

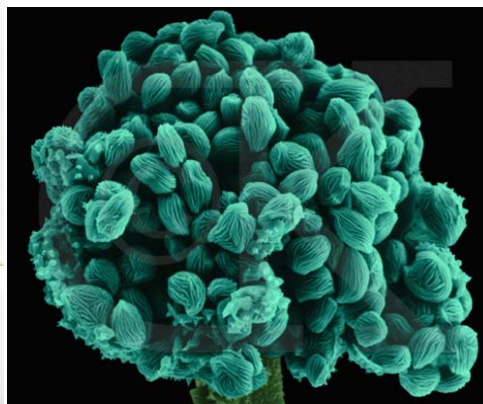
β -Glucan



เอกสารวิชาการ
(ไม่สงวนลิขสิทธิ์)

ดร. ยอดยิ่ง เทพธรรานนท์
ศูนย์วิจัยแบคทีเรียและไวรัส มหาชัย

30 ตุลาคม 2554



Bacteria and Virus Research Center (BVRC)

ก่อนเปิดอ่าน

เอกสารฉบับนี้ เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับความเป็นจริงของสาร β -glucan ซึ่งกำลังโด่งดังอยู่ในวงการแพทย์ในขณะนี้ เป็นการรวบรวมถึงลักษณะของ β -glucan ชนิดต่างๆ ผลการวิจัยของสถาบันที่มีชื่อเสียงซึ่งได้ใช้เวลามากกว่า 15 ปี ในการวิจัย ผู้รวบรวมได้ตัดเอาส่วนของผลงานวิจัยที่ทำให้ผู้อ่านเกิดความลำเอียง (bias) และเกิดความเชื่อไร้สาระของกลุ่มนักทดลองวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้าขายในเชิงพาณิชย์ออกหมด เพื่อป้องกันมิให้ผู้อ่านไขว้เขว และออกจากแนวทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องเป็นสิ่งที่สามารถทดลองได้ (testible) และพิสูจน์ได้ (provable) ซึ่งเป็นหลักใหญ่ของเอกสารทางวิชาการของ BVRC (ศูนย์วิจัยแบคทีเรียและไวรัส มหาวิทยาลัย)

เอกสารฉบับนี้อ่านไม่สนุก เพราะได้ตัดบทความ และ/หรือ ข้อความที่ดูจะทำให้สาร β -glucan เลิศลอย หรือเป็นสาร 'วิเศษ' กระนั้นก็ตามผู้รวบรวมรู้สึกถึงความสนใจของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้ให้ความสนใจกับสาร β -glucan อย่างมากมาย และจากผลของการทดลองวิจัยต่างๆ ในเอกสารฉบับนี้ อาจทำให้ผู้อ่านเคลิ้มไปบ้าง อย่างไรก็ตาม ผู้รวบรวมเรื่องราวเกี่ยวกับการทดลองในเอกสารฉบับนี้ เพียงแต่ต้องการให้ผู้อ่านได้รับทราบว่ามีสารซึ่งสกัดจาก (สิ่งมีชีวิต) ธรรมชาติที่ยังพอมีความปลอดภัย ซึ่งก็จะต้องติดตามผลการทดลองและวิจัยต่อไปในอนาคต

ด้วยความปรารถนาดี

ดร.ยอดยี่ง เทพธรรานนท์

ผู้อำนวยการ BVRC

30 ตุลาคม 2554

β -Glucan

β -Glucans (beta-glucan) เป็น **Polysaccharides** ของโมเลกุลเดี่ยวๆ (monomer) ของ D-glucose เกาะเกี่ยวกันด้วย glycosidic bonds. β -glucans เป็นโมเลกุลหลายชนิดซึ่งแปรเปลี่ยนไป ขึ้นอยู่กับสภาพของขนาดโมเลกุล (molecular mass), การละลายน้ำ (solubility), ความข้น (viscosity) และลักษณะทาง 3 มิติ **β -glucans** พบได้เสมอๆ ในพืชที่มี cellulose, ราของธัญพืช และเปลือกเซลล์ของยีสต์ (yeast) ที่ใช้ทำขนมปัง, เชื้อรา, เห็ด และแบคทีเรียบางชนิด β -glucan ในบางรูปแบบมีประโยชน์ต่อมนุษย์ในแง่ของอาหาร เพราะเป็นแหล่งที่ดีของเส้นใย (fiber)

β -glucans จากยีสต์ และเห็ดบางชนิด ที่มีคุณค่าทางการแพทย์เป็นยาได้รับการพิสูจน์ว่า เป็นสารที่เป็นตัวกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน จากงานวิจัยโดย (Ooi VE and Liu F, 2000) พบว่า (1,3/1,6) β -glucan ไม่ละลายน้ำ (insoluble) มีสมรรถภาพในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันมากกว่า (1,3/1,4) β -glucan ซึ่งเป็นส่วนที่ละลายน้ำได้ ความแตกต่างของการเชื่อมต่อเป็นโมเลกุลของ β -glucan และโครงสร้างทางเคมีเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดสภาพการละลายน้ำ ความสามารถในการทำหน้าที่ และการทำงานทางชีววิทยาอื่นๆ

β -glucan chemistry

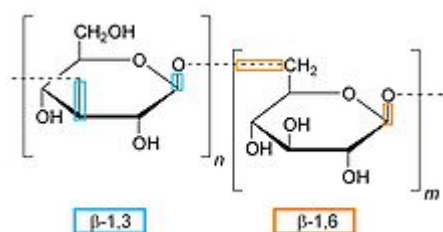
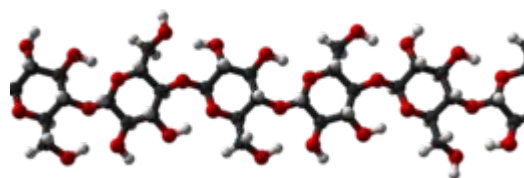


Diagram showing orientation and location of different beta-glucan linkage



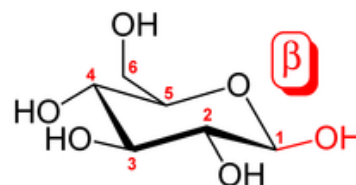
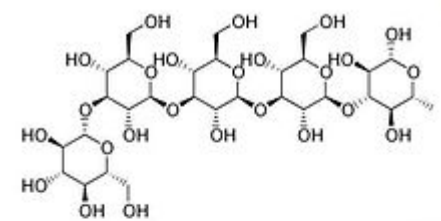
Three-dimensional structure of cellulose, a β -1,4 glucan

β -glucans เป็นห่วงโซ่ของ D-glucose Polysaccharide เชื่อมต่อกัน โดย β -glycosidic bonds วงแหวน 6 ด้านของ D-glucose สามารถเชื่อมต่อกับวงแหวนอื่นๆ ต่อกันไปได้ (ดูรูป) แล้วแต่ตำแหน่งของโครงสร้างวงแหวน β -glucan บาง form จะเกาะกับ glucose ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ตายตัว

อย่างไรก็ตาม β -glucan จะมีโมเลกุลในรูปแบบหลากหลายกว่าโมเลกุลของแป้ง (starch) เช่น ในบางกรณี β -glucan จะมีหน่วยของ D-glucose ซ้ำๆ กัน โดยเชื่อมต่อกันด้วย β -glycosidic bonds ที่ด้านหนึ่งเหมือนกับ โมเลกุลแป้ง แต่มีสายโซ่ด้านข้างของ glucose เกาะติดอยู่ในอีกตำแหน่งหนึ่งของห่วงโซ่หลักของ D-glucose ห่วงโซ่เล็กๆ ด้านข้างซึ่งเล็กกว่า สามารถแตกแขนงออกไปจากแกนหลัก (backbone) ของ β -glucan (ในกรณีของแป้ง 'backbone' จะเป็นสายโซ่ D-glucose เชื่อมติดกับตำแหน่ง (1,4)) หรือในตำแหน่งอื่นๆ เช่น ตำแหน่ง 3 หรือ 6 ก็ได้ side chains เหล่านี้ สามารถเกาะติดกับโมเลกุลรูปแบบอื่นๆ ได้ เช่น โมเลกุลของโปรตีน (ตัวอย่างเช่น Polysaccharide – K)

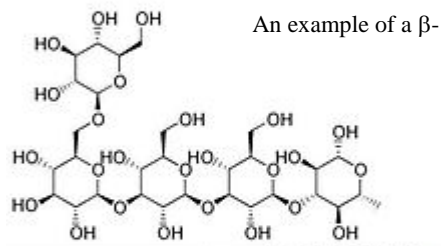
β -glucans ในรูปแบบที่มีปฏิกิริยารวดเร็วที่สุดประกอบด้วยหน่วยของ D-glucose ที่ถูกเชื่อมที่ตำแหน่ง (1,3) และมี side chain ของ D-glucose เกาะติดอยู่ที่ตำแหน่ง (1,6) จึงถูกเรียกว่า β 1,3 / 1,6 glucan

An example of a β -1,3 linkage

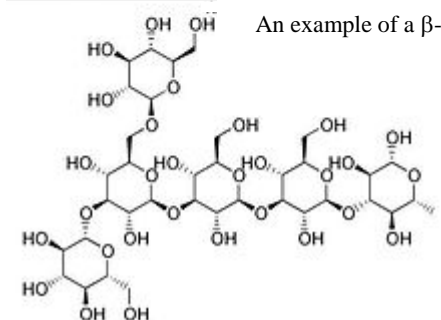


Glucose molecule, showing carbon numbering notation and β orientation.

An example of a β -1,6 linkage



An example of a β -1,3 : β -1,6 linkage



Examples of various β -glucan glycosidic linkages.



The Shiitake mushroom contain beta-glucans.

แหล่งของ β -glucan ในธรรมชาติ

แหล่งของ β (1,3)-D-glucose ในธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วไป คือบริเวณเปลือกของยีสต์ทำขนมปัง (*Saccharomyces cerevisiae*) อย่างไรก็ตาม β (1,3)(1,4)-glucans สามารถถูกสกัดจากรำของเมล็ดธัญพืชบางชนิด เช่น ข้าวโอ๊ต และข้าวบาร์เลย์ และมีเล็กน้อยในข้าวไรย์ และข้าวสาลี β (1,3) D-glucan จากยีสต์ นับเป็นสารประกอบที่ดีในกลุ่มนี้ เนื่องจากเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble) แต่สารที่สกัดจากธัญพืชดังกล่าวไว้แล้ว จะพบทั้งกลุ่มที่ละลายน้ำ และกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ แหล่งของ β -glucan อื่นๆ ได้จากสาหร่าย (Teas J, 1983) และเห็ดชนิดต่างๆ เช่น เห็ดหลินจือ, เห็ดหอม และ maitake (Wasser SP et al., 1999)

จากรายงานของ Przemysl spozycszy, 2002, 56: 20-21 ได้มีการบันทึกว่า β -glucan สามารถทำให้จำนวนของ macrophage เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากบริโภค นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็น antioxidant ที่

ทำลายอนุมูลอิสระ (free radical) ลดปริมาณคอเลสเตอรอลในกระแสโลหิต และช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันสำหรับผู้ที่เป็นโรคเกี่ยวกับภูมิคุ้มกันหลายประเภท ในระดับ ‘Very well’

งานวิจัยเกี่ยวกับ β -glucans

1. ประสิทธิภาพในการต่อต้านเซลล์มะเร็ง

คุณสมบัติของ β -glucans ในการต่อต้าน และทำลายเซลล์มะเร็ง ได้รับการทดลองวิจัยมากมาย และหลากหลายแง่มุม ทั้งใน *vivo* และ *vitro* (DiLuzio NR *et al.*, 1980; Morikawa K *et al.*, 1985; Mansell, PW *et al.*, 1975) ในการทดลองกับหนู mice β -1,3 glucan ทำงานร่วมกับ α -interferon ยับยั้งเซลล์มะเร็งและการกระจายของเซลล์มะเร็งไปยังส่วนของตับ (liver metastasis) (Sveinbjörnsson B *et al.*, 1998) แต่ไม่สามารถทำลายมะเร็งชนิด carcinoma ได้ จากข้อมูลทางสถิติพบว่ามันสามารถทำงานร่วมกับ cyclophosphamide และทำให้ลดอัตราการตายได้ (Thompson IM *et al.*, 1987) นอกจากนั้นยังเป็นตัวเสริมสารเคมีสังเคราะห์ที่ใช้บำบัดผู้ป่วยได้เป็นอย่างดี (chemotherapy) ในผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งกระเพาะอาหาร (gastric cancer) และมะเร็งลำไส้ใหญ่ (colorectal cancer) ที่มีอาการในระดับรุนแรง การให้ β -1,3 glucans ที่สกัดจากเห็ดหอมร่วมกับ chemotherapy สามารถยืดอายุผู้ป่วยได้ (Wakui A *et al.*, 1986)

2. β -glucan กับระบบภูมิคุ้มกัน

β -glucans เป็น ‘biological immune modifiers’ เนื่องจากมันสามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน (Miura NN *et al.*, 1996) นักอิมมูโนวิทยาแห่ง University of Louisville ได้ค้นพบว่า ตัวรับ (receptors) บนพื้นผิวของ innate immune cells ที่เรียกว่า Complement Receptor 3 (CR3 หรือ Cd11b/CD18) ซึ่งทำหน้าที่รับผิดชอบต่อการเกาะติดของ β -glucans ขอมให้ immune cells จดจำมันได้ว่าเป็น ‘non-self’ (Vetvicka V *et al.*, 2007)

3. β -glucans กับคอเลสเตอรอลในกระแสโลหิต

ประสิทธิภาพของ β -glucans ในการลดคอเลสเตอรอลในกระแสโลหิต แต่ไม่ได้ลดน้ำหนักร่างกาย ได้รับการบันทึกโดย EFSA NDA Panel (Dietetic Products, Nutrition and Allergies) จากผลการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์การอาหาร (nutritionists) ได้มีรายงานว่า การใช้ β -glucans ที่สกัดจากข้าวโอ๊ต ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ข้าวบาร์เลย์ กับผู้เจริญเต็มวัย (adults) ที่มีคอเลสเตอรอลในกระแสโลหิตมากกว่าปกติ (ไม่สูงมากเกินไป) โดยใช้ β -glucans มากกว่า 3 กรัม/วัน สามารถทำให้คอเลสเตอรอลลดระดับลงมาเป็นปกติได้ (Bresson *et al.*, 2009)

4. ประสิทธิภาพในการป้องกันการติดเชื้อ

ได้มีการทดลองและวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้อย่างจริงจังในปี 1990 เพื่อประเมินผลของการใช้บำบัดด้วย β -glucans ในการควบคุมการติดเชื้อ สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดและเสี่ยงต่อการติดเชื้อสูง (Babineau TJ *et al.*, 1994) โดยมีการสุ่มตัวอย่างจากผู้ป่วย 34 คน โดยการทดลองที่ใช้ double blind, placebo-controlled ผลปรากฏว่าผู้ป่วยที่ได้รับ PCG-glucan มีอาการติดเชื้อน้อยกว่า placebo groups อย่างมีนัยสำคัญ คือ มีการติดเชื้อระดับ 1.4 สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับ PCG-glucan และ 3.4 สำหรับกลุ่มที่ได้รับ placebo นอกจากนี้ กลุ่มแพทย์ผู้ที่ทำการทดลองยังบันทึกด้วยว่า การใช้ยาปฏิชีวนะ (IV) ก็ใช้น้อยลง และใช้เวลาอยู่ในห้อง ICU สั้นลงด้วย

นอกจากนี้ ยังมีการทดลองทางคลินิกถึงประสิทธิภาพของ β -glucan กับผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด และมีโอกาสติดเชื้อสูง 67 คน โดยใช้ 0.1, 0.5, 1.0 และ 2.0 mg PCG-glucan ต่อน้ำหนักตัว 1 กก. เทียบกับกลุ่ม placebo พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับ placebo มีการติดเชื้อรุนแรง 4 คน และผู้ที่ได้รับ PCG-glucan ในอัตราต่ำ (0.1 mg / kg) 3 คน และมีผู้ป่วยเพียง 1 คนที่ได้รับ PCG-glucan 2.0 mg/kg (Babineau TJ *et al.*, 1994)

ยังมีการทดลองอื่นๆ เช่น ทดลองใช้กับผู้ป่วยลำไส้ใหญ่ที่ได้รับการผ่าตัด โดยให้ PCG ในอัตรา 0, 0.5 และ 1.0 mg / ต่อน้ำหนักตัว 1 กก. และพบว่า หลังจากนั้น 30 วัน ผู้ที่ได้รับ PCG-glucan ลดอัตราการติดเชื้อได้ 39% หลังการผ่าตัด (Dellinger EP *et al.*, 1999)

ยังมีการทดลองที่สำคัญโดย Canadian Department of Defense โดยให้ β -glucan ที่สกัดจากยีสต์ (yeast) คู่กับการใช้ยาปฏิชีวนะ และไม่ได้ใช้ยาต่อการติดเชื้อแอนแทรกซ์ (anthrax) และพบว่า หนู mice ที่ได้รับยาปฏิชีวนะ และ β -glucan ในอัตรา 2 mg/น้ำหนักตัว 1 กก. หรือ 20 mg/น้ำหนักตัว 1 กก. เป็นเวลา 8 วัน ก่อนที่จะทดลองฉีดเชื้อ *Bacillus anthracis* สามารถป้องกันไม่ให้หนูตายได้มากกว่า 10 วัน ในขณะที่หนูกลุ่มที่ได้รับแต่ยาปฏิชีวนะ ตายทั้งหมด (Vetvicka V *et al.*, 2002) ได้มีการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่งโดยวิธีเดียวกัน พบว่าหนูกลุ่มที่ได้รับ β -glucan รอดตายมากถึง 80 - 90% แต่กลุ่มที่ไม่ได้รับ β -glucan มีอัตราการรอดเพียง 30% เท่านั้น

5. การทดลอง β -glucan กับการฉายรังสี

Patchen ML *et al.* (1983) ได้ทำการทดลองใช้ β -glucan เพื่อสังเกตการณ์เกี่ยวกับ granulocyte monocyte-colony stimulating factor (GM-CSF) โดยใช้ β -glucan ชนิดที่ไม่ละลายน้ำก่อนแล้วตามด้วยชนิดที่ละลายน้ำ โดย IV กับหนู mice ปรากฏว่า หนูที่ได้รับ 500-900 CGY (500-900 mrad) จากรังสีแกมมา มีการปรับปริมาณเม็ดโลหิตขาวเพิ่มขึ้น (หลังจากที่เม็ดโลหิตขาวถูกทำลายโดยรังสี) นอกจากนี้ เกล็ดเลือด และเม็ดโลหิตแดงก็เพิ่มขึ้นด้วยเมื่อให้ IV β -glucan (Patchen ML; DiLuzio NR *et al.*, 1984; Patchen ML; MacVittie TJ *et al.*, 1984; Petruczenko A *et al.*, 1984; Patchen ML *et al.*, 1986) มีรายงานหลายชิ้นที่แสดงว่า β -glucan สามารถปรับ myelo-suppression ในร่างกาย หลังจากผู้ป่วยได้รับสารเคมีสังเคราะห์ในการบำบัด (chemotherapy drugs) เช่น fluorouracil ได้ดี (Dellinger EP *et al.*, 1999), รวมทั้ง carboplatinum หรือ cyclo-

phosphamide (Patchen ML *et al.*,1998) ยิ่งไปกว่านั้น ปฏิบัติการด้านเชื้อของ β -glucan และ hematopoiesis-stimulating activity (การกระตุ้นการทำงานของ hematopoietic stem cell ในการผลิตเม็ดเลือดและแอนติบอดี) ทำให้หนู mice ซึ่งได้รับรังสีขนาด 900-1,200 CGY มีชีวิตรอดอีกด้วย (**Babineau TJ *et al.*, 1994**) ในการทดลองใน *in vitro* แสดงให้เห็นว่า β -glucan สามารถเข้าไปช่วยการสร้าง granulocyte และ megakaryocyte โดย hematopoietic stem progenitor cells เมื่อใช้ร่วมกับ GM-CSF และ interleukin-3 (IL-3) ตามลำดับ (**Turnbull JL *et al.*, 1999**)

ในการทดลองแรกๆ นั้น ส่วนมากเป็นการให้ β -glucan โดยการฉีดเข้าร่างกาย แต่ในภายหลังได้มีการทดลองมากมายในเรื่องการให้ β -glucan โดยการรับประทาน (**Vetvicka V *et al.*, 2007; Hong F *et al.*,2004; Tomoda M *et al.*, 1994; Mucksová J *et al.*, 2001**) ซึ่งเป็นการสะดวกสำหรับผู้ป่วยมากกว่า

Allendorf *et al.* (2003) เป็นนักวิจัยคนแรกที่แสดงให้เห็นว่า การให้ β -glucan ทางปากได้ผลเทียบเท่ากับการฉีดเข้าร่างกาย โดยกลุ่มทำงาน Vetvicka แสดงให้เห็นถึงวิธีการเคลื่อนตัวของ β -glucan ไปตามทางเดินอาหาร (**Vetvicka V *et al.*, 2007**) และ **Cremer *et al.* (2006)** ก็ได้ทดลองและอธิบายถึงการให้ β -glucan โดยการรับประทาน สามารถกระตุ้น hematopoiesis ในหนู mice ที่ได้รับรังสีได้

6. การ shock เนื่องจากการเป็นพิษในเลือด หรือเนื้อเยื่อ (Septic shock)

Onderdonk *et al.* (1992) ค้นพบว่า β -glucan ซึ่งสกัดจากยีสต์ สามารถลดการเกิดติดเชื้อในเลือด หรือเนื้อเยื่อ (septic infections) โดยทดลองกับหนู mice โดยหนูที่ได้รับ *E. coli* หรือ *S. aureus* ไม่มีอาการใดๆ เกิดขึ้นเมื่อนำ PGG-glucan 4 - 6 ชั่วโมงก่อนฉีดเชื้อดังกล่าวเข้าสู่ร่างกาย **Keynodle *et al.* (1998)** ก็ได้พบเช่นเดียวกันเมื่อทดลองกับหนูตะเภา โดยได้ทดลองให้ β -glucan จากยีสต์ ก่อนที่จะฉีดเชื้อ *S. aureus* เข้าในตัวของหนู ยังมีการทดลองกับสัตว์หลายชนิด โดยใช้ β -glucan จากยีสต์ในการป้องกันการติดเชื้อในเนื้อเยื่อโดยแบคทีเรีย และป้องกันโรค (porphyllaxis) (**Onderdonk AB *et al.*, 1992; Kernodle DS *et al.*, 1998; Tzianabos AO *et al.*, 1998**) และการป้องกันการบาดเจ็บเนื่องจากการเกิดออกซิเดชันของอวัยวะ (oxidative organ) (**Sener, G *et al.*, 2005**)

7. การผ่าตัด (Surgery)

ในการทดลองโดยการสุ่มตัวอย่าง และทำ double blind กับผู้ป่วย 38 คน ที่บาดเจ็บ โดยการฉีด glucan ของ yeast เข้าทาง IV เปรียบเทียบกับการให้ placebo พบว่า อัตราการเสียชีวิตสำหรับผู้ที่ได้รับ glucan น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (0% vs 29%) และพบว่ามีผู้ป่วยเนื่องจากการติดเชื้อน้อยลง (9.5% vs 49%)

Glucan ซึ่งสกัดจากยีสต์ สามารถกระตุ้นปฏิบัติการทำลายเชื้อโดยการกลืนกินเชื้อ (phagocytic) ในการทดลองกับหนูที่ติดเชื้อรา *C. albicans* ซึ่งอยู่ในระยะต้องผ่าตัด (**Browder, IW *et al.*, 1984**) พบว่าหนูที่ไม่ได้รับการผ่าตัด แต่ได้รับ glucan มีอัตราการรอดตาย 100% ขณะที่หนูที่ได้รับการผ่าตัดมีอัตราการรอดตายเพียง 73%

8. โรคภูมิแพ้ Allergic rhinitis

โรคภูมิแพ้ชนิดนี้ เกิดจากการที่แอนติบอดีชนิด I_gE ทำให้เกิดการอักเสบของเยื่อบุโพรงจมูก ได้มีการทดลองให้ glucan ที่สกัดจากยีสต์ โดยการรับประทาน และพบว่าระดับการตอบสนองของ IL-4 และ IL-5 cytokines ลดลง ขณะที่ระดับของ IL-12 เพิ่มขึ้น (Browder IW *et al.*, 2005)

9. การเจ็บปวดตามข้อ (Arthritis)

ได้มีการติดตามผลการใช้ glucan ที่ผลิตจาก yeast กับผู้ป่วยที่เจ็บปวดตามข้อโดย paramagnetic resonance spectroscopy พบว่า เนื้อเยื่อที่ถูกทำลายที่กำลังถูกทำลายเพิ่มขึ้นตามลำดับ กลับลดลงอย่างเห็นได้ชัด (Kogan, G *et al.*, 2005)

10. การใช้ Glucan แบบอื่นๆ

ได้มีการทดลองใช้ glucan ซึ่งสกัดจากธัญพืช (ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโอ๊ต) และเห็ดที่รับประทานได้หลายชนิด กับผู้ที่มีคอเลสเตอรอล ชนิด LDL สูง พบว่า LDL ลดลง ทำให้อัตราการป่วยเป็นโรคผนังหลอดเลือดหนาขึ้น (atherosclerosis) และโรคหลอดเลือดหัวใจลดลง (Keogh, GF *et al.*, 2003) นอกจากนี้ยังพบว่า glucan ดังกล่าวสามารถแก้ปัญหาเนื้องอกในลำไส้ และลำไส้อุดตัน (Dongowski, G *et al.*, 2002 และ Battilana, P *et al.*, 2001) β -glucan ที่ย่อยไม่ได้ (non-digestible β -glucan) สามารถชี้นำภูมิคุ้มกันที่อยู่บริเวณผนังลำไส้ได้ (Miura NN *et al.*, 1996)

11. การดูดซึมของ β -glucan

การรับประทาน β (1,3)-D-glucan ในช่วงเวลาที่ดีที่สุดคือเวลาที่ท้องว่าง เซลล์ที่ผนังลำไส้ (enterocytes) จะเป็นตัวจัดการเรื่องการขับเคลื่อน β (1,3)-glucans ผ่านผนังเซลล์ของลำไส้ไปยังส่วนที่เป็นน้ำเหลือง (lymph) ในบริเวณที่มันเริ่มมีปฏิกริยากับ macrophage ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน (Frey A *et al.*, 1996) โดยวิธีการใช้ radiolabel พบว่า ทั้งชิ้นส่วนขนาดเล็กและขนาดใหญ่ของ β -glucans ตรวจพบได้ในซีรัม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการซึมผ่านผนังลำไส้ (Tsukagoshi, S *et al.*, 1984) M cells ภายใน Peyer's Patches ก็เป็นตัวนำชิ้นส่วนของ glucan ซึ่งละลายน้ำไม่ได้ (insoluble) เข้าสู่ lymphoid tissue ในส่วนของลำไส้ด้วย (Hong, F *et al.*, 2004)

12. ขบวนการของ β -D-glucans กับการวินิจฉัยโรค

β -D-glucans ((1 \rightarrow 3) β -D-glucan บางครั้งเรียกกันไม่ถูกต้องว่า 1,3- β -D-glucan หรือ glucans เฉยๆ) เป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์ของราที่สำคัญบางชนิด ซึ่งนำมาใช้ในการแพทย์ โดยเฉพาะเชื้อรา *Aspergillus* และ *Agaricus* วิธีการตรวจของ (1 \rightarrow 3) β -D-glucans ในกระแสโลหิตได้ถูกค้นพบโดย Associates of Cape Cod เรียกว่า 'Fungite' ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการตรวจผู้ป่วยที่ติดเชื้อรา (Obayashi T *et al.*, 1995; Ostrosky-Zeichner

L *et al.*, 2005; Odabasi Z *et al.*, 2004) การตรวจอาจคิดพลาดได้ในกรณีที่ใช่ยาปฏิชีวนะชนิด amoxicillin-clavulanate (Mennink-Kersten MASH *et al.*, 2006) แบคทีเรียบางชนิด เช่น *Streptococcus pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Alcaligenes faecalis* ที่มีในกระแสโลหิต ก็สามารถผลิต (1 → 3) β-D-glucan ได้ (Mennink-Kersten MASH *et al.*, 2008)

การวิจัยและทดลองเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันและ β-glucan

ในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา สารตัวหนึ่งที่ถือว่ามีประสิทธิภาพที่สุดคือ ‘Interferon α’ ใช้สำหรับการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน มีราคาแพงมาก แต่ในปัจจุบันทราบดีว่าเป็นสารที่มีพิษภัย (toxic) กับร่างกายมนุษย์ อย่างไรก็ตามในขณะนั้นยังไม่ค่อยมีใครเอ่ยถึง β-glucan แต่ในทุกวันนี้ นักวิจัยด้านภูมิคุ้มกันรู้จัก β-glucan เป็นอย่างดีว่าเป็นสารที่มีในธรรมชาติทั่วไป และมีความสามารถในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันได้ดีที่สุดเท่าที่พบมา

การค้นพบในเรื่องการกระตุ้นภูมิคุ้มกันโดย β-glucan เกือบครอบคลุมไปทั่วในร่างกายของมนุษย์ เรามีเม็ดโลหิตขาวขนาดใหญ่ เรียกว่า ‘macrophages’ ซึ่งเป็น phagocytes เช่น **neutrophils** (ซึ่งเป็นตัวกลืนกินเชื้อ) อยู่ทุกแห่งในเนื้อเยื่อร่างกาย ซึ่งทำหน้าที่ทำลายแบคทีเรีย เซลล์แปลกปลอม ชิ้นส่วนของเซลล์ที่ตายแล้ว เซลล์ที่เจริญผิดปกติ และเชื้อใดๆ ที่เข้าสู่ร่างกาย นอกจากนี้ก็ยังมีเซลล์ที่สำคัญที่สุดที่ทำหน้าที่คล้ายกัน คือ **NK เซลล์ (Natural Killer cells)** ที่ช่วยทำลายแม้กระทั่งเซลล์มะเร็ง เซลล์ต่างๆ เหล่านี้จะถูกกระตุ้นให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วย β-glucan

(เมื่อมีการพิจารณาถึงผู้มีอาการแพ้ยีสต์ (allergies to yeast) ก็สามารถอธิบายได้ว่า β-glucan ที่สามารถสกัดจากยีสต์ (เปลือก) มีปริมาณประมาณ 60% และส่วนที่ทำให้เกิดอาการแพ้เป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง (allergenic proteins) ที่ถูกสกัดออกจนเกือบหมดสิ้น จึงไม่ทำให้ผู้บริโภคนั้นแพ้ยีสต์มีอาการแพ้เกิดขึ้น)

ตัวอย่างของผลการทดลองที่ประสบผลสำเร็จในการใช้ β-glucan กระตุ้นภูมิคุ้มกัน เช่น

1. β-glucan ช่วยในการผลิต Interleukin-1 (IL-1) และ Interleukin-2 (IL-2) ในหนู โดยการตรวจพลาสมาหลังจากที่ใช้ β-glucan ซึ่งได้บันทึกว่า β-1,3-glucan ช่วยในการผลิต IL-1 และ IL-2 และเพิ่มการผลิต Lymphokine นานถึง 12 วัน ซึ่ง Lymphokine เป็นตัวกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน (Tulane University, New Orleans, 1987; *International Jour. of Immunopharmacology* 9: 261-7)
2. ได้มีการใช้ glucans สกัดจากเห็ด เพื่อศึกษาศักยภาพในการทำงานในหนู mice และพบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และจัดให้เป็น non-specific host defense และ cellular immune response (INRA Research Center, Toulouse, France, 1989; *Annual of Ueterinary Research* 20: 165-73)

3. นักทดลองและวิจัยของญี่ปุ่น ได้ทดลองให้ β -glucan ซึ่งสกัดจากเห็ด *Sclerotinia* กับหนู และพบว่ามีการเพิ่ม NK cells ในม้าม และเพิ่ม lysosomal เอนไซม์ของ macrophages ในช่วงท้อง
(Tokyo College Pharmacy, 199; *International Journal of Immunopharmacology* 11: 761-9)
4. ในการทดลองกับเชื้อมาลาเรีย (*Plasmodium berghi*) : นักวิจัยชาวอินเดียได้ทดลองฉีดเชื้อมาลาเรียเข้าในตัวหนู และพบว่าหนูที่ได้รับ β -glucan รอดตายเกือบทั้งหมด ขณะที่กลุ่มที่ไม่ได้รับ β -glucan ตายทั้งหมด
(Rangaraya Medical College, India, 1990; *Indian Journal of Experimental Biology* 28: 901-5)
5. เชื้อ *Leishmania* ได้ถูกทดลองฉีดเข้าในตัวหนู mice โดยนักวิจัยชาวอิสราเอล หนูบางกลุ่มได้รับ β -glucan ซึ่งจะทำให้หนูกลุ่มนี้มีอาการบรรเทาจากพิษของเชื้อชนิดที่ร้ายแรงนี้ (*Leishmania* เป็น protozoa parasite ทำให้เกิดโรคได้หลายชนิด เช่น **Kala azar, Cutaneous ; Leishmania** สามารถเข้าไปอยู่ใน macrophage ได้) รวมทั้งพบแอนติเจน (เชื้อ) ดังกล่าวในซีรัมน้อยกว่าหนูที่ไม่ได้รับ β -glucan
(MacArthur Center for Tropical Disease. Israel, 1991; *Parasite Immunology* 13: 37-45)
6. ได้มีการทดลองเกี่ยวกับ NK cells ของคน โดยนักวิจัยชาวสวีเดน โดยปกติ β -glucan สามารถเกาะติดที่ผิวของ NK cells ได้ ในการทดลองนี้พบว่า target-binding lymphocytes มีจำนวนมากขึ้น และสามารถทำลาย target cells ได้มากขึ้น ซึ่งก็คือทำให้ NK cells มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อเพิ่มขึ้น
(Karolinska Institute, Stockholm, 1991; *European Journal of Immunology* 21: 1755-8)
7. นักวิจัยชาวสหรัฐ ได้ทดลองเรื่องเกี่ยวกับการตอบรับของภูมิคุ้มกัน (immune-responses) ในหนู mice และพบว่า β -glucan กระตุ้นภูมิคุ้มกันได้ดีที่สุด โดยเป็นการทดลองกับเชื้อ *Leishmania sp.* ซึ่งเป็นพาราสิตในอวัยวะในช่องท้อง
(The University of California at Devis, 1992; *International Journal of Immunopharmacology* 14: 767-72)
8. นักวิจัยชาวญี่ปุ่นได้ทดลองใช้ β -glucan ที่สกัดจากเห็ด เรียกว่า OL-2 กับหนู mice เพื่อศึกษา specific immune responses รวมทั้งเม็ดโลหิตขาว; Tumor necrosis factor และเซลล์ของไขกระดูก รวมทั้งตัวกระตุ้นภูมิคุ้มกันอื่นๆ และพบว่า OL-2 สามารถกระตุ้น 'non-specific host defense mechanisms' โดยการเข้าไปช่วยการตอบรับของ hematopoietic stem cells
(Tokyo College of Pharmacy, Hachioji, 1993; *Biology Pharmacy Bulletin* 16: 414-9)
9. การทดลองกับวัวนมโดยนักวิจัยชาวเช็ก โดยการให้ β -glucan ที่สกัดจากยีสต์ โดยการทำให้ double blind และได้มีการสรุปผลว่า สัตว์ที่เลี้ยงในฟาร์ม เช่น วัว สุกร หรือแกะ ควรได้รับ β -glucan เพื่อให้ร่างกายแข็งแรง และมีภูมิคุ้มกันต่อต้านโรคได้ดี
(Ustar Biofakatory, Czech Republic, 1993; *Biopharm.* 3: 71-82)

10. ได้มีการทดลองโดยนักวิจัยของญี่ปุ่น โดยการใช้พิษ HM-1 กับ β -glucan และพบว่า β -glucan มีปฏิกิริยารบกวนการทำงานของพิษ HM-1 นักวิจัยกลุ่มนี้ได้อธิบายว่า β 1,3 หรือ 1,6 glucan สามารถยับยั้งปฏิกิริยาการเป็นพิษ (cytotoxic action)
(Nippon Roche Research Center, Japan, 1994; *FEBS Letters* 348: 27-32)
11. มีการศึกษาคุณสมบัติประโยชน์ของ 1,3- β -glucan เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของโครงสร้างโมเลกุลกับปฏิกิริยาการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน และพบว่าศักยภาพการตอบรับ และการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เกิดขึ้น โดยการเชื่อมติดของโมเลกุล 1,3- β -glucan ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้งกับ cytotoxic macrophages, T4-helper, NK cells, ตลอดจนการช่วย T-cells ต่างๆ ชนิด และการกระตุ้นระบบคอมพลีเมนต์ (Complement system) ผ่านทาง alternative pathway ทำให้ปฏิกิริยาการทำลายเชื้อเป็นไปได้เป็นอย่างดี
(Purdue University, Indiana, 1995; *carbohydrate Polymers* 28: 3-14)
12. นักวิจัยสหรัฐได้ทดลองใช้ β -glucan ในการกระตุ้น humoral immunity และการกระตุ้นผ่าน cell (cell-mediated immune response) กับ viral protein ในหนู mice และกระต่าย และได้พบว่า การเกาะติดระหว่าง viral protein และ β -glucan ทำให้เกิดการรับรู้ของภูมิคุ้มกันได้ดีกว่าการทำงานแต่ลำพังของ immunogens
(SRI International, California, 1995; *Advances in Experimental and Medical Biology* 383: 13-22)
13. ได้มีการค้นพบว่า 1,3 β -glucan ถูกจดจำได้โดย macrophage, neutrophils และ NK cells โดยผ่านตัวรับจำเพาะ (specific receptors) ของ 1,3 β -glucan และหลังจากเชื่อมติดกันแล้ว glucan ก็จะควบคุมให้ macrophage cytokine ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
(James Quillen College of Medicine, Tennessee, 1987; *Mediators Inflammation* 6: 247-50)
14. ยังมีการทดลองที่น่าสนใจอีกชิ้นหนึ่ง โดยใช้ β -glucan ที่สกัดจากข้าวโอ๊ต ซึ่งนักวิจัยใช้ชื่อว่า OBG โดยหนูทดลองได้รับเชื้อ *Staphylococcus aureus* และได้รับ OBG เพียงครั้งเดียว 3 วันก่อนฉีดเชื้อเข้าตัว ผู้ทดลองพบว่า OBG มีความสามารถในการทำงานโดยเป็น immunomodulator ในการทำหน้าที่ของภูมิคุ้มกันทั้งใน vitro และ vivo
(University of Saskatchewan, Canada, 1997; *Microbiological Immunology* 41: 991-8)
- การทดลองในลักษณะนี้ แต่ได้ทำการทดลองกับวัว และได้ผลลัพธ์เช่นเดียวกัน
(National Veterinary Institute, Sweden, 2003; *Journal of Veterinary Medicine B* 50: 121-7)
15. นอกจากนี้ยังได้ทดลองใช้ β -glucan สกัดจากข้าวโอ๊ต กับหนู mice โดยใช้แบคทีเรียที่เป็นอันตรายชนิดหนึ่งคือ *Eimeria vermiformes* และพร้อมๆ กับพื้นระบบภูมิคุ้มกันก็ถูกกด (suppress) โดยยาอันตรายคือ 'Dexamethazone' หนู mice ที่ไม่ได้รับ β -glucan แสดงอาการติดเชื้อรุนแรง และตายไป 50% ขณะที่หนูที่ได้รับ β -glucan แสดงอาการเล็กน้อยและไม่มีหนูตัวไหนตาย นั่นก็คือ β -glucan ยังสามารถทำงานได้ดี ทั้งๆ ที่ระบบภูมิคุ้มกันถูกกด

(The University of Sastatchewan, Canada, 1997; *International journal of parasitology* 27: 329-37)

16. การทดลองเกี่ยวกับ β -glucan กับระบบภูมิคุ้มกัน โดยใช้เชื้อใส่เข้าไปในตัวของหนู mice อีกชิ้นหนึ่ง คือการใช้เชื้อ *Mycobacterium bovis* และก็พบเช่นเดียวกันว่า β -glucan สามารถป้องกันหนูจากเชื้อชนิดนี้ได้
(The national Hospital, Oslo, 1998; *Scandinavian Journal of Immunology* 47: 548-53)
17. ได้มีการทดลอง และเก็บข้อมูลโดยแพทย์ กับ β -glucan สกัดจากยีสต์ และเชื้อรา (*Aspergillus sp.*) โดยใช้เซลล์ที่ยังมีชีวิตของมนุษย์ และตรวจสอบโดย FTIR spectroscopy และพบว่า β -glucan ดังกล่าวทำให้เกิดการแบ่งตัวของเซลล์ (mitogenic activity) และมีความสามารถในการป้องกันรังสี (radioprotective) ตลอดจนสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงของยีนส์ (antimutagenic)
(Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 1999; *Carbohydrate Polymers* 38: 247-53)
18. β -glucan ซึ่งสกัดจากเชื้อรา ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับเชื้อตาย (vaccine) ของ *Streptococcus pneumonia* และพบว่า β -glucan สามารถป้องกันการติดเชื้อนิวโมเนีย (*pneumonia*) ได้ การทดลองใช้ β -glucan กับระบบหายใจของคนประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ทำให้วงการแพทย์หวังว่า β -glucan ซึ่งสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกัน (innate) ได้ดียิ่ง จะถูกนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการติดเชื้อในปอด และระบบทางเดินหายใจ หลังจากได้มีการศึกษา และมีการกำหนดอัตราการใช้อย่างถูกต้อง
(National Institute of Public Health, Oslo, 2000; *F MS Immunology Medical Microbiology* 27: 111-116 และ *Current Medical Chemistry*, 2003; pp. 135-46)
19. การทดลองเกี่ยวกับเชื้อแอนแทรกซ์ (*Anthrax : Bacillus antracis*) โดยการฉีดสปอร์ของแอนแทรกซ์เข้าไปในตัวหนู mice แต่ให้หนูได้ดื่มน้ำที่มี β -glucan ซึ่งสกัดจากยีสต์ก่อน และได้ผลว่า 1,3 β -glucan เป็น immuno-modulators ซึ่งสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ได้อย่างมีนัยสำคัญ
(Medscape General Medicine, 2003. vol. 57 และ Canadian Department of Defense, 2002)
20. ผลงานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งได้บันทึกว่า β -glucan จากเห็ด มีคุณสมบัติโดยตรงในการเป็นตัวทำลาย (cytotoxic) กับเซลล์มะเร็ง ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติในรายละเอียดต่อไป
(The University of Strathclyde, Glasgow, 2003; *International Journal of Medicine Mushrooms* 5: 95-110)

ยังมีผลงานทดลองวิจัยอีกมากมาย จากสถาบันที่มีชื่อเสียงของโลกที่ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับ β -glucan ซึ่งมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน และทุกๆ แห่งได้ยอมรับว่า β -glucan เป็นสารซึ่งสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง β -glucan เป็นสารที่สกัดได้จากสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติและราคาไม่แพง จึงเป็นที่ยอมรับว่า β -glucan จะเป็นสารหลักอีกตัวหนึ่งที่ช่วยบำบัดโรคได้เป็นอย่างดี

β-glucan กับโรคมะเร็ง : Benign และ Malignant

การทำลายเซลล์มะเร็งไม่ใช่เป็นหน้าที่ของเซลล์ **macrophages** เท่านั้น แต่ **NK cells (natural killer cells), Killer T cell, Lymphokines, Interleukin 1 และ 2** ก็มีส่วนสำคัญยิ่งในการทำลายเซลล์มะเร็งดังกล่าว ในช่วง 15 ปีที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาการใช้ β-glucan และมีการทดลองวิจัยว่า β-glucan มีคุณสมบัติในการทำลายเซลล์มะเร็งหรือไม่ หรืออย่างน้อยเพียงใด β-glucan ที่นำมาใช้ในการทดลองได้มาจากการสกัดสารจากเห็ด ซึ่งส่วนมากเป็นการทดลองของนักวิจัยชาวญี่ปุ่น นอกจากนี้ก็มี β-glucan ที่สกัดจากยีสต์ ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโอ๊ต ความจริงเป็นที่รับทราบกันในหมู่นักวิจัยว่า β-glucan สามารถทำลายเซลล์มะเร็งได้ แต่ก็เพิ่งจะได้มีการศึกษาถึงรายละเอียดในการทำลายเซลล์มะเร็ง เมื่อ 10 ปีเศษที่ผ่านมาเอง มีผลงานวิจัยซึ่งเป็นที่น่าเชื่อถือได้ที่จะนำมาเป็นตัวอย่างดังนี้

β-glucan ซึ่งสกัดจากเห็ดชนิด *Grifola frondose* – Maitake แสดงคุณสมบัติในการทำลายเซลล์มะเร็ง strain MM-46 และ IMC carcinomas ในหนูทดลอง นอกจากนี้ β-glucan ที่สกัดจากเห็ด *Cochliobolus* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของก้อนมะเร็งชนิด **Sarcoma 180** (เป็น strain ที่พบแพร่หลาย) (**Women's College, Kobe** และที่ **Study Center for Nuclear Energy, Belgium**) β-glucan ที่สกัดจากเห็ดหอม *Lentinus edodes* เป็นตัวทดลอง และพบว่าสามารถจับกับ lymphoma cells ในเลือดของหนู mice ได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้ β-glucan ซึ่งสกัดจากเห็ด 4 ชนิดคือ *G. frondosa, L. edodes, F. velutipes* และ *M. giganteus* มาทำการวิจัยคุณสมบัติในการต่อต้านมะเร็ง และพบว่าสารสกัดจากเห็ดทั้ง 4 ชนิด มีคุณสมบัติเป็น immunomodulator ในระดับสูงทั้งสิ้น

นักวิจัยแห่ง **Tokyo University of Pharmacy**, ประเทศญี่ปุ่น ได้แถลงถึงผลการวิจัยโดยใช้ β-glucan สกัดจากเห็ด **Maitake (*G. frondosa*)** ว่ามีคุณสมบัติต่อต้านมะเร็งชนิด MM-46 (ซึ่งเป็นการยืนยันผลการทดลองของ **Women's College, Kobe**) นอกจากนี้ยังพบว่า β-glucan สกัดจากเห็ดชนิด *Sclerolinia sp.* สามารถยับยั้งก้อนมะเร็งชนิด sarcoma อีกด้วย งานอีกชุดหนึ่งของนักวิจัยขณะนี้คือ ผลของการใช้ β-glucan SSG ในการยับยั้งการแพร่กระจายของมะเร็งปอด โดยใช้ Lewis carcinoma ปลูกเนื้อเยื่อในปอดของหนู mice และให้กินอาหารผสม β-glucan ทุกวัน เมื่อใช้ β-glucan สกัดจากเห็ดชนิด *Omphalia sp. – Leiwan mushroom* ก็พบว่ามีความสัมพันธ์ทางสรีระเคมี (Physiochemical properties เป็นตัวยับยั้งมะเร็ง) ส่วน β-glucan ที่สกัดจากเห็ดชนิด *S. crispa* (CA1) แสดงคุณสมบัติในการต่อต้านเซลล์มะเร็ง เมื่อผสมอาหารให้หนูกินทุกวัน และทำให้หนูที่เป็นมะเร็งฟื้นตัวเร็วขึ้น

นักวิจัยของมหาวิทยาลัย **Rosenberg** ในเยอรมัน สกัด β-glucan จากเห็ด *Phytopthera* มาทดลองกับหนู และพบว่าสามารถต่อต้านก้อนมะเร็งชนิด sarcoma 180 ได้ (เป็นการยืนยันอีกครั้ง) นอกจากนี้ยังได้สกัดเอา β-glucan จากเห็ดกินได้อีกหลายชนิดมาทำการทดลองในภายหลัง ก็พบว่าสามารถต่อต้าน และยับยั้ง sarcoma 180 ได้ เช่นเดียวกัน น้ำหนักของก้อนมะเร็งลดลง 72 - 99% ภายในระยะเวลาเพียง 30 วัน โดยไม่ได้รับการบำบัดด้วยวิธีอื่นๆ แต่อย่างใด

ในขณะที่นักวิจัยกลุ่มหนึ่งแห่ง **Research Institute for Life Sciences** ของประเทศญี่ปุ่น ได้ใช้ β -glucan ที่สกัดจากเห็ด *Cordyceps* ในการทดลองศึกษาคุณสมบัติในการต่อต้าน และทำลายเซลล์มะเร็ง (anti-tumor activities) โดยเปรียบเทียบโครงสร้างของ β -glucan ที่มีผลต่อการยอมรับ 1,3 β -glucan เป็นตัวหลัก (ของโครงสร้างตัวอื่นๆ ที่ต่างกันออกไป) ที่ทำให้คุณสมบัติดังกล่าวดีที่สุด ส่วนแพทย์ที่ **Mayo Clinic** ใน **Minnesota**, สหรัฐอเมริกา ได้นำ 1,3 β -glucan ไปทดลองกับหนูที่มีมะเร็งปอด และพบว่าการเจริญเติบโตของก้อนมะเร็งหยุดยั้งลงเมื่อได้รับ β -glucan ไปเพียง 14 วัน และหนูที่ได้รับ β -glucan รอดตายทุกตัว ส่วนกลุ่มที่ไม่ได้รับ β -glucan เสียชีวิตทุกตัว

การวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ของ **Osaka City University** ในประเทศญี่ปุ่นบันทึกไว้ว่า 1,3 β -glucan มีคุณสมบัติดีกว่า 1,4 β -glucan ในการบำบัด sarcoma-180 solid tumor ในหนู (เมื่อใช้สาร β -glucan สกัดจากเห็ดหลินจือ: *Ganoderma lucidum*) นอกจากนี้ นักวิจัยของมหาวิทยาลัย **Wuhan**, ประเทศจีน ซึ่งใช้สารสกัด β -glucan จากเห็ด *Poria cocos* และพบว่าสามารถยับยั้ง sarcoma 180 และ **Ehrlich carcinoma** ในหนู mice เป็นผลสำเร็จอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ยังมีผลงานของนักวิจัยชาวญี่ปุ่นอีกมากมาย ซึ่งส่วนใหญ่มักใช้ β -glucan ซึ่งสกัดจากเห็ด และได้ทดลองกับมะเร็งชนิด **Sarcoma 180** และพบว่ายับยั้ง, ต้าน หรือทำลายเซลล์มะเร็งได้

ชนิดของเห็ด	สถาบัน
Reishi และ Maitake Polyporus	The University of Shizuoka
เชื้อรา <i>Omphalia lapidescans</i>	Tokyo Metropolitan Research Lab
<i>Polyporus confluens</i> <i>Agaricus blazei</i>	Japanese Granted Program (1991) # JP 03, 133, 934 (1991) # JP 10, 287, 284 (1998)
Fungal glucans (different kind)	Tokyo University of Pharmacy
Mushroom glucans	Eishogen Research Center
เชื้อรา <i>Hypaizigus marmoreus</i>	National Cancer Institute Research Center

ยังมีสถาบันวิจัยในต่างประเทศอีกหลายแห่ง ที่ได้ทำการทดลองวิจัย และยืนยันถึงคุณสมบัติในการยับยั้ง และทำลายเซลล์หรือก้อนมะเร็ง เช่น

ชนิดของเห็ด	สถาบัน
เห็ด Pythium	Christian – Albrechts University (Germany) University of Louisville, Kentucky Floan – Kettering Cancer Institute <i>Cancer Immunology Immunotherapy</i> (2004), 51 : 557-64 National Research Institute, Cairo etc.

β-glucan กับน้ำตาลในเลือด (เบาหวาน – Diabetes)

มีการทดลอง β-glucan กับผู้ชายที่มีสุขภาพดี โดยให้รับประทานอาหารที่มี fibers พร้อมๆกับอาหารอื่น และได้พบว่า น้ำตาลในเลือดลดลง หลังจากรับประทานอาหารเพียงมื้อเดียวที่มี β-glucan เป็นส่วนผสม เนื่องจากการลดการดูดซึมของแป้งจากลำไส้ ซึ่งไม่ใช่เป็นผลของการเกิด fermentation ในส่วนของลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้น (ปริมาณ) ของ insulin ในเลือดลดลงด้วย การทดลองนี้เป็นงานวิจัยโดยนักวิจัยของ **University of Lusanne** ในปี 2001 (*European Journal of Clinical Nutrition*. **55**: 327-33)

นอกจากนี้ คณะนักวิจัยของ **University of Toronto** (2002) พบว่าการให้ β-glucan สามารถลด glycemic index และลดอาการ glycemias หลังรับประทานอีกด้วย นั่นคือการปรับสภาพน้ำตาลในเลือดไม่ให้สูงขึ้นหลังรับประทานอาหาร (*European Journal of Clinical Nutrition*. **56**: 622-8)

ยังมีการทดลองให้ β-glucan ที่สกัดจากเห็ด *G. frondosa* กับชายและหญิงที่เป็นเบาหวาน และชายที่เป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก (prostate cancer) และได้บันทึกว่าผู้ป่วยที่เป็นเบาหวาน Type-II มีระดับน้ำตาลดีขึ้น มีผู้ป่วย 1 คน สามารถควบคุมน้ำตาลได้สำเร็จ 30% สามารถควบคุมน้ำตาลในเลือดได้ภายใน 2-4 สัปดาห์ และยับยั้งการเจริญเติบโตของมะเร็งต่อมลูกหมากอีกด้วย (*New York Medical College: International Journal of Medicinal Mushroom*, 2002. **4**: 185-95)

ในปี 1989 นักวิจัยชาวญี่ปุ่นของ **University of Matsuyama** ได้ทำการศึกษาผลของ β-glucan กับหนูที่มีสภาพ insulin dependent (IDDM) และพบว่าสามารถยับยั้งอาการเบาหวาน และ insulinitis (Islets of Langerhans บวม น้ำ และมีเม็ดเลือดจำนวนมากหนึ่งเข้าอยู่ภายใน) ตลอดจนพบว่าเม็ดโลหิตขาวเพิ่มขึ้นในกระแสโลหิต (*Horumon to Rinsho*. **37**: 533-6)

นักวิจัยของแคนาดา ณ **University of Laval, Quebec** (1989) ก็ได้มีการศึกษาประสิทธิภาพของที่สกัดจากข้าวโอ๊ตในหนู ซึ่งมี insulin และน้ำตาลในเลือดมากผิดปกติ (**Insulinemia & Glycemia**) และพบสิ่งที่น่าสนใจหลายประการคือ หนูกินอาหารน้อยลง; การ metabolism ของน้ำตาลดีขึ้น เนื่องจาก insulin ทำงานดีขึ้น (**hypoinsulinic action**); การทำงานของระบบลำไส้ดีขึ้น ซึ่งทำให้การ metabolism ของน้ำตาล glucose ดีขึ้นด้วย (*Canadian Journal of Physiology*. **67**: 2265-71)

การทดลองเช่นนี้ได้ถูกทดลองซ้ำโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นจาก **Ehima University** (1992) แต่ใช้ β -glucan ซึ่งสกัดจากเห็ดหอม (*Lentinus edodes*) แทน พบว่าอัตราปริมาณน้ำตาลในเลือดลดลงจาก 43.3% เป็น 6.7% โดยไม่ต้องให้ยาลดน้ำตาลชนิดอื่นๆ และปริมาณของ insulin ก็ลดลงจาก 82.4% เป็น 26.3% แต่สิ่งที่น่าสนใจคือ หนูไม่เป็นเบาหวานอีกหลังจากงดการให้ β -glucan เพราะแสดงว่าไม่ได้เป็นแค่การเยียวยา (palliative) แต่เป็นการรักษาให้หายขาด (healing) นอกจากนี้ยังพบเช่นกันว่าปริมาณของเม็ดโลหิตขาวในเลือดเพิ่มขึ้น ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ขณะนี้ได้สรุปว่า ‘ข้อมูลเหล่านี้ได้ชี้ให้เห็นศักยภาพของภูมิคุ้มกัน (immunopotentiators)’ ซึ่งสามารถสร้าง ‘autoimmune mechanisms’ โดยตรงต่อ islets of Langerhans ในตับอ่อน และยับยั้งเบาหวานในหนู Brattleboro (*Diabetes Research and Clinical Practice. 17: 75-9*)

มีผลงานอีกชิ้นหนึ่งที่น่าสนใจมากของนักวิจัยชาวญี่ปุ่น ที่แสดงถึงความสามารถในการลดน้ำตาลในเลือดของ β -glucan โดยใช้สารสกัด β -glucan จากเห็ดชนิดหนึ่งคือ ‘**Agrocybe**’ ซึ่งเตรียมได้ง่ายๆ จากการสกัดด้วยน้ำร้อน ซึ่งนักวิจัยขณะนี้ตั้งชื่อว่า ‘Ag-HN1’ และนำมาทดลองกับหนูที่ได้รับการกระตุ้นให้เป็นเบาหวานด้วยยา ‘Streptozotocin’ โดยการฉีดเข้าในหนู และมีหนูที่มีสุขภาพดีไม่เป็นเบาหวานเป็นจุดเปรียบเทียบ นักวิจัยได้พบว่าปริมาณน้ำตาลในเลือดของหนูทั้ง 2 กลุ่มลดลงด้วยกัน แสดงถึง **Hypoglycemic activity** ของ β -glucan อย่างชัดเจน (*University of Mitahora –Higashi, 1994. Carbohydrate research. 251: 81-7*)

นอกจากนี้ก็เป็นผลงานของนักวิจัยอีกหลายคณะ ซึ่งใช้ β -glucan สกัดจากธรรมชาติหลายชนิดที่มี 1,3 ; 1,4 และ 1,6 เช่นผลงานของนักวิจัยชาวแคนาดาจาก **Center for Food and Animal research** ในปี 1994 (*Carbohydrate Polymers. 5: 331-6*)

β -glucan กับหัวใจ และคอเลสเตอรอล

กลุ่มนักวิจัยของ **Chicago Center for Clinical Research (2003)** ได้ทดลองใช้ β -glucan กับผู้ชายและผู้หญิง 68 คน ซึ่งมีคอเลสเตอรอลค่อนข้างมาก (modulate hypercholestemia) และพบว่าค่า LDL และ total cholesterol ลดลง (*Journal of Nutrition 133: 808-13*) ขณะที่นักวิจัยของ **Technical Research Institute, Kawagoe (1991)** ได้ทดลองทำให้หนูอ้วนขึ้นโดยใช้อาหารไขมันสูง และให้ β -glucan ที่สกัดจากข้าวบาร์เลย์ และข้าวโอ๊ต ปรากฏว่าสามารถลดคอเลสเตอรอลได้ดี (*Nippon Eiyo Shokuryu 44: 213-17*) ส่วนนักวิจัยแห่ง **Changwan University, Korea (2003)** ซึ่งให้แต่ β -glucan สกัดจากข้าวบาร์เลย์กับหนูทดลอง ก็พบว่าสามารถลดคอเลสเตอรอลใน blood serum ได้ถึง 18% โดยไม่กระทบส่วนประกอบอื่นๆ ของเลือด (*Ibid, 49: 381-7*)

นอกจากนี้ยังมีนักทดลองวิจัยอีกหลายคณะที่ได้ค้นพบคุณสมบัติของ β -glucan ในการลดคอเลสเตอรอล (โดยการทดลองกับหนู) เช่นเดียวกัน เช่น

University of California, Davis (1955). *Journal of Food Science*, **60**: 558-60.

Montana Agricultural station in Bozeman (1997). *Nutrition Research*, **17**: 77-88.

Technical Research Center, Espoo (1992). *Cereal Chemistry*. **69**: 647-53. and *British Journal of Nutrition* (1993). **70**: 767-76.

West Research Center, Albany (1993). *Cereal Chemistry*. **70**: 435-40.

ในการทดลองกับคน นักวิจัยแห่ง **Syracuse University, New York (1990)** พบว่าเมื่อได้ β -glucan ที่สกัดจากข้าวโอ๊ต ทำให้ผู้ป่วยที่มีคอเลสเตอรอลสูง (hypercholesterolemic) เปรียบเทียบกับ low fat diets ปรากฏว่า 17% มี LDL ลดลง แต่ HDL เพิ่มขึ้น (*Journal of the American Dietary Association*. **90**: **223-9**) นอกจากนี้ยังมีการทดลองโดยกลุ่มนักวิจัยของ **The University of Ohawa (European Journal of Clinical Nutrition. 20: 1450-1457)**; นักวิจัยแห่ง **Harvard Medical School, Massachusetts (1999) (Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 39: 189-202)**, (*American Journal of Clinical Nutrition*.,1999; 70: 208-12) (β -glucan จากยีสต์); นักวิจัยของ **Masstricht University, Netherlands (2003) (American journal of Clinical Nutriiion. 78: 221-7)**

ในการใช้ β -glucan สกัดจากข้าวโอ๊ต โดยนักวิจัยแห่ง **United States Human Nutrition Research Center, Maryland (1997) (Journal of nutrition and Biochemistry 8: 497-501)**; นักวิจัยของ **Human Nutrition Center (1997) (Journal of the American College of Nutrition. 16: 46-51)** และนักวิจัยแห่ง **University of Kuopio, Finland (1992) (Journal of the American College of Nutrition. 11: 651-9)**; นักวิจัยของ **University of Lund, Sweden (1999) (Annals of Nutrition and Metabolism. 43: 301-9)** ส่วนนักวิจัยแห่ง **Industrial Limited, New Zealand (1996)** ได้ทดลองใช้ β -glucan สกัดจากข้าวบาร์เลย์ เพื่อตรวจสอบ metabolic mechanism ในการลดคอเลสเตอรอล โดยใช้ nuclear magnetic resonance (NMR) ในการตรวจสอบพบว่าผู้ที่ได้รับ β -glucan ดังกล่าวมีการผลิตกรดน้ำดี (bile acids) จากถุงน้ำดีเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นตัวควบคุมคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในกระแสโลหิตให้อยู่ในสภาพปกติตลอดเวลา

จากข้อมูลทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าเราสามารถลดคอเลสเตอรอลได้โดยสารสกัดจากธรรมชาติคือ β -glucan ทั้งจาก เห็ด, รา, ยีสต์, ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโอ๊ต โดยไม่ต้องพึ่งพาสารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งมักมีผลข้างเคียงเกิดขึ้นเสมอ แต่ β -glucan ที่สกัดจากสิ่งมีชีวิตในธรรมชาตินั้นรับรองในความปลอดภัยและผลข้างเคียง อย่างไรก็ตาม การใช้ β -glucan ในการลดคอเลสเตอรอลอย่างได้ผลนั้น จะได้ผลดียิ่งสำหรับผู้ที่ยังไม่มีคอเลสเตอรอลสูงมากๆ ดังนั้นจึงควรเริ่มรักษาสุขภาพโดยการได้รับ β -glucan เมื่อท่านรู้สึกอ้วนขึ้น และค่าคอเลสเตอรอลเริ่มสูงขึ้น

เกี่ยวกับงานวิจัยอื่นๆ

กลุ่มนักวิจัยนอร์เวย์แห่ง **University of Thromso (2002)** ได้ใช้ β -glucan ในการทดลองเกี่ยวกับคุณภาพและส่วนประกอบของเลือด โดยทดลองกับเลือดของคนไข้ (blood cultures) ซึ่งการทดลองเช่นนี้เคยทำกับหนู และพบว่าเมื่อใช้ β -glucan ชนิดที่ละลายน้ำ (soluble) β -glucan สามารถป้องกันการติดเชื้อ (infection) และอาการช็อคในหนู mice และ soluble glucan สามารถลดการติดเชื้อของผู้ป่วยที่มีแผล หรือได้รับการผ่าตัด ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้ยืนยันผลการทดลองก่อนๆ (*International Immunopharmacology. 2: 1585-97*) และนักวิจัยแห่ง

Tokyo College of pharmacy (1990) ก็ได้เคยทดลอง β -glucan ที่สกัดจากเห็ด *Grifola sp.* กับคน ซึ่งก็พบว่าทำให้การแข็งตัวของเลือดเป็นปกติ ซึ่งแสดงว่า β -glucan สามารถช่วยผู้ป่วยที่มีเกล็ดเลือดต่ำ หรือสูงเกินไป (ซึ่งทำให้เกิดอาการเลือดไหลไม่หยุดในผู้ป่วยเกล็ดเลือดต่ำ และการแข็งตัวง่ายในหลอดเลือด สำหรับผู้ป่วยที่มีเกล็ดเลือดสูงเกินไป) β -glucan จะเชื่อมติดกับ fibrinogen และช่วยให้เลือดแข็งตัว (clot) โดย 'steric exclusion' (*Pharmacobio-Dynamics. 3: 525-32*)

นอกจากการทดลองดังกล่าว ยังมีการทดลองใช้ β -glucan สกัดจากยีสต์ กับเลือดของมนุษย์ โดยคณะวิจัยของ **Brigham Women's Hospital, Boston (1994)** คณะแพทย์ที่ทำการทดลองยืนยันว่าสาร glucocorticoids ทำงานร่วมกับเม็ดเลือดชนิด monocytes โดยการกระตุ้นของ β -glucan receptors และการกระตุ้นนี้ไม่เกี่ยวข้องกับโปรตีน ซึ่งถูกสังเคราะห์ขึ้นในระหว่างทำการเลี้ยงเม็ดเลือด ผลจากการทดลองนี้กล่าวได้ว่า β -glucan กระตุ้นการทำงานของ monocytes และเพิ่มการ metabolism ของเม็ดเลือด (*Immunology. 81: 96-102*)

การทดลองของนักวิจัยที่ **Shandong University, China (2001)** เกี่ยวกับการอักเสบของกระเพาะอาหาร โดยการให้สารที่ทำให้เกิดอาการอักเสบกับหนู mice และหนูธรรมดา พบว่า β -glucan สามารถต่อต้านการอักเสบของกระเพาะอาหาร ซึ่งเกิดจากการขาดน้ำ, ethanol, aspirin และ acetic acids การให้ β -glucan ในการทดลองนี้ โดยการให้หนูกิน และพบว่า β -glucan ดีกว่าการให้โดยการฉีดเข้าไปในตัวหนู ซึ่งจากการตรวจพบว่ามีปฏิกิริยา 'Antiulcer' เกิดขึ้น เนื่องจาก β -glucan ได้สัมผัสกับ gastric mucosa และไปกระตุ้นเซลล์ภูมิคุ้มกันต่างๆ (*Shandong Daxue Xuebao. 36: 107-12*)

ยังมีการทดลองกับสัตว์ที่เลี้ยงในฟาร์ม เช่น ไก่ ก็พบว่า การให้ β -glucan สกัดจากข้าวบาร์เลย์ ช่วยกระตุ้นเอ็นไซม์ในระบบการย่อยอาหารดีขึ้น (*Dept. of Animal Nutrition, 1995. Jour. of Nutrition. 125: 947-55*) และเพิ่มจำนวน Lactobacillus ในลำไส้ (probiotic effect) (*PCT patent NO 98, 26,787 (1998), Australia*)

การทดลองที่ได้รับทุนจากรัฐบาลญี่ปุ่น (*JP 08, 157, 377*) ในปี 1996 โดยใช้ β -glucan สกัดจากเห็ด (*Aureo-basidium sp.*) พบว่าสามารถควบคุมอาการท้องเสีย (diarrhea) อย่างได้ผล

นักวิจัย Belgium แห่ง **Center for Nuclear Energy (1988)** พบว่า β -glucan สกัดจากยีสต์ สามารถป้องกันหนู mice จากรังสี X ได้ และมีอัตราการรอดตายสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ β -glucan เนื่องจาก bone marrow stem cells สามารถต่อต้านผลของการถูกรังสีได้ (*Pharmacology Therapy. 39: 255-9*) ในการทดลองเกี่ยวกับรังสีนั้น ยังมีผลการทดลองที่น่าสนใจอีกหลายเรื่อง และได้ข้อสรุปว่า β -glucan กระตุ้น immunomodulators สำหรับป้องกันการบาดเจ็บจากการได้รับรังสี (*Armed Forces Radiobiological Research Institute, Maryland (1988) Comments on Toxicology. 2: 217-31*) ผลงานทดลองนี้ได้รับการทดลองยืนยันโดย Czech Academy of Science, 1991. (*Folia Biologica, 37: 117-24*)

β -glucan สกัดจากยีสต์ กระตุ้นการทำงานของ macrophages ซึ่งทำให้การทำงานของ superoxide เพิ่มขึ้น (superoxide dismutase – SOD เป็นเอนไซม์มีพื้นฐานที่ต้านอนุมูลอิสระ) (**University of Batislova, Slovakia (1986) *Methods and Findings of Experimental and Clinical Pharmacology*, 8: 163-6**)

นักวิจัยแห่ง **Laboratory for Biological and Cellular Molecules, France (1989)** ได้ทดลองให้ β -glucan สกัดจากยีสต์ และข้าวบาร์เลย์ กับแกะ พบว่าสามารถกระตุ้น growth hormone ทำให้แกะเจริญเติบโตเร็ว (***Reproduction and Nutritional Development*, 29: 139-46**)

แพทย์แห่ง **Mayo Clinic ใน Minnesota (1993)** β -glucan จากยีสต์กระตุ้นการทำงานของ Tumor necrosis factor (TNF) ซึ่ง TNF นี้เป็น Cytokine ที่ต้านและทำลายเซลล์มะเร็ง ทั้งที่ผู้ป่วยอยู่ในสภาวะ ‘benign’ หรือ ‘malignant’ ซึ่งแพทย์ได้ตั้งสมมติฐานว่า β -glucan สามารถทำให้ macrophages ซึ่งตอบรับต่อ lipopolysaccharide (LPS) ทำให้เกิดการหลั่งสาร TNF ออกมา (***Immunologicam Letters*, 33: 19-25**) และส่วนการวิจัยเกี่ยวกับ TNF โดยนักวิทยาศาสตร์แห่ง **Tokyo College Pharmacy (1995)** โดยการใช้ β -glucan สกัดจากเห็ด (*Grifola sp.*) กับหนู ก็พบว่า สามารถเพิ่ม LPS และกระตุ้นการสร้าง TNF ได้จริง ภายใน 2 ชั่วโมง หลังจากที่ได้รับ β -glucan และยังคงความสามารถนี้ต่อไปอีก 3 สัปดาห์เต็มๆ (***Biology and Pharmacy Bulletin*, 18: 126-33**)

บทสรุป

บริษัทต่างๆ ที่ผลิต β -glucan มักประโหมประโคมสินค้าของตน แต่ไม่เคยกล่าวถึงปริมาณที่แท้จริงของ β -glucan เช่น บางบริษัทซึ่งผลิตสารเหล่านี้ออกมา 2 ชนิด ชนิดแรกให้ชื่อว่า “__24” แต่มี β -glucan เพียง 3 mg/แคปซูล อีกชนิดหนึ่งให้ชื่อ “__100” ซึ่งมี β -glucan ไม่ถึง 10 mg/แคปซูล และจำหน่ายในราคาแพงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับบางบริษัทซึ่งผลิต 100 mg, 250 mg และ 500 mg/แคปซูล ซึ่งเป็น β -glucan ที่บริสุทธิ์ถึง 60% บริษัทที่กล่าวถึงข้างต้นมีมากมายหลายบริษัท ซึ่งคิดแต่ผลกำไรแต่ไม่เคยคิดคำนึงถึงสุขภาพของผู้บริโภค แม้แต่ในการแข่งขันเรื่องการขายก็มีการหยิบขมมาอ้างว่า β -glucan ซึ่งผลิตจากเห็ดดีกว่ายีสต์ เนื่องจากเห็ดมีราคาแพงกว่ายีสต์ ทำให้ผู้บริโภคถูกโน้มน้าวและหลงผิด ขอมซื้อ β -glucan ที่ผลิตจากเห็ดในราคาแพง ซึ่งโดยความเป็นจริงแล้ว เราต้องการ 1,3-D- β -glucan ซึ่งในยีสต์และเห็ดก็มี 1,3 และ 1,6-D- β -glucan เหมือนกัน ขณะที่สารที่สกัดจากข้าวบาร์เลย์ หรือข้าวโอ๊ต มี 1,3 และ 1,4-D- β -glucan ดังนั้น การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ β -glucan ดังกล่าว ก็ควรเลือกชนิดที่มีปริมาณ β -glucan สูงต่อหนึ่งแคปซูล และมีราคาถูกพอสมควร ซึ่งจากรายงานของ **University of Hamburg, Germany** ในเอกสารวิชาการ ‘**Carbohydrate Research 297: 135-43**’ ซึ่งได้ศึกษาวิจัย β -glucan กับ ‘tumor necrosis factor alpha release activity’ โดยใช้ monocytes ในคนเป็นดัชนี ซึ่งก็พบว่า ไม่ว่าจะ เป็น glucans ชนิดใด ก็สามารถกระตุ้นให้ระบบภูมิคุ้มกันทำงานได้ดีขึ้น ซึ่งทำให้สามารถต่อต้านโรคได้ดี

คุณสมบัติที่ดีอีกอย่างหนึ่งของ β -glucan ก็คือ ผู้ป่วยสามารถใช้ glucan ร่วมกับยา หรือการบำบัดต่างๆ เช่น ฉายรังสี หรือเคมีบำบัดได้พร้อมๆ กันไป β -glucan สามารถลดคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ไปพร้อมๆ กัน สำหรับผู้ที่ใช้อาหารเสริมจำพวกชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถสังเกตผิวพรรณ โดยเฉพาะหน้าที่ผุดผ่องขึ้น β -glucan ได้รับการพิสูจน์ว่า สามารถลดปริมาณน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานได้

ปริมาณ β -glucan ที่ควรใช้

ในการศึกษาวิจัยพบว่า ได้ทดลองใช้ β -glucan ในอัตรา 100 mg/น้ำหนักตัว/กก. กับสัตว์ที่หนักถึง 70 กก. และไม่พบอันตราย (7,000 mg/วัน) โดยทั่วไปผู้ที่มีสุขภาพปกติที่ต้องการได้ β -glucan เสริมภูมิคุ้มกัน ควรรับประทาน 100 mg/วัน ก็เพียงพอ แต่สำหรับผู้ป่วยควรได้รับ β -glucan วันละ 200-500 mg/วัน ถ้าผู้ป่วยเป็นโรคร้ายแรง เช่น เบาหวานเรื้อรัง หรือมะเร็ง ก็ควรใช้ 300-500 mg/วัน ประมาณ 1 ปี แล้วจึงลดลงมาเหลือ 100 mg/วัน FDA แห่งสหรัฐอเมริกาจัดให้ β -glucan เป็นอาหารเสริมที่ปลอดภัย (**GRAS : Generally Regcosnized as SAFE**) นอกจากนี้ยังได้มีการวิจัยเพิ่มเติมว่า β -glucan สามารถกระตุ้นการทำงานของยาหลายชนิดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ยาปฏิชีวนะ หรือยาสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

จากผลงานวิจัย และรายงานที่ทำการทดลองโดยสถาบันที่มีชื่อเสียงต่างๆ ทำให้ผู้ป่วยได้เข้าใจประสิทธิภาพของ β -glucan ที่สกัดจาก เห็ด ยีสต์ และเชื้อราต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยต้องมีวิจารณญาณ และการตัดสินใจเองว่า ควรใช้หรือไม่ใช้อย่างไร

เพราะที่ปรากฏในเอกสารฉบับนี้ เป็นเพียงให้เห็นภาพที่ชัดเจนของ β -glucan ชัดเจนขึ้นเท่านั้น โดยไม่เกี่ยวกับการห้าม หรือการสนับสนุนให้ใช้แต่ประการใด

ขอขอบคุณที่ทนอ่านจนจบ

ผู้อำนวยการ BVRC

30 ตุลาคม 2554

References:

1. Babineau, TJ; Hackford A, Kenler A, Bistran B, Forse RA, Fairchild PG, Heard S, Keroack M, Caushaj P, Benotti P (November 1994). "A phase II multicenter, double-blind, randomized, placebo-controlled study of three dosages of an immunomodulator (PGG-glucan) in high-risk surgical patients". *Archives of surgery (Chicago, Ill : 1960)* (United States: American Medical Association) **129** (11): 1204–1210.
2. Babineau, TJ; Marcello P, Swails W, Kenler A, Bistran B, Forse RA (November 1994). "Randomized phase I/II trial of a macrophage-specific immunomodulator (PGG-glucan) in high-risk surgical patients". *Annals of surgery* (United States: Lippincott Williams & Wilkins) **220** (5): 601–609.
3. Battilana, P; Ornstein K, Minehira K, Schwarz JM, Acheson K, Schneiter P, Burri J, Jéquier E, Tappy L (May 2001). "Mechanisms of action of beta-glucan in postprandial glucose metabolism in healthy men". *European journal of clinical nutrition* (England: Nature Publishing Group) **55** (5): 327–333.
4. Bresson, Jean-Louis; Albert Flynn, Marina Heinonen, Karin Hulshof, Hannu Korhonen, Pagona Lagiou, Martinus Løvik, Rosangela Marchelli, Ambroise Martin, Bevan Moseley, Hildegard Przyrembel, Seppo Salminen, Sean (J.J.) Strain, Stephan Strobel, Inge Tetens, Henk van den Berg, Hendrik van Loveren and Hans Verhagen (2009). "Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to beta glucans and maintenance of normal blood cholesterol concentrations (ID 754, 755, 757, 801, 1465, 2934) and maintenance or achievement of a normal body weight (ID 820, 823) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006". *EFSA Journal* **7** (9): 1254.
5. Browder, IW; Williams DL, Kitahama A, Di Luzio NR (1984). "Modification of post-operative *C. albicans* sepsis by glucan immunostimulation". *International journal of immunopharmacology* (England: Elsevier Science) **6** (1): 19–26.
6. Browder, W; Williams D, Pretus H, Olivero G, Enrichens F, Mao P, Franchello A (May 1990). "Beneficial effect of enhanced macrophage function in the trauma patient". *Annals of surgery* (United States: Lippincott Williams & Wilkins) **211** (5): 605–612; discussion 612–613.
7. Cramer, DE; Allendorf DJ, Baran JT, Hansen R, Marroquin J, Li B, Ratajczak J, Ratajczak MZ, Yan J (2006-01-15). "β-Glucan enhances complement-mediated hematopoietic recovery after bone marrow injury". *Blood* (United States: American Society of Hematology) **107** (2): 835–840.
8. Dellinger, EP; Babineau TJ, Bleicher P, Kaiser AB, Seibert GB, Postier RG, Vogel SB, Norman J, Kaufman D, Galandiuk S, Condon RE (September 1999). "Effect of PGG-glucan on the rate of serious postoperative infection or death observed after high-risk gastrointestinal operations. Betafectin Gastrointestinal Study Group". *Archives of surgery (Chicago, Ill. : 1960)* (United States: American Medical Association) **134** (9): 977–983.
9. DiLuzio, NR; Williams DL, McNamee RB, Malshet VG (1980). "Comparative evaluation of the tumor inhibitory and antibacterial activity of solubilized and particulate glucan". *Recent results in cancer research. Fortschritte der Krebsforschung. Progrès dans les recherches sur le cancer* (Germany: Springer Verlag) **75**: 165–172.
10. Dongowski, G; Huth M, Gebhardt E, Flamme W (December 2002). "Dietary fiber-rich barley products beneficially affect the intestinal tract of rats". *The Journal of nutrition* (United States: American Society of Nutritional Sciences) **132** (12): 3704–3714.
11. Frey, A.; Frey A, Giannasca KT, Weltzin R, Giannasca PJ, Reggio H, Lencer WI, Neutra MR (1996-09-01). "Role of the glycocalyx in regulating access of microparticles to apical plasma membranes of intestinal epithelial cells: implications for microbial attachment and oral vaccine targeting". *The Journal of experimental medicine* (United States: Rockefeller University Press) **184** (3): 1045–1059.

12. Hong, F; Yan J, Baran JT, Allendorf DJ, Hansen RD, Ostroff GR, Xing PX, Cheung NK, Ross GD (2004-07-15). "Mechanism by which orally administered β -1,3-glucans enhance the tumoricidal activity of antitumor monoclonal antibodies in murine tumor models". *Journal of immunology (Baltimore, Md. : 1950)* (United States: American Association of Immunologists) **173** (2): 797–806.
13. Keogh, GF; Cooper GJ, Mulvey TB, McArdle BH, Coles GD, Monro JA, Poppitt SD (October 2003). "Randomized controlled crossover study of the effect of a highly beta-glucan-enriched barley on cardiovascular disease risk factors in mildly hypercholesterolemic men". *The American journal of clinical nutrition* (United States: American Society of Clinical Nutrition) **78** (4): 711–718.
14. Kernodle, DS; Gates H, Kaiser AB (March 1998). "Prophylactic Anti-Infective Activity of Poly-1-6- β -d-Glucopyranosyl-1-3- β -d-Glucopyranose Glucan in a Guinea Pig Model of Staphylococcal Wound Infection". *Antimicrobial agents and chemotherapy* (United States: American Society for Microbiology) **42** (3): 545–549.
15. Kirmaz, C; Bayrak P, Yilmaz O, Yuksel H. (June 2005). "Effects of glucan treatment on the Th1/Th2 balance in patients with allergic rhinitis: a double-blind placebo-controlled study". *European cytokine network* (France: John Libbey Eurotext) **16** (2): 128–134.
16. Kogan, G; Stasko A, Bauerova K, Polovka M, Soltes L, Brezova V, Navarova J (2005-07-04). "Antioxidant properties of yeast (1 \rightarrow 3)- β -D-glucan studied by electron paramagnetic resonance spectroscopy and its activity in the adjuvant arthritis". *Carbohydrate Polymers* (Elsevier) **61** (1): 18–28.
17. Mansell, PW; Ichinose H, Reed RJ, Kremenz ET, McNamee R, Di Luzio NR (March 1975). "Macrophage-mediated destruction of human malignant cells in vivo". *Journal of the National Cancer Institute* (United States: Oxford University Press) **54** (3): 571–580.
18. Mennink-Kersten MASH, Ruegebrink D, Verweij PE (2008). "*Pseudomonas aeruginosa* as a cause of 1,3- β -D-glucan assay reactivity". *Clin Infect Dis* **46** (12): 1930–1931.
19. Mennink-Kersten MASH, Warris A, Verweij PE (2006). "1,3- β -D-Glucan in patients receiving intravenous amoxicillin–clavulanic acid". *NEJM* **354** (26): 2834–2835.
20. Miura, NN; Ohno N, Aketagawa J, Tamura H, Tanaka S, Yadomae T (January 1996). "Blood clearance of (1 \rightarrow 3)-beta-D-glucan in MRL lpr/lpr mice". *FEMS immunology and medical microbiology* (England: Blackwell Publishing) **13** (1): 51–57.
21. Morikawa, K; Takeda R, Yamazaki M, Mizuno D (April 1985). "Induction of tumoricidal activity of polymorphonuclear leukocytes by a linear beta-1,3-D-glucan and other immunomodulators in murine cells". *Cancer research* (United States: American Association for Cancer Research) **45** (4): 1496–1501.
22. Mucksová, J; Babíček K, Pospíšil M (2001). "Particulate 1,3-beta-D-glucan, carboxymethylglucan and sulfoethylglucan--influence of their oral or intraperitoneal administration on immunological response of mice". *Folia microbiologica* (Czech Republic: Slovak Academy Of Sciences) **46** (6): 559–563. 9.
23. Obayashi T, Yoshida M, Mori T, *et al.* (1995). "Plasma (13)-beta-D-glucan measurement in diagnosis of invasive deep mycosis and fungal febrile episodes". *Lancet* **345** (8941): 17–20.
24. Odabasi Z, Mattiuzzi G, Estey E, *et al.* (2004). "Beta-D-glucan as a diagnostic adjunct for invasive fungal infections: validation, cutoff development, and performance in patients with acute myelogenous leukemia and myelodysplastic syndrome". *Clin Infect Dis* **39** (2): 199–205.
25. Onderdonk, AB; Cisneros RL, Hinkson P, Ostroff G (April 1992). "Anti-infective effect of poly-beta 1-6-glucotriosyl-beta 1-3-glucopyranose glucan in vivo". *Infection and immunity* (United States: American Society for Microbiology) **60** (4): 1642–1647.
26. Ooi VE, Liu F (July 2000). "Immunomodulation and anti-cancer activity of polysaccharide-protein complexes". *Curr. Med. Chem.* **7** (7): 715–29.
27. Oral WGP Beta Glucan Treatment Accelerates Myeloid Recovery after Radiation Exposure. Presented at BTR 2003

28. Ostrosky-Zeichner L, Alexander BD, Kett DH, *et al.* (2005). "Multicenter clinical evaluation of the (1→3)β-D-glucan assay as an aid to diagnosis of fungal infections in humans". *Clin Infect Dis* **41** (5): 654–659.
29. Patchen, ML; DiLuzio NR, Jacques P, MacVittie TJ (December 1984). "Soluble polyglycans enhance recovery from cobalt-60--induced hemopoietic injury". *Journal of biological response modifiers* (United States: Raven Press) **3** (6): 627–633.
30. Patchen, ML; MacVittie TJ (April 1983). "Dose-dependent responses of murine pluripotent stem cells and myeloid and erythroid progenitor cells following administration of the immunomodulating agent glucan". *Immunopharmacology* (Netherlands: Elsevier/North-Holland) **5** (4): 303–313.
31. Patchen, ML; MacVittie TJ (February 1986). "Comparative effects of soluble and particulate glucans on survival in irradiated mice". *Journal of biological response modifiers* (United States: Raven Press) **5** (1): 45–60.
32. Patchen, ML; MacVittie TJ, Wathen LM (1984-11-15). "Effects of pre- and post-irradiation glucan treatment on pluripotent stem cells, granulocyte, macrophage and erythroid progenitor cells, and hemopoietic stromal cells". *Experientia* (Switzerland: Birkhäuser Verlag) **40** (11): 1240–1244.
33. Patchen, ML; Vaudrain T, Correia H, Martin T, Reese D (December 1998). "In vitro and in vivo hematopoietic activities of Betafectin PGG-glucan". *Experimental hematology* (Netherlands: Elsevier Science) **26** (13): 1247–1254.
34. Petruczenko, A (May-June 1984). "Glucan effect on the survival of mice after radiation exposure". *Acta physiologica Polonica* (Poland: Panstwowy Zaklad Wydawnictw Lekarskich) **35** (3): 231–236.
35. Sener, G; Toklu H, Ercan F, Erkanli G (August 2005). "Protective effect of beta-glucan against oxidative organ injury in a rat model of sepsis". *International immunopharmacology* (Netherlands: Elsevier Science) **5** (9): 1387–1396.
36. Sveinbjørnsson, B; Rushfeldt C, Seljelid R, Smedsrød B (May 1998). "Inhibition of establishment and growth of mouse liver metastases after treatment with interferon gamma and beta-1,3-D-glucan". *Hepatology (Baltimore, Md.)* (United States: Wiley) **27** (5): 1241–1248.
37. Teas, J (1983). "The dietary intake of Laminarin, a brown seaweed, and breast cancer prevention". *Nutrition and cancer* (Lawrence Erlbaum Associates) **4** (3): 217–222.
38. Thompson, IM; Spence CR, Lamm DL, DiLuzio NR (November 1987). "Immunochemotherapy of bladder carcinoma with glucan and cyclophosphamide". *The American journal of the medical sciences* (United States: Lippincott Williams & Wilkins) **294** (5): 294–300.
39. Tomoda, M; Ohara N, Shimizu N, Gonda R (March 1994). "Characterization of a novel glucan, which exhibits reticuloendothelial system-potentiating and anti-complementary activities, from the rhizome of *Cnidium officinale*". *Chemical & pharmaceutical bulletin* (Japan: Pharmaceutical Society of Japan) **42** (3): 630–633.
40. Tsukada, C; Yokoyama H, Miyaji C, Ishimoto Y, Kawamura H, Abo T (January 2003). "Immunopotential of intraepithelial lymphocytes in the intestine by oral administrations of beta-glucan". *Cellular immunology* (United States: Academic Press) **221** (1): 1–5.
41. Tsukagoshi, S; Tsukagoshi S, Hashimoto Y, Fujii G, Kobayashi H, Nomoto K, Orita K (June 1984). "Krestin (PSK)". *Cancer treatment reviews* (England: Saunders) **11** (2): 131–155.
42. Turnbull, JL; Patchen ML, Scadden DT (1999). "The polysaccharide, PGG-glucan, enhances human myelopoiesis by direct action independent of and additive to early-acting cytokines". *Acta haematologica* (Switzerland: Karger) **102** (2): 66–71.
43. Tzianabos, AO; Gibson FC 3rd, Cisneros RL, Kasper DL (July 1998). "Protection against experimental intraabdominal sepsis by two polysaccharide immunomodulators". *The Journal of infectious diseases* (United States: University of Chicago Press) **178** (1): 200–206.
44. Vetvicka, V; Dvorak B, Vetvickova J, Richter J, Krizan J, Sima P, Yvin JC (2007-03-10). "Orally administered marine (1-->3)-beta-D-glucan Phycarine stimulates both humoral and

- cellular immunity". *International journal of biological macromolecules* (England: Butterworth-Heinemann) **40** (4): 291–298.
45. Vetvicka, V; Terayama K, Mandeville R, Brousseau P, Kournikakis B, Ostroff G (2002). "Pilot Study: Orally-Administered Yeast β 1,3-glucan Prophylactically Protects Against Anthrax Infection and Cancer in Mice" (PDF). *Journal of the American Nutraceutical Association* (Birmingham, AL : The Association) **5** (2): 5–9. .
46. Wakui, A; Kasai M, Konno K, Abe R, Kanamaru R, Takahashi K, Nakai Y, Yoshida Y, Koie H, Masuda H, et al. (April 1986). "Randomized study of lentinan on patients with advanced gastric and colorectal cancer. Tohoku Lentinan Study Group" (in Japanese). *Gan to kagaku ryoho. Cancer & chemotherapy* (Japan: Gan To Kagaku Ryohosha) **13** (4 pt 1): 1050–1059.
47. Wasser, SP; Weis AL (1999). "Therapeutic effects of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: a modern perspective". *Critical reviews in immunology* (United States: Begell House) **19** (1): 65–96.