



๖ ใน.. น้ำเลื๑อก ยังมี.. น้ำตาล ๖

นพ.จักรกฤษณ์ เอื้อสุนทรวัฒนา รศ. นพ.ธัญชัย สุระ

สวัสดิ์ครับ พบกันอีกครั้งในจุลสารธาลัสซีเมีย ฉบับรับปีใหม่ นะครับ ปีใหม่นี้ขอให้ทุกท่านได้รับแต่สิ่งดี ๆ (ซึ่งแน่นอนว่าหนึ่งในนั้นก็คือ จุลสารคุณภาพของเรา ที่ท่านกำลังถืออยู่ในมือนี้!) สมความปรารถนานะครับ

เพื่อให้เข้ากับบรรยากาศช่วงปีใหม่ที่หลาย ๆ ท่านอาจจะมีโอกาสได้รับประทานขนมหวานมากกว่าปกติ ฉบับนี้ผมก็จะขออนุญาตเล่าเรื่องของน้ำตาล ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของน้ำเลือด ก็แล้วกันนะครับ (จริง ๆ ก็ไม่ค่อยเกี่ยวกันหรอก แต่คุณผู้อ่านพยายามทำใจเชื่อผมว่ามันเป็นเหตุเป็นผลเชื่อมโยงกันก็แล้วกันนะครับ ผมจะได้เล่าเรื่องน้ำตาลในเลือดได้ใจ)

เวลาพูดถึงน้ำตาล คนส่วนใหญ่ก็คงบอกได้ว่ามันมีอยู่หลายชนิด เช่น น้ำตาลทราย น้ำตาลบีบ น้ำตาลก้อน ฯลฯ แต่ความจริงแล้วส่วนประกอบของสิ่งที่เราเรียกว่า “น้ำตาล” กันตามปกติ นั้น ส่วนใหญ่แล้วเป็นของอย่างเดียวกัน คือน้ำตาลชนิดหนึ่ง ที่เรียกว่า “ซูโครส” (sucrose จากคำฝรั่งเศส sucre = น้ำตาล กับ ปัจจัย -ose ซึ่งเป็นคำที่นักเคมีใช้ลงท้ายสารในกลุ่มน้ำตาล เข้าใจว่าอาจจะเพื่อให้เหมือนกับ น้ำตาลกลูโคส (glucose) ซึ่งมีที่มาจากคำกรีก gleukos หมายถึง เหล้าอุ้งนหวาน)

ฟังแล้วงง! ไหมครับ คือของส่วนใหญ่ที่เราเรียกมันว่า “น้ำตาล” ถึงจะหน้าตาไม่ค่อยเหมือนกัน แต่จริง ๆ แล้วก็คือน้ำตาลชนิดเดียวกัน แต่นอกจากน้ำตาลพวกนี้แล้ว ยังมีน้ำตาลชนิดอื่นๆ อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งเราอาจจะไม่ค่อยได้พบเห็นในชีวิตประจำวัน และไม่ได้นึกถึงมันในฐานะที่เป็นน้ำตาลนะครับ

ในทางเคมี เราตกลงกันว่า “น้ำตาล” หมายถึงสารเคมีกลุ่มหนึ่งซึ่งโดยปกติมีรสหวาน จัดอยู่ในกลุ่ม **คาร์โบไฮเดรต** (carbohydrate ตั้งชื่อแบบนี้เนื่องจากสารในกลุ่มนี้มี ธาตุคาร์บอน (carbon ชื่อธาตุนี้มีต้นศัพท์มาจากคำละติน carbonem = ถ่าน ถ่านหิน ซึ่งรากศัพท์ของคำนี้ ในต้นตระกูลภาษาอินเดีย-ยุโรปดั้งเดิมเป็นที่มาของคำว่า “กฤษณะ” ในภาษาสันสกฤต ซึ่งหมายถึง ดำ ไหม้เกรียม ด้วย คำนี้ในภาษาบาลีคือ “กัณหา” อยู่ในชื่อพระกัณหา ธิดาของพระเวสสันดรเป็นต้น) กับ “น้ำ” (hydor ในภาษากรีก) ซึ่งในที่นี้ไม่ได้หมายถึงน้ำจริงๆ แต่ใช้ใน

ความหมายว่ามันมีทั้ง **ไฮโดรเจน** และ **ออกซิเจน** โดยจำนวนไฮโดรเจนเป็นสองเท่าของออกซิเจน จึงเหมือนกับว่ามีน้ำอยู่)

ซึ่งสารในกลุ่มน้ำตาลนี้ ยังแบ่งย่อยออกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ

น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide จากคำกรีก monos = หนึ่ง กับคำ ละติน saccharum = น้ำตาล) กับ

น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide จากคำกรีก di = สองเท่า) ซึ่งสองอย่างนี้ต่างกันตรงที่ น้ำตาลโมเลกุลคู่แต่ละโมเลกุล เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวสองโมเลกุล มารวมกัน (*นั่นเอง ไม่มีอะไรน่าแปลกใจใช่ไหมครับ*)

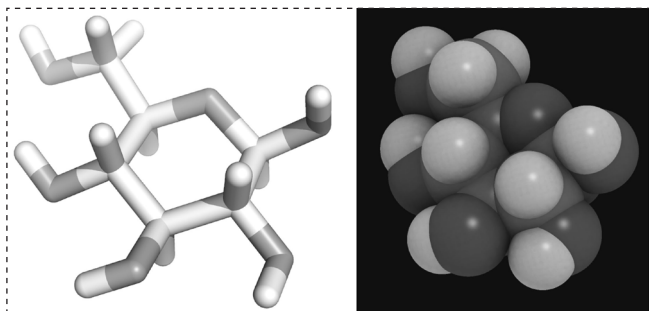
น้ำตาลที่พบได้บ่อย ๆ ในอาหารของเรา (อย่างเช่นในน้ำตาลทราย น้ำอ้อย ขนมหวาน รวมทั้งผลไม้ต่าง ๆ โดยเฉพาะที่มีรสหวาน) คือ **น้ำตาลซูโครส** ก็เป็น**น้ำตาลโมเลกุลคู่** ซึ่งเกิดขึ้นจาก **น้ำตาลกลูโคส**มารวมกับ**น้ำตาลฟรุคโตส** (fructose จากคำละติน fructus = ผลไม้ ความจริงแล้วคำว่า fructus นี้ (รวมทั้งบรรพบุรุษของมันในต้นตระกูลภาษาอินเดีย-ยุโรปดั้งเดิมด้วย) ยังมีความหมายได้ถึง ผลิตผล (ทางการเกษตร) ผลตอบแทน รางวัล ความยินดี ได้ด้วย ซึ่งก็คงไม่ใช่เรื่องน่าแปลกใจถ้านึกถึงสังคมกรรมในสมัยก่อน เมื่อได้ผลิตผลมา เราก็จะยินดี แต่ถ้าปีไหนผลผลิตไม่ดีก็ต้องเศร้าใจไปตามระเบียบ)

นอกจากซูโครสแล้ว น้ำตาลโมเลกุลคู่ที่พบได้บ่อย ๆ ในอาหารก็ยังมี **น้ำตาลแลคโตส** (lactose จากคำละติน lactis = ของ

ภาพจาก: blog.goodlifefitness.com

นม/แห่งนม ซึ่งเป็นรูปสัมพันธการ (แปลเป็นไทยว่าเป็นรูปที่แสดงความเป็นเจ้าของ) ของ lac = น้ามน) ซึ่งเกิดจาก **น้ำตาลกลูโคส** มารวมกับ **น้ำตาลกาแลคโตส** (galactose จากคำกรีก gala = น้ามน (คำว่า กาแล็คซี่ ก็มีที่มาจากคำนี้ เพราะคนกรีกเห็นว่ามันมีสีขาวเหมือน น้ามน) ความจริงแล้วรูปสัมพันธการของคำนี้คือ galaktos แต่ดูเหมือนว่าปัจจัย - ose ข้างหลัง เกิดจากการเติม เข้าไปให้เหมือนกับกลูโคส มากกว่าที่จะเอามาจากคำว่า galaktos โดยตรง) น้ำตาลแลคโตส นี้ทำให้นมสดมีรสหวานน้อยๆ อยู่ตามธรรมชาติ (ไม่นับพวกนมรสหวาน นมช็อกโกแลต หรือนมข้นหวาน ซึ่งพวกนั้นใส่น้ำตาลเพิ่มเข้าไป และไม่เกี่ยวกับนมถั่วเหลือง หรือนมข้าวโพดด้วย) สัดส่วนของน้ำตาลแลคโตสในน้ามนนี้แตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของสิ่งมีชีวิต ในน้ามนของคนจะมี น้ำตาลแลคโตสอยู่ประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่นมวัวจะมีไม่ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้น้ามนคนมีรสหวานมากกว่าน้ามนของวัว

สารอาหารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต นอกจากน้ำตาลแล้ว ยังมีกลุ่มที่เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมาก (คือมากกว่า 2 โมเลกุล) มาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว สารในกลุ่มนี้ก็เช่น พวกแป้ง ซึ่งพบได้ในพืช และไกลโคเจนซึ่งพบได้ในสัตว์ ทั้งแป้งและไกลโคเจนนี้ เมื่อผ่านการย่อยแล้ว ในที่สุดก็จะได้ออกมาเป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ที่เป็นหน่วยย่อยของสารในกลุ่มนี้



ภาพที่ 1 โครงสร้างโมเลกุลของกลูโคส

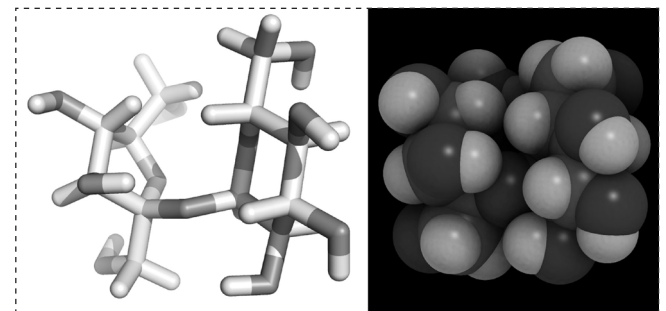
ด้านซ้ายเป็นแบบจำลองโมเลกุลแบบแท่ง ซึ่งจุดปลายและมุมแทนแต่ละอะตอม

ด้านขวาเป็นแบบจำลองโมเลกุลแบบเต็มพื้นที่ (space-filling model) ซึ่งแสดงรูปร่างสามมิติ โดยประมาณของโมเลกุล) ถ้าใครช่างสังเกตอาจจะเห็นว่า ตรงกลางโมเลกุลของกลูโคสมีคาร์บอนอยู่ 5 ตัว กับออกซิเจนอีก 1 ตัวจับกันอยู่เป็นวงหกเหลี่ยม

ที่มา: ข้อมูลตำแหน่งอะตอมจาก <http://www.nyu.edu/pages/mathmol/library/sugars/> สร้างภาพด้วยโปรแกรม PyMol 1.5.0.1-2 build 1 และ QuteMol 0.4.1

น้ำตาลกลูโคส เป็นสารให้พลังงานหลักของเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย มันจึงต้องถูกลำเลียงไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ตลอดเวลา ทำให้มันเป็นน้ำตาลที่พบได้มากในกระแสเลือดตามไปด้วย โดยเฉลี่ยแล้วในน้ำเลือด 1 ลิตร จะมีกลูโคสอยู่ประมาณ 1 กรัม ซึ่งในสภาวะปกติ ร่างกายจะมีกลไกที่จะควบคุม ความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในเลือดให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นช่วงหลังทานอาหารใหม่ๆ ซึ่งมีกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือดมาก หรือเป็นช่วงที่อดอาหารมาแล้วหลายชั่วโมงก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากถ้าระดับกลูโคสในเลือดต่ำเกินไป จะผ่านเข้าสมองได้ไม่ทันตามความต้องการใช้งานและอาจทำให้เกิดอันตรายได้ (สมองมีความต้องการใช้กลูโคสสูงมาก เนื่องจากมันต้องใช้พลังงานเยอะ ประมาณว่าในปริมาณพลังงานที่ร่างกายใช้ในแต่ละวัน จะเป็นของสมองเสียประมาณ 1 ใน 4 ถึง 1 ใน 5 หรือคิดเป็นปริมาณกลูโคสประมาณ 150 กรัมต่อวัน นอกจากสมองแล้ว เม็ดเลือดแดงเองก็มีความต้องการใช้กลูโคสสูงเช่นกัน เนื่องจากมันไม่มีไมโทคอนเดรีย ทำให้ไม่สามารถใช้พลังงานจากแหล่งอื่นมาช่วยได้)

ในทางตรงข้ามถ้ามีกลูโคสอยู่มากเกินไปในกระแสเลือดมันจะไปดึงน้ำออกมาจากเซลล์ (อันนี้เกิดจากปรากฏการณ์ออสโมซิส) ซึ่งก็ทำให้เป็นอันตรายได้อีกเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 2 โครงสร้างโมเลกุลของซูโครส

ถ้าใครช่างสังเกต (*อีกแล้ว*) อาจจะเห็นว่าวงแหวนด้านซ้ายมีแค่ 5 มุม ในขณะที่ด้านขวามี 6 มุม (มุมมันบังกันอยู่นิดหน่อยพยายามใช้จินตนาการช่วยด้วยนะครับ) อันนี้ก็เนื่องจากว่า น้ำตาลด้านซ้ายเป็น **ฟรุคโตส** ส่วนด้านขวาเป็น **กลูโคส** ครับ

ร่างกายของเราอาศัย ฮอร์โมนหลักๆ สองตัวในการควบคุมระดับกลูโคสในกระแสเลือด คือ **อินซูลิน** (insulin มาจากคำละติน insula หมายถึงเกาะ ที่มีันได้ชื่ออย่างนี้ เป็นเพราะมันถูกสร้างขึ้นมาจากบริเวณหนึ่งของตับอ่อนที่เรียกว่า islet of Langerhans หรือ “เกาะน้อยๆ ของลันเกอร์ฮานส์” นั่นเอง) กับ กลูคากอน (glucagon จาก gluco รวมกับคำกรีก agon ซึ่งมาจากคำว่า ago = นำ)

เมื่อระดับกลูโคสในเลือดสูงขึ้น หลังจากทานอาหาร ตับอ่อนจะหลั่งฮอร์โมนอินซูลินออกมาในกระแสเลือด ในขณะที่เดียวกัน กลูคากอนก็จะถูกยับยั้งไม่ให้ออกมาด้วย อินซูลินที่หลั่งออกมา นี้จะไปกระตุ้นให้ตับและกล้ามเนื้อ เอากลูโคสส่วนเกินไปสร้างเป็นไกลโคเจนเพื่อเก็บไว้ใช้ และกระตุ้นให้มีการสร้างโปรตีนมากขึ้น (ซึ่งก็ต้องใช้กลูโคสด้วยเช่นกัน) และยังกระตุ้นให้เซลล์ไขมัน เปลี่ยนกลูโคสไปเป็นไขมันสะสมไว้อีกด้วย

เมื่อระดับกลูโคสในเลือดลดต่ำลง ตับอ่อนจะหลั่งกลูคากอนออกมา ซึ่งจะส่งผลในทางตรงข้ามกับอินซูลิน คือทำให้ตับย่อยไกลโคเจนออกมาเป็นกลูโคสอีกครั้ง และทำให้มีการสร้างกลูโคสขึ้นมาใหม่จากสารอื่นๆ รวมทั้งโปรตีน และปล่อยไขมันออกมาใช้งาน ซึ่งก็จะช่วยรักษาระดับกลูโคสในเลือดไว้ให้เพียงพอ แก่ความต้องการได้

ในบางคนอาจมีปัญหาที่ทำให้ตับอ่อน ไม่สามารถสร้างอินซูลินขึ้นมาได้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เช่นที่เกี่ยวข้องกับชาวชมรมธาลัสซีเมียก็อาจจะเป็น ในกรณีที่มีเหล็กไปสะสมอยู่ในตับอ่อนมากๆ จนเกิดความเสียหายขึ้นกับเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างอินซูลิน ก็จะทำให้มีกลูโคสค้างอยู่ในกระแสเลือดในระดับที่สูงได้

โดยปกติแล้ว เมื่อเลือดผ่านไปทั่ว กลูโคสในเลือดก็จะถูกกรองออกมาเป็นของเสียด้วย แต่เนื่องจากมันเป็นของที่มีความสำคัญ ตามธรรมชาติแล้วไตก็จะพยายามดูดกลูโคสที่ถูกกรองออกไปกลับเข้ามาในกระแสเลือดไว้ทั้งหมด ในปัสสาวะของคนปกติจึงไม่มีน้ำตาลอยู่ อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการดูดกลับนี้ก็มีขีดจำกัดอยู่ ถ้าระดับกลูโคสในเลือด (ที่มาที่ไต) สูงจนเกินไป ไตจะดูดกลูโคสกลับคืนมาได้ไม่หมด ก็จะมีกลูโคส

บางส่วนหลุดปนมากับปัสสาวะได้ ซึ่งนอกจากจะเสียของแล้ว กลูโคสที่ออกมาอยู่ในปัสสาวะ ก็จะต้องนำจากในร่างกายออกมาด้วย ทำให้คนที่มีปัญหาในลักษณะนี้ ถ่ายปัสสาวะมาก และหิวน้ำบ่อย และถ้าเป็นในสมัยที่แพทย์ยังชิมปัสสาวะผู้ป่วยอยู่ ก็จะพบว่าปัสสาวะมีรสหวานด้วย (*แหงล่ะ ก็มีน้ำตาลออกมาด้วยนี่*) เราก็เลยเรียกโรคนี้อีกว่าเบาหวาน (*ใสล่ะ*) (ชาวดีสำหรับเด็กๆ ที่อยาก จะเรียนหมอ ในปัจจุบันเราตรวจหาน้ำตาลในปัสสาวะ (และในเลือดด้วย) ด้วยวิธีทางเคมี ไม่จำเป็นต้องชิมอีกต่อไปแล้ว ช่วยลดความอึดอัดเหลือของทั้งสองฝ่ายไปได้โขอยู่)

ปัญหาจริงๆ ของเบาหวานคือ **กลูโคสในเลือดที่มีปริมาณสูงอยู่นานๆ มันจะไปจับกับโปรตีนตามเนื้อเยื่อต่างๆ ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อในหลายระบบตามมาในระยะยาว**

ความจริงแล้ว นอกจากปัญหาที่ตับอ่อน สร้างฮอร์โมนอินซูลินได้ไม่พอต่อความต้องการแล้ว โรคเบาหวานยังสามารถเกิดได้จากการที่อวัยวะที่ควรจะได้รับคำสั่ง จากอินซูลินเพื่อเอา กลูโคส ไปใช้ทำอย่างอื่น เกิดตอบสนองต่ออินซูลินได้ไม่ดีอีกด้วย เบาหวานในลักษณะนี้ **มักจะพบในคนที่ทานอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง มีน้ำหนักตัวมาก เส้นรอบเอวยาว** อันนี้เข้าใจกันว่าเป็นเพราะเกิดอาการ **“ต้านซา”** ต่ออินซูลินหลังจากได้รับอินซูลิน อยู่ในระดับสูงอยู่เรื่อยๆ ซึ่งก็เป็นผลมาจากการที่มี กลูโคสเข้ามา มากเกินไป ซึ่งก็เป็นผลมาจากการที่มี ไขมัน อาหาร ผลอาหาร ภัตตาหาร มังสาหาร อุดมสมบูรณ์ ซึ่งก็เป็นผลมาจากการที่ พระโคกกินหญ้ากินน้ำนั่นเอง (*เอ! สงสัยอันหลังนี้จะไม่ค่อยเกี่ยวข้องกับเบาหวานเท่าไร*) ในปัจจุบันเราจึงมักได้ยินเขาออกมารณรงค์ ให้ลดปริมาณน้ำตาลในอาหารลง กับ ให้ออกกำลังกายและระวังไม่ให้อ้วนกันมาก ครับ..

เล่าเรื่องน้ำตาลมาพอสมควรแล้วคราวหน้าเอาเรื่อง **“ไขมัน”** บ้างนะครับจะได้เข้าคู่กัน พบกันใหม่ฉบับหน้า สวัสดีครับ

เอกสารอ้างอิง

- 1. Online etymology dictionary. <http://www.etymonline.com/>
- 2. Lieberman M, Marks AD (2013) Marks' basic medical biochemistry: a clinical approach. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.