

## รายงานการเข้าร่วมโครงการเอพีโอ

22-CP-06-GE-WSP-A

Workshop on Efficient Food Storage Technologies and Management Practices

ระหว่างวันที่ 20 – 22 กันยายน 2565

Digital Multicountry National Productivity Council and the APO Secretariat

จัดทำโดย นางสาวภััสสร จารุบริสุทธิ์คุณ

นักพัฒนานวัตกรรม สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)

วันที่ 22 พฤศจิกายน 2565

### ส่วนที่ 1 เนื้อหา/องค์ความรู้จากการเข้าร่วมโครงการ

#### 1.1 ที่มาหรือวัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการ Workshop on Efficient Food Storage Technologies and Management Practices เป็นหลักสูตรที่จัดขึ้นโดยองค์การเพิ่มผลผลิตแห่งเอเชีย (Asian Productivity Organization; APO) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มผลผลิตและเร่งรัดการพัฒนาทางเศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก โดยอาศัยความร่วมมือระหว่างประเทศสมาชิกและดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยรับบทบาทเป็นองค์กรผู้ให้คำปรึกษาและรวบรวมข่าวสารการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิต

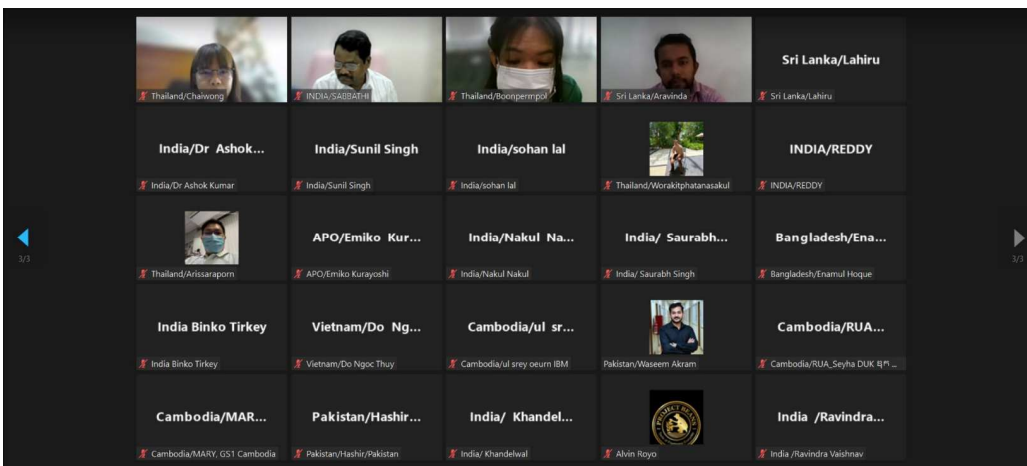
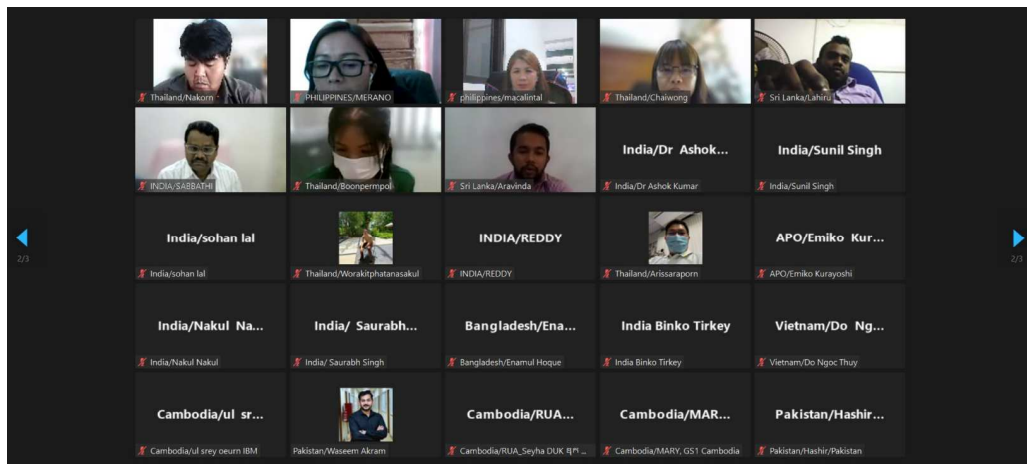
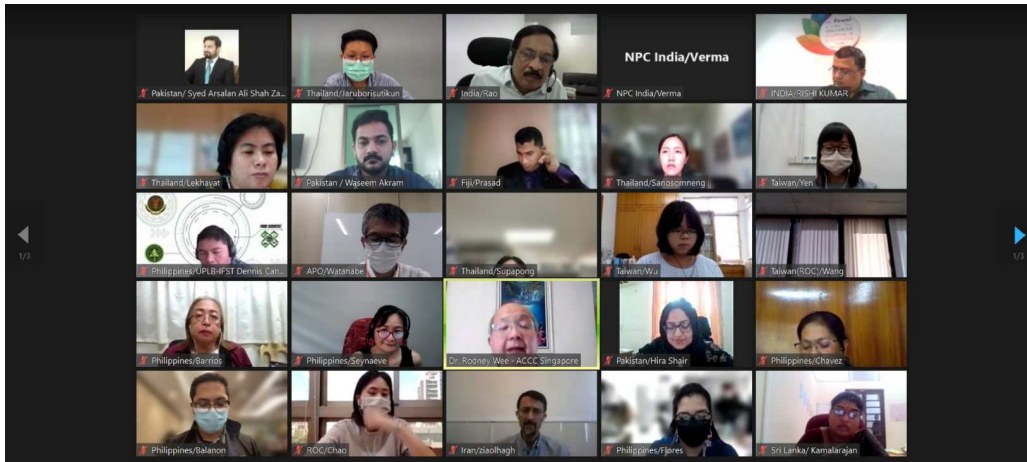
สืบเนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด – 19 ทำให้การอบรมในครั้งนี้เป็นรูปแบบออนไลน์ผ่านโปรแกรม Zoom Meeting ซึ่งดำเนินการจัดฝึกอบรมเป็นเวลา 3 วัน ระหว่างวันที่ 20 – 22 กันยายน 2565 เวลา 11.30 – 15.30 น. (ตามเวลาประเทศไทย) โดยมีผู้เข้าร่วมอบรมจำนวน 51 คน จาก 12 ประเทศ

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบกลไกการเสื่อมสภาพของสินค้าทางการเกษตร
2. เพื่อให้ทราบการป้องกันการเสื่อมสภาพของสินค้าทางการเกษตรตามคุณลักษณะเฉพาะของสินค้าประเภทนั้นๆ
3. ได้มีการอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีและแนวทางการจัดการ เพื่อรักษาคุณภาพของสินค้าทางการเกษตรในระหว่างการเก็บรักษา

#### กำหนดการ

วันและเวลา	รายละเอียด
วันที่ 20 กันยายน 2565	Session 1: Impact of Environmental Conditions on Fruit and Vegetable Quality Session 2: Challenges of Managing Dynamics of Current Supply Flows in Food Security
วันที่ 21 กันยายน 2565	Session 3: Packaging Technologies for the Preservation of Fresh Produce Session 4: Efficient Management Practices for Food Storage
วันที่ 22 กันยายน 2565	Session 5: Managing the Balance of Demand and Forecasting with Planned Inventory Flows Session 6: Scientific Storage of Food Grains in Commercial Warehouses Session 7: Role of Moisture, Temperature, and Humidity in Grain Storage



## 1.2 เนื้อหา/องค์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรมต่างๆ

### 1) ผลกระทบของสภาพแวดล้อมต่อคุณภาพผักและผลไม้ บรรยายโดย Dr. Takeo Shiina

ในประเทศญี่ปุ่นเริ่มต้นการพัฒนาห่วงโซ่ความเย็น (Cold chain) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1965 โดยสำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งรัฐบาลดำเนินการวิจัยและพัฒนาามากกว่า 3 ปี ก่อนจะนำไปใช้ประโยชน์กับภาคเอกชนอย่างแพร่หลาย แต่อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำความเย็นของร้านค้าปลีกและรถบรรทุกสำหรับการจัดส่งไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้น รัฐบาลจึงเข้ามามีส่วนช่วยในการสนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่ความเย็น (Cold chain) เนื่องจากอาหารที่เน่าเสียได้ง่ายมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ห่วงโซ่ความเย็น (Cold chain) เพื่อรักษาคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการ ดังนั้น จึงเกิดการพัฒนาลังห่วงโซ่ความเย็น (Cold chain) ทั่วประเทศญี่ปุ่น จนส่งผลให้เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มมูลค่ากับห่วงโซ่อุปทาน

โดยผักและผลไม้มีลักษณะเฉพาะ ได้แก่ การดำรงชีวิต มีการหายใจ1 ความเครียดจากการเก็บเกี่ยว, ปริมาณความชื้นสูง, ส่วนของพืช เช่น ใบ ก้าน ผล ตา ราก ดอก เป็นต้น และความหลากหลายของผักและผลไม้ ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผักและผลไม้ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น องค์ประกอบของก๊าซ การกระแทกและการสัมผัสเทือน และจุลินทรีย์ ดังนั้น หลักพื้นฐานของการเก็บรักษาผักและผลไม้ ประกอบด้วย

- หลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น เช่น ลดการกระแทกและการสัมผัสเทือนในระหว่างการจัดเก็บและขนส่ง
- การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ เช่น จัดเก็บในห้องเย็น ใช้ฉนวนกันความร้อน หรือใช้น้ำยาหล่อเย็น
- การรักษาปริมาณความชื้น เช่น การใช้บรรจุภัณฑ์ การเคลือบ
- การรักษาปริมาณก๊าซออกซิเจนในระดับต่ำ และ/หรือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับสูง
- การรักษาระดับเอทิลีนในระดับต่ำ เช่น การใช้สารดูดซับเอทิลีน
- การควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ เช่น การจัดการให้ถูกสุขลักษณะ การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ การใช้น้ำยาฆ่าเชื้อ

#### ผลกระทบของปัจจัยต่างๆ

- อุณหภูมิต่ำ จะส่งผลให้ลดอัตราการหายใจ ลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพ
- ความชื้นสูง จะส่งผลให้ลดการสูญเสียน้ำหนักและรักษาความสดได้
- อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของการคายน้ำ
  - Vapor Pressure Deficit (VPD) คือ ความแตกต่างของความชื้นสมบูรณ์ระหว่างพื้นผิวของผลผลิตกับอากาศโดยรอบ
  - ความชื้นสมบูรณ์ คือ มวลของไอน้ำในอากาศและเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
- การตัดแปลงสภาวะก๊าซ จะส่งผลให้ลดอัตราการหายใจ ลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพ
  - ลดปริมาณก๊าซออกซิเจน จะส่งผลให้อัตราการหายใจลดลง ลดปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชัน ชะลอการสุกของผลไม้ ยืดอายุการเก็บรักษา การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ขาว การผลิตเอทิลีนลดลง เปลี่ยนแปลงการสังเคราะห์กรดไขมัน ลดอัตราการย่อยสลายของเพคตินที่ละลายน้ำได้
  - เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะส่งผลให้ชะลอปฏิกิริยาการสังเคราะห์ในผลไม้ที่สามารถบ่มสุกได้ ชะลอการสุก ยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์บางชนิด ลดการผลิตสารระเหยอินทรีย์บางชนิด ลดอัตราการแตกตัวของสารเพคตินตั้งต้น ยับยั้งการสลายคลอโรฟิลล์ ชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อรา ยับยั้งผลกระทบของเอทิลีน
- การกระแทกและการสัมผัสเทือน
  - การกระแทก จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราเร่งในระยะเวลาอันสั้น โดยเกิดในช่วงเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งอาจเกิดจากการจัดการ หรือ การขนส่งสินค้า
  - การสัมผัสเทือน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราเร่งที่ช้ากว่าการกระแทก โดยเกิดเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง ซึ่งอาจเกิดจากเคลื่อนที่บนสายพาน

นอกจากนี้มีการยกตัวอย่างการติดเชื้อจุลินทรีย์ *Botrytis cinerea* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคราเน่าสีเทา โดยก่อให้เกิดความสูญเสียต่อพืชผลมากกว่า 200 สายพันธุ์ทั่วโลก ซึ่งจะมีรอยช้ำน้ำบนผลจนกลายเป็นสีน้ำตาล และจะพบสปอร์สีเทา

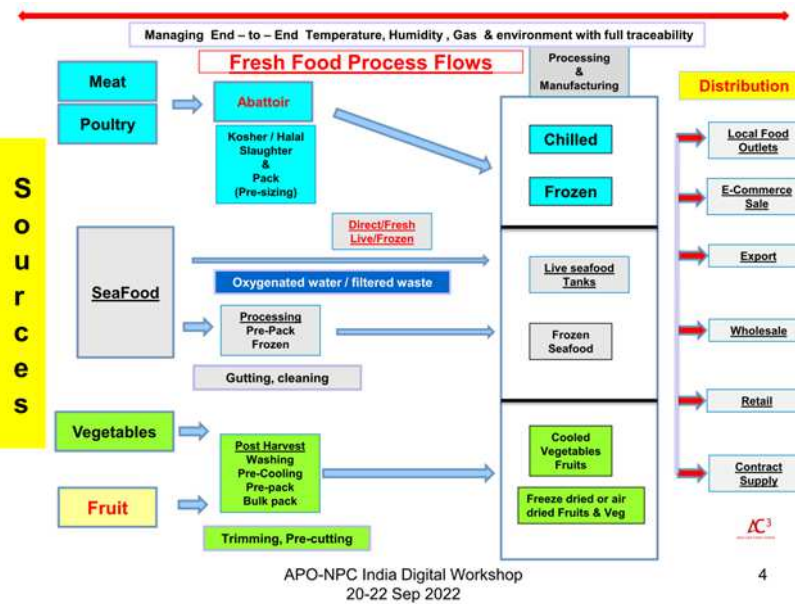
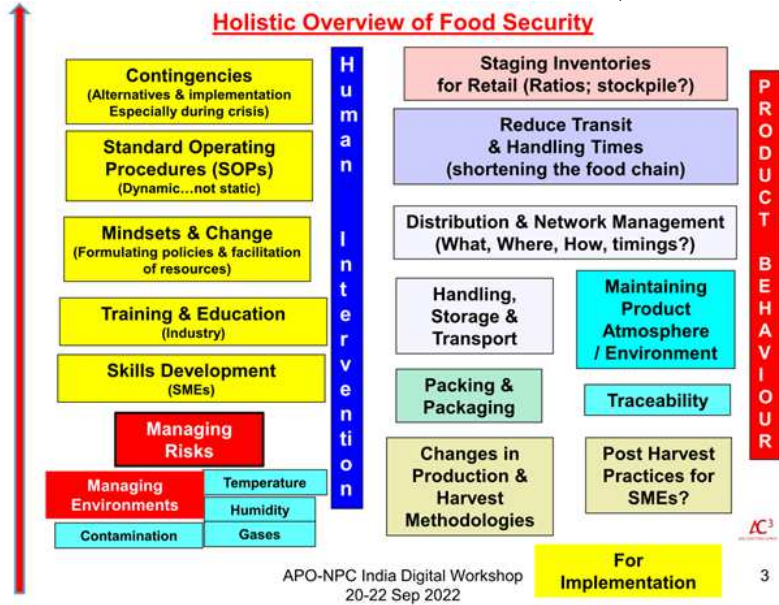


## 2) ความท้าทายในการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานในด้านความมั่นคงทางอาหาร บรรยายโดย Dr. Rodney Wee

ปัจจุบันความท้าทายระดับโลกและระดับภูมิภาคที่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหาร ได้แก่

- สภาพอากาศที่แปรปรวน เช่น ภาวะโลกร้อน น้ำท่วม เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อุปทานโดยเฉพาะพืชฤดูกาล
- ความขัดแย้งระหว่างยูเครน-รัสเซีย ซึ่งเกิดปัญหาการขนส่งธัญพืช

- ต้นทุนเชื้อเพลิงและพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้น
- การแข่งขัน ซึ่งจะทำให้พันธมิตรทางการค้ามีปัญหา
- ห่วงโซ่อุปทานหยุดชะงัก ส่งผลต่อความมั่นคงทางอาหาร โดยเฉพาะความต้องการอาหารที่จำเป็นอย่างข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ ถั่วเหลือง ฯลฯ
- การบริหารจัดการประชากร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง เกิดความไม่สมดุล มีการขยายเขตเมืองอย่างต่อเนื่อง



จากปัญหาดังกล่าว จึงเกิดเป็นการผลิตอาหารในเมือง กล่าวคือ การทำเกษตรกรรมในเขตเมือง เช่น บ้าน คอนโด เป็นต้น ซึ่งประเทศสิงคโปร์ได้ตระหนักถึงความจำเป็นดังกล่าว จึงได้มีปลูกพืชแนวตั้งบนตาดฟ้าในอาคารโดยใช้เทคโนโลยี และมีการกำหนดผลผลิตและคุณภาพต่อตารางหรือลูกบาศก์เมตร เพื่อเป็นการลดระยะทางในการขนส่งอาหารและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ข้อกำหนดด้านคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร

- ตรงตามข้อกำหนด เช่น ข้อจำกัดของความเสียหาย
- ลักษณะภายนอก เช่น ขนาด รูปร่าง สี
- บรรจุภัณฑ์ เช่น ขนาด ประเภท ความสะอาดในการจัดการและการเก็บรักษา
- รสชาติและเนื้อสัมผัส
- การปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยของอาหาร ทั้งด้านเคมี กายภาพ และชีวภาพ

- อายุการเก็บรักษา
- สารเจือปนหรือสารเติมแต่ง
- สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้
- คุณลักษณะ
  - แหล่งที่มา ได้แก่ ประเทศต้นทาง ภูมิภาคหรือฟาร์มผู้ผลิต
  - คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณสารอาหาร
  - ประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่ คุณค่าทางการใช้งาน
  - ข้อมูลผลิตภัณฑ์ ได้แก่ กระบวนการผลิต
  - คุณภาพเชิงสัญลักษณ์ ได้แก่ อิทธิพลทางวัฒนธรรม เช่น สินค้าฮาลาล
  - คุณภาพทางจิตใจ ได้แก่ ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมหรือศีลธรรม
  - คุณภาพทางสังคม ได้แก่ อิทธิพลของโซเซียลมีเดีย

โดยเครือข่ายที่จะมีส่วนร่วม ได้แก่ เกษตรกร ผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตัวกลางในการแปรรูปและบรรจุ ผู้จัดจำหน่าย บรรจุกู้ภัณฑ์ ผู้ประกอบการขนส่ง รถขนส่งสินค้า สนามบิน ท่าเรือ ตลาด ผู้ค้าปลีก ผู้จัดจำหน่ายอาหาร ฯลฯ

การตรวจสอบย้อนกลับของอาหาร เป็นการขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีสำหรับการค้นหา วิเคราะห์ และการพยากรณ์ความต้องการ

ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อเป้าหมายด้านความมั่นคงทางอาหาร

เป้าหมาย	ผลลัพธ์
การพัฒนากระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ใหม่	ออกแบบหรือดัดแปลงผลิตภัณฑ์อาหารที่มีอยู่หรือสามารถระบุอายุการเก็บรักษาและความต้องการทางโภชนาการได้
กลยุทธ์การสร้างเครือข่ายโครงสร้างพื้นฐาน	จัดหาและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากชนบทและเขตเมือง เพื่อจัดการปัญหาความไม่สมดุลของการกระจายอาหาร
วิธีการผลิตอาหาร	การตั้งค่าและการจัดการบริเวณการผลิตอาหารใหม่ด้วยเทคโนโลยี

### 3) เทคโนโลยีการบรรจุเพื่อการถนอมอาหารสด บรรยายโดย Dr. Takeo Shiina

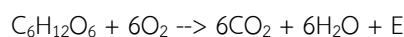
การบรรจุเป็นกระบวนการของการปิดหรือบรรจุผลิตภัณฑ์ในขวด ถุงพลาสติก กล่องกระดาษ กล่อง ฯลฯ โดยมีจุดประสงค์ในการแสดงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เช่น น้ำหนัก ขนาด ราคา ส่วนประกอบ คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ รวมถึงข้อแนะนำในการรักษาผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยลดความเสี่ยงของการสูญเสียหรือการเน่าเสียในระหว่างการขนส่งและการจัดเก็บ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสินค้าทางการเกษตร ได้แก่ ความชื้น องค์ประกอบของก๊าซ อุณหภูมิ การกระแทกและการสัมผัสเทือน จุลินทรีย์ เอทิลีน วิธีการเก็บเกี่ยว

ผลกระทบของการดัดแปลงสภาวะก๊าซ

จะส่งผลให้ลดอัตราการหายใจ ลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพ

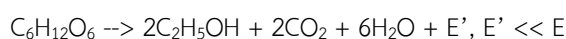
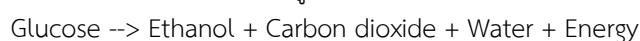
1. กระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน โดยใช้กลูโคส



การลดอัตราการหายใจ โดยการทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนอยู่ในระดับต่ำ และ/หรือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

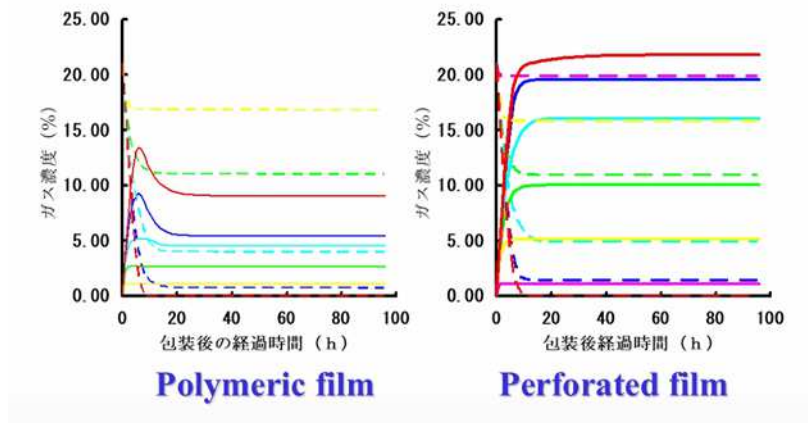
ในระดับสูง

2. กระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยใช้กลูโคส

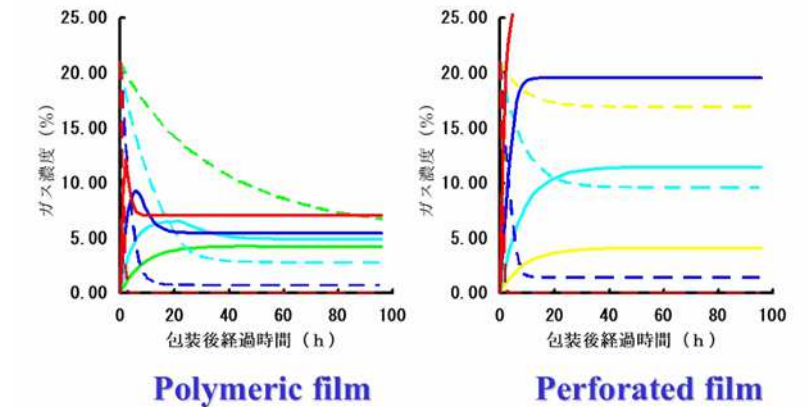


วิธีการดัดแปลงสภาวะก๊าซ ได้แก่ สถานที่ที่มีการควบคุมบรรยากาศ ดัดแปลงบรรยากาศในรถขนส่งและบรรจุกู้ภัณฑ์

ผลของการซึมผ่านของก๊าซต่อองค์ประกอบของก๊าซ (แผ่นฟิล์มโพลีเมอร์และแผ่นฟิล์มเจาะรู)



ผลของอุณหภูมิต่อองค์ประกอบของก๊าซ (แผ่นฟิล์มโพลีเมอร์และแผ่นฟิล์มเจาะรู)



**4) แนวทางการจัดการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการจัดเก็บอาหาร บรรยายโดย Dr. Radhey Krishna Tripathi**  
ปัจจัยที่ส่งผลต่ออาหารในระหว่างการเก็บรักษา

- ด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์
- ด้านเคมี ได้แก่ การสูญเสียส่วนประกอบทางโภชนาการ การสะสมของสารพิษ สารเคมีตกค้าง
- ด้านกระบวนการ ได้แก่ การจัดเก็บ การทำความสะอาด การอบแห้ง การแปรรูป การจัดการและขนส่ง
- ด้านชีวภาพ ได้แก่ จุลินทรีย์ แมลง หนู นก
- ด้านสังคม ได้แก่ ทรัพยากรบุคคล ระบบและขั้นตอน การขาดทักษะและความรู้ การเงิน

ดังนั้น การจัดการการจัดเก็บอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การจัดเตรียมสถานที่จัดเก็บ โครงสร้างพื้นฐาน การตรวจสอบคุณภาพ การจัดการพื้นที่เก็บสินค้า การลดความเสี่ยงด้านต่างๆ การจัดส่งอาหารไปยังผู้บริโภค การบริหารกำลังคน การจัดการทางการเงิน การจัดการบันทึกธุรกรรม การจัดการความต้องการของลูกค้า ฯลฯ

1. การจัดเตรียมสถานที่จัดเก็บและโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ
  - ตรวจสอบโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด ได้แก่ พื้น ผนัง หลังคา ประตู ช่องระบายอากาศ
  - ตรวจสอบความพร้อมการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก
  - ตรวจสอบอุปกรณ์ดับเพลิงให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน
  - ตรวจสอบสถานที่จัดเก็บสินค้าให้มีความเหมาะสม
  - กำจัดพืช หรือ วัชพืชต่างๆ รอบคลังสินค้า
2. ขั้นตอนการรับหรือฝากสินค้าในคลังสินค้า
  - การลงทะเบียนและรับรองความถูกต้องของผู้ฝาก
  - ระหว่างการฝากสินค้า – การส่งคำขอฝาก การทำรายการบันทึก การชั่งน้ำหนัก การประเมินคุณภาพ การขนถ่ายสินค้าจากรถขนส่งไปยังจุดจัดเก็บสินค้า การออกใบรับฝาก การกรอกรายการ ฯลฯ

3. ข้อควรระวังการรับหรือฝากสินค้า
  - การตรวจสอบสภาพทั่วไปก่อนนำเข้าจัดเก็บ
  - กรณีสินค้าชำรุด ไม่ได้มาตรฐาน ควรนำออกจากสถานที่จัดเก็บทันที
  - สินค้าที่มีการติดเชื้อ ควรรมควันทันที
  - หากมีการยอมรับสินค้าที่มีการแก้ไข ควรให้จัดเก็บในช่วงเวลาสั้นๆ และวางซ้อนกันในความสูงที่ยอมรับได้
  - ก่อนรับสินค้า ต้องปฏิบัติตามหลักปฏิบัติในการจัดเก็บอย่างถูกต้อง
4. การตรวจสอบคุณภาพระหว่างการจัดเก็บ
  - การสุ่มตัวอย่างสินค้า
  - ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพสินค้า อ้างอิงตามมาตรฐานคุณภาพของหน่วยงานระดับนานาชาติ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
  - การกำหนดเกรดคุณภาพ
  - รายงานการวิเคราะห์
  - การออกใบเสร็จรับเงิน
5. การจัดการพื้นที่เก็บสินค้า
  - การวางแผนการจัดเก็บ ทั้งขนาดและความสูงของสินค้า
  - การร่างแผนของการจัดเก็บ
  - การใช้ถุงลมกันกระแทกให้เหมาะสม
  - การซ้อนสินค้า ควรวางซ้อนตามแผนที่วางไว้ โดยดูเรื่องขนาดและความสูงเป็นหลัก

#### สิ่งสำคัญในระหว่างการจัดเก็บสินค้า

- การรักษาสุขอนามัยของสถานที่จัดเก็บ
- การบำรุงรักษาสภาพแวดล้อมในการจัดเก็บ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น องค์กรประกอบของก๊าซ
- การตรวจสอบคุณภาพของสินค้า
- มาตรการป้องกันและรักษาโรคจากแมลง
- การจัดการสัตว์ ได้แก่ หนูและนก
- การหมุนเวียนของสินค้า

#### การตรวจสอบสินค้าระหว่างการเก็บรักษา

- ประเมินคุณภาพของสินค้าระหว่างการจัดเก็บอย่างน้อย 1 ครั้งต่อ 2 สัปดาห์ และมีการเก็บบันทึก
- วิธีการใช้ยาป้องกันโรค ต้องทำตามระยะเวลาที่กำหนด เพื่อป้องกันการแพร่ระบาด
- รมควันทันที หากพบสถานการณ์เสี่ยง
- เต็มอากาศด้วยลมเย็นแห้งหากพบความชื้นสูงกว่ากำหนด
- ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของสถานที่จัดเก็บ
- จัดการสินค้าที่ชำรุด หรือหมดอายุ
- ทำความสะอาดสถานที่จัดเก็บ หรือปรับให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมเสมอ

#### การจัดการสถานที่จัดเก็บ โดยการป้องกันแมลงศัตรูพืช

- การฉีดพ่นยาฆ่าแมลงเป็นประจำ เพื่อป้องกันแมลงศัตรูพืช โดยทั่วไปจะใช้ Deltamethrin และ Malathion
- การรมควันด้วยสารรมควันที่เหมาะสม โดยทั่วไปจะใช้ Phosphine

#### การจัดการสถานที่จัดเก็บ โดยเฉพาะหนูและนก

- การจัดการหนู โดยการให้สถานที่จัดเก็บปราศจากหนู มีวิธีการป้องกันไม่ให้หนูเข้าสถานที่จัดเก็บ เช่น การใช้กรงดักหนู แต่ในกรณีที่มีการแพร่ระบาดอย่างรุนแรงให้ใช้ยากำจัดหนูทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง โดยการใช้ Phosphine
- การจัดการนก โดยการให้สถานที่จัดเก็บปราศจากนก มีวิธีการป้องกันไม่ให้นกเข้าสถานที่จัดเก็บ เช่น การใช้ตาข่ายหรือตาข่ายไนลอนบนช่องระบายอากาศ

#### หลักการ 5 ประการในการจัดการสถานที่จัดเก็บสินค้า

1. การจัดการเก็บอาหารที่สะอาดและแห้ง อยู่ในสภาพที่กำหนด
2. จัดเก็บในโครงสร้างที่ปลอดภัย มีการใช้ถุงลมกันกระแทกที่เหมาะสม และการดูดซับความชื้นส่วนเกิน
3. การบำรุงรักษาและตรวจสอบสินค้าเป็นระยะ
4. ดำเนินการจัดการทันที หากพบการรบกวนของแมลงหรือหนู
5. การบริหารจัดการสินค้าอย่างถูกต้อง คือ เข้าก่อน ออกก่อน (First in First out)

#### การจัดการเหตุการณ์ไฟไหม้ในสถานที่จัดเก็บอาหาร

- มาตรการป้องกัน ได้แก่ การแจ้งเตือน การป้องกันแหล่งกำเนิดไฟ ระบบและขั้นตอนสำหรับการควบคุมอัคคีภัย
- อุปกรณ์ เช่น ถังดับเพลิง ถังน้ำ ระบบแจ้งเตือนเหตุไฟไหม้แบบอัตโนมัติ ระบบสปริงเกอร์
- ข้อควรปฏิบัติเมื่อเกิดไฟไหม้ ได้แก่ แจ้งสัญญาณเตือนในบริเวณดังกล่าว และแจ้งสถานีดับเพลิง ต้องพยายามดับไฟด้วยอุปกรณ์ที่มีอยู่ พร้อมกับการนำวัสดุไวไฟออกจากสถานที่ หลีกเลี่ยงการวิ่งอย่างไร้จุดหมายและการตะโกนโดยไม่จำเป็น หากพบบุคคลที่ได้รับบาดเจ็บเบื้องต้นควรดำเนินการปฐมพยาบาล

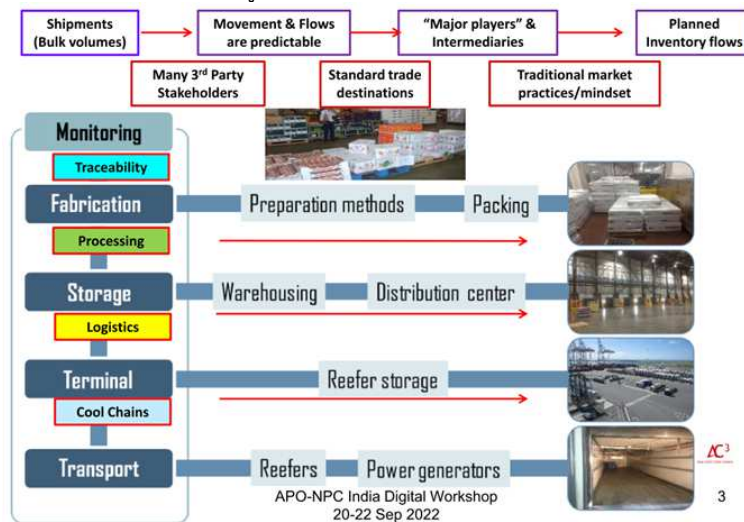
#### ระบบการจัดการและบันทึกอิเล็กทรอนิกส์

- ประโยชน์ของการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ คือ ได้ข้อมูลแบบ Real Time สามารถตรวจสอบได้อย่างต่อเนื่อง เกิดความโปร่งใส สามารถดึงข้อมูลได้ง่าย สามารถบริหารจัดการสถานที่เก็บสินค้าได้อย่างเป็นระบบ

### 5) การบริหารจัดการอุปสงค์และการพยากรณ์สินค้า บรรยายโดย Dr. Rodney Wee

ห่วงโซ่อุปทานของสินค้าเกษตรและอาหาร ประกอบด้วย

1. กลยุทธ์การผลิต
  - แบบดั้งเดิม – สินค้าเกษตร มีการเก็บเกี่ยว ขายใครก็ได้
  - แบบปรับแต่ง – ผลิตภัณฑ์พิเศษจากฟาร์ม มีกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว และมีช่องทางการจัดจำหน่าย
2. กลยุทธ์การตั้ง
  - แบบสัญญา – ผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า
3. การวางแผนสินค้าคงคลัง
  - แบบดั้งเดิม – ไม่มีการวางแผน
  - แบบปรับแต่ง – มีการกำหนดเป้าหมาย
  - แบบสัญญา – มีการวางแผนลูกค้า



ห่วงโซ่อุปทานก่อนสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด – 19

#### ความท้าทายของอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร

1. ตลาด
  - การเข้าถึงตลาด
  - ข้อมูลตลาด
  - การแข่งขัน



- อุปสรรคทางภูมิศาสตร์และภูมิประเทศ
- ข้อจำกัดด้านความคิดและทักษะ
- 2. ผู้บริโภค
  - Generation Y และ Z
  - การศึกษาและโลกาภิวัตน์
  - กลุ่มคนชนชั้นกลาง และรายได้ที่สูงขึ้น
  - ครอบครัวขนาดเล็ก
  - การเข้าถึงโซเชียลมีเดีย
  - การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภค
- 3. ความต้องการ
  - ความปลอดภัยและความมั่นคงทางอาหาร
  - ขนาดสินค้าที่ต้องการ
  - ระดับการบริการ
  - นวัตกรรมและเทคโนโลยี
  - ความยั่งยืนและการตรวจสอบย้อนกลับของอาหาร

#### จุดวิกฤตที่ผู้ค้าปลีกต้องเผชิญ

- การเสื่อมสภาพ
- ปัญหาการบำรุงรักษาห่วงโซ่ความเย็น (Cold chain)
- ความเสียหายจากก๊าซ
- ความเสียหายทางกายภาพ (มีการเคลื่อนย้ายบ่อย)
- รอบการเติมเต็มช้า
- สินค้าไม่เพียงพอ สินค้าหมด

#### แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการจัดการห่วงโซ่อุปทานของสินค้าเกษตรและอาหาร

- ข้อมูล (Big data)
  - การรวบรวมข้อมูล
  - การวิเคราะห์
  - กระบวนการตัดสินใจ
- Cloud Computing
  - การเชื่อมต่อข้อมูล
  - Blockchains
- การสื่อสาร
  - Real Time สำหรับการตรวจสอบย้อนกลับ
  - Wifi
  - การสื่อสารโดยใช้มือถือ
- การตรวจจับ
  - เซนเซอร์
  - กล้อง วีดีโอ เครื่องอ่าน
- วิทยาการหุ่นยนต์
  - การขนส่งแบบอัตโนมัติ
  - โดรน
- ปัญญาประดิษฐ์ (AI)
  - ระบบการจัดการคลังสินค้า ระบบการจับเก็บและเรียกค้นอัตโนมัติ
  - ระบบจัดการการขนส่ง
  - การเข้าถึงระยะไกล

โดยเทคโนโลยีที่กล่าวมาข้างต้น หากสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการห่วงโซ่อุปทานของสินค้าเกษตรและอาหารได้ จะทำให้เกิดความสมดุลระหว่างความต้องการของผู้บริโภคและผู้ผลิตได้เป็นอย่างดี เนื่องจากสามารถตรวจสอบและติดตามได้อย่างทันเวลาและเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้บริโภคได้รับสินค้าที่ตรงความต้องการและเพียงพอต่อความต้องการ

## 6) การจัดการภัยพิบัติในคลังสินค้าเชิงพาณิชย์ บรรยายโดย Dr. Ashok Kumar

### การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวธัญพืช

- การจัดการตั้งแต่การทำความสะดวก การทำแห้ง การเก็บรักษา และการตลาดของธัญพืชจนถึงการบริโภค เรียกว่าการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว
- การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพ ต้องมีการนำหลักปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงในการทำความสะอาด การทำแห้ง การคัดเกรด การเก็บรักษา และการขนส่งธัญพืช เพื่อลดการสูญเสียระหว่างขั้นตอนดังกล่าว
- ในประเทศกำลังพัฒนาอย่างอินเดีย ซึ่งมีการผลิตที่ไม่คงที่และขึ้นกับสภาพอากาศ จึงมีความพยายามอย่างต่อเนื่องในการพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดความสูญเสีย

### การผลิตธัญพืชในอินเดีย

- ในช่วง 7 ทศวรรษที่ผ่านมา มีการผลิตธัญพืชเพิ่มขึ้นอย่างมากในปี ค.ศ. 1950 – 1951 ประมาณ 50.82 ล้านตัน และอินเดียยังต้องนำเข้าข้าวสาลีจากสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นๆ
- ปัจจุบัน การผลิตของประเทศอินเดียคาดการณ์อยู่ที่ 314.10 ล้านตันในช่วงปี ค.ศ. 2021 – 2022 ส่วนการผลิตปีที่แล้วอยู่ที่ 303.34 ล้านตัน ดังนั้น จึงมีการผลิตธัญพืชเพิ่มขึ้นมากกว่า 6 เท่าในช่วง 7 ทศวรรษที่ผ่านมา

### ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาของธัญพืช

ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพที่ส่งผลต่อคุณภาพของธัญพืชในระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ สารชีวภาพ แมลง หนู นก เชื้อรา ดังนั้น ควรมีการประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว

### แมลงศัตรูพืชในโรงเรือน

- ระหว่างการเก็บธัญพืช จะทำให้เกิดการสูญเสียเชิงปริมาณและคุณภาพ
- หากความชื้นสูง จะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว
- สภาพที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูพืช คือ อุณหภูมิประมาณ 25 – 35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 – 65

### การปนเปื้อนของแมลงศัตรูพืชในธัญพืช

- แมลงศัตรูพืชหากปนเปื้อนจะก่อให้เกิดอันตราย ได้แก่
  1. *Sitophilus oryzae* (Rice weevil)
    - การเกิดขึ้น: พื้นที่เขตร้อนและอุณหภูมิค่อนข้างสูง บนเมล็ดธัญพืช
    - วงจรชีวิตประมาณ 4 สัปดาห์



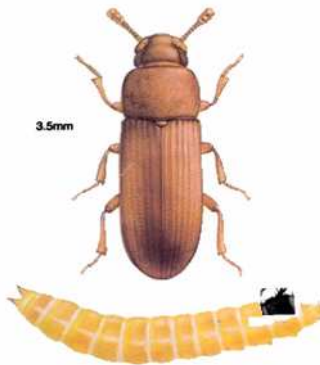
### 2. *Rhizopertha dominica* (Lesser grain borer)

- การเกิดขึ้น: ทั่วโลก บนเมล็ดและเม็ดหยาบของธัญพืช ทั้งตัวเต็มวัยและตัวอ่อน
- วงจรชีวิตประมาณ 25 วัน



3. *Tribolium castaneum* (*T. confusum*) (Red flour beetle) (Confused flour beetle)

- การเกิดขึ้น: ทั่วโลก บนหลายผลิตภัณฑ์และโฮลเกรน
- วงจรชีวิตประมาณ 20 วัน



4. *Trogoderma granarium* (Khapra beetle)

- การเกิดขึ้น: เป็นศัตรูพืชที่สำคัญที่สุดในการจัดเก็บสินค้าของผู้นำเข้าและส่งออกธัญพืช
- วงจรชีวิตประมาณ 25 วัน ถึง 4 ปี



การควบคุมแมลงศัตรูพืชในโรงเรือนและมาตรการควบคุม

- มาตรการควบคุมป้องกันโรคแมลงศัตรูพืช โดยมีการฉีดพ่นสารเคมีป้องกัน เช่น Malathion 50% EC and Deltamethrin 2.5% WP ตามปริมาณที่แนะนำบนผนัง พื้น และพื้นผิวของอุปกรณ์
- Malathion 50% EC เจือจางกับน้ำในอัตราส่วน 1:100 และฉีดพ่น 3 ลิตรบนพื้นที่ 100 ตารางเมตร และต้องเว้นพื้นที่ผิวหลังฉีดประมาณ 15 วัน
- Deltamethrin 2.5% WP ปริมาณ 40 กรัม ละลายในน้ำ 1 ลิตร และฉีดพ่น 3 ลิตรบนพื้นที่ 100 ตารางเมตร และต้องเว้นพื้นที่ผิวหลังฉีดประมาณ 90 วัน
- มาตรการควบคุมเชิงบำบัด โดยกำจัดแมลงซึ่งใช้สารรมควัน เช่น Methyl bromide และ Aluminum phosphide (phosphine gas)
- สารรมควันเหล่านี้ควรใช้ในปริมาณที่แนะนำ และจัดเก็บในระบบที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก
- ธัญพืชควรได้รับอากาศอย่างเหมาะสมหลังจากการรมควัน และควรกำจัดเศษ aluminum hydroxide

- Aluminium Phosphide ปริมาณ 9 กรัมต่อตัน โดยเว้นพื้นที่หลังรมควันประมาณ 5 – 7 วัน หลังจากรมควันเสร็จ ควรเติมอากาศเข้าไประยะหนึ่ง และควรทำความสะอาดเศษ aluminum hydroxide ที่หลงเหลืออยู่

#### บทบาทของจุลินทรีย์ต่อการเสื่อมสภาพของธัญพืชในระหว่างการเก็บรักษา

- การเปลี่ยนสี – การเสื่อมสภาพของข้าวสาลี หรือการมีจุดสีดำบนจมูกข้าว
- การสูญเสีย – เกิดความเสียหายของตัวอ่อน
- ความร้อน – ในถังธัญพืช
- การเปลี่ยนแปลงทางเคมีชีวภาพ – การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน
- การผลิตสารพิษ – สารพิษจากเชื้อรา

#### การจัดการพื้นที่การเก็บ

- ร้อยละ 60 – 70 ของการเก็บธัญพืชในประเทศ ยังคงอยู่ที่ฟาร์มและเป็นการจัดเก็บแบบดั้งเดิม
- รัฐบาลมีการจัดเก็บธัญพืชหลังจากการเก็บเกี่ยวตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้พระราชบัญญัติความมั่นคงทางอาหาร

#### ประโยชน์ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

- ลดการสูญเสียธัญพืชในระหว่างการจัดเก็บและขนส่ง
- มีการเก็บรักษาธัญพืชได้ยาวนานมากขึ้น
- กลุ่มเกษตรกรจำหน่ายผลผลิตทางการเกษตรได้ในราคาที่สูงขึ้น
- เพิ่มความสามารถในการแข่งขัน
- เกิดความมั่นคงทางอาหาร เนื่องจากการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพ
- สามารถส่งออกธัญพืชที่เกินจากความต้องการในประเทศได้

### 7) บทบาทของความชื้น อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในการเก็บรักษาธัญพืช บรรยายโดย Dr. Ashok Kumar

#### แมลงศัตรูพืชในธัญพืช

- แมลงศัตรูพืชอาจสร้างความเสียหายอย่างร้ายแรงต่อธัญพืชที่เก็บไว้เป็นเวลานาน ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ
- แมลงศัตรูพืชที่พบแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แมลงที่กัดกินภายในเมล็ดธัญพืช และแมลงที่กัดกินภายนอกเมล็ดธัญพืช โดยการสูญเสียที่สำคัญ คือ แมลงที่กัดกินภายในเมล็ดธัญพืช ทำให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก
- โดยแมลงที่กัดกินภายในเมล็ดธัญพืชที่สำคัญ ได้แก่ *S.oryzae*, *R.dominica*, and *Callosobruchus chinensis*

#### บทบาทของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูพืช

- อุณหภูมิมีผลต่อจำนวนของแมลงศัตรูพืชและส่งผลต่อความเสียหาย โดยอุณหภูมิที่ 15 – 18 องศาเซลเซียส จะทำให้แมลงศัตรูพืชส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์ หรือเจริญเติบโตได้ช้า
- ความชื้นสัมพัทธ์ยังมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูพืช เนื่องจากส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงร้อยละ 60 – 80

#### บทบาทของอุณหภูมิและความชื้นต่อการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูพืช

- แมลงศัตรูพืชมีการเจริญเติบโตที่สั้นมาก ระยะเวลาประมาณ 30 วัน ที่อุณหภูมิห้อง และอัตราการสืบพันธุ์สูง (100 – 400 ฟองต่อตัวเมีย 1 ตัว) และช่วงชีวิตที่โตเต็มวัย (ประมาณ 1 สัปดาห์ถึงปี)
- โดยปัจจัยที่มีผลต่อคุณลักษณะของแมลงศัตรูพืชมากที่สุด คือ อุณหภูมิและความชื้น

#### กระบวนการทำงานของอุณหภูมิและความชื้น

- ถ้ามีการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ดี ธัญพืชจะเป็นฉนวนที่ดีมาก แต่ถ้ามีการจัดเก็บและไม่ได้ดูแลรักษา จนเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิมากขึ้น (ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกเมล็ด) จะส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายความร้อนมากขึ้น และเมื่อมากขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้เกิดการควบแน่นบนเมล็ด

#### บทบาทของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษา

- อุณหภูมิมีผลต่อการเก็บรักษาธัญพืชเป็นอย่างมาก หากบริเวณจัดเก็บมีอุณหภูมิสูงและความชื้นมาก จะทำให้ธัญพืชเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในและภายนอกของถังบรรจุธัญพืชก็จะเกิดการควบแน่นของความชื้นที่ชั้นบนสุดของถังบรรจุธัญพืช

- การเติมอากาศ จะช่วยการควบคุมการหมุนเวียนสภาวะอากาศตามธรรมชาติ ซึ่งมีการใช้อย่างแพร่หลายเพื่อลดอุณหภูมิในสถานที่จัดเก็บ อย่างไรก็ตาม ควรตรวจสอบอุณหภูมิของถังบรรจุธัญพืชอย่างสม่ำเสมอ
- อุณหภูมิภายในและภายนอกของถังบรรจุธัญพืช ไม่ควรแตกต่างกันเกิน 5 องศาเซลเซียส

#### บทบาทของความชื้นระหว่างการเก็บรักษา

- ความชื้นมีผลต่อการเก็บรักษาธัญพืช ถ้ามีความชื้นสูงจะทำให้ธัญพืชเกิดการเสียหายอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา
- หากมีความชื้นสูงเกินไป จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของธัญพืชในระหว่างการเก็บรักษา อีกทั้งยังจะทำให้แมลงและเชื้อราเข้ามาทำลายธัญพืชอีกด้วย ในทางกลับกัน หากมีความชื้นต่ำ ก็จะมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาธัญพืช
- ดังนั้น ควรมีการตรวจสอบความชื้นทั้งก่อนเก็บรักษาและระหว่างการเก็บรักษาธัญพืช

## ส่วนที่ 2 ประโยชน์ที่ได้รับและการขยายผลจากการเข้าร่วมโครงการ

### ประโยชน์ต่อตนเอง

จากการเข้าร่วมอบรมในครั้งนี้ ทำให้มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีการจัดเก็บอาหารและการจัดการที่มีประสิทธิภาพ ทั้งในส่วนผลกระทบของสภาพแวดล้อมต่อคุณภาพผักและผลไม้ การจัดการห่วงโซ่อุปทาน การจัดเก็บธัญพืชในเชิงพาณิชย์ รวมถึงบทบาทของความชื้น อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในการเก็บรักษาธัญพืช และได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้เข้าร่วมอบรมท่านอื่นๆ จากหลากหลายประเทศ ซึ่งความรู้ที่ได้รับจากการอบรมในครั้งนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการทำงาน เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้น การพัฒนาการเกษตรในประเทศจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการประยุกต์นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีในการเก็บรักษาสินค้าทางการเกษตรให้คงสภาพ เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียในระหว่างการจัดเก็บ

### ประโยชน์ต่อหน่วยงานต้นสังกัด

นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในการจัดทำแผนการดำเนินงานการสนับสนุนธุรกิจนวัตกรรมโครงการนวัตกรรมมุ่งเป้า (Thematic Innovation)

### กิจกรรมการขยายผลที่ได้ดำเนินการภายในระยะเวลา 60 วันนับจากวันสุดท้ายของโครงการ

มีการเตรียมความพร้อมและเรียบเรียงองค์ความรู้ที่ได้รับ และวางแผนในการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่เพื่อนร่วมงานในช่วงเดือนมกราคม 2566

## ส่วนที่ 3 เอกสารแนบ

- รายชื่อผู้เข้าร่วมโครงการและประเทศที่เข้าร่วมโครงการ (ภาคผนวก ก)
- กำหนดการฉบับล่าสุด (ภาคผนวก ข)