

# แนวทางการจัดการ ความเสี่ยงอันตรายในอาหาร

---

วงศ์ศิริ เข้มสวัสดิ์

อาจารย์ประจำสถาบันโภชนาการ

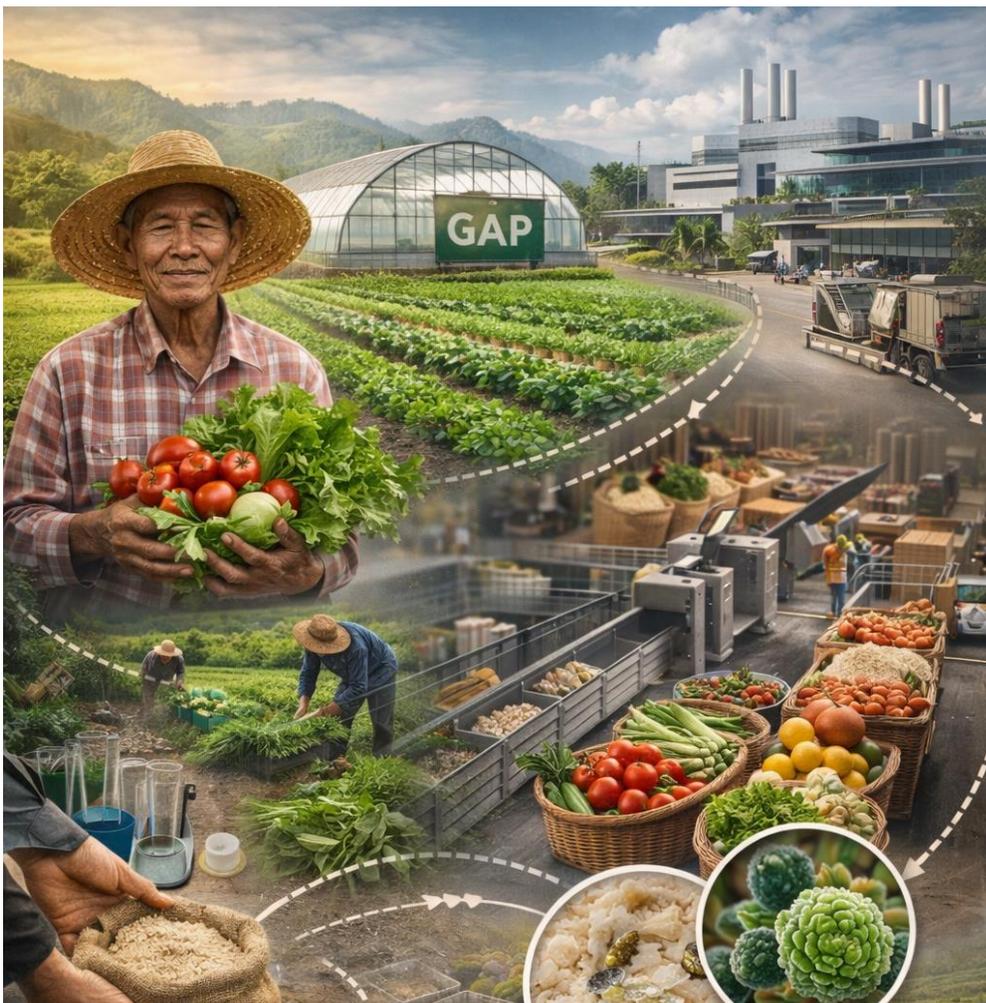
# บริบทอาหารไทย

"ครัวของโลก" กับความท้าทายเฉพาะตัว

อุตสาหกรรมอาหารเป็นหัวใจสำคัญของเศรษฐกิจไทย แต่ต้องเผชิญกับปัจจัยเสี่ยงที่ไม่เหมือนใคร ทั้งสภาพอากาศและโครงสร้างการผลิต



# ความซับซ้อนของห่วงโซ่อุปทานไทย



- **ความหลากหลายของผู้ผลิต:** ตั้งแต่เกษตรกรรายย่อย (Smallholder) จนถึงโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory)
- **มาตรฐานที่แตกต่าง:** ช่องว่างระหว่าง GAP และการเกษตรแบบดั้งเดิม
- **การตรวจสอบย้อนกลับ:** ทำได้ยากในระดับต้นน้ำบางราย
- **ความเสี่ยง:** การปนเปื้อนข้ามระหว่างการรวบรวมและขนส่ง



# ความท้าทาย: สภาพภูมิอากาศเขตร้อน



## อุณหภูมิสูง

30-35°C เร่งการเจริญเติบโต  
ของเชื้อจุลินทรีย์แบบทวีคูณ  
(Exponential)



## ความชื้นสูง

เอื้อต่อการเกิดเชื้อรา และทำ  
ให้อายุการเก็บรักษาวัตถุดิบ  
สั้นลง



## แมลงและสัตว์พาหะ

ควบคุมยากกว่าประเทศเมือง  
หนาว เป็นพาหะนำโรคสำคัญ

# กรอบแนวคิดการวิเคราะห์ความเสี่ยง

---

3 เสาหลักของ Codex Alimentarius

## 1. Risk Assessment

การประเมินความเสี่ยงด้วย  
ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์  
(Scientific based)

## 2. Risk Management

มาตรการจัดการและควบคุม  
ความเสี่ยงให้เหมาะสม

## 3. Risk Communication

การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล  
ระหว่างผู้เกี่ยวข้อง

# 1. การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

กระบวนการระบุและวิเคราะห์อันตราย โดยพิจารณาจาก:

## คำถามหลัก

- อันตรายคืออะไร? (Hazard Identification)
- โอกาสเกิดมากน้อยเพียงใด? (Likelihood)
- ความรุนแรงแค่ไหน? (Severity)

3x3 Risk Matrix Template

		SEVERITY →		
		1	2	3
LIKELIHOOD ↓	1	LOW - 1 -	LOW - 2 -	MEDIUM - 3 -
	2	LOW - 2 -	MEDIUM - 4 -	HIGH - 6 -
	3	MEDIUM - 3 -	HIGH - 6 -	HIGH - 9 -

## 2. การจัดการความเสี่ยง (Risk management)

### 🚫 1. Eliminate (กำจัด)

กำจัดความเสี่ยงให้หมดไป (เช่น เลิกใช้วัตถุดิบที่มีปัญหา)

### ↓ 2. Reduce (ลด)

ลดระดับความเสี่ยงให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (เช่น การฆ่าเชื้อ Pasteurization)

### 🔄 3. Transfer (ถ่ายโอน)

ให้ผู้เชี่ยวชาญจัดการ (เช่น จ้างบริษัทกำจัดแมลง, ทำประกันภัย)

### ✓ 4. Accept (ยอมรับ)

ยอมรับความเสี่ยงที่เหลืออยู่ (Residual Risk) ภายใต้กฎหมาย

# 3. การสื่อสารความเสี่ยง (Risk Communication)

---

การเชื่อมโยงข้อมูลคือหัวใจสำคัญของการป้องกัน



**ฝ่ายผลิต (Production)**

เห็นปัญหาหน้างานจริง



**ฝ่ายประกันคุณภาพ (QA)**

รู้มาตรฐานและวิชาการ



**ผู้บริหาร (Management)**

ตัดสินใจเรื่องงบประมาณ

# มิตที่ 1: อันตรายทางกายภาพ

(Physical Hazards)

**นิยาม:** วัตถุแปลกปลอมที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ปนเปื้อนในอาหาร

**ผลกระทบ:** การบาดเจ็บ (ฟันหัก, บาดคอ) และการสูญเสียความเชื่อมั่นในแบรนด์ทันที (Viral Risk)



# แหล่งที่ 1: วัตถุดิบ (Raw Materials)

ความเสี่ยงจากต้นทางทางการเกษตร

## สินค้าเกษตร

หิณ, กรวด, ทราย, เมล็ดพืช  
ต่างปลอม (ในข้าวสาร, ถั่ว)

## สัตว์น้ำ/เนื้อสัตว์

ก้างปลา, เศษกระดูก, เปลือก  
กุ้ง

## เครื่องเทศ/บองแห้ง

เศษไม้, กิ่งไม้, เชือกฟางจาก  
กระสอบ



# การจัดการ: วัตถุดิบ (Raw Materials)

## ☰ SOP (มาตรฐาน)

- **การคัดแยก:** กำหนดขั้นตอนการร่อน (Sieving) หรือคัดเลือกลงด้วยสายตา ณ จุดรับเข้า
- **การจัดการบรรจุภัณฑ์:** ห้ามใช้มีดตัดเตอร์กรีดกระสอบ ให้ใช้กรรไกรตัดด้ายและดึงออกให้หมด
- **การล้าง:** ล้างทำความสะอาดผัก/ผลไม้ในบ่อที่มีการเปลี่ยนน้ำตามความถี่

## 🔍 Verification (ตรวจสอบ)

- **ตรวจสอบสภาพตะแกรง:** ตรวจสอบความสมบูรณ์ของตะแกรงร่อนก่อนและหลังใช้งานทุกวัน
- **สุ่มตรวจขาเข้า:** สุ่มตรวจสิ่งแปลกปลอมในวัตถุดิบ (เช่น 1 กก. ต่อ Lot) บันทึกผล
- **COA:** เรียกดูเอกสารรับรองความสะอาดจาก Supplier

# แหล่งที่ 2: เครื่องจักร (Machinery)

การสึกหรอจากการผลิตที่ยาวนาน



- **เศษโลหะ:** จากใบมีดเครื่องบด/สับ ที่ใช้งานหนัก
- **น้ำต/สกรู:** หลุดหลวมจากแรงสั่นสะเทือนของเครื่อง  
กวนผสม
- **เศษตะแกรง:** ลวดตะแกรงร้อนแป็งที่ชำรุดฉีกขาด
- **พลาสติกแข็ง:** ชิ้นส่วนสายพานลำเลียงที่แตกหัก

# การจัดการ: เครื่องจักร (Machinery)

## SOP (มาตรฐาน)

- **Preventive Maintenance (PM):** มีแผนซ่อมบำรุงเปลี่ยนอะไหล่ตามระยะเวลา (ไม่ใช่รอให้เสีย)
- **Pre-operation Check:** ตรวจสอบสภาพใบมีด น็อต และอุปกรณ์ประกอบ ก่อนเดินเครื่องทุกครั้ง
- **Post-maintenance:** นับจำนวนเครื่องมือช่างและเคลียร์พื้นที่ทุกครั้งหลังซ่อมเสร็จ

## Verification (ทวนสอบ)

- **Metal Detector Check:** ทดสอบเครื่องตรวจจับโลหะด้วย Test Piece (Fe, Non-Fe, SUS) ทุกชั่วโมง
- **X-Ray Verification:** ตรวจสอบประสิทธิภาพการตัดแยกสิ่งแปลกปลอมความหนาแน่นสูง
- **Audit:** เดินตรวจสอบสภาพเครื่องจักรรายสัปดาห์ โดย QA Manager

# แหล่งที่ 3: พนักงาน (Human Factors)

---

"คน" คือปัจจัยที่ควบคุมยากที่สุด



## วัสดุสิ้นเปลือง

ลวดเย็บกระดาษ (ลูกแม็ก)  
จากการแกะถุง, พลาสติกหุ้ม



## อุปกรณ์ทำงาน

ปากกาแบบมีปลอก, คลิป  
หนีบกระดาษ, คัตเตอร์



## บ่งใช้ส่วนตัว

ยางวง, กิ๊บติดผม,  
เครื่องประดับ, พระเครื่อง

# การจัดการ: พนักงาน (Human Factors)

## SOP (มาตรฐาน)

- **กฎระเบียบ:** ห้ามสวมเครื่องประดับ นาฬิกา และห้ามนำของใช้ส่วนตัวเข้าไลน์ผลิต
- **ชุดปฏิบัติงาน:** สวมหมวกคลุมผมเน็ต 2 ชั้น เสื้อไม่มีกระดุม (ใช้ตีนตุ๊กแก/ซิป)
- **อุปกรณ์สำนักงาน:** ใช้ปากกาแบบไม่มีปลอก และคลิปหนีบกระดาษแบบขึ้นเดียว (Metal Detectable)

## Verification (ทวนสอบ)

- **Daily Inspection:** หัวหน้างานตรวจความพร้อมพนักงาน (เล็บ, ผม, เครื่องแต่งกาย) ก่อนเข้างาน
- **GMP Audit:** สุ่มตรวจพนักงานในไลน์ผลิต โดย QA (เดือนละ 1 ครั้ง)
- **CCTV:** สุ่มดูกล้องวงจรปิดเพื่อตรวจสอบพฤติกรรมเสี่ยง

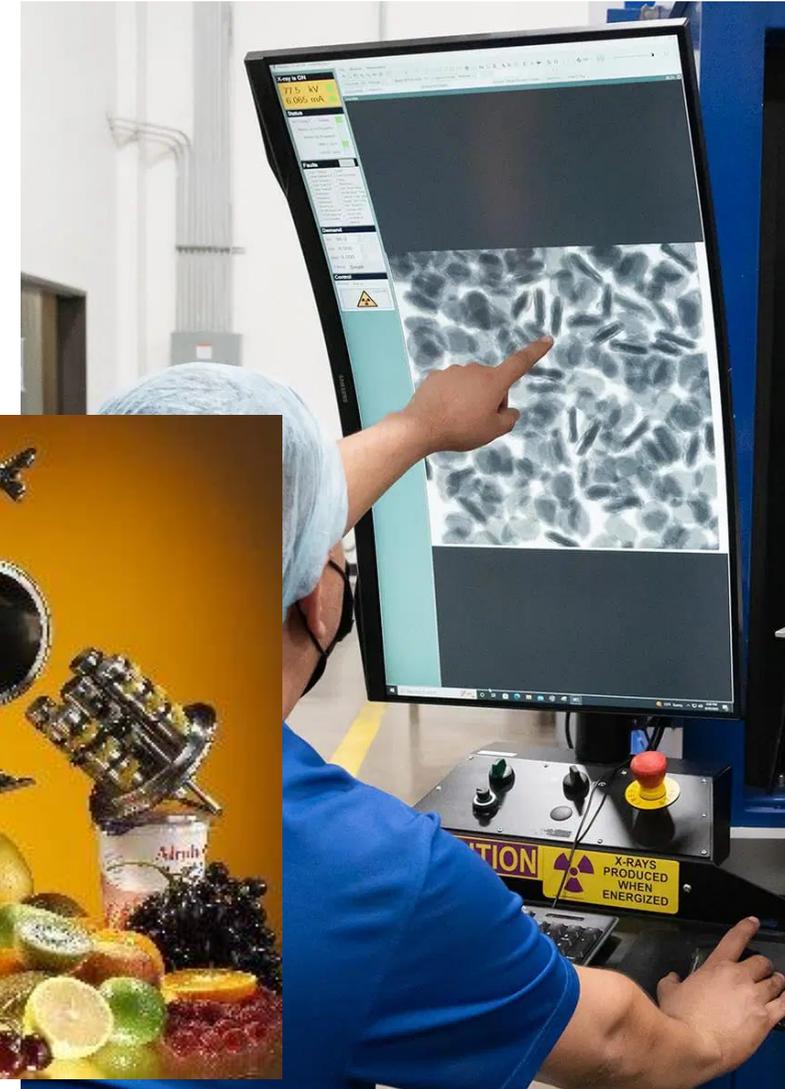
# เทคโนโลยี: End-of-Line Inspection

ด่านสุดท้ายก่อนถึงมือลูกค้า

**Metal Detector:** ตรวจจับโลหะ (เหล็ก, ทองแดง, สแตนเลส)

**X-Ray Inspection:** เหนือกว่าด้วยการตรวจจับแก้ว, หิน, กระจก และพลาสติกแข็ง

**Rare Earth Magnet:** แม่เหล็กแรงสูงดักจับผงโลหะในท่อส่ง

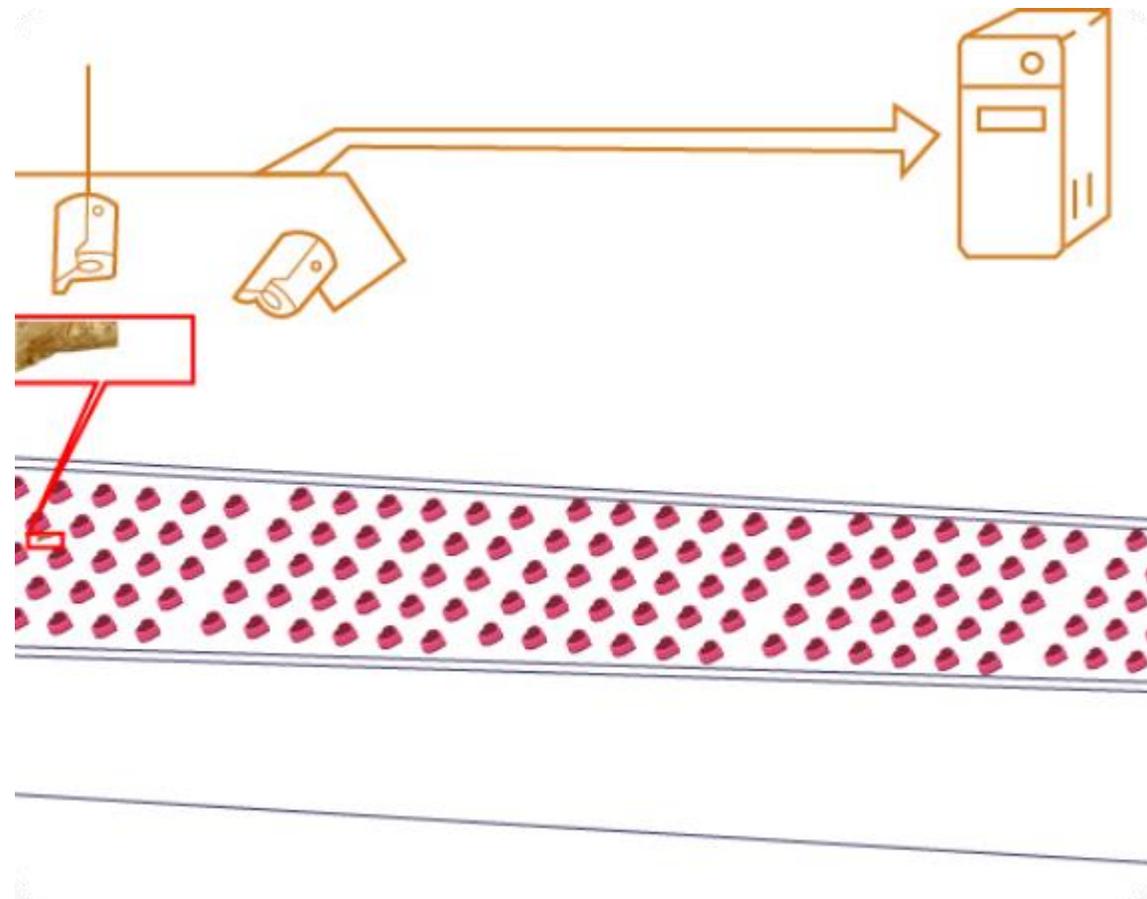


# มาตรการป้องกัน: เทคโนโลยี (Technology) (ยุค AI)

## AI Visual Inspection

ระบบตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมอัจฉริยะที่เหนือกว่าสายตามนุษย์

- แม่นยำกว่า: เรียนรู้ (Deep Learning) เพื่อแยกแยะสิ่งแปลกปลอมที่มีสี/รูปร่างใกล้เคียงกับสินค้าได้ดีกว่า X-ray แบบเดิม
- เร็ว: ตรวจสอบและตัดของเสียออกอัตโนมัติด้วยความเร็วสูง
- ลด Human Error: แก้ปัญหาความเหนื่อยล้าของพนักงาน QC หน้าไลน์ผลิต



# มาตรการป้องกัน: เทคโนโลยี (Technology) (ยุค IoT)



## Predictive Maintenance

การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์เพื่อป้องกันชิ้นส่วนเครื่องจักรหลุดร่วง

- Vibration Sensors: ติดตั้งเซนเซอร์วัดแรงสั่นสะเทือน หากนี้ผิดพลาดหรือโหม่งแกว่ง ระบบจะแจ้งเตือนทันที ก่อนที่ชิ้นส่วนจะหลุดลงอาหาร
- Metal Fatigue Analysis: AI วิเคราะห์อายุการใช้งานของโลหะ แจ้งเตือนให้เปลี่ยนอะไหล่ก่อนแตกหัก
- Zero Downtime: ลดการหยุดไลน์ฉุกเฉินและลดความเสี่ยง ภายภาพเป็นศูนย์

# มิตที่ 2: อันตรายทางเคมี

(Chemical Hazards)

"ภัยเงียบที่มองไม่เห็น" ผลกระทบมักไม่เกิดขึ้นที แต่สะสมและก่อให้เกิดโรคเรื้อรัง (ตับ, ไต, มะเร็ง)



# แหล่งที่ 1: สารตกค้างต้นน้ำ (Agri-Residues)

## ผัก/ผลไม้

ยาฆ่าแมลง (Pesticides)  
ตกค้างเกินมาตรฐาน MRLs

## เนื้อสัตว์

ยาปฏิชีวนะ (Antibiotics)  
และสารเร่งเนื้อแดงในฟาร์ม

## สัตว์น้ำ

โลหะหนัก (Heavy Metals)  
เช่น ปรอท ตะกั่ว ในแหล่งน้ำ  
ปนเปื้อน

# การจัดการ: สารตกค้างต้นน้ำ

## SOP (มาตรฐาน)

- **Supplier Selection:** เลือกจากผู้ขายที่ผ่านการประเมินและมีใบรับรอง (GAP, GMP) เท่านั้น
- **Specification:** กำหนดมาตรฐานรับเข้าที่ชัดเจน (เช่น ต้องไม่มีสารตกค้างกลุ่ม Organophosphate)
- **Pre-harvest Interval:** กำหนดระยะหยุดยาในฟาร์มก่อนเก็บเกี่ยว

## Verification (ทวนสอบ)

- **Check COA:** ตรวจสอบใบวิเคราะห์ผล (Certificate of Analysis) ทุก Lot ที่รับเข้า
- **Test Kit:** สุ่มตรวจด้วยชุดทดสอบเบื้องต้น (GT Kit / Antibiotic Kit) ณ จุดรับสินค้า
- **Lab Test:** ส่งตัวอย่างตรวจห้องปฏิบัติการภายนอกปีละ 1 ครั้ง

# แหล่งที่ 2: สารเคมีในโรงงาน (Factory Chemicals)



- น้ำยาทำความสะอาด: ล้างออกไม่หมด (Residue) หรือใช้ความเข้มข้นผิดสัดส่วน
- น้ำมันหล่อลื่น: ใช้เกรดอุตสาหกรรม (Non-food grade) ในจุดที่เสี่ยงสัมผัสอาหาร
- การจัดเก็บผิดวิธี: วางสารเคมีอันตรายปะปนกับวัตถุดิบอาหาร

# การจัดการ: สารเคมีในโรงงาน

## SOP (มาตรการ)

- **Storage:** แยกห้องเก็บสารเคมี ล็อคกุญแจ และมีป้ายบ่งชี้ชัดเจน
- **Food Grade:** บังคับใช้น้ำมันหล่อลื่น Food Grade ในจุดที่เสี่ยงสัมผัสอาหาร
- **Rinsing:** กำหนดขั้นตอนการล้างน้ำเปล่าให้เพียงพอหลังการใช้สารเคมี

## Verification (ทวนสอบ)

- **Residue Test:** ตรวจวัดค่า pH หรือใช้ Swab Test หาคราบสารเคมีตกค้างหลังล้าง
- **Inventory Check:** ตรวจสอบยอดการเบิกจ่ายสารเคมีเทียบกับการใช้งานจริง
- **Label Audit:** เดินตรวจความถูกต้องของป้ายชื่อสารเคมีหน้างาน

# แหล่งที่ 3: วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additives)

ดาบสองคม: มีประโยชน์แต่เป็นพิษถ้าใช้เกิน

## สารกันเสีย

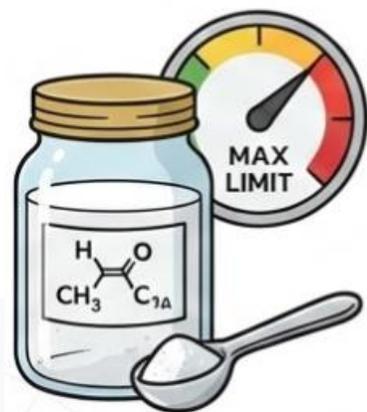
โซเดียมเบนโซเอต, กรดซอร์บิก  
บิก ต้องไม่เกินกฎหมาย  
กำหนด

## สีผสมอาหาร

การใช้สีสังเคราะห์มากเกินไป  
หรือใช้สีที่ไม่อนุญาต

## สารต้องห้าม

บอแรกซ์ (ลูกชิ้น), ฟอร์มาลีน  
(อาหารทะเล), สารฟอกขาว



# การจัดการ: วัตถุดิบอาหาร

## SOP (มาตรฐาน)

- **สูตรการผลิต:** ควบคุมปริมาณการใช้ตามประกาศ อย. อย่างเคร่งครัด
- **การชั่งตวง:** ใช้เครื่องชั่งที่ผ่านการสอบเทียบ และมีระบบ Double Check (คนตวง 1 คน/คนทวน 1 คน)
- **การบ่งชี้:** แยกภาชนะสำหรับตวงสารเจือปน ไม่ใช่ปนกับวัตถุดิบอื่น

## Verification (ทวนสอบ)

- **Batch Record:** ทวนสอบบันทึกการชั่งตวงทุก Batch การผลิต
- **Calibration:** สอบเทียบเครื่องชั่งประจำปี และทวนสอบประจำวันด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน
- **Product Test:** ส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณวัตถุเจือปนในสินค้าปลายทาง (ทบทวนกฎหมาย)

# การจัดการอันตรายทางเคมี (Blockchain)

## Farm-to-Fork Transparency

การตรวจสอบสารเคมีตกค้างที่โปร่งใสและแก้ไขข้อมูลไม่ได้



**Immutable Data**  
ข้อมูลคงที่

ข้อมูลการใช้ปุ๋ย/ยาฆ่าแมลงจากฟาร์มถูกบันทึกลง Blockchain ไปอมแปลงไม่ได้



**Smart Contracts**  
สัญญาอัจฉริยะ

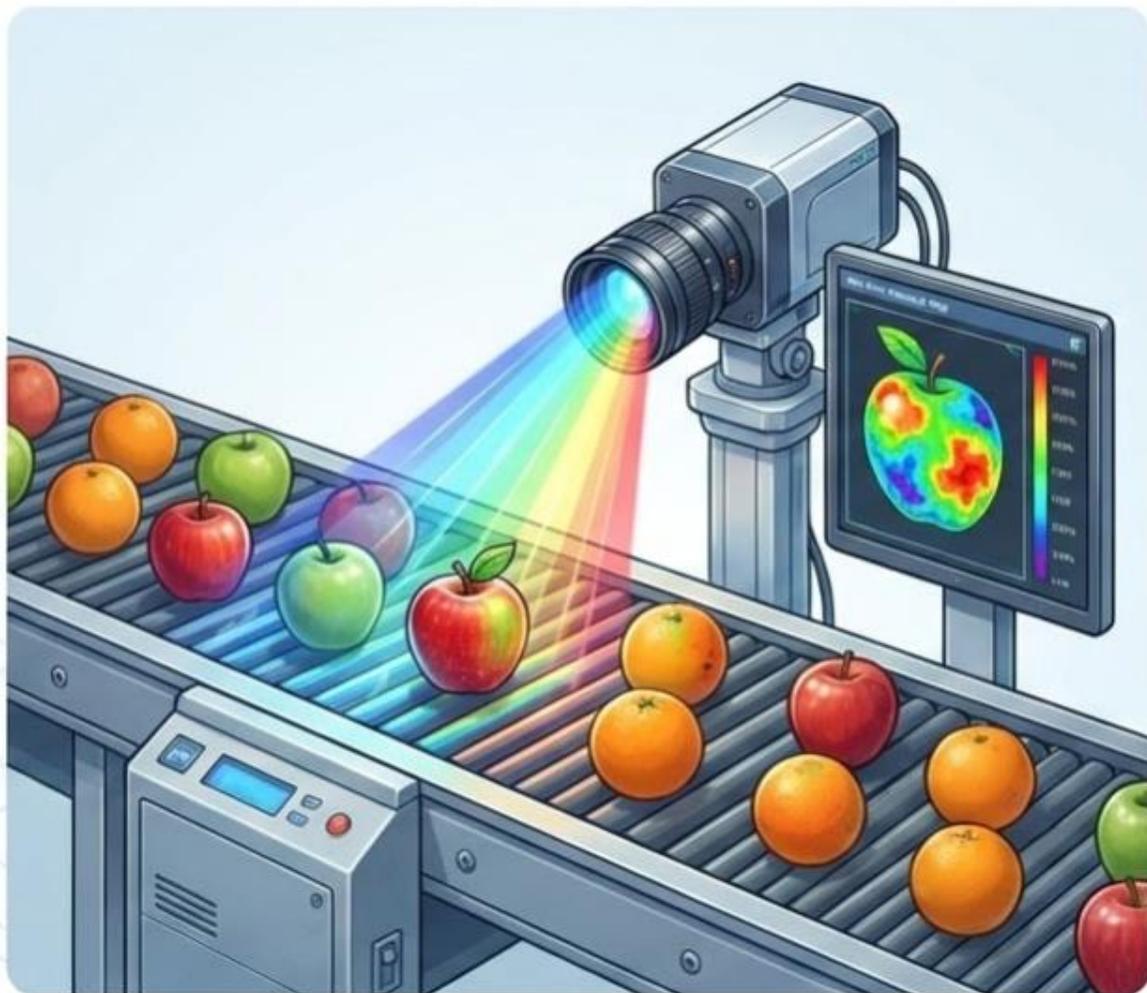
ระบบปฏิเสการรับซื้ออัตโนมัติ หากข้อมูลระยะหยุดยา (Pre-harvest Interval) ไม่ครบถ้วน



**Consumer Trust**  
ความเชื่อมั่นผู้บริโภค

ผู้บริโภคสแกน QR Code ตรวจสอบผล Lab สารเคมีได้ทันที

# การจัดการอันตรายทางเคมี (เทคโนโลยีขั้นสูง)



## Hyperspectral Imaging

ตาอัจฉริยะที่มองเห็น "องค์ประกอบเคมี" โดยไม่ต้องทำลายสินค้า

- Non-Destructive Test: ตรวจหาสารเคมีตกค้าง หรือ การปลอมปน (Adulteration) ได้ 100% ทุกชั้นโดยไม่ต้องสุ่มเจาะ
- Chemical Mapping: สร้างแผนที่การกระจายตัวของสารเคมีบนผิวผลไม้หรือเนื้อสัตว์
- รวดเร็ว: รู้ผลทันทีในไลน์ผลิต แทนที่การส่ง Lab ที่ต้องรอนาน

# มิตที่ 3: อันตราย ทางชีวภาพ

(Biological Hazards)

สาเหตุอันดับ 1 ของโรคอาหารเป็นพิษ

เชื่อก่อโรค (Pathogens) เช่น แบคทีเรีย  
ไวรัส รา เจริญเติบโตได้ดีในอากาศร้อน  
ชื้นของไทย



# ปัจจัยการเจริญเติบโต: FAT TOM

## F - Food

โปรตีน/แป้ง/น้ำตาล เป็นอาหารของเชื้อ



## A - Acidity

pH เป็นกลาง (4.6-7.5)



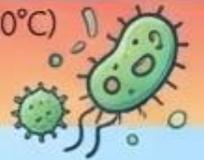
เชื้อชอบ

## T - Temperature



Danger Zone (5°C - 60°C)

5°C



## T - Time

เวลาในโซนอันตราย

(> 4 ชม.)



## O - Oxygen

ต้องการ/ไม่ต้องการอากาศ



aerobic



anaerobic



## M - Moisture

ความชื้น (Aw > 0.85)



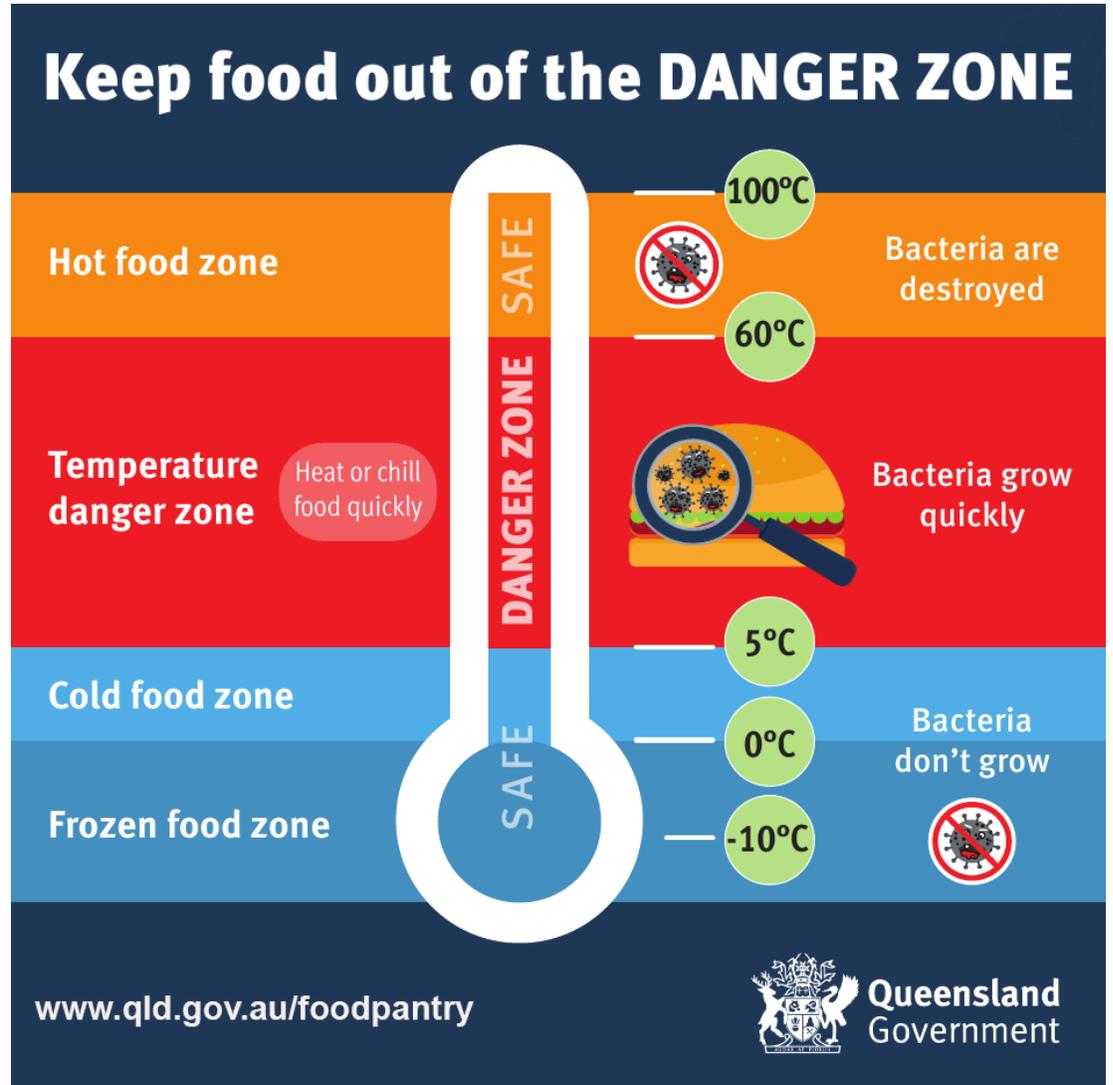
# หลักการ Time-Temperature Control

## Danger Zone: 5°C - 60°C

เป็นช่วงอุณหภูมิที่แบคทีเรียเจริญเติบโตเร็วที่สุด

- Safe: < 5°C
- DANGER ZONE
- Safe: > 60°C

**กฎเหล็ก: ควบคุมเวลาให้อาหารอยู่ในโซนอันตรายให้น้อยที่สุด (ไม่เกิน 2-4 ชม.)**



# Management Measure: SOP (Biological)

## ☞ สุขลักษณะส่วนบุคคล

ล้างมือ: 7 ขั้นตอน ก่อนเข้าไลน์และหลังเข้าห้องน้ำ

ชุดพนักงาน: สะอาด สวมหมวกคลุมผม และ  
หน้ากากอนามัย

พนักงานป่วย: ห้ามปฏิบัติงานสัมผัสอาหารโดยตรง

## ☞ การทำความสะอาด

ใช้หลักการ TACT (Time, Action, Concentration,  
Temp) ในการฆ่าเชื้อพื้นผิวสัมผัสอาหาร

# แหล่งที่ 1: วัตถุดิบ (Raw Materials)

Pathogen	Typical Food Sources
 <b>Salmonella spp.</b>	Raw or undercooked poultry, eggs, meat, unpasteurized milk, fresh produce (sprouts, leafy greens)
 <b>Escherichia coli</b> (e.g., O157:H7)	Undercooked ground beef, raw milk, fresh produce (lettuce, spinach), contaminated water
 <b>Listeria monocytogenes</b>	Ready-to-eat foods, deli meats, soft cheeses, unpasteurized dairy, smoked fish
 <b>Campylobacter jejuni</b>	Raw or undercooked poultry, raw milk, untreated water
 <b>Clostridium perfringens</b>	Cooked meats, gravies, stews held at improper temperatures
 <b>Clostridium botulinum</b>	Improperly canned foods, fermented fish, vacuum-packed foods
 <b>Bacillus cereus</b>	Cooked rice, pasta, starchy foods, sauces

# การจัดการ: เชื้อในวัตถุดิบ



## SOP (มาตรการ)

- **Cooking:** ให้ความร้อนอย่างเพียงพอ (Core Temp  $\geq 74^{\circ}\text{C}$ ) เพื่อฆ่าเชื้อ Salmonella
- **Cold Chain:** เก็บรักษาอาหารทะเลที่อุณหภูมิ  $< 4^{\circ}\text{C}$  เพื่อยับยั้ง Vibrio
- **Separation:** แยกเขียง/มีด สำหรับของดิบ และของสุก (Color Code) ป้องกันการปนเปื้อนข้าม



## Verification (ทวนสอบ)

- **Temp Check:** วัดอุณหภูมิแกนกลางขณะปรุงสุก และบันทึกผล
- **Receiving Check:** ตรวจสอบอุณหภูมิรถขนส่งวัตถุดิบขาเข้า
- **Lab Test:** สุ่มตรวจเชื้อก่อโรค (Pathogen Test) ในสินค้าสำเร็จรูป

# แหล่งที่ 2: สุขลักษณะพนักงาน (Hygiene)

พาหะเคลื่อนที่ได้ในโรงงาน



## *Staphylococcus aureus*

เชื้อแบคทีเรียที่สร้างสารพิษทนความร้อน (Heat-stable toxin)

- พบตามผิวหนัง, มือ, แผลฝีหนอง
- พบในน้ำมูก, น้ำลาย ของพนักงาน

# การจัดการ: สุขลักษณะพนักงาน

## SOP (มาตรการ)

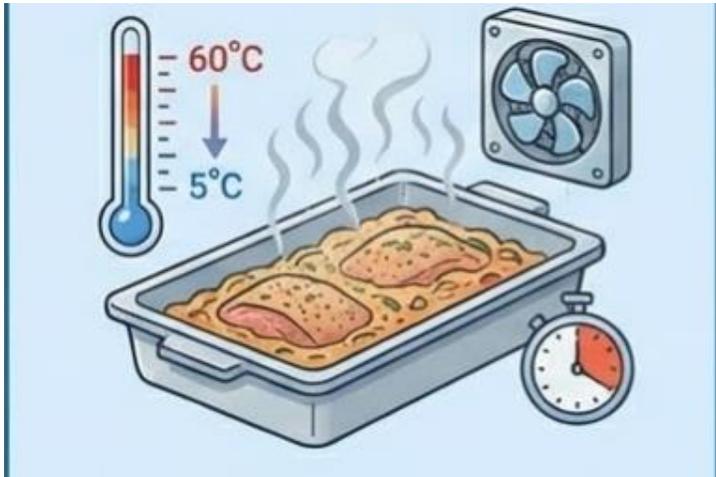
- **Hand Washing:** ล้างมือ 7 ขั้นตอน (อย่างน้อย 20 วินาที) ก่อนเข้างาน/หลังเข้าห้องน้ำ
- **Health Policy:** พนักงานป่วย/มีบาดแผล ห้ามสัมผัสอาหารโดยตรง
- **Gloves:** สวมถุงมือเมื่อสัมผัสอาหาร

## Verification (ทวนสอบ)

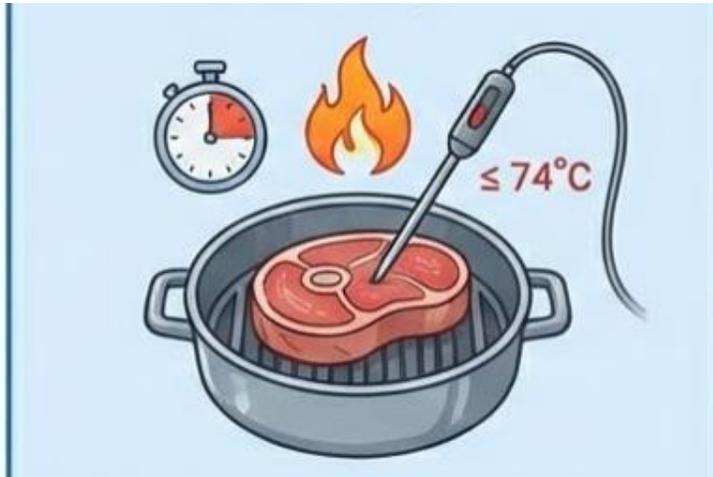
- **Swab Test:** สุ่ม Swab มือพนักงานหาเชื้อ *S. aureus* เป็นประจำ
- **Hygiene Audit:** สุ่มตรวจพฤติกรรมการล้างมือพนักงาน
- **Glove Check:** ตรวจสอบสภาพถุงมือว่าไม่ฉีกขาดระหว่างปฏิบัติงาน

# แหล่งที่ 3: กระบวนการผลิต (Process)

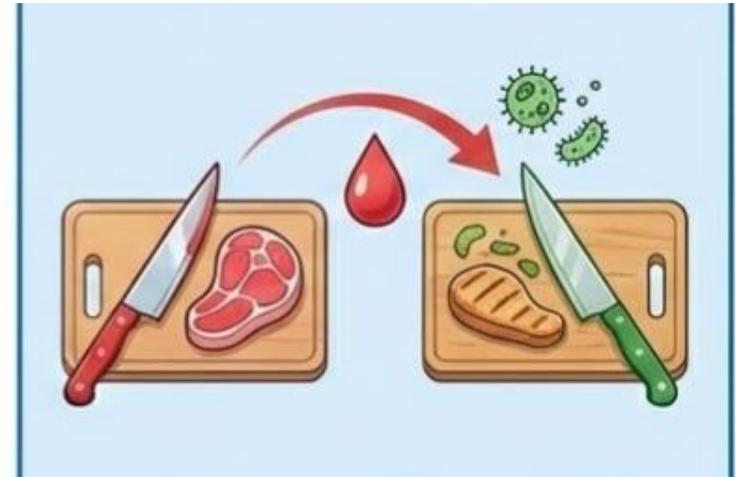
การลดอุณหภูมิช้า  
(Improper Cooling)



การให้ความร้อนไม่เพียงพอ  
(Inadequate Heat Treatment)



การปนเปื้อนข้าม  
(Cross-contamination)



# การจัดการ: กระบวนการผลิต

## 🕒 SOP (มาตรฐาน)

- **Rapid Cooling:** ลดอุณหภูมิอาหารปรุงสุก จาก 60°C ลงมา 5°C ภายใน 2-4 ชั่วโมง
- **Holding Time:** จำกัดเวลาพักรอ (Holding) ของอาหารปรุงสุกไม่เกิน 2 ชม. ที่อุณหภูมิห้อง
- **FIFO:** ใช้วัฏธุดิบแบบ First-In First-Out ป้องกันการเก็บนานเกินไป
- ควบคุมการจัดเรียงผลิตภัณฑ์ระหว่างการลดอุณหภูมิให้เอื้อต่อการถ่ายเทความร้อน

## 📄 Verification (ทวนสอบ)

- **Cooling Log:** บันทึกเวลาและอุณหภูมิช่วงลดความร้อน (Cooling Curve)
- **Visual Check:** ตรวจสอบป้ายบ่งชี้เวลาผลิต ณ จุดพักรอ
- **Micro Test:** ตรวจสอบจำนวนเชื้อในสินค้ากลุ่มเสี่ยง
- วิเคราะห์แนวโน้มข้อมูลการลดอุณหภูมิ เพื่อระบุความเสี่ยงของการอยู่ในช่วงอุณหภูมิอันตรายเป็นเวลานาน

# การจัดการ: กระบวนการผลิตการฆ่าเชื้อ

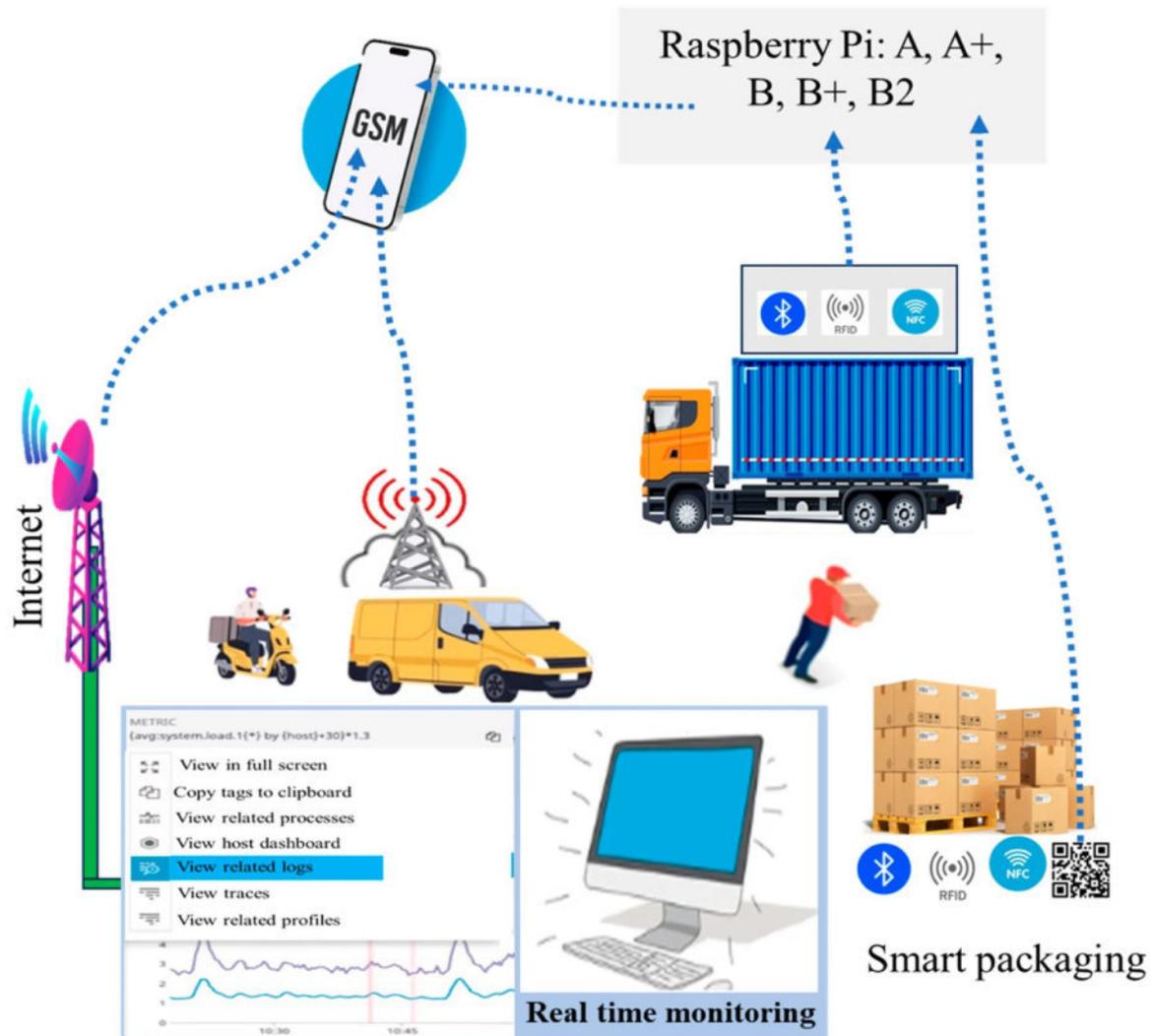
## 🕒 SOP (มาตรฐาน)

- กำหนดอุณหภูมิ เวลา และค่า  $F_0$  เป้าหมายที่ชัดเจนตามการออกแบบกระบวนการฆ่าเชื้อ
- ควบคุมรูปแบบการจัดเรียงผลิตภัณฑ์ในเครื่องฆ่าเชื้อให้สอดคล้องกับผลการศึกษา heat distribution
- ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและระบบบันทึกข้อมูลที่ผ่านการสอบเทียบและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- กำหนดตำแหน่งวัด core temperature ที่เป็น cold spot ของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

## ✓ Verification (ทวนสอบ)

- ทวนสอบตำแหน่ง cold spot การกระจายความร้อนของเครื่องฆ่าเชื้อเป็นระยะ
- ทบทวนและประเมินบันทึกอุณหภูมิ-เวลา และค่า  $F_0$  ของแต่ละรอบการผลิต
- ตรวจสอบสถานะการสอบเทียบของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและระบบบันทึกข้อมูล วิเคราะห์แนวโน้มค่า  $F_0$  และเหตุการณ์ผิดปกติ

# การจัดการอันตรายทางชีวภาพ (Blockchain + IoT)



## 🌡️ Temperature Logs

### บันทึกอุณหภูมิตลอดเส้นทาง

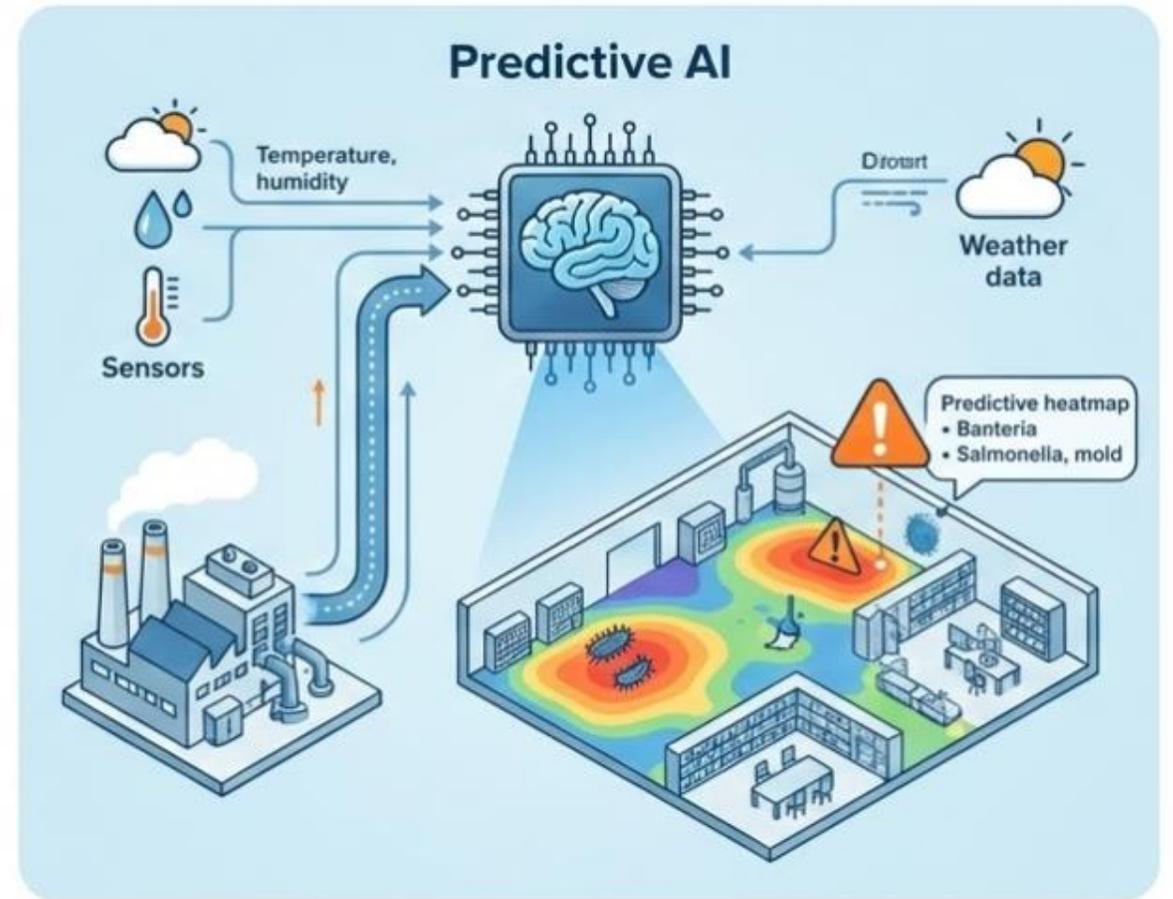
- Real-time Alert: หากตู้คอนเทนเนอร์อุณหภูมิสูงเกิน (Temperature Abuse) ระบบจะแจ้งเตือนและบันทึกลง Blockchain ทันที
- Automated Rejection: Smart Contract จะปฏิเสธการรับสินค้าปลายทางอัตโนมัติหากพบประวัติอุณหภูมิไม่ผ่านเกณฑ์
- No Data Tampering: ป้องกันการปลอมแปลงกราฟอุณหภูมิย้อนหลัง

# การจัดการอันตรายทางชีวภาพ (ยุค Big Data)

## Predictive Microbiology

การทำนายความเสี่ยงเชื้อก่อโรคก่อนที่จะเกิดขึ้นจริง

- Risk Forecasting: AI วิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศ + อุณหภูมิ ในโรงงาน เพื่อทำนายจุดเสี่ยงที่เชื้อราหรือ Salmonella จะเติบโต
- Dynamic Shelf-life: คำนวณอายุสินค้าแบบเรียลไทม์ตามสถานะการจัดเก็บจริง
- Proactive Action: แจ้งเตือนให้ทำความสะอาดพิเศษ (Extra Cleaning) ในจุดเสี่ยงทันที



# มิตที่ 4: สารก่อภูมิแพ้

(Food Allergens)

## "อันตรายถึงชีวิต"

สารก่อภูมิแพ้คือโปรตีนที่กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ทำให้เกิดภาวะช็อก

(Anaphylaxis) ได้แม้ได้รับเพียงปริมาณเล็กน้อย



## 10 สารก่อภูมิแพ้หลัก

(ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 450 พ.ศ. 2567)

# บริบทไทย: สิ่งที่ต้องระวังเพิ่ม

## แมลง (Insects)

เทรนด์ Novel Food โปรตีนสูง แต่มีสารก่อภูมิแพ้  
กลุ่มเดียวกับ กุ้ง/ปู (Crustaceans) ต้องระบุคำ  
เตือน

## ซัลไฟต์ (Sulfites)

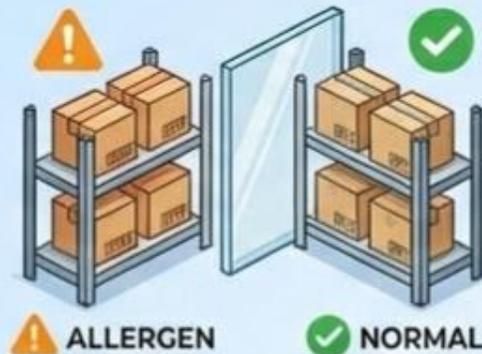
สารกันเสีย/ฟอกสี ในผลไม้อบแห้ง พริกแกง ไวน์  
หากมีปริมาณ > 10 ppm ต้องระบุบนฉลาก

# แหล่งที่ 1: วัตถุดิบ (Raw Materials)



## การระบุongชี้

ต้องทราบว่าวัตถุดิบใดเป็น Allergen  
จากข้อมูล Supplier



## การจัดเก็บ

ต้องแยกพื้นที่ ไม่ปะปนกับวัตถุดิบปกติ



## อุปกรณ์ตวง

ต้องแยกเฉพาะ ไม่ใช้ร่วมกัน

# การจัดการ: วัตถุดิบกลุ่มภูมิแพ้

## SOP (มาตรการ)

- **Segregation:** แยกพื้นที่จัดเก็บ ตีเส้น/กั้น  
คอก ระบุป้ายชัดเจน
- **Identification:** ติดป้าย "Allergen" สีเด่นชัด  
ที่ถุงวัตถุดิบทุกถุง
- **Dedicated Utensils:** แยกภาชนะตวง (ช้อน/  
ถัง) เฉพาะสำหรับสารก่อภูมิแพ้แต่ละชนิด

## Verification (ทวนสอบ)

- **Storage Audit:** ตรวจสอบความถูกต้องของ  
การจัดเก็บและการติดป้ายบ่งชี้รายสัปดาห์
- **Receiving Check:** ตรวจสอบข้อมูลภูมิแพ้  
จาก Supplier (Ingredient Declaration) ทุก  
Lot

# วัตถุประสงค์กลุ่มภูมิแพ้ กรณีแยกห้องเก็บไม่ได้

## 1) แยกเชิงกายภาพ ภายในพื้นที่เดียวกัน



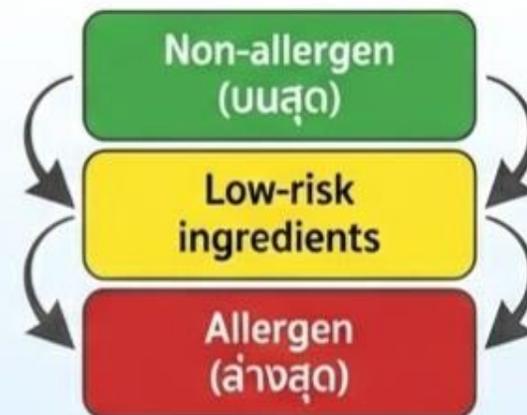
- ✓ มีชั้น/โซนเฉพาะ
- ✓ เก็บชั้นล่างสุดเสมอ
- ✓ ใช้ภาชนะปิดสนิท
- ✓ ติดป้าย "ALLERGEN" ชัดเจน

## 2) แยกด้วยภาชนะ และบรรจุภัณฑ์



- ✓ บรรจุในภาชนะปิดสนิท 100%
- ✓ ห้ามใช้ถุงเปิด / open bin
- ✓ ใช้สีหรือสัญลักษณ์เฉพาะ

## 3) การจัดเรียง ตามความเสี่ยง



- ✓ Non-allergen (บนสุด)
- ✓ Low-risk ingredients (กลาง)
- ✓ Allergen (ล่างสุด)
- ✓ หลักคิด: ป้องกันการหก ตก หล่น

“ แยกห้องไม่ได้ ≠ ไม่ผ่าน audit ”

# แหล่งที่ 2: การปนเปื้อนข้าม (Cross-Contact)

การปนเปื้อนโดยไม่ตั้งใจในกระบวนการผลิต

## เครื่องจักร (Machinery)

การใช้เครื่องผสม  
ร่วมกันโดยไม่ล้าง



## อุปกรณ์ (Equipment)

การใช้ทัพพีตักไข่  
แล้วไปตักแกงจืด



## การฟุ้งกระจาย (Airborne)

ฝุ่นแป้งสาลี หรือผงถั่ว



## Rework

การนำของเสียที่มีภูมิแพ้  
ไปผสมใหม่ผิดสูตร



# การจัดการ: การปนเปื้อนข้าม

## ↶ SOP (มาตรการ)

- **Scheduling:** วางแผนผลิตสินค้า "ไม่มี" ภูมิแพ้ก่อน -> ตามด้วยสินค้า "มี" ภูมิแพ้
- **Cleaning:** ทำความสะอาดแบบ Big Cleaning (Wet Clean) เมื่อเปลี่ยนจากสินค้า Allergen เป็น Non-Allergen
- **Color Code:** แยกสีอุปกรณ์ (เขียง, ถาด) เช่น สีเหลือง=ไข่

## 🛡️ Verification (ทวนสอบ)

- **Allergen Test Kit:** ใช้ชุดทดสอบภาคสนาม (Strip Test) ตรวจสอบพื้นผิวเครื่องจักรหลังล้าง ยืนยันว่าไม่มีโปรตีนตกค้าง
- **Visual Check:** ตรวจสอบความสะอาดด้วยสายตา (ต้องไม่มีเศษอาหารตกค้าง)

# แหล่งที่ 3: ฉลากสินค้า (Labeling)

สาเหตุอันดับ 1 ของการเรียกคืนสินค้า (Recall)

## ข้อผิดพลาดที่พบบ่อย

- ไม่ระบุข้อมูลสำหรับผู้แพ้อาหาร
- ติดฉลากผิดช่อง (Label Mix-up) เอาสินค้า A ใส่ช่อง B
- ข้อมูลไม่ครบถ้วน หรือพิมพ์ตกหล่น

# การจัดการ: ฉลากสินค้า

## 📌 SOP (มาตรฐาน)

- **Line Clearance:** เคลียร์ฉลากเก่าออกจากพื้นที่บรรจุก่อนนำฉลากใหม่เข้ามา
- **Changeover Check:** ตรวจสอบรหัสสินค้าและฉลากโดยหัวหน้างานทุกครั้งที่เปลี่ยนผลิตภัณฑ์
- **Label Design:** ออกแบบฉลากให้มีการเน้นคำว่า "ข้อมูลสำหรับผู้แพ้อาหาร" ชัดเจน

## |||| Verification (ทวนสอบ)

- **Checklist:** ตรวจสอบฉลากเทียบกับสูตรการผลิต (ต้นกะ/ท้ายกะ)
- **Barcode Scan:** ใช้ระบบสแกนบาร์โค้ดอัตโนมัติเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของ
- **Finished Product Audit:** สุ่มหยิบสินค้าสำเร็จรูปมาตรวจสอบฉลากก่อนปล่อยผ่าน

# เทคโนโลยี: การจัดการภูมิแพ้อ

## Automated Label Verification

ใช้กล้อง AI (OCR/OCV) อ่านข้อความบนฉลาก  
เทียบกับฐานข้อมูล หากพบฉลากผิดรุ่น เครื่องจะ  
หยุดทำงานทันที (Zero Mix-up)



# เทคโนโลยี: การจัดการภูมิแพ้

## Digital Allergen Management

ระบบคำนวณความเสี่ยง Cross-contact อัตโนมัติ  
เมื่อมีการปรับสูตร และเชื่อมโยงข้อมูล Allergen  
จาก Supplier แบบ Real-time

Allergen  
Management  
Cloud ERP system  
for the  
pharmaceutical  
industry



ระบบ ERP บนคลาวด์ที่ใช้ควบคุมและติดตามสารก่อภูมิแพ้ในอาหารแบบครบวงจร

ตั้งแต่วัตถุดิบ สูตรผลิต การจัดเก็บ การผลิต การทำความสะอาด ไปจนถึงฉลากและการตรวจสอบย้อนหลัง

เพื่อป้องกัน allergen cross-contact และการติดฉลากผิดพลาด ให้สอดคล้องกับ HACCP และมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร

# แผนการตรวจติดตาม และทวนสอบประสิทธิผล

Monitoring, Verification & Validation  
in Food Safety Management System

# นิยามสำคัญ (Key Definitions)



## Monitoring (การตรวจติดตาม)

การเฝ้าระวังแบบ Real-time เพื่อดูว่ามาตรการควบคุม (Control Measure) ยังทำงานปกติตามเกณฑ์หรือไม่



## Verification (การทวนสอบ)

การตรวจสอบด้วยวิธีต่างๆ เพื่อยืนยันว่าระบบได้ถูก "ปฏิบัติจริง" และ "ได้ผล" ตามแผนที่วางไว้



## Validation (การยืนยันความใช้ได้)

การพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ว่ามาตรการควบคุมนั้น "สามารถจัดการอันตรายได้จริง" ตั้งแต่ก่อนเริ่มใช้

# ลำดับชั้นของข้อมูล (The Data Pyramid)

## Validation (ยอดพีระมิด)

ทำน้อยที่สุด (ครั้งเดียว หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง) แต่ต้องใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์เข้มข้น

## Verification (กลาง)

ทำเป็นระยะ (รายวัน/รายเดือน/รายปี) เพื่อเช็คความสม่ำเสมอของระบบ

## Monitoring (ฐานพีระมิด)

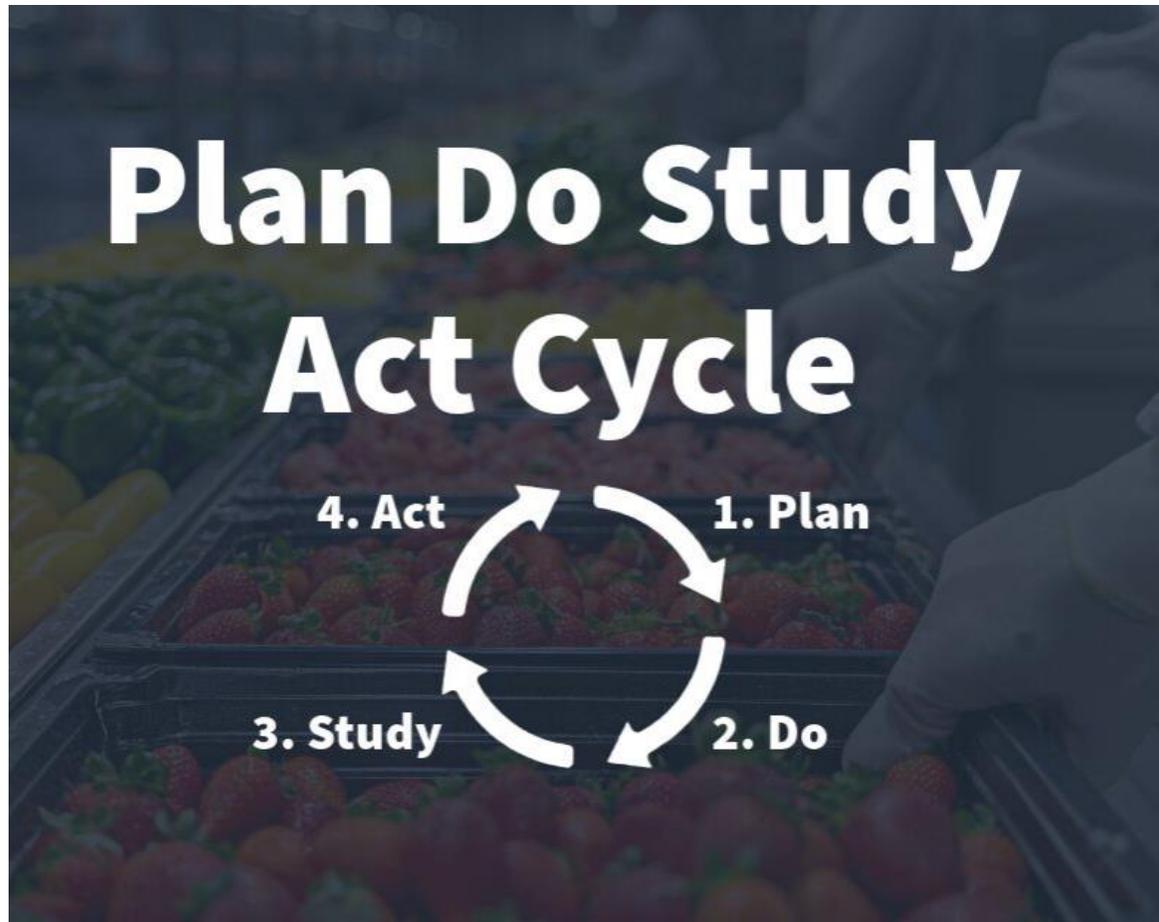
ทำถี่ที่สุด (ต่อเนื่อง/ทุก Lot) ข้อมูลเยอะที่สุด เพื่อควบคุมกระบวนการ



# ตัวอย่างในอุตสาหกรรมอาหาร (Examples)

จุดสำคัญในกระบวนการ	กิจกรรมควบคุม	Monitoring	Verification	Validation
การให้ความร้อน (Retort / Thermal Processing)	ควบคุมเวลา-อุณหภูมิ (CCP)	บันทึก T-time ทุก batch	ทบทวนบันทึก + สอบเทียบ probe	ดำเนินการ Heat Penetration Study โดยติด thermocouple ในตำแหน่ง cold spot เพื่อคำนวณค่า $F_0$ ให้เทียบเท่าการทำลาย Clostridium botulinum (12D concept)
การพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization)	กำหนดอุณหภูมิขั้นต่ำ	วัดอุณหภูมิจริงระหว่างผลิต	ตรวจ record + calibration	ทดสอบ Heat Distribution / Heat Penetration และอ้างอิง D-value, z-value ของเชื้อเป้าหมาย (เช่น Listeria monocytogenes)
การทำให้เย็น (Cooling Step)	ลดอุณหภูมิภายในเวลาที่กำหนด	วัด core temperature	ตรวจ trend อุณหภูมิ	ทดสอบอัตราการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ระหว่าง cooling (challenge test) เพื่อยืนยันว่าไม่เกิด growth ของ C. perfringens
การทำความสะอาดอุปกรณ์ (Cleaning)	CIP / Manual cleaning	ตรวจขั้นตอนทุกครั้ง	ATP / Swab	ทดสอบประสิทธิภาพการทำความสะอาดด้วย microbiological swab ก่อน-หลัง cleaning เพื่อยืนยัน log reduction ของจุลินทรีย์
การควบคุมสารก่อภูมิแพ้	แยกสายผลิต/ทำความสะอาด	ตรวจการล้าง	ตรวจ SSOP	ทดสอบ allergen residue ด้วย ELISA/rapid test หลัง cleaning เพื่อยืนยันระดับต่ำกว่า detection limit
การควบคุม pH (Acidified Food)	ปรับ pH $\leq$ ค่า critical	วัด pH ทุก batch	ตรวจเครื่องวัด pH	ทดสอบ pH stability study ตลอดอายุผลิตภัณฑ์เพื่อยืนยันว่าค่า pH ยับยั้ง C. botulinum ได้

# หัวใจของระบบ: PDCA Cycle



- **Plan (วางแผน):** วิเคราะห์อันตราย (HACCP), กำหนดสเปค, สร้างแผนการตรวจสอบ
- **Do (ปฏิบัติ):** การผลิตจริง, การ Monitoring หน่วยงาน
- **Check (ตรวจสอบ):** Verification & Validation อยู่ตรงนี้!  
เพื่อค้นหาช่องโหว่ของระบบ
- **Act (ปรับปรุง):** แก้ไขข้อบกพร่อง (Correction) และยกระดับมาตรฐาน (Improvement)

# 1. การทวนสอบความสะอาด (Sanitation)

## Pre-op Inspection

การตรวจด้วยตาเปล่า (Visual) และการสัมผัส ก่อนเริ่มการผลิต หากพบความสกปรกต้อง "ล้างซ้ำ" (Re-clean) ทันที

## Micro Swab

การป้ายหาเชื้อ (TPC, Coliform) ส่งห้องแล็บ เป็นวิธีมาตรฐานแต่นานกว่าจะรู้ผล (24-48 ชม.) ใช้เพื่อยืนยันผลระยะยาว

## ATP Swab Test

การตรวจวัดสารอินทรีย์ตกค้าง รู้ผลใน 15 วินาที ใช้หน้างานเพื่อตัดสินใจ "ผ่าน/ไม่ผ่าน" ได้ทันที

## 2. การทวนสอบการควบคุมศัตรูพาหะ



### Trend Analysis (การวิเคราะห์แนวโน้ม)

แค่ดูรายงานการเข้าบริการ (Service Report) ไม่เพียงพอ! ต้องนำข้อมูลมาพล็อตกราฟ:

- พื้นที่ไหนพบหนู/แมลงมากที่สุด? (Hotspot)
- ชนิดของแมลงบ่งบอกปัญหาอะไร? (แมลงวัน = ขยะ/ท่อ, แมลงสาบ = เศษอาหาร)
- มาตรการที่ทำอยู่ได้ผลหรือไม่? กราฟควรมีแนวโน้มลดลง

# 3. การทวนสอบระบบซ่อมบำรุง (Maintenance)

## Preventive Maintenance (PM)

ตรวจสอบว่าทำตามแผน PM จริงหรือไม่? อะไหล่ที่เปลี่ยนมีสภาพสมบูรณ์ ไม่แตกหักง่าย (ลดความเสี่ยง Physical Hazard)

## Lubricants

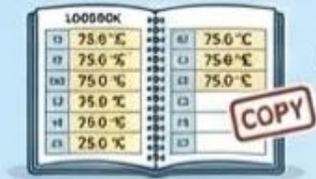
ตรวจสอบสารหล่อลื่นที่ใช้ในจุดสัมผัสอาหาร ต้องเป็น **Food Grade (H1)** เท่านั้น และมีการจัดเก็บแยกชัดเจน

## Temporary Fixes

ตรวจสอบการ "ซ่อมชั่วคราว" (เช่น ใช้เทปกาว เชือกฟาง) ต้องมีกำหนดเวลาแก้ไขถาวร ไม่ปล่อยทิ้งไว้จนเป็นแหล่งสะสมเชื้อ

# 4. การทวนสอบเอกสารบันทึก (Record Review)

## Red Flags



- ค่าที่บันทึก “เหมือนกันเป๊ะ” ทุกวัน (เช่น 75.0 °C ตลอด 30 วัน)



- ลายมือ ลายเซ็น หรือรูปแบบการเขียนเหมือนกันทั้งหมด ทั้งที่เป็นคนละกะ/คนละคน



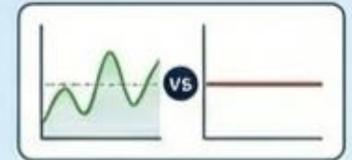
- เวลาในการบันทึกย้อนหลัง หรือเขียนรวบยอดทีเดียว (batch writing)



- ใช้ปากกาเดียวกัน สีเดียวกัน ทั้งวัน ทั้งสัปดาห์

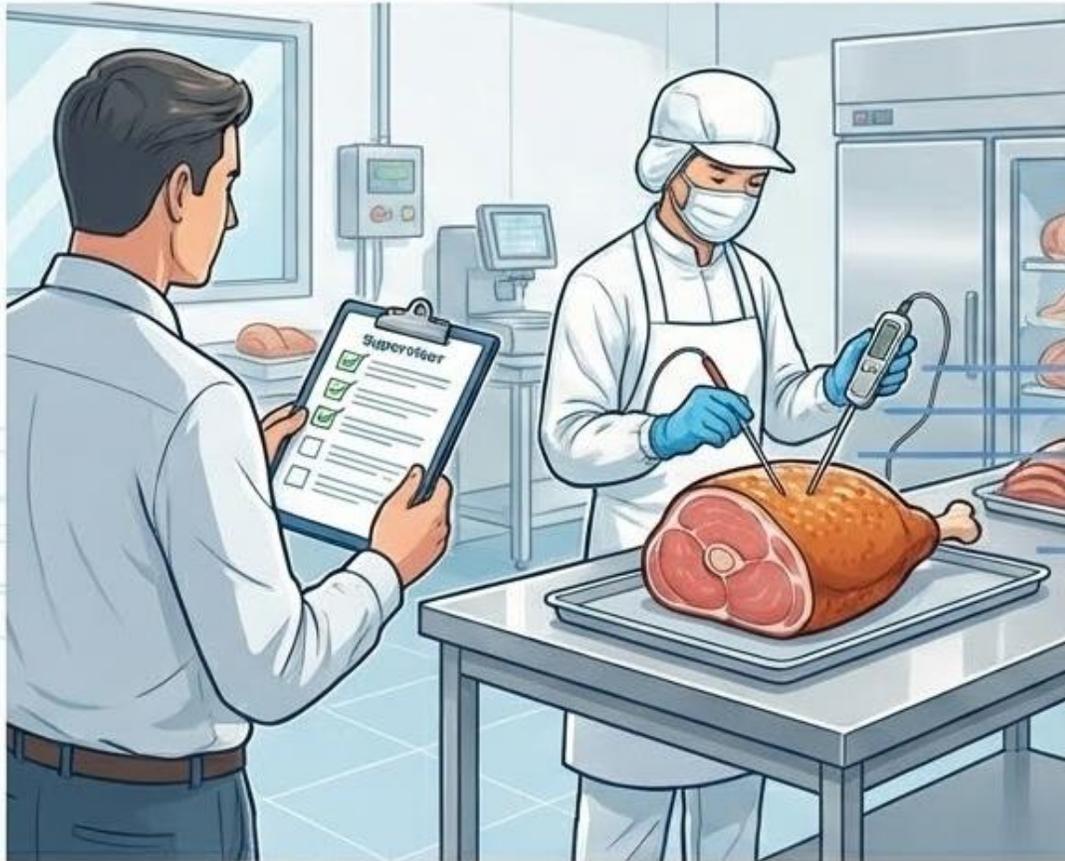
## วิธีจับผิด

- เปรียบเทียบค่าที่ควรมี natural variation
- ตรวจสอบรายชื่อผู้บันทึกกับ ตารางกะ (shift roster)
- สุ่มถามพนักงาน: “ขั้นตอนนี้ทำตอนไหน บันทึกอย่างไร”
- เทียบเวลาบันทึกกับ log เครื่องจักร / CCTV / system log (ถ้ามี)



# การทวนสอบเอกสารบันทึก (Record Review)

**"Do as you say"**



**"Do as you say"**

ไปยืนดูพนักงานปฏิบัติงานจริงที่จุด CCP:

พนักงานวัดอุณหภูมิถูกวิธีหรือไม่? (เสียบแกนวัดลึกถึงกึ่งกลาง?)

อ่านค่าในระดับสายตาหรือไม่?

ถ้าค่าผิดปกติ พนักงานทำอะไร? (หยุดเครื่อง/แจ้งหัวหน้าหรือปล่อยผ่าน?)

พนักงานเข้าใจ Critical Limit หรือไม่? (ลองสุ่มสัมภาษณ์)

# 5. การสอบเทียบเครื่องมือ (Calibration)

ความแม่นยำคือสิ่งสำคัญ



**External Calibration**



ส่ง Lab ภายนอก  
(ISO 17025) ประจำปี  
เพื่อเป็น Master Standard



**Internal Verification**



ตรวจเช็คประจำวัน/สัปดาห์  
เทียบกับ Master Thermometer  
หรือตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน



**ป้ายสถานะ (Status Label)**



เครื่องมือทุกชิ้นต้องมีป้ายระบุสถานะ  
(สอบเทียบแล้ว/ห้ามใช้)  
และวันหมดอายุ

# Validation (การยืนยันความใช้ได้)

---

## "Will it work?"

ก่อนจะประกาศใช้แผน HACCP เราต้องมั่นใจก่อนว่า ค่าวิกฤต (Critical Limit) ที่เราเลือกมา (เช่น 121°C 3 นาที) สามารถจัดการกับเชื้อโรคเป้าหมายได้จริง

# Validation: กระบวนการฆ่าเชื้อ (Retort)



## สิ่งที่ต้องทำ:

- **Heat Distribution Study:** เพื่อหา "จุดร้อนช้า" (Cold Spot) ของหม้อฆ่าเชื้อ
- **Heat Penetration Study:** ฝังหัววัดอุณหภูมิในกระป๋องที่จุด Cold Spot เพื่อคำนวณค่า Fo
- **ผลลัพธ์:** เอกสารรับรอง Process Schedule (เวลา/อุณหภูมิ) จากผู้เชี่ยวชาญ (Process Authority)

ข้อบังคับพื้นฐาน GMP 420

# แผนแม่บทการทวนสอบ (Master Verification Plan)

## องค์ประกอบที่ต้องมี:

- **WHAT:** จะทวนสอบอะไร? (PRP, CCP, OPRP, System)
- **HOW:** ใช้วิธีการใด? (Audit, Swab, Review Record, Lab Test)
- **WHEN:** ความถี่เท่าไร? (รายวัน, รายสัปดาห์, รายปี)
- **WHO:** ใครเป็นคนทำ? (ต้องเป็นอิสระจากผู้ปฏิบัติงาน - Independent)



"แผนที่ดีต้องครอบคลุม  
ทุกกิจกรรมที่มีความเสี่ยง"

# ตัวอย่างแผน: ด้านสุขลักษณะ (PRP/Hygiene)

หัวข้อสุขลักษณะ	กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ	Monitoring	Verification	Validation (กิจกรรมพิสูจน์ประสิทธิผล)
สุขลักษณะส่วนบุคคล (Personal Hygiene)	ล้างมือถูกวิธี สวมชุดปฏิบัติงาน หมวก หน้ากาก	หัวหน้างานตรวจทุกกะ	ตรวจบันทึก + Internal audit	ประเมินการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากมือพนักงาน (hand swab test) ก่อน-หลังล้างมือ เพื่อยืนยันประสิทธิภาพขั้นตอนล้างมือ
การแต่งกายพนักงาน	ใช้ชุดเฉพาะพื้นที่ผลิต	ตรวจความเรียบร้อยก่อนเข้าไลน์	Audit GMP	ทดสอบการปนเปื้อนบนชุดปฏิบัติงานในพื้นที่เสี่ยงสูง เพื่อยืนยันการควบคุม cross-contamination
การล้างมือและจุดล้างมือ	จัดจุดล้างมือพร้อมสบู่/น้ำยาฆ่าเชื้อ	ตรวจอุปกรณ์ทุกวัน	ตรวจ checklist	ทดสอบประสิทธิภาพน้ำยาฆ่าเชื้อด้วย log reduction test ของเชื้อ indicator
การควบคุมการเจ็บป่วยของพนักงาน	ห้ามผู้ป่วยเข้าไลน์ผลิต	คัดกรองก่อนทำงาน	ตรวจเอกสาร HR	ทบทวนข้อมูลเหตุการณ์ปนเปื้อนย้อนหลังเพื่อยืนยันความเหมาะสมของมาตรการคัดกรอง
สุขลักษณะอุปกรณ์และเครื่องจักร	ทำความสะอาดตาม SSOP	ตรวจหลังทำความสะอาด	ATP / Swab test	ทำ microbiological surface swab ก่อน-หลัง cleaning เพื่อยืนยันการลดจุลินทรีย์ถึงระดับยอมรับได้
สุขลักษณะพื้นที่ผลิต	แยกโซน สะอาดพื้น ผนัง เพดาน	ตรวจสายตาประจำวัน	Internal audit	Environmental Monitoring Program (EMP) วิเคราะห์แนวโน้มเชื้อในพื้นที่ผลิต
การจัดการขยะและของเสีย	แยกถัง ปิดฝา เคลื่อนย้ายตามรอบ	ตรวจสภาพถัง	ตรวจบันทึก	ประเมินความเสี่ยงการดึงดูดพาหะนำโรค (pest risk assessment)
การควบคุมพาหะนำโรค (Pest Control)	วางกับดัก ตรวจจุดเสี่ยง	ตรวจกับดักตามแผน	รายงานบริษัทกำจัดแมลง	ทบทวน trend การพบพาหะเพื่อยืนยันความเพียงพอของแผนควบคุม
สุขลักษณะน้ำใช้ในโรงงาน	ใช้น้ำคุณภาพตามเกณฑ์	ตรวจคลอรีน/คุณภาพน้ำ	ผลวิเคราะห์น้ำ	ทดสอบคุณภาพน้ำตามเกณฑ์จุลินทรีย์และเคมี เพื่อยืนยันความปลอดภัยในการใช้งาน

# ตัวอย่างแผน: ด้านกระบวนการ (HACCP/Process)

ขั้นตอนกระบวนการ	อันตรายที่ควบคุม	Critical Limit	Monitoring	Verification	Validation
การให้ความร้อน (Cooking / Retort)	Clostridium botulinum, Salmonella	เวลา-อุณหภูมิที่ให้ค่า $F_0 \geq$ ค่ากำหนด	พนักงานผลิต / บันทึก T-time ทุก batch	ทบทวนบันทึก + สอบเทียบ probe	Heat Penetration Study โดยติด thermocouple ที่ตำแหน่ง cold spot เพื่อคำนวณค่า $F_0$ ตามหลัก 12D concept
การพาสเจอร์ไรซ์	Listeria monocytogenes	อุณหภูมิ $\geq$ ค่า critical และเวลาขั้นต่ำ	วัดอุณหภูมิแบบต่อเนื่อง	ตรวจ record + calibration	Heat distribution & heat penetration study โดยอ้างอิง D-value และ z-value ของเชื้อเป้าหมาย
การควบคุม pH (Acidified food)	C. botulinum	pH $\leq$ ค่า critical (เช่น $\leq 4.6$ )	วัด pH ทุก batch	ตรวจ pH meter + record	pH stability study ตลอดอายุผลิตภัณฑ์ เพื่อยืนยันการยับยั้งการเจริญของเชื้อ
การตรวจโลหะ	อันตรายกายภาพ (โลหะ)	ตรวจพบโลหะ $\geq$ ขนาดที่กำหนด	ทดสอบ sensitivity ทุกกะ	ทบทวนผลทดสอบ	พิสูจน์ความสามารถของเครื่องในการตรวจจับโลหะขนาดต่ำสุดตามที่กำหนด
การฆ่าเชื้อบรรจุภัณฑ์	Recontamination	ความเข้มข้น/เวลา ตามเกณฑ์	ตรวจค่าการใช้งาน	ตรวจบันทึก	ทดสอบ log reduction ของเชื้อบนพื้นผิวบรรจุภัณฑ์ภายใต้สภาวะใช้งานจริง

# การตรวจประเมินภายใน (Internal Audit)

## หลักการสำคัญ (Principles):

- **Independence:** "ไม่ตรวจงานตัวเอง" (ข้ามแผนกตรวจ)
- **Competence:** ผู้ตรวจต้องผ่านการอบรมและเข้าใจข้อกำหนด
- **Evidence-Based:** ตัดสินจากหลักฐาน ไม่ใช่ความรู้สึก
- **Risk-Based:** พื้นที่ที่มีปัญหาเยอะ หรือเป็นจุดวิกฤต ต้องตรวจให้ถี่ขึ้น/ละเอียดขึ้น



# การจัดการสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด (NC)

## 1. Correction

จัดการกับ "ของเสีย" ทันที เช่น  
กักกันสินค้า (Hold), คัดแยก, หรือ  
ทำลาย เพื่อไม่ให้หลุดไปถึงลูกค้า

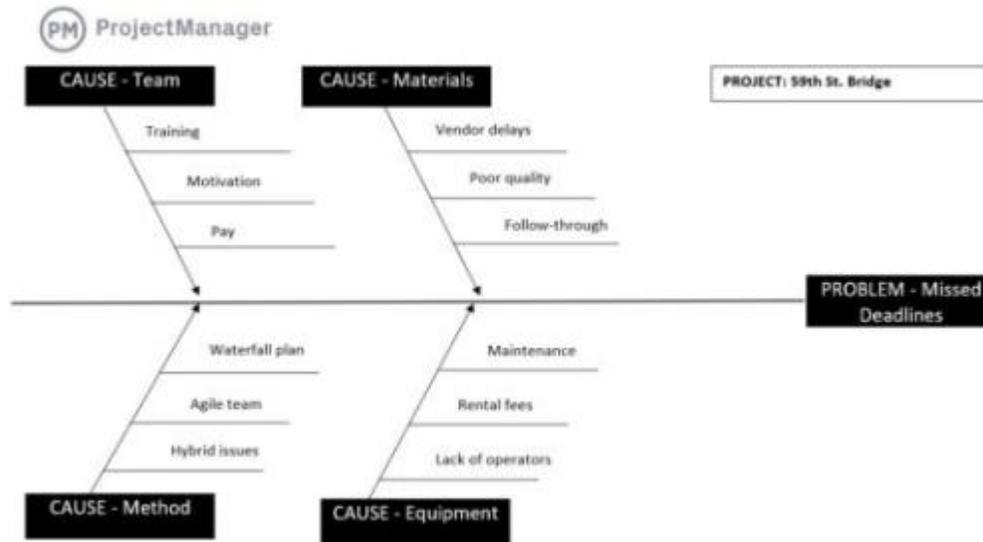
## 2. Root Cause Analysis

หา "สาเหตุที่แท้จริง" ว่าทำไมถึง  
เกิด? (ใช้ 5 Why, Fishbone) เพื่อ  
แก้ที่ต้นเหตุ

## 3. Corrective Action

วางมาตรการ "ป้องกันการเกิดซ้ำ"  
ปรับปรุงระบบ/เอกสาร/การอบรม  
เพื่อไม่ให้เกิดปัญหานี้อีก

# เครื่องมือวิเคราะห์สาเหตุ: Fishbone Diagram



## 4M1E Analysis:

- **Man:** คนขาดทักษะ? ปรมาท? ไม่พอ?
- **Machine:** เครื่องจักรเสีย? ตั้งค่าผิด? ขาดการบำรุงรักษา?
- **Material:** วัตถุดิบไม่ได้มาตรฐาน? บรรจุภัณฑ์ผิดสเปค?
- **Method:** วิธีการทำงานไม่ชัดเจน? ไม่มี WI?
- **Environment:** แสงสว่างไม่พอ? ร้อน/ชื้นเกินไป?

# การเตรียมพร้อมภาวะวิกฤต (Crisis Management)

## ต้องซ้อมเสมือนจริง (Drill)

- **Traceability Test:** ต้องสามารถสอบย้อนกลับ (Trace Back) ถึงวัตถุดิบ และสอบไปข้างหน้า (Trace Forward) ถึงลูกค้า ได้ ภายใน **4 ชั่วโมง**
- **Mass Balance:** เข้า - ออก ต้องสมดุล (100% +/-)
- **Mock Recall:** จำลองสถานการณ์เรียกคืนสินค้า (เช่น ติดฉลากผิด, พบเศษแก้ว) ทดสอบการติดต่อที่มฉุกฉินและลูกค้า



**Crisis Management Plan**

# วัฒนธรรมความปลอดภัยอาหาร (Food Safety Culture)



**"Do the right thing when no one is looking"**

มาตรฐานใหม่ (BRCGS, FSSC) ให้ความสำคัญกับพฤติกรรมคน:

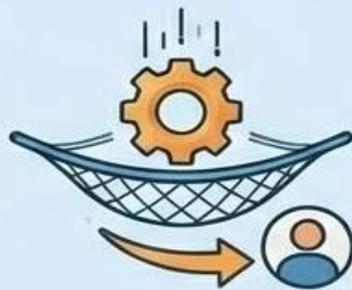
- **Communication:** สื่อสารนโยบายให้ทั่วถึง
- **Training:** อบรมให้เข้าใจ "ทำไมต้องทำ" ไม่ใช่แค่ "ทำอะไร"
- **Feedback:** พนักงานกล้าแจ้งปัญหาโดยไม่ถูกลงโทษ
- **Recognition:** ชื่นชมพนักงานที่ทำดี

# ประโยชน์ของการตรวจติดตามและทวนสอบ



## ความเชื่อมั่นคู่ค้า (Global Trust)

มาตรฐานสากลต้องการ  
หลักฐานว่าระบบ  
ทำงานได้จริง  
ไม่ใช่แค่เอกสาร



## ลดความเสี่ยง (Risk Reduction)

การดักจับปัญหา  
ก่อนสินค้าหลุดไปถึง  
ถึงผู้บริโภค



## กฎหมายและ ข้อกำหนด (Regulations)

อย. ไทย และกฎหมาย  
ส่งออก (FDA, EU)  
เข้มงวดเรื่องการทวนสอบ



## การปรับปรุงต่อเนื่อง (Continuous Improvement)

ข้อมูลจากการตรวจสอบ  
คือกุญแจสู่การพัฒนา

# ยุคใหม่ของการตรวจสอบ (Modern Auditing)



## Digital Checklist

ใช้ Tablet ตรวจสอบ ถ่ายรูปแนบ  
และออก Report ทันที ลดการใช้  
กระดาษ (Paperless)



## Remote Audit

การตรวจประเมินทางไกลผ่าน  
Smart Glass หรือ Drone ในพื้นที่  
เข้าถึงยาก



## Data Analytics

นำข้อมูล Audit มาวิเคราะห์ Trend  
เพื่อพยากรณ์ความเสี่ยงล่วงหน้า  
(Predictive)

# ความปลอดภัยอาหารที่ขับเคลื่อนด้วยบล็อกเชน

Blockchain-Driven Food Safety

# จุดอ่อนของห่วงโซ่อุปทานแบบดั้งเดิม

- **ข้อมูลแบบแยกส่วน (Siloed Data):**

ข้อมูลติดอยู่ภายในบริษัทแต่ละแห่ง (เกษตรกร, ผู้แปรรูป, ผู้ค้าปลีก) โดยไม่มีการเชื่อมโยง

- **ความเสี่ยงต่อการฉ้อโกง:**

ใบรับรองแบบกระดาษเสี่ยงต่อการถูกแก้ไข ปลอมแปลง หรือสูญหาย

- **การตอบสนองเชิงรับ:**

การละเมิดความปลอดภัยมักตรวจพบได้หลังจากบริโภคแล้ว นำไปสู่การเรียกคืนที่ล่าช้า



# ทางออก: เทคโนโลยีบล็อกเชน



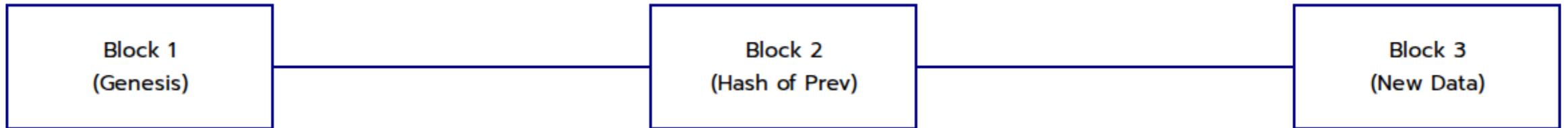
## คำจำกัดความ (Definition)

บัญชีแยกประเภทดิจิทัลที่กระจายศูนย์และแก้ไขไม่ได้ ซึ่งบันทึกธุรกรรมผ่านเครือข่าย peer-to-peer

## คุณสมบัติหลัก

- **กระจายศูนย์ (Decentralized):** แบ่งปันและตรวจสอบโดยผู้เข้าร่วมทั้งหมด
- **ป้องกันการแก้ไข (Tamper-Proof):** สร้างแหล่งความจริงที่ถาวร
- **โปร่งใส (Transparent):** เข้าถึงประวัติผลิตภัณฑ์แบบเรียลไทม์

# บล็อกเชนรักษาความถูกต้องของข้อมูลอย่างไร



## Cryptographic Hashing

ลายนิ้วมือดิจิทัลที่ไม่ซ้ำกัน การเปลี่ยนข้อมูลเพียงนิดเดียวจะทำให้ห่วงโซ่เป็นโมฆะทันที



## Consensus Mechanism

ธุรกรรมต้องได้รับการตรวจสอบโดยโหนดเครือข่ายหลายโหนดก่อนที่จะถูกเพิ่มลงในระบบ



## Merkle Trees

โครงสร้างข้อมูลที่สรุปธุรกรรมเพื่อประสิทธิภาพสูงและความถูกต้องแม่นยำ

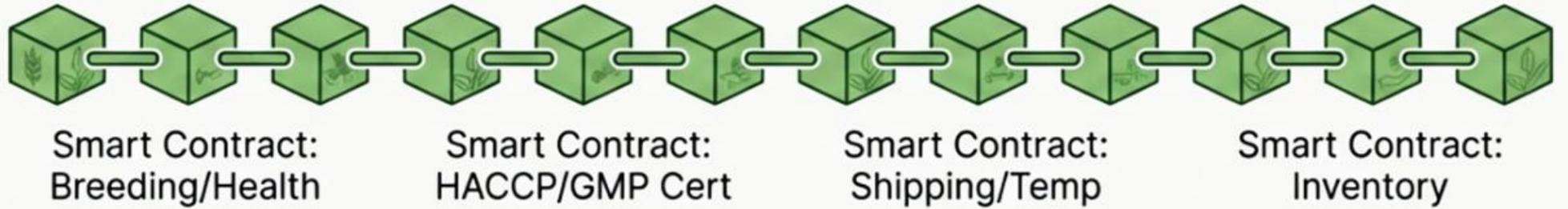
## Physical Flow



## Digital/IoT Layer



## Blockchain Layer



# การทำงานอัตโนมัติผ่านสัญญาอัจฉริยะ

## กระบวนการอัตโนมัติ (Automated Process)

- ✓ **การตรวจสอบอัตโนมัติ:**  
ระบบบันทึกข้อมูล HACCP/GAP เช่น อุณหภูมิ เวลา หรือ lot number โดยไม่ต้องกรอกมือ
- 🕒 **การปฏิบัติตามกฎระเบียบแบบเรียลไทม์:**  
ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน ระบบแจ้งเตือนทันที และบันทึกลง blockchain อัตโนมัติ
- 👤 **ลดความผิดพลาดของมนุษย์:**  
ข้อมูลถูกล็อกไว้ แก้ไขย้อนหลังยาก ลดการปลอมแปลงหรือแก้ไขเอกสาร



# ถ้าคนโกงตั้งแต่ต้น ระบบจะยังโปร่งใสไหม?

---

นี่คือข้อจำกัดที่สำคัญที่สุดของ blockchain

**! หลักการสำคัญ “Garbage in, garbage forever”**

ถ้าข้อมูลเริ่มต้นถูกปลอมตั้งแต่ต้นทาง

Blockchain จะเก็บข้อมูลนั้นไว้อย่างโปร่งใส แต่ไม่ได้การันตีว่าข้อมูลนั้น “จริง”

ดังนั้นความโปร่งใสขึ้นกับ

- วิธีเก็บข้อมูล (sensor vs manual entry)
- ระบบตรวจสอบ (audit, verification)
- การใช้ digital fingerprint หรือการทดสอบทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่าง

- ถ้าฟาร์มกรอกข้อมูลปลอมเอง → blockchain ยังแสดงข้อมูลนั้น
- แต่ถ้าใช้ sensor หรือ lab analysis → โอกาสโกงลดลงมาก

**Blockchain ไม่ได้ทำให้คนโกงหายไป แต่ทำให้การโกง “ถูกเห็นได้ชัด” มากขึ้น**

# ตัวอย่างอุตสาหกรรม ที่มีการใช้ Blockchain

## กรณีศึกษา Walmart: เวลาในการติดตามแหล่งที่มาของมะม่วง

### ปัญหาที่ Walmart เจอ (ก่อนใช้ Blockchain)

ปี 2016 ทีม Food Safety ของ Walmart ทดลองย้อนกลับแหล่งที่มาของมะม่วงหั่นชิ้นในร้าน

ผลคือ

- ต้องโทรหา supplier หลายเจ้า
  - ค้นเอกสารจำนวนมาก
  - ใช้เวลา **6 วัน 18 ชั่วโมงกว่า** กว่าจะรู้ว่ามาจากฟาร์มไหน
- ☞ นี่คือปัญหาจริงของอุตสาหกรรมอาหาร ข้อมูลมีอยู่ แต่กระจาย

### วิธีแก้: ใช้ Blockchain (IBM Food Trust)

Walmart ร่วมกับ IBM พัฒนา blockchain บน Hyperledger Fabric แนวคิดหลักคือ

ทุกคนใน supply chain ใส่ข้อมูลลง “ระบบเดียวกัน”

ฟาร์ม → โรงงาน → ขนส่ง → ร้านค้า

ข้อมูลต่อกันเป็น block แบบแก้ย้อนหลังยาก

ระบบดั้งเดิม

7 วัน (168 ชั่วโมง)

ระบบบล็อกเชน

22

วินาที

## การปฏิวัติการเรียกคืนอาหาร (Recall Revolution)

# การต่อสู้กับการฉ้อโกงและการปลอมปน

## 👤 ลายนิ้วมือดิจิทัล (Digital Fingerprints)

หนังสือเดินทางที่ปลอมแปลงไม่ได้สำหรับสินค้ามูลค่าสูง เช่น น้ำผึ้ง Manuka หรือเนื้อวากิว เพื่อยืนยันความแท้

## 🕒 บริบททางประวัติศาสตร์

ป้องกันเรื่องฉ้อฉลในอดีต (เช่น นมผงเมลามีน) โดยการรับประกันแหล่งที่มาที่ตรวจสอบได้

## 🔍 เส้นทางการตรวจสอบ (Audit Trails)

หน่วยงานกำกับดูแลสามารถเข้าถึงประวัติที่โปร่งใส ช่วยเปิดเผยแนวปฏิบัติที่ผิดกฎหมายได้ง่ายขึ้น

• **Digital fingerprint** เปรียบเหมือน “ลายนิ้วมือเฉพาะของสินค้า” เช่น โพรไฟล์ทางเคมีของน้ำผึ้ง Manuka หรือเนื้อวากิว

• **Blockchain** คือระบบที่ใช้เก็บและล็อกข้อมูลลายนิ้วมือนั้นไว้

• เมื่อรวมกัน

- ✓ ข้อมูลเอกลักษณ์ของสินค้าไม่ถูกแก้ไขง่าย
- ✓ ทุกฝ่ายใน supply chain เห็นข้อมูลเดียวกัน
- ✓ ตรวจสอบย้อนกลับได้ตลอดเส้นทาง

# ประโยชน์ของการใช้ Blockchain

## A. ความถูกต้องของข้อมูล

- ข้อมูลเชื่อถือได้
- ตรวจสอบได้ (Auditability)
- มีความรับผิดชอบ (Accountability)

## B. ประสิทธิภาพการดำเนินงาน

- ลดคนกลาง
- ลดต้นทุน
- ลดการฉ้อโกง

## C. ความยั่งยืนและความปลอดภัย

- ยกระดับคุณภาพอาหาร
- การตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพ
- รักษาสิ่งแวดล้อม

## D. ผลกระทบทางสังคม

- ลดขยะอาหาร (Food Waste)
- ยกระดับสวัสดิภาพสัตว์
- การกระจายอาหารที่เป็นธรรม

# ถาม-ตอบ (Q&A)

ขอบคุณสำหรับการรับฟัง