อุตสาหกรรมอาหาร กับการใช้ประโยชน์จากเอนไซม์

ดร.จุฑามาศ มณีวงศ์
อาจารย์
สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ในการผลิตอาหารและเครื่องดื่มในปัจจุบัน มีการนำเอาเอนไซม์มาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง เพื่อปรับปรุงคุณภาพ รวมถึงปรับปรุงลักษณะปรากฏของอาหารและเครื่องดื่มให้ดีขึ้น เอนไซม์เป็นสารชีวโมเลกุลประเภทโปรตีน ทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมี เอนไซม์สามารถเกิดปฏิกิริยากับสับสเทรตแล้วได้ผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น จึงมีการนำเอาเอนไซม์มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารกันอย่างกว้างขวาง เช่น การใช้เอนไซม์เรนเนทในกระบวนการทำเนยแข็ง การใช้เอนไซม์แลคเตสโนการผลิตนมปราศจากแลคโตส และการนำเอนไซม์เพคตินเนสไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มและน้ำผลไม้ เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์นมที่ใช้เอนไซม์เป็นส่วนประกอบสำคัญในกระบวนการผลิต ได้แก่ เนยแข็ง (cheese) เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่อุดมไปด้วยโปรตีน การผลิตเนยแข็งนี้เริ่มจากการนำนมมาตกตะกอนเอาส่วนที่เป็นโปรตีน ซึ่งโปรตีนส่วนใหญ่ในนมคือเคซีน (casein) ในการตกตะกอนโปรตีนในนมในกระบวนการผลิตเนยแข็งนี้ นิยมใช้เอนไซม์เรนเนท (rennet) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของเอนไซม์โปรติเอส (protease) เอนไซม์ดังกล่าวจะทำหน้าที่ย่อยโปรตีนเคซีนในนม ทำให้โปรตีนเคซีนนี้ไม่เสถียรแล้วจับตัวกันเป็นตะกอนสีขาวขุ่น จากนั้นจึงทำการแยกตะกอนโปรตีนนี้ไปทำการบ่มตามวิธีการผลิตเนยแข็งแต่ละชนิดต่อไป (ภาพที่ 1)

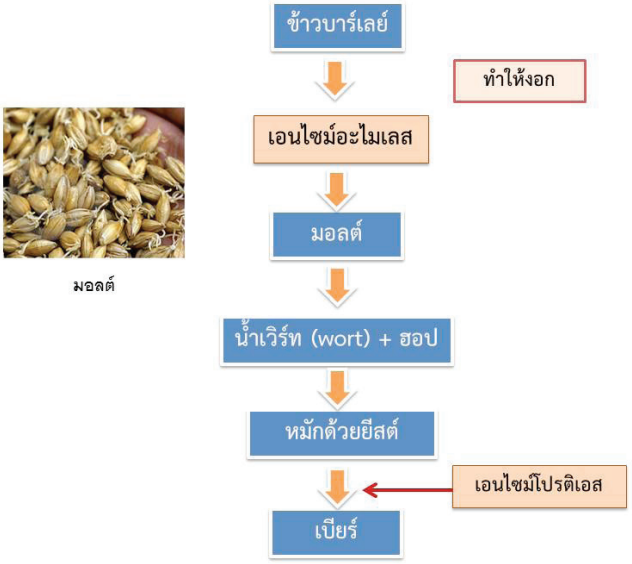
ภาพที่ 1 การใช้เอนไซม์ในการผลิตเนยแข็ง

เอนไซม์เรนเนทนี้ ได้จากกระเพาะที่สี่ของลูกวัว ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเอนไซม์ chymosin เอนไซม์นี้จะทำหน้าที่ในการตกตะกอนโปรตีนในนมซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของการผลิตเนยแข็ง ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในปัจจุบันมีการบริโภคเนยแข็งมากขึ้น ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณการผลิตเนยแข็ง ความต้องการเอนไซม์เรนเนทจึงมากขึ้น จึงมีการหาเอนไซม์เรนเนทจากแหล่งอื่นเพื่อให้พอกับความต้องการ การผลิตเอนไซม์เรนเนทจากจุลินทรีย์จึงเป็นการตอบสนองความต้องการดังกล่าว ในปัจจุบันมีจุลินทรีย์หลายชนิดที่สามารถผลิตเอนไซม์เรนเนทเพื่อใช้ในทางการค้ามากขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถเจริญได้เร็ว ผลิตเอนไซม์เรนเนทได้ปริมาณมาก และราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับเอนไซม์เรนเนทที่ได้จากสัตว์ (Ahmed et al, 2016) จุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอนไซม์เรนเนท ได้แก่ *Rhizomucor miehei* (Hayaloglu et al, 2014), *Rhizomucor pusillus* และ *Cryphonectria parasitica* การใช้เอนไซม์จากจุลินทรีย์นี้จึงเป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังตอบโจทย์ผู้ที่รับประทานมังสวิรัติ และ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เนยแข็งที่ผลิตเป็นไปตามมาตรฐาน ฮาลาล (Halal) และโคเชอร์ (Kosher) อีกด้วย

นมและผลิตภัณฑ์จากนม เช่น โยเกิร์ต ไอศครีม เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรตที่พบในนมคือ น้ำตาลแลคโตส (lactose) แต่ก็มีผู้บริโภคบางกลุ่มไม่สามารถดื่มนมได้เนื่องจาก ภาวะพร่องเอนไซม์แลคเตส (lactase deficiency) อาการของผู้ที่พร่องเอนไซม์แลคเตส เมื่อดื่มนมหรือรับประทานอาหารที่มีส่วนประกอบของนม จะทำให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องอืดหรือท้องเสีย เนื่องจากร่างกายไม่มีเอนไซม์แลคเตสจึงไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสได้ เมื่อน้ำตาลแลคโตสไปอยู่ในลำไส้ใหญ่ก็จะถูกแบคทีเรียที่อยู่ในลำใส้ใหญ่นี้ย่อยแล้วทำให้เกิดแก๊สขึ้นเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการท้องอืด จากปัญหาดังกล่าว จึงมีการผลิตนมที่ปราศจากน้ำตาลแลคโตส (lactose-free milk) เพื่อให้ผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์แลคเตสสามารถดื่มได้ โดยในกระบวนการผลิตจะมีการย่อยน้ำตาลแลคโตสโดยเอนไซม์แลคเตส ทำให้ได้นมที่ปราศจากแลคโตส (รูปที่ 2) ผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์แลคเตสสามารถดื่มนมชนิดนี้ได้ หรืออีกทางเลือกหนึ่งคือการรับประทานผลิตภัณฑ์นมหมัก เช่น โยเกิร์ต เพราะจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตสามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสไปเป็นกรดแลคติก

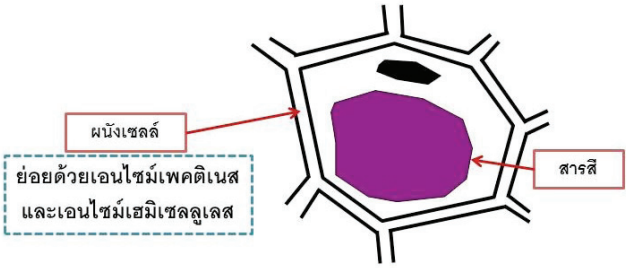
ภาพที่ 2 การใช้เอนไซม์ในการผลิตนมปราศจากน้ำตาลแลคโตส

การผลิตเครื่องดื่มและน้ำผลไม้ในระดับอุตสาหกรรม เช่น เบียร์ ไวน์ น้ำผักและน้ำผลไม้ นั้นมีการใช้เอนไซม์ในแต่ละขั้นตอนการผลิต ในอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์นั้น เอนไซม์มีส่วนเกี่ยวข้องในขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่ การเตรียมมอลต์ (malting) โดยการนำข้าวบาร์เลย์ไปกระตุ้นให้เกิดการงอกเพื่อให้มีการสร้างเอนไซม์อะไมเลส (amylase) ซึ่งเอนไซม์ชนิดนี้จะทำหน้าที่ย่อยแป้งในบาร์เลย์ให้เป็นน้ำตาล เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการหมักเบียร์ (Espinosa-Ramírez et al, 2014) จากนั้นนำน้ำตาลที่ได้จากการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์อะไมเลสดังที่กล่าวมาข้างต้นมาหมักด้วยยีสต์จนได้เบียร์ในที่สุด ปัญหาที่เกิดขึ้นอีกอย่างระหว่างกระบวนการหมักคือ นอกจากยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์แล้ว ยีสต์ยังสามารถผลิตโปรตีนออกมาในระหว่างการหมักเบียร์ ทำให้เบียร์ขุ่น จึงมีการแก้ปัญหาเบียร์ขุ่นด้วยการใช้เอนไซม์โปรติเอส เพื่อไปย่อยโปรตีนที่ยีสต์ผลิตออกมา จึงได้เบียร์ที่ใสขึ้น (ภาพที่ 3)

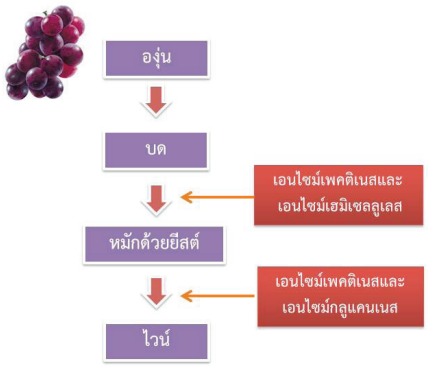


ภาพที่ 3 การใช้เอนไซม์ในกระบวนการผลิตเบียร์

การใช้เอนไซม์ในการผลิตไวน์ นั้นมีความสำคัญอย่างมาก ไวน์ส่วนใหญ่นั้นผลิตมาจากองุ่น เพื่อให้ได้ไวน์องุ่นที่มีสีเข้มนั้น ในขั้นตอนการเตรียมน้ำองุ่นเพื่อใช้ในการผลิตไวน์จะมีการใช้เอนไซม์เพคติเนส (pectinase) และเอนไซม์เฮมิเซลลูเลส (hemicellulase) ไปย่อยผนังเซลล์ของพืชซึ่งมีองค์ประกอบหลัก เป็นเพคติน (pectin) และ เฮมิเซลลูโลส (hemicllulose) ช่วยให้สารสี (pigment) ที่อยู่ภายในโครงสร้างเซลล์ดังกล่าวละลายน้ำออกมาได้มากยิ่งขึ้น ทำให้ได้สีของไวน์ที่เข้มขึ้น (ภาพที่ 4) หลังจากขั้นตอนเตรียมน้ำองุ่นแล้ว น้ำองุ่นจะเข้าสู่กระบวนการผลิตไวน์โดยการหมักกับยีสต์เพื่อให้ได้ไวน์ ภายหลังการหมักเสร็จสิ้น ไวน์องุ่นที่ได้อาจมีความขุ่นทำให้ลักษณะปรากฏไม่เป็นที่ต้องการ ปัญหาไวน์ขุ่นหลังกระบวนการหมักมีสาเหตุมาจากเพคตินและพอลิแซคคาไรค์ การแก้ปัญหาทำได้โดยการใช้เอนไซม์ไปย่อยสลายสารดังกล่าว เอนไซม์ที่ใช้ได้แก่ เอนไซม์เพคติเนสและเอนไซม์กลูแคนเนส (glucanase) ย่อยเพคตินและพอลิแซคคาไรค์ ตามลำดับ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ใสขึ้น (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 การใช้เอนไซม์ย่อยผนังเซลล์



ภาพที่ 5 การใช้เอนไซม์ในกระบวนการผลิตไวน์

ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำผักและผลไม้ก็เช่นกัน มีการใช้เอนไซม์เพคติเนสในขั้นตอนการผลิต เนื่องจากพืชมีโครงสร้างหลักที่เป็นเพคติน ซึ่งเพคตินนี้ละลายน้ำได้น้อย ส่งผลให้น้ำผักและผลไม้ขุ่นไม่น่ารับประทาน จึงมีการใช้เอนไซม์เพคตินเนสย่อยส่วนประกอบที่ไม่ละลายน้ำนี้ ให้ได้สารที่มีขนาดโมเลกุลสั้นลงและสามารถละลายน้ำได้ดี น้ำผักและผลไม้จึงใสขึ้น (Cerreti et al, 2017)

จะเห็นได้ว่าในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มนั้น มีการนำเอาเอนไซม์มาใช้ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แทนการใช้สารเคมีมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเอนไซม์มีการทำงานจำเพาะเจาะจงและที่สำคัญเอนไซม์สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เป็นการลดการใช้พลังงานอีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ■

เอกสารอ้างอิง

Ahmed, Samia A., Wehaidy, Hala R., Ibrahim, Osama A., Abd El Ghani, Salem and El-Hofi, Mahmoud A. (2016). Novel milk-clotting enzyme from *Bacillus stearothermophilus* as a coagulant in UF-white soft cheese. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology** 7: 241-249.

Cerreti, Martina, Liburdi, Katia, Benucci, Ilaria, Emiliani Spinelli, Sara, Lombardelli, Claudio and Esti, Marco. (2017). Optimization of pectinase and protease clarification treatment of pomegranate juice. **LWT - Food Science and Technology** 82: 58-65.

Espinosa-Ramírez, Johanan, Pérez-Carrillo, Esther and Serna-Saldívar, Sergio O. (2014). Maltose and glucose utilization during fermentation of barley and sorghum lager beers as affected by β-amylase or amyloglucosidase addition. **Journal of Cereal Science** 60: 602-609.

Hayaloglu, A. A., Karatekin, B. and Gurkan, H. (2014). Thermal stability of chymosin or microbial coagulant in the manufacture of Malatya, a Halloumi type cheese: Proteolysis, microstructure and functional properties. **International Dairy Journal** 38: 136-144.