

A collection of medical instruments is arranged on a light gray surface. On the left, a black sphygmomanometer with a white circular gauge is visible. To its right is a black rubber bulb. In the center, a black stethoscope is laid out. To the right of the stethoscope are a pair of surgical scissors and a syringe. On the far right, the chest piece of another stethoscope is visible.

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลาสมาเย็นใน
บรรจุภัณฑ์สำหรับอุปกรณ์ผ่าตัดทางการแพทย์

Application of Cold Plasma Technology
in Medical Device Packaging

สาเหตุการเสียชีวิตของคนไทย อันดับที่ 3 คือ การติดเชื้อในกระแสเลือด
สถิติย้อนหลัง 5 ปี

- ผู้เสียชีวิตประมาณ 8000 คนต่อปี
- มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี
- เฉลี่ยแล้วจะมีผู้เสียชีวิต 1 ชั่วโมงต่อ 1 คน

ข้อมูลล่าสุดจากกระทรวงสาธารณสุข

ที่มาและความสำคัญ

ใช้งานได้เฉพาะวัสดุที่ทนกับความร้อนได้ดี มีการใช้
ความดันและความร้อนสูง ทำให้อายุการใช้งานของวัสดุอุปกรณ์ลดลง



เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) A



เครื่องรมแก๊ส B

วัสดุที่ไม่ทนความร้อน ทำไร้เชื้อ
โดยการรมแก๊ส วิธีนี้มีค่าใช้จ่ายระยะยาวสูงและ
มีอันตรายจากสารตกค้างเนื่องจากแก๊สมีพิษและตกค้าง

เครื่องกำเนิดพลาสมา

ใช้หลักการ Corona discharge

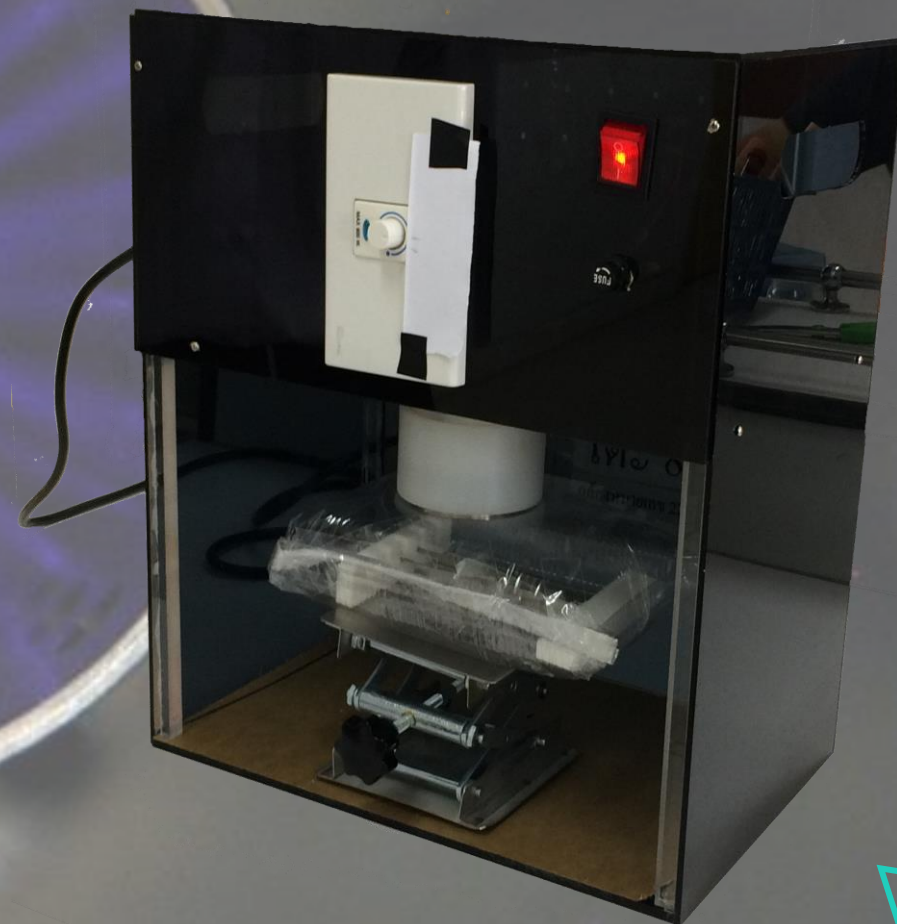
✂ ใช้เทคโนโลยีพลาสมาเพื่อสร้างอนุภาคที่สามารถ
กำจัดเชื้อแบคทีเรียได้

✂ สามารถสร้างอนุภาคให้เกิดขึ้นภายในระบบปิด

✂ กระบวนการไม่ทำให้เกิดอุณหภูมิสูง

✂ เวลาในการดำเนินเครื่องน้อย

✂ อันตรายจากสารตกค้างต่ำ



วัตถุประสงค์

🔍 เพื่อศึกษาผลกระทบจากปัจจัยต่างๆของเครื่องกำเนิดพลาสมาไดอิเล็กทริกแบริเออร์ดิสชาร์จต่อจำนวนเชื้ออีโคไลจากการจัดเก็บด้ามมีดผ่าตัดในบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการสร้างประจุพลาสมา

🔍 เพื่อศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการทำให้เชื้อด้วยเทคนิคพลาสมาเย็น



ขอบเขตการศึกษา

🌸 ใช้เครื่องกำเนิดพลาสมาไดอิเล็กทริกแบริเออร์ดิสชาร์จ โดยใช้ DOE ออกแบบการทดลอง

🌸 ใช้เชื้ออีโคไล (*Escherichia coli* ; *E. Coli*) ในการทดลอง

🌸 เครื่องมือที่ใช้ทดลองคือ ด้ามมีดผ่าตัด

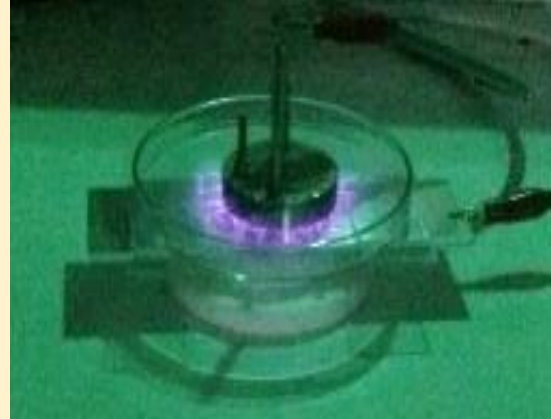
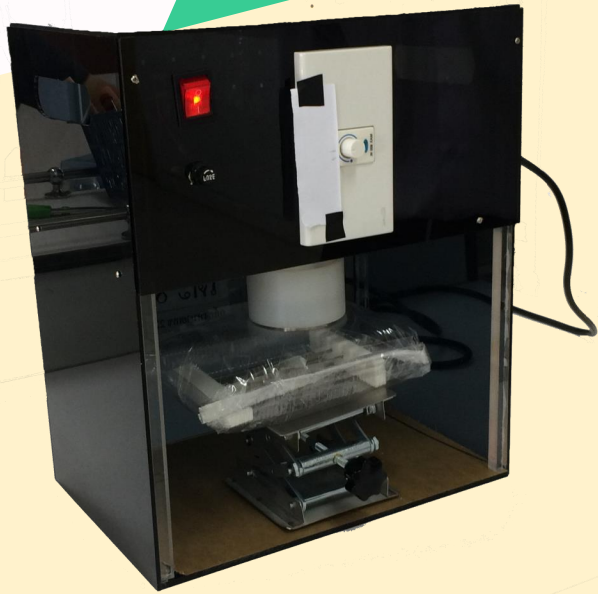
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

🌸 ได้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการใช้พลาสมา Packaging เพื่อสร้าง O_3 ที่เหมาะสมในการจัดเก็บด้ามมีดผ่าตัด

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาหลักการของเทคโนโลยีพลาสมาเย็น และกระบวนการทำไร้เชื้อที่ใช้ภายในโรงพยาบาล

2. ทดสอบการเกิดประกายไฟระหว่างขั้วไฟฟ้า ระยะที่เหมาะสม 3 mm ขึ้นไปและนำผลที่ได้ไปออกแบบหัวดิสชาร์จโดยใช้ **Autocad** จากนั้นประกอบเครื่อง โดยใช้ระบบไฟฟ้าแบบ **AC** ปรับค่าความต่างศักย์โดยดรีมเมอร์



ขั้นตอนการดำเนินงาน

3. ออกแบบการทดลองโดยวิธีแบบแฟคทอเรียล 2^K

การทดลองที่ 1 การทดลองการเกิดก๊าซไอโซน
เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด
ด้วยโปรแกรม Minitab

ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการดิสชาร์จ
ภายในบรรจุภัณฑ์ ทำการทดลอง 16 การทดลอง

ปัจจัย	ระดับการตั้งค่า		สัญลักษณ์
	ต่ำ (-1)	สูง (+1)	
ความต่างศักย์	25 kV	32 kV	A
ระยะเวลาการ ดิสชาร์จ	2 นาที	5 นาที	B

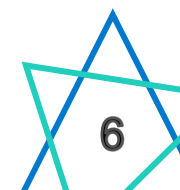
StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	เวลาดีสชาร์จ (นาทีก)	ความต่างศักย์ (กิโลโวลต์)	ความเข้มข้นไอโซน (ppm)
7	1	1	1	2	32	40.9
12	2	1	1	5	32	69.6
5	3	1	1	2	25	11.3
9	4	1	1	2	25	16.3
1	5	1	1	2	25	16.3
8	6	1	1	5	32	82.6
11	7	1	1	2	32	46.6
13	8	0	1	3.5	28.5	46.8
4	9	1	1	5	32	62.9
16	10	0	1	3.5	28.5	51
10	11	1	1	5	25	40.6
3	12	1	1	2	32	40.3
15	13	0	1	3.5	28.5	49.2
14	14	0	1	3.5	28.5	54.1
2	15	1	1	5	25	56.2
6	16	1	1	5	25	40.2

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การทดลอง
การเกิดก๊าซไอโซน

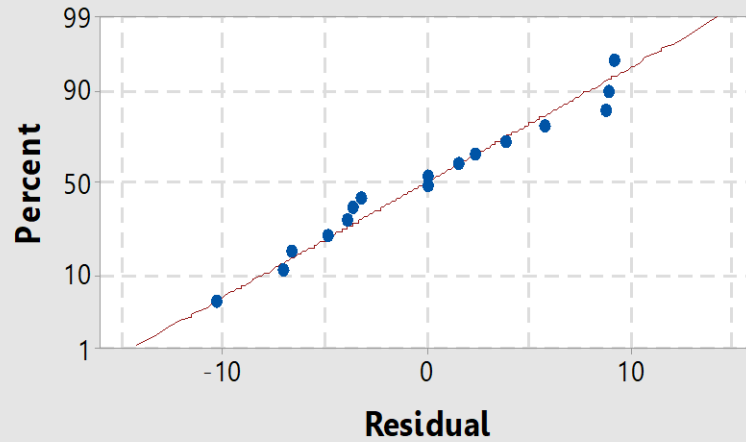


ผลการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบเต็ม
จำนวน 3×2^2 รวมจุดกึ่งกลาง
สำหรับการทดลองการสร้างก๊าซไอโซน
เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด

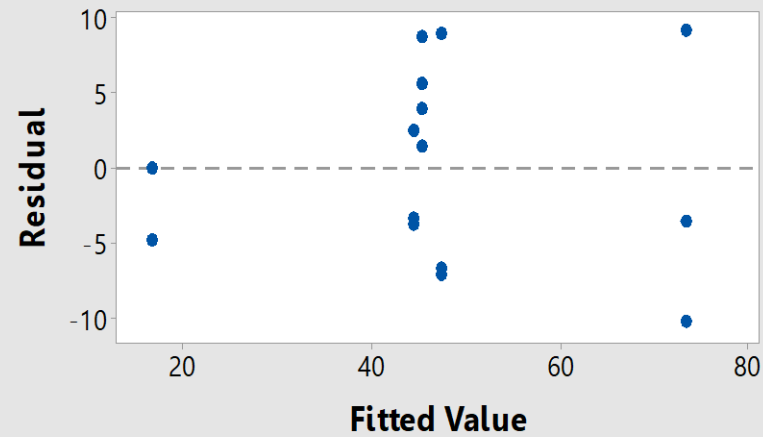


Residual Plots for ppm1

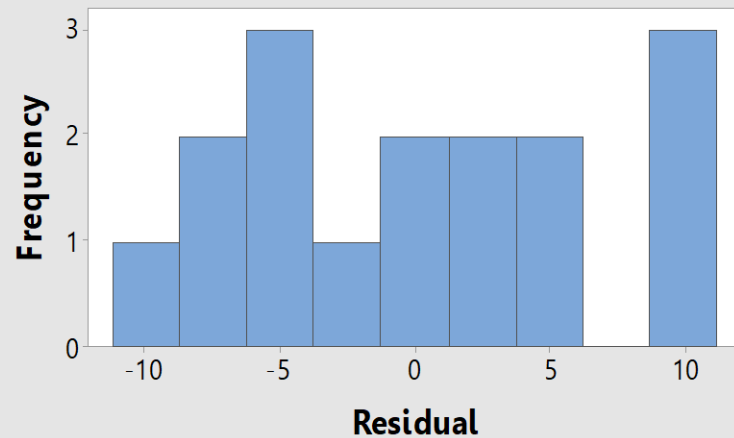
Normal Probability Plot



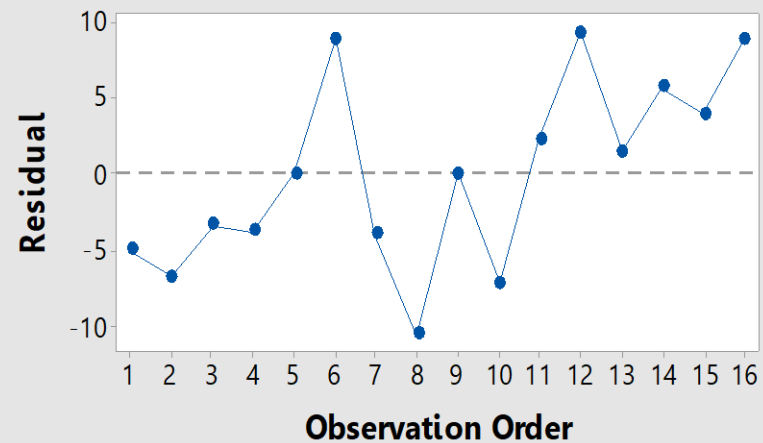
Versus Fits



Histogram



Versus Order



ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การทดลอง
การเกิดก๊าซไอโซน

เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด
ใช้การวิเคราะห์ผลทางสถิติ minitab

วิเคราะห์ผลโดยใช้ตาราง ANOVA

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	4901.82	1633.94	34.52	0.000
Linear	2	4740.61	2370.30	50.07	0.000
เวลาดีสชาร์จ(min)	1	2553.61	2553.61	53.94	0.000
ความต่างศักย์(kV)	1	2187.00	2187.00	46.20	0.000
2-Way Interactions	1	2.80	2.80	0.06	0.812
เวลาดีสชาร์จ(min)*ความต่างศักย์(kV)	1	2.80	2.80	0.06	0.812
Error	12	568.07	47.34		
Curvature	1	131.67	131.67	3.32	0.096
Pure Error	11	436.40	39.67		
Total	15	5469.89			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.88036	89.61%	87.02%	80.30%

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การทดลอง
การเกิดก๊าซโอโซน

ค่าที่ดีที่สุดจากสมการคือ



เวลาในการดีสชาร์จ 5 นาที



ความต่างศักย์ 32 กิโลโวลต์

จะได้ค่าทำนายของผลตอบความเข้มข้นของโอโซน
ที่เกิดภายในแพ็คเกจเท่ากับ 73.3563 ppm

Regression Equation in Uncoded Units

ความเข้มข้นโอโซน(ppm) = $-108.9 + 12.6 A + 4.18 B - 0.092 A*B$

การทดลอง 2 ทดลองระยะเวลา**การบ่ม**ก๊าซไอโซน เมื่อผ่านช่วงระยะเวลาหนึ่ง

เพื่อศึกษาแนวโน้ม**การลดลง**ของก๊าซไอโซนเมื่อผ่านช่วงระยะเวลาหนึ่ง

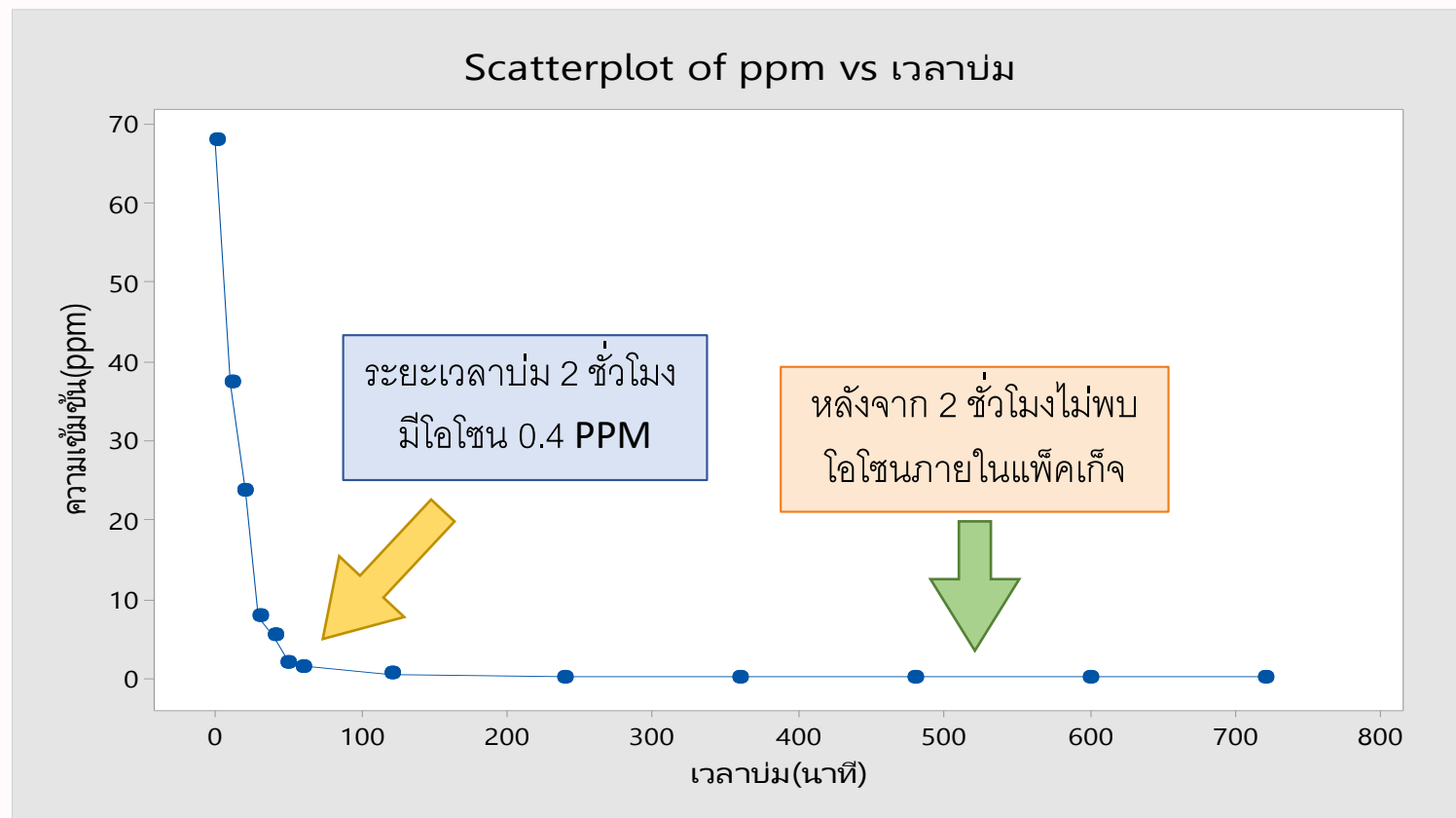
ปัจจัยที่ศึกษาคือ เวลาการบ่ม โดยศึกษาที่เวลา 0 นาที 10 นาที 20 นาที 30 นาที 40 นาที 50 นาที 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง 4 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง 8 ชั่วโมง 10 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง

ค่าความต่างศักย์ **32 KV** และระยะเวลาการดิสชาร์จ **5 min** ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 2 ทดลองระยะเวลาการบ่มก๊าซโอโซน เมื่อผ่านช่วงระยะเวลาหนึ่ง

ผลการทดลอง

ค่า Optimizer	
เวลาบ่ม	ppm
0	67.8
10	37.2
20	23.5
30	7.7
40	5.2
50	1.9
60	1.4
120	0.4
240	ND
360	ND
480	ND
600	ND
720	ND



การสลายตัวของโอโซนในสภาวะปิดพบว่ามีการสลายตัวอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และค่อยๆสลายตัวช้าลงเมื่อเวลาผ่านไป

ขั้นตอนการดำเนินงาน

4. เตรียมอุปกรณ์สำหรับ **เพาะเลี้ยงเชื้อ** และเตรียมเชื้ออีโคไล



การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ



การเตรียมเชื้อแบคทีเรียอีโคไล



ใช้ปรับความเข้มข้นของแบคทีเรีย
เครื่อง UV-Vis spectrophotometer



เตรียมด้ามมีดผ่าตัดเพื่อ
บรรจุในบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอนการดำเนินงาน

5. การทดลองที่ 3 คือศึกษา**ผลกระทบ**ของพารามิเตอร์ต่อการทำให้ปราศจากเชื้อบนด้ามมีดผ่าตัด

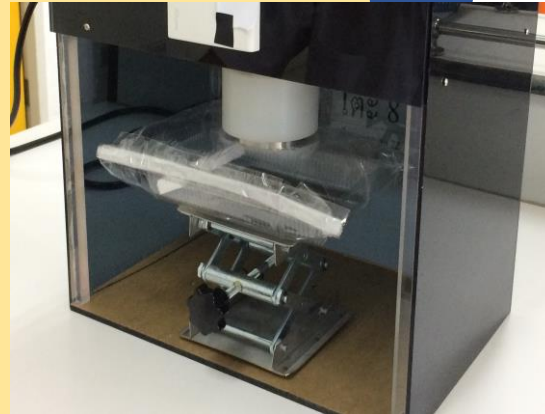
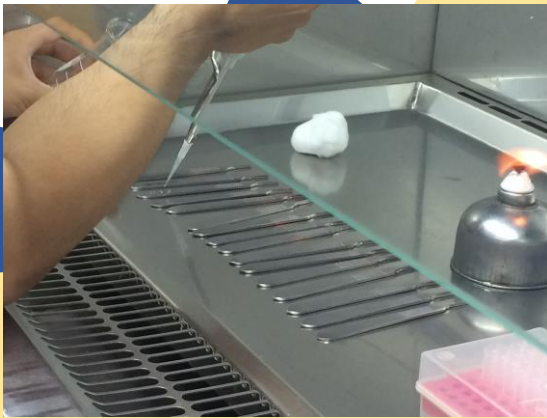
ใช้ค่าพารามิเตอร์

ระดับต่ำ : 25 กิโลโวลต์ 2 นาที

ระดับสูง : 32 กิโลโวลต์ 5 นาที

ระยะเวลา : การบ่ม 2 ชั่วโมง

เพื่อหา**เปอร์เซ็นต์การลดลง**ของเชื้อที่ผ่านการดิสชาร์จแล้ว

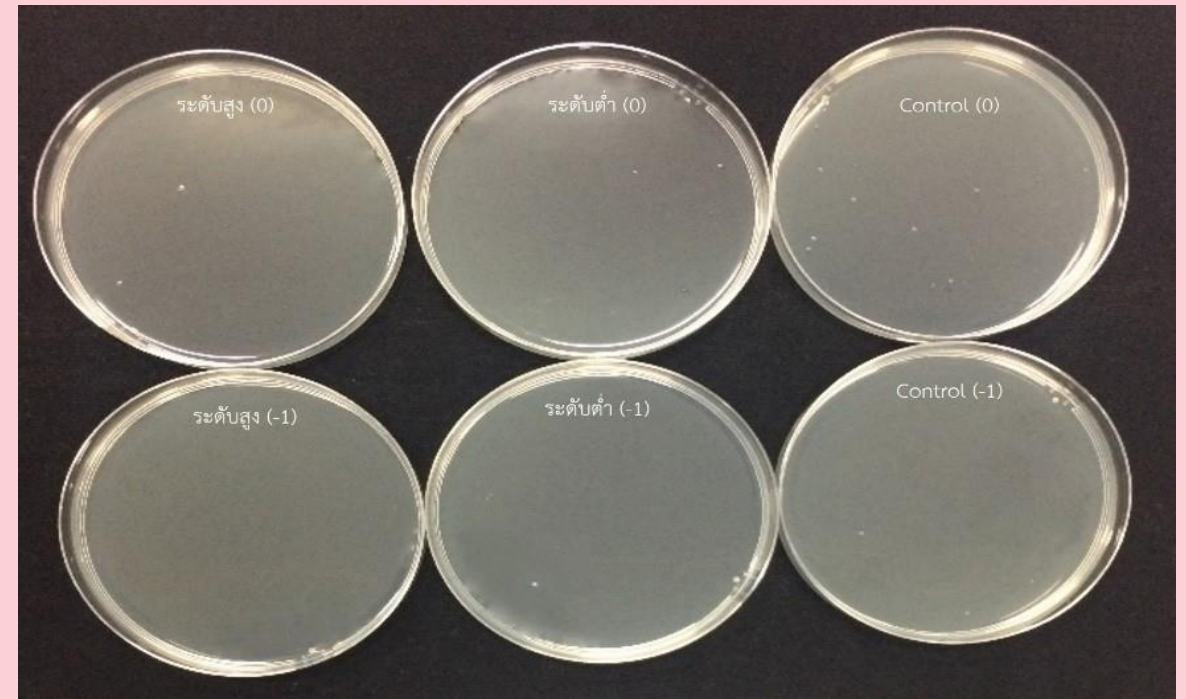
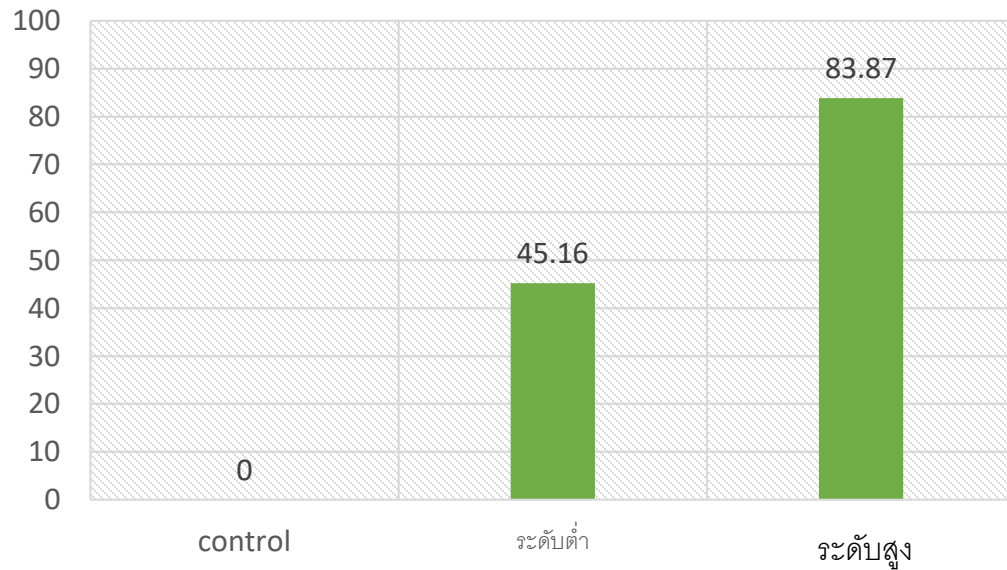


ผลการทดลองที่ 3 การศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ต่างๆ
ต่อการทำให้ปราศจากเชื้อบนด้ามมีดผ่าตัด

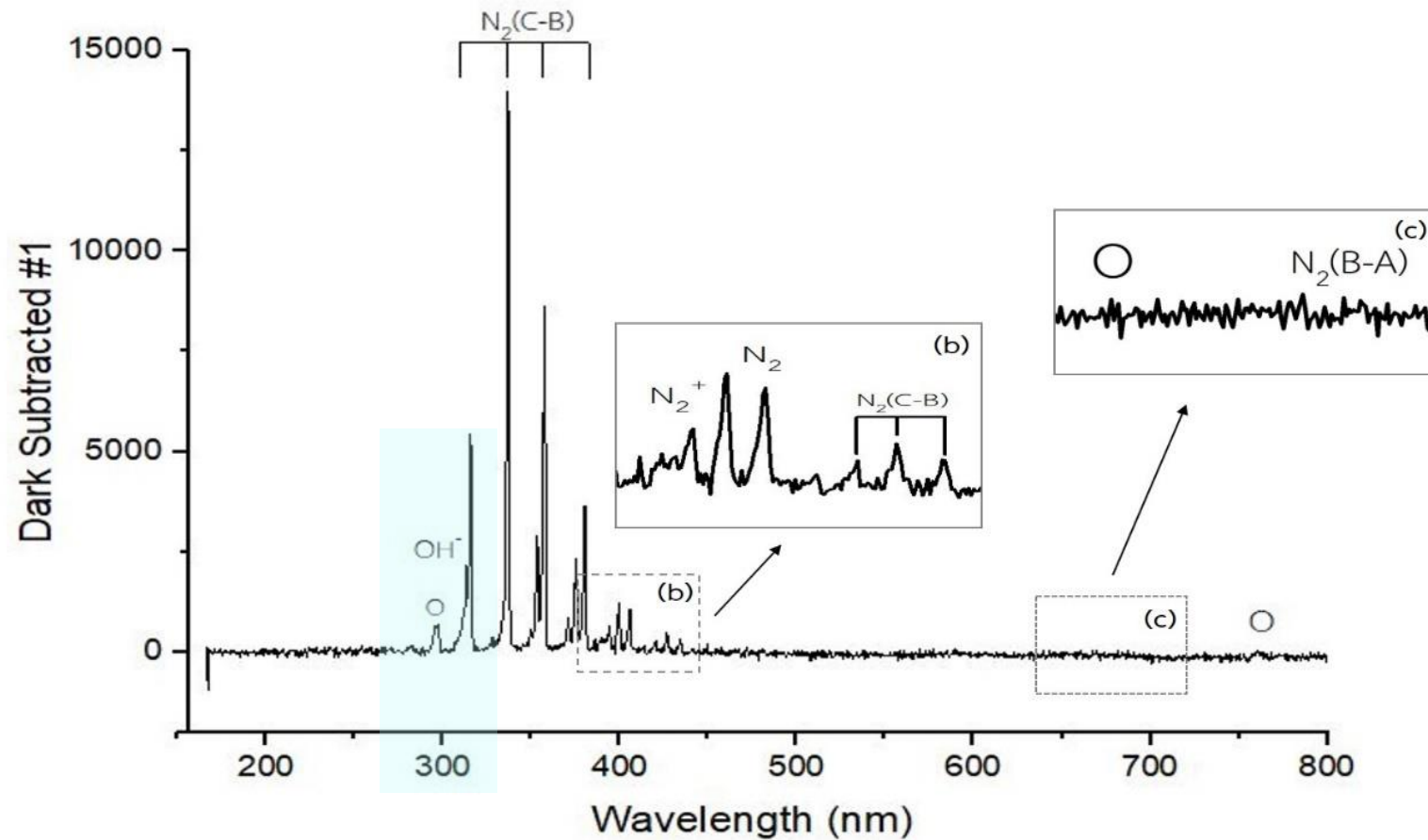
ผลการทดลอง

การทดลองที่ 3

เปอร์เซ็นต์



(a)



ผลการทดลอง

การทดลองที่ 3

เปรียบเทียบผลการ
ทำไรซ์เชื่อกับผลการทดสอบลำแสง
พลาสมาด้วยเครื่อง ICP-OES

จุดพีคไนโตรเจน (N_2) (second positive system) ที่ 315.61 – 379.99 nm

จุดพีคไนโตรเจน (N_2^+) (first negative system) ที่ 389.24 - 394.25 nm

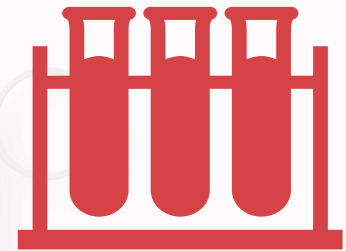
จุดพีคออกซิเจน (O) ที่ 297.28 nm

จุดพีคไนโตรเจน (N_2) ที่ 399.26 – 434.17 nm

จุดพีคไฮดรอกไซด์ (OH^-) ที่ 313.27 nm

6. **ตรวจนับ**จำนวนเชื้อโดย
วิธี **dilution spread plate**
จากนั้นนำจานอาหารเลี้ยงเชื้อ
บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
เวลา 12 ชั่วโมง

7.
วิเคราะห์ผลการทดลองและ
เปรียบเทียบความสอดคล้องกับ
ผลวิเคราะห์สมบัติทางแสง **OES**



8. **สรุป**ผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

พารามิเตอร์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองคือ

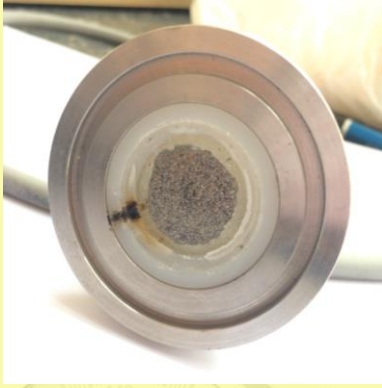
ระดับสูง ความต่างศักย์ 32 กิโลโวลต์ เวลาดิสชาร์จ 5 นาที

ระยะเวลาบ่ม 2 ชั่วโมง

โดยพบความเข้มข้นของโอโซนที่ 73.3563 ppm และอุณหภูมิเฉลี่ยของเครื่อง 35 °C เมื่อเทียบกับผลการทดสอบลำแสงพลาสมาพบว่า เกิดอนุโมลอิสระ $\text{OH}^\cdot$ และ $\text{O}^\cdot$ ที่สามารถสร้างโอโซน ซึ่งเป็นตัวสำคัญในการทำไร่เชื้อ

ผลเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้ออีโคไลที่ได้ยังไม่เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากความเข้มข้นของโอโซนมีไม่เพียงพอ อาจแก้ไขได้โดยการเพิ่มเวลาในการดิสชาร์จ และเพิ่มความต่างศักย์ในการดิสชาร์จ และเปลี่ยนชนิดของพลาสติกที่ใช้ทำแพ็คเกจเนื่องจากพลาสติกที่ใช้ทนความร้อนได้ไม่มากพอจึงทำให้เกิดการรั่วขึ้น

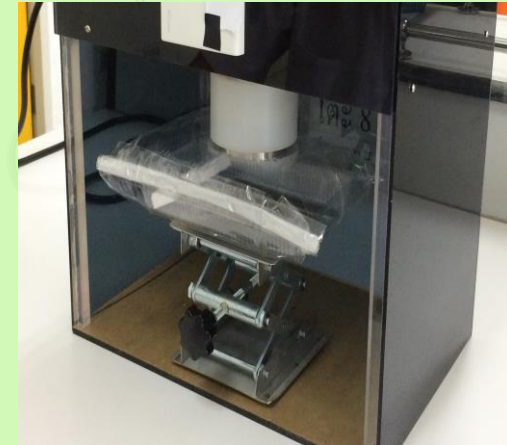
ปัญหาที่พบ



เกิดการดิสชาร์จเพียงจุดเดียว



ให้มีพื้นที่ยึดกับแผ่นแก้วมากขึ้น



เปิดใช้งานเครื่องในระยะเวลาติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้หัวดิสชาร์จเกิดความร้อนสะสม และความชื้นของการเกิดพลาสมาลดลง



ดริมเมอร์ที่ใช้ไม่เหมาะสมกับลักษณะงานที่ใช้

งบประมาณที่ใช้



เงินสนับสนุน 16000 บาท



สร้างเครื่อง

ใช้ 11500 บาท



อุปกรณ์ทดลอง

ใช้ 2000 บาท



เอกสาร

ใช้ 1000 บาท



เหลือเงิน

1500 บาท

ขอบคุณครับค่ะ

