



บทที่ 2

การศึกษากระบวนการผลิตพลาสมาและสารแปรรูปโลหิตและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการผลิตพลาสมาสดแห้งและสารแปรรูปโลหิต

ในกระบวนการผลิตพลาสมาสดแห้ง และสารแปรรูปโลหิต ของแผนกพลาสมา และแปรรูปโลหิต ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย มีขั้นตอนการผลิตดังต่อไปนี้

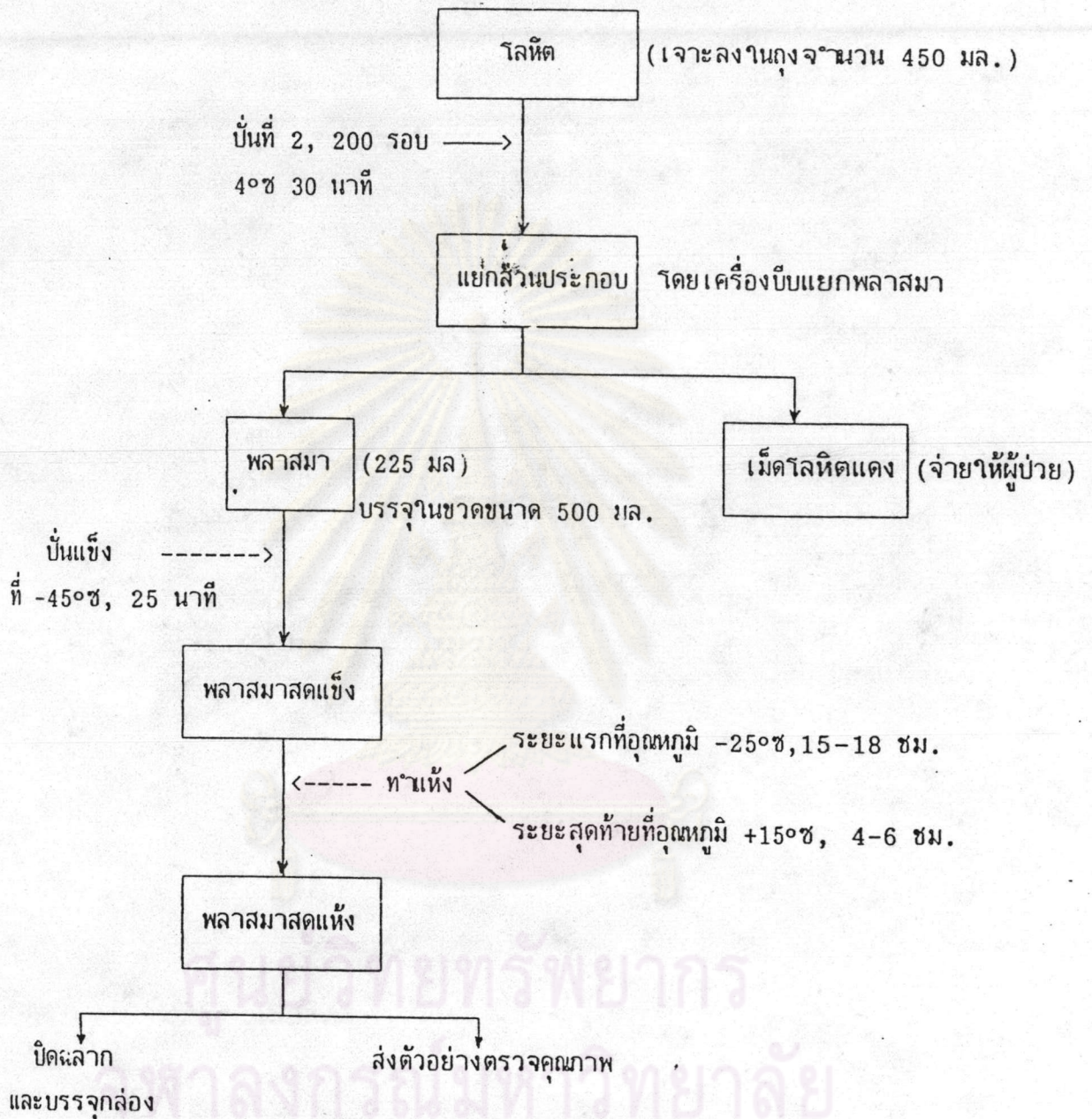
1. กระบวนการผลิตพลาสมาสดแห้ง

พลาสมาสดแห้ง (FRESH DRIED PLASMA) มีคุณสมบัติเด่นในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ก. การใช้แทนพลาสมาสดแข็ง (FRESH FROZEN PLASMA) เพราะสะดวกในการขนส่งและการจัดเก็บ สามารถใช้ช่วยในการรักษาผู้ป่วยได้ทันทีที่บ้าน ซึ่งเป็น HOME CARE TREATMENT PROGRAMME สำหรับใช้เลือดออกง่าย โดยการหยุดหรือห้ามเลือดออกทันทีที่บ้านของผู้ป่วย

ข. ใช้แทนโลหิตขวดแรกในเวลาฉุกเฉินหาโลหิตไม่ทัน เช่น เวลาหกรอก ลาดตระเวนเข้าศึก โดยบรรจุพลาสมาสดแห้ง 1 ชุด ไว้ในเบ้าหลัง เวลาถูกยิงหรือได้รับบาดเจ็บ เสียโลหิต ก็ใช้ปฐมพยาบาลได้ ทั้งนี้ได้เคยใช้ในสมรภูมิมิรมเกล้าฯ มาแล้ว

ค. ใช้เตรียมพร้อมไว้ เวลามีการระบาดของโรคใช้เลือดออก เพื่อป้องกันไม่ให้เสียชีวิตจากการช็อค



รูปที่ 2.1 แผนผังกรรมวิธีการผลิตพลาสมาสดแห้ง (1)

สำหรับกรรมวิธีการผลิตมีดังต่อไปนี้ (คู่มือกรรมวิธีการผลิตรูปที่ 2.1 ประกอบ)

1.1 นำโลหิตที่ได้รับบริจาค คัดเลือกเอาเฉพาะโลหิตที่ได้ผ่านการตรวจทางห้องปฏิบัติการต่าง ๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้วว่าเป็นโลหิตที่ได้มาตรฐาน และปลอดภัยจากเชื้อโรคมารับแยกออกเป็นส่วนประกอบของโลหิตต่าง ๆ ตามที่ต้องการ โดยจะต้องควบคุม อุณหภูมิ ความเร็วรอบ และเวลา ให้ได้ตามที่กำหนด เพื่อให้ได้จำนวนส่วนประกอบตามมาตรฐาน และรักษาชีวภาพของส่วนประกอบให้คงเดิม เพื่อประโยชน์ในด้านการรักษาโรค

1.2 จากนั้นแยกส่วนประกอบออกโดยใช้เครื่องบีบแยกพลาสมา จะได้เป็น 2 ส่วน คือ เม็ดโลหิตแดง และพลาสมา ซึ่งเม็ดโลหิตแดงสามารถนำไปใช้ประโยชน์กับผู้ป่วยได้โดยตรง โดยเหมาะสำหรับใช้กับผู้ป่วยที่มีความบกพร่องเกี่ยวกับการขนถ่ายออกซิเจน ใช้ในการถ่ายโลหิต (EXCHANGE · TRANSFUSION) และใช้แทนโลหิตทั้งหมด (WHOLE BLOOD) ในผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคโลหิตจาง และโรคที่จำกัดเกี่ยวกับจำนวนโซเดียมหรือซิเตรท เช่น โรคของตับ โรคของไต นอกจากนี้ยังสามารถนำไปแปรรูป เป็นเม็ดโลหิตแดงที่ล้างเอาพลาสมาโปรตีนออก (WASHED RED CELLS) และเม็ดโลหิตแดงที่แยกเอาเม็ดโลหิตขาวออก (LEUKOCYTE-POOR RED CELLS) สำหรับประโยชน์ อื่นเพิ่มเติมได้จาก (1)

1.3 นำพลาสมาที่แยกออกมาได้อีกส่วนหนึ่ง มารับแข็งที่ -45°C . เป็นเวลา 25 นาที จะได้พลาสมาสดแข็ง จากนั้นนำพลาสมาสดแข็งที่ได้ มาทำแห้ง โดยวิธีการระเหิดโดยแยกเป็น 2 ระยะ ระยะแรกที่อุณหภูมิ -25°C . เป็นเวลา 15-18 ชั่วโมง และระยะสุดท้ายที่อุณหภูมิ $+15^{\circ}\text{C}$. เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมงก็จะได้พลาสมาสดแห้ง นำตัวอย่างส่วนหนึ่งไปตรวจสอบคุณภาพ ที่เหลือปิดฉลาก และบรรจุกล่อง รอการียืนยันคุณภาพ และนำไปใช้งานต่อไป

2. กระบวนการผลิตสารแปรรูปโลหิต

สารแปรรูปโลหิตหรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ส่วนประกอบของพลาสมา (BLOOD DERIVATIVES) ได้แก่ แอลบูมิน อิมมูโนโกลบูลิน เซรุ่มป้องกันโรคตับอักเสบนิตบี และเซรุ่มป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า การที่สามารถผลิตสารต่าง ๆ เหล่านี้ได้เองภายในประเทศทำให้สามารถประหยัดเงินตราต่างประเทศได้ปีละหลายล้านบาท ทั้งนี้เพราะสารต่าง ๆ เหล่านี้ จะมีราคาแพงมาก ถ้าสั่งซื้อจากต่างประเทศ และอาจมีโอกาสดูดโรคเอดส์ได้ด้วย ฉะนั้นในปัจจุบันแต่ละประเทศก็พยายามที่จะใช้ผลิตภัณฑ์ของโลหิตจากภายในประเทศ เพื่อป้องกันการติดโรคเอดส์ สำหรับประโยชน์อ่านเพิ่มเติมได้จาก (1)

สำหรับกรรมวิธีการผลิตสารแปรรูปโลหิต โดยหลักการเป็นการนำเอาพลาสมาแยกส่วนประกอบของโปรตีนออกเป็นหลาย ๆ ชนิด เพื่อประโยชน์ในการรักษาโรคต่าง ๆ ซึ่งวิธีการแยกส่วนประกอบของพลาสมา มี 2 วิธี คือ

2.1 โดยการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์เย็น (COLD ETHANOL PROTEIN PRECIPITATION)

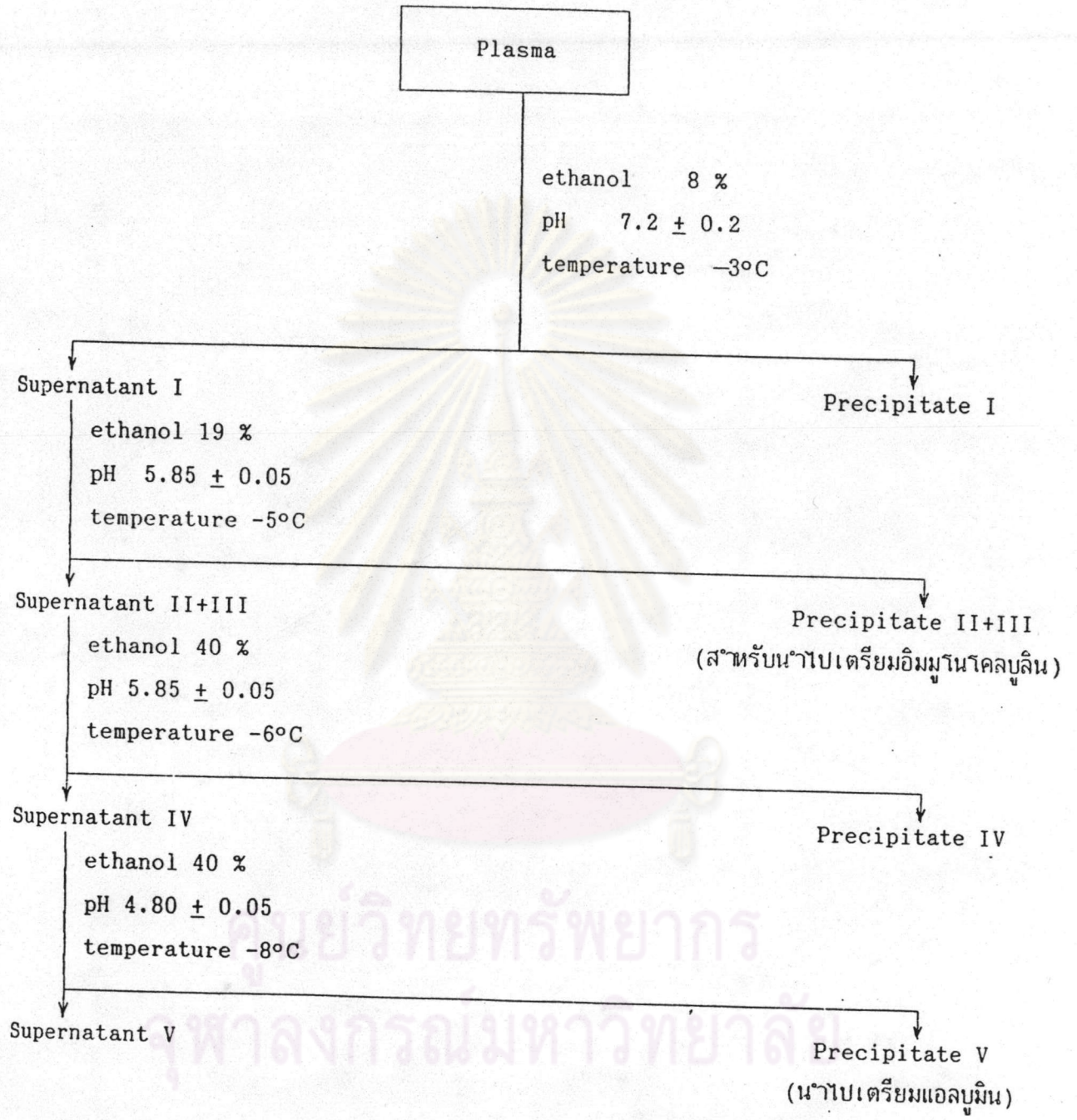
2.2 โดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออนของสาร (ION EXCHANGE COLUMN CHROMATOGRAPHY)

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการแรก คือ โดยการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์เย็น เท่านั้น เพราะวิธีที่ 2 ค่อนข้างซับซ้อนและยุ่งยาก ผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดได้จาก (1)

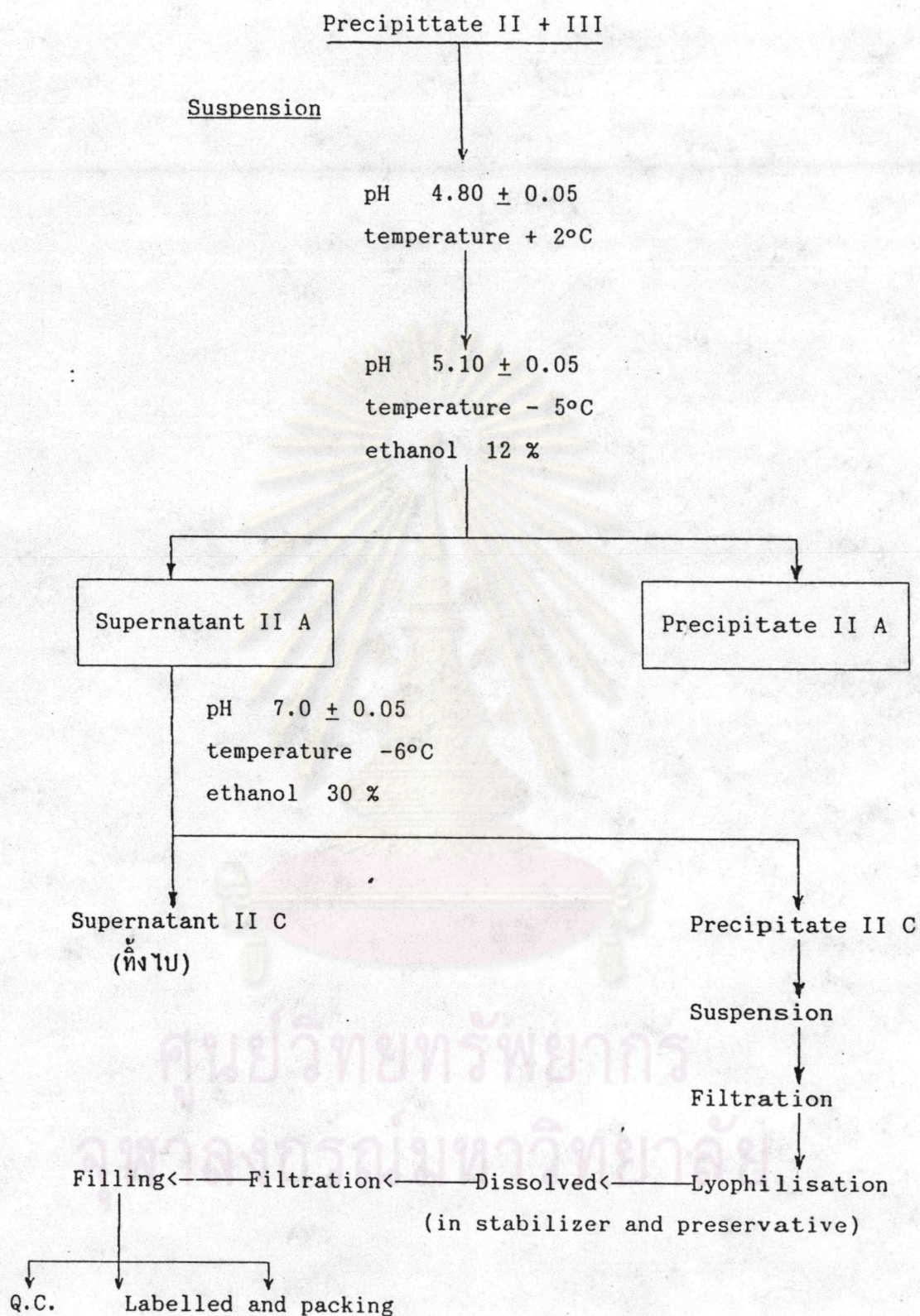
2.1 โดยการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์เย็น (COLD ETHANOL PROTEIN PRECIPITATION) วิธีการและขั้นตอนต่าง ๆ มีดังนี้

2.1.1 เริ่มต้นด้วยการแยกโปรตีนออกเป็น 5 แพรคชั่น (ดูแผนผังในรูปที่ 2.2 ประกอบ) โดยการนำพลาสมาที่ได้ผ่านการตรวจทางห้องปฏิบัติการต่าง ๆ มาตรฐานของการตรวจต่าง ๆ แล้วนำรวมกันในถังให้ได้ตามจำนวนที่ต้องการ ประมาณ 60-100 ลิตร จากนั้นนำมาตกตะกอนโปรตีนแพรคชั่น I ซึ่งเป็นพวกไฟบริโนเจน และโครีโอโกลบูลินอื่น ๆ ด้วยแอลกอฮอล์ 8% ที่ pH 7.2 ± 0.2 และอุณหภูมิ -3°C . แล้วนำมาปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นรอบสูง (CEPA) ที่ 17,000 รอบต่อนาที เพื่อแยกเอาตะกอนของ แพรคชั่น I ออก จากนั้นนำ SUPERNATANT I มาตกตะกอนแยกเอา แพรคชั่น II+III ออกด้วยแอลกอฮอล์ 19% ที่ pH 5.85 ± 0.05 และอุณหภูมิ -5°C . นำมาปั่นแยกเอา แพรคชั่น II+III ออกด้วยเครื่องปั่นรอบสูง ซึ่งตะกอนของ แพรคชั่น II+III จะใช้สำหรับการเตรียมมิมูโนโกลบูลินต่อไป จากนั้นก็นำ SUPERNATANT II+III มาตกตะกอน แพรคชั่น IV ด้วยแอลกอฮอล์ 40% ที่ pH 5.85 ± 0.05 และอุณหภูมิ -6°C . นำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นรอบสูง แยกเอาตะกอน แพรคชั่น IV ออกเพื่อนำไปทำ PLASMA PROTEIN SOLUTION ต่อไป จากนั้นก็นำ SUPERNATANT IV มาตกตะกอน แพรคชั่น V ด้วยแอลกอฮอล์ 40% ที่ pH 4.80 ± 0.05 อุณหภูมิ -8°C . แล้วนำมาปั่นแยก เอาตะกอน V ออกด้วยเครื่องปั่นรอบสูง ซึ่งตะกอน V นี้ จะนำไปทำเป็นแอลบูมิน

2.1.2 การเตรียมมิมูโนโกลบูลิน ชั้นตอนต่าง ๆ ดูได้จากแผนผังในรูปที่ 2.3 โดยนำตะกอนของ แพรคชั่น II+III มาปรับสภาพ ให้ได้ pH 4.80 ± 0.05 และอุณหภูมิ $+2^{\circ}\text{C}$. จากนั้น นำมาตกตะกอน เอา แพรคชั่น IIA ด้วยแอลกอฮอล์ 12% ที่ pH 5.10 ± 0.05 และอุณหภูมิ -5°C . จากนั้นนำมาปั่นแยกเอา แพรคชั่น IIA ออกด้วยเครื่องปั่นรอบสูง แล้วนำ SUPERNATANT IIA มาตกตะกอน แพรคชั่น IIC ต่อ ด้วยแอลกอฮอล์ 30% ที่ pH 7.0 ± 0.05 และอุณหภูมิ -6°C . นำมาปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นรอบสูงแยกเอา SUPERNATANT IIC ทิ้งไป เอาแต่ตะกอน แพรคชั่น IIC มาละลายในน้ำเป็น SUSPENSION แล้วกรองด้วยเครื่องกรองแล้วทำ LYOPHILISATION ใส่ STABILIZER แล้วทำให้ละลาย กรองอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงบรรจุลงขวด ปิดฉลากแล้วจึงบรรจุกล่อง รอการนำไปใช้งานส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งแยกออกมาเพื่อตรวจสอบให้ได้ตรงตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก



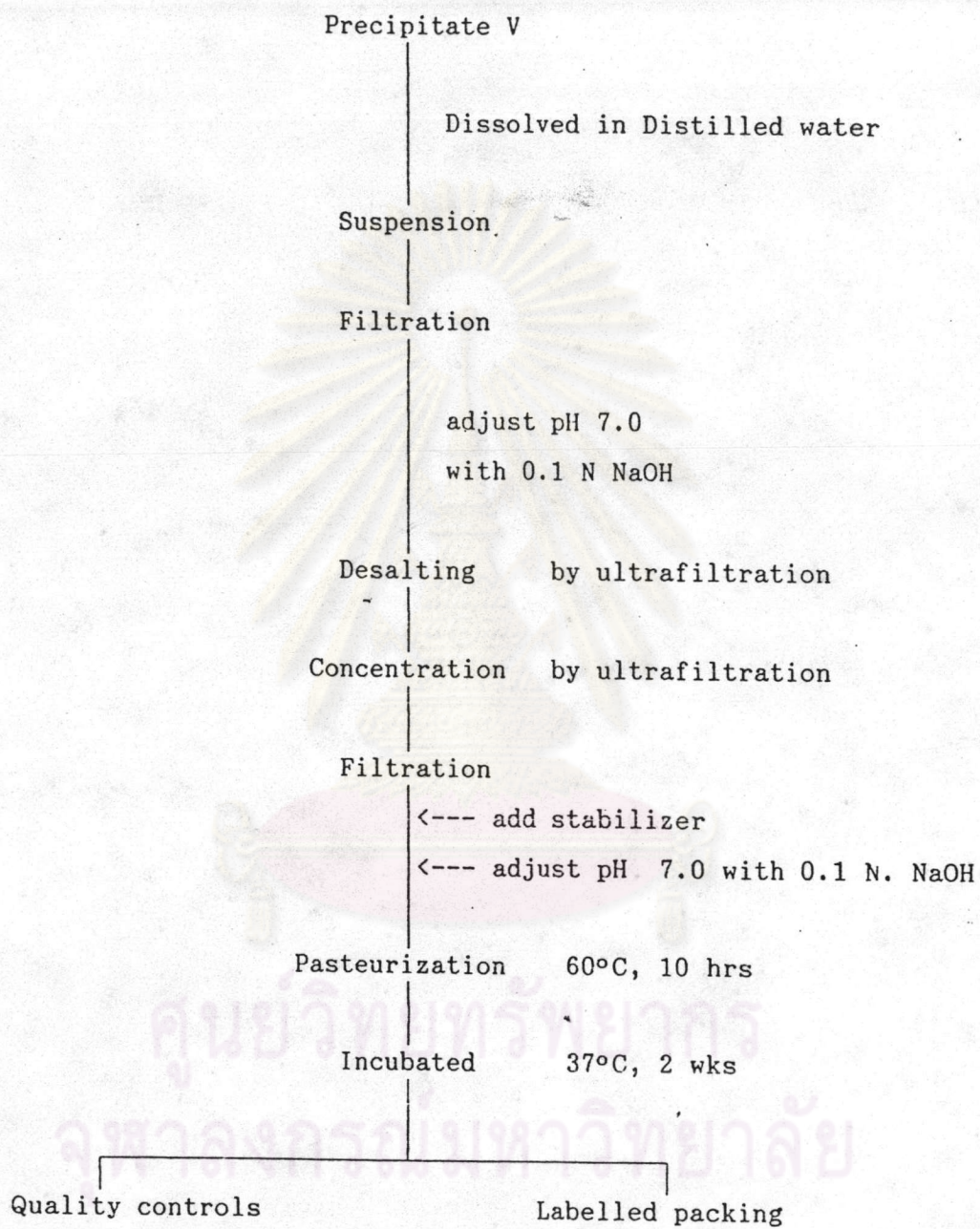
รูปที่ 2.2 กระบวนการผลิตสารแปรรูปโลหิตขั้นต้น (1)



รูปที่ 2.3 กระบวนการเตรียมมิมโนโกลบิน (1)

2.1.3 การเตรียมแอลบูมิน (ALBUMINS) ขึ้นตอนต่าง ๆ ดูได้จากแผนผังในรูปที่ 2.4 โดยนำตะกอนของแฟรคชั่น V มาละลายน้ำทำเป็น SUSPENSION แล้วนำมากรองให้ใส ด้วยเครื่องกรอง DEPTH FILTER จากนั้นก็ปรับ pH ของสารละลายที่กรองให้ได้ 7.0 ± 0.1 แล้วนำมาทำ DIAFILTRATION เพื่อล้างเอาแอลกอฮอล์ โปรตีนที่ไม่ต้องการ และแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น โซเดียม เป็นต้น ออกไปด้วยเครื่อง MOLECULAR FILTRATION หรือ ULTRAFILTRATION จากนั้นทำให้โปรตีนเข้มข้นขึ้น ตามต้องการ คือประมาณ 20% แล้วเติม SODIUM CAPRYLATE เป็น STABILIZER แล้วนำมาปรับ pH อีกครั้งให้ได้ 7.0 ± 0.1 แล้วนำมากรองด้วย CAPSULE FILTRATION ขนาด 0.8 ± 0.22 ไมครอน (STERILE FILTRATION) จากนั้นบรรจุลงในขวด ๆ ละ 50 มล. ด้วยเครื่องบรรจุใน LAMINAR AIR FLOW แล้วปิดฝาขวดด้วยฝาลูมิเนียม นำไปทำพลาสมาเจอร์ไรซ์ที่อ่างน้ำอุ่นที่ 60°C . นาน 10 ชั่วโมงเพื่อฆ่าเชื้อไวรัสต่าง ๆ แล้วนำไปใส่ตู้เลี้ยงเชื้อที่ 37°C . เป็นเวลานาน 2 สัปดาห์ เพื่อดูว่ามีเชื้อโรคเกิดขึ้นหรือไม่ แล้วนำมาปิดฉลาก และบรรจุในกล่อง พร้อมทั้งส่งตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.4 กระบวนการเตรียมแอลูมิเนียม (1)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ก๊าซโอโซนและคุณสมบัติ

ก๊าซโอโซน (OZONE OR ACTIVATED OXYGEN) นับเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของก๊าซออกซิเจน ทั้งนี้เพราะ ตามปกติก๊าซออกซิเจนจะประกอบด้วยธาตุออกซิเจน 2 อะตอมรวมกัน (O_2) แต่ก๊าซโอโซนจะประกอบด้วยธาตุออกซิเจน 3 อะตอมรวมกัน (O_3) ซึ่งการเกิดก๊าซโอโซนนี้ได้จากการเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนโดยใช้พลังงานสูง ก๊าซโอโซนสามารถเกิดขึ้นได้เองในธรรมชาติในชั้นบรรยากาศด้านบนและพื้นผิวโลก ลักษณะการเกิดเป็นผลมาจากการเกิดฟ้าแลบและฟ้าคะนองซึ่งจะมีประจุไฟฟ้ามากมายเกิดขึ้น และมีความต่างศักย์ทางไฟฟ้าสูงมาก ซึ่งทำให้ก๊าซออกซิเจนแตกตัว แล้วรวมตัวกันใหม่เป็นก๊าซโอโซนได้นั่นเอง ซึ่งจะสังเกตได้จากภายหลังฝนหยุดตกใหม่ ๆ จะรู้สึกสดชื่น และมีกลิ่นบางอย่างนั่นเอง

ก๊าซโอโซนที่มีความเข้มข้นสูง ๆ จะมีสีฟ้าเข้ม มีกลิ่นค่อนข้างฉุน แต่ไม่เสถียรและสลายตัวได้ง่าย โดยมีอายุครึ่งชีวิต (HALF LIFE) ค่อนข้างน้อย ประมาณ 36 นาที ถึง 2 ชั่วโมงในสถานะก๊าซ และประมาณ 18-20 นาทีเมื่อละลายในน้ำ จากนั้นจะสลายตัวกลายเป็นก๊าซออกซิเจน ดังนั้นจึงไม่สามารถผลิตและกักเก็บก๊าซโอโซนไว้ใช้งานได้ การผลิตก๊าซโอโซนจึงต้องดำเนินการในสถานที่และเวลาที่ต้องการใช้ขณะนั้นเท่านั้น

ตามปกติก๊าซโอโซนที่มีความเข้มข้นต่ำ ๆ จะไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและเนื้อเยื่อจุก และไม่มีสี แต่อาจจะมีกลิ่นเล็กน้อย ในขณะที่ถ้ามีความเข้มข้นสูง ๆ อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและเนื้อเยื่อจุก มีสีฟ้าอ่อน ๆ และมีกลิ่นฉุนรุนแรงมากขึ้น จึงไม่ควรเข้าใกล้ และสูดดมเข้าไป เพราะอาจไปทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อภายในจุกและปอดได้ เนื่องจาก เป็น ตัวออกซิไดซ์ ที่รุนแรงมาก นั่นเอง สำหรับคุณสมบัติของ การเป็นตัวออกซิไดซ์ (OXIDIZING AGENT) เมื่อเปรียบเทียบกับ ตัวออกซิไดซ์อื่น ๆ ดูได้จากตารางที่ 2.1 และคุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซโอโซนแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังออกซิเดชันของตัวออกซิไดซ์ต่าง ๆ (8)

AGENT	OXIDATION POTENTIAL VOLTS	RELATION OXIDATION POWER
FLUORIN	3.06	2.25
HYDROXYL RADICAL	2.80	2.05
ATOMIC OXYGEN	2.42	1.78
OZONE	2.07	1.52
CHLORIN DIOXIDE	1.96	1.44
HYDROGEN PEROXIDE	1.77	1.30
PERHYDROXYL RADICALS	1.20	1.25
HYPOCHLOUS ACID	1.49	1.10
CHLORINE	1.36	1.00
* BASE ON CHLORINE AS REFERENCE (=1.00)		

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซไอโซน (5)

PROPERTY	VALUE
DENSITY OF THE GAS AT 0°C, 1ATM PRESSURE	2.154 G/LITER
DENSITY OF THE LIQUID	
-111.9°C	1.354 G/ML
-183 °C	1.573 G/ML
BOILING POINT AT 1ATM PRESSURE	-111.9°C
MELTING POINT OF THE SOLID	-192.5°C
MOLECULAR WEIGHT	48
CRITICAL TEMPERATURE	-12°C
CRITICAL PRESSURE (ATMOSPHERES)	54.6
CRITICAL VOLUME (CM ³ /MOLE)	111
(IN ³ /MOLE)	6.77
SOLUBILITY (GR/L @ 0°C)	1.09
(POUND/GALLON)	0.009

2. หลักการของเครื่องผลิตก๊าซโอโซน

ในปัจจุบันการผลิตก๊าซโอโซน ทำได้ 2 วิธี คือ

2.1 โดยการผ่านก๊าซออกซิเจนรอบ ๆ หลอดอุลตราไวโอเล็ตที่มีความยาวคลื่นของแสงต่ำกว่า 200 นาโนเมตร ก๊าซออกซิเจนจะแตกตัวและรวมตัวกันใหม่กลายเป็นก๊าซโอโซน หรือ ACTIVATED OXYGEN ที่เป็นประจุลบ (O_3^-) โดยจะมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

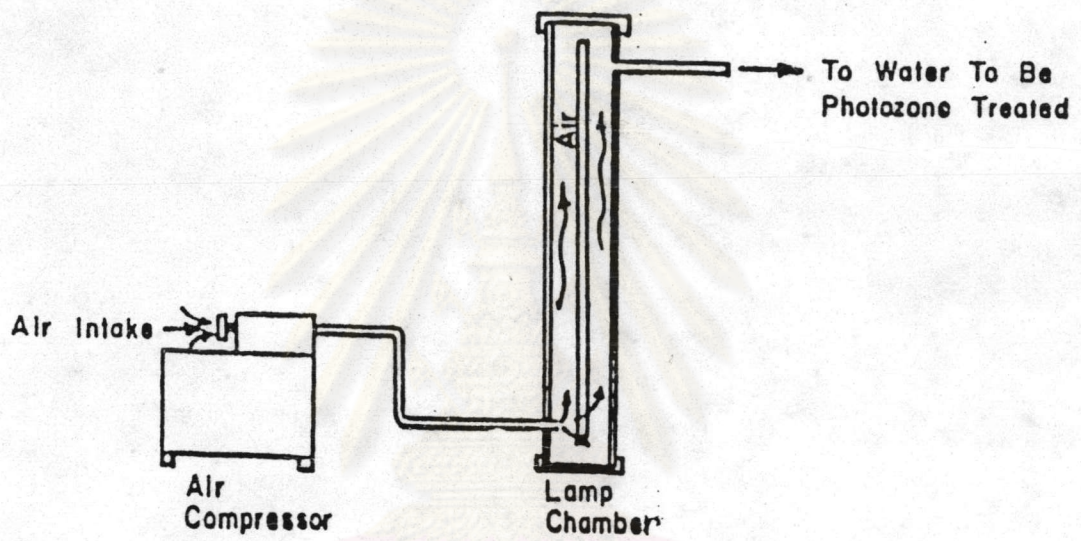
ก๊าซโอโซนที่ผลิตได้โดยวิธีนี้ มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "PHOTOZONE"

รูปที่ 2.5 แสดงถึงรูปของเครื่องมืออย่างง่าย

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้จากการผลิตก๊าซโอโซนด้วยหลอดอุลตราไวโอเล็ตที่มีความยาวคลื่นแสงต่ำกว่า 200 นาโนเมตร (15)

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์
OZONE, O_3	66.7
HYDROXYL RADICAL, OH	14.7
HYDROGEN DIOXIDE, HO_2	6.3
HYDROGEN PEROXIDE, H_2O_2	5.9
ATOMIC OXYGEN, O	4.4
OTHER OXIDANTS	2.0
NITROGEN OXIDES, NO_x	< 0.1

หมายเหตุ ถ้าเป็นก๊าซออกซิเจนบริสุทธิ์ธาตุอื่น ๆ จะไม่ปรากฏ



รูปที่ 2.5 รูปเครื่องมืออย่างง่ายของเครื่องผลิตก๊าซโอโซนด้วยหลอดอุลตราไวโอเล็ต (13)



2.2 โดยให้ก๊าซออกซิเจนหรืออากาศจำนวนหนึ่ง ซึ่งได้ดูดเอาความชื้นออกให้ต่ำมากที่สุดแล้วผ่านการถ่ายประจุ SPARK ของไฟฟ้า แบบ SILENT SPARK (CORONA) ที่มีความต่างศักย์สูงมาก (5,000-10,000 โวลต์) ทำให้ออกซิเจนในอากาศ แปรสภาพเป็นก๊าซโอโซนหรือ ACTIVATED OXYGEN ที่เป็นประจุบวก (O_3^+) องค์ประกอบต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2.4

การผลิตก๊าซโอโซนด้วยวิธีนี้ มักเรียกว่า "CORONA TYPE"

การเปรียบเทียบในด้านต่าง ๆ ระหว่าง PHOTOZONE กับ SPARK SOURCE OZONE (หรือ CORONA TYPE) แสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้จากการผลิตก๊าซโอโซนด้วย SILENT SPARK (15)

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์
OZONE, O_3^+	96.4
NITROGEN OXIDE, NO_2	3.3
OTHERS	0.3

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบในด้านต่าง ๆ ระหว่าง PHOTOZONE
กับ SPARK SOURCE OZONE (15)

	PHOTOZONE	SPARK SOURCE OZONE
OXIDATION POTENTIAL	2.6 VOLTS	2.07 VOLTS
ENERGY REQUIREMENT	3-5 KW-HR/LB	7-12 KW-HR/LB
AIR DRYER REQUIRED	NO	YES

จากตารางที่ 2.3, 2.4 และ 2.5 จะเห็นได้ว่า

ก. ในด้านปริมาณของก๊าซโอโซนที่ผลิตได้ PHOTOZONE จะได้ปริมาณน้อยกว่า SPARK SOURCE OZONE

ข. ในด้านปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซพิษชนิดหนึ่ง ใน SPARK SOURCE OZONE จะมีปริมาณมากกว่าใน PHOTOZONE แต่ในการใช้งานทั่วไป ก๊าซโอโซนที่ใช้จริงมีปริมาณการใช้ค่อนข้างน้อยคืออยู่ในระดับไม่กี่ส่วนในล้านส่วนเท่านั้น จึงทำให้ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ มีปริมาณน้อยมากและเจือจางมาก ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเท่าใดนัก

ค. ในด้านความแรงของการออกซิไดซ์ (OXIDATION POTENTIAL) ใน PHOTOZONE มีค่ามากกว่าใน SPARK SOURCE OZONE แสดงว่า PHOTOZONE ใช้งานในการบำบัดได้ดีกว่า แต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ง. ในด้านพลังงานที่ต้องใช้ PHOTOZONE จะประหยัดกว่า SPARK SOURCE OZONE

จ. ในด้านการทำให้อากาศแห้งก่อนผ่านเครื่องผลิตก๊าซโอโซนในPHOTOZONE ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ไม่มีผลต่อปริมาณการผลิตก๊าซโอโซน แต่กับ SPARK SOURCE OZONE ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ จะมีผลต่อปริมาณการผลิตก๊าซโอโซนอย่างมาก ดังนั้น ในการผลิตก๊าซโอโซน ชนิด CORONA TYPE จะต้องติดตั้ง AIR DRYER เพิ่มเติมเพื่อลดความชื้นจากอากาศออกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้ได้ก๊าซโอโซนในปริมาณสูง

สำหรับการทำวิจัยครั้งนี้ ให้เลือก PHOTOZONE ด้วยเหตุผลดังนี้

- 1) ก๊าซโอโซนที่ผลิตได้มีปริมาณเปอร์เซ็นต์ไม่สูงมากนักเหมาะสำหรับนำมาทำฟุ้งมิเกชั่น เพราะความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่สูงมากเกินไป จะอันตรายมากและสลายตัวได้ช้า
- 2) ค่าใช้จ่ายในด้านพลังงาน จะถูกกว่า ทำให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำกว่าด้วย
- 3) ต้นทุนต่ำกว่า และไม่ต้องติดตั้งระบบ AIR DRYER แต่อย่างใด

3. การประยุกต์ใช้งานของก๊าซโอโซน

ส่วนใหญ่การใช้ก๊าซโอโซน พบได้ใน

- ก. การบำบัดน้ำสำหรับใช้ในสระว่ายน้ำ
- ข. การบำบัดน้ำดื่มและน้ำที่ใช้ในกระบวนการในโรงงานอุตสาหกรรม
- ค. การบำบัดน้ำแร่
- ง. การบำบัดน้ำเสีย
- จ. การควบคุมกลิ่นในเครื่องวัดก๊าซ
- ฉ. การบำบัดน้ำสำหรับการทำฟาร์มเลี้ยงปลา
- ช. การบำบัดน้ำในการทำน้ำประปาโดยเฉพาะแถบยุโรปโดยใช้แทนคลอรีน
- ซ. การบำบัดน้ำสำหรับตู้เลี้ยงปลา
- ฅ. กิจการแพทย์
- ฎ. การบำบัดน้ำใน COOLING TOWER สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่

4. ต้นทุน (COST)

"ต้นทุน" มีความหมายที่แตกต่างกันไปตามแต่วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์และลักษณะกิจการ ดังนั้นเมื่อก้าวถึงต้นทุนจะมีคุณศัพท์ตามมาเพื่อระบุชนิดในความหมายโดยทั่ว ๆ ไป ต้นทุนหมายถึง การวัดค่าของทรัพยากรที่ถูกใช้ไปเพื่อวัตถุประสงค์บางอย่างในรูปของเงิน เช่น ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนแรงงาน เป็นต้น

การแยกประเภทต้นทุน ควรคำนึงถึงข้อต่าง ๆ ดังนี้

- ก. สะดวกต่อการคำนวณต้นทุนต่อหน่วย
- ข. สามารถชี้ให้เห็นความเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มของต้นทุนได้อย่างชัดเจน
- ค. สะดวกในการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้นแล้ว และ ช่วยคาดคะเนถึง

อนาคต

5. การฆ่าเชื้อโรคด้วยสารเคมี (DISINFECTION ON MICROORGANISMS)

การฆ่าเชื้อโรคด้วยสารเคมี (DISINFECTION) ถือเป็นการบำบัดด้วยสารเคมี เพื่อใช้ในการทำลายหรือกำจัดจุลชีพที่ก่อให้เกิดโรค (PATHOGENIC MICROORGANISMS) และ/หรือ สปอร์ของแบคทีเรีย อย่างหนึ่ง สารเคมีแต่ละชนิด จะมีความสามารถในการทำลายจุลชีพที่ก่อให้เกิดโรคและสปอร์ของแบคทีเรียไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและคุณสมบัติด้านความแรงของค่าออกซิเดชันของสารเคมีนั้น ๆ

สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค มีหลายชนิด กลไกที่ใช้ในการบำบัด แสดงในตารางที่ 2.6

สำหรับตารางที่ 2.7 แสดงผลการใช้ของสารฆ่าเชื้อโรคนิตต่าง ๆ ต่อจุลชีพที่ก่อให้เกิดโรคและสปอร์ของแบคทีเรีย

ตารางที่ 2.6 สารเคมีและกลไกที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคด้วยสารเคมี (18)

(AGENT AND MECHANISMS FOR CHEMICAL DISINFECTION)

AGENT	MECHANISMS (IN ORDER OF IMPORTANCE)
PHENOL AND DERIVATIVES	<ol style="list-style-type: none"> 1. DENATURATION AND COAGULATION 2. SPECIFIC TOXIC EFFECTS 3. SURFACTANT ACTION
ALCOHOLS	<ol style="list-style-type: none"> 1. SURFACTANT ACTION 2. DENATURATION AND COAGULATION
ACIDS AND BASES	<ol style="list-style-type: none"> 1. DENATURATION AND COAGULATION
HALOGENS AND HALOGEN COMPOUNDS	<ol style="list-style-type: none"> 1. DENATURATION AND COAGULATION 2. SPECIFIC TOXIC EFFECTS
HEAVY METALS	<ol style="list-style-type: none"> 1. DENATURATION AND COAGULATION 2. SPECIFIC TOXIC EFFECTS
DETERGENTS	<ol style="list-style-type: none"> 1. SURFACTANT ACTION

ตารางที่ 2.7 ผลของสารฆ่าเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อจุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรค
และสปอร์ของแบคทีเรีย (18)

EFFECTS OF VARIOUS DISINFECTANTS ON MICROORGANISMS

+ = active; - = inactive

Class	Example	Concentration, %	Vegative bacteria	Tubercle bacillus	Bacterial spores	Higher fungi	Virus
Alcohols, aliphatic	Ethyl	70	+	+	-	+	+
	Isopropyl	70-90	+	+	-	+	-
Aldehydes	Formaldehyde	1-8	+	+	+	+	+
	Glutaraldehyde	2	+	+	+	+	+
Bisguanidines	Chlorhexidine	0.1-1.0	+	-	-	+	-
β -Propiolactone	β -Propiolactone	1	+	-	+	+	+
Cresols	Coal tar disinfectants	1-5	+	-	-	+	-
Epoxides	Ethylene oxide	1	+	+	+	+	+
	Propylene oxide	1	+	+	+	+	+
Halogens	Organic and inorganic halogen-releasing compounds	0.005-0.02 available halogen	+	-	-	+	+
Organotin compounds	Tri- <i>n</i> -butyltin salts	0.01-0.02	+	-	-	+	-
Peracids	Peracetic acid	1	+	+	+	+	+
Phenols	Phenol, phenyl phenol, and halogenated derivatives	0.5-5.0	+	+	-	+	+
Surfactants	Anionic	Alkyl aryl sulfonates ^a	0.1-0.25	+	-	-	-
	Cationic	Quaternary ammonium salts ^c	0.02	+	-	-	+
	Amphoteric	Alkyl di(aminoethyl)glycine ^e	1-5	+	-	-	+


^a Phenol only.

^b Acid pH (< 3).

^c Alkaline pH.

จากตารางที่ 2.7 พบว่ามีสารฆ่าเชื้อโรคเพียงไม่กี่ชนิดที่มีผลใช้ในการฆ่าเชื้อจุลชีพและสปอร์ของแบคทีเรียได้ค่อนข้างครบถ้วน แต่เนื่องจากสารเคมีเหล่านี้ขณะใช้งานจะมีกลิ่นรุนแรงมาก และที่สำคัญ ภายหลังจากการใช้งานแล้ว จะมีสารตกค้างซึ่งเป็นอันตรายต่อการทำงาน ถ้าไม่ทำความสะอาดเสียก่อนหลังจากการบำบัดด้วยสารเคมี

สำหรับก๊าซโอโซน ถึงแม้ว่าจะเป็นสารพิษที่ความเข้มข้นสูง และเริ่มมีกลิ่นค่อนข้างฉุน แต่ถ้านำมาใช้งานอย่างถูกต้องและระมัดระวังแล้ว จะมีผลในการทำลายจุลชีพ และสปอร์ของแบคทีเรียเป็นอย่างดี เพราะเป็นตัวออกซิไดซ์ที่ดีมาก และไม่มีสารตกค้างที่เป็นพิษหลงเหลืออยู่ภายหลังจากการใช้งาน ทั้งนี้เพราะ ก๊าซโอโซนจะสลายตัวได้เองกลายเป็นก๊าซออกซิเจนทั้งหมดภายในที่สุด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย