sp.

Flavobacterium solane และ Archromobacter superficial สำหรับแบคทีเรียที่พบได้ทั้งใน tap holes และ palm sap ได้แก่ Leuconostoc mesenteroides Sarcina sp. Lactobacillus spp. Acetobacter roseus Aerobacter aerogens และ Lymomonas mobilis นอกจากนี้พบยีสต์ 12 ชนิด และรา 6 ชนิดใน tap holes และ palm sap อีกด้วย

ฟอสเตอร์, โฟลเลอร์ และเคซี (Foster, Fowler and Dacey. 1977 : 300-303) ได้วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของอาหารที่ไคจากทะเลในสภาพที่สดและแช่เย็นจำนวน 597 ตัวอย่าง จากระบบต่าง ๆ พบว่าตัวอย่างที่อยู่ในสภาพแช่เย็นจะพบจุลินทรีย์อยู่ในช่วงระหว่าง $3.5 \times 10^3/g$ ถึง $9.0 \times 10^4/g$ สำหรับตัวอย่างที่อยู่ในสภาพสดจะพบจุลินทรีย์อยู่ในช่วงระหว่าง $7.8 \times 10^4/g$ ถึง $2.7 \times 10^8/g$ โดยเฉลี่ยแล้วจะพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นจำนวนมากในตัวอย่างที่แช่เย็น โดยอยู่ในช่วงระหว่าง 1.0 ถึง 7.7/g และในตัวอย่างสดจะพบอยู่ในช่วงระหว่าง 7.8/g ถึง $4.8 \times 10^3/g$ จากตัวอย่างทั้งหมดนี้จะพบ E. coli ประมาณ 4.7 เปอร์เซ็นต์, Staphylococcus aureus ประมาณ 7.9 เปอร์เซ็นต์ และ Clostridium perfringens ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ในการตรวจสอบครั้งนี้ไม่พบ Salmonella และ Vibrio parahaemolyticus จากตัวอย่างทั้งหมดเลย

เคเนดี้ และอบบลิงเกอร์ (Kennedy and Oblinger. 1977 : 558-559) ได้ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำดื่มที่บรรจุกระป๋องที่ขายในมหาวิทยาลัยฟลอริดาในรัฐฟลอริดา จะพบแบคทีเรียพวก Flavobacterium มากที่สุด ประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นพวก Pseudomonas Bacillus Staphylococcus Corynebacterium Erwinia Klebsiella Micrococcus Arthobacter Lactobacillus และ Nocardia นอกจากนี้ยังพบยีสต์และราอีกด้วย

เมนเนเลย์ และ สแตงเฮลลิน (Meneley and Stanghellini. 1974 : 1267) ได้แยกแบคทีเรียที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารในเนื้อเยื่อ ของเตงกว่า 4 ชนิด พบว่าแบคทีเรียที่พบเป็นจำนวนมาก ได้แก่พวก Enterobacteriaceae Pseudomonadaceae Corynebacteriaceae Bacillaceae และ Micrococcaceae นอกจากนี้ยังพบ hemolytic Bacillus spp. nonpectolytic Bacillus spp. และ fluorescent Pseudomonas spp. อีกด้วย

เซอร์กิวซ์ และคนอื่นๆ (Surkowicz and others. 1977 109-111) ได้ศึกษาสำรวจแบคทีเรียจากตัวอย่างอาหารประเภทนม จำนวน 180 ตัวอย่าง จากแหล่งต่าง ๆ 12 แห่ง พบว่ามีพวกโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพียง 3 ตัวอย่าง แต่ไม่พบ E. coli, Staphylococcus aureus และ Salmonella ในตัวอย่างทั้งหมดที่นำมาตรวจ

รายงานผลการทดลองศึกษาการดื้อยาของเชื้อ *E. coli* และแบคทีเรียที่เกี่ยวข้อง

1. รายงานผลการทดลองที่พบในประเทศไทย

คูณคำเลิศ และ ซอเยอร์ (Koonhamlert and Sawyer. 1970 : 700-706) ได้ศึกษาการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อโรคลำไส้ที่แยกได้ในประเทศไทย จากการศึกษากวามไวของการดื้อยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด คือ แอมพิซิลลิน (ampicillin) คลอแรมเฟนิคอล (chloramphenicol) กานาไมซิน (kanamycin) สเตรปโตไมซิน (streptomycin) และเตตราไซคลิน (tetracycline) ในแบคทีเรียที่แยกได้จากผู้ป่วยโรคทางเดินอาหาร 411 ราย, พบว่ามีอัตราเชื้อดื้อยาสูงมาก โดยเฉพาะ *Aerobacter* และ *Klebsiella* จะดื้อยา 98 เปอร์เซ็นต์ *Shigella* จะดื้อยา 93 เปอร์เซ็นต์ และ *Salmonella* จะดื้อยา 54 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าในแต่ละรายมีเชื้อที่ดื้อยาหลายชนิดพร้อมกัน ประมาณ 77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในจำนวนนี้ประมาณ 81 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถถ่ายทอดภูมิคุ้มกันดื้อยาหลายชนิดไปยัง *E. coli* ได้ด้วย โดยอาศัยปัจจัยภูมิคุ้มกัน คือ R-factor สำหรับ *Salmonella* ที่แยกได้จากผู้ป่วยที่มีภูมิลำเนาในกรุงเทพมหานคร จะมีอัตราการดื้อยาสูงกว่าเชื้อที่แยกจากผู้ป่วยในชนบท

ศักดิ์สุวรรณ, ตันเผอพงษ์ และ ซอเยอร์ (Suksuwan, Tanpowpong and Sawyer. 1973 : 228-232) ได้ศึกษาการดื้อยาของ *E. coli* ที่แยกได้จากอาหารและน้ำในบริเวณภาคกลางของประเทศไทย โดยนำตัวอย่างอาหารและน้ำดื่มจากร้านค้าต่างๆ และน้ำตามลำคลองแถบกรุงเทพฯ ชนบุรี อโยธยาและนครปฐม มาวิเคราะห์พบ *E. coli* ในอาหารประเภทสด 54 เปอร์เซ็นต์ อาหารที่ทำสำเร็จแล้ว 45 เปอร์เซ็นต์, น้ำดื่ม 40 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตามลำคลอง 60 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลการทดสอบการดื้อยาสเตรปโตไมซินและเตตราไซคลิน ที่ความเข้มข้น $12.5 \mu\text{g/ml}$ พบว่า *E. coli* ที่พบในอาหารทั้งหมด 104 ตัวอย่าง จะดื้อยา 46 เปอร์เซ็นต์ และสามารถถ่ายทอดการดื้อยาให้กับ *E. coli* ที่ไม่ดื้อยา ประมาณ 38 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ *E. coli* ที่พบในน้ำดื่มต่างๆ พบ *E. coli* ที่ดื้อยา 1 ตัวอย่าง และสามารถถ่ายทอดการดื้อยาได้ ส่วน *E. coli* ที่พบในน้ำตามลำคลองจะดื้อยาทั้งหมดที่ตรวจพบและสามารถถ่ายทอดการดื้อยาได้ 13 ตัวอย่างเท่านั้น

ชินตศิริ, อินบริบูรณ์ และ ประสมพล (Chintasiri, Inboriboon and Panasampol. 1973 : 47-53) ได้ศึกษาการถ่ายทอด R-factor ที่เป็นปัจจัยการดื้อยา เตตราไซคลินและคลอแรมฟินิคอลของเชื้อ E. coli 5 สายพันธุ์ Proteus 5 สายพันธุ์ และ Salmonella 2-4 สายพันธุ์ สามารถถ่ายทอด R-factor ที่เป็นปัจจัยการดื้อยาให้กับ Salmonella ได้ และอัตราการถ่ายทอดระหว่าง E. coli และ Proteus ให้กับ Salmonella จะเร็วกว่า Salmonella ถ่ายทอดให้กับ Salmonella ด้วยกัน นอกจากนี้ได้สำรวจเชื้อพวก pathogenic enteric bacilli ที่แยกจากอุจจาระและน้ำปัสสาวะของคนไข้ในโรงพยาบาลเชียงใหม่ ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม 2514 มีผลดังต่อไปนี้

อุจจาระจะพบเชื้อ Salmonella spp. 7.08 เปอร์เซ็นต์ Shigella spp. 1.98 เปอร์เซ็นต์ Proteus spp. 6.60 เปอร์เซ็นต์ และ enteropathogenic E. coli 8.52 เปอร์เซ็นต์

น้ำปัสสาวะจะพบเชื้อ Salmonella spp. 0.14 เปอร์เซ็นต์ Shigella spp. Proteus spp. 7.26 เปอร์เซ็นต์ และ Enteropathogenic E. coli 10.04 เปอร์เซ็นต์

เชื้อต่าง ๆ ที่พบเมื่อนามาทดสอบกับยาปฏิชีวนะ มีผลดังนี้

Salmonella spp. พบดื้อยา 63.11 เปอร์เซ็นต์ จะดื้อยาสเตรปโตไมซินมากที่สุด 81.66 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ดื้อยาอีริโทรไมซิน (erythromycin) ออกซีเตตราไซคลิน (oxytetracycline) และซัลฟาไดอะซีน (sulphadiazine)

Shigella spp. พบดื้อยา 75 เปอร์เซ็นต์ จะดื้อยาซัลฟาไดอะซีนมากที่สุด 88.46 เปอร์เซ็นต์ แต่ดื้อยากานาไมซินน้อยที่สุด 17.14 เปอร์เซ็นต์

Proteus spp. พบดื้อยา 74.59 เปอร์เซ็นต์ จะดื้อยาซัลฟาไดอะซีนมากที่สุด 95.65 เปอร์เซ็นต์ แต่ดื้อยากานาไมซินน้อยที่สุด 33.65 เปอร์เซ็นต์

E. coli พบดื้อยา 74.62 เปอร์เซ็นต์ จะดื้อยาอีริโทรไมซินมากที่สุด 85.18 เปอร์เซ็นต์ แต่ดื้อยาเซพทรีน (septrin) น้อยที่สุด 20.87 เปอร์เซ็นต์

คงสำราญ และ กิรพัทธ์ (Kongsamran and Dhiraputra. 1975 : 339-346) ได้ศึกษาการค้อยาปฏิชีวนะของเชื้อ Vibrio cholerae และ biotype Eltor หลังจากเกิดโรคระบาดของเชื้อ Eltor Vibrio ในปี 2516 ได้ทำการแยกเชื้อจากคนไข้ในโรงพยาบาลศิริราช นำมาทดสอบกับยาปฏิชีวนะ ผลปรากฏว่าเชื้อที่พบจะค้อยาโคลิไมซิน (colimycin) เท่านั้น ต่อมาในเดือนพฤศจิกายน 2517 และมกราคม 2518 ได้แยกเชื้อ Eltor Vibrio ซึ่งเป็น serotype Ogawa ได้ 2 สายพันธุ์ จากคนไข้เป็นโรคท้องร่วง พบว่าสายพันธุ์แรกจะค้อยาเพนนิซิลิน จี แอมพิซิลิน คาร์เบนนิซิลิน (carbenicillin) สเตรพโตไมซิน ซัลโฟนาไมด์ (Sulfonamide) คลอแรมฟินิคอล เตตราไซคลิน นีโอไมซิน (neomycin) กานาไมซินและอิมโนซิดีน ซัลเฟต (aminosidine sulphate) แต่ไม่ค้อยา ตอกรคนาลิซิด (nalidixic acid) เจนตาไมซิน (gentamicin) เซฟฟาโลซิม (cephalothin) และไตรเมโทพริม ซัลฟาเมทโซซาโซล (trimethoprim-sulphamethoxazole) ที่ผสมรวมกัน สายพันธุ์ที่สองจะค้อยาเพนนิซิลิน จี แอมพิซิลิน คาร์เบนนิซิลิน และเซฟฟาโลซิม

โสภณ คงสำราญ และ พงษ์ โกลมลิส (โสภณ คงสำราญ และ พงษ์ โกลมลิส 2520 : 58-69) ได้ศึกษาระดับค้อยาชนิดต่าง ๆ ที่พบใน Staphylococcus aureus พบความสัมพันธ์ของระดับ MIC (minimum inhibitory concentration) ของยาแต่ละชนิดใน S. aureus แต่ละสายพันธุ์ โดยที่ S. aureus 20 สายพันธุ์จะค้อยาทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ เพนนิซิลิน จี คลอแรมฟินิคอล เตตราไซคลิน กานาไมซิน และเจนตาไมซิน ในระดับสูง โดยเฉพาะจะค้อยากานาไมซินในระดับสูงกว่า $18,000 \mu\text{g/ml}$ และพบว่าเชื้อที่ค้อยาเจนตาไมซินจะค้อยากานาไมซินด้วย แต่เชื้อที่ค้อยากานาไมซินประมาณ 38.5 เปอร์เซ็นต์ ยังคงไวต่อเจนตาไมซิน คลอแรมฟินิคอล และเตตราไซคลิน เชื้อที่ค้อยากานาไมซินประมาณ 47.4 เปอร์เซ็นต์ จะค้อยาคลอแรมฟินิคอลด้วย ส่วนมากเชื้อที่ค้อยาคลอแรมฟินิคอลจะค้อยาเตตราไซคลิน ด้วย สำหรับเพนนิซิลิน จี นอกเหนือจาก 20 สายพันธุ์ที่ค้อยาทุกชนิดในระดับสูงแล้ว ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับยาปฏิชีวนะทั้ง 4 ชนิด ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้

น้อยส, เบญจกุล และ เทย์เลอร์ (Noyes, Benjadol and Taylor. 1969 : 115-124) ได้ศึกษาความไวต่อยาของเชื้อโรคระบบทางเดินอาหารในประเทศไทยที่ตรวจแยกไคร่ระหว่างปี 2506 ถึง 2510 โดยศึกษาถึงการเปลี่ยนความไวของเชื้อ ที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารแก่พลเมืองเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ปี 2506 โดยวิธีทำให้ยาเจือจางในหลอดทดลอง พอถึงปลายปี 2510 ได้เปลี่ยนมาใช้วิธีทำให้ยาเจือจางในจานเพาะเชื้อ ซึ่งได้ผลเร็วกว่าวิธีแรก เชื้อที่นำมาทดสอบมีทั้งหมดประมาณ 1,700 สายพันธุ์ ได้แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ *Salmonella*, *Shigella* และ *E. coli* เชื้อดังกล่าวส่วนมากได้มาจากเด็กไทยในโรงพยาบาลในกรุงเทพฯ กับอีกบางส่วนได้มาจากคนไทยและคนอเมริกันในประเทศไทย ในระยะแรกของการศึกษา พบว่าประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อของยาออกซีเตตราไซคลินได้ผลดีที่สุด รองลงมาได้แก่ คลอแรมฟินิคอล นีโอไมซินซัลเฟต กานาไมซินซัลเฟต สเตรพโตไมซินและเพนิซิลิน จี ตามลำดับ ต่อมาได้ทดลองใช้ยานิคใหม่ คือ โคลิไมซินและกรดนาสิดิซิคกับเชื้อเหล่านี้ พบว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าออกซีเตตราไซคลินและคลอแรมฟินิคอล แสดงว่าเชื้อที่พบในระยะหลังนี้เกิดการดื้อต่อยาที่ใช้มานานแล้ว

2. รายงานการทดลองที่พบในต่างประเทศ

แอนเดอร์สัน และ ลิวอิส (Anderson and Lewis. 1965 : 579-583) ได้ศึกษาการถ่ายทอดการดื้อยาของเชื้อ *Salmonella typhimurium* พบว่า *S. typhimurium* จะดื้อยาแอมพิซิลิน, สเตรพโตไมซิน, เตตราไซคลิน และอัลโฟนาไมด์ ซึ่งสามารถถ่ายทอด R-factor ที่เป็นปัจจัยการดื้อยาให้กับ *E. coli* K-12 ได้

อาร์บักเกิล (Arbuckle. 1968 : 161-163) ได้แยก *E. coli* จากหมู แล้วนำมาทดสอบการดื้อยา พบ *E. coli* ทั้งที่ทำให้เกิดโรคและไม่ทำให้เกิดโรค โดยที่ *E. coli* เหล่านี้จะดื้อต่อยาสเตรพโตไมซิน นีโอไมซินและคลอแรมฟินิคอล ที่ความเข้มข้นของยาเท่ากับ 10 µg/ml นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารที่มียาปฏิชีวนะผสมอยู่ด้วยจะทำให้แบคทีเรียดื้อยาได้

บอร์โคสกา-โอแพคกา และ ทรุซซึสกี (Borkowska-Opacka and Truszczy-ski. 1972 : 1-7) ได้ศึกษาการดื้อยาประเภท introfuran compounds ของเชื้อ *E. coli* ที่แยกได้จากหมูทั้งหมด 20 สายพันธุ์ พบว่าเชื้อ *E. coli* ที่ดื้อต่อฟูราโซลิโดน, (furazolidone) ก็จะดื้อต่อไนโตรฟูราโซน (nitrofurazone) และไนโตรฟูแรนโทอิน (nitrofurantoin) ได้เช่นกัน

บัยน์ และ เอลเซน (Bryan and Elzen. 1975 : 696-703) ได้ศึกษาพบว่า E. coli K-12 SA 1306 และ Pseudomonas aeruginosa 280 จะค้อยาสเตรพโตไมซิน แต่ตามีการสะสมของเจนตาไมซินภายในเซลล์แล้ว เจนตาไมซินที่สะสมจะไปยับยั้งขบวนการ electron transport และขบวนการสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์ทำให้เซลล์ตายในที่สุด

ไดคิชเซ็น, แบงค์ และ เฮคิง (Diedrichsen, Bang and Heding. 1977 : 53-87) ได้ศึกษาพบเชื้อ E. coli 1,800 สายพันธุ์ ที่แยกได้จากน้ำปัสสาวะ จะค้อยาสเตรพโตไมซินเพียง 160 สายพันธุ์ หรือ 9 เปอร์เซ็นต์ มีเพียง 5 สายพันธุ์ ที่ไม่ค้อยา บิวทิลสเตรพโตไมโซลามีน (butyl-streptomycylamine) ที่ MIC 16 µg/ml ส่วนที่เหลือจะค้อยาทั้งหมด นอกจากนั้นพบว่าไดไฮโดรสเตรพโตไมซิน (dihydrostreptomycin) ที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 250 µg/ml ที่ pH 6.8 จะไม่มีประสิทธิภาพต่อ E. coli ทุกสายพันธุ์ที่ทดสอบ

คิวก, เคเซอร์ และ ฮูเบอร์ (Devaud, Kayser and Huber. 1977 : 655-663) ได้นำเชื้อ Staphylococcus aureus 435 สายพันธุ์ และเชื้อแบคทีเรียแกรมลบจำนวน 395 สายพันธุ์ นำมาทดสอบกับยาปฏิชีวนะ ผลปรากฏว่าพบเชื้อ S. aureus ค้อยาอะมิคาซิน (amikacin) เพียง 23 สายพันธุ์เท่านั้น ส่วนแบคทีเรียแกรมลบจะค้อยาชนิดต่าง ๆ แตกต่างกันไปคือ ค้อยาเจนตาไมซิน 18 เปอร์เซ็นต์ ค้อยาโทบราไมซิน (tobramycin) 16 เปอร์เซ็นต์ ค้อยาซิสโตไมซิน (sisomycin) 14 เปอร์เซ็นต์, ค้อยาเนพทิลไมซิน (netilmicin) 7 เปอร์เซ็นต์ และค้อยาอะมิคาซิน 2 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นพบว่า E. coli 114 สายพันธุ์ จะค้อยาเจนตาไมซิน 4 สายพันธุ์, ค้อยาซิสโตไมซิน 1 สายพันธุ์, ค้อยาโทบราไมซิน 3 สายพันธุ์ และค้อยาเนพทิลไมซิน 1 สายพันธุ์ แต่ไม่พบค้อยาอะมิคาซินเลย การที่ E. coli และแบคทีเรียแกรมลบค้อยาเหล่านี้เนื่องมาจากการมีโครงสร้างนำย่อยพวก aminoglycoside ที่เกี่ยวข้องกับการค้อยาแตกต่างกันไป เช่น เชื้อค้อยาซิสโตไมซิน เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อค้อยาเจนตาไมซินจะสร้างนำย่อยได้น้อยกว่าเชื้อค้อยาซิสโตไมซิน

ดูลานี และ รูบี้ (Dulaney and Ruby. 1977 : 252-261) ได้ศึกษาการ
พัฒนาการค้อยาฟอสโฟไมซิน (fosfomycin) ของแบคทีเรีย พบว่า เชื้อ E. coli MSDRL
2017 และ Salmonella typhimurium MSDRL 2637 จะมีบางโคลนที่สามารถเจริญ
ได้ในบริเวณที่มีการยับยั้งด้วยยาฟอสโฟไมซิน และพบว่าความถี่ในการผ่าเหล่าที่ทำให้เกิดการ
ค้อยาฟอสโฟไมซินสูงมากนั้นขึ้นอยู่กับสภาวะที่ทำให้ในการทดลอง

อีริกสัน-เกรนเบิร์ก, โนคสตรอม และ อิงแลนด์ (Erikssen-Grennberg, -
Nordstrom and Englund. 1971 : 1210-1223) ได้ศึกษาการค้อยาของเชื้อ E. coli
พบว่าเชื้อ E. coli K-12 ที่ค้อยาแอมพิซิลิน เกิดเนื่องจากการผ่าเหล่าที่โครโมโซมและ
สามารถถ่ายทอด R factor ที่เป็นปัจจัยการค้อยาได้ นอกจากนี้พบว่า การผ่าเหล่าจะทำให้
E. coli มีคุณสมบัติทาง phenotype เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละสายพันธุ์ เช่นสามารถทนต่อ
คอลลิซิน อีสอง (colicin E₂) และโซเดียม โคลเลต (sodium cholate), phage T4
และ C₂₁ และสามารถเจริญ (ferment) ในน้ำตาลกาแลคโตสได้

กินโซ และ มัทเนย์ (Ginoza and Matney. 1963 : 1177-1178) ได้ศึกษา
กลไกการถ่ายทอดการค้อยาของ E. coli กับ Pasteurella 2 ชนิด พบว่า เมื่อนำ E. coli
ที่ค้อยาซัลโฟนาไมด์ สเตเรพโตไมซิน และคลอแรมฟินิคอล มาเลี้ยงปะปนกับ Pasteurella
และใส่ phage (T₂ T₃ T₄) ลงไปด้วย จากนั้นเมื่อนำไปเลี้ยงในอาหารที่มีคลอแรม
ฟินิคอล และไดไฮโดรสเตเรพโตไมซินซัลเฟต (dihydrostreptomycin sulphate) ที่
มีความเข้มข้น 25 µg/ml ปรากฏว่า P. pestis และ P. pseudotuberculosis
สามารถเจริญและค้อยาคลอแรมฟินิคอลและไดไฮโดรสเตเรพโตไมซิน ซัลเฟต ได้ แสดงว่า
Pasteurella 2 ชนิดนี้ ใ้รับ resistance transfer factor (RTF) ซึ่งเป็นภูมิต้าน
ค้อยาจาก E. coli

กรีนวูด และ กราดี (Greenwood and Grady. 1977 : 255-259) ได้ศึกษา
ปฏิกิริยาของโพลีไมซิน (polymyxins) ต่อ E. coli โดยนำ E. coli ECSAI ที่แยก
จากน้ำปัสสาวะมาทดสอบกับโพลีไมซิน บี (polymyxin B) คอลลิสติน (colistin =
polymyxin E) และซัลโฟเมทิลโพลีไมซิน (sulphomethyl polymyxins) ในสภาวะ
ของหุ้จาลองกระเพาะปัสสาวะที่สร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการ พบว่าโพลีไมซิน บี และ คอลลิสติน
สามารถยับยั้งการเจริญของ E. coli ได้เมื่อใช้เวลานาน ๆ แต่ซัลโฟเมทิลโพลีไมซิน มี
ประสิทธิภาพต่อการยับยั้งการเจริญของ E. coli ได้น้อย

โฮริ และคนอื่น ๆ (Hori and others. 1972 : 629-633) ได้ศึกษาพบว่า รีควินโนไมซิน (requinomycin) ไม่มีผลโดยตรงหรือมีผลน้อยมากในการยับยั้งการถ่ายทอด R-factor ระหว่าง E. coli และการเข้าสู่ E. coli ของ phage f_2 และพบว่า รีควินโนไมซินเกาะติดที่เซลล์ผิวของ E. coli จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการ conjugation ของ sex-plus แต่ไม่มีผลต่อความสามารถในการนำสารเข้าออกของเซลล์เมมเบรน นอกจากนั้นยังยับยั้งการสังเคราะห์ DNA ของ Toluenuized E. coli แต่ไม่สามารถทำลายสภาพการคงอยู่ของเซลล์ได้ สำหรับกลไกระหว่างรีควินโนไมซินกับตัวเซลล์นั้นยังไม่ทราบแน่ชัด

โฮริ และคนอื่น ๆ (Hori and others. 1972 : 393-399) ได้ศึกษาพบว่า รีควินโนไมซิน สามารถยับยั้งการถ่ายทอด R-factor ของ E. coli ระหว่างตัวให้ (donor) และตัวรับ (recipient) ได้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความเข้มข้นที่ใช้ เช่น รีควินโนไมซิน มีความเข้มข้น 50 25 และ 5 $\mu\text{g/ml}$ จะยับยั้งการถ่ายทอด R-factor ได้ 92 เปอร์เซ็นต์ 58 เปอร์เซ็นต์ และ 19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าสารนี้ไม่สามารถทำลายทำลายเซลล์ของ E. coli ทั้งที่เป็นตัวให้และตัวรับสารพันธุกรรมได้

คาไมร์โย และ สตรอมมิงเกอร์ (Kamiryo and Strominger. 1974 : 568-577) ได้รายงานว่าอุณหภูมิมีผลต่อการค้อยาของแบคทีเรีย จากการทดลองใช้เชื้อ E. coli H102 กับยาแอมพิซิลิน พบว่า E. coli จะเจริญและค้อยาได้ดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และความสามารถในการค้อยาจะยังคงมีอยู่เมื่อลดระดับอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดถึง 32 องศาเซลเซียส แต่เมื่ออุณหภูมิถึง 42 องศาเซลเซียส ความสามารถในการค้อยาจะถูกทำลาย

ลาชเมเจอร์ (Lachmayer. 1975 : 21-28) ได้ศึกษาการติดเชื้อ Salmonella ที่ค้อยาระหว่างปี 2506 ถึง 2510 พบเชื้อ Salmonella ที่ค้อยาเพนนิซิลิน 6 สายพันธุ์ จากตัวอย่างทั้งหมด 345 สายพันธุ์ และเชื้อ Salmonella ที่ค้อยานี้สามารถถ่ายทอด R-factor ที่ควบคุมการค้อยาให้กับ E. coli K-12 ได้โดยวิธี conjugation ซึ่งมีความถี่ของการถ่ายทอดประมาณ 10^{-5} - 10^{-1} ต่อเซลล์ตัวรับ

เมเยอร์ (Meyer. 1977 : 326-329) ได้ศึกษาพบว่า เซฟโทริน (cefotixin) และ BL-S786 มีผลต่อต้านปฏิกิริยาของ beta-lactamases ในการเจริญของแบคทีเรียพวก Enterobacteriaceae ที่ดื้อยาเซฟฟาโลทิน (cephalothin) ได้ โดยที่ BL-S786 สามารถยับยั้งการเจริญของ E. coli ได้ 68 เปอร์เซ็นต์ และ Klebsiella pneumoniae ได้ 41 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 32 µg/ml ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า เซฟโทริน สามารถยับยั้งการเจริญของ E. coli K. pneumoniae Serratia marcescens และ Providencia stuartii ได้ดีกว่า BL-S786 แสดงว่าการเกิดโรคติดเชื้อพวก Enterobacteriaceae ที่ดื้อยาเซฟฟาโลทินควรใช้ยาเซฟโทรินรักษา

มิตซึฮาชิ และ ฮาราดา (Mitsunashi and Harada. 1962 : 517-518) ได้ศึกษาการถ่ายทอด R-factor และความสามารถในการดื้อยาของแบคทีเรีย พบว่าเมื่อนำ E. coli K-12 R₁ ที่ดื้อยาเตตราไซคลินมาเลี้ยงผสมกับ Shigella flexneri 3a R₃ ที่ดื้อยาคลอแรมเฟนิคอล สเตรปโตไมซินและซัลฟานิลาไมด์ (sulphanilamide) พบว่ามีการถ่ายทอด R-factor จาก E. coli K-12 R₁ ไปสู่ S. flexneri 3a R₃ จึงทำให้ S. flexneri 3a R₄ ดื้อยาเตตราไซคลิน, คลอแรมเฟนิคอล, สเตรปโตไมซิน และซัลฟานิลาไมด์

โอตาเย และคนอื่น ๆ (Ota and others. 1970 : 324-335) ได้ศึกษาวิวัฒนาการความไวของเชื้อ Staphylococcus aureus และ E. coli ที่แยกได้จากโรงพยาบาลต่าง ๆ ระหว่างปี 2508 ถึง 2511 แล้วนำมาทดสอบกับยาปฏิชีวนะหลายชนิด โดยแบ่งเชื้อแบคทีเรียออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่มีความไวต่อยาสูง
2. กลุ่มที่มีความไวต่อยาปานกลาง
3. กลุ่มที่มีความไวต่อยาต่ำ

S. aureus กลุ่มที่มีความไวต่อยาสูง และกลุ่มที่มีความไวต่อยาปานกลาง จะลดการดื้อยาเพนิซิลิน อีริโทรไมซินและกานาไมซิน แต่กลุ่มที่มีความไวต่อยาต่ำจะเพิ่มการดื้อยาขึ้น กลุ่มที่มีความไวต่อยาสูงจะเพิ่มการดื้อยาเตตราไซคลิน แต่กลุ่มที่มีความไวต่อยาปานกลางและกลุ่มที่มีความไวต่อยาต่ำจะลดการดื้อยาเตตราไซคลิน กลุ่มที่มีความไวต่อยาสูงจะลดการดื้อยาคอ

ยาสเตรพโตไมซินและคลอแรมฟินิคอล แต่กลุ่มที่มีความไวต่อยาปานกลางจะ
เพิ่มการคัดตอยาขึ้น และกลุ่มที่มีความไวต่อยาต่ำ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง
การเพิ่มหรือลดการคัดตอยาสเตรพโตไมซินและคลอแรมฟินิคอลเลย

E. coli กลุ่มที่มีความไวต่อยาสูงและกลุ่มที่มีความไวต่อยาต่ำจะเพิ่มการคัดต
ยามีโนเบนซิลเพนิซิลลินและกานาไมซิน กลุ่มที่มีความไวต่อยาสูงกลุ่มเดียว
ที่เพิ่มการคัดตอยาเซฟฟาโลริน กลุ่มที่มีความไวต่อยาสูงจะลดการคัดตอยาเซฟฟา
โลริน กลุ่มที่มีความไวต่อยาสูงจะลดการคัดตอยาเซฟฟาโลรีดีน (cephalori-
dine) แต่กลุ่มที่มีความไวต่อยาปานกลางและกลุ่มที่มีความไวต่อยาต่ำจะเพิ่ม
การคัดตอยาเซฟฟาโลรีดีน กลุ่มที่มีความไวต่อยาสูงจะลดการคัดตอยาคลอแรม
ฟินิคอล แต่กลุ่มที่มีความไวต่อยาปานกลางจะเพิ่มการคัดตอยาคลอแรมฟินิคอล
สำหรับกลุ่มที่มีความไวต่อยาต่ำจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงในการเพิ่มหรือลดการ
คัดตอยาคลอแรมฟินิคอลเลย กลุ่มที่มีความไวต่อยาสูงจะเพิ่มการคัดตอยาเตตรา
ไซคลิน และกลุ่มที่มีความไวต่อยาต่ำไม่มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับการทดสอบ
ยาสเตรพโตไมซิน พบว่า ทั้ง 5 กลุ่มไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย

โอตายา และ มิชิสาระ (Otake and Machihara. 1973 : 84-93) ได้พบว่า
เมื่อนำ E. coli ที่แยกได้จากผู้ป่วยไปทดสอบหา MIC ของยาปฏิชีวนะคลอแรมฟินิคอล,
สเตรพโตไมซิน เตตราไซคลิน กานาไมซิน เซฟฟาโลริน เซฟฟาโลรีดีน และอิมิโน
เบนซิลเพนิซิลลิน พบว่าเชื้อ E. coli จะทนต่อยาคลอแรมฟินิคอลได้ดีกว่ายาชนิดอื่น ๆ
โดยบางสายพันธุ์มี MIC ต่อกลอแรมฟินิคอลมากกว่า 100 µg/ml ส่วน E. coli ที่ไม่ทน
ต่อยาคลอแรมฟินิคอล จะมี MIC ต่ำกว่า 25 µg/ml การคัดตอยาของแบคทีเรียที่เรียกว่า MIC
ของยาแต่ละชนิดต่อแบคทีเรียเพิ่มสูงขึ้น ก็แสดงว่าแบคทีเรียที่เรี่ยนั้นทนต่อยาได้มากขึ้นด้วย

รีด, ไชล์แมน และ เกอร์กี (Reed, Slickman and Georgi. 1969:22-26)
ได้ศึกษาการถ่ายทอดการคัดตอยาของเชื้อ E. coli ที่พบในหนู พบว่า E. coli ที่คัดตอยาปฏิ
ชีวนะจะถ่ายทอด R-factor ให้กับ E. coli ที่ไม่คัดตอยา ซึ่งจำนวนของตัวรับจะขึ้นอยู่กับ
การจับคู่ของตัวให้กับตัวรับ สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของตัวรับได้ภายหลังที่ตัวจับคู่
กับตัวรับได้ 5 ชั่วโมงแล้ว และจะพบได้ในกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และลำไส้ใหญ่ของ
หนูทดลอง ๆ

โรแอนทรี และ สตีวาร์ด (Roantree and Steward, 1965 : 630-639) ได้รายงานการทดลองพบว่า E.coli และ Salmonella ที่ฆ่าเหล่านี้อาศัยโดยอาศัยยาเบนิซิลเพนิซิลลิน หรือแอลฟาอะมิโนเบนิซิลเพนิซิลลิน จะถูกทำลายโดยยาระบบต้านทานแบคทีเรีย (bactericidal system) ที่พบในเซลล์ปกติของมนุษย์ แต่เมื่อนำเชื้อเหล่านี้ไปฉีดให้หนูพบว่าจะแสดงความสามารถในการทำให้เกิดโรคเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าในหนูไม่มีการสร้างความต้านทานขึ้นต่อต้านเชื่อนี้

สมิธ (Smith, 1977 : 29-35) ได้ศึกษาการถ่ายทอด R-factor ของ E.coli ให้กับ Salmonella ที่อยู่ในตัวแกะโดยไม่ได้อาศัยปฏิชีวนะในการทดลอง พบว่าเมื่อแกะที่อยู่ในสภาพปกติแล้วจะมี E.coli ที่มี R-factor เป็นตัวให้ และมี Salmonella เป็นตัวรับ อยู่ในระบบทางเดินอาหารของแกะในจำนวนเท่า ๆ กัน แต่ไม่มีการถ่ายทอด R-factor เกิดขึ้น เมื่อให้แกะอดอาหารไป 48 ชั่วโมง จะพบจำนวน Salmonella ลดลงต่ำกว่าเดิม หลังจากอดอาหารไป 48 ชั่วโมง แกะจะเป็นโรค Salmonellosis และตายภายใน 5 วันต่อมา เมื่อตรวจสอบจำนวน Salmonella จะเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม แสดงว่าในช่วงเวลาที่แกะอดอาหารสภาพแวดล้อมเหมาะสมให้ E.coli ถ่ายทอด R-factor ที่อาศัยให้กับ Salmonella และเป็นการเพิ่มความไวให้แกะเป็นโรคได้

ทฤษฎีเกี่ยวกับการดื้อยา

แบคทีเรียกับการดื้อยา

ความสามารถในการทนทานต่อยาต่าง ๆ ของแบคทีเรียขึ้นอยู่กับกลไกที่สำคัญหลายประการ ได้แก่

1. น่าย่อย แบคทีเรียบางชนิดสามารถสร้างน่าย่อยทำลายยาได้ ซึ่งน่าย่อยเหล่านี้เป็น intracellular enzyme จึงสามารถนำยาที่ถูกย่อยแล้วไปใช้ในขบวนการเมตาบอลิซึม ต่อไป สำหรับยีนส์ที่ควบคุมการสร้างน่าย่อยนี้จะแตกต่างกันไป เช่น plasmid ควบคุมการสร้างน่าย่อย penicillinase ส่วน R-factor ควบคุมการสร้างน่าย่อย chloramphenicol acetylase เป็นต้น

2. เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในการซึมผ่านของยาเข้าสู่เซลล์ แบคทีเรียที่ก่อยาบางชนิด จะเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในการซึมผ่านของยาเข้าสู่เซลล์ให้ลดลงไป เช่น เตตราไซคลินจะมีสะสมอยู่มากภายในเซลล์ของแบคทีเรียที่ไม่ก่อยานี้ แต่ไม่พบสะสมในแบคทีเรียที่ก่อยาเลย

3. แบคทีเรียจะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเซลล์ เพื่อให้ทนต่อการทำลายของยา เช่น การทนต่อยาปฏิชีวนะพวก aminoglycosides นั้นเกิดเนื่องจากยีนส์ที่ควบคุมการก่อยาซึ่งอยู่บนโครโมโซม จะสร้างโปรตีนที่มีความเฉพาะมาจับเกาะหน่วยย่อย 30S ของไรโบโซม ทำให้ยาชนิดนี้ไม่สามารถเข้าจับเกาะได้ ส่วนแบคทีเรียที่ทนต่ออีริโทรไมซิน จะสร้างโปรตีนที่มีความเฉพาะมาจับเกาะที่หน่วยย่อย 50S ของไรโบโซม ทำให้ยาชนิดนี้ไม่สามารถเข้าจับเกาะได้ แบคทีเรียจึงไม่ถูกทำลาย

4. แบคทีเรียจะปรับปรุงตัวเองให้มีวิถีของเมตาบอลิซึมอันใหม่ขึ้นมา ซึ่งวิถีนี้ไม่ถูกยับยั้งด้วยยา เช่น แบคทีเรียที่ก่อคอตอยาซัลโฟนาไมด์ จะไม่ต้องการสารพวก PABA (para-aminobenzoic acid) จากภายนอกในการเจริญ ทั้งนี้เพราะสามารถใช้ metabolite ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นกรดโฟลิก (folic acid) แทนได้

5. แบคทีเรียจะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของหน่วยย่อยให้มีลักษณะแตกต่างไปจนยาไม่สามารถจับกับหน่วยย่อยได้ เช่นในแบคทีเรียที่ถูกทำลายไคกายด้วยยาซัลโฟนาไมด์นั้น ยาซัลโฟนาไมด์จะจับหน่วยย่อย tetrahydropterotic acid synthetase ทำให้ในเซลล์มี PABA เป็นจำนวนมาก ในทางตรงกันข้าม แบคทีเรียที่ทนต่อซัลโฟนาไมด์จะมีหน่วยย่อย tetrahydropterotic acid synthetase เป็นจำนวนมาก และมี PABA จำนวนน้อย

สาเหตุของการก่อยา

1. เกิดจากการปรับตัวของจุลินทรีย์ ตามปกติจุลินทรีย์ที่อยู่ในระยะทวีจำนวนอย่างรวดเร็วนั้น จะถูกทำลายไคกายด้วยยา แต่ถ้าหากว่าจุลินทรีย์อยู่ในระยะที่ไม่มีการแบ่งเซลล์จะทนต่อยาได้ก็ ทั้ง ๆ ที่จุลินทรีย์นั้นไม่ทนต่อยา เช่น Mycobacterium ที่อยู่ในเนื้อเยื่อของร่างกายไคนานหลายปี หลังจากการติดเชื้อนั้นจะยังไม่มีการทวีจำนวน จึงทนต่อการทำลายด้วยยา แต่ในระยะที่เริ่มมีการทวีจำนวนนั้นจะถูกทำลายไคกาย ทั้งนี้เพราะในระยะทวีจำนวนนั้น จุลินทรีย์มีเมตาบอลิซึมสูง จึงนำสารต่าง ๆ เข้าสู่เซลล์เป็นจำนวนมาก ยาจึงเข้าสู่เซลล์ไคง่าย ผลที่สุดจึงถูกทำลาย

นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดยังอาจสูญหายลักษณะเฉพาะอย่างที่จะถูกทำลายด้วยยาหลังจากที่มีการแบ่งเซลล์ไปในหลาย ๆ generation เช่น จุลินทรีย์ที่ไม่ทนต่อยาเพนิซิลิน จะเปลี่ยนรูปร่างให้อยู่ในสภาพของ L-form ในระหว่างที่ถูกทำลายด้วยยาเพนิซิลิน โดยผนังเซลล์จะสูญหายไป ซึ่งทำให้ทนต่อเพนิซิลินและยาปฏิชีวนะอื่น ๆ ที่เข้าทำลายผนังเซลล์ได้

2. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม

2.1 chromosomal resistance เกิดการผ่าเหล่า หมายถึง การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดขึ้นกับเบสของ DNA เป็นผลให้ DNA ที่จำลองได้ใหม่นั้นมีลำดับเบสผิดไปจากเดิม การเปลี่ยนแปลงนี้อาจเกี่ยวข้องกับเบสเพียงคู่เดียว หรือเกี่ยวกับการสูญหายไปของชิ้นส่วน DNA ก็ได้ การผ่าเหล่าของแบคทีเรียจึงเป็นสาเหตุให้เกิดการดื้อยาของแบคทีเรียได้ ในธรรมชาติการดื้อยาที่เกิดมาจากการผ่าเหล่าแบบ Spontaneous นั้นจะเกิดขึ้นสับบนโครโมโซม และเกิดได้อย่างช้า ๆ ซึ่งทำให้เกิดการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติ

2.2 extrachromosomal resistance เป็นการดื้อยาของจุลินทรีย์ที่เกิดจาก plasmid และ episome ซึ่งเป็น DNA ที่อยู่ภายนอก DNA ของเซลล์ plasmid จะควบคุมการดื้อยาที่พบในแบคทีเรียบางพวก เช่น ใน Staphylococcus aureus จะควบคุมการสร้างน้ำย่อย β -lactamase ทำลายยาเพนิซิลิน และ plasmid นี้จะถ่ายทอดไปสู่เซลล์อื่น ๆ ได้ในขบวนการ transduction

R-factor เป็น episome ที่พบในแบคทีเรียแกรมลบจะควบคุมการดื้อยาเช่นเดียวกัน เช่น การดื้อยาซัลโฟนาไมด์ ไตรเมโธพริม (trimethoprim) สเตรปโตไมซิน เตตราไซคลีน คลอแรมฟินิคอล ฯลฯ และการถ่ายทอดการดื้อยานี้จะเป็นแบบ conjugation

3. cross resistance เป็นการดื้อยาของจุลินทรีย์บางชนิด ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการดื้อยาอื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างคล้ายคลึงกัน เช่น อีริโทรไมซิน มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับโอลันโดไมซิน (oleandomycin) และนี่โอลันโดไมซินมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับกานาไมซิน ดังนั้น แบคทีเรียที่ดื้อยานีโอลันโดไมซิน ก็จะดื้อยากานาไมซินด้วย หรือแบคทีเรียที่ดื้อยาอีริโทรไมซิน ก็จะดื้อยาโอลันโดไมซินด้วยเช่นกัน

วิธีดำเนินการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ เป็นอาหารที่ปรุงสำเร็จรูปตั้งวางขายไว้ น้ำล้างภาชนะและน้ำที่ซักผ้า จากร้านขายอาหารต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน

การแยกเชื้อวิธี

การแยกเชื้อ E. coli จากตัวอย่างอาหาร น้ำล้างภาชนะและน้ำซักผ้า มีลำดับดังนี้

1. presumptive test นำตัวอย่างอาหารมาทำให้เจือจางที่ความเข้มข้น 1 : 1000 น้ำล้างภาชนะและน้ำซักผ้าใส่ lactose broth ที่มีหลอดเก็บแก๊สอยู่ด้วย จากนั้นนำไปหมักเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ตรวจสอบผลเฉพาะหลอดที่มีแก๊สไว้ทดลองต่อไป

2. confirmed test เป็นการนำเชื้อจากหลอดที่เกิดแก๊สในข้อ 1 มาเช็ดลงบน EMB agar (Eosin Methylene Blue agar) แล้วนำไปหมักเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง และดูการเกิด metallic sheen โดยโคโลนีจะมีสีเป็นมันวาวคล้ายโลหะ

3. complete test นำเชื้อ E. coli จากโคโลนีที่เกิด metallic sheen มาทดสอบการเกิดแก๊สใน lactose broth เช่นเดียวกับตอนแรกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าเชื้อที่ได้เป็น E. coli

E. coli ที่ได้ในแต่ละตัวอย่างที่นำมาศึกษานี้จะเก็บไว้ตัวอย่างละ 25 โคโลนี เพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ทดสอบการย่อยและการถ่ายทอดการย่อยต่อไป

ลักษณะของ E. coli

เมื่อแยกได้เชื้อ E. coli ที่บริสุทธิ์แล้ว นำเชื้อนี้ไปทดสอบคุณลักษณะบางประการ

ดังนี้

1. การติดสีกรัมและรูปร่างเซลล์ โดยเกลี่ยเชื้อ E. coli ที่มีอายุ 24 ชั่วโมง บนสไลด์แล้วย้อมสีกรัมตามวิธีของ Gram (ฟีโลพรรณ พงษ์พุด และ บัญญัติ สุขศรีงาม 2521 : 265) เกลี่ยเชื้อแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นนำสไลด์มาผ่านเปลวไฟ 2-3 ครั้ง จึงย้อมด้วยสี crystal violet นาน 1 นาที แล้วรีนสีทิ้ง หยด Gram's iodine ลงไปที่เชื้อบนสไลด์นาน 2 นาที รีบทิ้ง จากนั้นนำไปล้างสีด้วยเอซิคแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที จึงย้อมด้วยสี safranin นาน 30 วินาที ล้างสีทิ้ง แล้วซับสไลด์ให้แห้ง นำไปตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ oil immersion objective ดูการติดสีและรูปร่างของ E. coli

2. ลักษณะโคโลนี นำ E. coli ไปเลี้ยงบน nutrient agar แล้วสังเกตรูปร่าง (shape) ลักษณะผิว (surface) ความนูน (elevation) ลักษณะขอบ (edge) และสีของโคโลนี

3. การเคลื่อนที่ นำเชื้อ E. coli ที่เลี้ยงใน nutrient broth นาน 18-24 ชั่วโมง ไปตรวจดูการเคลื่อนที่ด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ ออกฟเจกทีปที่มีกำลังขยายสูง

การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี

1. ความสามารถของเชื้อเมื่อเลี้ยงบน TSI (Triple Sugar Iron agar) วิธีทำโดย stab เชื้อ แล้วขีดลงในหลอด TSI ซึ่งวางใหม่ทั้งส่วนลาดเอียงและส่วนที่ตรง นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง แล้วตรวจสอบการเกิดกรดเบส, แก๊ส และแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ถ้าเกิดกรดอาหารจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงว่าเชื้อสามารถเจริญในน้ำตาลใน TSI ได้ ถ้าไม่เกิดกรดอาหารจะไม่เปลี่ยนสี ถ้าในการเจริญของเชื้อในน้ำตาลนั้นเชื้อสร้างแก๊สขึ้นด้วยจะเกิดฟองแก๊สแทรกอยู่ในส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อ ถ้าเชื้อสามารถสร้างแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อทางค่านกนหลอดจะมีสีดำ

2. การทดสอบความสามารถในการสร้าง indole เป็นการทดสอบว่าเชื้อสามารถเปลี่ยน tryptophan ให้เป็น indole ได้หรือไม่ โดยนำเชื้อ E. coli มาเลี้ยงใน tryptone broth นำไปหมักเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48-72 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเติมควยสารละลาย Kovac's ประมาณ 3-5 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ ถ้าเกิดวงแหวนสีแดงของสารละลาย Kovac's บนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ แสดงว่ามีการสร้าง indole เกิดขึ้นมีผลเป็นบวก แต่ถ้าไม่สร้าง indole จะเกิดวงแหวนสีน้ำตาลอ่อนของสารละลาย Kovac's เท่านั้น

3. การทดสอบ MR-VP (Methyl red-Voges Proskauer) โดยนำเชื้อ E. coli มาเลี้ยงในอาหาร MR-VP นำไปหมักเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48-72 ชั่วโมง แล้วนำมาทดสอบ methyl red และ Voges proskauer

การทดสอบ methyl red โดยเติมสี methyl red ประมาณ 5 หยด ลงในอาหารที่หมักเชื้ออยู่ควย ถ้าเกิดสีแดงได้ผลเป็นบวกแสดงว่ามีการสร้างกรดจากการใช้น้ำตาลกลูโคสในอาหาร แต่ถาไม่เปลี่ยนสีได้ผลเป็นลบ

การทดสอบ Voges Proskauer เป็นการทดสอบความสามารถของเชื้อในการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลกลูโคสให้กลายเป็น acetyl-methyl carbinol ซึ่งเมื่อถูกเบสจะให้สีแดง วิธีทดสอบโดยเติม α -naphthol เข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 0.6 มิลลิลิตร ลงในอาหารที่หมักเชื้อ จากนั้นเติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 0.2 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ แล้วทิ้งไว้ 30 นาที ถึง 4 ชั่วโมง ถ้าได้ผลบวกสีของอาหารเลี้ยงเชื้อจะเป็นสีแดงและอาหารเลี้ยงเชื้อไม่เปลี่ยนสีให้ผลเป็นลบ

4. การทดสอบความสามารถในการใช้ citrate เป็นการทดสอบความสามารถของเชื้อในการใช้ citrate เป็นแหล่งของคาร์บอน วิธีทำโดยนำเชื้อ E. coli มาเชียบบน Simmon citrate agar นำไปหมักเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงินให้ผลเป็นบวก และอาหารไม่เปลี่ยนสีให้ผลเป็นลบ

5. การทดสอบคุณสมบัติในการสร้างน้ำย่อย catalase โดยเลี้ยงเชื้อ E. coli ใน nutrient agar แล้วหยดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ลงไป ถ้ามีฟองแก๊สเกิดขึ้นจะถือเป็นบวก แสดงว่า E. coli นี้สร้างน้ำย่อย catalase ได้ แต่ถ้าไม่มีฟองแก๊สเกิดขึ้นจะถือเป็นลบ

การทดสอบการค่อยาของ E. coli

ยาปฏิชีวนะที่ใช้ทดสอบการค่อยาของ E. coli มี 5 ชนิด คือ เพนิซิลลิน, กานาไมซิน, สเตรปโตไมซิน, เตตราไซคลิน และคลอแรมฟินิคอล นำมาทดสอบการค่อยาโดยวิธีทำ dilution โดยเตรียมยาปฏิชีวนะผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 $\mu g/cc$ จากนั้นนำเชื้อ E. coli ที่มีความเข้มข้น เป็นค่า optical density (OD) เท่ากับ 0.85 ที่ความยาวคลื่น 540 nm. ใส่ใน nutrient broth หลอดละ 0.1 มิลลิลิตร นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

การอ่านผลการทดลอง ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อหลอดใดมีลักษณะขุ่น แสดงว่า E. coli สามารถเจริญได้และเป็นเชื้อที่ค่อยา แต่อาหารเลี้ยงเชื้อหลอดใดใส แสดงว่าเชื้อไม่เจริญ จากนั้นหา MIC ของยาปฏิชีวนะแต่ละชนิด

การทดสอบการถ่ายทอดการค่อยาระหว่าง E. coli และ Shigella flexneri

นำเชื้อ S. flexneri ที่แยกได้จากผู้ป่วยของโรงพยาบาลชลบุรี ซึ่งทดสอบแล้วว่าไม่ค่อยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการทดลองนั้นมาเลี้ยงปนกับ E. coli ที่ค่อยาปฏิชีวนะชนิดต่างๆ ตั้งแต่ 100 $\mu g/cc$ ขึ้นไป ใน nutrient broth ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อผสมนี้ไปทำ dilute ที่ความเข้มข้น 1 : 1000 เพื่อทำ plate count ในอาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar ที่ผสมยาปฏิชีวนะเข้มข้น 100 $\mu g/cc$ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

การอ่านผลการทดลอง ถ้าเชื้อ E. coli เจริญในอาหารชนิดนี้จะให้โคโลนีเป็นสีแดง ส่วน S. flexneri ถ้าเจริญได้จะให้โคโลนีที่ไม่มีสี แสดงว่ามีการถ่ายทอดการค่อยาระหว่าง E. coli และ S. flexneri เกิดขึ้น

การวิเคราะห์ขอมูล

นำขอมูลที่ได้มาวิเคราะห์เป็นร้อยละของตัวอย่างอาหาร น้ำลายภาชนะและ
น้ำดื่มพบเชื้อ E. coli

ผลการทดลอง

1. ผลจากการตรวจเชื้อ E. coli ในตัวอย่างอาหาร น้ำล้างภาชนะและน้ำดื่มจากร้านอาหารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน จำนวน 227 ตัวอย่าง ปรากฏว่าพบเชื้อ E. coli จำนวน 184 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณของ E. coli ที่พบในตัวอย่างอาหาร น้ำล้างภาชนะและน้ำดื่มจากร้านอาหารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน

ชนิดของตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบเชื้อ	คิดเป็นร้อยละ
1. อาหาร			
1.1 ผัก	20	10	50
1.2 ยำ	3	3	100
1.3 ทม	10	2	20
1.4 ซองหวาน	10	1	10
1.5 แกง	15	5	33.33
2. น้ำล้างภาชนะ	155	155	100
3. น้ำดื่ม	14	8	57.14
รวม	227	184	81.06

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าอาหารทุกชนิด น้ำล้างภาชนะและน้ำดื่มที่นำมาตรวจจะพบ E. coli ในปริมาณแตกต่างกันไป กล่าวคืออาหารประเภทยำและน้ำล้างภาชนะ พบ E. coli มากที่สุด โดยพบในทุกตัวอย่างที่นำมาศึกษา รองลงมาได้แก่น้ำดื่ม ผักต่าง ๆ ทมและซองหวาน ตามลำดับ

2. จากการศึกษาลักษณะต่าง ๆ E. coli ทุกชนิดที่พบในตัวอย่างเห่านี้พบว่า เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อนเกล็ดที่โดยไซแฟลกเจลลา สำหรับลักษณะของโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อจะมีรูปร่างกลม (circular) ลักษณะผิวหน้าของโคโลนีเรียบ ความนูนของโคโลนีจะเป็นแบบ convex ซึ่งจะโค้งสูงนูนจากผิวหน้าของอาหารไม่มากนัก โคโลนีจะมีลักษณะขอบเรียบและมีสีขาวนวล

3. การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี

คุณสมบัติทางชีวเคมีของ E. coli ที่แยกได้จากร้านอาหารต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ E. coli ที่พบจากตัวอย่างจากร้านอาหารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน

ทดสอบทางชีวเคมี	ผล
TSI	
- butt	acid
- slant	acid
- gas	+
- H ₂ S	-
Indole	-(+)
MR	+
VP	-
citrate	+(-)
catalase	+(-)

4.2 ผลของเตตราไซคลีนต่อการเจริญของ E. coli

จากการทดลองนำ E. coli จากแหล่งต่าง ๆ มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเตตราไซคลีนที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันไปนั้น ปรากฏว่า E. coli ที่ได้จากอาหารทุกประเภทและน้ำคั้นจะถูกทำลายไหมดหมด ส่วน E. coli ที่ได้จากน้ำล้างภาชนะสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเตตราไซคลีนที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันไปตั้งแต่ 2-256 $\mu\text{g/cc}$ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลของเตตราไซคลีนต่อการเจริญของ E. coli

น้ำล้างภาชนะ	ความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะ($\mu\text{g/cc}$)									
	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
2	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
3	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
4	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
5	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
6	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
7	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
8	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
9	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
10	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
11	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
12	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
13	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
14	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

น้ำล้างภาชนะ	ความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะ($\mu\text{g/cc}$)									
	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
15	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
16	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
17	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
18	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
19	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
20	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
21	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
22	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
23	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
24	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
25	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
26	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
27	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
28	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
29	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
30	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
31	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
32	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
33	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
34	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
35	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

น้ำลงภาชนะ	ความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะ($\mu\text{g/cc}$)									
	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
36	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
37	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
38	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
39	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
40	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
41	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
42	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
43	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
44	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
45	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
46	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
47	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
48	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
49	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
50	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
51	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
52	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
53	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
54	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
55	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
56	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ น้ำยางพารา	ความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะ($\mu\text{g/cc}$)									
	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
57	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
58	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
59	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
60	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
61	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
62	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
63	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
64	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
65	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
66	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
67	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
68	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
69	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
70	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
71	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
72	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
73	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
74	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
75	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
76	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
77	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

น้ำล้างภาชนะ	ความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะ($\mu\text{g/cc}$)									
	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
78	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
79	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
80	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
81	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
82	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
83	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
84	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
85	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
86	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
87	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
88	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
89	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
90	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
91	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
92	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
93	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
94	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
95	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
96	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
97	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
98	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

น้ำล้างภาชนะ	ความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะ($\mu\text{g/cc}$)									
	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
99	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
100	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
101	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
102	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
103	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
104	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
105	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
106	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
107	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
108	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
109	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
110	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
111	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
112	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
113	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
114	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
115	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
116	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
117	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
118	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
119	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
120	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ น้ำล้างภาชนะ	ความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะ (μg/cc)									
	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
121	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
122	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
123	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
124	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
125	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
126	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
127	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
128	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
129	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
130	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
131	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
132	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-

- + หมายถึง สามารถเจริญได้
- หมายถึง ไม่สามารถเจริญได้

4.3 ผลของคลอแรมฟินิคอลและเพนนิซิลิน

จากการทดลองนำ E. coli จากแหล่งต่าง ๆ มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีคลอแรมฟินิคอลหรือเพนนิซิลินที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันไปนั้น ปรากฏว่า E. coli ทุกชนิดที่ได้จากอาหารทุกประเภท น้ำล้างภาชนะ และน้ำคั้น สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีคลอแรมฟินิคอล 512 $\mu\text{g}/\text{cc}$ หรือ เพนนิซิลิน 512 unit/cc ขึ้นไป

สำหรับความสามารถในการดื้อยาปฏิชีวนะชนิดต่าง ๆ ของ E. coli ที่แยกได้จากตัวอย่างอาหาร น้ำคั้นและน้ำล้างภาชนะ จะแตกต่างกันไป ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการกระจายปฏิชีวนะของ E. coli จากตัวอย่างต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ

<u>E. coli</u>		การดื้อยาปฏิชีวนะ	จำนวน <u>E. coli</u> ที่ดื้อยา	คิดเป็นร้อยละ
แหล่งที่พบ	ตัวอย่างอาหาร			
อาหาร	21	สเตรปโตไมซิน	4	19.04
	21	กานาไมซิน	-	-
	21	เตตราไซคลิน	-	-
	21	เพนนิซิลลิน	21	100
	21	คลอแรมฟินิคอล	21	100
น้ำล้างขาม	155	สเตรปโตไมซิน	22	14.19
	155	กานาไมซิน	-	-
	155	เตตราไซคลิน	132	85.16
	155	เพนนิซิลลิน	155	100
	155	คลอแรมฟินิคอล	155	100
น้ำดื่ม	8	สเตรปโตไมซิน	-	-
	8	กานาไมซิน	-	-
	8	เตตราไซคลิน	-	-
	8	เพนนิซิลลิน	8	100
	8	คลอแรมฟินิคอล	8	100

- หมายถึง ไม่พบการดื้อยา

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า E. coli ทุกสายพันธุ์จะดื้อต่อยาปฏิชีวนะ เพนนิซิลลินและคลอแรมฟินิคอลทั้งหมด ส่วนกานาไมซินเป็นยาปฏิชีวนะชนิดเดียวที่ทำลาย E. coli ได้ทุกสายพันธุ์เช่นกัน

5. การทดสอบการถ่ายทอดการก่อโรหระหว่าง E. coli และ S. flexneri

จากการทดลองนำ E. coli ที่ก่อตอบาปฏิชีวนะแต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 64 $\mu\text{g/cc}$ ขึ้นไป มาเลี้ยงผสมกับ S. flexneri ที่ไม่ก่อยา แล้วนำ S. flexneri ไปทดสอบการก่อตอบาปฏิชีวนะนั้น ๆ ปรากฏว่าพบ S. flexneri ก่อยาเกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 6-9

ตารางที่ 6 แสดงการถ่ายทอดการก่อยาสเตรพโตไมซินระหว่าง E. coli และ S. flexneri สายพันธุ์ต่าง ๆ

แหล่งของ <u>E. coli</u>		<u>S. flexneri</u> I	<u>S. flexneri</u> II	<u>S. flexneri</u> III
แกง	1	+	+	+
	2	+	+	+
	3	+	+	+
ผัก น้ำล้างภาชนะ	1	+	+	+
	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	+	+	-
	4	+	+	+
	5	-	-	-
	6	-	-	-
	7	+	-	-

+ หมายถึง มีการถ่ายทอดลักษณะการก่อยา

- หมายถึง ไม่มีการถ่ายทอดลักษณะการก่อยา

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า E. coli ที่ได้จากตัวอย่างอาหารทุกสายพันธุ์สามารถถ่ายทอดลักษณะการก่อโรคสเตรปโตไมซินไปสู่ S. flexneri ได้ทั้งหมด ส่วน E. coli ที่ได้จากน้ำค้างภาชนะบางสายพันธุ์เท่านั้นที่สามารถถ่ายทอดลักษณะการก่อโรคไปสู่ S. flexneri ได้

ตารางที่ 7 แสดงการถ่ายทอดการดื้อยาเตตราไซคลินระหว่าง E.coli และ S.flexneri

แหล่งของ <u>E. coli</u>	<u>S. flexneri</u> I
น้ำด่างภาระ	
1	+
2	+
3	+
4	+
5	+
6	+
7	+
8	+
9	+
10	+
11	+
12	+

+ หมายถึง มีพบถ่ายทอดลักษณะการดื้อยา

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า E. coli จากน้ำด่างภาระทุกสายพันธุ์
สามารถถ่ายทอดลักษณะการดื้อยาเตตราไซคลินไปสู่ S. flexneri I ได้ทั้งหมด

ตารางที่ 8 แสดงการถ่ายทอดการดื้อยาคลอแรมฟินิโคลระหว่าง E. coli และ S. flexneri

แหล่งของ <u>E. coli</u>		<u>S. flexneri</u> IV
1. อาหาร		
ผัก	1	+
	2	+
	3	+
ยา	1	+
	2	+
	3	+
แกง	1	+
	2	+
	3	+
2. น้ำล้างภาชนะ		
	1	+
	2	+
	3	+
	4	+
	5	+
	6	+
	7	+
	8	+
	9	+
	10	+
3. น้ำดื่ม		
	1	+
	2	+
	3	+
	4	+
	5	+

+ หมายถึง มีการถ่ายทอดลักษณะการดื้อยา

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า E.coli จากตัวอย่างอาหาร น้ำดื่มและ
 น้ำล้างภาชนะ ทุกตัวสายพันธุ์สามารถถ่ายทอดลักษณะการดื้อยาคลอแรมฟินิคอลไปสู่ S.
flexneri IV ได้ทั้งหมด

ตารางที่ 9 แสดงการถ่ายทอดการก่อยาพิษในสัตว์ระหว่าง E. coli และ S. flexneri

แหล่งของ <u>E. coli</u>		<u>S. flexneri</u> IV
1. อาหาร		
ผัก	1	+
	2	+
	3	+
ยา	1	+
	2	+
	3	+
แกง	1	+
	2	+
	3	+
2. น้ำล้างภาชนะ		
	1	+
	2	+
	3	+
	4	+
	5	+
	6	+
	7	+
	8	+
	9	+
	10	+
3. น้ำดื่ม		
	1	+
	2	+
	3	+
	4	+
	5	+

+ หมายถึง มีการถ่ายทอดลักษณะการก่อยา

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า E. coli จากตัวอย่างอาหาร น้ำดื่ม และ
 น้ำล้างภาชนะ ทุกสายพันธุ์สามารถถ่ายทอคุณลักษณะการดื้อยาเพนนิซิลินไปสู่ S. flexneri IV
 ได้ทั้งหมด

ตารางที่ 10 แสดงการถ่ายทอดการดื้อยาปฏิชีวนะของ E. coli จากตัวอย่างต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ

<u>E. coli</u>		การถ่ายทอด ยาปฏิชีวนะ	จำนวน <u>E. coli</u> ที่ถ่ายทอดการ ดื้อยา	คิดเป็นร้อยละ
แหล่งพบ <u>E. coli</u>	ตัวอย่างอาหาร			
อาหาร	21	สเตรปโตไมซิน	4	19.04
	9*	เพนนิซิลิน	9	100
	9*	คลอแรมฟินิคอล	9	100
น้ำล้างภาชนะ	155	สเตรปโตไมซิน	3	1.93
	155	เตตราไซคลิน	12	7.74
	10*	เพนนิซิลิน	10	100
	10*	คลอแรมฟินิคอล	10	100
น้ำดื่ม	5*	เพนนิซิลิน	5	100
	5*	คลอแรมฟินิคอล	5	100

* หมายถึง E. coli ที่สุ่มตัวอย่างมาทดสอบ

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า E. coli ทุกสายพันธุ์ จากตัวอย่างต่าง ๆ สามารถถ่ายทอดลักษณะการดื้อยาเพนนิซิลินและคลอแรมฟินิคอลได้ดีที่สุด ส่วนการถ่ายทอดลักษณะการดื้อยาสเตรปโตไมซินจะแตกต่างกันไป โดย E. coli ที่ได้จากตัวอย่างอาหารจะถ่ายทอดลักษณะการดื้อยาได้ดีกว่า E. coli ที่ได้จากน้ำล้างภาชนะ สำหรับการถ่ายทอดลักษณะการดื้อยาเตตราไซคลินจะพบใน E. coli จากน้ำล้างภาชนะเท่านั้น

บทขอ สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้

1. เพื่อตรวจหาเชื้อ E. coli ที่อาศัยอยู่ในน้ำที่แยกจากอาหาร น้ำล้างภาชนะ และน้ำดื่ม ภายในเขตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน
2. เพื่อศึกษาการถ่ายทอดการก่อโรคของเชื้อ E. coli ที่แยกได้ กับเชื้อ

Shigella flexneri

วิธีดำเนินการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างที่นำมาทดสอบเป็นอาหารที่ปรุงสำเร็จรูปตั้งวางขายไว้, น้ำล้างภาชนะ และน้ำดื่ม จากร้านขายอาหารต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน

วิธีดำเนินการทดลอง

1. การแยกเชื้อบริสุทธิ์ โดยแยกเชื้อ E. coli จากตัวอย่างอาหาร น้ำล้างภาชนะและน้ำดื่ม โดยวิธี presumptive test, confirmed test และ complete test
2. ศึกษาลักษณะของ E. coli
3. ทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของ E. coli
4. ทดสอบการก่อโรคของ E. coli
5. ทดสอบการถ่ายทอดการก่อโรกระหว่าง E. coli กับ S. flexneri

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์เป็นร้อยละของตัวอย่างอาหาร น้ำล้างภาชนะและน้ำดื่ม ที่พบเชื้อ E. coli

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาปรากฏการณ์และปัจจัยภูมิคุ้มกันของ E. coli ที่ได้จากร้านอาหารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน นี้ ปรากฏว่า พบ E. coli ในอาหารประเภทยำ และน้ำลางภาชนะมากที่สุด โดยพบในทุกตัวอย่างที่นำมาศึกษา รองลงมาได้แก่น้ำดื่ม อาหารประเภทผักต่าง ๆ เติมและของหวานตามลำดับ ส่วนความสามารถในการต่อต้านปฏิชีวนะของ E. coli นี้พบว่า E. coli จากแหล่งต่าง ๆ จะต่อต้านดังนี้

1. เพนนิซิลิน E. coli ทุกสายพันธุ์ จะต่อต้านเพนนิซิลินได้หมดที่ความเข้มข้น 512 unit/cc ขึ้นไป
2. คลอแรมฟินิโคล E. coli ทุกสายพันธุ์จะต่อต้านคลอแรมฟินิโคลได้หมดที่ความเข้มข้น 512 $\mu\text{g}/\text{cc}$
3. เตตราไซคลิน E. coli ที่ได้จากตัวอย่างอาหารและน้ำดื่มจะถูกทำลายได้หมด ส่วน E. coli จากน้ำลางภาชนะจะต่อต้านเตตราไซคลิน โดยมี MIC เฉลี่ยประมาณ 8 $\mu\text{g}/\text{cc}$
4. สเตรพโตไมซิน E. coli ที่ได้จากน้ำดื่มจะถูกทำลายได้หมด ส่วน E. coli จากน้ำลางภาชนะจะต่อต้านมากที่สุด รองลงมาได้แก่ E. coli จากอาหาร โดยมี MIC เฉลี่ยประมาณ 64 $\mu\text{g}/\text{cc}$

5. กานาไมซิน กานาไมซินเป็นยาปฏิชีวนะชนิดเดียวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ที่สามารถทำลาย E. coli ทุกสายพันธุ์ได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 1 $\mu\text{g}/\text{cc}$ ขึ้นไป

สำหรับความสามารถในการยับยั้งการก่อตัวของ E. coli และ S. flexneri นั้น ปรากฏว่า E. coli สามารถยับยั้งการก่อตัวของเพนนิซิลิน, คลอแรมฟินิโคล, เตตราไซคลิน, สเตรพโตไมซิน ไปสู่ S. flexneri ได้ โดยมีการยับยั้งการก่อตัวของเพนนิซิลิน, คลอแรมฟินิโคลและเตตราไซคลิน จะเกิดทุกคู่ ส่วนการยับยั้งการก่อตัวของสเตรพโตไมซินของ E. coli ไปสู่ S. flexneri นี้ จะเกิดร้อยละ 63.44 เท่านั้น

อภิปรายผล

จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ น้ำล้างภาชนะและน้ำดื่มจากร้านอาหารที่มีจำหน่ายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน ที่นำมาศึกษาจำนวน 227 ตัวอย่าง จะพบเชื้อ *E. coli* จำนวนทั้งหมด 184 ตัวอย่าง ซึ่งจากตัวอย่างเหล่านี้จะพบเชื้อ *E. coli* ในน้ำล้างภาชนะและอาหารประเภทยำทุกตัวอย่าง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากอาหารประเภทยำไม่ได้อ่านชบวนการใช้ความร้อนอย่างเพียงพอที่จะทำลาย *E. coli* ได้ ทั้งนี้เพราะมุ่งแต่รสชาติของอาหาร เป็นประการสำคัญ ประกอบกับอาหารที่ต้องใช้เครื่องปรุงหลายชนิด ซึ่งเครื่องปรุงเหล่านี้ไม่ได้อ่านชบวนการใช้ความร้อนเช่นกัน สำหรับน้ำล้างภาชนะที่พบ *E. coli* จำนวนมากนั้น เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีการปะปนของเชื้อจากภาชนะสำหรับรับประทาน น้ำที่นำมาใช้ล้างภาชนะตลอดจนปะปนไปจากส่วนของร่างกายของผู้ประกอบอาหาร จากการตรวจพบ *E. coli* เป็นจำนวนมากนี้เอง แสดงให้เห็นว่ามีแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้โคไแฟกระจายออกสู่ภายนอกทางอุจจาระและเข้าปะปนในตัวอย่างอาหาร น้ำดื่มและน้ำล้างภาชนะของร้านค้าต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน

จากการศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมีของ *E. coli* เหล่านี้พบว่ามีความแตกต่างจากรายงานอื่น ๆ ในบางกรณี กล่าวคือ *E. coli* จากการทดลองนี้จะให้ผลการทดลองการใช้ซิเตรต (citrate) เป็นแหล่งของคาร์บอนจะให้ผลเป็นบวกเป็นส่วนใหญ่ ส่วนรายงานจากแหล่งอื่น ๆ จะให้ผลเป็นลบ (Frobisher and others. 1974 : 504) เมื่อนำ *E. coli* เหล่านี้ไปทดสอบทางเซรุ่มวิทยา พบว่าบางชนิดจะมี serotype แตกต่างไปจาก *E. coli* ที่ได้จากมนุษย์ ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ เบทเทลไฮม์ (Bettelheim. 1978: 83-112) ที่พบว่า *E. coli* ที่ได้จากสัตว์จะมี serotype แตกต่างจาก *E. coli* ที่ได้จากมนุษย์ ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ว่า *E. coli* ที่ได้จากการทดลองนี้ได้มาจากการปะปนของ *E. coli* จากสัตว์ต่าง ๆ เช่นกัน

จากผลการวิจัยนี้พบว่า *E. coli* ที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะเพนนิซิลิน คลอแรมฟินิคอล สเตรพโตไมซินและเตตราไซคลิน แตกต่างกันไป โดยจะคือดยาคลอแรมฟินิคอลและเพนนิซิลินมากที่สุด รองลงมาได้แก่เตตราไซคลินและสเตรพโตไมซิน ซึ่ง

สอดคล้องกับรายงานของ สักคีสุวรรณ, ทันเฝ้าพงษ์ และ ซอเซอร์ (Saksuwan, Tanpong and Sawyer. 1973 : 228-232) น้อยส์, เบญจกุลและเพย์เลอร์ (Noyes, Benjadol and Taylor. 1969 : 115-124) วรรณิตเทพ ทันเฝ้าพงษ์ (วรรณิตเทพ ทันเฝ้าพงษ์ 2516 : 51-53) คุณคำเลิศ และ ซอเซอร์ (Koonkhamlert and Sawyer. 1970 : 700-706) และ อาร์บัคเคิล (Arbuckle. 1968 : 161-163) ที่พบ E. coli ที่ได้จากผู้ป่วยควยโรคทางเดินอาหารและได้จากตัวอย่างอาหารและน้ำดื่มในประเทศไทยจะคือ ตอยาเพนิซิลิน คลอแรมฟินิคอล เตตราไซคลิน และสเตรพโตไมซิน เช่นกัน ส่วนกานาไมซิน นั้นจะทำลาย E. coli ทุกชนิดที่ความเข้มข้นตั้งแต่ $1 \mu\text{g}/\text{cc}$

จากการศึกษาความสามารถในการดื้อยาต่าง ๆ นั้น พบว่า E. coli จะคือตอยา คลอแรมฟินิคอลและเพนิซิลินได้ดีที่สุด โดยมี MIC สูงกว่า $512 \mu\text{g}/\text{cc}$ ส่วนการคือตอยา สเตรพโตไมซินและเตตราไซคลินนั้น แต่ละสายพันธุ์จะมี MIC แตกต่างกันไป แต่โดยเฉลี่ยแล้ว E. coli จะมี MIC ต่อเตตราไซคลินที่ $8 \mu\text{g}/\text{cc}$ ส่วน MIC ต่อสเตรพโตไมซินที่ $64 \mu\text{g}/\text{cc}$

สำหรับความสามารถในการดื้อยาปฏิชีวนะของ E. coli แต่ละสายพันธุ์นี้ สเตรพโตไมซิน E. coli จากแหล่งต่าง ๆ จะคือตอยาสเตรพโตไมซินได้ แตกต่างกันไป กล่าวคือ E. coli จากตัวอย่างอาหารจะคือตอยาสเตรพโตไมซินมากที่สุด (ร้อยละ 19.04) รองลงมา ได้แก่ E. coli จากน้ำล้างภาชนะ (ร้อยละ 14.19) ส่วน E. coli จากน้ำดื่มทุกสายพันธุ์จะถูกทำลายด้วยสเตรพโตไมซินได้หมด สำหรับความสามารถในการคือตอยาสเตรพโตไมซินนั้นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อที่ได้ แต่โดยเฉลี่ยจะคือตอยาสเตรพโตไมซินที่ความเข้มข้นในช่วงระหว่าง $1-512 \mu\text{g}/\text{cc}$

เตตราไซคลิน E. coli จากแหล่งต่าง ๆ จะคือตอยาเตตราไซคลินแตกต่างกันไป กล่าวคือ E. coli จากน้ำล้างภาชนะจะคือตอยาเตตราไซคลินมากที่สุด (ร้อยละ 85.16) ส่วน E. coli ที่ได้จากอาหารและน้ำดื่ม ทุกสายพันธุ์จะถูกทำลายด้วยเตตราไซคลินได้หมด สำหรับความสามารถในการคือตอยาเตตราไซคลินนั้นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของเชื้อที่ได้ แต่โดยเฉลี่ยเชื้อ E. coli จะคือตอยาเตตราไซคลิน ที่ความเข้มข้นในช่วงระหว่าง $1-128 \mu\text{g}/\text{cc}$

เพนนิซิลินและคลอแรมฟินิคอล E. coli ที่ได้จากอาหาร น้ำล้างภาชนะและน้ำดื่ม ทุกสายพันธุ์จะคัดตอยาเพนนิซิลินและคลอแรมฟินิคอลได้ทั้งหมด สำหรับความสามารถในการคัดตอยาเพนนิซิลินและคลอแรมฟินิคอลนั้นตั้งแต่ความเข้มข้น $512 \mu\text{g/cc}$ ขึ้นไป

กานาไมซิน E. coli ที่ได้จากอาหาร น้ำล้างภาชนะและน้ำดื่ม ทุกสายพันธุ์จะถูกทำลายควยกานาไมซินได้ทั้งหมด

การที่ E. coli คัดตอยาปฏิชีวนะชนิดต่าง ๆ ไค่นั้น เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของ E. coli หลายอย่างด้วยกัน โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงคานสารพันธุกรรม (Jawets. 1974 : 115) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดขึ้นที่โครโมโซมหรือสารพันธุกรรมที่อยู่นอกโครโมโซม (Lacey. 1975 : 1) การคัดตอยาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมเป็นผลเนื่องมาจากการผ่าเหล่าโดยการเปลี่ยนแปลงจะเกิดที่เบสของ DNA เป็นผลให้ DNA ที่ไคมีลำดับเบสผิดปกติไป (Davis and others. 1973 : 717) ในธรรมชาติการคัดตอยาที่เกิดขึ้นเนื่องจากผ่าเหล่าที่โครโมโซมจะเกิดอย่างช้าๆ และเป็นแบบ spontaneous (Jawets. 1974 : 116) และการคัดตอยาที่เป็นผลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่โครโมโซมนั้นจะเกิดได้ในอาหารที่มีความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะในระดับค่อนข้างต่ำ แต่ผลจากการวิจัยนี้พบว่า E. coli ที่ไคจากน้ำล้างภาชนะหลายสายพันธุ์คัดตอยาเตตราไซคลินและสเตรพโตไมซิน ในความเข้มข้นต่ำ ๆ กล่าวคือในช่วงระหว่าง $1-32 \mu\text{g/cc}$ เป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการคัดตอยาชนิดนี้เกิดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่โครโมโซมนั้นเอง ผลการทดลองนี้ใกล้เคียงกับการทดลองของ อีริกสัน-เกรนเบิร์ก โนคส์ตรอม และ อิงลันด์ (Erikssen-Grennberg Nordstrom and Englund. 1971: 1210-1223) ที่พบว่า การคัดตอยาของ E. coli K-12 เป็นผลเนื่องมาจากการผ่าเหล่าที่โครโมโซมและสามารถถ่ายทอดไปสู่ E. coli K-12 ในรุ่นต่อ ๆ ไปได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานของ เบอร์โรว (Burrow. 1973 : 167) และ แจเวตส์ (Jawets. 1974 : 115) ที่พบว่าความสามารถในการคัดตอยาที่เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมนั้นเกิดจากยีนส์ที่ควบคุมการคัดตอยาไปเร่งให้เซลล์สร้างโปรตีนที่มีความเฉพาะมาจับเกาะกับหน่วยย่อย 30 S ของไรโบโซม เป็นผลให้เตตราไซคลินและสเตรพโตไมซินไม่สามารถเข้าจับเกาะไค E. coli จึงสามารถเจริญไคตามปกติ

สำหรับการดื้อยาที่เกิดจากสารพันธุกรรมที่อยู่นอกโครโมโซมนั้นเกิดเนื่องจาก plasmid และ episome เป็นสำคัญ มีรายงานเป็นจำนวนมากให้ผลสอดคล้องกันว่าการดื้อยาของ *E. coli* เกิดเนื่องจากการมี episome และ episome ที่สำคัญคือปัจจัยภูมิคุ้มกัน (R-factor) นั้นเอง (Koonkhamlert and Sawyer. 1970 : 723 และ Jawets. 1974 : 115-116) ซึ่งปัจจัยภูมิคุ้มกันนี้ประกอบด้วยสองส่วน คือ ยีนภูมิคุ้มกัน (resistance determinatant) ดื้อยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด และ RTF (resistance transfer factor) ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการจำลองตัวเองของปัจจัยภูมิคุ้มกัน และควบคุมการถ่ายทอดปัจจัยภูมิคุ้มกันโดยวิธีจับคู่ระหว่างแบคทีเรียทั้งสองเซลล์ (Watanabe. 1967 : 23) มีรายงานว่าปัจจัยภูมิคุ้มกันนี้มีในแบคทีเรียอยู่แล้วก่อนที่จะมีการนำยาปฏิชีวนะมาใช้กัน แต่มีจำนวนไม่มากนักและไม่แสดงคุณสมบัติในการต้านทานยาออกมา เมื่อมีการนำยาปฏิชีวนะมาใช้กันอย่างแพร่หลายทำให้แบคทีเรียที่ไม่มีปัจจัยภูมิคุ้มกันถูกทำลายไป ส่วนแบคทีเรียที่มีปัจจัยภูมิคุ้มกันจะเจริญและแพร่หลายอย่างรวดเร็ว (พิไลพรรณ พงษ์พล และ บัญญัติ สุขศรีงาม 2521 : 257-258) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการดื้อยาที่เป็นผลเนื่องมาจากการมีปัจจัยภูมิคุ้มกันนี้จะเกิดได้ในอาหารที่มีความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยนี้เช่นกัน พบว่า *E. coli* ที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ จะดื้อยาเพนิซิลลินและคลอแรมฟินิคอลที่มีความเข้มข้นมากกว่า 512 $\mu\text{g}/\text{cc}$ ขึ้นไป ส่วนการดื้อยาสเตรปโตไมซินและเตตราไซคลินนั้น มีส่วนน้อยที่เจริญได้ในที่มีความเข้มข้นสูงกว่า 100 $\mu\text{g}/\text{cc}$ ขึ้นไป ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากว่าปัจจัยภูมิคุ้มกันที่พบใน *E. coli* จะกระตุ้นให้เซลล์สร้างเอ็นไซม์หลายชนิดเพื่อทำลายยา เช่น เอ็นไซม์ β -lactamase ทำลายเพนิซิลลิน chloramphenicol acetylase ทำลายคลอแรมฟินิคอลและ streptomycin phosphotransferase ทำลายสเตรปโตไมซิน เป็นต้น (Davis. 1973 : 163. Sokatch and Ferretti. 1976 : 213) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าปัจจัยภูมิคุ้มกันยังอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่โครงสร้างของเซลล์ เป็นผลให้ยาไม่สามารถเข้าสู่เซลล์ได้ (พิไลพรรณ พงษ์พล และ บัญญัติ สุขศรีงาม 2521 : 257) *E. coli* จึงสามารถเจริญได้ตามปกติ

สำหรับปัจจัยเกี่ยวกับการค้อยาของ E. coli นั้น นอกจากจะแปรผันไปตามชนิดและความเข้มข้นของยาที่ใช้แล้ว ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมบางประการที่สำคัญก็คืออุณหภูมิ มีรายงานว่า E. coli จะเจริญและค้อยาได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสและความสามารถในการค้อยาจะยังคงมีอยู่เมื่อลดระดับต่ำที่สุดถึง 32 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิถึง 42 องศาเซลเซียส ความสามารถในการค้อยาจะถูกทำลาย (Kamaryo and Strominger, 1974 : 568) แต่จากการทดลองนี้ได้ใช้อุณหภูมิสำหรับการบ่มเชื้อที่ 37 องศาเซลเซียส โดยตลอด จึงอาจกล่าวได้ว่าความสามารถในการค้อยาของ E. coli จากการทดลองนี้เป็นช่วงระยะที่มีการเจริญและค้อยาได้ดีที่สุดเช่นกัน

จากการถ่ายทอดการค้อยาระหว่าง E. coli และ S. flexneri นั้นพบว่า E. coli เกือบทั้งหมดสามารถถ่ายทอดการค้อยาไปสู่ S. flexneri ได้ กล่าวคือ E. coli ที่ค้อยาคลอแรมฟินิคอล เพนิซิลลินและเตตราไซคลิน สามารถถ่ายทอดการค้อยาไปสู่ S. flexneri ได้ทุกสายพันธุ์ ส่วน E. coli ที่ค้อยาสเตรปโตไมซิน จำนวน 11 สายพันธุ์ จะถ่ายทอดการค้อยาไปสู่ S. flexneri ได้ 7 สายพันธุ์ หรือร้อยละ 63.64 เท่านั้น จากผลการทดลองดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่า E. coli ที่ค้อยาปฏิชีวนะซึ่งพบในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน นั้น สามารถถ่ายทอดการค้อยาไปสู่ S. flexneri ได้ ซึ่งการทดลองนี้ใกล้เคียงกับการทดลองของ มิทซุฮาชิและฮาราดา (Mitsuhashi and Harada, 1962 : 517-518) ที่พบว่า E. coli K-12 R₁ ที่ค้อยาเตตราไซคลิน สามารถถ่ายทอดปัจจัยการค้อยาไปสู่ E. coli 3a R₃ ได้ จึงทำให้มีคุณสมบัติค้อยาเตตราไซคลินได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีรายงานอื่น ๆ ที่พบว่า E. coli ที่แยกได้จากอาหาร น้ำดื่มและผู้ป่วย ที่พบในประเทศไทย สามารถถ่ายทอดปัจจัยการค้อยาได้เช่นกัน (Koonkhamlert and Sawyer, 1970 : 704 Saksuwan, Tanpowpong and Sawyer, 1973 : 230-232 และ Chintasiri, Inboriboon and Panasumpol, 1973 : 49-50) เป็นการยืนยันให้เห็นว่า E. coli ที่พบในประเทศไทยมีการถ่ายทอดการค้อยาจริง ส่วนวิธีการที่ใช้ในการถ่ายทอดปัจจัยการค้อยานั้น มีรายงานว่าเป็นแบบการจับคู่ (Watanabe, 1967 : 23 และ Stanier and others.

1976 : 480) ซึ่งเกิดขึ้นโดย E. coli และ S. flexneri จะมาจับคู่กันและจะมีการจำลองตัวเองของปัจจัยภูมิต่อยากอนที่จะมีการถ่ายทอดผ่าน sex pili จาก E. coli ซึ่งเป็นแบคทีเรียตัวให้ไปสู่ S. flexneri ที่เป็นแบคทีเรียตัวรับ (Burrow. 1973 : 199-201) นอกจากนี้ S. flexneri จะมีการถ่ายทอดปัจจัยภูมิต่อยากไปสู่แบคทีเรียในรุ่นต่อ ๆ ไป เป็นผลให้ S. flexneri ที่ต่อยากแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว มีรายงานการถ่ายทอดปัจจัยภูมิต่อยากของ E. coli ไปสู่แบคทีเรียตัวรับอื่น ๆ อาจเกิดขึ้นได้ด้วยวิธี transduction โดยมี phage P₁ เป็นตัวนำไป (Watanabe. 1967 : 25) แต่เนื่องจาก E. coli เป็นแบคทีเรียที่มักจะพบ phage อยู่ด้วย ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ว่าการถ่ายทอดปัจจัยภูมิต่อยากนี้เกิดโดยวิธีการ transduction เช่นกัน

สำหรับการถ่ายทอดการดื้อยาสเตรปโตไมซินจาก E. coli ไปสู่ S. flexneri บางสายพันธุ์ไม่เกิดขึ้นนี้อาจเนื่องมาจากว่าเชื้อ E. coli ที่นำมานั้นดื้อต่อยาที่มี MIC ต่ำ ๆ ซึ่งการดื้อยาในลักษณะนี้เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงที่โครโมโซม จึงไม่สามารถถ่ายทอดไปสู่ S. flexneri ในขบวนการจับคู่ได้

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสภาพแวดล้อมบางประการมีความสำคัญต่อการถ่ายทอดปัจจัยภูมิต่อยากอีกด้วย เช่น ระยะเวลาในการถ่ายทอดโดยทั่วไป พบว่าการจับคู่ของ E. coli จะเสร็จสมบูรณ์โดยใช้เวลาประมาณ 90 นาที ในที่มีอาหารเหมาะสมและที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (Krueger. 1973 : 415) แต่เนื่องจากการทดลองนี้นำเชื้อ E. coli และ S. flexneri มาเลี้ยงผสมกันในอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient broth ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง และมีการถ่ายทอดปัจจัยภูมิต่อยากเกิดขึ้นเป็นส่วนใหญ่ จึงอาจกล่าวได้ว่าในกรณีการถ่ายทอดภูมิต่อยากระหว่าง E. coli กับ S. flexneri บางคู่ที่ไม่เกิดขึ้นนั้น ไม่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลทางด้านอาหารเลี้ยงเชื้อ อุณหภูมิและระยะเวลาในการทดลองครั้งนี้ แต่อาจเกิดเนื่องจากการสูญเสียสภาพความสามารถในการถ่ายทอดปัจจัยภูมิต่อยาก ทั้งนี้เป็นเพราะเชื้อที่นำมาทดลองนี้ได้มีการถ่ายเชื้อมานานแล้ว อาจเป็นผลให้เชื้อที่ได้อาจเกิดการแบ่งเซลล์ใหม่เสียสภาพดังกล่าวนี้ได้ อีกประการหนึ่ง เชื้อ E. coli ที่นำมาทดสอบบางเชื้ออาจดื้อยาจากสาเหตุการผ่าเหล่าของยีนส์ที่โครโมโซม จึงไม่สามารถถ่ายทอดภูมิต่อยากได้

จากการวิจัยในครั้งนี้จะเห็นได้ว่า E. coli เป็นจำนวนมากที่แยกได้จากตัวอย่างอาหาร น้ำล้างภาชนะและน้ำดื่ม ที่ได้จากงานอาหารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางส่วนมีคุณสมบัติก่อถ่ายพยาธิเช่นเพนิซิลลิน, คลอแรมฟินิคอล, เทตราไซคลินและสเตรพโตไมซินได้ และการดื้อยาสามารถถ่ายทอดไปสู่ S. flexneri ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคบิดได้ เป็นผลให้ S. flexneri มีความสามารถในการดื้อยาเกิดขึ้นด้วย แสดงให้เห็นว่าอาหารต่าง ๆ ที่จำหน่ายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางส่วน มีส่วนใหญ่มิมีคุณภาพที่เหมาะสมจะใช้ในการบริโภค ทั้งนี้เพราะว่าถ้าบริโภคอาหารที่มี E. coli ที่ดื้อยาเข้าสู่ร่างกายแล้ว E. coli บางชนิดอาจทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษและสามารถทำให้เกิดโรคท้องเดินในเด็กอ่อนได้ (เนตร สุวรรณภทต 2514 : 113-115) และเชื่อกันยังสามารถถ่ายทอดลักษณะการดื้อยาให้กับ E. coli ที่ไม่ดื้อยาที่อยู่ในส่วนของลำไส้ของแต่ละคนและจะถ่ายทอดลักษณะการดื้อยาไปสู่แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารอีกหลายชนิด เช่น Salmonella typhosa ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์ และ Shigella dysenteriae ทำให้เกิดโรคบิดอีกด้วย เป็นผลให้โรคเหล่านี้ยากต่อการรักษา ในขณะเดียวกันผู้ป่วยก็จะเป็นแหล่งแพร่ระบาดของเชื้อโรคดื้อยาไปสู่บุคคลอื่น ๆ อีกด้วย การที่อัตราการดื้อยาของ E. coli ที่พบในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางส่วน มีปริมาณมากนั้นอาจเกิดเนื่องมาจากชุมชนในแถบนี้และบริเวณใกล้เคียงมีการใช้ยาปฏิชีวนะกันอย่างแพร่หลายและไร้หลักเกณฑ์ในการใช้ยาปฏิชีวนะ จึงทำให้ E. coli ในร่างกายมีปัจจัยภูมิคุ้มกันที่มีความสามารถในการถ่ายทอดการดื้อยาในอัตราสูงด้วย นอกจากนี้ในบริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยเฉพาะฉะเชิงเทราและชลบุรี มีการประกอบอุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์อย่างแพร่หลาย เช่น หมูและสัตว์ปีกต่าง ๆ ได้มีการนำยาปฏิชีวนะผสมในอาหารสัตว์เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยง จึงเป็นการช่วยเพิ่มปริมาณแบคทีเรียที่มีปัจจัยภูมิคุ้มกันดื้อยาให้มากขึ้นและสามารถแพร่สู่ผู้บริโภคได้ (Kerr. 1977 : 283) มีรายงานว่า E. coli ที่ได้จากสัตว์เลี้ยงที่มีสุขภาพดีในฟาร์มต่าง ๆ นั้น จะมีการดื้อยาเตตราไซคลิน, สเตรพโตไมซินและคลอแรมฟินิคอลในปริมาณสูง E. coli เหล่านี้สามารถถ่ายทอดการดื้อยาไปสู่แบคทีเรียตัวรับในอัตราสูงมากอีกด้วย (Walton. 1966 : 1302) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของผู้วิจัยเช่นกัน ดังนั้นจึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะมีการควบคุมการใช้ยาปฏิชีวนะกันอย่างจริงจัง

เพื่อลดการแพร่ระบาดของแบคทีเรียที่ก่อโรค นอกจากนี้การควบคุมคุณภาพทางด้านอาหารของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน ให้ได้สัญลักษณ์ที่ดีจึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการป้องกันปัญหาดังกล่าวนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาครั้งนี้ ศึกษาปรากฏการณ์และปัจจัยภูมิโคเอยาของ E. coli ที่ได้จากร้านอาหารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน เท่านั้น ควรจะได้มีการศึกษาถึงปรากฏการณ์เดียวกันของ E. coli ในบริเวณร้านอาหารบริเวณใกล้เคียง เช่น ตลาดหนองมนหรือชายหาดบางแสน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง

2. ควรศึกษาปรากฏการณ์โคเอยาของ E. coli ทดสอบภูิชีวนะชนิดอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อจะได้ทราบสภาวะของการใช้ยาปฏิชีวนะในภูมิภาคนี้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ครรชิตเทพ คณเฝ้าพงษ์ "ปรากฏการณ์คื้อยาของเชื้อโรคในประเทศไทย" ปัญญา
1 : 51-53 สิงหาคม 2516
- ทัศนัย สุริยจันทร์ "บทบาทของแบคทีเรียในลำไส้ต่อการออกฤทธิ์ของยาบางชนิด"
วารสารเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล 1 : 20-22 มกราคม-มีนาคม 2520
- เนตร สุวรรณคุณหาสน์ และ กัมพล พันธ์อำพล "เอสเชอริเชีย โคไล ที่เป็นสาเหตุ
โรคทองเค็นในเด็กก่อน" วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 3 : 109-115
มีนาคม 2514
- ประเสริฐ พิศาลสุทธิศิลป์ และ อัลซี้ คงฟู "การหาเชื้อและการควบคุมคุณภาพของ
น้ำในสระว่ายน้ำและแหล่งเก็บน้ำในบริเวณจังหวัดเชียงใหม่" วารสารเทคนิค
การแพทย์เชียงใหม่ 10 : 139-147 กันยายน 2520
- ปราโมทย์ ทองกระจาย และ ชัยวัฒน์ วัชรารักษ์ "การตรวจหาแบคทีเรียในบริเวณ
โรงอาหารของมหาวิทยาลัยขอนแก่น" วิทยาสาร มข. 3 : 20-27 มกราคม
- เมษายน 2517
- ปานจิตต์ เอกะจัมปะกะ และคนอื่น ๆ "การตรวจวินิจฉัยโรคอันเกิดจากเชื้อ Pathogenic
E. coli โดยวิธี Direct Immunofluorescence Technique" วารสาร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 16 : 177-186 ตุลาคม 2517
- ปานจิตต์ เอกะจัมปะกะ และคนอื่น ๆ "การสำรวจเชื้อลำไส้ในอาหารชนิดต่าง ๆ จาก
ร้านอาหารในเขตเทศบาลนครหลวง กรุงเทพฯ ปี 2514" วารสารของกรม
วิทยาศาสตร์การแพทย์ 14 : 5-18 ตุลาคม 2515
- พิไลพรรณ พงษ์พล และ บัญญัติ สุขศรีงาม จุลชีววิทยา เล่ม 1 พิมพ์ครั้งที่ 2
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน
2521, 410 หน้า
- สนธิ กาญจนเทพ "การตรวจความสะอาดของภาชนะบรรจุอาหารจากร้านจำหน่าย
อาหารในเขตเทศบาลนครหลวง กรุงเทพฯ" วารสารของกรมวิทยาศาสตร์การ
แพทย์ 4 : 20-27 ตุลาคม 2514

สมณฑิ วัฒนสินธุ์ และคนอื่น ๆ "รายงานสำรวจสุขภาพลักษณะของอาหารจากครัวสายการบิน
ระหว่างประเทศและภัตตาคาร ณ ท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ วิทยาศาสตร์การอาหาร

8 : 35-49 พฤศจิกายน 2518

โสภณ คงสำราญ และ พงษ์ โกลลภิส "ระดับเชื้อยารักษาต่าง ๆ ที่พบในสแตฟฟิโล

ค็อกคัส ออเรียส" สารเทคนิคการแพทย์ 3 : 58-69 ธันวาคม 2520

กัญ หวังวีระ "โรคติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ" วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ยาละยมหิคล 2 : 103-115 เมษายน-มิถุนายน 2518

ลัมย์ โสมนพันธ์ "การตรวจน้ำทางจุลินทรีย์วิทยา" วารสารกรมวิทยาศาสตร์ 3 :

179-182 มกราคม 2520

วิเคราะห์อาหารและเครื่องดื่ม, กอง หน่วยวิเคราะห์อาหารทางจุลินทรีย์ แผนกตรวจ

อาหาร "การวิเคราะห์จุลชีพทางจุลินทรีย์ของไอศกรีมในพระนคร ชนบุรีและ

นนทบุรี ระหว่าง มิถุนายน-ตุลาคม 2514" วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

3 : 51-62 ตุลาคม 2514

Anderson, E.S. and M.J. Lewis. "Drug Resistance and its Transfer
in Salmonella typhimurium," Nature. 206 : 579-583, May, 1965.

Andrews, W.H. and others. "Bacteriological Survey of the channel
Catfish (Ictalurus punctatus) at the Retail Level," J. of Food
Science. 42 : 359-363, February, 1977.

Arbuckle, J.B.R. "Antibiotic Containing Enrichment Media for
certain Escherichia coli strains of Porcine origin," J. of
Medical Microbiology. 1 : 161-163, October, 1968.

Benveniste, R. and J. Davies. "Mechanisms of Antibiotic Resis-
tance in Bacteria," Annual Review of Biochemistry. 42 : 471,
January, 1973.

Bettelheim, K.A. "The Sources of "OH" serotype of Escherichia
coli," J. of Hygiene. 80 : 83-114, February, 1978.

Borkowska-Opacka, Bogna and Marian Truszczyński. "Cross Resis-
tance to Nitrofurantoin Compounds in E. coli strains Isolated
from Pigs," Experimental Medicine and Microbiology. 24 : 1-7,
January, 1972.

- Bryan, L.E. and H.M. Van Den Elzen. "Gentamycin Accumulation by Sensitive strain of Escherichia coli and Pseudomonas aeruginosa," J. of Antibiotics. 28 : 696-703, September, 1975.
- Burrows, William. Textbook of Microbiology. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1973. 1,035 p.
- Chintasiri, Sudaporn, Prayool Inboriboon and Kampol Panasampol. "Transfer of R-Factor Mediating Chloramphenicol and Tetracycline Resistance from One species of Enterobacteriaceae Isolate from Patients to another," Bulletin of Ching Mai Medical Technology. 6 : 47-53, January, 1973.
- Craven, S.E. and A.J. Mercuri, "Total Aerobic and Coliform Counts in Beef-Soy and Chicken-Soy Patties During Refrigerated Storage," J. of Food Protection. 40 : 112-115, February, 1977.
- Davis, Bernard D. and others. Microbiology. New York, Harper & Row, Publisher, 1973. 1,562 p.
- Devaud, Marlyse, Fritz H. Kayser and Ursula Huber. "Resistance of Bacteria to the Newer Aminoglycoside antibiotics : An Epidemiological and Enzymatic study," J. of Antibiotic. 30 : 655-663, August, 1977.
- Diedrichsen, A, J. Bang and H. Heding. "A new type of Inactivation of streptomycin by E. coli," J. of Antibiotics. 30 : 83-87, January, 1977.
- Dulaney, Eugene L. and Carolyn L. Ruby. "In vitro Development of Resistance to Fosfomycin," J. of antibiotics. 30 : 252-261, March, 1977.
- Eriksson-Grennberg, Kerstin G., Kurt Nordstrom and Per Englund. "Resistance of Escherichia coli to Penicillins," J. of Bacteriology. 108 : 1210-1223, August, 1971.
- Faparusi, S.I. "Microorganism from oil palm tree (Elaeis guineensis) tap holes," J. of Food Science. 39 : 755-757, July-August, 1974.
- Foster, James F., James L. Fowler and John Dacey. "A Microbial Survey of Various Fresh and Frozen Seafood Products," J. of Food Protection. 40 : 300-303, May, 1977.
- Frobisher, Martin and others. Fundamentals of Microbiology. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1974. 850 p.
- Ginoza, Herbert S. and Thomas S. Matney. "Transmission of A Resistance Transfer factor from Escherichia coli to two species of Pasteurella," J. of Bacteriology. 83 : 1177-1178, December, 1963.

- Gray, Peter. The Dictionary of the Biological Sciences. New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1976. 602 p.
- Greenwood, D. and F.O. Grady. "The Activity of Polymyxins Against Escherichia coli in an In Vitro Model of the Urinary Bladder," J. of Medical Microbiology. 10 : 255-259, May, 1977.
- Hori, Makoto and others. "Inhibition of R-Factor Transfer and Phage Infection by Requinoxycin," J. of Antibiotics. 25 : 629-633, October, 1972.
- Hori, Makoto and others. "Requinoxycin, an inhibition of R-Factor transfer Isolated, characterization and properties," J. of Antibiotics. 25 : 393-399, 1972.
- Jawetz, Ernest and others. Review of Medical Microbiology. Lange Medical Publications, California, 1966. 492 p.
- Jawetz, Ernest and others. Review of Medical Microbiology. Lange Medical Publication, California, 1974. 528 p.
- Joklik, Wolfgang K. and Hilda P. Willett. Microbiology. New York, Appleton-Century-Crofts, 1976. 1,223 p.
- Kamiryo, Tatsuyuki and Jack L. Strominger. "Penicillin Resistant Temperature-Sensitive Mutant of Escherichia coli which Synthesize Hypo- or Hyper Cross-kinked Peptidoglycon," J. of Bacteriology. 117 : 568-577, February, 1974.
- Kennedy, J.E. and J.L. Oblinger, "Survey of Microflora on the Top Surface of Vended Canned drinks," J. of Food Protection. 40 : 558-559, August, 1977.
- Kerr, Eldred E. "Studies do not prove either Transfer or not-transfer of Antibiotics resistance," Poultry Digest. P. 283-284, June, 1977.
- Kongsamran, Sophon and Cherdasak Dhiraputra. "Antibiotics Resistance of Vibrio cholerae or Biotype eltor," J. of the Medical Ass. of Thailand. 58 : 339-346, June, 1975.
- Koonkhamlert, Chawewan and William D. Sawyer. "Infections Drug Resistance Among Pathogenic Enteric Bacilli Isolate in Thailand," J. of the Medical Ass. of Thailand. 53 : 700-706, October, 1970.
- Koonkhamlert, Chawewan and William D. Sawyer. "Infections Drug Resistance in Enterobacteriaceae," J. of the Medical Ass. of Thailand. 53 : 712-731, October, 1970.
- Krueger, Robert G. and others. Introduction to Microbiology. New York, The Macmillan Company, 1973. 815 p.

- Lacey, R.W. "Antibiotic Resistance Plasmid of Staphylococcus aureus and their clinical importance," Bacteriological Review. 39 : 1, February, 1975.
- Lachmajer, Malgorzata. "Studies on the Infections Drug Resistance Factor in Salmonella strains Isolated in Poland," Experimental Medicine and Microbiology. 22 : 21-28, June, 1975.
- Meneley, J.C. and M.E. Stanghellini. "Detection of Enteric Bacteria within Locular Tissue of Healthy Cucumber," J. of Food Science. 39 : 1267, November-December, 1974.
- Meyer, Richard D. "In Vitro Susceptibility of Cephalothin Resistant Enterobacteriaceae to Cefoxitin and BL - S786," J. of Antibiotics. 30 : 326-329, April, 1977.
- Mitsuhashi, S. and K. Harada. "Transmissible Drug resistance Factors and Formation of Multiple Resistance," Nature. 195 : 517-518, August, 1962.
- Noyes, Howard E., Rangasri Benjadol and Robert L. Taylor. "Comparative Antimicrobial Susceptibility of Enteropathogens Isolated in Thailand from 1963-1967," J. of the Medical Ass. of Thailand. 52 : 115-124, February, 1969.
- Otaya, Hirokazu and others. "Studies on the Drug Resistance of Staphylococci and Escherichia coli against Antibiotics. II General Tendency of Resistant strains," J. of Antibiotics. 23 : 324-335, July, 1970.
- Otaya, Hirokazu and Suguru Machihara. "Studies on the Drug Resistance of Staphylococci and Escherichia coli against Antibiotics IV Acquire Multiple Drug Resistances and its Influence on the Minimum Inhibitory Concentration in these strains," J. of Antibiotics. 26 : 84-93, February, 1973.
- Reed, Norman D., Donna G. Sieckman and Carl E. Georgi. "Transfer on Infections Drug Resistance in Microbially Defined Mice," J. of Bacteriology. 100 : 22-26, October, 1969.
- Roantree, Robert J. and John P. Steward. "Mutation to Penicillin Resistance in the Enterobacteriaceae that Affect Sensitivity to Serum and Virulence for the Mouse," J. of Bacteriology. 89 : 630-639, March, 1965.
- Smith, M.G. "Transfer of R-factor from Escherichia coli to Salmonella in the Rumen of sheep," J. of Medical Microbiology. 10 : 29-35, February, 1977.

- Sokatch, John R. and Joseph J. Ferretti. Basic Bacteriology and Genetics. Chicago, Year Book Medical Publishers, 1976. 264 p.
- Stanier, Roger Y. and others. The Microbial World. New Jersey, Prentice-Hall, 1976. 871 p.
- Suksuwan, Mayource, Kunchitthape Tanpowpong and William D. Sawyer. "Infections Drug Resistance In Thailand V. Drug Resistant Escherichia coli In Foods and water from central Thailand," J. of the Medical Ass. of Thailand. 56 : 228-232, April, 1973.
- Surkiewicz, Bernard F. and others. "Bacteriological Survey and Refrigerated Storage Test of Vacuum-Packed Sliced Imported Canned Ham," J. of Food Protection. 40 : 109-111, February, 1977.
- Walton, J.R. "Infections Drug Resistance in E. coli isolated from Healthy Farm Animal," Lancet. 2 : 1300-1302, December, 1966.
- Watanabe, T. "Evolutionary Relationship of R-factor with other Episome and Plasmis," Federation Proceedings. 26 : 23, January - February, 1976.
- Yasmuth, Chamroon and others. "Coliforms in Drinking Water and Utensils of Restaurant in Chiang Mai," Bulletin of Chiang Mai Medical Technology. 5 : 17-22, March, 1972.

ព្រះធម្មវរ្ម័ន

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง

1. Lactose broth มีสูตรดังนี้

beef extract 3 กรัม

peptone 5 กรัม

lactose 5 กรัม

นำส่วนผสมละลายในน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ

121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2. Eosin methylene blue (EMB) agar มีสูตรดังนี้

peptone 10 กรัม

lactose 5 กรัม

succharose 5 กรัม

dipotassium phosphate 1 กรัม

eosin Y 0.4 กรัม

methylene blue 0.065 กรัม

agar 13.5 กรัม

นำส่วนผสมละลายในน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ

120 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

3. Triple sugar iron (TSI) agar มีสูตรดังนี้

beef extract 5 กรัม

yeast extract 5 กรัม

peptone 15 กรัม

proteose peptone 5 กรัม

dextrose 1 กรัม

lactose 10 กรัม

saccharose 10 กรัม

ferrous sulfate	0.2	กรัม
sodium chloride	5	กรัม
sodium thiosulfate	0.3	กรัม
agar	12	กรัม
phenol red	0.024	กรัม

นำส่วนผสมละลายในน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ

121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

4. Macconkey agar มีสูตรดังนี้

peptone	20	กรัม
lactose	10	กรัม
bile salts	5	กรัม
sodium chloride	5	กรัม
neutral red		

agar 12 กรัม

นำส่วนผสมละลายในน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ

121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

5. Simmons citrate agar มีสูตรดังนี้

magnesium sulfate	0.2	กรัม
ammonium dihydrogen phosphate	1	กรัม
dipotassium phosphate	1	กรัม
sodium citrate	2	กรัม
sodium chloride	5	กรัม
agar	15	กรัม
brom thymol blue	0.08	กรัม

นำส่วนผสมละลายในน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ

121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที