



# ๖ ใน.. น้ำเลื๖๖ค ยังมี.. น้ำตาล

นพ.จักรกฤษณ์ เอื้อสุนทรวัฒนา รศ. นพ.ธัญชัย สุระ

**สวัสดิ์ครับ พบกันอีกครั้งในจุดสารธาตัสซีเมีย ฉบับรับปีใหม่ นะครับ ปีใหม่นี้ขอให้ทุกท่านได้รับแต่สิ่งดี ๆ (ซึ่งแน่นอนว่าหนึ่งในนั้นก็คือ จุดสารคุณภาพของเรา ที่ท่านกำลังถืออยู่ในมือนี้!) สมความปรารถนานะครับ**

เพื่อให้เข้ากับบรรยากาศช่วงปีใหม่ที่หลาย ๆ ท่านอาจจะมีโอกาสได้รับประทานขนมหวานมากกว่าปกติ ฉบับนี้ผมก็จะขออนุญาตเล่าเรื่องของน้ำตาล ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของน้ำเลื๖๖ค ก็แล้วกันนะครับ (จริง ๆ ก็ไม่ค่อยเกี่ยวกันหรอก แต่คุณผู้อ่านพยายามทำใจเชื่อผมว่ามันเป็นเหตุเป็นผลเชื่อมโยงกันก็แล้วกันนะครับ ผมจะได้เล่าเรื่องน้ำตาลในเลื๖๖คได้ใจ)

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 เหล้าอุุ่นหวาน)

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*)

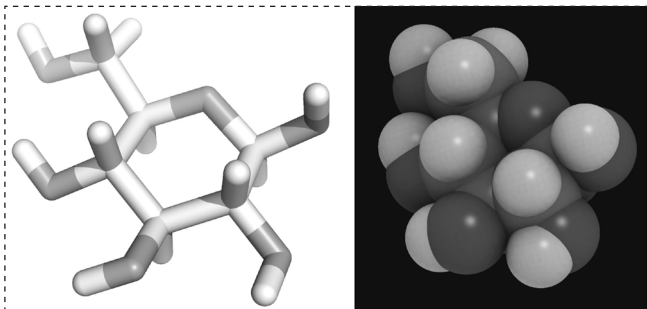
น้ำตาลที่พบได้บ่อย ๆ ในอาหารของเรา (อย่างเช่นในน้ำตาลทราย น้ำอ้อย ขนมหวาน รวมทั้งผลไม้ต่าง ๆ โดยเฉพาะที่มีรสหวาน) คือ **น้ำตาลซูโครส** ก็เป็น**น้ำตาลโมเลกุลคู่** ซึ่งเกิดขึ้นจาก **น้ำตาลกลูโคส**มารวมกับ**น้ำตาลฟรุคโตส** (fructose จากคำละติน fructus = ผลไม้ ความจริงแล้วคำว่า fructus นี้ (รวมทั้งบรรพบุรุษของมันในต้นตระกูลภาษาอินเดีย-ยุโรปดั้งเดิมด้วย) 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 นอกจากน้ำตาลแล้วก็ยังมีกลุ่มที่เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมาก (คือมากกว่า 2 โมเลกุล) มาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว สารในกลุ่มนี้ก็เช่น พวกแป้งซึ่งพบได้ในพืช และไกลโคเจนซึ่งพบได้ในสัตว์ ทั้งแป้งและไกลโคเจนนี้ เมื่อผ่านการย่อยแล้ว ในที่สุดก็จะได้ออกมาเป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ที่เป็นหน่วยย่อยของสารในกลุ่มนี้



ภาพที่ 1 โครงสร้างโมเลกุลของกลูโคส

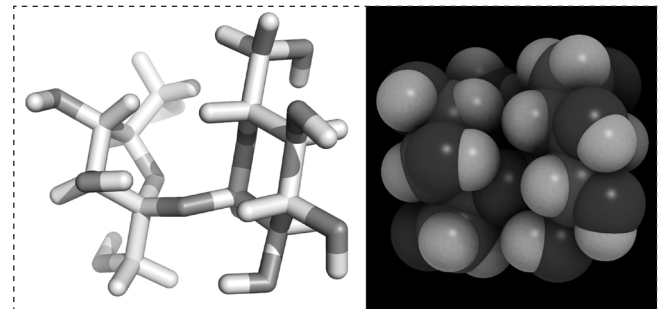
ด้านซ้ายเป็นแบบจำลองโมเลกุลแบบแท่ง ซึ่งจุดปลายและมุมแทนแต่ละอะตอม

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 ที่มีน้ำใต้ช่อดังนี้ เป็นเพราะมันถูกสร้างขึ้นมาจากบริเวณหนึ่งของตับอ่อนที่เรียกว่า islet of Langerhans หรือ “เกาะน้อยๆ ของลันเกอร์ฮานส์” นั่นเอง) กับ กลูคากอน (glucagon จาก gluco รวมกับคำกรีก agon ซึ่งมาจากคำว่า ago = นำ)

เมื่อระดับกลูโคสในเลือดสูงขึ้น หลังจากทานอาหาร ตับอ่อนจะหลั่งฮอร์โมนอินซูลินออกมาในกระแสเลือด ในขณะที่เดียวกัน กลูคากอนก็จะถูกยับยั้งไม่ให้ออกมาด้วย อินซูลินที่หลั่งออกมาจะไปกระตุ้นให้ตับและกล้ามเนื้อ เอากลูโคสส่วนเกินไปสร้างเป็นไกลโคเจนเพื่อเก็บไว้ใช้ และกระตุ้นให้มีการสร้างโปรตีนมากขึ้น (ซึ่งก็ต้องใช้กลูโคสด้วยเช่นกัน) และยังกระตุ้นให้เซลล์ไขมันเปลี่ยนกลูโคสไปเป็นไขมันสะสมไว้อีกด้วย

เมื่อระดับกลูโคสในเลือดลดต่ำลง ตับอ่อนจะหลั่งกลูคากอนออกมา ซึ่งจะส่งผลในทางตรงข้ามกับอินซูลิน คือทำให้ตับย่อยไกลโคเจนออกมาเป็นกลูโคสอีกครั้ง และทำให้มีการสร้างกลูโคสขึ้นมาใหม่จากสารอื่นๆ รวมทั้งโปรตีน และปล่อยไขมันออกมาใช้งาน ซึ่งก็จะช่วยรักษาระดับกลูโคสในเลือดไว้ให้เพียงพอ แก่ความต้องการได้

ในบางคนอาจมีปัญหาที่ทำให้ตับอ่อน ไม่สามารถสร้างอินซูลินขึ้นมาได้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เช่นที่เกี่ยวข้องกับชาวชมรมธาลัสซีเมียก็อาจจะเป็น ในกรณีที่มีเหล็กไปสะสมอยู่ในตับอ่อนมากๆ จนเกิดความเสียหายขึ้นกับเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างอินซูลิน ก็จะทำให้มีกลูโคสค้างอยู่ในกระแสเลือดในระดับที่สูงได้

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

บางส่วนหลุดปนมากับปัสสาวะได้ ซึ่งนอกจากจะเสียของแล้ว กลูโคสที่ออกมาอยู่ในปัสสาวะ ก็จะต้องนำจากในร่างกายออกมาด้วย ทำให้คนที่มีปัญหาในลักษณะนี้ ถ่ายปัสสาวะมาก และหิวน้ำบ่อย และถ้าเป็นในสมัยที่แพทย์ยังชิมปัสสาวะผู้ป่วยอยู่ ก็จะพบว่าปัสสาวะมีรสหวานด้วย (แหงล่ะ ก็มีน้ำตาลออกมาด้วยนี่) เราก็เลยเรียกโรคนี้อีกว่าเบาหวาน (ในละ) (ชาวดีสำหรับเด็กๆ ที่อยากจะเรียนหมอ ในปัจจุบันเราตรวจหาน้ำตาลในปัสสาวะ (และในเลือดด้วย) ด้วยวิธีทางเคมี ไม่จำเป็นต้องชิมอีกต่อไปแล้ว ช่วยลดความอึดอัดเหลือของทั้งสองฝ่ายไปได้โขย)

ปัญหาจริงๆ ของเบาหวานคือ **กลูโคสในเลือดที่มีปริมาณสูงอยู่นานๆ มันจะไปจับกับโปรตีนตามเนื้อเยื่อต่างๆ ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อในหลายระบบตามมาในระยะยาว**

ความจริงแล้ว นอกจากปัญหาที่ตับอ่อน สร้างฮอร์โมนอินซูลินได้ไม่พอต่อความต้องการแล้ว โรคเบาหวานยังสามารถเกิดได้จากการที่อวัยวะที่ควรจะได้รับคำสั่ง จากอินซูลินเพื่อเอา กลูโคส ไปใช้ทำอย่างอื่น เกิดตอบสนองต่ออินซูลินได้ไม่ดีอีกด้วย เบาหวานในลักษณะนี้ **มักจะพบในคนที่ทานอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง มีน้ำหนักตัวมาก เส้นรอบเอวยาว** อันนี้เข้าใจกันว่าเป็นเพราะเกิดอาการ **“ต้านซา”** ต่ออินซูลินหลังจากได้รับอินซูลินอยู่ในระดับสูงอยู่เรื่อยๆ ซึ่งก็เป็นผลมาจากการที่มี กลูโคสเข้ามา มากเกินไป ซึ่งก็เป็นผลมาจากการที่มี ไขมัน อาหาร ผลาหาร ภาชนะอาหาร มังสาหาร อุดมสมบูรณ์ ซึ่งก็เป็นผลมาจากการที่พระโคกินหญ้ากินน้ำนั่นเอง (เอ! สงสัยอันหลังนี้จะไม่ค่อยเกี่ยวกับเบาหวานเท่าไร) ในปัจจุบันเราจึงมักได้ยินเขาออกมารณรงค์ให้ลดปริมาณน้ำตาลในอาหารลง 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.