



Plasma  
AquaClean

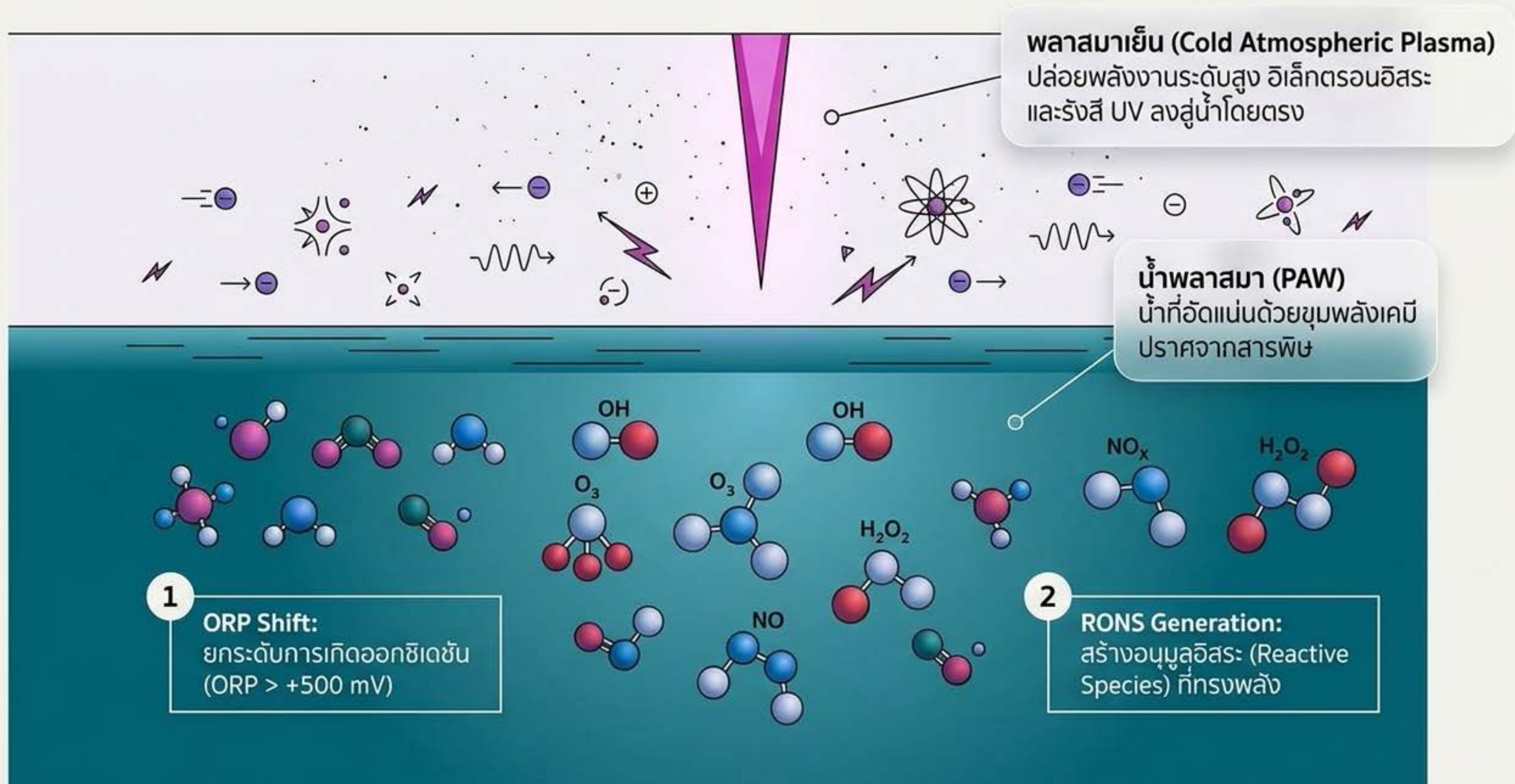
Breathe Life Back into Water.

# พลังพลาสมา เปลี่ยนน้ำเสียเป็นน้ำสะอาด

นวัตกรรมบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ Inline SJSD Reactor

เทคโนโลยีสะอาดเพื่อการทำลายเชื้อโรค ตกตะกอนโลหะหนัก และย่อยสลายสารอินทรีย์

# น้ำพลาสมา (Plasma-Activated Water: PAW) คืออะไร?



# ความลับทางวิศวกรรม: การผสมพลาสมาใต้น้ำและไมโครบับเบิล



## Submerged Jet (จุ่มลึก 1-2 ซม.)

ถ่ายเทพลังงานและ RONS ลงสู่น้ำโดยตรงและรวดเร็วกว่าแบบยิงบนผิวน้ำ สภาพน้ำช่วยชะลอการสลายตัวของสารออกฤทธิ์

## Microbubble Generator (ฟองจิ๋ว <math>< 50 \mu\text{m}</math>)

เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส (Interfacial Surface Area) มหาศาล

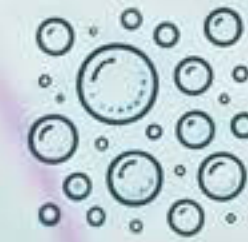
## The Synergy Effect (Cavitation & Shockwaves)

เมื่อฟองไมโครบับเบิลแตกตัวใกล้พลาสมา จะเกิด Shock wave และความร้อนเฉพาะจุด (Cavitation) กระตุ้นปฏิกิริยาลูกโซ่ให้รุนแรงขึ้นแบบ "Double Diffusion"

# การประสานพลัง: พลาสมา + ไมโครบับเบิล (Microbubble Synergy)

## ยกระดับน้ำพลาสมาสู่ Super-Activated PAW

**Cavitation Shock Wave:**  
การแตกตัวของฟองสร้างคลื่น  
กระแทกและความร้อนเฉพาะจุด  
เร่งปฏิกิริยา Chain Reaction  
ให้แตกพันธะของน้ำได้แรงกว่าเดิม



**Interfacial Surface Area:**  
เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสอย่างมหาศาล  
ฟองจิ๋ว (1–50  $\mu\text{m}$ ) ช่วย  
กระจายพลังงานพลาสมาลงสู่  
น้ำอย่างทั่วถึง



**Microdischarge Spike:**  
เกิดการปล่อยพลังงานรุนแรงเฉพาะจุด  
(Plasma-MB Interface) กระตุ้น  
การสร้าง  $\text{OH}\cdot$  และ  $\text{H}_2\text{O}_2$  ได้เร็วขึ้น

# 3 กลไกหลักแห่งการฟื้นฟูแหล่งน้ำ



## A. Oxidation & Mineralization

ทำลายมลพิษอินทรีย์  
จนสิ้นซาก

(ย่อยสลายสารเคมีตกค้าง  
ให้กลายเป็นธาตุธรรมชาติ)



## B. Microbial Inactivation

สังหารจุลินทรีย์ระดับ  
โครงสร้างแม่นยำ

(ไร้สารเคมี กำจัดได้ถึง  
ระดับรหัสพันธุกรรม)



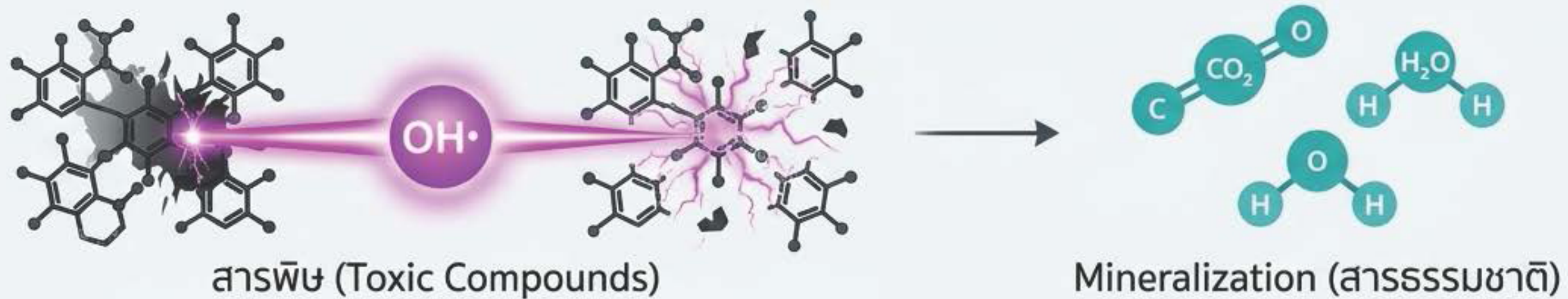
## C. Advanced Reduction & Binding

ตรึงโลหะหนักและ  
ลดความเป็นพิษ

(ปรับค่าทางเคมีเพื่อบังคับ  
ให้โลหะอันตรายตกตะกอน)

# A. Oxidation & Mineralization: เปลี่ยนสารพิษให้กลายเป็นสารธรรมชาติ

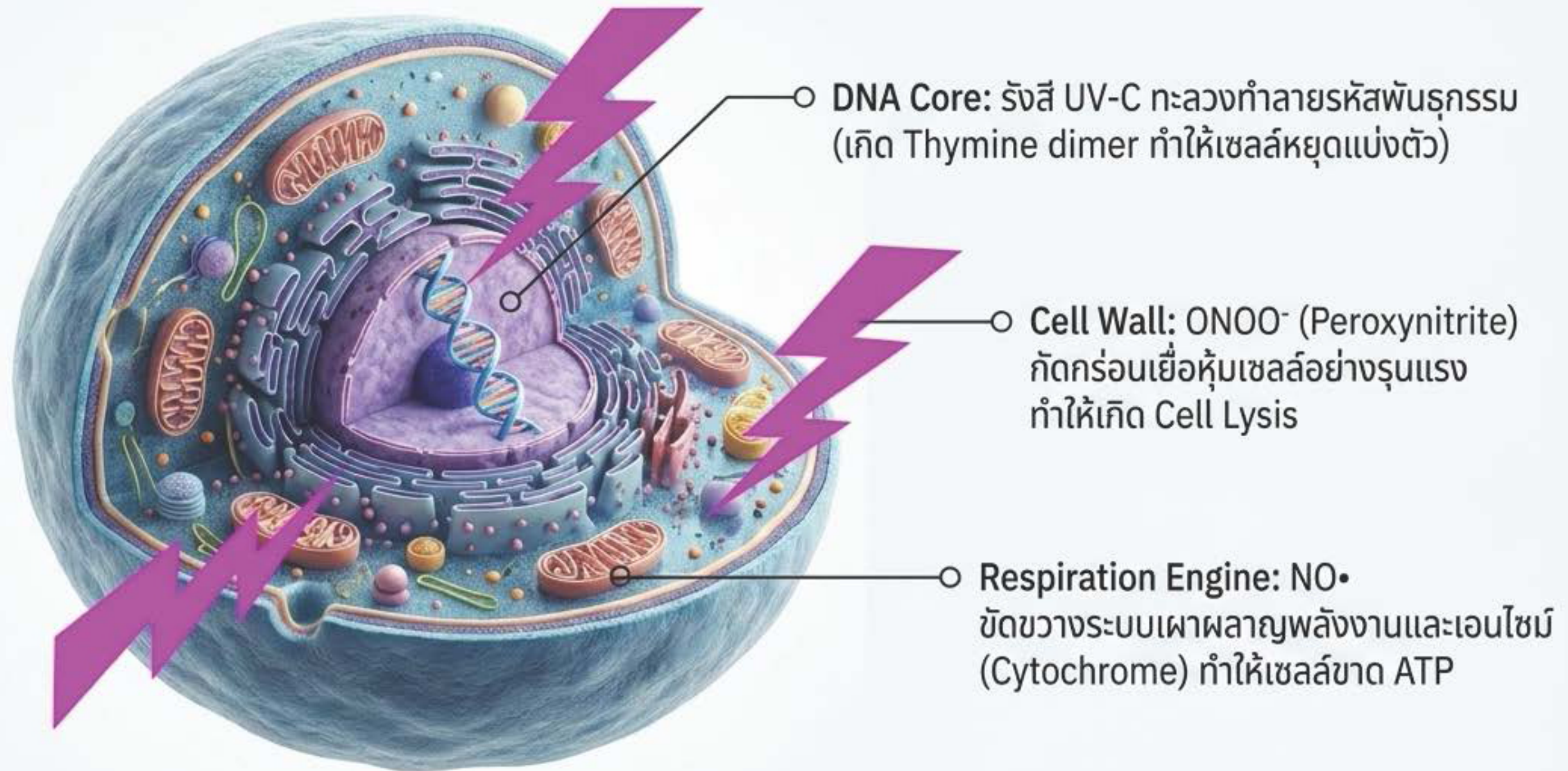
อนุมูล Hydroxyl (OH•) คือหัวหอกทรงพลังที่มีศักยภาพออกซิเดชันสูงถึง 2.8 V  
เข้าทำลายพันธะ C-C ของสารพิษอย่างรุนแรง



The Toxin-to-Nature Matrix

ชนิดสารพิษ	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด
ยาทาฆ่าแมลง	$C_8H_{10}ClNO_2$	สลายตัวเป็น $CO_2 + H_2O + NO_3^- + Cl^-$
สีย้อมอุตสาหกรรม	$C_{16}H_{10}N_2O_2$	สลายตัวเป็น $CO_2 + H_2O + NO_3^-$
สารฟีนอล	$C_6H_5OH$	สลายตัวเป็น $CO_2 + H_2O$

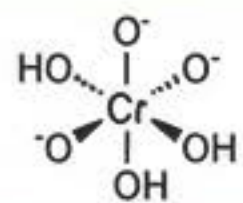
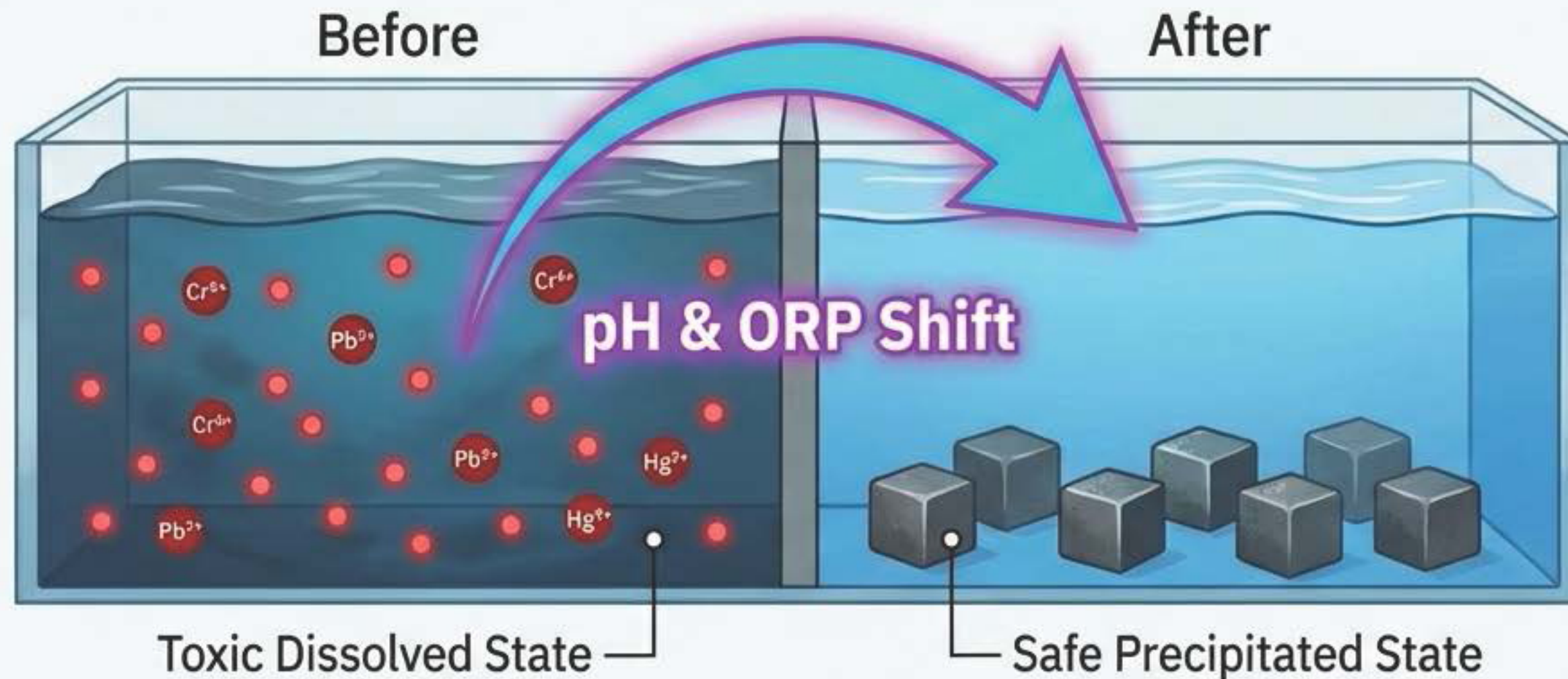
## B. Microbial Inactivation: สंहหารจุลินทรีย์ระดับโครงสร้างเซลล์



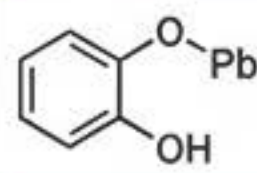
ประสิทธิภาพสูงถึง  $> 6 \log$  reduction (99.9999%) สำหรับเชื้อ E. coli ภายในเวลาเพียง 5-10 นาที (ครอบคลุมแบคทีเรีย, ไวรัส, รา, และไบโอฟิล์ม)

# C. Advanced Reduction & Binding: ตรึงโลหะหนักให้อยู่หมัด

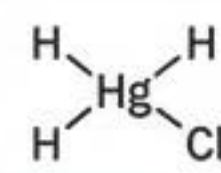
พลาสมาปรับเพิ่มค่า **ORP** และเปลี่ยนแปลง **pH** บังคับให้โลหะหนักเปลี่ยนสถานะ (Oxidation State) จากสารละลายกลายเป็นตะกอนที่ปลอดภัยและกรองออกได้



$Cr^{6+}$  (โครเมียมพิษสูง)  
→ ถูกรีดิวซ์เป็นตะกอน  
 $Cr(OH)_3$  (ปลอดภัย)



$Pb^{2+}$  (ตะกั่วละลายน้ำ)  
→ ถูกตรึงเป็นตะกอน  
 $Pb(OH)_2$  (ไม่ละลายน้ำ)



$Hg^{2+}$  (ปรอท)  
→ ตกตะกอนในรูป  $HgS$

# นวัตกรรมเครื่องบำบัด: Inline SJSD Reactor

## Submerged Jet Streamer Discharge (SJSD):

หัวพลาสมาเจ็ตจุ่มใต้น้ำ (ลึก ~2 ซม.)  
ปล่อย Streamer Discharge ลงสู่  
ของเหลวโดยตรงอย่างต่อเนื่อง

## High Efficiency, Low Power:

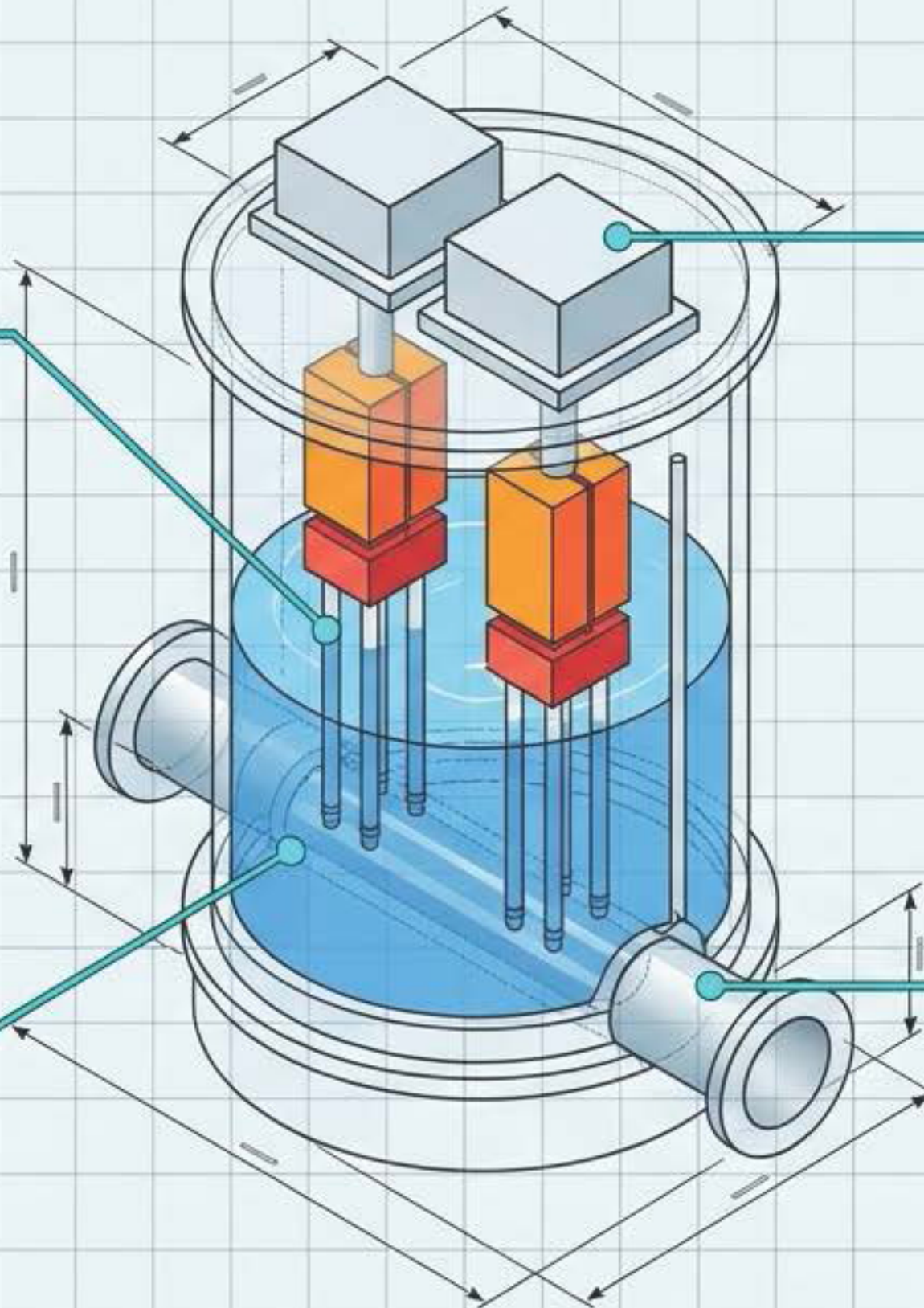
ใช้พลังงานเพียง 130 วัตต์  
รองรับอัตราการไหล 10 ลิตร/นาที  
โดยไม่เกิดความร้อนสะสม

## Dual Core Configuration:

ติดตั้งหัวเจ็ต 16 หัว (8x2 ชุด)  
รองรับการไหลแบบ Laminar

## Inline Integration:

ออกแบบให้ต่อพ่วงกับท่อส่งน้ำ  
(Inline Flow System) ได้ทันที



# เทคโนโลยีสะอาด เพื่อการบูรณาการที่ยั่งยืน

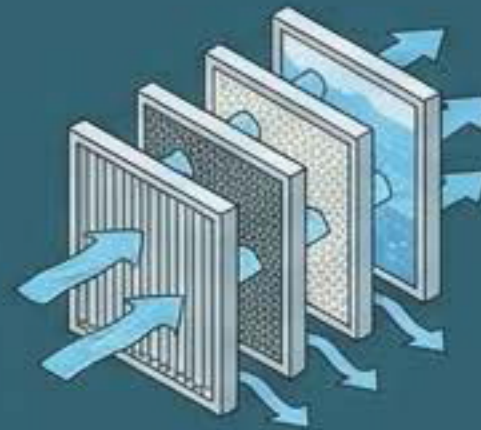
Raw  
Wastewater



SJSD Plasma Reactor  
(Pre-treatment Phase)



Biological  
Filters / MBR



Clean Environmental  
Discharge



## Ultimate Pre-treatment

ลดระดับสารย่อยยาก (Recalcitrant Compounds), TOC, TDS และกลิ่น ทำให้ระบบชีวภาพทำงานเบาลง



## Synergy with Catalysts

ทำงานร่วมกับวัสดุเร่งปฏิกิริยา (เช่น Zeolite) เพื่อเพิ่มขีดสุด การดักจับโลหะหนัก



## Zero Hazardous Waste

ไม่สร้างของเสียอันตรายซ้ำซ้อน ต้นทุนการเดินเครื่องต่ำ ดูแลรักษาง่าย

# ทำไมต้องพลาสมา? ลาก่อนสารเคมีตกค้าง

	เทคโนโลยีพลาสมา (Plasma)	คลอรีนแบบดั้งเดิม (Chlorine)
ผลพลอยได้ที่เป็นพิษ (Toxic Byproducts)	<b>ไม่มีสารตกค้าง</b> (สลายตัวกลับเป็น H <sub>2</sub> O และ NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) 	เกิดสารก่อมะเร็ง THMs และสารคลอรามิน 
ขอบเขตการกำจัด (Spectrum of Action)	<b>ครอบคลุมกว้าง</b> (แบคทีเรีย, ไวรัสหุ้ม/ไม่หุ้มเยื่อ, สปอร์, โปไอฟิล์ม) 	<b>จำกัด</b> (จุลินทรีย์บางชนิดสร้างความตื้อยาได้)
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Eco-Safety)	<b>เป็นมิตร 100%</b> ปลอดภัยต่อระบบนิเวศ 	สร้างมลภาวะสะสมในระยะยาว

# The Plasma Efficacy Matrix (สรุปประสิทธิภาพการบำบัด)

## ย่อยสลายสารอินทรีย์ (Mineralization)

**Targets:** ยาฆ่าแมลง, สีย้อม, ฟีนอล (BOD/COD/TOC)

**Active Agents:**  
•OH, O<sub>3</sub>

**Outcome:**  
สลายตัวเป็น CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O  
(ปลอดภัย 100%)

## ฆ่าเชื้อโรค (Inactivation)

**Targets:** แบคทีเรีย, ไวรัส, สปอร์, ไบโอฟิล์ม

**Active Agents:**  
ONOO<sup>-</sup>, UV-C, NO•

**Outcome:**  
เซลล์ตาย (>6 Log Reduction)  
ไม่มี THMs

## ตรึงโลหะหนัก (Binding/Reduction)

**Targets:** Cr<sup>6+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>

**Active Agents:**  
ORP shift, OH<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

**Outcome:**  
ตกตะกอนแข็ง (Precipitates)  
กรองทิ้งได้ง่าย

# วัสดุศาสตร์และความปลอดภัยระดับอุตสาหกรรม



## Feature 1: หัวพลาสมาควอตซ์ (Quartz Jets)

ทนความร้อนสูงสุดถึง 1,650°C. เป็นวัสดุเฉื่อย (Inert) ไม่ละลายน้ำ ไม่ปล่อยสารปนเปื้อน. ยอมให้รังสี UV แพร่ผ่านลงสู่ผ้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ



## Feature 2: การควบคุมอุณหภูมิ (Thermal Control)

ระบบรักษาอุณหภูมิถึงปฏิกิริยาไม่เกิน 40°C รักษาความเสถียรของ RONS ให้คงทนแม้อยู่ในระบบเปิด



## Feature 3: ความปลอดภัยทางไฟฟ้า (High-Voltage Safety)

ชุดจ่ายไฟแรงดันสูง 4-5 KV ถูกออกแบบแยกส่วน (Isolated) ป้องกันไฟรั่วสำหรับการทำงานในภาวะเปียกชื้นตลอด 24 ชั่วโมง

# พลาสมา: เทคโนโลยีสะอาดเพื่อโลกอนาคต

## Zero Chemicals Additives

ไม่ต้องเติมสารเคมีใดๆ  
ใช้เพียงอากาศ น้ำ และไฟฟ้า  
ไม่ต้องเติมสารเคมีใดๆ  
ใช้เพียงอากาศ น้ำ  
และไฟฟ้า

## Zero Toxic By-Products

ไม่เกิดผลพลอยได้ที่เป็นพิษ  
เช่น สารก่อมะเร็ง  
ไม่เกิดผลพลอยได้ที่เป็นพิษ  
เช่น สารก่อมะเร็ง THMs  
(Trihalomethanes) จากคลอรีน

## Eco-Friendly Cycle

สารตกค้างสลายตัวกลับเป็นน้ำ ( $H_2O$ ) และไนเตรต ( $NO_3^-$ )  
ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและใช้เป็นปุ๋ยอ่อนๆ สำหรับพืชได้

เน้นความยั่งยืนตั้งแต่ต้นทางจนปลายทาง  
สร้างความหวังใหม่ให้กับการฟื้นฟูแหล่งน้ำ





# พลังพลาสมา เปลี่ยนน้ำเสียเป็นน้ำสะอาด

นวัตกรรมบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ  
Inline SJSD Reactor

เทคโนโลยีสะอาดเพื่อการทำลายเชื้อโรค ตกตะกอนโลหะหนัก  
และย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ