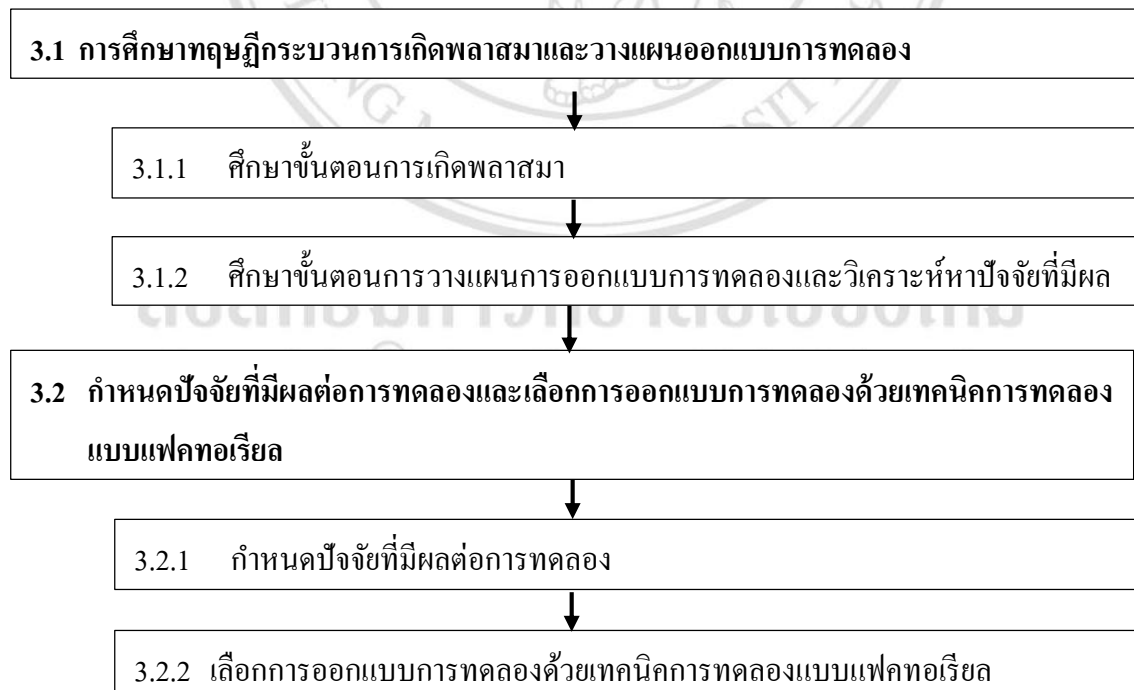


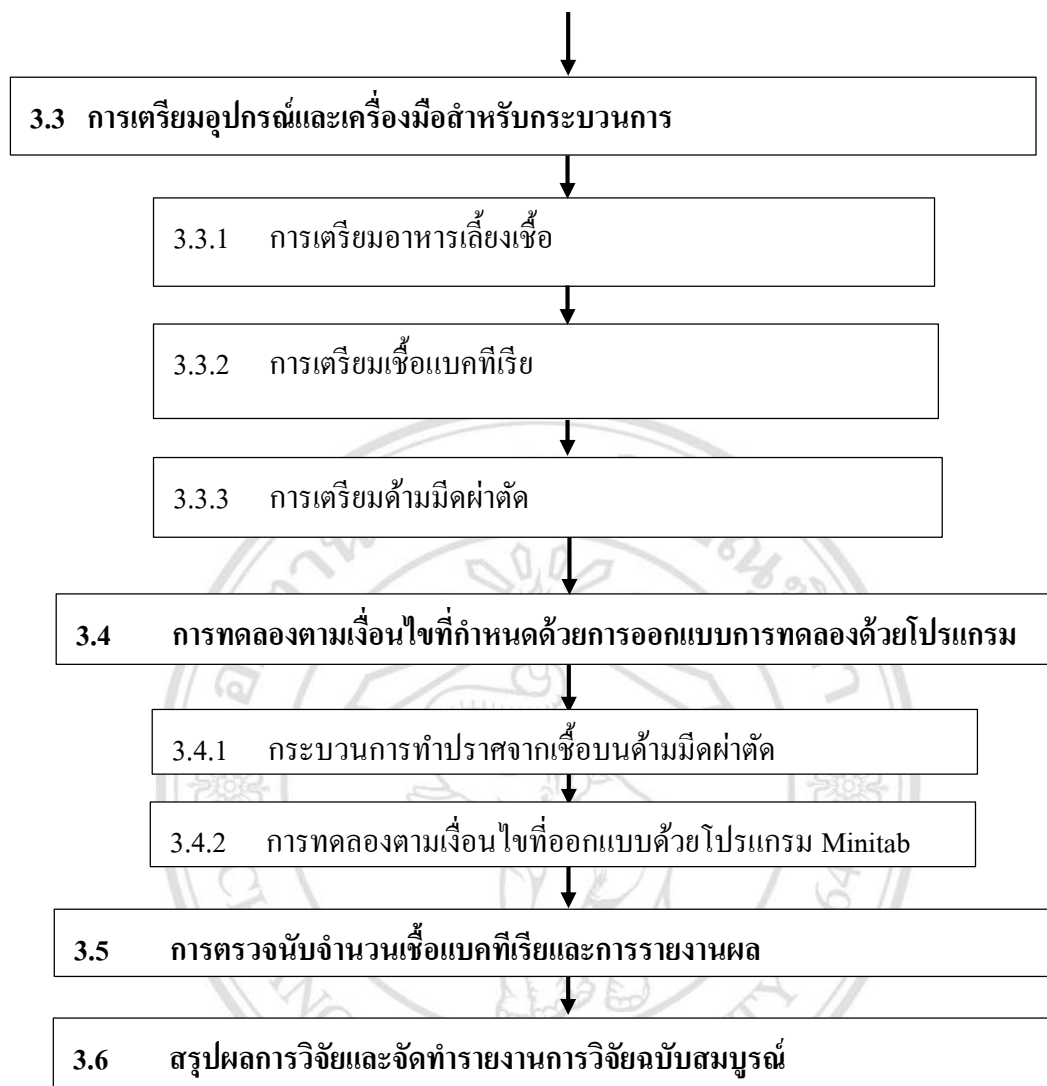
บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

กระบวนการทำพลาสมา มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดการปราศจากเชื้อบนด้ามมีดผ่าตัด โดยทำการศึกษาครอบคลุมถึงกระบวนการทำให้เกิดพลาสมา ผลกระทบของพลาสมา กับผลิตภัณฑ์ปัจจัยที่ส่งผล และการตรวจวิเคราะห์ประสิทธิภาพของพลาสมาที่ใช้ในกระบวนการ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยต่างๆ ซึ่งอาศัยการออกแบบการทดลองเชิงเศษส่วนร่วมกับการออกแบบพื้นผิวผลตอบเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลและหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดสำหรับกระบวนการปราศจากเชื้อด้วยเทคนิคพลาสมาแบบไดอิเล็กทริกแบริเออร์ดิสชาร์จ โดยมีแบบแผนการทดลองตามขั้นตอนดังรูป 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำวิจัย



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำวิจัย (ต่อ)

3.1 การศึกษาทฤษฎีกระบวนการเกิดพลาสมาและวางแผนออกแบบการทดลอง

3.1.1 ศึกษาขั้นตอนการเกิดพลาสมา

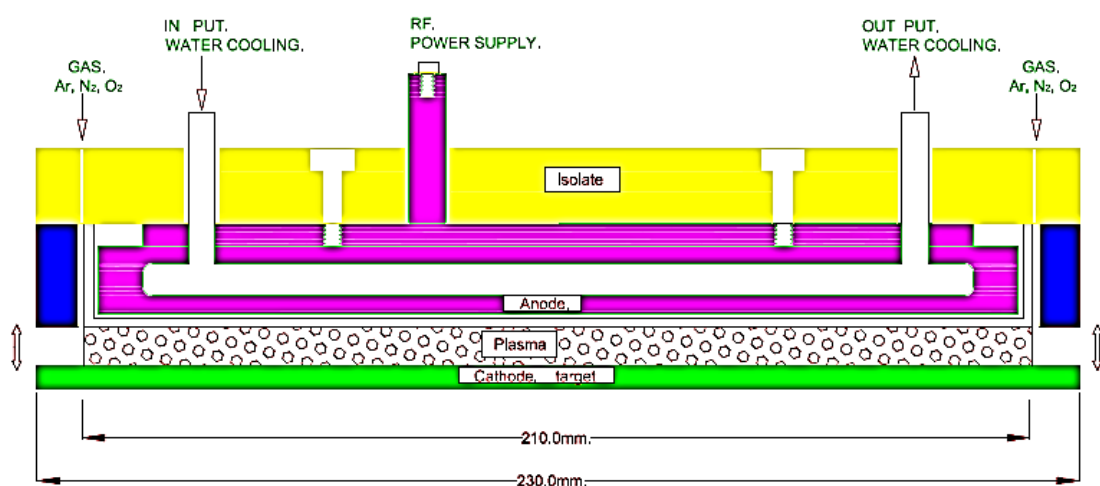
จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่างๆ ได้วิเคราะห์และเลือกใช้เทคนิคการทำพลาสมาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งสามารถทำได้ง่ายและมีต้นทุนในกระบวนการต่ำกว่าการใช้พลาสมาที่ระบบสุญญากาศ เลือกใช้แหล่งกำเนิดด้วยคลื่นความถี่ที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งการเกิดพลาสมาสามารถอธิบายจากสภาพก๊าซที่ถูกทำให้เป็นไอออนในการดิสชาร์จด้วยไฟฟ้า โดยพลาสมาสามารถเกิดได้โดยการให้สนามไฟฟ้าปริมาณมากแก่ก๊าซที่เป็นกลาง เมื่อพลังงานส่งผ่านไปยังอิเล็กตรอนอิสระมากพอ จะทำให้

อิเล็กตรอนอิสระชนกับอะตอม และทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม กระบวนการนี้เรียกว่า กระบวนการแตกตัวเป็นไอออนซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้จำนวนอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาเพิ่มขึ้นจำนวนขึ้นอย่างมากซึ่งจะทำให้ก๊าซแตกตัวและในที่สุดจะได้เป็นพลาสมา

โดยสามารถวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกับพลาสมาแบบไดอิเล็กทริกแบบบริเออร์ คอสซาร์จคือ ระยะห่างระหว่างขั้วแอโนดของการเกิดพลาสมาที่บนผิวผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงาน ระยะเวลาที่ใช้ในการทำพลาสมา แรงดันไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการดิสชาร์จพลาสมา ชนิดของก๊าซที่เลือกใช้ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพกับการทำปฏิกิริยาจากเชื้อ ปริมาณของก๊าซที่ใช้โดยจะทำการศึกษาก๊าซตามอัตราส่วนตั้งแต่ปริมาณ 1-100 เปอร์เซ็นต์ เป็นปริมาณของก๊าซที่ใช้ทั้งก๊าซบริสุทธิ์และก๊าซที่มีการผสมแล้วเพื่อเป็นการเปรียบเทียบและแสดงถึงประสิทธิภาพของก๊าซที่ใช้ ซึ่งทำการศึกษาข้อมูลตามตารางการเปรียบเทียบตารางที่ 2.2

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการวางแผนการออกแบบการทดลองและวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผล

การออกแบบการทดลองใช้ในการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง และกำหนดระดับของปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง โดยการตั้งวัตถุประสงค์ของการทดลองให้ชัดเจนมีขอบเขตเฉพาะสามารถปฏิบัติได้จากการศึกษาค้นคว้าและทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่อาจจะมีผลต่อการทดลองเบื้องต้น ได้แก่ ระยะห่างระหว่างขั้วแอโนดของการเกิดพลาสมา กับผลิตภัณฑ์ (Gauge Range) ระยะเวลาในกระบวนการ (Treatment Time) เป็นระยะเวลาที่เกิดพลาสมาบนผิวชิ้นงาน กำลังไฟฟ้า (Voltage) หรือกำลังไฟฟ้าสำหรับการจุดพลาสมา ชนิดของก๊าซที่ใช้โดยเลือกก๊าซ ได้แก่ Ar และ O₂/Ar อัตราการไหลของก๊าซอาร์กอน (Argon Flow Rate) โดยอ้างอิงตามประสิทธิภาพในการปล่อยก๊าซอาร์กอนของเครื่องพลาสมาในหน่วย l/min (Liter Standard per Minute)



รูปที่ 3.2 แสดงผังโครงสร้างเครื่องพลาสมาแบบไดอิเล็กทริกแบบบริเออร์คอสซาร์จ

3.2 กำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองและเลือกการออกแบบการทดลองด้วยเทคนิคการทดลองแบบแฟคทอเรียล

3.2.1 การกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง

เมื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลแล้วสามารถกำหนดปัจจัยเบื้องต้นอย่างชัดเจนจากการศึกษาสอบถามนักปฏิบัติการพลาสมา รวมทั้งค้นคว้าข้อมูล เพื่อตรวจสอบข้อจำกัดของเครื่องร่วมกับวัสดุเป้าหมายในการทำปฏิกิริยาจากเชื้อด้วยเทคนิคพลาสมา คือ ค้ำมมิดผ่าตัดเบอร์ 3 โดยสามารถกำหนดรายละเอียดของปัจจัย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของปัจจัยที่มีผลและการกำหนดระดับของปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับของปัจจัย		สัญลักษณ์
	ต่ำ (-1)	สูง (+1)	
1) ระยะห่างระหว่างขั้วแอโนดของการเกิดพลาสมา กับค้ำมมิดผ่าตัด (มิลลิเมตร)	3.8	5.0	A
2) ระยะเวลาในกระบวนการ (นาทีก)	5	10	B
3) กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	80	180	C
4) ชนิดของก๊าซที่เลือกใช้	Ar	Ar/O ₂	D
5) อัตราการไหลของก๊าซอาร์กอน (ลิตรต่อนาที)	10	22	E

3.2.2 เลือกการออกแบบการทดลองด้วยเทคนิคการทดลองแบบแฟคทอเรียล

(1) การออกแบบการทดลองโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเชิงเศษส่วน (Fractional Factorial Design) เป็นการทดลองตามเงื่อนไขการออกแบบการทดลองเพียงบางส่วน คือทำการทดลองและกำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษาก k ปัจจัย และทำการทดลองแฟคทอเรียลเชิงเศษส่วนเพียง $\frac{1}{2^p}$ จากเงื่อนไขของการทดลองทั้งหมดในการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มจำนวน (Full Factorial Design) ซึ่งเหมาะสมสำหรับการออกแบบการทดลองที่มีข้อจำกัดในด้านของทรัพยากร ตามขั้นตอนต่อไปนี้

(2) กำหนดนิยามเกี่ยวกับตัวแปรในการทดลอง โดยกำหนดให้ตัวเลขแสดงคุณสมบัติของตารางการออกแบบการทดลอง (Resolution Numbers) มีตัวเลขสูงสุด ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการแปรผลการทดลอง สำหรับการทดลองนี้มีปัจจัย 5 ปัจจัย โดยแทนสัญลักษณ์รายละเอียดของปัจจัยเป็น A B C D และ E ตามตารางที่ 3.1

(3) สร้างตารางการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวน (Full Factorial Design) ของปัจจัยชุดหลักที่มีจำนวนการทดลองทั้งสิ้น 2^{k-p} เงื่อนไข โดยการกำหนดให้ k คือ จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา สำหรับการทดลองนี้เท่ากับ 2^{5-2} ปัจจัย

(4) กำหนดคอลัมน์แสดงเงื่อนไขการทดลองของชุดปัจจัยชุดรอง 2 ตัว ได้แก่ ปัจจัย k เท่ากับผลคูณระหว่างคอลัมน์แสดงเครื่องหมายของปัจจัยชุดหลักทั้งหมดจำนวน $k-1$ ปัจจัย ทำให้กำหนด k เท่ากับ $A \times B \times C \times D \times (k-1)$ และเรียกปัจจัยชุดรองนี้ว่า ตัวก่อกำเนิดการออกแบบการทดลอง (Design Generator)

(5) สร้างสมการกำหนดความสัมพันธ์จากตัวก่อกำเนิดการออกแบบการทดลองโดยเขียนในรูปเอกลักษณ์การคูณ คือ $I = ABCDE$ จากสมการนี้จะสามารถหาตัวเลขคุณสมบัติของตารางการออกแบบการทดลอง

(6) เขียนสมการโครงสร้างแฝง (Alias Structures) เป็นสมการที่บอกความหมายของผลกระทบที่คำนวณได้จากการทดลองแสดงให้เห็นถึงผลกระทบใดบ้างที่ปนกัน ทำการทดลองเพิ่มเติมโดยกลับเครื่องหมายในตารางออกแบบการทดลองปัจจัยบางตัวในชุดที่ 2 ให้ตรงข้ามกับชุดที่ 1 (Fold over) และนำผลการทดลองทุกชุดมาวิเคราะห์ร่วมกันด้วยโปรแกรม เพื่อหาข้อสรุปสำหรับความเหมาะสมของข้อมูลเพื่อการสร้างแบบจำลองต่อไป

(7) ทำการทดลองตามเงื่อนไขโดยการทำการทดลองทั้งหมด 2 ชุดเพื่อเปรียบเทียบค่าการกระจายของผลการทดลองที่ได้มีความแม่นยำและถูกต้องของทั้ง 2 ชุดการทดลอง

(8) วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อวิเคราะห์ว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ และทำการเปรียบเทียบผลการทดลองกับจุดกึ่งกลาง โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรมมินิแทปเพื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ

(8.1) การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยดูจากเพื่อดูความเหมาะสมของข้อมูลตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูลว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ หรือไม่ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล โดยใช้แผนภูมิการกระจาย และคุณลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลว่าเป็นอิสระต่อกัน หรือไม่ตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน โดยใช้แผนภูมิการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลในแต่ละระดับปัจจัยว่าเป็นอิสระต่อกัน หรือไม่

(8.2) การทดสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-Square) เป็นการวิเคราะห์ว่าการออกแบบการทดลองที่ได้ทำการออกแบบมานั้นมีความเหมาะสม หรือไม่เพียงใด ซึ่งโดยปกติในการทดลองทุกครั้งจะมีความผัน

แปรที่ไม่สามารถอธิบายได้ หรือความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ การออกแบบการทดลองที่ดีควรที่จะทำให้เกิดความผันแปรเหล่านี้ให้น้อยที่สุดสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (3.1)

$$R^2 = \left(\frac{SS_{\text{model}}}{SS_{\text{total}}} \right) \times 100\% \quad (3.1)$$

(8.3) การวิเคราะห์ความแปรปรวน การวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้นสามารถอ่านค่าของ P-Value ได้จากโปรแกรมมินิแทปโดยเปรียบเทียบจากค่า α ที่กำหนด ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดค่า $\alpha = 0.05$ ซึ่งหมายความว่าหากค่าของ P-Value มีค่ามากกว่า 0.05 จะสามารถสรุปได้ว่า ค่าความแตกต่างของความแปรปรวนนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หากมีค่าน้อยกว่า 0.05 จะสามารถสรุปได้ว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ

(9) ทำการหาค่าที่ดีที่สุดของผลตอบที่ได้จากการใช้เทคนิคการออกแบบพื้นผิวผลตอบ (RSM) ด้วยวิธีการหาค่าผลตอบจากปัจจัยและเคลื่อนย้ายไปสู่ผลตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีการเคลื่อนที่บนเส้นทางที่ชันที่สุดจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อเงื่อนไขปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองอย่างมีนัยสำคัญด้วยฟังก์ชัน Response Optimizer จากโปรแกรม Minitab16.0

3.3 การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับกระบวนการ

3.3.1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้สำหรับการทำการทดลองจะทำการเตรียมในลักษณะของอาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็ง (Nutrient Agar; NA) ตามขั้นตอนในการเตรียมดังต่อไปนี้

- 1) เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar จากอาหารเลี้ยงเชื้อแบบเหลว (Nutrient Broth; NB) ด้วยการชั่งสารเคมีตามอัตราส่วน

Beef Extract	3.0	กรัม
Peptone	5.0	กรัม
Distilled water	1,000	มิลลิลิตร

- 2) ละลายสารเคมีที่ชั่งให้ผสมกันได้เป็นสารละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ NB โดยทำการปรับค่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ที่ 7.2 จากนั้นเติมผงวุ้น (Agar) 8.5 กรัมลงในขวดทดลองปริมาตร 450 มิลลิลิตร เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ NB ลงไปเพื่อละลายผงวุ้น เขย่าให้เข้ากัน และนำไปทำการปราศจากเชื้อด้วยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ

(Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
ระยะเวลา 15 นาที

3.3.2 การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย

ศึกษาการเพาะเชื้อสำหรับการเตรียมการทดลองเพื่อกระบวนการทำปราศจากเชื้อ จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยสำหรับการเตรียมเชื้อเพื่อใช้ในการทดลอง ศึกษาผลของปัจจัยที่มีผลต่อการเพาะเชื้อ และเลือกเชื้อที่ใช้ในการทดลอง คือ *Escherichia coli* เป็นตัวแทนของแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) และ *Staphylococcus aureus* เป็นตัวแทนของแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) โดยแบคทีเรียทั้งสองแกรมเป็นตัวแทนของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคซึ่งพบได้ทั่วไป จากการวิเคราะห์และรวบรวมเอกสารงานวิจัยสามารถระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเพาะเชื้อ คือ อุณหภูมิ ระยะเวลาในการเพาะเชื้อ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยมีทำการเตรียมเชื้อแบคทีเรียทั้งสองแกรมในอาหารเลี้ยงเชื้อ NB เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นปรับความขุ่นของแบคทีเรียด้วย 1% peptone water ให้มีความขุ่นเท่ากับ 1 McFarland Standard ที่มีจำนวนของเชื้ออยู่ที่ประมาณ 3.0×10^8 CFU/ml และตรวจสอบด้วยคลีนสเปกโตรมิเตอร์ให้มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 600 นาโนเมตร

เลือกปริมาณของเชื้อแบคทีเรียเจือจางที่ $10^0 - 10^{-3}$ หรือความที่ระดับความเข้มข้นเริ่มต้นเป็นปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการนับจำนวนเชื้อแบคทีเรีย โดยเชื้อแบคทีเรียแสดงให้เห็นได้ชัดเจน คือ ไม่หนาแน่นเกินไปซึ่งจะส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการนับจำนวนของเชื้อแบคทีเรียได้น้อยโดยวิธีการนับเชื้อแบคทีเรียจะใช้เทคนิควิธี Spread plate ดังต่อไปนี้

(1) จากความเข้มข้นเริ่มต้น ทำการเจือจางตัวอย่างลำดับส่วนแบบ 10 เท่า เมื่อถึงความเจือจาง 1: 10 ใช้ปิเปตดูด 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหาร Nutrient agar และใช้ปิเปตอันเดียวกัน ดูดของผสมใส่ในขวดที่มีน้ำกลั่นไร้เชื้ออยู่ 9 มิลลิลิตร คูลน้ำในขวดขึ้นลงเพื่อล้างปิเปตจำนวน 5 ครั้ง ผสมให้เข้ากันดี ได้ความเจือจางเป็น 1: 10^2

(2) ใช้ปิเปตอันใหม่ดูดตัวอย่างที่มีความเจือจาง 1: 10^2 จำนวน 0.1 ml. ใส่บนอาหาร NA ก่อน ใช้ปิเปตอันเดียวกันดูดของผสมใส่ในขวดที่มีน้ำกลั่นไร้เชื้ออยู่ 9 มิลลิลิตร คูลน้ำในขวดขึ้นลงเพื่อล้างปิเปตจำนวน 5 ครั้ง ผสมให้เข้ากันดี ได้ความเจือจางเป็น 1: 10^3

(3) ใช้ปิเปตอันใหม่ดูดตัวอย่างที่มีความเจือจาง 1: 10^3 จำนวน 0.1 มิลลิลิตร ที่ผสมเข้ากันดีแล้วใส่บนอาหาร Nutrient agar

(4) ใช้ Sterile spreader รูปตัว L กลิ้งตัวอย่างบนผิวหน้าอาหาร NA ให้กระจายทั่วทั้งจานก่อนนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 ° C นาน 48 ชั่วโมง

(5) ตรวจสอบผลปฏิบัติการ โดยสังเกตการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ลักษณะของโคโลนี และนับจำนวนแบคทีเรียบนอาหาร NA

3.3.3 การเตรียมน้ำล้างมือผ่าตัด

ทำการเตรียมน้ำล้างมือผ่าตัดตามขั้นตอนการทำความสะอาด คือ การทำการปราศจากเชื้อด้วยการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ เป็นการใช้น้ำร้อนและแรงดันสูงเพื่อทำให้วัสดุที่ผ่านกระบวนการมีสภาพที่ปราศจากเชื้อ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) นำผ้ามีดผ่าตัดมาผ่านขั้นตอนการทำความสะอาดเพื่อขจัดสิ่งสกปรกด้วยแอลกอฮอล์ 70% และเช็ดให้แห้ง
- 2) นำผ้ามีดมาจัดวางในขวดทดลองเพื่อเตรียมเข้าเครื่องสำหรับการ Autoclave
- 3) นำผ้ามีดผ่าตัดมา Autoclave ซึ่งใช้ระยะเวลา 15 นาทีที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- 4) ทำให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 60 °C เป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง ในตู้ปลอดเชื้อ หลังจากนั้นนำผ้ามีดออกเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการนำไปทำการทดลองต่อไป



รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการใส่เชื้อแบคทีเรียบนผ้ามีดภายในตู้ปลอดเชื้อ (ซ้าย) และผ้ามีดผ่าตัดที่ผ่านกระบวนการใส่เชื้อแล้ว (ขวา)

3.4 การทดลองตามเงื่อนไขที่กำหนดด้วยการออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรม

3.4.1 กระบวนการทำปราศจากเชื้อบนผ้ามีดผ่าตัด

- 1) เตรียมผ้ามีดผ่าตัดและอุปกรณ์สำหรับการเพาะเชื้อพร้อมทำความสะอาดให้เรียบร้อย

- 2) นำสารละลายเชื้อแบคทีเรียที่ปรับความเข้มข้นสำหรับการทดลองปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรหยดลงบนด้ามมีดผ่าตัด จากนั้นทิ้งให้แห้งในตู้ปลอดเชื้อเพื่อควบคุมปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการทดลอง
- 3) นำด้ามมีดผ่าตัดไปทำการปราศจากเชื้อด้วยเทคนิคพลาสมาแบบไดอิเล็กทริกแบริเออร์ดิสชาร์จและควบคุมปัจจัยตามสภาวะปัจจัยที่กำหนดตามเทคนิคการออกแบบการทดลอง
- 4) นำด้ามมีดที่ผ่านการทำการปราศจากเชื้อแล้วใส่ลงในหลอดทดลองที่มี 1% Peptone water เจือจางตัวอย่าง 10 เท่าและนำไปตรวจนับแบคทีเรียด้วยเทคนิคการ Spread plate ดังขั้นตอนที่กล่าวไว้ข้างต้น
- 5) เปรียบเทียบผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลองที่ได้
- 6) รายงานผลการทดลองและทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันผลการทดลองที่ได้ โดยจะเป็นการทดลองซ้ำอย่างแท้จริงเพื่อตรวจสอบว่าการทดลองเป็นไปตามตรรกะและลำดับขั้นถูกต้อง และทำการสรุปผลการทดลอง

3.4.2 การทดลองตามเงื่อนไขที่ออกแบบด้วยโปรแกรม Minitab 16.0

จากการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเชิงเศษส่วน จะมีปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้อง 5 ปัจจัย แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองคือ การออกแบบการทดลองสำหรับเชื้อ *Escherichia coli* และการออกแบบการทดลองสำหรับเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยที่ใช้ตารางการออกแบบเงื่อนไขเดียวกัน

กำหนดค่าของปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบเป็น 2 ระดับ คือระดับสูง (+1) และระดับต่ำ (-1) ร่วมกับการทดลองที่ค่ากึ่งกลาง เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับการทดสอบ โดยการออกแบบการทดลองสำหรับปัจจัยหลักจำนวน 5 ปัจจัย ดังตารางที่ 3.1 รายละเอียดขอบเขตของปัจจัย เมื่อพิจารณาการออกแบบตามโปรแกรมแล้วจะได้ตารางการออกแบบดังตารางที่ 3.2 และ 3.3

ตารางที่ 3.2 การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเชิงเศษส่วนด้วยโปรแกรม Minitab 16.0

Std Order	Run Order	Center Pt	Blocks	A	B	C	D	E	y
31	1	1	1	1	-1	-1	1	1	
15	2	1	1	1	-1	-1	1	1	
8	3	1	1	1	1	1	1	1	
6	4	1	1	1	-1	1	-1	1	
30	5	1	1	-1	1	-1	1	-1	
22	6	1	1	1	-1	1	-1	1	
5	7	1	1	-1	-1	1	1	-1	
32	8	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	
23	9	1	1	-1	1	1	-1	-1	
27	10	1	1	1	-1	1	1	-1	
19	11	1	1	-1	1	-1	-1	1	
14	12	1	1	-1	1	-1	1	-1	
34	13	0	1	0	0	0	1	0	
28	14	1	1	-1	-1	1	-1	1	
11	15	1	1	1	-1	1	1	-1	
20	16	1	1	1	1	-1	1	-1	
1	17	1	1	-1	-1	-1	1	1	
29	18	1	1	1	1	-1	-1	1	
12	19	1	1	-1	-1	1	-1	1	
13	20	1	1	1	1	-1	-1	1	

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงการออกแบบด้วยโปรแกรม Minitab 16.0 (ต่อ)

Std Order	Run Order	Center Pt	Blocks	A	B	C	D	E	y
24	21	1	1	1	1	1	1	1	
3	22	1	1	-1	1	-1	-1	1	
26	23	1	1	-1	1	1	1	1	
10	24	1	1	-1	1	1	1	1	
33	25	0	1	0	0	0	-1	0	
16	26	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	
17	27	1	1	-1	-1	-1	1	1	
18	28	1	1	1	-1	-1	-1	-1	
9	29	1	1	1	1	1	-1	-1	
7	30	1	1	-1	1	1	-1	-1	
21	31	1	1	-1	-1	1	1	-1	
35	32	0	1	0	0	0	-1	0	
25	33	1	1	1	1	1	-1	-1	
36	34	0	1	0	0	0	1	0	
4	35	1	1	1	1	-1	1	-1	
2	36	1	1	1	-1	-1	-1	-1	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5 การตรวจนับจำนวนเชื้อแบคทีเรียและการรายงานผล

การรายงานผลของจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่ตรวจนับได้จะเป็นความสามารถของการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ความสามารถของพลาสมาแบบไดอิเล็กทริกแบบรีเออร์ดิซาร์จของการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เจริญ

3.6 สรุปผลการวิจัยและจัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การแปลงผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เรียบเรียงผลการทดลองและทำการรวบรวมข้อมูลสำหรับเพื่อการสรุปผลการทดลองที่ได้และเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของการทำปฏิกิริยาจากเชื้อด้วยเทคนิคเดิมตามที่ได้ศึกษาค้นคว้า คือ การใช้ Autoclave และ การแช่ด้วยสารเคมี เพื่อตรวจสอบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากงานวิจัยเป็นค่าที่ดีที่สุดสำหรับกระบวนการทำพลาสมาเพื่อการปราศจากเชื้อ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved