

โครงการฝึกอบรมภายใต้มาตรการสร้างบุคลากรทักษะสูงสำหรับอุตสาหกรรมยุคใหม่

การจัดการผักและผลไม้ตลอดห่วงโซ่มูลาาาา สู่ระบบของเสียเป็นศูนย์ด้วยเทคโนโลยี หลังการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปสมัยใหม่ POSTHARVEST • COLD CHAIN • VALUE CREATION



รศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์

หัวหน้าศูนย์ความเป็นเลิศทางนวัตกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.



ผศ. สมัคร รักแม่

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.



ศ.ดร.วราวุฒิ ครุสง

สาขาเทคโนโลยีการหมัก
คณะอุตสาหกรรมอาหาร สจล.

POSTHARVEST • COLD CHAIN • VALUE CREATION



RAW MATERIAL SELECTION & GRADING

คัดเลือกวัตถุดิบให้เหมาะกับผลิตภัณฑ์



หลักการ

RIGHT RAW MATERIAL → RIGHT PRODUCT

หลักการคัดเลือกวัตถุดิบต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์



1. คุณภาพทางกายภาพ (PHYSICAL)



- ขนาดและน้ำหนักสม่ำเสมอ
- รูปร่างสมบูรณ์
- สีและระดับความสุกเหมาะสม
- ความแน่นเนื้อ (Firmness)
- ไม่มีรอยขีดหรือโรค



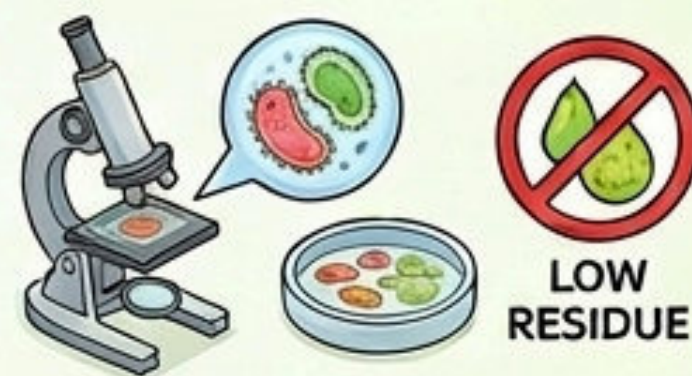
2. คุณภาพทางเคมี (CHEMICAL)



- °Brix (ความหวาน)
- pH และกรดทั้งหมด (TA)
- อัตราส่วน Brix/Acid
- ปริมาณวิตามิน/สารต้านอนุมูลอิสระ



3. คุณภาพด้านความปลอดภัย (SAFETY)



- ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นต่ำ
- ไม่มีเชื้อก่อโรค
- สารตกค้างต่ำกว่า MRL
- ผ่านมาตรฐานโลหะหนัก



4. การแบ่งเกรด (GRADING)



Grade A :

Freezer



GRADE A : ส่งออก / จำหน่ายสด / แช่แข็ง



Grade B :



GRADE B : น้ำผลไม้ / Puree / แยม



Grade C :



GRADE C : หมัก / สกัดสารสำคัญ
ผลิตภัณฑ์พลอยได้



Key Message

“THE RIGHT RAW MATERIAL DETERMINES THE QUALITY, YIELD, AND COST OF THE ENTIRE PROCESSING LINE.”



SAFE CHEMICALS & INNOVATIONS FOR FRUIT CLEANING: AS PER REGULATED STANDARDS

สารเคมีและนวัตกรรมที่ปลอดภัยสำหรับการล้างผลไม้: ตามมาตรฐานที่กำหนด

1. MICROBIAL SANITIZING AGENTS (ตามมาตรฐานที่กำหนด)

1. สารฆ่าเชื้อลดจุลินทรีย์สำหรับผลไม้ (ตามมาตรฐานที่กำหนด)

1a CHLORINE-BASED สารคลอรีนแบบต่างๆ



Breaks down bacteria, must control concentration
ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย
ต้องควบคุมความเข้มข้น

50-200 ppm
pH 6-7.5

1b PERACETIC ACID (PAA) กรดเพอร์อะซิติก



40-80 ppm

ไม่มีสารตกค้าง

PAA decomposition products
(ผลผลิตการสลายตัวของ PAA)



acetic acid



water



oxygen

สลายตัวเป็นกรดอะซิติก
น้ำ และออกซิเจน

1c OZONE (O₃) โอโซน



Highly reactive, safe gas
สารปฏิกิริยาสูง
ก๊าซที่ปลอดภัย

Highly reactive, decomposes to oxygen, no residue but requires safety controls

• สลายเป็นออกซิเจน
ไม่มีสารตกค้าง
แต่ต้องควบคุมความ
ปลอดภัยขณะใช้งาน



2. PESTICIDE REDUCTION CHEMICALS (NON-SANITIZING AGENTS)

2. สารลดสารตกค้างยาฆ่าแมลง (ไม่ใช่สารฆ่าเชื้อ) (ตามมาตรฐานที่กำหนด)

2a SODIUM BICARBONATE (BAKING SODA)



- Up to 90% effective
- มีประสิทธิภาพสูงสุด 90%

2b FOOD-GRADE VEGGIE WASH น้ำยาล้างผักผลไม้เกรดอาหาร



- Removes oil-based pesticides
- ขจัดสารกำจัดศัตรูพืชที่มีฐานเป็นน้ำมัน

REDUCE PESTICIDES → HEALTHIER CONSUMERS
ลดสารเคมีตกค้าง → ผู้บริโภคที่มีสุขภาพดีขึ้น



3. INNOVATIVE TECHNOLOGIES (ตามมาตรฐาน)

3. เทคโนโลยีและนวัตกรรม (ตามมาตรฐาน)

3a ELECTROLYZED WATER (EW) น้ำอิเล็กโทรไลต์



ACIDIC EW
น้ำอิเล็กโทรไลต์แบบกรด
(pH 2-3)

ALKALINE EW
น้ำอิเล็กโทรไลต์แบบด่าง
(pH 11-12)

3b ULTRASONIC CLEANING คลื่นเสียงความถี่สูง



- Cavitation removes hidden dirt
ฟองอากาศขนาดเล็กช่วยขจัดสิ่งสกปรกที่ซ่อนอยู่
- Minimal fruit damage
ความเสียหายต่ำสุด

LOWER MICROBIAL LOAD → SAFE PRODUCTS

ลดปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้น → ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัย

ADVANCED CLEANING → PREMIUM QUALITY

การทำความสะอาดขั้นสูง → คุณภาพระดับพรีเมียม

Key Message

"A STRICT SELECTION AND USE OF REGULATED-STANDARD CHEMICALS AND TECHNOLOGIES ENSURES THE HIGHEST LEVEL OF FOOD SAFETY AND QUALITY FOR ALL FRUIT PRODUCTS."

การเลือกและใช้สารเคมีและเทคโนโลยีตามมาตรฐานที่กำหนด อย่างเคร่งครัดช่วยให้มั่นใจในความปลอดภัยและคุณภาพอาหารสูงสุดสำหรับผลิตภัณฑ์ผลไม้ทั้งหมด

AS PER REGULATED STANDARDS
(ตามมาตรฐานที่กำหนด)

ENZYME CONTROL & BROWNING PREVENTION

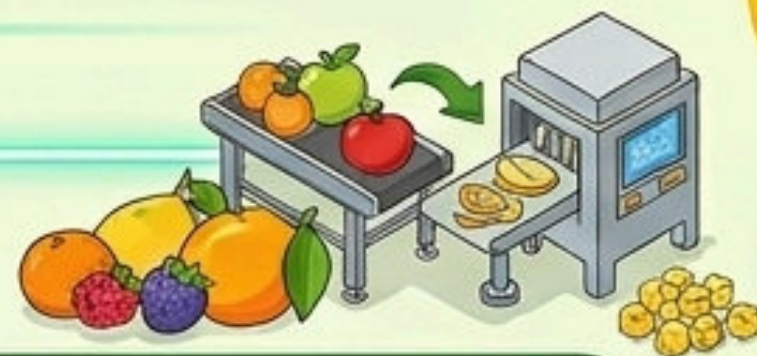
การควบคุมเอนไซม์และการป้องกันสีน้ำตาล



หลักการ

SAME PROBLEM → DIFFERENT SOLUTIONS

ปัญหาเดียวกัน แก้ไขต่างวิธีวิธีตามชนิดวัตถุดิบ



ENZYMATIC BROWNING: PPO + Phenolic compounds + Oxygen → Brown color
เอนไซม์ Polyphenol Oxidase (PPO) + สารฟีนอล + ออกซิเจน → เกิดสีน้ำตาล บนผิวเนื้อเยื่อทันทีหลังปอกเปลือก/ตัดแต่ง

1. BLANCHING (ความร้อน) — ใช้กับผัก



แช่น้ำร้อน 85-100°C
แต่สารอาหารที่ละลายน้ำได้

1a WATER BLANCHING —
แช่น้ำร้อน 85-100°C
ควบคุมง่าย แต่สูญเสีย
สารอาหารที่ละลายน้ำได้

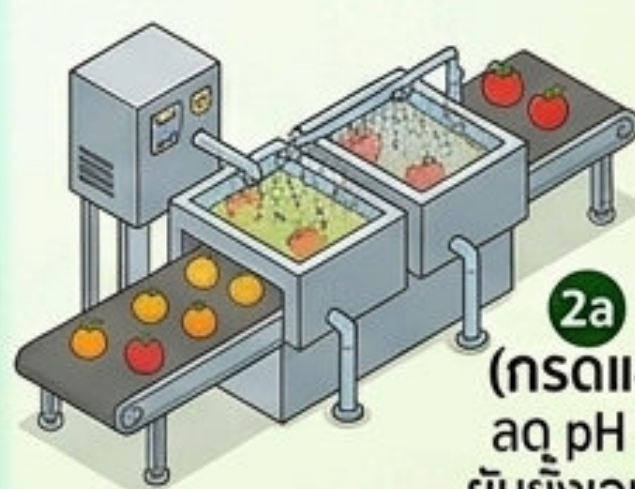
1b STEAM BLANCHING —
ไอน้ำร้อนสัมผัสผิวอาหาร
สูญเสียสารอาหารน้อยกว่าแบบน้ำ

กล่องการตรวจสอบ



CHECK: Peroxidase Test (ทดสอบเอนไซม์ Peroxidase — ทนความร้อนสูงสุด)

2. CHEMICAL METHODS (วิธีเคมี) — ใช้กับผลไม้



2a ACID DIPPING
(กรดแอสคอร์บิก/ซิตริก) —
ลด pH + สารต้านออกซิเดชัน
ยับยั้งเอนไซม์โดยไม่ใช้ความร้อน

2a ACID DIPPING (กรด
แอสคอร์บิก/ซิตริก) —
ลด pH + สารต้านออกซิเดชัน
ยับยั้งเอนไซม์โดยไม่ใช้ความร้อน

2b SULFITE TREATMENT
(สารละลายซัลไฟต์)
ใช้กับผลไม้บางชนิด
ป้องกันสีน้ำตาลโดยไม่ทำลายเนื้อสัมผัส

VEGETABLES: heat-tolerant, blanching also removes air from tissue
FRUITS: heat damages texture/color/flavor → chemical methods preferred
ผลไม้: ความร้อนทำลายเนื้อสัมผัส/สี/กลิ่นรส → นิยมใช้วิธีเคมีแทน



Key Message

CHOOSING THE RIGHT ENZYME CONTROL METHOD PROTECTS COLOR, FLAVOR, AND NUTRITIONAL VALUE OF THE FINAL PRODUCT.

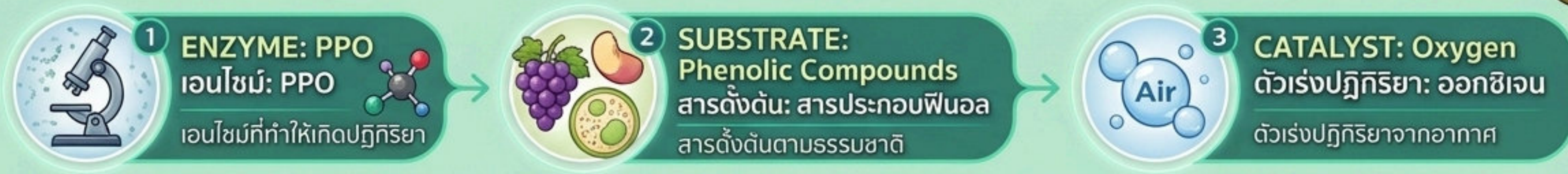
การเลือกวิธีควบคุมเอนไซม์ที่เหมาะสม ช่วยรักษาสี กลิ่นรส และคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

UNDERSTANDING ENZYMATIC BROWNING

สรุปการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์

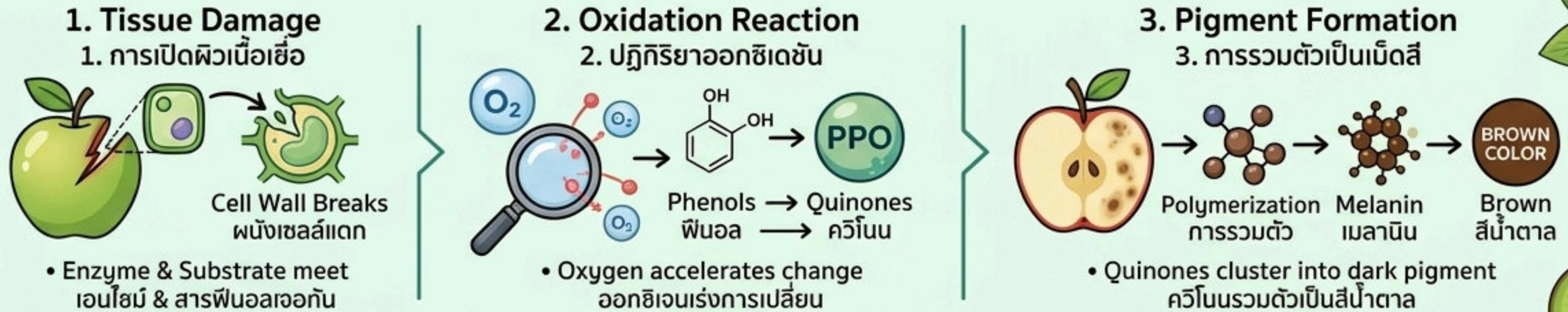
3 KEY COMPONENTS

องค์ประกอบหลัก 3 ตัว



PROCESS MECHANISM

กลไกการเกิด



CONTROL & PREVENTION METHODS

วิธีการควบคุมและป้องกันในอุตสาหกรรม



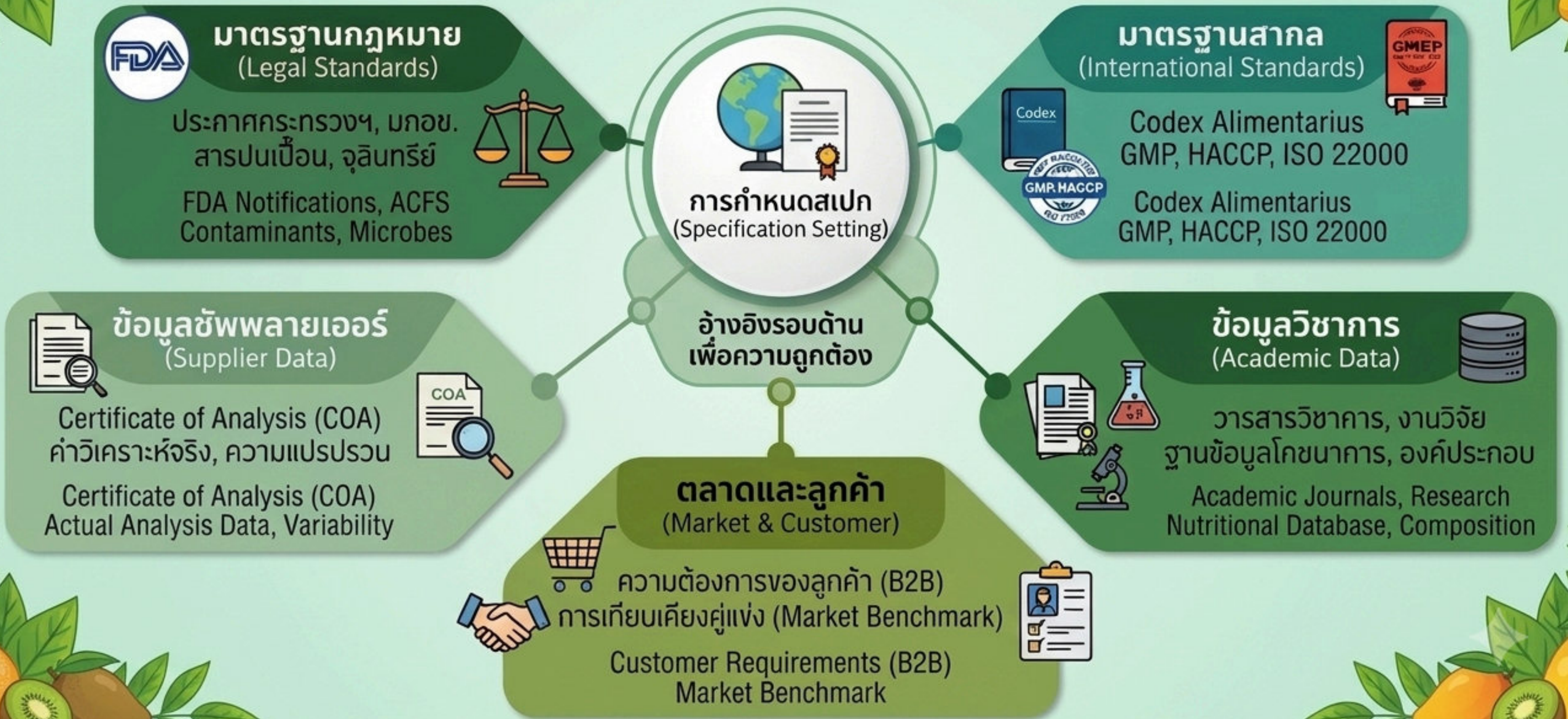
1. DEACTIVATE ENZYME (HEAT)

1. ทำลายเอนไซม์ด้วยความร้อน
- Change PPO shape with heat
เปลี่ยนสภาพเอนไซม์ PPO
 - Blanching ภาสาน
VEGETABLES (ผัก)



แหล่งข้อมูลการกำหนดสเปกวัตถุดิบ

(Sources for Raw Material Specification)



SECTION 1

01

RAW MATERIAL PREPARATION

การเตรียมวัตถุดิบก่อนแปรรูป

THE FIRST HURDLE OF EVERY PROCESSING METHOD

ด่านกั้นแรกสุดของทุกกระบวนการแปรรูป



SPEC & GRADING
คัดคุณภาพ



WASHING
ทำความสะอาด



PEELING
ปอกเปลือก



SIZE REDUCTION
ลดขนาด



ENZYME CONTROL
ควบคุมเอนไซม์

PEELING & SIZE REDUCTION

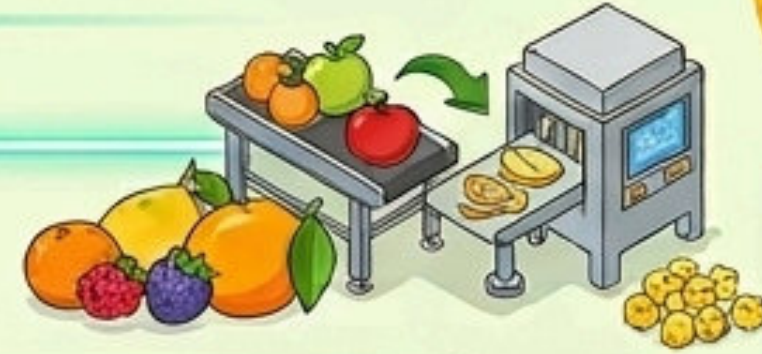
การปอกเปลือกและการลดขนาดวัตถุดิบ



หลักการ

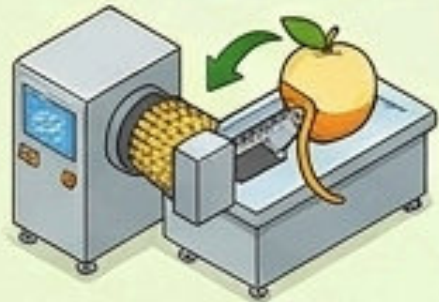
RIGHT METHOD → RIGHT TEXTURE & YIELD

เลือกวิธีให้เหมาะกับชนิดวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ปลายทาง



1. PEELING METHODS การปอกเปลือก

1a MECHANICAL
(ใบมีด/แปรงขัดผิว)



ใบมีด/แปรงขัดผิว
ใช้กับผิวเรียบ
เช่น แอปเปิ้ล สับปะรด

1b STEAM PEELING
(ไอน้ำแรงดันสูง)



ไอน้ำแรงดันสูง
ทำให้ผิวหลุดลอก
ใช้กับมันฝรั่ง มะเขือเทศ

1c LYE PEELING
(ด่าง NaOH ร้อน)



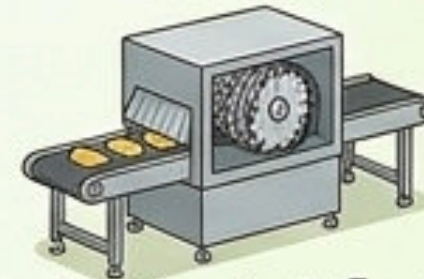
แช่ด่าง NaOH ร้อน
ละลายเปลือก
ใช้กับผิวบาง เช่น ลูกพีช
ต้องล้างสารตกค้างออกให้หมด

MINIMIZE LOSS → MAXIMIZE YIELD

ลดการสูญเสียเนื้อผลไม้ → เพิ่มผลผลิตที่ใช้ได้จริง

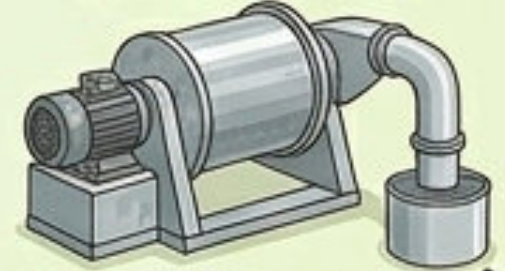
2. SIZE REDUCTION การลดขนาด

2a CUTTING/SLICING
(หั่น/ตัดเป็นชิ้น)



สำหรับผลิตภัณฑ์แช่แข็ง/อบแห้ง
ที่ต้องการคงรูปทรงชิ้น

2b PULPING/GRINDING
(บด/ปั่นละเอียด)



สำหรับผลิตภัณฑ์กวน/แยม/น้ำผลไม้
ที่ไม่ต้องการคงรูปทรง

SMALLER SIZE → FASTER PROCESS BUT FASTER QUALITY LOSS

ชิ้นเล็กลง → กระบวนการเร็วขึ้น แต่เสี่ยงสูญเสียคุณภาพเร็วขึ้นเช่นกัน



Key Message

THE RIGHT PEELING AND SIZE REDUCTION METHOD PRESERVES YIELD, TEXTURE, AND MINIMIZES QUALITY LOSS BEFORE PROCESSING.

วิธีการปอกเปลือกและลดขนาดที่เหมาะสม ช่วยรักษาผลผลิต เนื้อสัมผัส และลดการสูญเสียคุณภาพก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูป

GUIDE TO PITTING FRUITS

คู่มือคว้านเมล็ดผลไม้

นิยมคว้านเมล็ด



เงาะ
Rambutan



ลำไย
Longan



ลิ้นจี่
Lychee



มะยงชิด
Marian Plum

1. ผลไม้ไทยเนื้อนุ่ม
ทานง่ายไม่เลอะมือ
ยัดไส้ได้สวยงาม



เชอร์รี่
Cherry



พลัม
Plum



พีช
Peach

2. ผลไม้เมล็ดแข็ง
ทำแยม อบแห้ง
หรือกินสด



แอปเปิ้ล
Apple



สาละ
Pear

3. ผลไม้แกนแข็ง
ทำจัดแกนกลาง
หั่นชิ้นสวย

วัตถุประสงค์ของการคว้าน



ทานง่ายขึ้น
Easier to Eat



สวยงาม น่าทาน
Aesthetic Appeal



เตรียมทำอาหาร/ขนม
Cooking Prep



แปรรูปผลไม้
Fruit Processing

HOW TO PIT วิธีคว้านง่ายๆ



1. ตัด/ผ่าซีก
Cut the Top/Halve



2. ใช้มีดคว้าน/อุปกรณ์
Use Pitting Knife/Tool



3. หมุนและดึง
Twist and Pull

5.3

THERMAL PROCESSING

การแปรรูปด้วยความร้อน

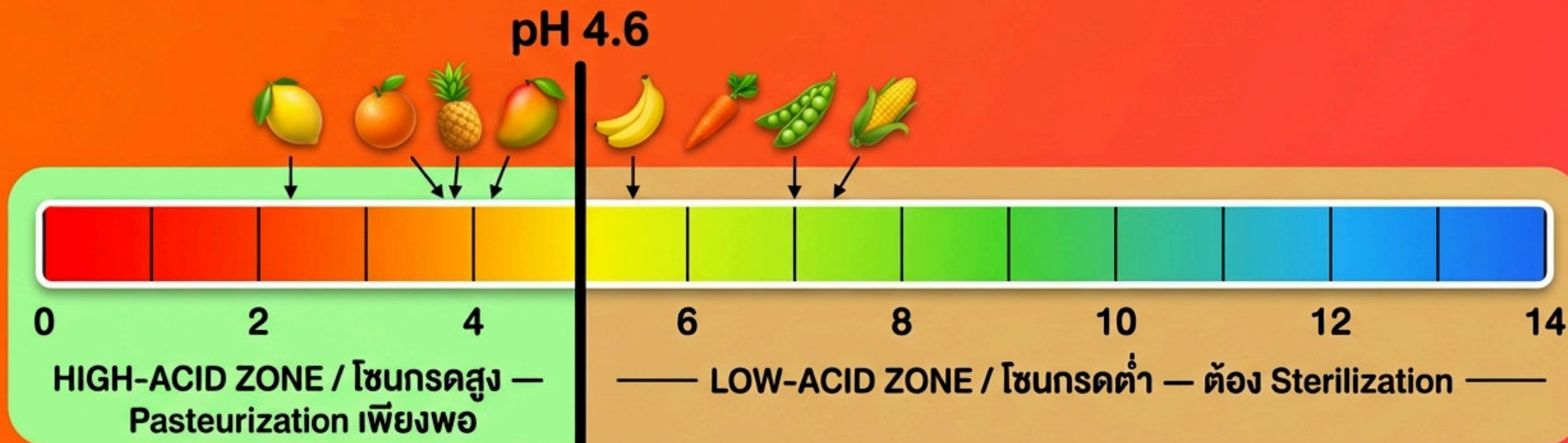
SCIENCE-BASED HEAT TREATMENT FOR SAFETY AND QUALITY
กรรมวิธีความร้อนบนพื้นฐานวิทยาศาสตร์



FRUIT PROCESSING SERIES | THERMAL PROCESSING

THE pH 4.6 THRESHOLD ON THE FULL pH SCALE

เส้นแบ่ง pH 4.6 บนสเกล pH เต็มรูปแบบ



ACID DOES NOT KILL THE SPORE — IT BLOCKS GERMINATION AND TOXIN PRODUCTION
กรดไม่ได้ฆ่าสปอร์ แต่ปิดกั้นการงอกและการสร้างสารพิษของ Clostridium botulinum

pH 4.6 คอเส้นแบ่งทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่ตัวเลขที่กำหนดขึ้นเอง

THERMAL EFFECTS ON MICROORGANISMS & ENZYMES

ผลของความร้อนต่อจุลินทรีย์และเอนไซม์

GRAM-NEGATIVE BACTERIA

(Vegetative Cell)

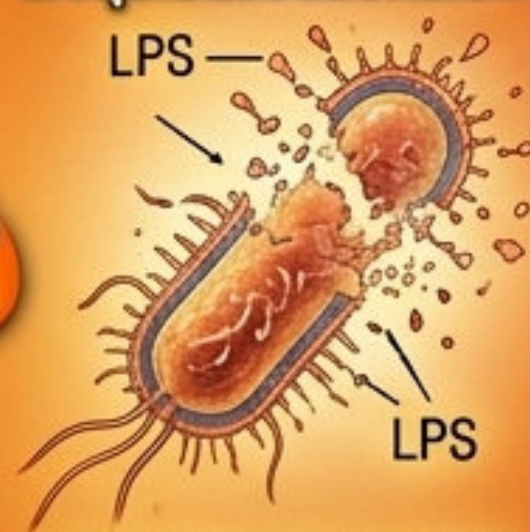
แบคทีเรียแกรมลบ (เซลล์ปกติ)

LOW HEAT /
PASTEURIZATION
($<100^{\circ}\text{C}$)



Salmonella

DAMAGED OUTER
MEMBRANE
เยื่อหุ้มเซลล์ชั้นนอกเสียหาย



DAMAGED OUTER
OUTER MEMBRANE
เยื่อหุ้มเซลล์ชั้นนอกเสียหาย

Heat-sensitive, Outer Membrane Damage
ไวต่อความร้อน, เยื่อหุ้มเซลล์ชั้นนอกเสียหาย

GRAM-POSITIVE BACTERIA

(Bacterial Spore)

แบคทีเรียแกรมบวก (สปอร์แบคทีเรีย)

ULTRA-HIGH HEAT /
STERILIZATION
($>100^{\circ}\text{C}$)

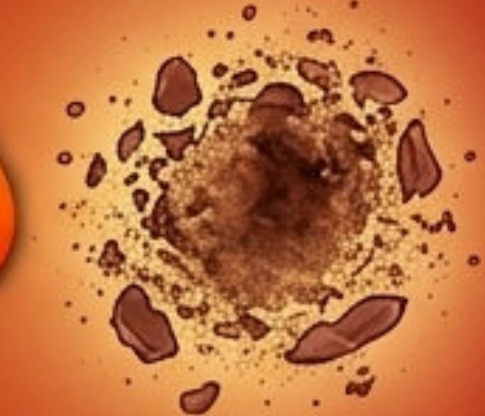


Clostridium botulinum
Only Sterilization
Destroys Spores

เฉพาะสเตอริไลซ์ทำลายสปอร์

Highly Heat-resistant Spore
สปอร์ทนความร้อนสูง

SPORE
DISINTEGRATED
สปอร์ถูกทำลายสิ้นซาก



SPORE
DISINTEGRATED
สปอร์ถูกทำลายสิ้นซาก

Heat Denatures Proteins & Structures
ความร้อนทำให้เสียสภาพโปรตีนและโครงสร้าง

ENZYMES

(Proteins)

เอนไซม์ (โปรตีน)

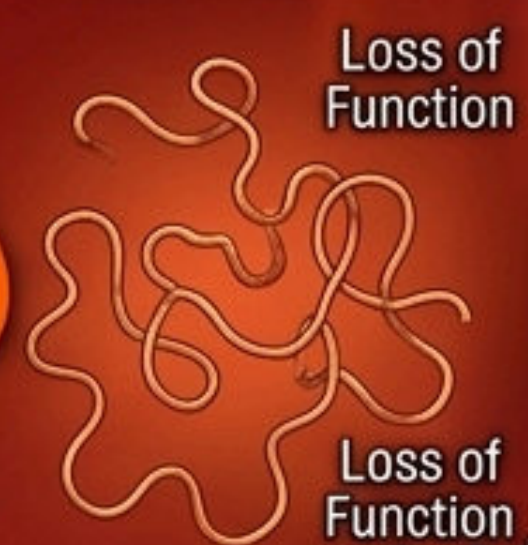
HEAT
($<100^{\circ}\text{C}$)



Enzyme

Permanent Denaturation
การเสียสภาพถาวร

DENATURED ENZYME
เอนไซม์เสียสภาพ



DENATURED ENZYME
เอนไซม์เสียสภาพ

Loss of
Function

Loss of
Function
สูญเสียหน้าที่

HIGH-ACID, LOW-ACID, AND ACIDIFIED FOOD

อาหารกรดสูง กรดต่ำ และอาหารเติมกรด

HIGH-ACID FOOD

อาหารกรดสูง
($\text{pH} < 4.6$ ตามธรรมชาติ)

Naturally acidic from the start
เป็นกรดตามธรรมชาติตั้งแต่ต้น



LOW-ACID FOOD

อาหารกรดต่ำ
($\text{pH} > 4.6$ ตามธรรมชาติ)

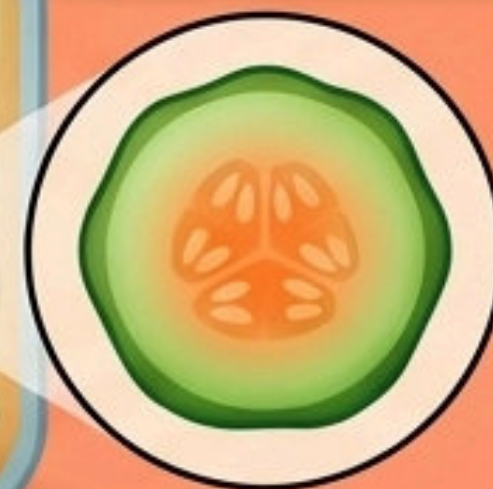
Naturally low-acid,
requires sterilization
กรดต่ำตามธรรมชาติ
ต้องใช้ sterilization



ACIDIFIED FOOD

อาหารเติมกรด

MUST VERIFY EQUILIBRIUM
pH AT THE CENTER, NOT
JUST IN THE BRINE
ต้องตรวจ pH สมดุลที่แกนกลาง
ไม่ใช่แค่ในน้ำดอง



ACIDIFIED FOOD STARTS AS LOW-ACID BUT ACID IS ADDED AFTERWARD — UNEVEN PENETRATION IS A REAL SAFETY RISK

อาหารเติมกรดเดิมเป็นกรดต่ำ แต่เติมกรดภายหลัง — กรดซึมไม่ทั่วถึงคือความเสี่ยงจริง

FOOD STERILIZATION IN HERMETICALLY SEALED CONTAINERS

การฆ่าเชื้ออาหารในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกสนิท

PART 1: THE STERILIZATION PROCESS & F₀ VALUE

ส่วนที่ 1: กระบวนการฆ่าเชื้อและค่า F₀



F₀ = MINUTES NEEDED AT 121°C TO MAKE *Clostridium botulinum* SPORES SAFE

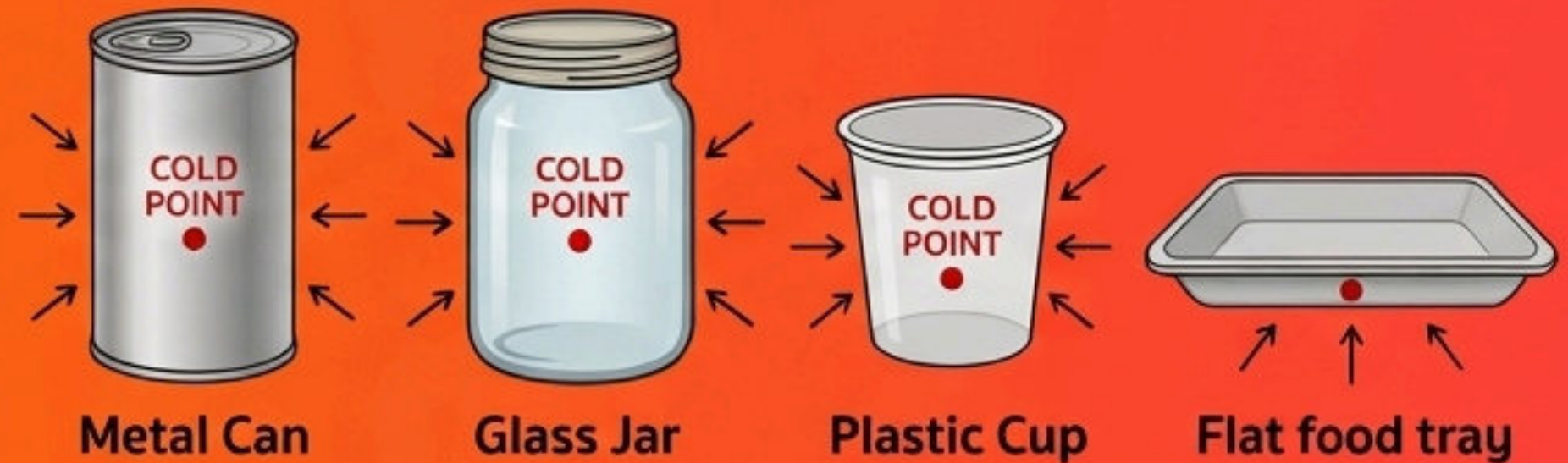
F₀ = จำนวนนาทีที่ต้องใช้ที่ 121°C เพื่อทำให้สปอร์ *Clostridium botulinum* ปลอดภัย



STERILIZATION DESTROYS SPORES THAT PASTEURIZATION CANNOT
Sterilization ทำลายสปอร์ที่ Pasteurization ทำไม่ได้

PART 2: HEAT PENETRATION & CONTAINER COLD POINTS

ส่วนที่ 2: การแทรกซึมความร้อนและจุด COLD POINT ของบรรจุภัณฑ์



TALLER/THICKER SHAPES = DEEPER COLD POINT = LONGER STERILIZATION TIME
รูทรงสูง/หนา = Cold Point อยู่ลึกกว่า = ใช้เวลาฆ่าเชื้อมานานกว่า

F₀ DETERMINES SAFETY AT COLD POINT, ENSURING STERILIZATION COMPLETENESS

ค่า F₀ กำหนดความปลอดภัย ณ จุด Cold Point เพื่อรับประกันความฆ่าเชื้อสมบูรณ์

ASEPTIC PROCESSING: 3 KEY STEPS

ระบบปลอดเชื้อ: 3 ขั้นตอนหลัก

IN-LINE STERILIZATION

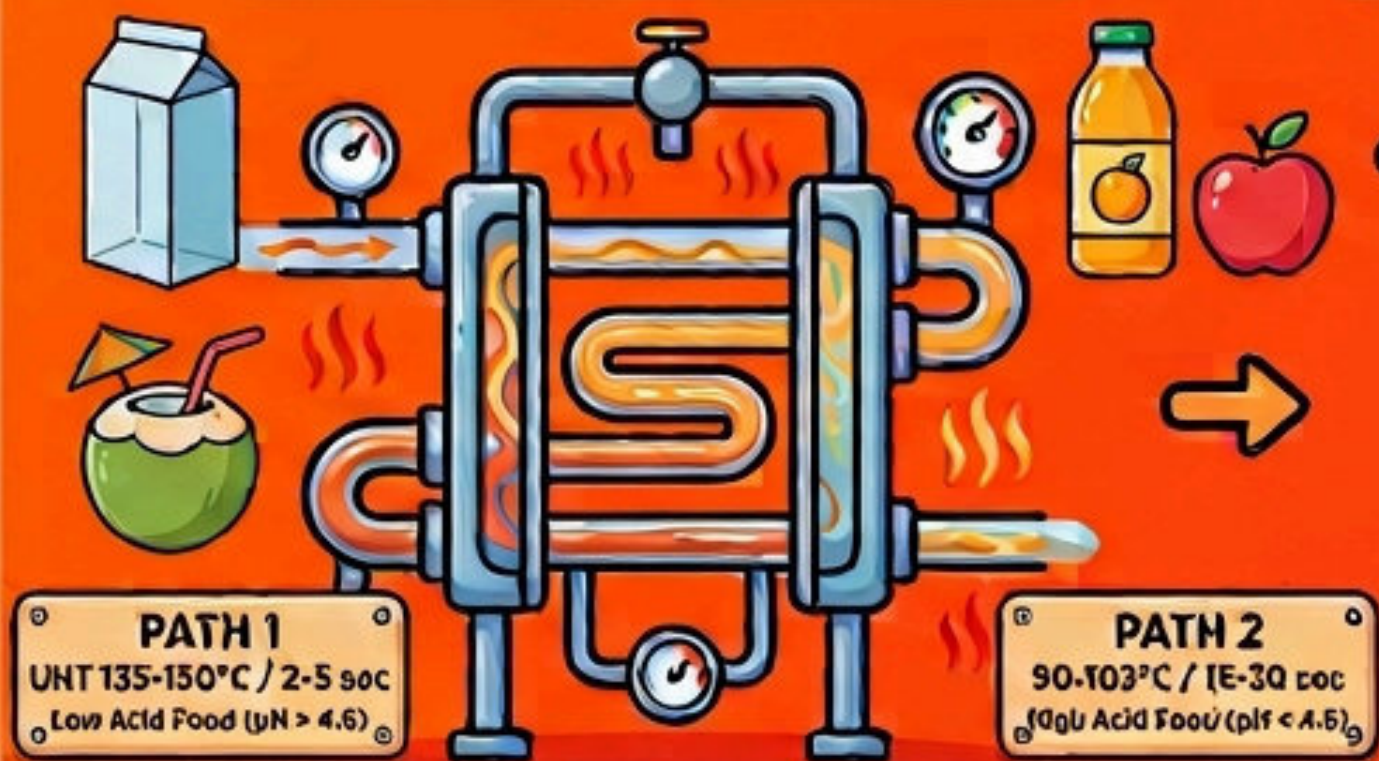
— ข่าเชื้อของเหลว

PACKAGING STERILIZATION

— H₂O₂ + Heat

ASEPTIC FILLING

— 100% Sterile Chamber



ข่าเชื้อของเหลว —

เลือกอุณหภูมิตามค่า pH ของอาหาร



ข่าเชื้อบรรจุภัณฑ์ —

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ + ความร้อน



บรรจุปลอดเชื้อ —

ห้องปิดสนิทปลอดเชื้อ 100%