ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารบีตากลูแคน (β-glucan) ในเห็ด

รหัสการศึกษาต่อเนื่อง 1010-1-000-004-06-2560
จำนวน 3.5 หน่วยกิต
วันที่รับรอง 13 มิถุนายน 2560
วันที่หมดอายุ 12 มิถุนายน 2561
โดย ภก.ภูเบศร์ นิลาทะวงศ์
อาจารย์ กลุ่มวิชาชีวเภสัชศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
*ติดต่อผู้นิพนธ์: ภูเบศร์ นิลาทะวงศ์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
85 ถ.สถลมาร์ค ต.เมืองศรีไค อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190 E-mail: phubed.n@ubu.ac.th

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบถึงแหล่งที่มาและโครงสร้างของสารบีตากลูแคน
2. เพื่อให้ทราบถึงประโยชน์และอาการไม่พึงประสงค์ของสารบีตากลูแคนในเห็ด

บทคัดย่อ

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในอาณาจักรเห็ดรา ในประเทศไทยมีการนำเห็ดมาปรุงแต่งเป็นอาหารได้หลายชนิด รวมทั้งปัจจุบันมีการบริโภคเห็ดเป็นจำนวนมาก เห็ดจึงถูกนำมาแปรรูปให้อยู่ในรูปแบบต่างๆเพื่อให้รับประทานได้สะดวกขึ้น เช่น แคปซูล ผงชง หรือ กาแฟเห็ด เป็นต้น ปัจจุบันมีรายงานการศึกษาวิจัย พบว่า เห็ดประกอบด้วยสารชีวโมเลกุลมากมายหลายชนิดที่มีคุณค่าทั้งทางด้านโภชนาการและทางด้านการแพทย์ ซึ่งสารบีตากลูแคน เป็นหนึ่งในสารประกอบที่พบมากในเห็ด

สารบีตากลูแคน เป็นสารประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส ที่เรียงต่อกันเป็นสายเชื่อมด้วยพันธะบีตาไกลโคซิดิก สารบีตากลูแคนพบได้ทั้งใน ยีสต์ รา ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ และเห็ด บทความนี้จึงได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสารบีตากลูแคนที่พบในเห็ดชนิดต่างๆ ทั้งทางด้านโครงสร้างและคุณสมบัติของสารบีตากลูแคน รวมทั้งฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฤทธิ์ปรับภูมิคุ้มกัน ฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการเกิดเนื้องอก ฤทธิ์ลดระดับไขมันในเลือด ฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด ฤทธิ์ต้านการอักเสบ และฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย เป็นต้น รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับอาการไม่พึงประสงค์และปริมาณที่แนะนำบริโภค เพื่อเป็นการให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภคเห็ดต่อไป

คำสำคัญ : สารบีตากลูแคน, ฤทธิ์ทางชีวภาพ

Abstract

Mushroom is a living organism which belong to Kingdom fungi. In Thailand, mushrooms are widely consumed as various types of food as well as commonly used in traditional medicine. At present, mushrooms have been increasingly consumed at a higher rate. Due to a highly demand of consumer, mushrooms have been processed as several types of products including capsules and powders for tea and coffee, respectively. Up to date, according to scientific studies, mushrooms contain a large variety of biomolecules with well recognized nutritional and medicinal properties. Interestingly, β-glucan is one such a bioactive compound found mostly in mushrooms.

β-glucans are polysaccharide which are composed of D-glucose monomer linked by β-glycosidic bond. Apart from mushrooms, this compound is also found in yeasts, fungi, oats and barleys. However, this article

reviews the structural characterization and biological properties of mushroom β-glucan. These include their immunomodulating, anti-tumor, anti-lipidemia, anti-diabetes, anti-inflammation, and anti-bacterial activities. β-glucan adverse effects and its recommend daily dose are also summarized to give information to mushroom's consumer.

Keyword : β-glucan, Biological activity

บทนำ

เห็ด (Mushroom) (รูปที่ 1) เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ใน อาณาจักรเห็ดรา (Kingdom fungi) และอยู่ในไฟลัมเบสิดิโอไมโคตา (Phylum Basidiomycota) ซึ่งเป็นไฟลัมเดียวกันกับ รา และยีสต์ จากรายงานการวิจัยพบคุณประโยชน์จากการบริโภคเห็ด เป็นจำนวนมาก มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ยืนยันว่า เห็ดมีคุณสมบัติป้องกันโรคได้ โดยในเห็ดมีสารบางอย่างที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน และลดความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ และช่วยในการต้านมะเร็งหลายๆชนิด[1,2] เนื่องจากเห็ดอุดมไปด้วยแร่ธาตุ เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก เป็นต้น และ สารอาหารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น กรดอะมิโน วิตามินบีหรือซี[3] เป็นต้น

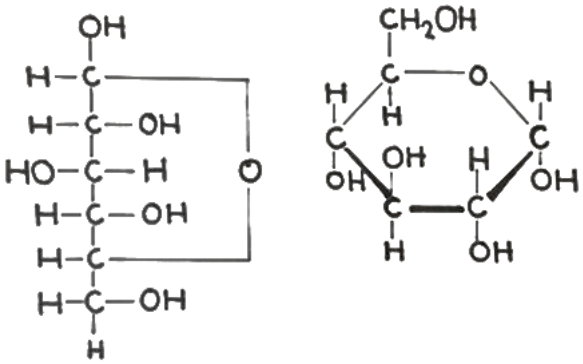
อีกทั้งยังพบรายงานวิจัยหลายชนิด ที่ค้นพบสารบีตากลูแคน (β-glucan) ในเห็ด ซึ่งการทดสอบคุณสมบัติของสารดังกล่าว พบว่าสารบีตากลูแคนมีคุณประโยชน์ที่จะช่วยส่งเสริมให้ร่างกายแข็งแรง ป้องกันการเกิดโรคในอนาคต ได้ด้วย

รูปที่ 1 เห็ดชนิดต่างๆ

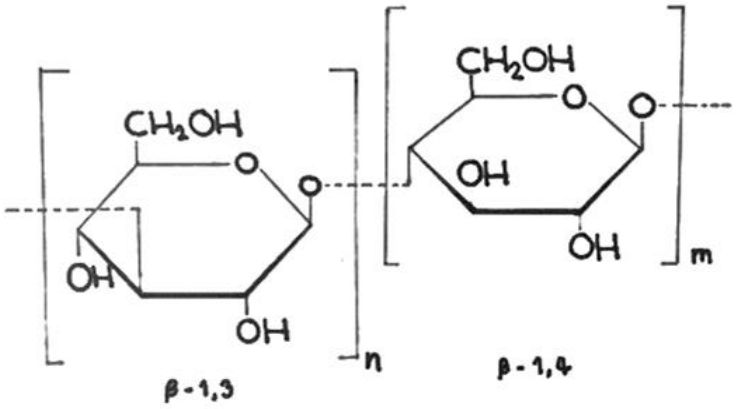
โครงสร้างของสารบีตากลูแคน (β-glucan structure)

สารบีตากลูแคน (β-glucan) คือ สารประกอบประเภทน้ำตาลหลายโมเลกุล ที่เรียกว่า พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ซึ่งประกอบด้วย น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ น้ำตาลกลูโคส (D-glucose) (รูปที่2) เชื่อมโยงกันด้วยพันธะบีตาไกลโคซิดิก (β-glycosidic)

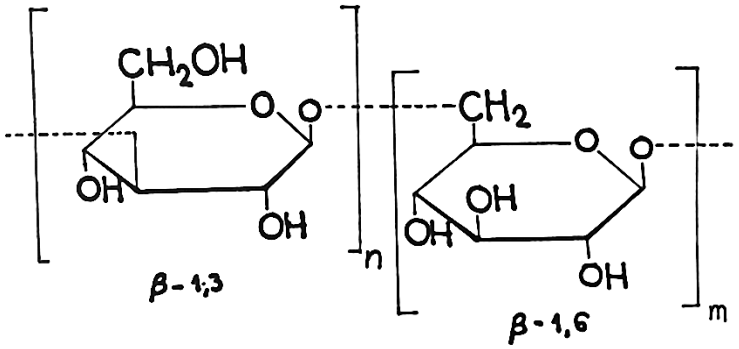
สารบีตากลูแคน จะมี 1,3-β-glucan เป็นโครงสร้างหลักบริเวณแกนกลาง (backbone) และมีสายกิ่งที่แตกแขนงออกมา (branch) โดยสายกิ่งอาจเป็นชนิด 1,4-β-glucan หรือ 1,6-β-glucan สามารถเรียกได้อีกอย่างว่า 1,3/1,4-β-glucan (รูปที่3) หรือ 1,3/1,6-β-glucan (รูปที่4)[4] ตามลำดับ



รูปที่ 2 โครงสร้างของน้ำตาลกลูโคส (D-glucose)



รูปที่ 3 โครงสร้างของสารบีตากลูแคน ชนิด 1,3/1,4-β-glucan



รูปที่ 4 โครงสร้างของสารบีตากลูแคน ชนิด 1,3/1,6-β-glucan

สารบีตากลูแคน พบได้ทั้งในแบคทีเรีย รา ยีสต์ ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์และเห็ด แต่โครงสร้างที่พบจากแหล่งต่างๆ จะมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยสารบีตากลูแคนที่พบในผนังเซลล์ของยีสต์ ราและเห็ด จะมีโครงสร้างแกนกลางเป็น 1,3-β-glucan และมีโครงสร้างกิ่งที่เป็น 1,6-β-glucan ประเภทโครงสร้างแกนกลางเป็น 1,3-β-glucan แต่ที่กิ่งมีโครงสร้างเป็น 1,4-β-glucan พบในข้าวโอ๊ตและข้าวบาร์เลย์ ส่วนในแบคทีเรียมีโครงสร้างแบบ 1,3-β-glucan เรียงต่อกันเป็นเส้นตรง[5, 6]

ชนิดของสารบีตากลูแคน (Type of β-glucan)	โครงสร้าง (Structure)	คำอธิบายโครงสร้าง (Description)
แบคทีเรีย (Bacteria)		1,3-β-glucan เรียงเป็นเส้นตรง
รา (Fungi) และเห็ด (Mushroom)		1,3-β-glucan เป็นโครงสร้างแกนกลาง และมี 1,6-β-glucan สายสั้นเป็นโครงสร้างกิ่ง
ยีสต์ (Yeast)		1,3-β-glucan เป็นโครงสร้างแกนกลาง และมี 1,6-β-glucan สายยาวเป็นโครงสร้างกิ่ง
ข้าวโอ๊ต (Oat) และ ข้าวบาร์เลย์ (Barley)		1,3/1,4-β-glucan เรียงเป็นเส้นตรง

ตารางที่ 1 โครงสร้างและพันธะเชื่อมต่อของสารบีตากลูแคนแต่ละชนิด[1]

ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารบีตากลูแคน (Biological activity of β-glucan)

1. ฤทธิ์ปรับภูมิคุ้มกัน (Immunomodulating activity)

สารบีตากลูแคน ที่สกัดได้จากเห็ดหลินจือ *(Ganoderma lucidum)* พบว่ามีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของ macrophage, interleukin-1 และ tumor necrosis factor ในหนูทดลอง[7] นอกจากนี้ยัง พบว่าหลังจากให้สารบีตากลูแคนเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ในหนูทดลอง พบว่า ตับ ม้ามและลำไส้เล็ก ของหนูทดลอง มีเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน คือ macrophage , natural killer cell (NK – cell) และ mononuclear cell เพิ่มขึ้นทั้งขนาดและจำนวน[8]

อีกทั้งยังพบ ฤทธิ์ของสารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดนางฟ้า (*Pleurotus florida*) ซึ่งเป็นการทดลองในหลอดทดลอง *(In Vitro)* ในเซลล์เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เมื่อให้สารบีตากลูแคนพบว่า เซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทั้ง macrophage, splenocyte และ thymocyte มีการเพิ่มขึ้นทั้งขนาดและจำนวน[9]

การทดสอบฤทธิ์กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันจากสารสกัดบีตากลูแคนที่ได้จากเห็ดชิตาเกะ (*Grifola frondosa*) ที่ทำการทดสอบฤทธิ์ในผู้ป่วยมะเร็งในระยะที่ 2-4 และมีอายุระหว่าง 22 – 57 ปี พบว่าหลังรับประทานสารบีตากลูแคนต่อเนื่องกัน 50 วัน อาการทางคลินิกของผู้ป่วยดีขึ้น คิดเป็น 58.3% ในผู้ป่วยมะเร็งตับ 68.8% ในผู้ป่วยมะเร็งเต้านม และ 62.5% ในผู้ป่วยมะเร็งปอด[10]

2. ฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการเกิดเนื้องอก (Anti-tumor activity)

สารบีตากลูแคน ที่สกัดได้จากเห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum*) มีฤทธิ์กระตุ้นปริมาณของ interleukin-2, interleukin-6 และ interferon gamma (IFN–GAMMA) ในเลือดของผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับสารบีตากลูแคนติดต่อกันอย่างน้อย 12 สัปดาห์[11, 12]

อีกทั้งพบฤทธิ์ยับยั้ง Sacroma 180 solid cancer และ Ehrlish solid cancer จากสารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดในกลุ่ม Basidiomycetes และยังพบคุณสมบัติในการยับยั้งกระบวนการเกิดเนื้องอก อื่นๆ เช่น ป้องกันกระบวนการเจริญเติบโตของเนื้องอก กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับเคมีบำบัดและช่วยป้องกันการแพร่กระจายของเนื้องอก เป็นต้น[13]

3. ฤทธิ์ลดระดับไขมันในเลือด (Anti-lipidemia activity)

ผลการศึกษาของเห็ดชิตาเกะ *(Lentinus edodes)* เกี่ยวกับฤทธิ์ป้องกันการเปลี่ยนแปลงระดับไขมันในเลือด (lipid profile) การสะสมของไขมัน และ body fat index ของหนูทดลอง ซึ่งถูกเหนี่ยวนำให้อ้วนด้วยอาหารไขมันสูง (high fat diet induced) โดยทำการศึกษาในหนูจำนวน 40 ตัว เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และในการศึกษาใช้ shiitake mushroom powder ที่ประกอบด้วย 30% β-glucan (w/w) ผลการทดลองพบว่าหนูในกลุ่มที่ได้รับผงเห็ดในขนาดสูง มีมวลไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับผงเห็ดและกลุ่มที่ได้รับผงเห็ดในขนาดต่ำ นอกจากนี้หนูในกลุ่มที่ได้รับผงเห็ดในขนาดสูงยังสามารถลด body fat index มากกว่าหนูในกลุ่มที่ไม่ได้รับผงเห็ด[14]

อีกทั้งยังพบฤทธิ์ของสารบีตากลูแคน ที่สกัดได้จากเห็ดนางรมหลวง (Pleurotus eryngii) เมื่อให้ต่อเนื่องเป็นเวลา 7 สัปดาห์ในหนูทดลอง ที่ถูกระตุ้นให้เป็นเบาหวานและไขมันในเลือดสูง พบว่าสารบีตากลูแคนมีฤทธิ์ลดระดับ total cholesterol triglyceride and เพิ่มระดับ high density lipoprotein (HDL)-cholesterol อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม[15]

สารสกัดบีตากลูแคนจากเห็ดชิตากะ (Lentinus edodes) เมื่อทำการทดลองในประชากรเพศหญิงอายุ 25 -60 ปี ในประเทศญี่ปุ่น พบว่าระดับ คอเลสเตอรอล (cholesterol) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ16 และพบรายงานการวิจัย ยืนยันฤทธิ์ของสารบีตากลูแคนในเห็ดนางรม (Pleurotus ostreatu) ว่ามีฤทธิ์ลดระดับไขมันในเลือดและสนับสนุนการบริโภคเห็ดดังกล่าวในมนุษย์ด้วย17

4. ฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด (Anti-diabetes activity)

สารบีตากลูแคน ที่สกัดได้จากเห็ด *Agaricus blazei* มีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดหนูสายพันธ์ Sprague Dawley ซึ่งถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวาน (Diabetes Mellitus) ด้วย streptozotocin เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่ากลุ่มหนูที่ได้รับสารบีตากลูแคน มีน้ำหนักลดลงเมื่อเทียบกับเริ่มต้น นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มหนูที่ได้รับสารบีตากลูแคน มีระดับ น้ำตาลกลูโคส (glucose), ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride), คอเลสเตอรอล (total cholesterol) และอินซูลิน (insulin) ในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และมี HDL cholesterol เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม[18]

สอดคล้องกับการวิจัย เกี่ยวกับสารสกัดบีตากลูแคน จากเห็ด *Grifola frondosa*[19] และ *Agrocyb cylindracea*[20] พบว่า มีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด ในหนูทดลองซึ่งถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวาน ด้วย streptozotocin เช่นเดียวกัน

การทดลองในมนุษย์พบ สารสกัดบีตากลูแคนจากเห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum*) ในผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 of diabetes) จำนวน 71 ราย หลังจากได้รับสารบีตากลูแคนต่อเนื่องกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบระดับน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดภายหลังรับประทานอาหาร (Post-prandial glucose) ลดลงเฉลี่ย 11.8 mmol.[21]

5. ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Anti-inflammation activity)

สารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ด *Lactarius rufus* มีฤทธิ์ระงับอาการปวดที่เกิดจากระบบประสาท (Neurogenic pain) ในหนู Swiss mice ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบ ด้วย 2.5% formalin[22]

อีกทั้งฤทธิ์ของสารสกัดบีตากลูแคนจากเห็ดนางฟ้าภูฏาน (*Pleurotus pulmonarius*) ยังมีฤทธิ์ลดการอักเสบในหนูทดลอง ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบด้วย formalin เมื่อเปรียบเทียบกับยา diclofenac[23]

นอกจากนั้น การทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารบีตากลูแคน ที่สกัดได้จากเห็ดดาวดินกลม (*Geastrum saccatum*) ในหนู BALBc และ Wistar rats ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบ พบว่าสารบีตากลูแคนมีฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการอักเสบ โดยผ่านกลไก ยับยั้ง nitric oxide และ cyclooxygenase (COX) อีกด้วย[24]

6. ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย (Anti-bacterial activity)

สารบีตากลูแคน ที่สกัดได้จากเห็ด Agaricus blazei พบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการสร้าง Biofilm จากเชื้อ Pseudomonas aeruginosa ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคที่พบบ่อยในสถานพยาบาล25 อีกทั้งยังพบว่าฤทธิ์ของสารสกัดบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดหูหนู (Auricularia auricular-judae) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ Escherichia coli และ Staphylococcus aureus เมื่อพิจารณาจาก Inhibition zone ของเชื้อทั้งสองชนิด26

สารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatu)* เมื่อให้ต่อเนื่องเป็นเวลา 3 เดือน ในอาสาสมัครที่เป็นนักกีฬาเพศชาย จำนวน 50 ราย ผลการทดสอบพบว่า อุบัติการณ์การติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ (upper respiratory tract infection) และอุบัติการณ์จากการติดเชื้อ *Staphylococcus aureus* ของอาสาสมัครลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม[27]

ปริมาณที่แนะนำบริโภคต่อวัน (Recommend daily dose)

ปัจจุบันข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นพิษหรือความปลอดภัยในการใช้สารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดยังมีจำนวนน้อยและยังเป็นข้อมูลที่ทดสอบในสัตว์ทดลอง โดยพบว่า การศึกษาความเป็นพิษกึ่งเรื้อรัง (subchronic toxicity) ในหนู Sprague dawley ที่ได้รับสารบีตากลูแคนจากเห็ด ขนาดสูงสุดถึง 2,000 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม/วัน ไม่แสดงความผิดปกติต่ออวัยวะและการทำงานของร่างกาย และ ไม่พบการก่อกลายพันธุ์หรือผ่าเหล่าของเซลล์ (mutagenicity) ใน *Salmonella typhimurium*[28]

แต่อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลของ United States Department of Agriculture (USDA) ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการบริโภคสารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากยีสต์ดำ *(Aureobasidium pullulans)* ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับสารบีตากลูแคนจากเห็ด โดยสำรวจประชากรที่ช่วงอายุแตกต่างกัน ในช่วงปี ค.ศ.1994 – 1996 ซึ่งปริมาณที่แนะนำแสดงในตารางที่ 2

กลุ่มผู้บริโภค	ช่วงอายุ	ปริมาณสารบีตากลูแคนต่อวัน (มิลลิกรัม/วัน)
เด็ก	3 – 11 ปี	713.9 มิลลิกรัม/วัน
วัยรุ่นเพศหญิง	12 – 19 ปี	726.6 มิลลิกรัม/วัน
วัยรุ่นเพศชาย	12 – 19 ปี	972.9 มิลลิกรัม/วัน
ผู้ใหญ่เพศหญิง	20 ปี ขึ้นไป	551.9 มิลลิกรัม/วัน
ผู้ใหญ่เพศชาย	20 ปี ขึ้นไป	743.7 มิลลิกรัม/วัน

ตารางที่ 2 ปริมาณสารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากยีสต์ดำ ในการบริโภคต่อวัน[29]

ดังนั้น ปริมาณที่แนะนำเพื่อเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและป้องกันการเกิดโรคในอนาคต ของสารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากยีสต์ดำ เฉลี่ยอยู่ที่ 400 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม/วัน[29, 30] และสามารถรับประทานในช่วงเวลาใดก็ได้ แต่ช่วงเช้าจะเป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากอวัยวะในระบบทางเดินอาหารยังไม่ทำงานหนัก ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการดูดซึมสารอาหารที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

อาการไม่พึงประสงค์ (Adverse effect)

ยังไม่พบรายงานโดยตรง เกี่ยวกับอาการไม่พึงประสงค์จากการรับประทานสารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ด แต่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับผลจากการรับประทานสารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากข้าวบาร์เลย์ พบว่า หลังจากให้สารบีตากลูแคนต่อเนื่องกัน 12 สัปดาห์ ในอาสาสมัครสุขภาพดีและผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวาน (diabetes mellitus) ส่วนใหญ่จะพบอาการข้างเคียงในระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ ท้องเสีย (diarrhea) ท้องอืด (bloating) และ ท้องเฟ้อ (flatulence) เป็นต้น[31]

ซึ่งอาการข้างเคียงข้างต้น สอดคล้องกับการศึกษาสารสกัดบีตากลูแคนจากยีสต์ ซึ่งพบว่าหลังจากให้ในผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคอ้วน (obesity) และมีภาวะไขมันในเลือดสูง (hypercholesterolemia) เป็นเวลา ต่อเนื่องกัน 8 สัปดาห์ พบ อาการท้องเสีย(diarrhea) ท้องอืด (bloating) และคลื่นไส้ (nausea) แต่อาการดังกล่าวไม่จัดว่ามีความรุนแรงจนทำให้เสียชีวิต[32]

ดังนั้นการรับประทานสารบีตากลูแคน อาจทำเกิด ภาวะท้องเสีย (diarrhea) ท้องอืด (bloating) และ ท้องเฟ้อ (flatulence) เป็นต้น ซึ่งจัดเป็นอาการที่ไม่รุนแรง แต่มีข้อควรระวังสำหรับการฉีดสารบีตากลูแคนเข้าทางเส้นเลือดดำ (intravenous route) ซึ่งอาจจะทำให้เกิด ไข้หนาวสั่น (chills) ปวดบริเวณตำแหน่งที่ฉีด (pain) ปวดศีรษะ (headache) ปวดหลังและข้อต่อ (back and joint pain) คลื่นไส้ อาเจียน (nausea and vomit) และ ท้องเสีย (diarrhea) อย่างรุนแรง เป็นต้น[30]

สรุป

สารบีตากลูแคน (β-glucan) เป็นสารที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย เช่น ฤทธิ์กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเนื้องอก ฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลและไขมันในหลอดเลือด ฤทธิ์ต้านกระบวนการอักเสบ และ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น และสารดังกล่าวพบในเห็ด ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่คนไทยนิยมบริโภค หากนำเห็ดมาพัฒนาหรือแปรรูปในรูปแบบต่างๆ ก็จะเป็นอีกหนึ่งแนวฐานสนับสนุนการเพาะเลี้ยงหรืออุตสาหกรรมการแปรรูปเห็ด ทั้งยังจะช่วยส่งเสริมและกระตุ้นการบริโภคเห็ด เพื่อให้เกิดภาวะการมีสุขภาพที่ดี (Healthy's life) แก่ผู้บริโภคต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Cimerman NG 1999. Medicinal value of the genus Pleurotus (Fr.) P. Karst. (Agaricales S. R., basidiomycetes). Int J Med Mushrooms 1:69-80.
2. Manzi P, Aguzzi A, Pizzoferrato L 2001. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. Food Chem 73:321-5.
3. Barros L, Cruz T, Baptista P, Estevinho LM, Ferreira IC 2008. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. Food Chem Toxicol 46:2742-7.
4. Julia J. Volman, Julian D. Ramakers, Jogchum Plat 2008. Dietary modulation of immune function by β-glucans. *Physiol Behav 94*:276-84.
5. Estrada A, Yun CH, Van Kessel A, Li B, Hauta S, Laarveld B 1997. Immunomodulatory activities of oat beta-glucan *in vitro* and *in vivo*. *Microbiol Immunol 41*:991-8.
6. Brown GD, Gordon S 2003. Fungal beta-glucans and mammalian immunity. *Immunity 19*:311–5.
7. LIN Z and ZHANG H 2004. Anti-tumor and immunoregulatory activities of *Ganoderma lucidum* and its possible mechanisms . *Acta Pharmacol Sin 25(11):*1387-95.
8. Mouruj A and Reema M 2011. The Usage of ß-glucan extracted from local mushroom as immunomodulator. *J of Biol Sci 3(5)*:535-41.
9. Rout D, Mondal S, Chakraborty I, et al. 2004. Structural characteristion of an immunomodulating polysaccharide isolated from aqueous extract of Pleurotus florida fruit-bodies. Med Chem Res 13:509-17.
10. Kodama N, Komuta K, Nanba H 2002. Can maitake MD-fraction aid cancer patients?. Altern Med Rev 7:236-39.
11. Gao Y, Tang W, Dai X, Gao H, et al. 2005 .Effects of water-soluble Ganoderma lucidum polysaccharides on the immune functions of patients with advanced lung cancer. J Med Food 8:159-68.
12. Gao Y, Zhou S, Jiang W, Huang M and Dai X 2003. Effects of ganopoly (a *Ganoderma lucidum* polysaccharide extract) on the immune functions in advanced-stage cancer patients. *Immuno Invest 32*:201-15.
13. Wasser SP 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumour and immunostimulating polysaccharides. *Appl Microl Biotechnol 60*:258-274.
14. Handayani D, Chen J, Meyer B J and Huang XP 2014. Dietary Shiitake mushroom *(Lentinus edodes)* prevents fat deposition and lowers triglyceride in rats fed a high-fat diet. *Nutrients 6(2)*:650-62.
15. Alam N, et al. 2011. Dietary effect of Pleurotus eryngii on biochemical function and histology in hypercholesterolemic rats. *Saudi J Biol Sci.18(4):* 403–9.
16. Tokita F, Shibukawa N, Yasumoto T, Kaneda T 1972. Isolation and chemical structureof the plasma-cholesterol reducing substance from Shiitake mushroom. *Mushroom Sci8*:783-8.
17. Cimerman NG 1999. Medicinal value of the genus Pleurotus (Fr.) P. Karst. (Agaricales S. R., basidiomycetes). Int J Med Mushrooms 1:69-80.

18. Yea-W., Ki-Hoon K., Hyun-Ju C. and Dong-Seok L 2005. Anti-diabetic activity of beta-glucans and their enzymatically hydrolyzed oligosaccharides from Agaricus blazei. Biotechnol Lett 27(7):483–7.
19. Kasuga A, Aoyagi Y, Sugahara T 1993. Antioxidative activities of several mushroom extracts. J Japanese Soc Food Sci Technol 40:56-63.
20. Kiho T, Sobue S, Ukai S 1994. Structural features and hypoglycemic activities of two polysaccharides from a hot-water extract of Agrocybe cylindracea. Carbohyd Res 251: 81-7.
21. Gao Y, Lan J, Dai X, Ye J, Zhou S 2004. A phase I/II study of ling zhi mushroom Ganoderma lucidum (W.Curt.:Fr.) L loyd (Aphyllophoromycetidae) extract in patients with type II diabetes mellitus. Int J Med Mushrooms 6:33-9.
22. Adair R, Guilherme L, Sassakia T, et al. 2013. Lactarius rufus(1⟶3),(1⟶6)-d-glucans: Structure, antinociceptive and anti-inflammatory effects. Carbohyd Polym 94:129-36.
23. Jose N, Ajith TA, Jananrdhanan KK 2002. Antioxidant, anti-inflammatory and antitumor activities of culinary-medicinal mushroom Pleurotus pulmonarius (Fr.) Quel. (Agaricomycetidae). Int J Med Mushrooms 4:329-35.
24. Guerra D C, Azevedo T, Souza M, et al. 2007. Antiinflammatory, antioxidant and cytotoxic actions of beta-glucan-rich extract from Geastrum saccatum mushroom. Int Immunopharmacol 7(9):1160-9.
25. Sokoviċ M, Ċiriċ A, Glamoč lija J, Nikoliċ M, Griensven L J L D 2014. Agaricus blazei hot water extract shows anti quorum sensing activity in the nosocomial human pathogen Pseudomonas aeruginosa. Molecules 19:4189-99.
26. Cai, M.; Lin, Y.; Luo, Y.L.; Liang, H.H.; Sun, P.L 2015. Extraction, antimicrobial, and antioxidant activities of crude polysaccharides from the Wood Ear medicinal mushroom Auricularia auricula-judae (higher Basidiomycetes). Int J Med Mushrooms 17:591-600.
27. Bergendiova K, Tibenska E, Majtan J 2011. Pleuran (β-glucan from Pleurotus ostreatus) supplementation, cellular immune response and respiratory tract infections in athletes. Eur J Appl Physiol 111:2033-40.
28. Chen SN, Nan FH, Chen S, Wu JF, Lu CL, Soni MG 2011. Safety assessment of mushroom ß-glucan: subchronic toxicity in rodents and mutagenicity studies. Food Chem Toxicol 49(11):2890-8.
29. FDA, 2010. GRN 000309. Beta-glucan derived from Aureobasidium pullulans. GRAS Notification by Glucan Corporation, Limited. Document. available at: http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/gras notices/gm 309.pdf. accessed April 7, 2017.
30. Somsak V. 2013. Beta glucan the world's most powerful immune booster know to man. available at : http://www.bgmarvels.com/articles/42095031/. accessed April 7, 2017.
31. Bays, H., Frestedt, J.L., Bell, M., Williams, C., Kolberg, L., Schmelzer, W., Anderson, J.W.,2011. Reduced viscosity Barley 13-Glucan versus placebo: a randomized controlled trial of the effects on insulin sensitivity for individuals at risk for diabetes mellitus. Nutr Metab (Lond) 8:58.
32. Nicolosi, R., Bell, S J., Bistrian, B R., Greenberg, I., Forse, R.A., Blackburn, G.L., 1999 Plasma lipid changes after supplementation with brta-glucan fiber from yeast Am. J Clin Nutr 70:208-12.

CPE