

รู้ไว้ใช้ว่า...จุลชีววิทยาทางอาหาร by ครูชมบี

ตอนที่ 9 จุลินทรีย์กับการเสื่อมเสียในอาหารยุคสมัยใหม่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชมภูษุช เพื่อนพิภพ


สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



อาหารยุคสมัยใหม่

เป็นอาหารที่มีความชัดเจน มีคุณค่าทางอาหาร, มีการใช้เทคโนโลยีในการแปรรูปและเก็บรักษา, มีการปรับรูปแบบให้ตรงความต้องการตามผู้บริโภค ซึ่งสิ่งสำคัญเหล่านี้มีบทบาทในการกำหนดแนวโน้มของอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน ที่มีทั้งความหลากหลาย เป็นมิตรต่อระบบนิเวศ และตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภครายบุคคลได้อย่างแท้จริงเท่านั้น แต่ยังมีการพัฒนาและนำเอานวัตกรรมเข้ามาใช้ เพื่อให้ “อาหาร” ได้รับการยอมรับและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้อย่างยั่งยืน



อาหารสำเร็จรูป




หมายถึง อาหารที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ซื้อสามารถรับประทานได้เลย มีวางจำหน่ายตามซูเปอร์มาร์เก็ต ตลาดสด ร้านอาหารทั่วไป ได้แก่ อาหารสำเร็จรูปประเภทต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอาหารแปรรูปที่ใช้บริโภคเป็นอาหารมื้อหลัก จำพวกเนื้อสัตว์ หรืออาหารบรรจุภาชนะปิดสนิท หรือใช้บริโภคร่วมกับอาหารหลัก เช่น พืชผักดองกระป๋อง เครื่องดื่ม หรือบริโภคเป็นอาหารว่าง หรืออาหารขบเคี้ยวระหว่างมื้ออาหารหลัก เช่น ขนมปังกรอบ ถั่วอบ คุกกี้สำเร็จรูป ขนมหวาน และขนมเยลลี่



อาหารกิ่งสำเร็จรูป

หมายถึง อาหารที่ผ่านการแปรรูปมาแล้ว และเมื่อจะนำมารับประทานก็นำไปผ่านวิธีการกระบวนการเล็กๆ น้อยๆ เช่น ทำให้สุกในเวลาสั้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากแป้งชนิดต่างๆ และเครื่องปรุงอื่นในอัตราส่วนที่เหมาะสม เช่น ซุปแห้ง หรือโปรตีนเข้มข้น น้ำมันบริโภค เกลือ พริกไทย พริกป่น รวมบรรจุอยู่ในภาชนะถุกเดียวกัน ปัจจุบันมีผู้ผลิตออกมามากมายหลายชนิด เช่น บะหมี่กิ่งสำเร็จรูป ข้าวต้มและโจ๊กปรุงแต่ง แกงจืด และซุปเข้มข้นชนิดก้อน ผง และแกงและน้ำพริกแกงต่างๆ





อาหารแช่แข็ง, อาหารแช่เยือกแข็ง

หมายถึง อาหารที่ใช้ความเย็นระดับต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง อยู่ที่ประมาณ -1 ถึง -40 องศาเซลเซียส นิยมใช้ที่ -18 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำอิสระหรือองค์ประกอบในอาหารจากสถานะของเหลวเป็นของแข็ง ทำให้อาหารมีอายุการเก็บนานขึ้น เช่น freeze dried products





ผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บรักษาได้นาน (Shelf-Stable Foods)

หมายถึง อาหารที่สามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน โดยไม่ต้องใช้ความเย็นในการเก็บรักษา เช่น การแช่เย็น (cold storage) หรือแช่แข็ง (freezing) อาทิเช่น อาหารกระป๋อง บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ผักและผลไม้แช่แข็ง พาสต้า ซอสเครื่องปรุงรส ข้าว นม และอาหารพร้อมรับประทาน เป็นต้น



อาหารโมเลกุล หรือโมเลคิวลาร์ แกสโตรโนมี (Molecular Gastronomy) หรือ การแยกส่วนแล้วประกอบขึ้นใหม่ (Deconstructivist)

หมายถึง การนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการประกอบอาหาร มีการวิจัยการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และทางเคมีของส่วนผสมที่เกิดขึ้นระหว่างการทำอาหาร ใช้เทคนิคการปรุงหรือการประกอบอาหารหลากหลายรูปแบบ เพื่อสร้างอาหารรูปแบบแปลกใหม่ และทำให้ผู้บริโภครู้สึกตื่นเต้นกับเมนูนั้นๆ

<https://offercrash.com/products/spherificator-automatic-edible-food-caviar-pearl-former-device-for-modernist-cooking-techniques-new-version-by-cedarlane>

บรรจุภัณฑ์ (packaging)

- มีบทบาทในอุตสาหกรรมอาหารมากขึ้นเรื่อยๆ และมีอัตราการเติบโตควบคู่ไปกับการเติบโตของอุตสาหกรรมอาหาร
- มีบทบาทสำคัญในการยืดอายุการเก็บรักษา และรักษาคุณภาพอาหาร ทั้งในด้านกลิ่น สี รสชาติ และความอร่อย ให้คงอยู่จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ทั้งยังช่วยให้การขนส่งผลิตภัณฑ์มีความสะดวกมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยในการส่งเสริมการตลาด บรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบสวยงามสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์และใช้เป็นสื่อโฆษณาได้ด้วยตัวเอง





บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมีอยู่หลายชนิด ได้แก่

- กระดาษ เช่น aseptic carton เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีต้นทุนต่ำ สามารถทำการพิมพ์สอดสีได้ง่ายและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม
- แก้ว เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวางและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มากที่สุด



บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมีอยู่หลายชนิด ได้แก่

- โลหะ เช่น กระจบอง มีความแข็งแรงทนทานต่อการชนส่ง สามารถเก็บรักษาคุณภาพอาหารได้นาน และใช้มากในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน
- พลาสติก ที่นิยมใช้มีอยู่ 2 ประเภทคือ ประเภทคงรูป เช่น ขวด ถ้วย ลัง และประเภทอ่อนตัว (flexible packaging) เช่น ฟิล์มพลาสติก ถุง และซองพลาสติก เป็นต้น




Vacuum packaging (การบรรจุสุญญากาศ)

การบรรจุที่มีการดูดอากาศในบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ ออกไปก่อนปิดผนึกหรือปิดฝา ทำให้ภายในบรรจุภัณฑ์ไม่มีก๊าซออกซิเจน จึงมีภาวะเป็นสุญญากาศ (vacuum)




วัตถุประสงค์ของการบรรจุแบบสุญญากาศ

- ยืดอายุการเก็บรักษา เพราะมีการป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารจากจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตที่ต้องการออกซิเจน เช่น ราทุกชนิด, แบคทีเรีย ที่ต้องการออกซิเจน เช่น Pseudomonas แต่แบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจน สามารถเจริญได้, มอด และแมลงต่างๆ
 - ป้องกันการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาทางเคมีที่ต้องการออกซิเจนในปฏิกิริยา เช่น การหืน เนื่องจากลิพิดออกซิเดชัน, การเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ เป็นต้น
 - เพิ่มมูลค่า โดยการคงคุณภาพและคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์
- 



Modified Atmosphere Packaging (MAP)

(การบรรจุแบบตัดแปรบรรยากาศ)

- เป็นเทคนิคการถนอมอาหาร เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารสด หรืออาหารที่แปรรูป ทำได้โดยการบรรจุอาหารในบรรจุภัณฑ์ที่มีการปรับสัดส่วนบรรยากาศภายใน ให้มีอัตราส่วนของก๊าซชนิดต่างๆ แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ โดยสัดส่วนของก๊าซที่ใช้ อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามระยะเวลา อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ อัตราส่วนของก๊าซเริ่มต้น และสภาวะการเก็บรักษา
- 



Modified Atmosphere Packaging (MAP) (การบรรจุแบบตัดแปรบรรยากาศ)

- MAP มักใช้กับอาหารแช่เย็น ได้แก่ อาหารสด เช่น เนื้อหมูเนื้อวัว เนื้อไก่สด ผัก ผลไม้สด หรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปอาหาร หรือทำให้อาหารสุกมาแล้ว แล้วนำมาแช่เย็น (chilled food) หลังการบรรจุในบรรจุภัณฑ์แล้วจะเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (cold storage) หรือใช้สำหรับบรรจุภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง




วัตถุประสงค์ของ MAP

- เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารเนื่องจาก :
 - การเก็บรักษาอาหารให้นานขึ้น
 - เพื่อลดการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และจุลินทรีย์ก่อโรคโดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ เช่น รา และแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน เช่น *Pseudomonas*



วัตถุประสงค์ของ MAP

- ลดอัตราการหายใจของผักผลไม้สด
 - ลดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น lipid oxidation ที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนซ้ำลง
 - ชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล
- 

อายุการเก็บรักษา (shelf life)

- หมายถึง ช่วงระยะเวลาที่อาหารอยู่ในบรรจุภัณฑ์และการเก็บรักษาในสภาวะที่กำหนด ซึ่งสามารถรักษาคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารให้อยู่ในระดับที่กำหนดได้ โดยมีเกณฑ์ที่ใช้กำหนดอายุการเก็บของอาหาร ดังนี้
 - การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
 - การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
 - การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์
 - การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส


ตัวอย่างเช่น อาหารกระป๋อง (canned food)

หมายถึง อาหารที่ผ่านการถนอมอาหาร ด้วยการใช้ความร้อน (thermal processing) โดยวิธีการบรรจุกระป๋อง ซึ่งเป็นการบรรจุอาหารในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกสนิทก่อนนำไปฆ่าเชื้อทางการค้า จะมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 6 เดือน ถึง 3 ปี ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เสื่อมสภาพ






การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

- การไล่อากาศออกไม่หมด
 - ความเป็นกรดของอาหารทำปฏิกิริยากับโลหะบรรจุภัณฑ์
 - การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล
 - การเกิดการหมัก
 - การเกิดกลิ่นหืน
- 



การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

- การเก็บเกี่ยววัตถุดิบ ทำให้เกิดรอยชำ รอยแผล การหักงอ เป็นต้น
 - กระบวนการแปรรูป เช่น การไม่เว้น head space, การบรรจุน้ำหนักมากเกินไป, การใช้อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป เป็นต้น
 - การเก็บรักษา รวมถึงการจัดวางสินค้า เช่น สภาพะการเก็บรักษาไม่เหมาะสม, อุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่คงที่, การจัดวางซ้อนทับมากเกินไป เป็นต้น
 - การขนส่ง เกิดการบุง แตก ปรี รอยขีดข่วน
- 

การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์

ลักษณะกระป๋องที่ปรากฏ	การให้ความร้อนไม่เพียงพอ	การรั่วของกระป๋อง
กระป๋อง	แบนหรือบวม	บวม
เนื้ออาหารในกระป๋อง	มีการหมักย่อยเกิดขึ้น	มีการหมักย่อยและเกิดเมือก
กลิ่น	ปกติ มีรสเปรี้ยว บางครั้งมีกลิ่นเหม็น เนื้ออาหารยังมีลักษณะปกติ(consistency) ไม่แยกชั้น	เปรี้ยว มีกลิ่นอุจจาระ
pH	เนื้ออาหารยังมีลักษณะปกติ(consistency) ไม่แยกชั้น	ไม่แน่นอนแล้วแต่ชนิดของอาหาร
การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ และการเพาะเชื้อในงานอาหาร	พบเชื้อบริสุทธิ์เชื้อใดเชื้อหนึ่งเพียงชนิดเดียว ซึ่งสร้างสปอร์ได้	พบเชื้อหลายชนิดทั้งรูปท่อนและรูปกลม

จุลินทรีย์	ลักษณะการเสียของอาหารกระป๋อง ที่ปรากฏ	ลักษณะอาหารในกระป๋อง
flat-sour	กระป๋องแบนปกติ	เนื้ออาหารไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง แต่อาหารมีรสเปรี้ยว
thermophilic anaerobe	กระป๋องบวม อาจระเบิดได้	มีการหมักเกิดขึ้น มีรสเปรี้ยว มีกลิ่นเนยแข็ง หรือกลิ่นกรดบิวทีริก
sulfide spoilage	กระป๋องแบน แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ถูกอาหารดูดเข้าไป	อาหารมีสีดำและมีกลิ่นไข่น่า
putrefactive anaerobe	กระป๋องอาจระเบิดได้	เนื้ออาหารเละเนื่องจากจุลินทรีย์ย่อย pH สูงกว่าปกติเล็กน้อย มีกลิ่นเหม็นเน่า
anaerobe sporeformers	กระป๋องแบน โดยกระป๋องปกติจะไม่บวม ยกเว้นเนื้อกระป๋องที่ใส่ในเดรท และน้ำตาลจะมีการบวม	นมข้นจืดมีตะกอนขุ่น มีกลิ่นหัวผักกาดและมีสีดำ (black beets)
butyric anaerobe	กระป๋องบวม อาจระเบิดได้	มีรสเปรี้ยวที่เกิดจากกรดบิวทีริก
nonsporeformers	กระป๋องบวมส่วนใหญ่มีระเบิด	มีรสเปรี้ยวของกรดแลคติก



การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส

- รูปทรงบิดเบี้ยวแตกต่างจากเดิม
- เนื้อนุ่ม และ
- สีคล้ำ สีซีดจาง
- กลิ่นเฉพาะของวัตถุดิบหลักหายไป กลิ่น over cooked
- รสเปรี้ยว






การถนอมรักษาอาหาร

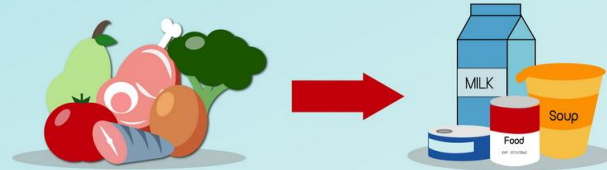
การแปรรูปอาหาร

เป็นการสร้างสถานะที่ไม่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของอาหาร
ในทางที่เกิดการเสื่อมเสีย ทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยาเคมี
จากการทำงานของเอนไซม์ และจากการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์





การแปรรูปอาหาร



การแปรรูปอาหาร เป็นกระบวนการสำคัญในการเปลี่ยนวัตถุดิบอาหารให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่สะดวกและปลอดภัยต่อการบริโภค การแปรรูปอาหารด้วยเทคโนโลยีต่างๆจะช่วยให้



เป็นการถนอมอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและ
ส่งผลิตภัณฑ์อาหารออกสู่ตลาดโลก



ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความหลากหลาย



เพิ่มมูลค่าวัตถุดิบทางการเกษตร




เพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ใช้ชีวิต
แบบเร่งรีบในยุคปัจจุบัน

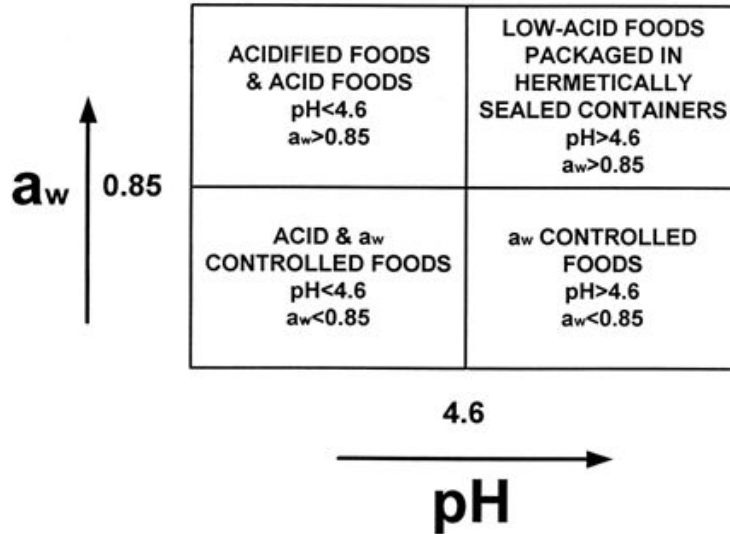
<https://www.fostat.org/freeze-dried-technology/>





ปัจจัยที่มีผลต่อการถนอมรักษาอาหาร

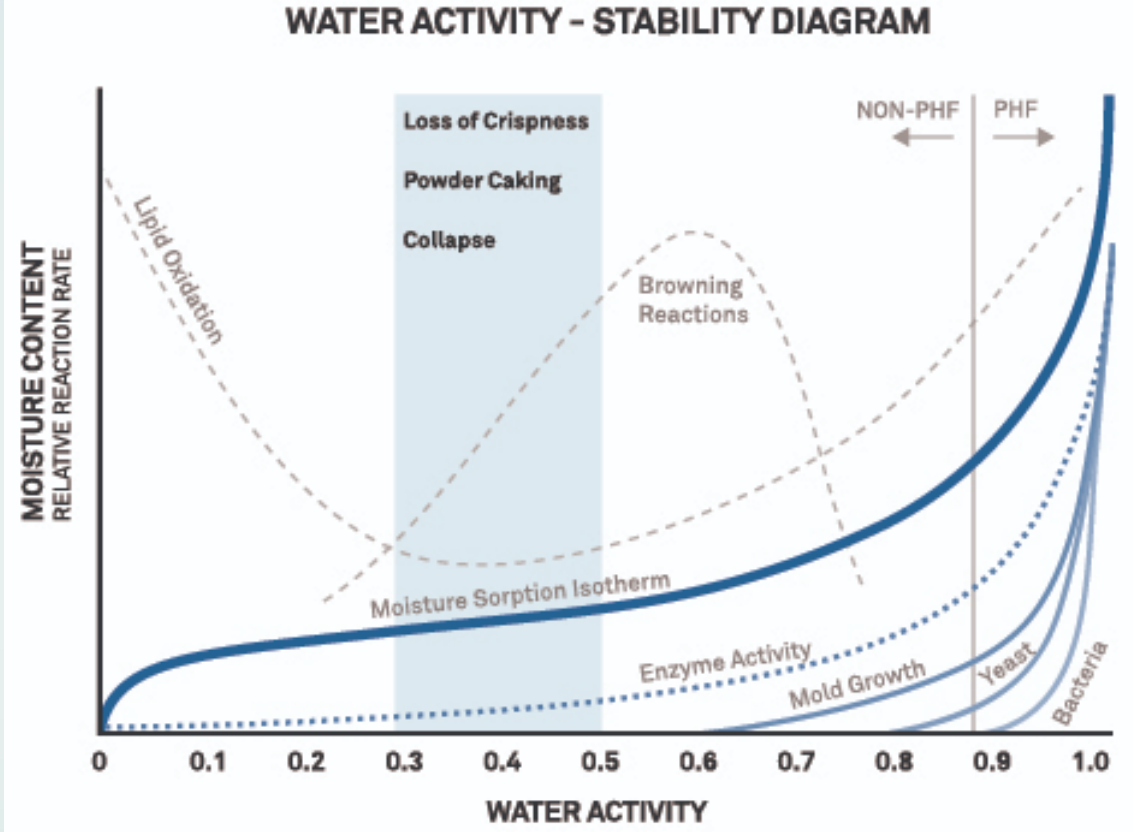
- ค่า pH
 - ปริมาณน้ำในอาหาร
 - ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์
 - อุณหภูมิ
 - วัตถุเจือปนอาหาร
 - การฉายรังสี
 - นวัตกรรม
- 



Highly perishable foods $a_w > 0.9$

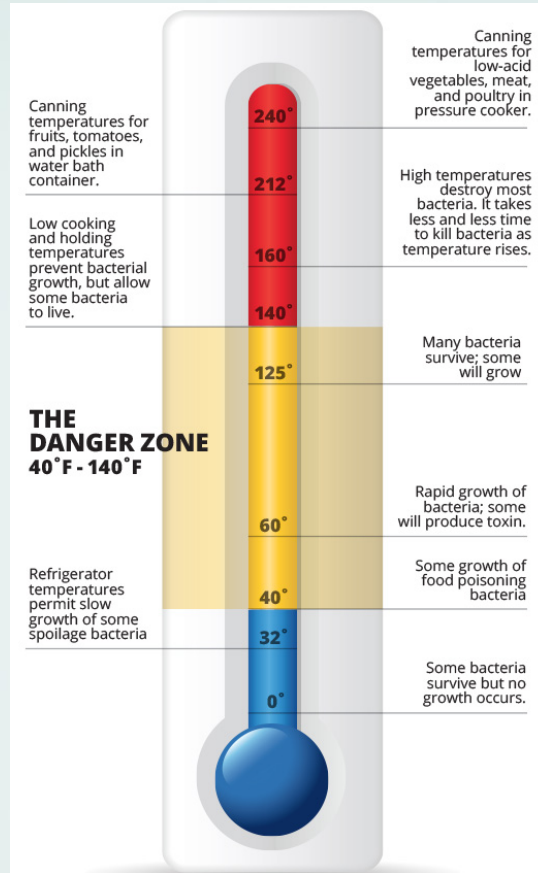
Intermediate moist foods $a_w = 0.6-0.9$

Shelf stable foods $a_w < 0.6$



<https://www.ionplus.gr/water-activity-for-safety-and-quality/>





<http://calon.catpictures.co/food-temp-danger-zone-chart/>



THANKS

