

เอนไซม์แล็กเทส (lactase) หรือ lactase-phlorizin hydrolase มีชื่อตามระบบ คือ แล็กโทส กาแล็กโทไฮโดรเลส (lactose galactohydrolase) เป็นเอนไซม์ที่อยู่ในกลุ่มไฮโดรเลส (hydrolase) ตามการจัดกลุ่มเอนไซม์ของสหพันธ์ชีวเคมีและชีววิทยาทางโมเลกุลนานาชาติ (International Union of Biochemistry and Molecular Biology) ซึ่งเป็นกลุ่มของเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการเติมน้ำเข้าไปในสารตั้งต้น ในรูปของโปรตรอน (H^+) และไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) หลังผ่านกระบวนการไฮโดรไลซิส (hydrolysis)

เอนไซม์แล็กเทส (EC 3.2.1.108)

EC 3 เป็นเอนไซม์ในกลุ่มไฮโดรเลส มีกลุ่มย่อยระดับที่หนึ่ง 13 กลุ่ม จำแนกตามตำแหน่งพันธะ หรือหมู่ฟังก์ชันที่เอนไซม์เร่งปฏิกิริยา ได้แก่ EC 1.1 – EC 1.13

EC 3.2 เป็นกลุ่มเอนไซม์ไกลโคซิเนส (Glycosylases) หรือเอนไซม์ที่ย่อยสลายสารไกลโคไซด์ (glycosyl) มีกลุ่มย่อยระดับที่สอง 3 กลุ่ม ซึ่งจำแนกกลุ่มตามการสลาย สารประกอบ O-glycosyl, S-glycosyl และ n-glycosyl ได้แก่ EC 3.2.1 – EC 3.2.3

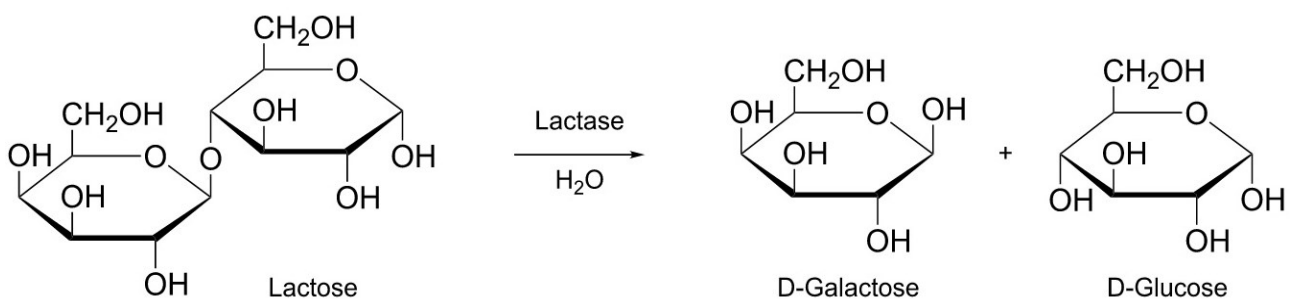
EC 3.2.1 เป็นกลุ่มเอนไซม์ที่ไฮโดรเลสสารประกอบ O- and S-glycosyl มี 186 เลขลำดับ

EC 3.2.1.108 แล็กเทส (นพพล, 2556; ExplorEnz., 2013)

ปฏิกิริยาเคมีที่เอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา สารตั้งต้น สารผลิตภัณฑ์ และโคแฟกเตอร์ที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยา

เอนไซม์แล็กเทสจะไปเร่งการทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส โดยมีสารตั้งต้น คือ น้ำตาลแล็กโทส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ที่ประกอบไปด้วยน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลกาแล็กโทส และน้ำ เอนไซม์แล็กเทสจะไปเร่งปฏิกิริยาการเติมน้ำในรูปของโปรตรอนและไฮดรอกไซด์ไอออน เข้าแทนที่ตรงที่พันธะไกลโคซิดิก (Glycosidic bond) ของน้ำตาลแล็กโทสทำให้น้ำตาลแล็กโทสเกิดแตกออกเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวสองโมเลกุล คือ น้ำตาลกาแล็กโทส และน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังการทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ดังแสดงในรูปที่ 2

สำหรับโคแฟกเตอร์ที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยานั้น เอนไซม์แล็กเทสไม่มีโคแฟกเตอร์ เนื่องจากว่าปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส นั้น เป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัว (lytic reaction) เอนไซม์แล็กเทสจึงไม่จำเป็นต้องมีโคแฟกเตอร์ (เปี่ยมสุข, 2551; BRENDA., 2013; ExplorEnz., 2013)



รูปที่ 2 : ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอนไซม์แล็กเทส (Edgar181, 2011)

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการผลิตเอนไซม์แล็กเทส

Isil Seyis and Nilufer Aksoz (2004) ได้ทำการศึกษาการผลิตเอนไซม์แล็กเทสจากเชื้อรา 13 ชนิด จาก *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Rhizopus* และ *Fusarium* sp. โดยได้เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อผลิตเอนไซม์แล็กเทส ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และใช้ความเร็วรอบในการหมุน 150 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 6 วัน ผลการทดลองพบว่าเชื้อรา *Trichoderma viride* ATCC 32098 มีการสร้างเอนไซม์แล็กเทสที่มีความจำเพาะเจาะจงมากที่สุด ตามมาด้วย *Trichoderma harzianum* 1073 D3

นอกจากนี้พวกเขายังได้ทำการศึกษาเสถียรภาพการผลิตเอนไซม์ในช่วงพีเอช (pH) 3.0 - 7.5 ที่อุณหภูมิระหว่าง 20 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่า การผลิตเอนไซม์แล็กเทสจาก *T. viride* ATCC 32098 สามารถผลิตได้ร้อยละ 90 ที่พีเอชในช่วง 3.0 - 7.5 และอุณหภูมิอยู่ในระหว่าง 20 และ 60 องศาเซลเซียส และสามารถผลิตได้ร้อยละ 66 ที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พวกเขาจึงสรุปอีกด้วยว่า เชื้อรา *Trichoderma* sp. โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *T. viride* ATCC 32098 สามารถใช้เป็นทางเลือกในการผลิตเอนไซม์แล็กเทสในระดับอุตสาหกรรมได้ (Isil Seyis and Nilufer Aksoz, 2004)

การนำเอนไซม์แล็กเทสไปใช้ประโยชน์

อุตสาหกรรมนมและผลิตภัณฑ์นม (dairy industry)

เนื่องจากว่าเอนไซม์แล็กเทส เป็นเอนไซม์ที่ย่อยน้ำตาลแล็กโทสในน้ำนม ดังนั้นจึงได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมนมและผลิตภัณฑ์จากนม เช่น ในการผลิตนมสเตอริไลซ์ นมข้นหวาน นมเจือจางหรือนมพร่องมันเนยที่มีแล็กโทสต่ำ สำหรับคนที่ป่วยเป็นโรคพร่องแล็กเทส เพื่อเป็นการป้องกันอาการท้องเสียหรือระบบย่อยผิดปกติเมื่อดื่มนมสำหรับคนกลุ่มนี้จึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ออกมาด้วย นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความหวานโดยการย่อยแล็กโทสให้เป็นน้ำตาลกาแล็กโทสและน้ำตาลกลูโคสทำให้มีนมความหวานเพิ่มขึ้น เพราะว่าน้ำตาลกลูโคสมีค่าดัชนีความหวานและค่าดัชนีน้ำตาลมากกว่าน้ำตาลแล็กโทส นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่ช่วยในการป้องกันการเกิดการตกผลึกของน้ำตาลแล็กโทสในโยเกิร์ตและไอศกรีม และเอนไซม์แล็กเทสยังถูกนำไปใช้เพื่อย่อยสลายน้ำตาลแล็กโทสในหางนมสำหรับการผลิตน้ำตาลไซรัปอีกด้วย



รูปที่ 3 : ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นมปราศจากน้ำตาลแล็กโทส (ชูดิมา, 2556)

เอนไซม์ในการรักษาโรค

การรักษาโรคพร่องแล็กเทส อาจใช้วิธีเติมเอนไซม์เม็ด (lactase tablet) ลงในนม ช่วงระยะเวลาหนึ่งก่อนจะบริโภค เพื่อให้สามารถย่อยแล็กเทสได้ หรืออาจจะกินแล็กเทสที่ทำงานได้ดีในสภาวะกรด (ซึ่งทนสภาวะกรดในกระเพาะอาหารได้) ไปพร้อมๆกับการดื่มนม สามารถป้องกันการเกิดอาการท้องเสียได้ ซึ่งก็มีเอนไซม์จำหน่ายที่มีชื่อทางการค้า คือ Lactaid, Lactrase, SureLac เป็นต้น



รูปที่ 4 : ตัวอย่างเอนไซม์แล็กเทสที่มีจำหน่ายทางการค้า (CentsLess Deals, 2012)

ใช้ช่วยทำโปรตีนที่สนใจให้บริสุทธิ์

แล็กเทสเป็นตัวช่วยในการทำโปรตีนที่สนใจให้บริสุทธิ์ โดยการตัดต่อยีนที่สนใจกับยีนแล็กเทส ทำให้เกิดเป็นโปรตีนลูกผสม (hybrid or fusion protein) และทำให้บริสุทธิ์โดยโครมาโทกราฟีชนิดแอฟฟินิตี หลังจากนั้นจึงตัดเอายีนแล็กเทสออกจากโปรตีน (นพพล, 2556; เปี่ยมสุข, 2551; สุรเกียรติ, 2549)

เอนไซม์แล็กเทสเป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่ง ซึ่งช่วยเร่งการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของน้ำตาลแล็กโทส เพื่อให้ได้น้ำตาลแล็กโทสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่แตกออกเป็น 2 โมเลกุล จึงทำให้ได้น้ำตาลกาแล็กโทส 1 โมเลกุล และน้ำตาลกลูโคส 1 โมเลกุล และด้วยความสามารถของเอนไซม์แล็กเทสนี้ จึงถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมนมและผลิตภัณฑ์นม เนื่องจากว่าในน้ำนมมีน้ำตาลแล็กเทสประกอบอยู่ด้วย น้ำตาลแล็กเทสนี้ร่างกายของเราสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เนื่องจากร่างกายมีการสร้างเอนไซม์แล็กเทส แต่ว่าก็มีบางคนนั้นเป็นโรคพร่องแล็กเทส ทำให้ไม่สามารถสร้างเอนไซม์แล็กเทสมาย่อยน้ำตาลแล็กโทส จุลินทรีย์ที่อยู่ในร่างกายจึงนำน้ำตาลแล็กโทสไปใช้ประโยชน์ได้ น้ำจึงถูกดึงเข้ามาในลำไส้ จุลินทรีย์มีการสร้างก๊าซเกิดขึ้น ทำให้เกิดอาการท้องอืดและท้องเดินเกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงต้องทำการเติมเอนไซม์แล็กเทสลงไปนมเพื่อทำการย่อยแล็กโทสเสียก่อน การย่อยแล็กโทสนั้นนอกจากจะทำให้ผู้ที่ป่วยเป็นโรคพร่องแล็กเทสสามารถดื่มนมได้แล้วยังทำให้นมมีความหวานเพิ่มมากขึ้น เพราะว่าเมื่อย่อยแล้วจะได้น้ำตาลกลูโคสที่มีความหวานมากกว่าน้ำตาลแล็กโทส และยังเป็นกำบังป้องกันการเกิดการตกผลึกแล็กโทสในโยเกิร์ตและไอศกรีม ที่จะทำให้น้ำนมสัมผัสของโยเกิร์ตและไอศกรีมหยาบ เอนไซม์แล็กเทสจึงเป็นเอนไซม์ที่มีประโยชน์อย่างมากทั้งในด้านการดำรงชีวิตของมนุษย์และในด้านของอุตสาหกรรมนมและผลิตภัณฑ์จากนม

เอกสารอ้างอิง

- ชุติมา สิริทิพากุล. (2556). “รูปผลิตภัณฑ์นมปราศจากน้ำตาลแล็กโทส.” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.matichon.co.th/news_detail.php?newsid=1383110769&grpId=&catid=09&subcatid=0902 (เข้าถึงเว็บไซต์ 9 ธันวาคม 2556).
- นพพล เล็กสวัสดิ์. (2556). *เอกสารคำสอน กระบวนวิชา 604452 หัวข้อเลือกสรรในวิศวกรรมอาหาร: เอนไซม์ และจลนพลศาสตร์ของเอนไซม์*. สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 6-10.
- เปี่ยมสุข พงษ์สวัสดิ์. (2551). *เอนไซม์ตัดแปรคาร์โบไฮเดรตในอุตสาหกรรม*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 225-238.
- สุรเกียรติ์ อาชานานุภาพ. (2549). “ภาวะพร่องเอนไซม์ย่อยนม.” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.doctor.or.th/article/detail/1539> (เข้าถึงเว็บไซต์ 14 พฤศจิกายน 2556).
- BRENDA. (2013). “EC 3.2.1.108 – lactase.” [Online]. Available http://www.brenda-enzymes.org/php/result_flat.php4?ecno=3.2.1.108 (Accessed 7TH December 2013).
- CentsLess Deals. (2012). “Image of Lactaid.” [Online]. Available <http://centslessdeals.com/wp-content/uploads/2012/07/lactaid.jpg> (Accessed 8TH December 2013).
- Edgar181. (2009). “Image of Lactose chemical structure.” [Online]. Available [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lactose\(lac\).png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lactose(lac).png) (Accessed 19th November 2013).
- Edgar181. (2011). “Image of Hydrolysis of Lactase.” [Online]. Available http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lactose_hydrolysis.svg (Accessed 7TH December 2013).
- ExplorEnz. (2013). “EC 3.2.1.108.” [Online]. Available <http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.108> (Accessed 7TH December 2013).

- Seyis, I., and Aksoz, N. (2004). Production of Lactase by *Trichoderma* sp., *Food Technol. Biotechnol.*, 42 (2): pp. 121 - 124
- Swallow, DM. (2003). Genetics of Lactase Persistence and Lactose Intolerance, *Annual Review of Genetics*, 37: pp. 197 - 219