



นวัตกรรมตัดแต่งเนื้อสัตว์อัจฉริยะ: แม่นยำ ปลอดภัย และเป็นไปได้

17 ตุลาคม 2568

ดร. ภาณุกร วงศ์เจริญ

รองกรรมการผู้จัดการใหญ่ ศูนย์นวัตกรรมอาหาร เบทาโกร



ดร. ภาณุกร วงศ์เจริญ

- รองกรรมการผู้จัดการใหญ่
ศูนย์นวัตกรรมอาหาร เครือบริษัท เบทาโกร จำกัด (มหาชน)
- กรรมการ สมาคมการค้าอาหารอนาคตไทย (TFA)
- กรรมการ สภาอุตสาหกรรม กลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและ
เครื่องดื่ม

อีเมล: phontakornw@betagro.com



AGENDA

- **Industry Overview and Challenge**
 - Global Meat Industry & Current Challenges
 - Challenge in Traditional Cutting Systems
 - Challenge in Automatic Cutting Systems
- **Technological Innovations**
 - Types of Meat Cutting Technologies
 - The Importance of Precision Cutting in Meat Processing
 - Smart Innovations Transforming the Industry
 - Data-Driven Precision and Optimization
- **Future Outlook & Key Messages**
 - Future Trends in Precision Meat Processing
 - Key message for Meat Industry
- **Q&A**

3

GLOBAL MEAT INDUSTRY & CHALLENGES

- อุตสาหกรรมเนื้อสัตว์มีมูลค่ามหาศาลในเศรษฐกิจโลก
- ความต้องการของการบริโภคโปรตีน
- ความท้าทาย :
 - ปัญหาด้านแรงงาน (Labor shortage)
 - ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยที่เข้มงวด
 - ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น
 - ความต้องการมาตรฐานสากล

CHALLENGE IN TRADITIONAL CUTTING SYSTEMS

ข้อดี

- การลงทุนสายการผลิตแบบใช้มือต่ำกว่า
- การบำรุงรักษาต่ำและง่าย
- ทำความสะอาดได้ง่ายกว่า
- ความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงาน
- ปรับตามพื้นที่ได้

ข้อเสีย

- พังพาทักษะและแรงงานคนสูง
- การใช้น้ำและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพน้อยกว่า
- ความไม่สม่ำเสมอในการตัด (variation by worker)
- อัตราการสูญเสียเนื้อสูง
- ความปลอดภัยแรงงาน (การใช้มีด/อุปกรณ์)



<https://www.theguardian.com/environment/2021/nov/16/meatpacking-industry-covid-outbreaks-workers#img-3>

CHALLENGE IN AUTOMATIC CUTTING SYSTEMS

ข้อดี

- ใช้แรงงานน้อยลง การจัดการบุคลากรน้อยลง
- ความเร็วในการประมวลผลสูงขึ้น
- การดำเนินงานมีมาตรฐาน
- ประหยัดพลังงานมากขึ้น
- ระบบ CIP

ข้อเสีย

- มีการลงทุนสูง
- ต้องมีการบำรุงรักษามากขึ้น
- สำหรับระบบอัตโนมัติที่ไม่มี CIP ต้องมีวิธีทำความสะอาด
- การดำเนินงานไม่ยืดหยุ่น
- ข้อกำหนดพื้นที่เฉพาะ



ความท้าทาย

- Carcass variability, part variability
- Integration กับสายการผลิตเดิม
- เชื่อมระบบ automation เข้ากับ MES/ERP
- สร้าง seamless workflow

Source: <https://delongs.com/automatic-processing-lines-vs-manual-processing-lines/>, <https://www.foodmanufacture.co.uk/Article/2019/10/24/Cutting-and-slicing-in-meat-manufacturing/>

CUTTING TEMPERATURE (MEAT, BLADE, ROOM)

MEAT

ช่วงอุณหภูมิ	ลักษณะของเนื้อ	ผลต่อการตัดแต่ง
> 10 °C (อุ่น)	เนื้อนุ่ม ยืดหยุ่นสูง มีน้ำในกล้ามเนื้อสูง	ผิวตัดไม่เรียบ เกิดการฉีกหรือยืด; drip loss สูง; ความแม่นยำของ portion ต่ำ
0 – 4 °C (เย็นสด)	เนื้อ chilled แข็งแรง เหมาะต่อการตัด	แรงตัดต่ำ ผิวตัดเรียบ Yield สูง เหมาะกับ precision cutting
-2 – -5 °C (กึ่งแข็งตัว)	น้ำบางส่วนแข็ง เนื้อแข็งแต่ยังไม่แข็งเต็มที่	เหมาะกับ robotic slicing / portioning; ลดแรงเสียดทาน ใบมีดสึกน้อย
< -10 °C (แข็งเต็มที่)	กล้ามเนื้อแข็งเปราะ	ต้องใช้แรงตัดสูง; ใบมีดสึกเร็ว; ผิวตัดแตกกร้าว คุณภาพหลังละลายลดลง

CUTTING TEMPERATURE (MEAT, BLADE, ROOM)

BLADE

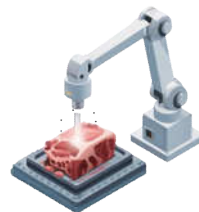
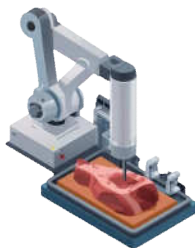
สภาพใบมีด	ผลต่อคุณภาพการตัด
ใบมีดร้อน (>25°C)	ไขมันและโปรตีนละลายเร็ว ผิวตัดมันเยิ้ม เกิด smear หรือ burn mark
ใบมีดเย็น (0–10°C)	ลดแรงเสียดทาน ผิวตัดเรียบ เหมาะกับการตัดชิ้นบาง แต่ควรควบคุม frost
ใบมีดแช่เย็น (-5–0°C)	เหมาะกับเนื้อกึ่งแข็ง เช่น bacon หรือ ham ในเครื่อง cryogenic slicer
สภาพใบมีด	ผลต่อคุณภาพการตัด

ROOM

มาตรฐาน / แหล่งอ้างอิง	ข้อกำหนดหลัก
USDA FSIS (2019)	ห้องตัดแต่งเนื้อสดควร $\leq 12^{\circ}\text{C}$ และมีระบบลมเย็นเฉพาะจุด
Codex Alimentarius (2020)	อุณหภูมิเนื้อไม่เกิน 7°C และอุณหภูมิห้องตัดแต่งไม่เกิน 12°C

TYPES OF MEAT CUTTING TECHNOLOGIES

- เทคโนโลยีการตัดแบบกล (Mechanical Cutting Technologies)
- ระบบตัดแบบกลอัตโนมัติ (Advanced Mechanical Systems)
- เทคโนโลยีการตัดแบบไม่สัมผัส (Non-Contact Cutting Technologies)
- ระบบการตัดอัจฉริยะและหุ่นยนต์ (Robotic & Smart Cutting Systems)
- เทคโนโลยีเฉพาะทางและกำลังพัฒนา (Emerging / Specialized Technologies)



Mechanical Cutting Technologies

วิธี	เครื่องมือ/ หลักการ	การใช้งาน	ข้อดี	ข้อจำกัด
การตัดด้วยมือ (Manual Cutting)	มีด, ขวาน, เลื่อย	การชำแหละ, การตัดส่วน, การเลาะกระดูก	ยืดหยุ่นสูง ควบคุมได้ดี โดยพนักงานที่มีทักษะ	ใช้แรงงานมาก เสี่ยงต่อการบาดเจ็บ และคุณภาพไม่สม่ำเสมอ
เลื่อยสายพาน (Band Saw)	ใบเลื่อยฟันโลหะหมุนต่อเนื่อง ใช้ตัดเนื้อหรือกระดูก	ตัดเนื้อแช่แข็ง หรือตัดซากเนื้อออกเป็นชิ้นใหญ่	รวดเร็ว แข็งแรง	ความแม่นยำต่ำ เสี่ยงอันตราย
เลื่อยวงเดือน (Circular Saw)	ใบเลื่อยหมุนเป็นวงกลม ตัดผ่านเนื้อ	แบ่งซากสัตว์หรือชิ้นส่วนใหญ่	ผลิตได้เร็ว ปริมาณมาก	เกิดเศษเนื้อมากขึ้น และเกิดความร้อนจากแรงเสียดทาน

Advanced Mechanical Systems

เครื่อง	หลักการ	การใช้งาน	ข้อดี	ข้อจำกัด
เครื่องตัดแบ่งส่วนอัตโนมัติ (Automatic Portion Cutters)	ใช้เซนเซอร์และระบบ คอมพิวเตอร์วัดขนาด ความหนาแน่น และรูปร่าง ของเนื้อ	ตัดสเต็ก ฟิลเลต หรือชิ้น เนื้อขนาดมาตรฐาน	แม่นยำสูง ควบคุมน้ำหนัก และขนาดได้สม่ำเสมอ	ต้องมีการสอบเทียบ เซนเซอร์บ่อย มีราคาสูง หากมีระบบ vision 3D หรือ AI
เครื่องหั่นเนื้อเป็นเต๋าหรือ แทบ (Meat Dicers / Cubers)	ใช้ใบมีดหมุนและตะแกรง ตัดเนื้อเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม หรือเส้นขนาดสม่ำเสมอ	หั่นเต๋า	เร็วและขนาดสม่ำเสมอ	ต้องควบคุมอุณหภูมิเนื้อ และล้างคมใบมีด
เครื่องตัดแบบดรัมหมุน (Rotary or Drum Cutter)	เนื้อถูกป้อนผ่านดรัมที่มี ใบมีดหมุนเพื่อตัดเป็นแผ่น บางหรือเส้น	หั่นเนื้อปิ้งสุกหรือเนื้อแปรรูป	เร็วและขนาดสม่ำเสมอ เหมาะกับเนื้อเย็นจัดหรือ แช่เยือกแข็งบางส่วน	ความแม่นยำต่ำกว่าแบบ portion cutter ต้องลับ ใบมีดบ่อยและอาจเกิด ความร้อนสะสม ไม่เหมาะ กับเนื้อที่มีเส้นเอ็นหรือ กระดูกแข็งมาก

Non-Contact Cutting Technologies

วิธี	เครื่องมือ/ หลักการ	การใช้งาน	ข้อดี	ข้อจำกัด
การตัดด้วยน้ำแรงดันสูง (Water Jet Cutting)	ใช้น้ำแรงดันสูง (บางครั้ง ผสมสารละลายที่มีความ เป็นกรดอ่อน เพื่อช่วยลด แบคทีเรียและลดแรงเสียด ทาน) ตัดเนื้ออย่างละเอียด	เนื้อชิ้นที่บางหรือ ผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง เช่น เนื้อปลา เนื้อไก่	สะอาด ไม่มีการสึกของ ใบมีด ความแม่นยำสูง	ต้นทุนเครื่องจักรสูง
การตัดด้วยคลื่นอัลตราโซ นิก (Ultrasonic Cutting)	ใช้ใบมีดที่สั่นด้วยความถี่ สูงเพื่อลดแรงเสียดทาน	เนื้อนุ่ม เหนียว หรือมี ไขมัน เช่น เนื้อบด	รอยตัดเรียบ ไม่บิดเบี้ยว	ราคาเครื่องและการ บำรุงรักษาสูง



Waterjet Cutting



Ultrasonic slicing

13

Robotic & Smart Cutting Systems

วิธี	เครื่องมือ/ หลักการ	การใช้งาน	ข้อดี	ข้อจำกัด
การตัดด้วยระบบกล้อง ตรวจจับ (Machine Vision- Guided Cutting)	ใช้กล้อง 3D หรือสแกนเนอร์ ตรวจรูปร่างของซาก จากนั้น หุ่นยนต์ตัดตามข้อมูล	การเลาะกระดูก การ ตัดแต่ง หรือการแบ่ง ส่วน	แม่นยำ ปลอดภัย ลดการ ใช้แรงงาน	ความแม่นยำขึ้นอยู่กับคุณภาพของภาพ และแสง ยากต่อการตรวจจับวัตถุที่มี ลักษณะซับซ้อนหรือสีใกล้เคียงกัน ใช้ หน่วยประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง ต้อง เรียนรู้และปรับเฉพาะผลิตภัณฑ์เนื้อแต่ละ ประเภท เพราะโครงสร้างและสีต่างกัน ต้นทุนและการบำรุงรักษาสูง
ระบบตัดอัจฉริยะด้วย AI (AI- Powered / Adaptive Systems)	ระบบ AI เรียนรู้จากการตัด ครั้งก่อนเพื่อปรับปรุงความ แม่นยำและลดของเสีย	การผลิตเชิง อุตสาหกรรมที่ ต้องการความ สม่ำเสมอสูง	ความแม่นยำสูง เรียนรู้และ ปรับปรุงได้เอง ลดการ พึ่งพาแรงงานคน เพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิต ถูก สุขอนามัย	ต้นทุนสูงมาก ซับซ้อนต่อการดูแลและ บำรุงรักษา ต้องการข้อมูลจำนวนมากเพื่อ ฝึก AI อาจมีปัญหาเกี่ยวกับเนื้อที่มีลักษณะ ผิดปกติ เช่น แฉกแข็งบางส่วน สีไม่สม่ำเสมอ ซึ่งอาจทำให้กล้องผิดพลาดได้

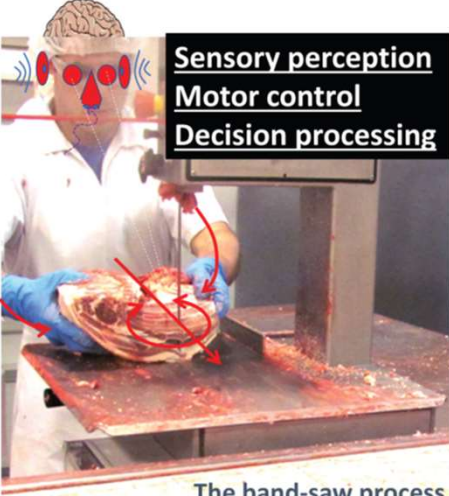
Skills Competences and Robotics – Motivations for Automation

Sensing capability:

- Vision
- Hearing
- Smell
- Force and torque

Motion and manipulation control:

- attitude
- grip
- alignment
- feed rate
- applied force/torque
- path tracking



Sensory perception
Motor control
Decision processing

The band-saw process

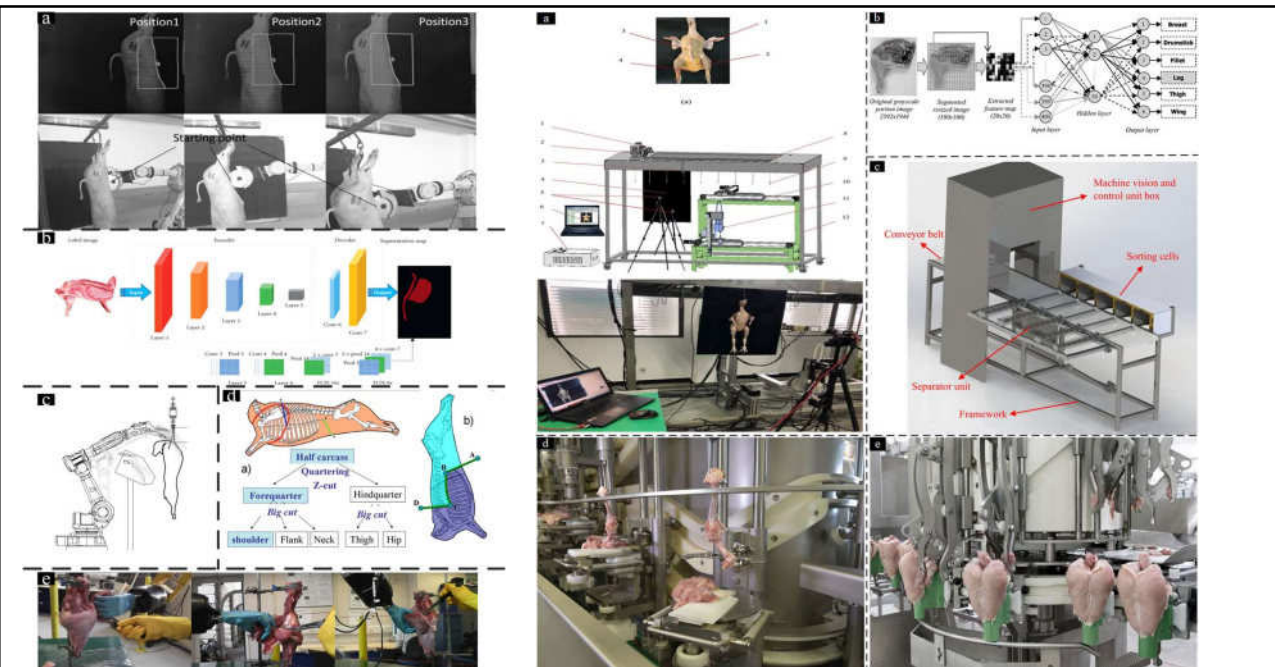
Key motivating factors for considering automation:

- Safety
- Quality and consistency
- Yield
- Human related operations cost
- Shortages of labour
- Training cost
- Recruitment cost
- Other

Loss of productivity and efficiency
Operations Control
Electronic tracking
etc.

Source: Koorosh Khodabandehloo (2022). Achieving robotic meat cutting. *In Animal Frontiers Vol. 12 (2): 7-17.*

15

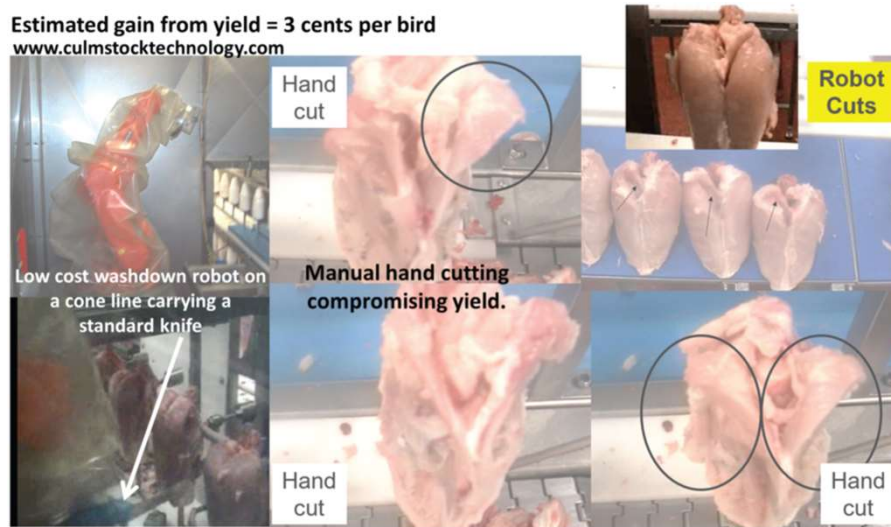


Source: Lyu, et. al. (2005). A review of robotic and automated systems in meat processing. *In Front. Robot. AI, DOI:10.3389/frobt.2025.1578318.*

16

Robotic Fillet Separation at the Wishbone.

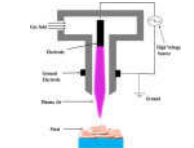
Estimated gain from yield = 3 cents per bird
www.culmstocktechnology.com



Source: Koorosh Khodabandehloo (2022). Achieving robotic meat cutting. In *Animal Frontiers* Vol. 12 (2): 7-17.

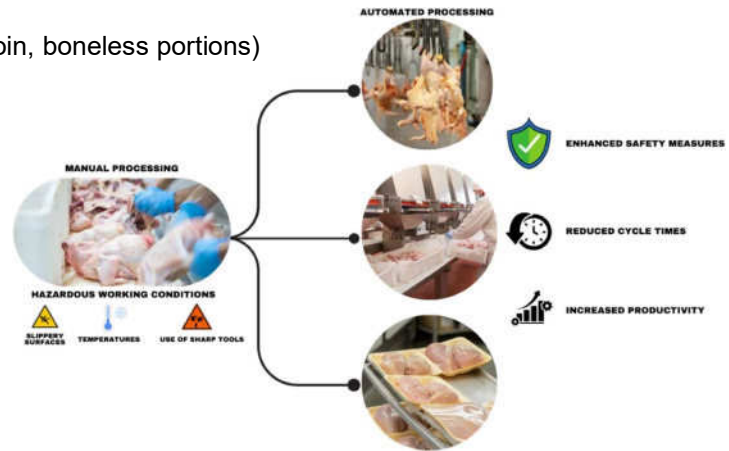
17

Emerging / Specialized Technologies

วิธี	เครื่องมือ/ หลักการ	การใช้งาน	ข้อดี	ข้อจำกัด
การตัดแบบแช่เย็นจัด (Cryogenic Cutting) 	ใช้ไนโตรเจนเหลวหรือคาร์บอนไดออกไซด์เหลว ทำให้เนื้อแข็งก่อนตัด	ใช้กับเนื้อที่มีความนุ่มหรือไขมันสูง	รักษารูปทรงและโครงสร้างเนื้อ ลดการสูญเสีย น้ำ ลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ เพิ่มความแม่นยำของขนาดชิ้นเนื้อ	ต้นทุนสูง ต้องควบคุมอุณหภูมิ อุปกรณ์ต้องป้องกันน้ำแข็งเกาะและความชื้น
การตัดด้วยพลาสมาเจ็ต (Plasma Jet Cutting) 	ใช้ก๊าซไฮโดรเจนในการตัด	Cold plasma ใช้ในการตัดผิวหนังหรือไขมันที่บาง ใช้ฆ่าเชื้อบนผิวหนังเนื้อพร้อมการตัด	ตัดได้ละเอียดและรวดเร็ว ลดการสัมผัสของใบมีดกับเนื้อ ฆ่าเชื้อได้ในตัว สามารถปรับสภาวะพลาสมาให้เหมาะสมกับความหนา/ชนิดเนื้อได้	ต้นทุนสูง ต้องมีระบบความปลอดภัยสูง เทคโนโลยียังอยู่ในขั้นวิจัย สำหรับอาหาร ยังไม่เป็นเชิงพาณิชย์

THE IMPORTANCE OF PRECISION CUTTING IN MEAT PROCESSING

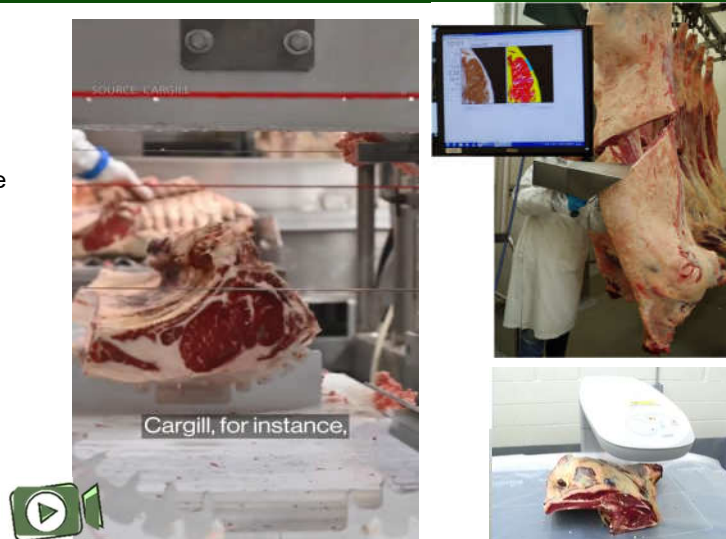
- เพิ่มมูลค่า (value-added cuts เช่น tenderloin, boneless portions)
- ลดของเสีย (yield optimization)
- เพิ่มความสม่ำเสมอ (standardization)



Source: Shweta, et. al. (2025) Assessment of advancements and applications of robotics, artificial intelligence, and automated technology in the modern food sector. In *J. of Applied Food Research* 5(2025) 101261 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277250225005669>

SMART INNOVATIONS TRANSFORMING THE INDUSTRY

- Machine vision & AI: สแกนชิ้นเนื้อแบบ 3D
- ระบบ Automatic Deboning Machine
- Robotic cutting: แขนกลตัดตามเส้นกล้ามเนื้อ
- Sensor & IoT: ตรวจสอบ yield แบบ real-time



<https://www.tiktok.com/@bloombergbusiness/video/7364866600282901803>

3D-eye image analysis performed with a 3D-eye camera system at the 12th-13th floor (Dagura et al., 2021). Source: Agriculture and Agri-Food Canada-Lacombe Research and Development. In <https://www.issn.org/issn/1614-1901/>



<https://www.evsint.com/automated-meat-processing/>



<https://marel.com/en/news/from-manual-labor-to-cutting-edge-technology-the-rise-of-vertical-deboning-systems/>

21

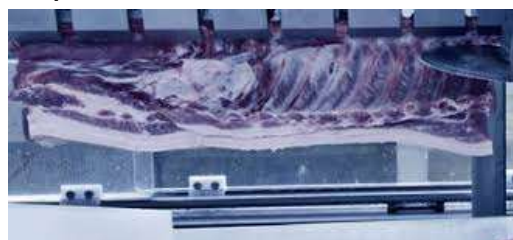
Robotic Rib Pullers



Robotic belly trimmers



Automated loin pullers



22



Source: <https://marel.com/en/meat/e-butcher/>

DATA-DRIVEN PRECISION AND OPTIMIZATION

- Technologies for Real-Time Monitoring
 - IoT sensors & RFID
 - Camera vision systems
 - Cloud & Edge computing
 - Data dashboard
- Predictive maintenance ของเครื่องจักร/ forecast production demand, optimize production planning
- AI ช่วย optimize product mix (เช่น สัตว์ส่วน tenderloin, ribs, belly)
- Visualize KPIs:
 - Yield %
 - Throughput (ชิ้น/ชม.)
 - Downtime & uptime
 - Overall Equipment Effectiveness (OEE)
- Operator สามารถ monitor และแก้ปัญหาทันที
- Management ใช้เพื่อ decision making



Source: <https://www.smithfieldfoods.com/innovation/automation:>

FUTURE TRENDS IN PRECISION MEAT PROCESSING

- หุ่นยนต์ติดตั้ง fully automated line
- การ integrate blockchain สำหรับ traceability
- การประยุกต์ใช้ AI + IoT + Cloud
- เทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและสร้างความยั่งยืน ลดของเสียและการใช้พลังงาน

Source:

KEY MESSAGES

- ลงทุนในเทคโนโลยีที่เหมาะสม
- พัฒนาทักษะบุคลากร
- มุ่งเน้นการบูรณาการและผลตอบแทนจากการลงทุน
- เปลี่ยนแปลงแบบทีละขั้น ค่อยเป็นค่อยไป
- Automation + Data = Efficiency
- Predictive tech = Sustainability
- Human–Tech collaboration สำคัญ
- อนาคตคือ AI-driven meat processing
- ตัดแม่นยำ = ลดของเสีย + เพิ่มกำไร + สอดคล้องมาตรฐาน
- นวัตกรรมอัจฉริยะ = ทางรอดในตลาดแข่งขันสูง

Source:

Q & A

27

