เข้าใจศัพท์...ก็ get A เคมีอาหาร by ครูชมบี

ตอนที่ 7 Protein Denature

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Protein denature (การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน)

- หรือ การแปรสภาพ, การเปลี่ยนสภาพ, การเสียสภาพจากธรรมชาติ
- หมายถึง การเปลี่ยนแปลงใดๆ ก็ตามที่มีผลต่อโครงสร้าง 3 มิติของโปรตีน แต่ต้องไม่มีผลต่อการทำลายพันธะเพปไทด์
- เกิดได้แบบผันกลับได้ และแบบผันกลับไม่ได้

- ดังนั้น จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตามธรรมชาติของโปรตีน โดยมีปัจจัยใดๆ มาทำลายพันธะไฮโดรเจน แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของกรดอะมิโนในโมเลกุล(ระดับปฐมภูมิ) แต่เปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ซับซ้อน (ระดับทุติยภูมิ, ระดับตติยภูมิ) และน้ำหนักโมเลกุลยังคงค่าเดิม
- โครงสร้างทุติยภูมิ หรือตติยภูมิคลายตัวออกเป็นโพลิเพปไทด์สายยาว และเกาะตัวกันจนมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้เกิดการตกตะกอน หรือเกาะตัวเป็นลักษณะโครงสร้างตาข่าย 3 มิติ เกิดการจับตัวแน่นกลายเป็นเจลได้

สมบัติที่เปลี่ยนแปลง

- การละลายลดลง
- ความหนืดเพิ่มขึ้น
- ย่อยได้ง่ายขึ้น
- สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป

สมบัติที่เปลี่ยนแปลง

- ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โปรตีนในแบคทีเรียถูกทำลายได้ด้วยความร้อน
- ทำลายพิษของโปรตีนบางชนิดถูกทำลายไป เช่น
  - ในสัตว์ : thiaminase ในกุ้งสดที่มีผลทำลาย thiamine (B1)
  - ในพืช : trypsin inhibitor

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิด Protein denature

<u>ความร้อน</u>

- ไข่ : ไข่ขาวจะเสียสภาพและแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าไข่แดง เช่น ไข่ตุ๋น คัสตาร์ด ฯ
- นม : โมเลกุลของเคซีนเกาะด้วยพันธะที่แข็งแรง จึงต้องใช้อุณหภูมิสูง (>100 องศาเซลเซียส) ในการทำลายพันธะแล้วเกิดการเสียสภาพ
- เนื้อสัตว์ : เนื้อสัตว์สุกจะถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนได้ง่ายกว่าเนื้อสัตว์ดิบ

กรด

- ทางตรงโดยการเติมกรด
- หรือทางอ้อมโดยใช้จุลินทรีย์ กลุ่ม LAB เพื่อสร้างกรดแล็กทิก
- เกิดก้อนลิ่ม (curd) จากค่าความเป็นกรดด่างที่ลดลง เมื่อค่า pH = pI ทำให้ประจุสุทธิเป็น 0 จึงไม่เกิดแรงผลักระหว่างโมเลกุล ทำให้การละลายของโปรตีนลดลง และเกิดการตกตะกอน

เกลือ

- Salting in effect = การละลายของโปรตีนเพิ่มขึ้น มีผลจากเกลือที่ปริมาณเล็กน้อย
- Salting out effect = การละลายของโปรตีนลดลง มีผลจากเกลือที่ปริมาณมากเกินพอ (ความเข้มข้นสูงมากๆ) ดึงโมเลกุลของน้ำจากโมเลกุลของโปรตีน ทำให้โมเลกุลของโปรตีนมาอยู่ชิดกัน และเกิดการจับตัวกันเองมากขึ้น จนเกิดการตกตะกอน

- โมเลกุลของเกลือเมื่อแตกตัวจะได้ประจุ + และ ประจุ – เช่น เกลือแกง

$$NaCl \longrightarrow Na^{+} + Cl^{-}$$

ซึ่งสามารถจับกับน้ำได้ดีกว่าโปรตีนจับกับน้ำ

แรงกล

- ตีไข่ขาว : โพลิเพปไทด์คลายตัวออกเป็นสายยาวและเกาะเป็นตาข่ายรอบๆ ฟองอากาศ เกิดลักษณะโฟมในอาหาร
- Homogenization ในนมและผลิตภัณฑ์นม
- Extrusion ในขนมขบเคี้ยว

เอนไซม์

- เอนไซม์เรนนินในการผลิตเนยแข็ง

Alkaloid reagents

- สารละลายกรดจะมีประจุไฟฟ้า – สามารถจับประจุ + ในโมเลกุลของโปรตีน แล้วตกตะกอนได้ เพราะกรดอะมิโนในโปรตีนเป็น zwitterion

Hydrostatic pressure

- เกิดการเสียสภาพโปรตีน โดยไม่สัมผัสความร้อน

ตัวทำละลายอินทรีย์

- โปรตีนเสียสภาพจะละลายในสารละลายอินทรีย์ได้ดีกว่าในน้ำ
- เอทิลแอลกอฮอล์ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าต่ำลง

แสง UV, รังสีเอกซ์ (X-ray)

- โปรตีนสามารถดูซับรังสีได้ดี

แอลกอฮอล์

- โปรตีนทุกชนิด ยกเว้น โพรลามีน จะตกตะกอนในแอลกอฮอล์ ทางการแพทย์จึงใช้แอลกอฮอล์ในการฆ่าเชื้อ

การกลับคืนสภาพเดิมของโปรตีน (protein renature)

- เมื่อโครงสร้างเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือได้รับปัจจัยใดๆ เพียงเล็กน้อย
- ในการเปลี่ยนจากจับตัว (folding) เป็น คลายตัว (unfolding)
    - หากในโมเลกุลของโปรตีนมีหมู่ซัลฟ์ไฮดริล (-SH) และไดซัลไฟด์ (-s-s-) มาก แสดงว่าเกิดการคลายตัวมาก
    - หากมีหมู่ฟีนอลและอินโดล ซึ่งเป็นหมู่ที่มีในไทโรซีนและทริปโตฟาน แสดงว่าโปรตีนกำลังคลายตัว
- ปรับให้ค่า pH > pI หรือ pH < pI

การเก็บโปรตีนเป็นระยะเวลานาน

ถั่วเหลือง : กรดอะมิโนที่มีกำมะถัน เช่น เมทิโอนีน ซีสทีน จะเปลี่ยนแปลงไป,
อาร์จีนีน ฮิสทิดีน ไลซีน มีปริมาณลดลง

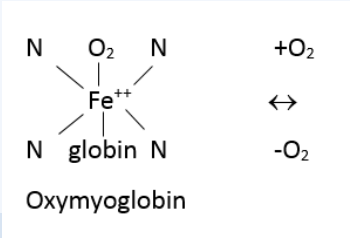
อาหารหมัก : เกลือไนไตรท์จะทำให้ปริมาณไลซีนลดลง

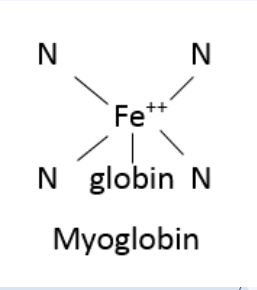
นม และไข่ : กรดอะมิโนจำเป็นจะลดลง เมื่อนำไปแปรรูปอาหาร

กรดอะมิโนจำเป็น ได้แก่ methionine, tryptophan, threonine, isoleucine, leucine, lysine, valine, phenylalanine (arginine, histidine)

เนื้อสัตว์ :

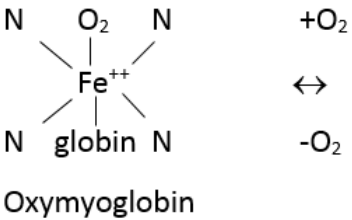
- pH ค่อนข้างเป็นกลาง, เนื้อสัตว์สดจะมีปริมาณน้ำอิสระสูง
- มี 2 รงควัตถุ ได้แก่ myoglobin และ hemoglobin โดยรงควัตถุเหล่านี้มีความสามารถในการจับกับออกซิเจนได้
- เมื่อสัตว์มีชีวิต หรือในสภาวะที่มีออกซิเจน myoglobin (สีแดงม่วง) จะรวมกับออกซิเจนด้วยพันธะโควาเลนต์ได้เป็น oxymyoglobin (สีแดงสด)





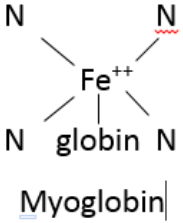
⇒ oxygenation reaction

การเปลี่ยนสีเนื้อสัตว์ในสภาวะสมดุลไดนามิก (dynamin system)



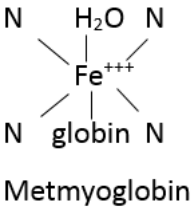
+O_2 ↔ -O_2

สีแดงสด



oxidation ↔ reduction

สีแดงม่วง



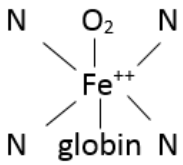
สีแดงน้ำตาล

เป็นลักษณะสีของเนื้อเก่า

- ใช้บอกคุณภาพเนื้อสัตว์สด
- ใช้บ่งบอกถึงการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์

แก้ไขด้วยการปรับสภาพบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์ โดยใช้ก๊าซผสมระหว่าง CO_2 และ O_2 30:70

ผลการให้ความร้อนแก่โปรตีนในการแปรรูปอาหาร

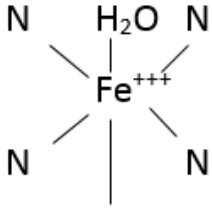


heat

↔

Oxymyoglobin

สีแดงสด



denatured globin

globin hemichrome

สีน้ำตาลเทา

เมื่อได้รับความร้อนเป็นเวลานาน เนื้อจะเปลี่ยนสี เนื่องจาก

- โปรตีนจะเสียสภาพ
- เฟอร์รัสไอออนในฮีมจะถูกออกซิไดซ์

- Aging
    - เป็นการบ่มเพื่อให้เอนไซม์ทำการย่อยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) จึงทำให้เนื้อนุ่มขึ้น
- Case hardening
    - การที่บริเวณผิวหน้าเกิดลักษณะแห้งแข็ง เหมือนเปลือกไม้ แต่ด้านในยังคงมีปริมาณน้ำที่มาก ควรใช้อุณหภูมิอบแห้งไม่เกิน 65 องศาเซลเซียส

สวัสดี