ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารบีตากลูแคนในเห็ด

อ.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

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในอาณาจักรเห็ดรา ในประเทศไทยมีการนำเห็ดมาปรุงแต่งเป็นอาหารได้หลายชนิด รวมทั้งปัจจุบันมีการบริโภคเห็ดเป็นจำนวนมาก เห็ดจึงถูกนำมาแปรรูปให้อยู่ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้รับประทานได้สะดวกขึ้น เช่น แคปซูล ผงชง หรือ กาแฟเห็ด เป็นต้น ปัจจุบันมีรายงานการศึกษาวิจัยพบว่า เห็ดประกอบด้วยสารชีวโมเลกุลมากมายหลายชนิดที่มีคุณค่าทั้งทางด้านโภชนาการและทางด้านการแพทย์ ซึ่งสารบีตากลูแคน เป็นหนึ่งในสารประกอบที่พบมากในเห็ด

สารบีตากลูแคนเป็นสารประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส ที่เรียงต่อกันเป็นสายเชื่อมด้วยพันธะบีตาไกลโคซิดิก สารบีตากลูแคนพบได้ทั้งใน ยีสต์ รา ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ และเห็ด บทความนี้จึงได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสารบีตากลูแคนที่พบในเห็ดชนิดต่างๆ ทั้งทางด้านโครงสร้างและคุณสมบัติของสารบีตากลูแคน รวมทั้งฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฤทธิ์ปรับภูมิคุ้มกัน ฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการเกิดเนื้องอก ฤทธิ์ลดระดับไขมันในเลือด ฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด ฤทธิ์ต้านการอักเสบและฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย เป็นต้น รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับอาการไม่พึงประสงค์และปริมาณที่แนะนำบริโภค เพื่อเป็นการให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภคเห็ดต่อไป

บทนำ

เห็ด (Mushroom) (รูปที่ 1) เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ใน อาณาจักรเห็ดรา (Kingdom fungi) และอยู่ในไฟลัมเบสิดิโอไมโคตา (Phylum Basidiomycota) ซึ่งเป็นไฟลัมเดียวกันกับ รา และยีสต์ จากรายงานการวิจัยพบคุณประโยชน์จากการบริโภคเห็ด เป็นจำนวนมาก มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ยืนยันว่า เห็ดมีคุณสมบัติป้องกันโรคได้ โดยในเห็ดมีสารบางอย่างที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน และลดความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ และช่วยในการต้านมะเร็งหลายๆชนิด (Cimerman, 1999; Manzi et al., 2001) เนื่องจากเห็ดอุดมไปด้วยแร่ธาตุ เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก เป็นต้น และ สารอาหารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น กรดอะมิโน วิตามินบีหรือซี (Barros et al., 2008) เป็นต้น

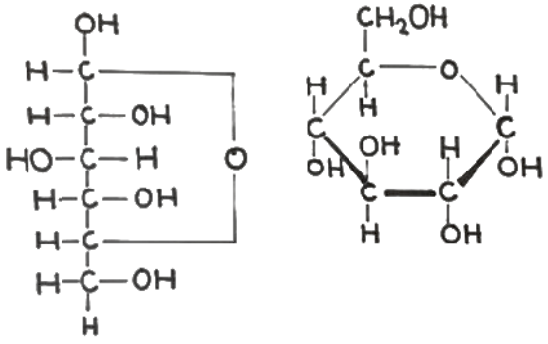
อีกทั้งยังพบรายงานวิจัยหลายชนิด ที่ค้นพบสารบีตากลูแคน (β-glucan) ในเห็ด ซึ่งการทดสอบคุณสมบัติของสารดังกล่าว พบว่าสารบีตากลูแคนมีคุณประโยชน์ที่จะช่วยส่งเสริมให้ร่างกายแข็งแรง ป้องกันการเกิดโรคในอนาคตได้ด้วย

รูปที่ 1 ตัวอย่างเห็ดชนิดต่างๆ

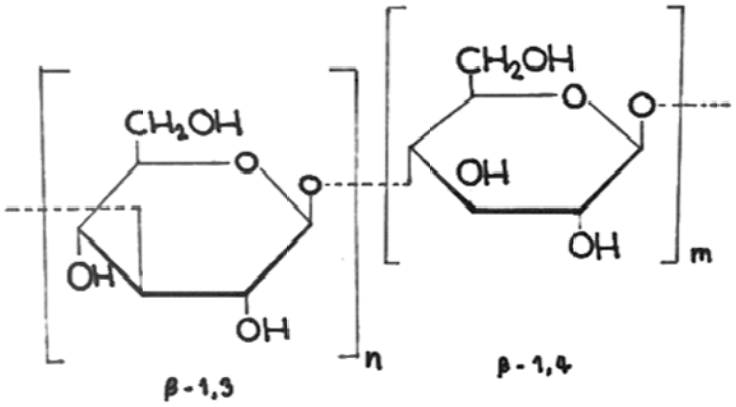
โครงสร้างของสารบีตากลูแคน (β -glucan structure)

สารบีตากลูแคน (β-glucan) คือ สารประกอบประเภทน้ำตาลหลายโมเลกุล ที่เรียกว่า พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ซึ่งประกอบด้วย น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ น้ำตาลกลูโคส (D-glucose) (รูปที่ 2) เชื่อมโยงกันด้วยพันธะบีตาไกลโคซิดิก (β -glycosidic)

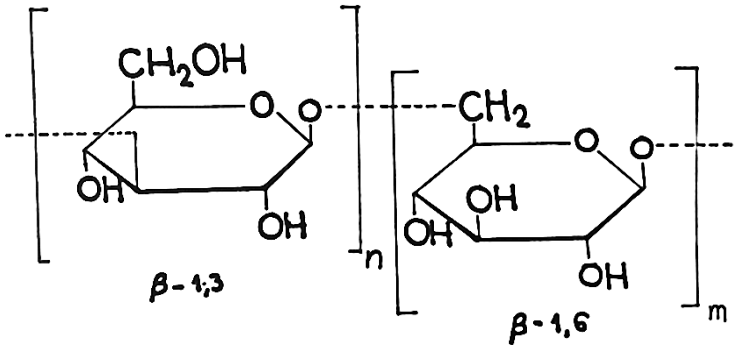
สารบีตากลูแคน จะมี 1,3- β -glucan เป็นโครงสร้างหลักบริเวณแกนกลาง (backbone) และมีสายกิ่งที่แตกแขนงออกมา (branch) โดยสายกิ่งอาจเป็นชนิด 1,4- β -glucan หรือ 1,6- β -glucan สามารถเรียกได้อีกอย่างว่า 1,3/1,4- β -glucan (รูปที่3) หรือ 1,3/1,6- β -glucan (รูปที่ 4) (Julia et al., 2008) ตามลำดับ



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 (Brown & Gordon, 2003; Estrada et al., 1997)

ตารางที่ 1 โครงสร้างและพันธะเชื่อมต่อของสารบีตากลูแคนแต่ละชนิด (Cimerman, 1999)

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

ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารบีตากลูแคน (Biological activity of β -glucan)

ฤทธิ์ปรับภูมิคุ้มกัน (Immunomodulating activity)

สารบีตากลูแคน ที่สกัดได้จากเห็ดหลินจือ *(Ganoderma lucidum)* พบว่ามีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของ macrophage, interleukin-1 และ tumor necrosis factor ในหนูทดลอง (Lin & Zhang, 2004) นอกจากนี้ยัง พบว่าหลังจากให้สารบีตากลูแคน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ในหนูทดลอง พบว่า ตับ ม้ามและลำไส้เล็ก ของหนูทดลอง มีเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน คือ macrophage , natural killer cell (NK – cell) และ mononuclear cell เพิ่มขึ้นทั้งขนาดและจำนวน (Mouruj & Reema, 2011)

อีกทั้งยังพบ ฤทธิ์ของสารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดนางฟ้า (*Pleurotus florida*) ซึ่งเป็นการทดลองในหลอดทดลอง *(In Vitro)* ในเซลล์เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เมื่อให้สารบีตากลูแคนพบว่าเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทั้ง macrophage, splenocyte และ thymocyte มีการเพิ่มขึ้นทั้งขนาดและจำนวน (Rout et al., 2004)

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 (Kodama, 2002)

ฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการเกิดเนื้องอก (Anti-tumor activity)

สารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum*) มีฤทธิ์กระตุ้นปริมาณของ interleukin-2, interleukin-6 และ interferon gamma (IFN–GAMMA) ในเลือดของผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับสารบีตากลูแคนติดต่อกันอย่างน้อย 12 สัปดาห์ (Gao et al., 2005; Gao et al.,2003)

อีกทั้งพบฤทธิ์ยับยั้ง Sacroma 180 solid cancer และ Ehrlish solid cancer จากสารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดในกลุ่ม Basidiomycetes และยังพบคุณสมบัติในการยับยั้งกระบวนการเกิดเนื้องอกอื่นๆ เช่น ป้องกันกระบวนการเจริญเติบโตของเนื้องอก กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับเคมีบำบัดและช่วยป้องกันการแพร่กระจายของเนื้องอก เป็นต้น (Wasser, 2002)

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 (Handayani et al., 2014)

อีกทั้งยังพบฤทธิ์ของสารบีตากลูแคน ที่สกัดได้จากเห็ดนางรมหลวง (*Pleurotus eryngii*) เมื่อให้ต่อเนื่องเป็นเวลา 7 สัปดาห์ในหนูทดลอง ที่ถูกกระตุ้นให้เป็นเบาหวานและไขมันในเลือดสูง พบว่าสาร บีตากลูแคนมีฤทธิ์ลดระดับ total cholesterol triglyceride และเพิ่มระดับ high density lipoprotein (HDL)-cholesterol อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Alam et al., 2011)

สารสกัดบีตากลูแคนจากเห็ดชิตาเกะ (*Lentinus edodes*) เมื่อทำการทดลองในประชากรเพศหญิงอายุ 25 -60 ปี ในประเทศญี่ปุ่น พบว่าระดับคอเลสเตอรอล (cholesterol) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Tokita et al., 1972) และพบรายงานการวิจัยยืนยันฤทธิ์ของสารบีตากลูแคนในเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatu*) ว่ามีฤทธิ์ลดระดับไขมันในเลือดและสนับสนุนการบริโภคเห็ดดังกล่าวในมนุษย์ด้วย (Cimerman, 1999)

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) และ อินซูลิน (insulin) ในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และมี HDL cholesterol เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Yea et al., 2005)

สอดคล้องกับการวิจัย เกี่ยวกับสารสกัดบีตากลูแคน จากเห็ด *Grifola frondosa* (Kasuga et al, 1993) และ *Agrocyb cylindracea* (Kiho et al., 1994) พบว่ามีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด 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 (Gao et al., 2004)

ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Anti-inflammation activity)

สารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ด *Lactarius rufus* มีฤทธิ์ระงับอาการปวดที่เกิดจากระบบประสาท (Neurogenic pain) ในหนู Swiss mice ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบ ด้วย 2.5% formalin (Adair et al., 2013)

อีกทั้งฤทธิ์ของสารสกัดบีตากลูแคนจากเห็ดนางฟ้าภูฏาน (*Pleurotus pulmonarius*) ยังมีฤทธิ์ลดการอักเสบในหนูทดลอง ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบด้วย formalin เมื่อเปรียบเทียบกับยา diclofenac (Jose et al., 2002)

นอกจากนั้น การทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารบีตากลูแคน ที่สกัดได้จากเห็ดดาวดินกลม (*Geastrum saccatum*) ในหนู BALBc และ Wistar rats ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบ พบว่าสาร บีตากลูแคนมีฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการอักเสบ โดยผ่านกลไกยับยั้ง nitric oxide และ cyclooxygenase (COX) อีกด้วย (Guerra et al., 2007)

ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย (Anti-bacterial activity)

สารบีตากลูแคน ที่สกัดได้จากเห็ด *Agaricus blazei* พบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการสร้าง Biofilm จากเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคที่พบบ่อยในสถานพยาบาล (Soković et al., 2014) อีกทั้งยังพบว่าฤทธิ์ของสารสกัดบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดหูหนู (*Auricularia auricular-judae*) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* เมื่อพิจารณาจาก Inhibition zone ของเชื้อทั้งสองชนิด (Cai et al., 2015)

สารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatu)* เมื่อให้ต่อเนื่องเป็นเวลา 3 เดือน ในอาสาสมัครที่เป็นนักกีฬาเพศชาย จำนวน 50 ราย ผลการทดสอบพบว่า อุบัติการณ์การติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ (upper respiratory tract infection) และอุบัติการณ์จากการติดเชื้อ *Staphylococcus aureus* ของอาสาสมัครลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Bergendiova et al., 2011)

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* (Chen et al., 2011)

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

ตารางที่ 2 ปริมาณสารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากยีสต์ดำ ที่แนะนำในการบริโภคต่อวัน (FDA, 2010)

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

ดังนั้น ปริมาณที่แนะนำเพื่อเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและป้องกันการเกิดโรคในอนาคตของ สารบีตากลูแคนที่สกัดได้จากยีสต์ดำเฉลี่ยอยู่ที่ 400 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม/วัน (FDA, 2010; Somsak, 2013) 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 (Bays et al., 2011)

ซึ่งอาการข้างเคียงข้างต้น สอดคล้องกับการศึกษาสารสกัดบีตากลูแคนจากยีสต์ ซึ่งพบว่าหลังจากให้ในผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคอ้วน (obesity) และมีภาวะไขมันในเลือดสูง (hypercholesterolemia) เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 8 สัปดาห์ พบอาการท้องเสีย(diarrhea) ท้องอืด (bloating) และคลื่นไส้ (nausea) แต่อาการดังกล่าวไม่จัดว่ามีความรุนแรง จนทำให้เสียชีวิต (Nicolosi et al., 1999)

ดังนั้นการรับประทานสารบีตากลูแคน อาจทำให้เกิด ภาวะท้องเสีย (diarrhea) ท้องอืด (bloating) และท้องเฟ้อ (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 (Somsak, 2013)

สรุป

สารบีตากลูแคน (β -glucan) เป็นสารที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย เช่น ฤทธิ์กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเนื้องอก ฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลและไขมันในหลอดเลือด ฤทธิ์ต้านกระบวนการอักเสบ และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น และสารดังกล่าวพบในเห็ดซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่คนไทยนิยมบริโภค หากนำเห็ดมาพัฒนาหรือแปรรูปในรูปแบบต่างๆ ก็จะเป็นอีกหนึ่งแนวฐานสนับสนุนการเพาะเลี้ยงหรืออุตสาหกรรมการแปรรูปเห็ด ทั้งยังจะช่วยส่งเสริมและกระตุ้นการบริโภคเห็ดเพื่อให้เกิดภาวะการมีสุขภาพที่ดี (Healthy’s life) แก่ผู้บริโภคต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Adair R, Guilherme L, Sassakia T, et al. *Lactarius rufus(*1⟶3),(1⟶6)-d-glucans: Structure, antinociceptive and anti-inflammatory effects. *Carbohyd Polym* 2013;94:129-36.

Alam N, et al. Dietary effect of Pleurotus eryngii on biochemical function and histology in hypercholesterolemic rats. *Saudi J Biol Sci* 2011;18(4): 403–9.

Barros L, Cruz T, Baptista P, Estevinho LM, Ferreira IC. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food Chem Toxicol* 2008;46:2742-7.

Bays, H., Frestedt, J.L., Bell, M., Williams, C., Kolberg, L., Schmelzer, W., Anderson, J.W. 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) 2011;8:58.

Bergendiova K, Tibenska E, Majtan J. Pleuran (β -glucan from *Pleurotus ostreatus*) supplementation, cellular immune response and respiratory tract infections in athletes. *Eur J Appl Physiol* 2011;111:2033-40.

Brown GD, Gordon S. Fungal beta-glucans and mammalian immunity. *Immunity* 2003;19:311–5.

Chen SN, Nan FH, Chen S, Wu JF, Lu CL, Soni MG. Safety assessment of mushroom β -glucan: subchronic toxicity in rodents and mutagenicity studies. *Food Chem Toxicol* 2011;49(11):2890-8.

Cai, M.; Lin, Y.; Luo, Y.L.; Liang, H.H.; Sun, P.L. Extraction, antimicrobial, and antioxidant activities of crude polysaccharides from the Wood Ear medicinal mushroom *Auricularia auricula-judae* (higher Basidiomycetes). *Int J Med Mushrooms* 2015; 17:591-600.

Cimerman NG. Medicinal value of the genus Pleurotus (Fr.) P. Karst. (Agaricales S. R., basidiomycetes). *Int J Med Mushrooms* 1999;1:69-80.

Estrada A, Yun CH, Van Kessel A, Li B, Hauta S, Laarveld B. Immunomodulatory activities of oat beta-glucan *in vitro* and *in vivo*. *Microbiol Immunol* 1997;41:991-8.
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.

Gao Y, Tang W, Dai X, Gao H, et al. Effects of water-soluble *Ganoderma lucidum* polysaccharides on the immune functions of patients with advanced lung cancer. *J Med Food* 2005;8:159-68.

Gao Y, Zhou S, Jiang W, Huang M and Dai X. Effects of ganopoly (a *Ganoderma lucidum* polysaccharide extract) on the immune functions in advanced-stage cancer patients.

Immuno Invest 2003;*32*:201-15.

Gao Y, Lan J, Dai X, Ye J, Zhou S. 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* 2004;6:33-9.

Guerra D C, Azevedo T, Souza M, et al. Antiinflammatory, antioxidant and cytotoxic actions of beta-glucan-rich extract from *Geastrum saccatum* mushroom. *Int Immunopharmacol* 2007;7(9):1160-9.

Handayani D, Chen J, Meyer B J and Huang XP. Dietary Shiitake mushroom *(Lentinus edodes)* prevents fat deposition and lowers triglyceride in rats fed a high-fat diet. *Nutrients* 2014;*6(2)*:650-62.

Jose N, Ajith TA, Jananrdhanan KK. Antioxidant, anti-inflammatory and antitumor activities of culinary-medicinal mushroom *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel. (Agaricomycetidae). *Int J Med Mushrooms* 2002;4:329-35.

Julia J. Volman, Julian D. Ramakers, Jogchum Plat. Dietary modulation of immune function by β -glucans. *Physiol Behav* 2008;94:276-84.

Kasuga A, Aoyagi Y, Sugahara T. Antioxidative activities of several mushroom extracts. *J Jpn Soc Food Sci Technol* 1993;40:56-63.

Kiho T, Sobue S, Ukai S. Structural features and hypoglycemic activities of two polysaccharides from a hot-water extract of *Agrocybe cylindracea*. *Carbohyd Res* 1994;251:81-7.

Kodama N, Komuta K, Nanba H. Can maitake MD-fraction aid cancer patients?. *Altern Med Rev* 2002;7:236-39.

LIN Z and ZHANG H. Anti-tumor and immunoregulatory activities of *Ganoderma lucidum* And its possible mechanisms. *Acta Pharmacol Sin* 2014;25(11):1387-95.

Nicolosi, R., Bell, S J., Bistrian, B R., Greenberg, I., Forse, R.A., Blackburn, G.L. Plasma lipid changes after supplementation with beta-glucan fiber from yeast Am. *J Clin Nutr* 1999;70:208-12.

Manzi P, Aguzzi A, Pizzoferrato L. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chem* 2001;73:321-5.

Mouruj A and Reema M. The Usage of ß-glucan extracted from local mushroom as immunomodulator. *J of Biol Sci* 2011;3(5):535-41.

Rout D, Mondal S, Chakraborty I, et al. Structural characteristion of an immunomodulating polysaccharide isolated from aqueous extract of *Pleurotus florida* fruit-bodies. *Med Chem Res* 2004;13:509-17.

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.

Soković M, Ćirić A, Glamočlija J, Nikolić 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* 2014;19:4189-99.

Tokita F, Shibukawa N, Yasumoto T, Kaneda T. Isolation and chemical structureof the plasma-cholesterol reducing substance from Shiitake mushroom. *Mushroom Sci* 1972;8:783-8.

Wasser SP. Medicinal mushrooms as a source of antitumour and immunostimulating polysaccharides. *Appl Microl Biotechnol* 2002;60:258-274.

Yea-W., Ki-Hoon K., Hyun-Ju C. and Dong-Seok L. Anti-diabetic activity of beta-glucans and their enzymatically hydrolyzed oligosaccharides from *Agaricus blazei*. *Biotechnol Lett* 2005;27(7):483–7.