

เข้าใจศัพท์...ก็ get A เคมีอาหาร by ครูชมบี



ตอนที่ 15 Enzyme (ต่อ)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชมภูษ ฝื่อนพิภพ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



# เอนไซม์ (Enzyme)



- เป็นสารประกอบประเภทโปรตีน
- ร่างกายสามารถสร้างขึ้นได้ เพื่อทำหน้าที่เร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย
- เอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสารอาหารเรียกว่า “น้ำย่อย”

ตำแหน่ง	สารที่ย่อย	น้ำย่อย		สารที่ได้
ปาก	แป้ง	ไทรออลิน (อะไมเลส)		เดกซ์ทริน
กระเพาะ	โปรตีน	เปปซิน		กรดอะมิโน
ลำไส้เล็ก	แป้ง	amylase	สร้างจาก ตับอ่อน	มอลโทส
	ไขมัน	lipase		กรดไขมัน + กลีเซอรอล
โปรตีน	trypsin	เปปไทด์, กรดอะมิโน		
พอลิเปปไทด์	chymotrypsin	เปปไทด์, กรดอะมิโน		
เปปไทด์	carboxypeptidase	กรดอะมิโน		
	แป้ง	amylase	สร้างจาก ผนังลำไส้เล็ก	มอลโทส
	น้ำตาลโมเลกุลคู่	disaccharase		น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว
	เปปไทด์	peptidase		กรดอะมิโน

<https://www.bloggang.com/m/viewdiary.php?id=kitpooh22&month=06-2013&date=07&group=23&gblog=23>

## สรุป การย่อยสารอาหารประเภทต่างๆในลำไส้เล็ก

### คาร์โบไฮเดรต

แป้ง	อะไมเลส ➔	มอลโทส
มอลโทส	มอลเทส ➔	กลูโคส + กลูโคส
ซูโครส	ซูเครส ➔	กลูโคส + ฟรักโทส
แล็กโทส	ทริปซิน ➔	กลูโคส + กาแล็กโทส

### โปรตีน

เพปไทด์	ทริปซิน ➔	กรดอะมิโน
---------	--------------	-----------

### ไขมัน

ไขมัน - น้ำดี	➔	ย่อยโมเลกุลของไขมันขนาดเล็ก	➔	ไลเพส	➔	กรดไขมัน + กลีเซอรอล
---------------	---	-----------------------------	---	-------	---	----------------------

<https://www.bloggang.com/m/viewdiary.php?id=kitpooh22&month=06-2013&date=07&group=23&gblog=23>



# เอนไซม์ที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็น substrate



- แอไมเลส (amylase) เอนไซม์ที่ช่วยสลายอาหารจำพวกแป้ง
- ซูเครส (sucrase) เอนไซม์ที่ช่วยสลายอาหารจำพวกน้ำตาล
- มอลเทส (maltase) เอนไซม์ที่ช่วยสลายอาหารจำพวกเมล็ดข้าว
- เซลลูเลส (cellulase) เอนไซม์ที่ช่วยสลายอาหารพวกเส้นใยพืชต่างๆ
- อินเวอร์เทส (invertase) เอนไซม์ที่ช่วยสลายน้ำตาลซูโครส



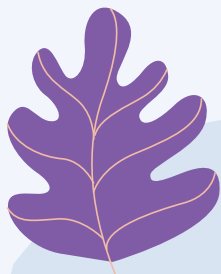
# เอนไซม์ที่มีโปรตีนเป็น substrate



- โปรตีเอส (protease) ใช้ย่อยโปรตีน
- แลกเตส (lactase) เอนไซม์ที่ช่วยสลายอาหารจำพวกนม
- ทรานกลูตามิเนส (transglutaminase) ใช้ทำซูริมิ
- ปาเปน (papain) ใช้ย่อยโปรตีน
- โบรมีเลน (bromelain) ใช้ย่อยโปรตีน

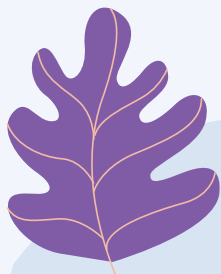
# บทบาทของเอนไซม์ในแง่ประโยชน์และการนำไปใช้ประโยชน์

- ใช้ทางการแพทย์
  - ตรวจวินิจฉัยโรค
  - เป็นวัคซีน
  - เป็นยารักษาโรค



# บทบาทของเอนไซม์ในแง่ประโยชน์และการนำไปใช้ประโยชน์

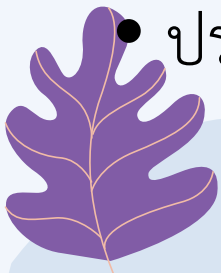
- ใช้ในอุตสาหกรรมอุปโภค-บริโภค
  - เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร
  - เป็นส่วนประกอบหลัก
  - สกัดเป็นอาหารเสริม





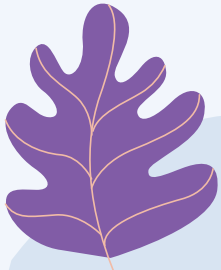
# การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

- การแปรรูปแป้งและผลิต syrups เช่น น้ำเชื่อมกลูโคส
- เบเกอรี่ เช่น ขนมปัง แครกเกอร์-ขนมปังกรอบ
- เครื่องดื่ม เช่น เบียร์
- นมและผลิตภัณฑ์นม เช่น เนยแข็ง
- ปรับแต่งรสชาติอาหาร



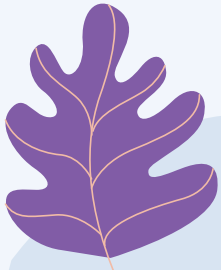
# อุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้ความหวาน และน้ำเชื่อม (syrups)

- Glucose isomerase,  $\alpha$ -amylase
  - ใช้ย่อยสตาร์ช ให้มีโมเลกุลเล็กลง เป็นน้ำตาลกลูโคส (glucose) มอลโทส (maltose) และโอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharide) ได้เป็นน้ำเชื่อมที่ใช้เพื่อเป็นสารให้ความหวาน

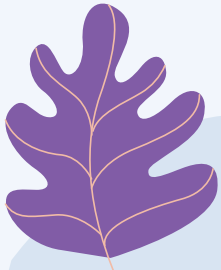


# อุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้ความหวาน และน้ำเชื่อม (syrups)

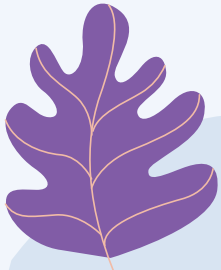
ได้แก่ มอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) มอลโทไซรัพ (maltose syrups) กลูโคสไซรัพ (glucose syrups) และ ฟรักโทสไซรัพ (fructose syrups)



- น้ำเชื่อม (syrups) ที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์มีความบริสุทธิ์มากกว่าน้ำเชื่อมที่ย่อยด้วยกรด ใช้เป็นสารให้ความหวานในอาหารต่างๆ โดยใช้แทนน้ำตาลซูโครส (sucrose) ได้แก่ ลูกกวาดไอศกรีม ซอส ผลไม้กระป๋อง และเครื่องดื่ม เป็นต้น



- แปะแซ (glucose syrup) ทำมาจากการย่อยแป้ง เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง อาจจะใช้กรดอย่างเดียว หรือย่อยด้วยกรดแล้วย่อยต่อด้วยเอนไซม์ต่างๆ เช่น Beta-Amylase เมื่อถูกย่อยแป้งจะมีสายโมเลกุลสั้นลง เกิด glucose syrup ลักษณะที่ใสขึ้น



- บทบาทในอาหาร เพื่อเพิ่มเนื้ออาหาร (body) และเพิ่มความหนืด เช่น ซอสปรุงรส, ลูกอม เป็นต้น





<https://www.hi2world.com/dum-dum-glucose-syrup-250g-s.html>



## แอมไลเลส” (amylase)



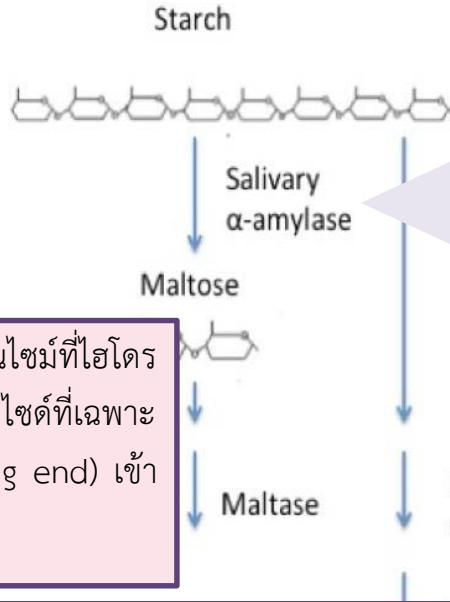
- เอนไซม์ที่อยู่ในน้ำลายมีชื่อว่า “ไทยาลิน” (ptyalin) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “แอมไลเลส” (amylase)
- (บางชนิด) พบในรา และแบคทีเรีย เช่น *Bacillus cereus*

- 
- 
- **แอมเลส** เป็นเอนไซม์ในกลุ่ม Hydrolases และเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ในการ เปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลโดยไฮโดรไลซ์พันธะ 1,4-glycosidase bond ในโมเลกุลของสตาร์ช (starch) ให้มี ขนาดของโมเลกุลเล็กลง ทำให้ได้เป็นเดกซ์ทริน (dextrin) และน้ำตาล (sugar) ไคแซ็กคาไรด์ เช่น มอลโทส (maltose) มอนแซ็กคาไรด์ เช่น กลูโคส (glucose)





Mouth



รหัสเอนไซม์คือ 3.2.1.1 เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์พันธะไกลโคไซด์ ภายในสายพอลิเมอร์ของโมเลกุลสตาร์ช และไกลโคเจน ที่ตำแหน่งแอลฟา 1-4 แบบสุ่ม ทำให้โมเลกุลของสตาร์ช และไกลโคเจนถูกไฮโดรไลซ์ได้ น้ำตาล เช่น น้ำตาลมอลโทส และกลูโคส อย่างรวดเร็ว

**beta-amylase** รหัสเอนไซม์คือ 3.2.1.2 เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์สตาร์ช ที่ตำแหน่งแอลฟา 1-4 ของพันธะไกลโคไซด์ที่เฉพาะส่วนปลายสายด้านที่เป็นนอนรีดิวส์ (non reducing end) เข้ามาที่ละ 2 หน่วย ทำให้ได้น้ำตาลมอลโทส

**gamma-amylase** หรือ กลูโคอะไมเลส หรือ แอมิโลกลูโคซิเดส รหัสเอนไซม์คือ 3.2.1.3 เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์สายพอลิเมอร์ของสตาร์ช ได้ทั้งที่พันธะไกลโคไซด์ที่ตำแหน่งแอลฟา 1-4 และแอลฟา 1-6 จึงสามารถไฮโดรไลซ์โมเลกุลของอะไมโลเพกทิน ซึ่งโมเลกุลมีสายแขนง โดยจะไฮโดรไลซ์จากส่วนปลายด้านนอนรีดิวส์ (non reducing end) เข้ามาที่ละ 1 หน่วยได้น้ำตาลกลูโคส

# ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่



- เอนไซม์ Lipoxygenase จะทำให้ได้สีของขนมปังเป็นสีน้ำตาลทอง เนื่องจาก Lipoxygenase จะไปควบคุมปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ของน้ำตาลในขณะอบโดที่ความร้อนสูง



# ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่




- cracker และ biscuit จะใช้เอนไซม์ protease ในการย่อยสลายร่างแหของกลูเตน ให้สั้นลงทำให้โดมีความยืดหยุ่นน้อยลง เกิดเป็นโดที่มีคุณลักษณะ plastic properties ทำให้ cracker และ biscuit มีลักษณะกรอบและร่วน


- Lipase ผลิตจาก *Aspergillus niger*
  - มักใช้ในการผสมกับ alpha-amylase, glucose oxidase และ xylanase เพื่อให้ผลดีขึ้น




<http://www.naibann.com/soft-bread-without-eggs-recipe/>




## ประโยชน์ที่ได้รับ

- ช่วยลดความหนืดของแป้ง
  - ขยายปริมาณก่อนเพื่อให้แน่ใจเนื้อสัมผัสที่พึงปรารถนาและรสชาติที่ดีของขนมปังลดการระเหยของน้ำในเปลือกขนมปังและช่วยยืดอายุการเก็บรักษา
- 



## ประโยชน์ที่ได้รับ

- เพิ่มความนุ่มนวลและความขาวของกัวยเตี่ยวช่วยให้กัวยเตี่ยวเรียบเนียน และลดปริมาณของสารเคมีที่จะยืดอายุการเก็บรักษา กัวยเตี่ยวได้
  - ปรับปรุงโครงสร้างภายในของขนมปังนี้้งช่วยให้ผิวเรียบเนียน และมีรสชาติที่ดีส่งเสริมการหมักและการทำซ้ำของขนมปังนี้้ง
- 



## อุตสาหกรรมเบียร์



- เอนไซม์โปรตีเอส (protease) จะย่อยโปรตีนให้เป็นกรดแอมิโน และเอนไซม์แอมเลส (amylase) จะย่อยสตาร์ชได้เป็นของเหลวที่มีรสหวาน เรียกว่า เวอร์ต (wort) หากการย่อยได้น้ำตาลมาก เมื่อนำไปหมักจะทำให้ได้แอลกอฮอล์สูง อุณหภูมิการผสมมีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์และรสชาติของเบียร์



# อุตสาหกรรมเบียร์

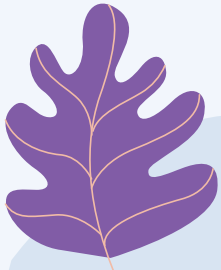


การเตรียมเวอร์ตที่อุณหภูมิสูง ทำให้เอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส ทำงานได้ดีกว่า บีตา-อะไมเลสจะได้เด็คซ์ทรินสูง เมื่อนำไปหมักจะได้แอลกอฮอล์ต่ำ แต่ที่อุณหภูมิต่ำได้น้ำตาลมากเมื่อนำไปหมักจะได้แอลกอฮอล์สูง ในช่วงนี้จะมีการเติมฮอปเพื่อให้เกิดรสขมและกลิ่นรสเฉพาะของเบียร์



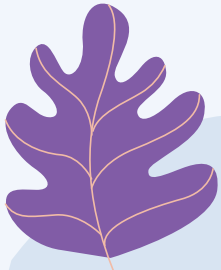
# อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นม

- เอนไซม์ไคโมซิน (chymosin) มีชื่อสามัญ คือ เรนнин (rennin) และมีชื่อทางการค้าเรียกทั่วไปจนหลายคนมักจะนำมาใช้เป็นชื่อสามัญแทนคือ เรนเนต (rennet)



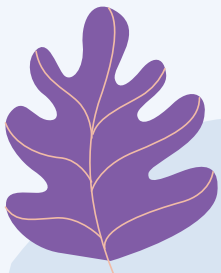
# อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นม

- เป็นเอนไซม์ที่มีต้นกำเนิดมาจากกระเพาะส่วนที่ 4 ของลูกวัวระยะไม่หย่านม (suckling calf) โดยจะปล่อยออกมาในรูปแบบของไซโมเจน เรียกว่า prorennin แต่เมื่อกระตุ้นด้วยทริปซิน จะได้เป็นเรนнин (rennin)

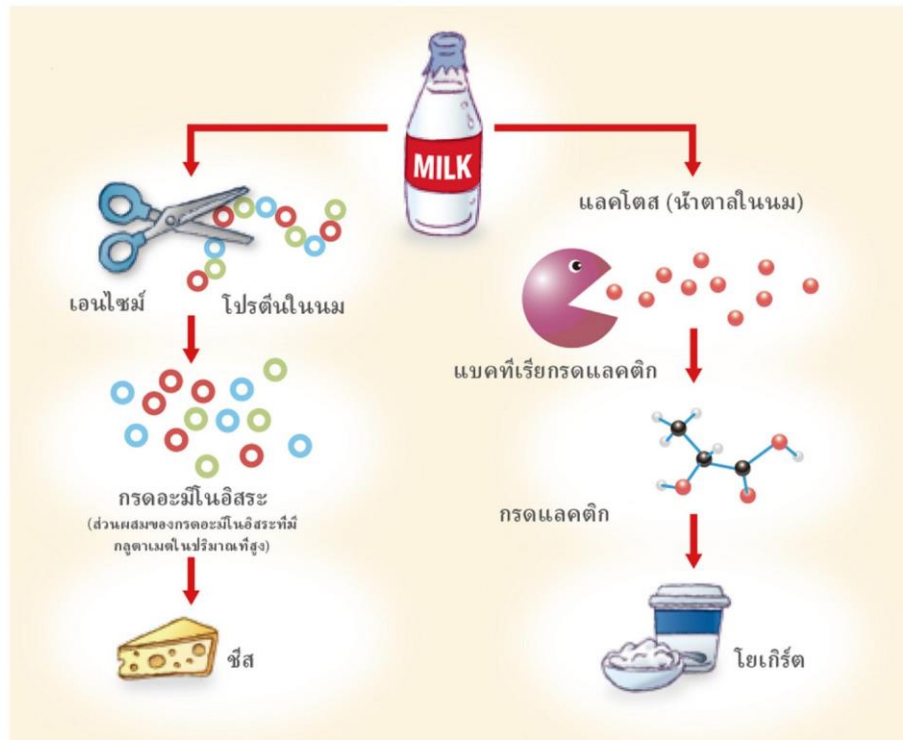


# อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นม

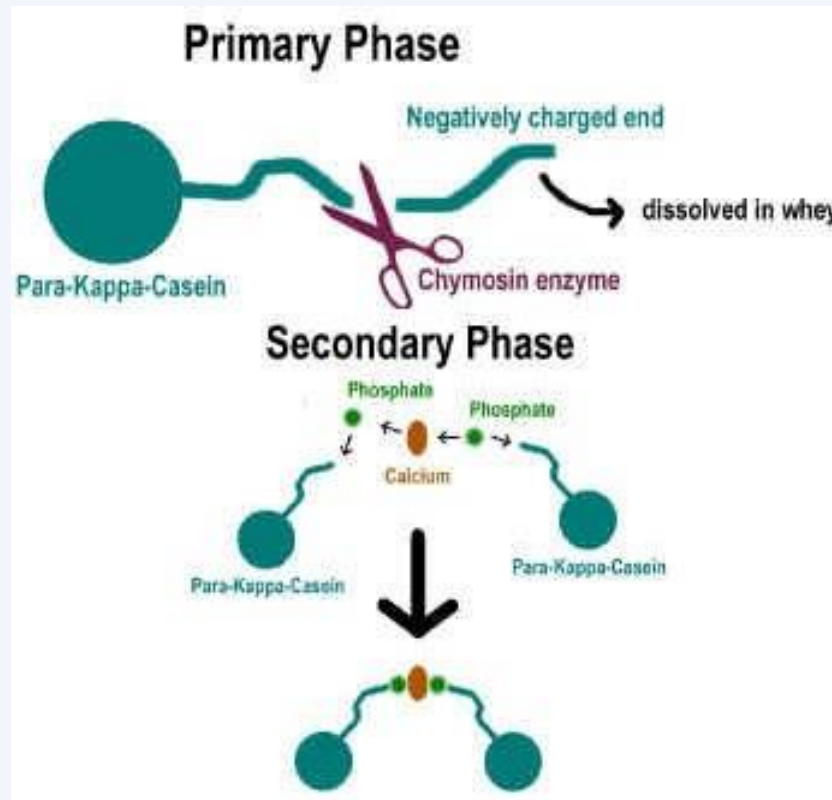
- ผลิตเอนไซม์ไคโมซินจากเชื้อรา *Aspergillus Niger* จากการหมักที่ใช้เรียกกันว่า FPC (Fermentation Produced Chymosin) มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับเอนไซม์ที่ได้จากลูกวัวใช้ในอาหารมังสวิรัต



■ การหมักมีสองประเภท



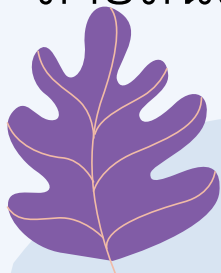
<https://www.ryt9.com/s/prg/3110339>



<https://www.thecourtyarddairy.co.uk/blog/cheese-musings-and-tips/rennet-in-cheese-the-science-how-rennet-works/>

# การใช้เอนไซม์ทำให้เซลล์เนื้อสัตว์มีความสามารถในการเก็บน้ำที่ช่วยให้มีความฉ่ำเนื้อลดลง เนื้อแข็งขึ้น

- เอนไซม์ที่นำมาใช้ในการหมักให้เนื้อนุ่มจะอยู่ในกลุ่มของเอนไซม์โปรตีเอส (protease) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการย่อยโปรตีน (proteolytic enzyme) ให้เป็นเพปไทด์สายสั้นลง

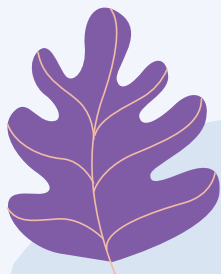


# การใช้เอนไซม์ทำให้เซลล์เนื้อสัตว์มีความสามารถในการเก็บน้ำที่ช่วยให้มีความฉ่ำเนื้อลดลง เนื้อแข็งขึ้น

- เอนไซม์ที่นิยมนำมาใช้หมักเนื้อสัตว์มากที่สุด เป็นเอนไซม์จากพืช 2 ชนิด คือ ปาเปน (Papain) พบในมะละกอ อาจเรียกว่าเป็น vegetable pepsin และโบรมีเลน (Bromelain) พบในสับปะรด สกัดได้จากส่วนลำต้น ใบ ผล และเหง้า นอกจากนี้ยังมีฟิซิน (ficin) พบในน้ำยางของต้นมะเดื่อ ซึ่งมีเอนไซม์ในระดับที่น้อยกว่าปาเปน และโบรมีเลนมาก

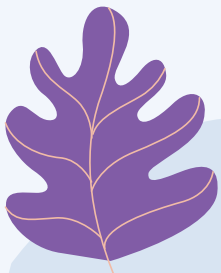


- งานวิจัยที่ศึกษาผลของเอนไซม์ต่อความนุ่มของเนื้อหมู โดยทดลองหมักเนื้อหมูส่วนสะโพกโดยใช้ปาเปนและโบรมีเลนความเข้มข้น 0.5-1.5% พบว่าปาเปนมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงความนุ่มของเนื้อมากกว่าโบรมีเลน โดยปาเปนที่ความเข้มข้น 0.5% เหมาะสมที่สุดสำหรับการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของเนื้อหมู





นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เอนไซม์ที่มีความเข้มข้นมากเกินไป (1 และ 1.5%) จะส่งผลเสียต่อคุณภาพของเนื้อหมูได้ เช่น เนื้อหมูมีความชื้นลดลง และมีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้นหลังการปรุงสุก นิยมใช้เอนไซม์ในการหมักเนื้อให้ย่อยได้เท่านั้น ยังไม่สามารถหมักให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่หรือสารใหม่ขึ้นได้ เหมือนการหมักโดยใช้จุลินทรีย์



- เอนไซม์โปรตีเอสทำงานได้ดีที่สุดในช่วงอุณหภูมิ 50–70°C และเอนไซม์จะหยุดทำงานที่อุณหภูมิจุดเดือดของน้ำ แต่ถ้าหมักไว้นานเกินไปจะทำให้เนื้อสัตว์เปื่อยยุ่ย



**ผงหมัก เนื้อนุ่มธรรมชาติ 100%**  
**NATURAL MEAT TENDERIZER 100%**  
 เอนไซม์โปรตีนจากธรรมชาติ (Bromelain Enzymes)  
 วัตถุดิบ : ธรรมชาติล้วนๆ, รวมอินทรีย์ทั้งหมด 100%, สกัดเฉพาะ, ไม่ใส่สารเคมี

**งานวิจัย นวัตกรรมใหม่ล่าสุด**  
**DNT Innovation**  
**NATURAL MEAT TENDERIZER POWDER**

**ขงหมักเนื้อนุ่มธรรมชาติ**  
 การหมักเนื้อนุ่มด้วยผงหมักเนื้อนุ่ม เป็นขั้นตอนที่ควรทำ ใช้วัตถุดิบที่สดใหม่ และใช้ระยะเวลา 30-60 นาที ก่อนประกอบอาหาร ไม่ใส่สารเคมีใดๆ และไม่มีสารพิษใดๆ ไม่ใส่สารกันบูดใดๆ มีส่วนผสมของผลไม้ธรรมชาติ 100% ปลอดภัย ไร้สารเคมีใดๆ ไม่ปนเปื้อนกับเชื้อจุลินทรีย์ใดๆ ไม่ปนเปื้อนกับเชื้อราใดๆ

เนื้อนุ่มลิ้น เจรพาท่างมี ไส้หมู ไส้ไก่ ไส้ปลา ไส้หมูย่าง ไส้หมูย่าง  
 Only 10 minutes with 300g of meat and 20 capsules with meat and barbecue then you will get tasty good color tender meat without fat.

ผลิตภัณฑ์ : ผงหมักเนื้อนุ่มธรรมชาติ 100%  
 100g Net Wt. 3.52 oz. (100g) ผลิตที่ประเทศไทย  
 Manufactured by : Kruanditong Co., Ltd.  
 10747 Moo 10 T. Suksa, A. Muang, Chiang Mai 50200  
 THAILAND. Tel: 053 279 888, 053 279 811, 053 279 812  
 www.kruanditong.com | #kruanditong

Product of Thailand

<https://www.facebook.com/SimplyFoodThailand/photos/pcb.826666624364147/826666157697527/>

ສວັສດີ

