เบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซาน

THE BETA GLUCAN FROM OYSTER MUSHROOM INDUCED BY CHITOSAN

วริศรา คล้อยสาย
สิรีธร เกตุทองเรือง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซาน

THE BETA GLUCAN FROM OYSTER MUSHROOM INDUCED BY CHITOSAN

T148864

วริศรา คล้อยสาย

สิรีธร เกตุทองเรือง

ฉบหมู่.....
เลขทะเบียน 148864
วัน.เดือน.ปี 30 พ.ย. 2560

.b 1681 6550
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซาน

THE BETA GLUCAN FROM OYSTER MUSHROOM INDUCED BY CHITOSAN

จัดทำโดย

วริศรา คล้อยสาย รหัสนักศึกษา 55080118

สิรีธร เกตุทองเรือง รหัสนักศึกษา 55080132

ได้รับความเห็นชอบจาก

.... 9 / มิ.ย. / 2559

(ดร.สุรชัย ใหญ่เย็น)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	เบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซาน
ชื่อนักศึกษา	วริศรา คล้อยสาย รหัสนักศึกษา 55080118
	สิรีธร เกตุทองเรือง รหัสนักศึกษา 55080132
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สุรชัย ใหญ่เย็น

บทคัดย่อ

สารเบต้ากลูแคนเป็นสารที่สามารถเพิ่มการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย และใช้ในการลดระดับไขมันและระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดอีกด้วย จากการทดลองพบว่าเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยสารไคโตซานสามารถเจริญได้ดีกว่าเห็ดปรกติ และเมื่อศึกษาปริมาณของสารผสมเบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมพบว่าเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงกว่าเห็ดนางรมที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป โดยทำการสกัดสารผสมเบต้ากลูแคนจากเห็ด คือ การสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อนและการสกัดด้วยกรด โดยมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด คือ 14.3323 และ 29.8462 mg/ml ตามลำดับ ในวิธีการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน จะให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่น้อยกว่าเห็ดนางรมที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป ซึ่งบอกถึงปริมาณของโพลีแซคคาร์ไรด์ที่สูงขึ้น ความสามารถในการละลายน้ำของเบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 0.05% และ 0.1% พบว่ามีความสามารถในการละลายน้ำ โดยการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อนที่ความเข้มข้น 0.05% สามารถละลายได้ดีกว่าที่ความเข้มข้น 0.1% และสกัดด้วยกรดที่ความเข้มข้น 0.1% ละลายได้ดีกว่า แสดงว่าวิธีการสกัดสารผสมเบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมผลต่อการละลายน้ำ

คำสำคัญ: เบต้ากลูแคน เห็ดนางรม ไคโตซาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	The beta glucan from oyster mushroom induced by chitosan
Student name	WARITSARA KLOYSAI Student ID 55080118
	SIREETHORN KETTONGRUANG Student ID 55080132
Program	Bachelor of Science in Industrial Fermentation Technology
Year	2016
Advisor	Dr. Surachai Yaiyen

ABSTRACT

Beta-glucan is a substance to induce immune system. It also has effect to reduce cholesterol and glucose levels in the blood. The results showed that the oyster mushroom induced by chitosan can grow better than normally mushroom. In this study investigate to the amount of beta glucan from oyster mushroom induced by chitosan. The extracted beta glucan from mushrooms is 2 methods, hot water and steam pressure extraction and acid extraction. The results showed that the oyster mushroom induced by chitosan has total sugar content higher than the oyster mushrooms are sold in the market. The total sugar content was 14.33 and 29.84 mg/ml, respectively, Moreover, the amount of reducing sugars in oyster mushroom induced by chitosan is lower that it purpose to high polysaccharide. The ability of water soluble of beta glucan from oyster mushroom induced by chitosan can solubilized at 0.05% and 0.1% In hot water and steam pressure extraction, The beta glucan mixture can solubilized at 0.05% better than 0.1% whereas beta glucan mixture from acid extraction can solubilized at 0.1% better soluble 0.05%. The result indicates that the extraction method of beta glucan from oyster mushroom was more effect to water-solublity.

Keywords: Beta glucan, Oyster mushroom, Chitosan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนจาก ดร.สุรชัย ใหญ่เย็น ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำการแก้ไขปัญหาต่างๆ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ทางด้านวิชาการที่สามารถนำมาใช้ในการทำปัญหาพิเศษนี้ รวมถึงเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัยและเอกสารต่างๆ และเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ภาควิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมทุกคนที่คอยให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือ รวมไปถึงกำลังใจตลอดการทำวิจัยนี้ สุดท้ายคุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว น้องสาว ที่คอยให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

วริศรา คล้อยสาย

สิรีธร เกตุทองเรือง

30 พฤษภาคม 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	v
สารบัญภาพ	vi
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 เบต้ากลูแคน	6
2.2 ไคโตซาน	7
2.3 เห็ดนางรม	8
2.4 กระบวนการสกัดเบต้ากลูแคน	10
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	11
3.2 อุปกรณ์	11
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	12
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	14
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	20
บรรณานุกรม	22
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	
ประวัติผู้เขียน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.3.1	องค์ประกอบทางเคมีของเห็ดนางรม	9
4.1	แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน โดยวิธีการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน	14
4.2	แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน โดยวิธีการสกัดด้วยกรด	15
4.3	แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 0.05% โดยวิธีการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน	16
4.4	แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 0.1% โดยวิธีการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน	17
4.5	แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 0.05% โดยวิธีการสกัดด้วยกรด	18
4.6	แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 0.1% โดยวิธีการสกัดด้วยกรด	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	โครงสร้างของเบต้ากลูแคนจากแหล่งต่างๆ	4
2.1	โครงสร้างเบต้ากลูแคน การจับกันของเบต้ากลูแคนจากธัญพืช และจากยีสต์ และโครงสร้างอย่างง่ายของเบต้ากลูแคนที่ได้จากแหล่งต่างๆ	7
2.3	รูปล่างและลักษณะของเห็ดนางรม	8
4.1	แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ โดยการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อนของเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน	14
4.2	แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ โดยการสกัดด้วยกรดของเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน	15
4.3	แสดงความสามารถในการละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.05% จากการสกัดด้วยวิธีความดันไอน้ำร้อน ในส่วนใสและตะกอนจากเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน	16
4.4	แสดงความสามารถในการละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.1% จากการสกัดด้วยวิธีความดันไอน้ำร้อน ในส่วนใสและตะกอนจากเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน	17
4.5	แสดงความสามารถในการละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.05% จากการสกัดด้วยกรดในส่วนใสและตะกอนจากเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน	18
4.6	แสดงความสามารถในการละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.1% จากการสกัดด้วยกรดในส่วนใสและตะกอนจากเห็ดนางรมในท้องตลาด และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทราชั้นสูง ที่เกิดจากการรวมของเส้นใยและเจริญพัฒนาเกิดเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เรียกว่า ดอกเห็ด อยู่เหนือพื้นดิน ซากพืช ขอนไม้ หรือบนต้นไม้ เมื่อดอกเห็ดเจริญเต็มที่ก็จะสร้างสปอร์ซึ่งจะปลิวไปตกในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ก็จะงอกเป็นเส้นใยและเป็นดอกเห็ดได้อีกหมุนเวียนเช่นนี้เรื่อยไป มนุษย์รู้จักเห็ดและนำเห็ดมาประกอบ อาหารเป็นเวลานานนับร้อยๆ ปีมาแล้ว ปัจจุบันเห็ดจัดเป็นผลิตผลทางเกษตรประเภท พืชผัก แต่ไม่มีคลอโรฟิลล์ไม่สามารถสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารเองได้ ต้องอาศัยการย่อยสลายอาหารจากภายนอกเพื่อการเจริญเติบโต ได้แก่ สารอินทรีย์ เช่น ซากพืช ขอนไม้หรือต้นไม้ทั้งที่ยังมีชีวิต หรือกำลังแห้งตาย ทั้งนี้เพราะเห็ดมีเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายองค์ประกอบของสารอินทรีย์ดังกล่าวได้ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ให้เป็นสารอาหารที่เห็ดสามารถนำไปใช้ได้

คนไทยรู้จักเห็ดและใช้บริโภคกันมานานมากแล้วและได้ให้ความสำคัญแก่เห็ดว่าเป็นอาหารในระดับของเนื้อสัตว์ ดังจะเห็นได้จากวลีที่ติดปากคนไทยว่า “หมูเห็ดเป็ดไก่” ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเห็ดมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของคนไทย เห็ดที่ใช้บริโภคและมีจำหน่ายในท้องตลาดได้แก่ เห็ดฟาง เห็ดแชมปิญอง เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดหูหนู เห็ดหอม และเห็ดเป๋าฮื้อ เป็นต้น ปัจจุบันเห็ดนอกจากจะมีคุณค่าทางอาหารแล้ว ยังพบว่าสามารถนำไปใช้เป็นยาธรรมชาติในการป้องกันและบำบัดโรคได้ ได้แก่ เห็ดหอม เห็ดนางรม เห็ดหลินจือ เป็นต้น ทำให้เห็ดเป็นที่สนใจของคนไทยรวมถึงประชากรเกือบทั่วโลก ทำให้มีความนิยมการบริโภคเห็ดเพิ่มขึ้น

เห็ดสกุลนางรมหรือเห็ดนางรม (Oyster Mushroom) มีชื่อเรียกตามลักษณะของดอกเห็ดที่รูปร่างคล้ายหอยนางรม หมวกดอกมีผิวเรียบ กลางหมวกดอกเว้าเป็นแอ่ง ขอบกลีบดอกโค้งลงด้านล่างเล็กน้อย หลังดอกมีลักษณะเป็นครีบ สีและขนาดแตกต่างกันตามชนิดของเห็ด ก้านดอกยาวปานกลาง โค้งงอค่อนไปข้างหนึ่ง ไม่อยู่กึ่งกลางดอก เห็ดนางรมขึ้นอยู่เป็นกลุ่มโคนก้านดอกติดกัน หมวกเห็ดซ้อนเป็นชั้นๆ บางชนิดขึ้นเพียงดอกเดียว

เห็ดนางรม (Oyster Mushroom) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ Pleurotus ostreatus (Jacq.ex Fr.) Kummer มีลักษณะขึ้นเป็นกลุ่ม 4-6 ดอก สีขาวหรือสีเทา ก้านดอกสั้น ชูขึ้น ครีบดอกเป็นแผ่นบางๆ ขนาด 2-8 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และที่ความชื้น 75-90%

เห็ดนางรมมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะโปรตีน คาร์โบไฮเดรท วิตามิน และธาตุอาหารหลายชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม ให้พลังงานค่อนข้างสูง มีวิตามินบี 1 และบี 2 สูงกว่าเห็ดชนิดอื่น และยังมีกรดโฟลิคสูงกว่าพืชผักและเนื้อสัตว์

ประโยชน์ และสรรพคุณของเห็ดนางรม

1) บำบัดอาการปวดเอว ปวดขา ชาตามแขนขา ขยายหลอดเลือด และอาการเอ็นยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ยังยั้งเซลล์มะเร็ง
3) กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน
4) ลดปริมาณน้ำตาลในเลือด
5) ปรับความดันโลหิตและความเข้มข้นของไขมันในเลือด
6) ยับยั้งการเติบโตของเนื้อร้าย
7) ลดอาการอักเสบ
8) ลดการก่อโรคของจุลินทรีย์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการนำเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานมาสกัดหาปริมาณสารเบต้ากลูแคน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณสารเบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมในท้องตลาด

ไคโตซานเป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทมหโมเลกุลสายตรงของพอลิแซคคาไรด์ซึ่งมีหน่วยย่อยเป็นน้ำตาลดีกลูโคซามีนต่อกันด้วยพันธะ 1,4-β-glycoside มีหมู่เอมีนอิสระที่อยู่ในรูปของหมู่อะมิโนและไม่มีพิษ เป็นสารที่สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมเข้ากันได้กับสิ่งมีชีวิต สามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ที่เป็นกรดอ่อน และมีคุณสมบติจำเพาะทางชีวภาพได้รับการรับรองให้เป็นอาหารเสริมในประเทศญี่ปุ่นและเกาหลี และอนุพันธ์ของไคโตซาน (ไคโตซานไฮโดรคลอไรด์) ได้รับการยอมรับให้อยู่ในรายชื่อทางเภสัชกรรมของสมาคมเภสัชกรรมยุโรป ตั้งแต่ปีค.ศ. 2002 (European Pharmacopoeia, 2002)

ไคโตซาน (chitosan) หรือเรียก deacetylated chitin เป็นโคโพลีเมอร์ที่เกิดจาก glucosamine และ N-acetylglucosamine ประกอบด้วย glucosamine มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นสารอนุพันธุ์ของไคตินที่ผลิตได้จากการทำปฏิกิริยากับด่างเข้มข้นเพื่อกำจัดหมู่อะซิติลออก ทำให้โมเลกุลเล็กลง และมีคุณสมบัติที่อ่อนตัวสามารถขึ้นรูปเป็นเจล เม็ด เส้นใย หรือคอลลอยด์ รวมถึงการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆได้มากขึ้น นอกจากนั้น ไคโตซานประกอบด้วยหมู่อะมิโน ($-NH_2$) และหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นเปลี่ยนเป็นสารอนุพันธ์อื่นๆได้หลากหลาย

ประโยชน์ของไคโตซาน

1 ทางการแพทย์

1) ไคโตซานเป็นสารที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สามารถนำมาใช้ในทางการแพทย์ได้หลายรูปแบบ สามารถเตรียมได้ในรูปแบบเม็ดเจล, แผ่นฟิล์มฟองน้ำ, เพลเลท, แคปซูล และยาเม็ด เป็นต้น
2) ไคโตซาน และอนุพันธ์ใช้ป้องกันฟันผุ เช่น เอซิลีนไกลคอน-ไคติน, คาบอกซีเมทิล-ไคติน, ซัลเฟตเตด ไคโตซาน และฟอสฟอไลเลตเต็ด ไคติน สามารรถยับยั้งการจับ และก่อตัวของแบคทีเรียบนผิวฟันที่เป็นสาเหตุของฟันผุได้ดี
3) ไคตินหรือไคโตซานซัลเฟตสามารถยับยั้งการแข็งตัวของเลือด และปลดปล่อย lipoprotein lipase โดยนำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการฟอกเลือดเพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด นอกจากนี้ยังใช้สำหรับรักษาแผล และป้องกันการติดเชื้อของแผลได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การเกษตร

1) การใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์พืช ป้องกันโรค แมลง การเน่าเสียจากจุลินทรีย์ และยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์
2) ใช้เร่งการเจริญเติบโตของพืช ทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนกระตุ้นการเกิดราก
3) ใช้สำหรับปรับปรุงดิน เพิ่มธาตุอาหารในดิน ปรับปรุงดินเค็ม ปรับปรุงดินที่เป็นกรดเป็นด่าง

3 ยา

ไคโตซานที่ใช้เป็นส่วนผสมในยาชนิดต่างๆ จะใช้ทำหน้าที่ป้องกันการย่อยสลายของยาบริเวณกระเพาะอาหาร ซึ่งเป็นสารควบคุมการปล่อยยาหรือเป็นตัวนำส่งยาเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิต

4 อุตสาหกรรมอาหาร

1) ใช้เป็นอาหารเสริมที่สามารถให้พลังงาน และช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลชนิด LDL รวมถึงไขมันจำพวกไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้ดี ด้วยการจับตัวกับกลุ่มไขมันทำให้ลดการดูดซึมบริเวณลำไส้จึงนิยมนำไคโตซานผลิตเป็นอาหารเสริมเพื่อลดน้ำหนัก
2) ป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ด้วยคุณสมบัติของไคติน และไคโตซานที่สามารถจับกับเซลล์เมมเบรน ของจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีน และสารอื่นๆออกมานอกเซลล์จนจุลินทรีย์ไม่สามารถเติบโต และลดจำนวนลง
3) แผ่นฟิล์มบรรจุอาหาร ด้วยการใช้แผ่นฟิมล์พลาสติกชนิดโพลิเอธิลีนมีข้อเสียทำให้อาหารเน่าเสียเร็ว เนื่องจากกักเก็บความชื้นไว้ภายใน แต่แผ่นฟิมล์จากไคโตซานสามารถยืดอายุอาหารได้ดีกว่า เนื่องจากสามารถถ่ายเทความชื้นจากอาหารสู่ภายนอกได้ดีกว่า
4) สารเติมแต่งในน้ำผลไม้ ด้วยการเติมสารไคโตซานช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็น fining agent และควบคุมสภาพความเป็นกรดของน้ำผลไม้ได้ดี

5 เครื่องสำอาง

ด้วยคุณสมบัติของไคติน และไคโตซานที่สามารถอุ้มน้ำได้ดี และการเป็นฟิมล์บางๆคลุมผิวหนังป้องกันการเสียความชุ่มชื้นของผิว รวมถึงฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์จึงนิยมนำมาเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางหลายชนิด เช่น แป้งทาหน้า แป้งผัดหน้า สบู่ ยาสีฟัน ยาสระผม ครีมกันแดด ครีมบำรุงผิว ยาย้อมผม ยาเคลือบผม เป็นต้น

6 ทางด้านสิ่งแวดล้อม

ด้วยคุณสมบัติของไคติน และไคโตซานที่สามารถดูดซับ และจับกับสารอินทรีย์จำพวกไขมัน สี รวมถึงสารจำพวกโลหะหนักได้ดีจึงนิยมนำมาประยุกต์ใช้สำหรับเป็นสารกรองหรือตัวดูดซับสารมลพิษในระบบบำบัดน้ำเสีย

จากเห็ดนางรมที่นำมาสกัดสามารถพบสารเบต้ากลูแคนได้ที่ผนังเซลล์ของเห็ด ซึ่งประกอบด้วย mannoproteins, beta 1/3 glucan, beta 1/6 glucan และ chitin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเบต้ากลูแคนเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทโพลีเมอร์ ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสมาเรียงต่อกันด้วยพันธะ β-1,3, β-1,4 หรือ β-1,6 ดังนั้นคำว่า “เบต้ากลูแคน” จึงมีความหลากหลายมาก (ภาพที่ 1.1) เช่น

- เบต้ากลูแคนจากแบคทีเรีย หรือสาหร่าย จะมีโครงสร้างที่เป็นสายยาวเชื่อมกันด้วย β-1,3 อย่างเดียว
- เบต้ากลูแคนจากรา เห็ด หรือยีสต์ จะมีโครงสร้างที่เป็นสายหลักที่เชื่อมกันด้วย β-1,3และสายแขนงที่เชื่อมกันด้วย β-1,6
- เบต้ากลูแคนจากธัญพืช เช่น ข้าวโอ๊ต หรือข้าวบาร์เลย์ จะมีโครงสร้างที่เป็นสายหลักที่เชื่อมกันด้วย β-1,4และสายแขนงที่เชื่อมกันด้วย β-1,3

ชนิดของเบต้ากลูแคน	โครงสร้าง	ลักษณะ
แบคทีเรีย		Curdlan: สายยาวเบต้า 1,3 (ไม่มีแขนง)
รา		Schizophyllan: สายยาว β1,3 สายแขนง β1,6
ยีสต์		Beta Glucan: สายยาว β1,3 สายแขนง β1,6
ธัญพืช		ร่ำข้าวบาร์เลย์, โอ๊ต: สายยาว β1,3 หรือ β1,4

ภาพที่ 1.1 โครางสร้างของเบต้ากลูแคนจากแหล่งต่างๆ

ที่มา: สุรชัย และคณะ (2554)

สารเบต้ากลูแคนเป็นสารประเภทพอลิแซคคาไรด์(polysaccharides) ส่วนมากที่พบในเห็ดคือ beta 1/3,1/6 glucan ซึ่งคือโครงสร้างน้ำตาลกลูโคสที่เชื่อมกันที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 และมีน้ำตาลกลูโคสอีกหนึ่งโมเลกุลมาจับที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 ทุกๆ 3 โมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส ส่วนมากสารเบต้ากลูแคนมีผลต่อการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายมนุษย์ และเนื่องจากสารเบต้ากลูแคนเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ จึงไม่มีอันตรายหากบริโภคในปริมาณมาก และในปัจจุบันมีการใช้เบต้ากลูแคนเป็นอาหารเสริมในการบำรุงร่างกาย การรักษาทางการแพทย์ รวมถึงใส่เป็นสารเจือปนในอาหารในด้านการค้ามากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เปรียบเทียบปริมาณสารเบต้ากลูแคนของเห็ดนางรมที่มีอยู่ในท้องตลาดทั่วไปกับเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซาน

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของไคโตซานที่มีผลต่อการสร้างสารเบต้ากลูแคนของเห็ดนางรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

หากทราบผลของไคโตซานที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสร้างเบต้ากลูแคนของเห็ดนางรม ส่งผลให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นและสามารถผลิตเบต้ากลูแคนได้มากขึ้น ซึ่งเบต้ากลูแคนเป็นสารที่ช่วยเสริมภูมิคุ้มกันของร่างกายให้แข็งแรง โดยเฉพาะการสกัดเข้มข้นจะช่วยให้ได้รับปริมาณของสารเบต้ากลูแคนมากกว่าการกินจากเห็ดสด ซึ่งเป็นการเพิ่มผลผลิตและคุ้มทุนในการผลิตอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

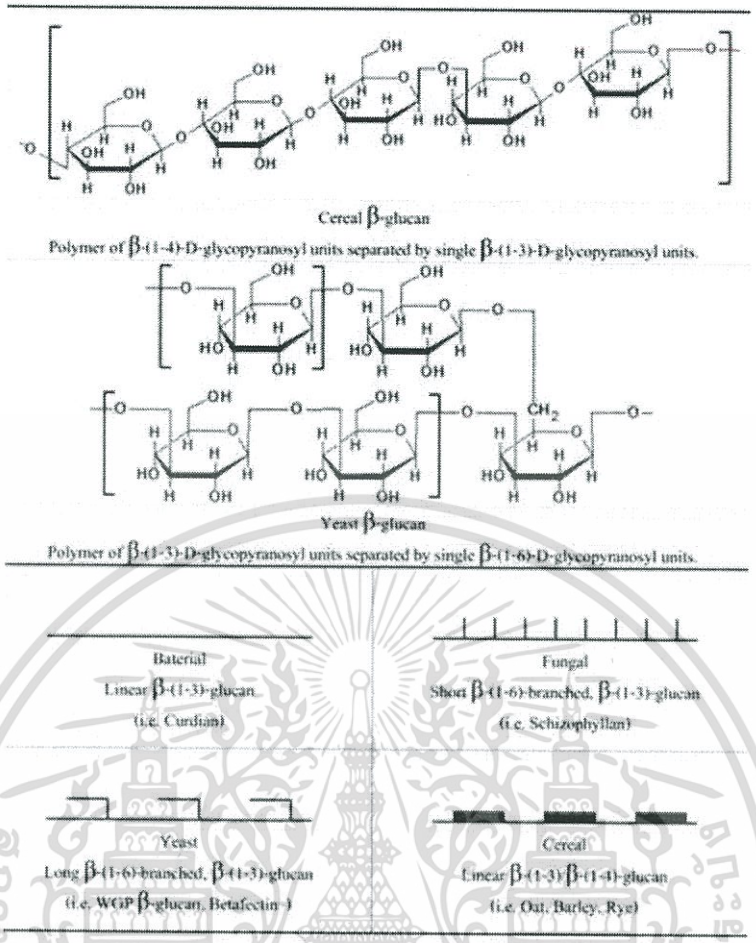
2.1 เบต้ากลูแคน

สารเบต้ากลูแคน (β-glucan) เป็นสารจำพวกโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสจำนวนมากพบได้ทั้งใน ยีสต์ เห็ด ข้าวโอต และข้าวบาร์เลย์ เป็นต้น ในปัจจุบันพบว่ามีการนำสารเบต้ากลูแคนมาใช้กันเป็นจำนวนมาก ทั้งใช้เพื่อการบริโภค และใช้เป็นโภชนะเภสัช (nutraceutical) ซึ่งหมายถึง อาหารที่มีฤทธิ์ทางยา จากการศึกษาพบว่าสารเบต้ากลูแคน มีฤทธิ์ในการเพิ่มการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Wasser และคณะ, 2002) ยับยั้งกระบวนการเกิดเนื้องอกและการเกิดมะเร็ง (Lin และZhang, 2004) และยังมีฤทธิ์ในการลดระดับไขมันและระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด (Chen และ Raymond, 2008) และนอกจากนั้นยังพบว่าสารเบต้ากลูแคนมีฤทธิ์ในการลดการอักเสบ (Kim และคณะ, 2007) ต้านการติดเชื้อแบคทีเรีย, รา, ไวรัส และปรสิต (Yun และคณะ, 2003) ได้อีกด้วย

2.1.1 โครงสร้างของเบต้ากลูแคน

เนื่องจากเบต้ากลูแคนเกิดจากน้ำตาลกลูโคสหลายโมเลกุลมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิค (glycosidic bond) โดยมีโซ่หลักเป็น β-(1⟶3)-linked-β-D-glucopyranosyl ซึ่งอาจจะมีโครงสร้างต่างกันออกไป เช่น เป็นสายสั้นหรือยาว มีแขนงหรือไม่มีแขนง isomers เป็นแบบเบต้า (β) ละลายน้ำได้หรือเป็นอนุภาค (ไม่ละลายน้ำ) เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละแหล่งผลิต ซึ่งจะมีโครงสร้างของเบต้ากลูแคนที่หลากหลายและมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป เช่น ผนังเซลล์ของโอ๊ตและบาร์เลย์เป็นแบบไม่มีแขนง แต่เป็นเส้นตรงจากการเชื่อมต่อกันของ (1⟶3), (1⟶4)-β-glucan ส่วนในเห็ดราและยีสต์มีการเชื่อมต่อกันของ (1⟶3), (1⟶6)-β-glucan เป็นแขนง แต่สำหรับในแบคทีเรีย เช่น curdlan เป็นการเชื่อมต่อกันของ (1⟶3)-β-glucan โดยไม่มีแขนง (Volman และคณะ, 2008) ดังภาพที่ 2.1 ซึ่งการที่มีโครงสร้างแตกต่างกันนี้มีผลต่อหน้าที่ทางชีวภาพแตกต่างกันไป และมีผลกับกิจกรรมของเบต้ากลูแคน ไม่ว่าจะเป็นความยาวของสายพอลิแซคคาไรด์ ความยาวของแขนงที่เชื่อมต่อ เป็นต้น (Ensley และคณะ, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างเบต้ากลูแคน การจับกันของเบต้ากลูแคนจากธัญพืช (cereal)

(บน) มีโครงสร้างแบบ (1⟶3), (1⟶4)-β-glucan เป็นเส้นตรงไม่มีแขนง และจากยีสต์

(ล่าง) มีโครงสร้างแบบ (1⟶3), (1⟶6)-β-glucan ซึ่งเชื่อมต่อกันแบบมีแขนง และโครงสร้างอย่างง่ายของเบต้ากลูแคนที่ได้จากแหล่งต่างๆ

ที่มา: Volman และคณะ (2008)

2.2 ไคโตซาน

ไคโตซาน (Chitosan) เป็นอนุพันธ์ชนิดหนึ่งของไคตินที่ได้จากการทำปฏิกิริยาดีอะซิทิเลชัน (deacetylation) ของไคตินในสารละลายด่างเข้มข้น สารไคตินและไคโตซานเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติ สามารถแตกสลายได้ทางชีวภาพ (biodegradable) ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ไม่เกิดการแพ้ ไม่ไวไฟและไม่เป็นพิษ โดยแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตสารไคตินและสารไคโตซานในปัจจุบัน ได้แก่ เปลือกกุ้ง, กระดองปู และแกนปลาหมึก ซึ่งเป็นของเสียจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง ซึ่งเปลือกกุ้งและกระดองปูมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ไคติน (20-30%) โปรตีน (30-40%) และแคลเซียมคาร์บอเนต (30-50%) โดยสารไคตินและไคโตซานมีลักษณะเป็นของแข็งและมีสีขาว

สารไคตินและไคโตซานจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยออกจากโมเลกุลอย่างช้าๆ รวมทั้งช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศและดิน ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของพืช และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระตุ้นการนำแร่ธาตุไปใช้ ซึ่งสารไคตินและไคโตซานเป็นสารธรรมชาติที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตรได้อย่างมากมาย เช่น ใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโต, การเคลือบเมล็ดพันธุ์พืช, สารยับยั้งเชื้อรา แบคทีเรีย และเชื้อไวรัสบางชนิด และปุ๋ยธรรมชาติ เป็นต้น (นวลใจและคณะ, 2555)

2.3 เห็ดนางรม

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ Pleurotus ostreatus (Jacq.ex Fr.) Kummer และชื่อสามัญ คือ เห็ดนางรมขาว หรือเห็ดนางรม (Oyster Mushroom) (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2556) โดยมีชื่อเรียกตามลักษณะของดอกเห็ดที่รูปร่างคล้ายหอยนางรม หมวกดอกมีผิวเรียบ กลางหมวกดอกเว้าเป็นแอ่ง ขอบกลีบดอกโค้งลงด้านล่างเล็กน้อย หลังดอกมีลักษณะเป็นครีบ สีและขนาดแตกต่างกันตามชนิดของเห็ด ก้านดอกยาวปานกลาง โค้งงอค่อนไปข้างหนึ่ง ไม่อยู่กึ่งกลางดอก โดยเห็ดนางรมขึ้นอยู่เป็นกลุ่มโคนก้านดอกติดกัน หมวกเห็ดซ้อนเป็นชั้นๆ และบางชนิดขึ้นเพียงดอกเดียว (สุทธิศักดิ์, 2555)

ภาพที่ 2.3 รูปล่างและลักษณะของเห็ดนางรม
ที่มา: Henry (2010)

2.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมมีประโยชน์ คือ จะมีส่วนประกอบของวิตามิน บี 1, บี 2 และมีกรดอะมิโนจำเป็นอยู่หลายชนิด โดยเห็ดนางรมมีไอโซลิวซีน 266 มิลลิกรัม ทริปโตเฟน 87 มิลลิกรัม และวาลีน 291 มิลลิกรัม ตัวดอกเห็ดสามารถใช้บำบัดอาการปวดเอว ปวดขา อาการชาตามแขน ขา ขยายหลอดเลือด และอาการเอ็นยืด น้ำสารสกัดจากเห็ดยังสามารถยับยั้งเซลล์มะเร็ง sarcoma ในหนูขาวได้ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ และเซลล์ ehrlich carcinoma ได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ (สาธิต, 2546) จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเห็ดนางรม พบว่ามีส่วนประกอบหลักดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของเห็ดนางรม

ชนิดเห็ด	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เถ้า (%)	ใยหยาบ (%)
เห็ดนางรม	85.67±0.47	3.35±0.11	0.25± 0.02	0.91±0.01	14.56±0.46

ที่มา: กนกอร (2549)

2.3.2 คุณค่าทางอาหารของเห็ดนางรม

เห็ดชนิดต่างๆรวมทั้งเห็ดสกุลนางรมเป็นอาหารที่นิยมชนิดหนึ่งเพราะมีรสชาติดี มีคุณค่าทางอาหารสูง และยังมีคุณค่าทางดานสมุนไพร โดยเห็ดชนิดต่างๆในสกุลนี้มีคุณค่าทางอาหารและแร่ธาตุมาก เชน โปรตีน คารโบไฮเดรต วิตามินและแรธาตุตางๆ เชน ธาตุเหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินซี วิตามินบีรวม ซีลีเนียม โปแตสเซียม ทองแดง และกรดโฟลิก แตโปรตีนจากเห็ดทั่วไปและเห็ดสกุลนางรมจัดเป็นโปรตีนคุณภาพสูง เนื่องจากมีปริมาณไขมันและแคลอรี่ต่ำมาก เมื่อเทียบกับโปรตีนจากนมและเนื้อสัตว์ และเห็ดยังมีกากใยเช่นเดียวกับผลไม้อีกด้วย ดังนั้นเห็ดจึงเป็นอาหารที่เหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง ผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก และผู้ที่นิยมรับประทานอาหารเสริมสุขภาพโดยทั่วไป (นิดดา และคณะ, 2550; Chang and Miles, 2004; Regula and Siwulski, 2007.)

2.3.3 คุณค่าทางยาของเห็ดนางรม

เห็ดมีองค์ประกอบของพฤกษเคมีที่ชื่อว่า “โพลีแซคคาไรด์” (Polysaccharide) จะทำงานร่วมกับแมคโครฟากจ์ (macrophage) ซึ่งเป็นเซลล์คุ้มกันขนาดใหญ่ที่ออกจากหลอดเลือดเข้าสู่เนื้อเยื่อและจะไปจับกับโพลีแซคคาไรด์ที่บริเวณกระเพาะอาหาร และนำไปส่งยังเซลล์คุ้มกันตัวอื่นๆ โดยจะช่วยกระตุ้นวงจรการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เสริมและช่วยเพิ่มปริมาณและประสิทธิภาพของเซลล์คุ้มกันธรรมชาติ ให้ทำหน้าที่ทำลายเซลล์แปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย รวมถึงพวกไวรัสและแบคทีเรียอื่นๆ ด้วย เห็ดที่มีปริมาณสารโพลีแซคคาไรด์สูง คือ เห็ดหอมหรือเห็ดชิตาเกะ เห็ดนางรม เห็ดหูช้าง และเห็ดกระดุม เป็นต้น (ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ สำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยบูรพา, ม.ป.ป.)

จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยเห็ดในตระกูลนางรม ให้ข้อมูลว่าเห็ดตระกูลนางรมมีคุณสมบัติกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันมีผลต่อการลดปริมาณน้ำตาลในเลือด มีผลต่อการเกาะตัวเป็นก้อนของเลือด ช่วยปรับสภาพความดันโลหิตและความเข้มข้นของไขมันในเลือด ยับยั้งการเติบโตของเนื้อร้าย ลดอาการอักเสบ ลดการก่อโรคของจุลินทรีย์ มีการใช้เห็ดตระกลูนางรมเป็นอาหารพิเศษในการควบคุมอาหารเพื่อสุขภาพทั้งในยุโรป สหรัฐ และเอเชีย (กลิ้งกลางดง, 2544)

โดยสารที่มีคุณค่าทางยาของเห็ดนางรม เช่น เบต้ากลูแคน ที่มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ต่อต้านโรคมะเร็งและลดอนุมูลอิสระ กระตุ้นให้แผลหายเร็วโดยจะไปเพิ่มประสิทธิภาพของการเพิ่มคอลลาเจน ให้กับบริเวณเนื้อเยื่อที่เป็นแผล เพิ่มการสร้างและการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเม็ดเลือดขาว นอกจากนี้ยังมีสารไคตินและไคโตซาน ที่มีบทบาทในการเป็นเส้นใยอาหารหรือไฟเบอร์ที่มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย ช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อโรคระบบทางเดินอาหาร และกรดโฟลิก ที่ช่วยป้องกันโรคโลหิตจางและช่วยปรับสภาพความดันโลหิต เป็นต้น (สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ม.ป.ป.)

2.4 กระบวนการสกัดเบต้ากลูแคน

เห็ดราใน Class Basidiomycetes เป็นพวกที่มีวิวัฒนาการสูงสุด สมาชิกในคลาสนี้ ได้แก่ พวกที่เรียกว่า เห็ด (mushroom) ซึ่งเห็ดและราเหมือนกันตรงที่ต่างก็มีเส้นใย (hypha) แต่ต่างกันที่เส้นใยของเห็ด มีการรวมกันเป็นกลุ่มก้อนขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า ดอกเห็ด ซึ่งจะมีรูปร่างต่างๆกันไป (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557) โดยเห็ดในกลุ่มนี้มีสารประกอบพวกโพลีแซคคาไรด์ในปริมาณสูง ซึ่งมีอยู่ในส่วนของดอกเห็ด โดยการสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเห็ดนั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับเพียงแต่ในธรรมชาติของวัตถุดิบเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่แตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิ, ความดัน, ค่าพีเอช และความเข้มข้นของตัวทำละลาย และยังรวมถึงความละเอียดของการบดตัวอย่างในการสกัด ซึ่งการสกัดโพลีแซคคาไรด์ ปกติมักจะทำการสกัดในตัวทำละลายของเหลว โดยทั่วๆ ไปมักจะเป็นน้ำหรือสารละลายพื้นฐาน ซึ่งตัวอย่างของเห็ดนั้นขั้นแรกจะทำให้แห้งก่อน แล้วนำไปบดให้เป็นผงละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

เห็ดนางรมในท้องตลาด

เห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซาน

3.1.2 สารเคมี

Hydrochloric acid	(Avantor, USA)
Sodium Carbonate 0.1 M	(UNIVAR, USA)
Ethanol 95%	
3,5 Dinitrosalisylic acid	(Acros, USA)
Phenol	(CARLO ERBA REAGENTS, Italy)
Sulfuric acid	(CARLO ERBA REAGENTS, Italy)
Sodium Hydroxide	(Malinckrodt, Sweden)
Potassium Sodiumtatate	(CARLO ERBA REAGENTS, Italy)

3.2 อุปกรณ์

เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	(OHAUS, PA2102, USA)
เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง	(Sartorius, CPA3245, Germany)
เครื่องปั่นละเอียด	(Sharp, EM-44A, Japan)
เครื่องเขย่า	(New Brunswick Scientific, innova2150, USA)
เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง	(Thermo scientific, Genesys20, USA)
เครื่อง Tray Dry	(Patch, OV 663, Thailand)
เครื่อง Pin Mill (sieve 0.25 mm)	(Retsch, ZM 1000, Germany)
ตู้อบลมร้อน	(Thermo scientific, Hereaus, Germany)
เครื่องปั่นเหวี่ยงแยกตะกอน	(Hettich zentrifugen, Rotofix32A, Germany)
เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ	(Tomy, ES-315, Japan)

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมเห็ดเพื่อนำไปสกัด (ทำวิธีเดียวกันทั้งเห็ดตัวอย่างและเห็ดในท้องตลาด)

นำเห็ดไปทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก ฉีกเห็ดเป็นเส้นบางๆ แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง จากนั้นนำเห็ดที่ตากแดดแล้วเข้าเครื่อง Tray Dry ที่อุณหภูมิ 55°C 24 ชั่วโมงเพื่อทำให้เห็ดแห้งสนิท แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเห็ดที่ได้มาปั่นด้วยเครื่องปั่น จะได้เห็ดที่มีลักษณะเป็นผงหยาบๆ นำผงเห็ดที่ได้เข้าเครื่อง Pin Mill ใช้ sieve ขนาด 0.25 มิลลิเมตร จะได้เห็ดที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดเหมาะสำหรับการสกัด

3.3.2 การสกัดเบต้ากลูแคนด้วยแรงดันไอน้ำร้อน

ชั่งผงเห็ดแล้วเติมน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:5 ในฟลาสก์ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตรโดย ก่อนการเติมน้ำกลั่นให้ใส่น้ำกลั่นลงไปก่อนเล็กน้อยเพื่อให้ผงเห็ดอิ่มตัว ไม่ดูดซึมน้ำกลั่นที่จะใส่ ปิดฝาด้วยกระดาษฟรอยด์ แล้วนำไปเข้าเครื่อง autoclave 110°C 20 นาที รอให้เย็นจากนั้นกรองผงเห็ดออกจากส่วนที่เป็นน้ำ โดยเก็บส่วนที่เป็นน้ำไว้ มาเข้าเครื่อง centrifuge ที่ 6000 rpm 15 นาที นำส่วนใสที่ได้จากการcentrifuge มาตกตะกอนด้วยเอทานอล 95% ด้วยอัตราส่วน 1:2 หลังจากใส่เอทานอลแล้วนำมาแช่ในอ่างน้ำร้อนที่ 55°C 1 ชั่วโมง ก่อนจะนำไปแช่ในตู้แช่ที่ -20°C 24 ชั่วโมง เก็บตะกอนเบต้ากลูแคนด้วยการ centrifuge ที่ 6000 rpm 30 นาที แล้วนำตะกอนไปอบที่ 55°C จนกว่าจะแห้ง และชั่งน้ำหนักตะกอนที่ได้

3.3.3 การสกัดเบต้ากลูแคนด้วยกรด

ชั่งผงเห็ดแล้วเติมน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:20 ในฟลาสก์ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตรโดย ก่อนการเติมน้ำกลั่นให้ใส่น้ำกลั่นลงไปก่อนเล็กน้อยเพื่อให้ผงเห็ดอิ่มตัว ไม่ดูดซึมน้ำกลั่นที่จะใส่ ปรับ pH ให้เท่ากับ 4 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 M ปิดฝาด้วยกระดาษฟรอยด์ และนำเข้าเครื่องเขย่าที่ 150 rpm 5 ชั่วโมง ปรับ pH อีกครั้งให้เท่ากับ 4.5 ด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเพื่อตกตะกอนโปรตีน นำเข้าเครื่อง centrifuge 10000 rpm 15 นาที เพื่อแยกตะกอนออก แล้วนำส่วนใสที่ได้มาปรับ pH อีกครั้งให้เท่ากับ 7 แล้วนำเข้าเครื่อง centrifuge อีกครั้งที่ 10000 rpm 20 นาที นำส่วนใสที่ได้มากรองอีกครั้งผ่านกระดาษกรอง เพื่อกำจัดตะกอนออกทั้งหมด ตกตะกอนส่วนใสที่ได้ด้วยเอทานอล 95% ในอัตราส่วน 1:1 จากนั้นนำไปแช่ในตู้แช่ -20°C 12 ชั่วโมง เก็บเบต้ากลูแคนที่ได้ด้วยการ centrifuge อีกครั้งที่ 10000 rpm 20 นาที แล้วนำตะกอนที่ได้ไปอบที่ 50°C

3.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณเบต้ากลูแคน

3.3.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด คือการหาปริมาณน้ำตาลทั้งมอนอแซคคาไรด์ ไดแซคคาไรด์ โอลิโกแซคคาไรด์ และโพลีแซคคาไรด์ที่มีอยู่ในตัวอย่าง ด้วยการนำเบต้ากลูแคนที่ละลายน้ำแล้ว 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอล 5% อีก 1 มิลลิลิตร ผสมกันแล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นอีก 5 มิลลิลิตร วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาทีเพื่อให้เกิดปฏิกริยาอย่างสมบูรณ์แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 485 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาเทียบกับกราฟมาตรฐาน

3.3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ คือการหาปริมาณน้ำตาลบางชนิดเท่านั้น ได้แก่ กลูโคส ฟรักโตส กาแลคโตส แล็กโตส และมอลโตส ด้วยการนำตัวอย่างเบต้ากลูแคนที่ละลายน้ำแล้ว 0.5 มิลลิลิตร เติมสารละลาย dinitrosalicylic 0.5 มิลลิลิตร vortex ให้เข้ากัน ปิดปากหลอดด้วยลูกแก้ว แล้วนำไปแช่ในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือดเป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลานำมาลดอุณหภูมิโดยการแช่ในน้ำเย็น แล้วเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร vortex ให้เข้ากันอีกครั้งแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาเทียบกับกราฟมาตรฐาน

3.3.4.3 การวัดการละลายน้ำของเบต้ากลูแคน

ทำการเจือจางตัวอย่างที่ 0.05 และ 0.1% แล้วนำไปแช่ใน water bath 37°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมา centrifuge จนกว่าจะตกตะกอนเพื่อแยกส่วนใสกับตะกอน แล้วนำทั้งสองส่วนไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยที่ตะกอนจะต้องนำไปอบให้แห้งที่ 55°C ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธีสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาดและเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน โดยวิธีการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน

วิธีการสกัด	เห็ดที่ใช้	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)
สกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน	Control	8.3547	0.2457
	Sample	14.3323	0.1637

ภาพที่ 4.1 แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ โดยการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อนของเห็ดนางรม และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน

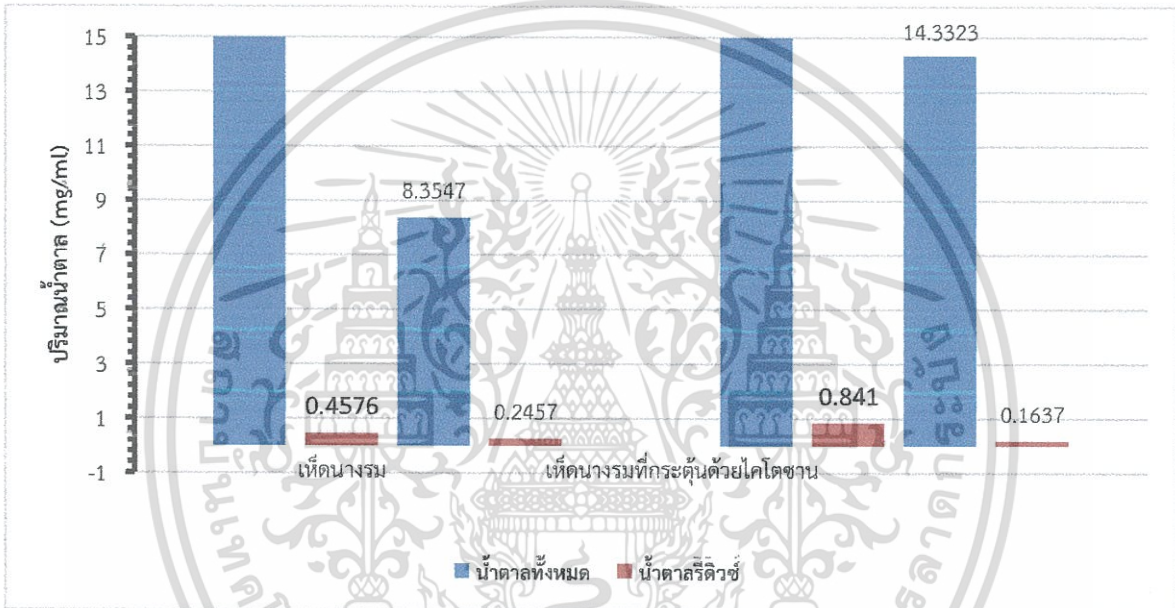
จากภาพที่ 4.1 แสดงว่าเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซานมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงกว่าเห็ดนางรมในท้องตลาด แต่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่าเห็ดในท้องตลาด ซึ่งหมายถึงการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อนซึ่งการสกัดนั้นไม่ได้เข้าไปทำลายโครงสร้างของน้ำตาลสายยาวในเห็ดนางรมให้เสียสภาพไปเป็นน้ำตาลสายสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธีสกัดด้วยกรด

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาดและเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน โดยวิธีการสกัดด้วยกรด

วิธีการสกัด	เห็ดที่ใช้	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)
สกัดด้วยกรด	Control	15.9078	0.4576
	Sample	29.8462	0.8410



ภาพที่ 4.2 แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ โดยการสกัดด้วยกรดของเห็ดนางรมในท้องตลาด (Control) และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน (Sample)

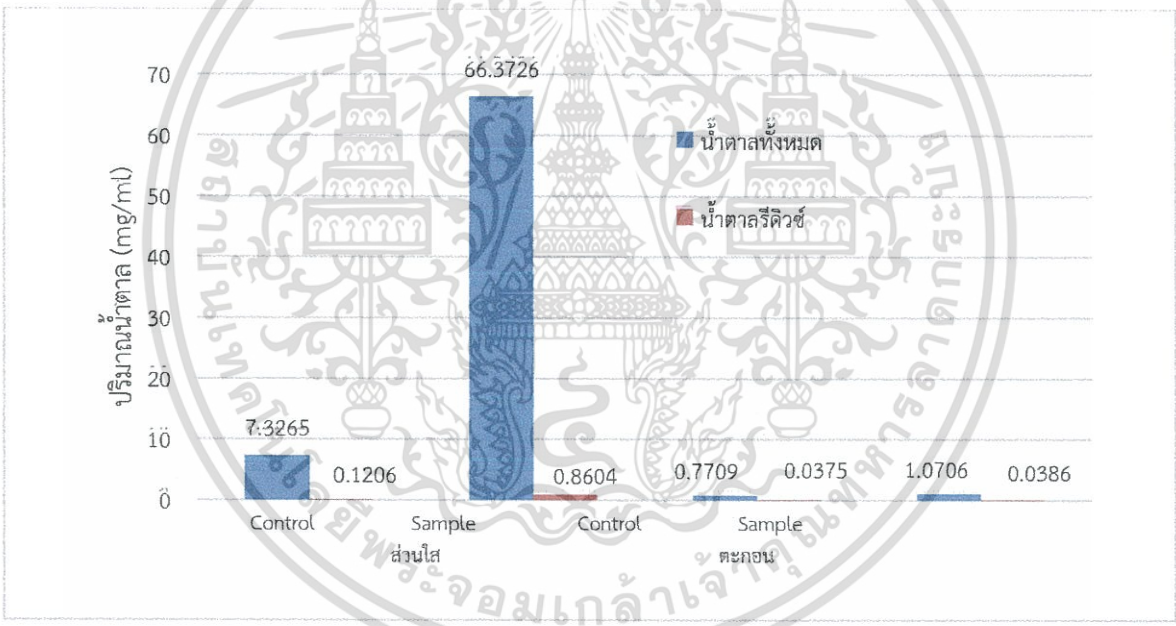
จากภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าเห็ดที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซานมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าเห็ดในท้องตลาด ทั้งนี้อธิบายได้ว่าการสกัดด้วยกรด สามารถเข้าไปตัดพันธะของน้ำตาลโมเลกุลสายยาวให้สั้นหรือเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ได้มากกว่าการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์การละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.05% จากการสกัดด้วยวิธีความดันไอน้ำร้อน

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาดและเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 0.05% โดยวิธีการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน

ส่วนที่นำมาวิเคราะห์	เห็ดที่ใช้	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)
ส่วนใส	Control	7.3265	0.1206
	Sample	66.3726	0.8640
ตะกอน	Control	0.7709	0.0375
	Sample	1.0706	0.0386



ภาพที่ 4.3 แสดงความสามารถในการละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.05% จากการสกัดด้วยวิธีความดันไอน้ำร้อน ในส่วนใสและตะกอนจากเห็ดนางรมในท้องตลาด (Control) และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน (Sample)

จากภาพที่ 4.3 แสดงว่า β-glucan ที่สกัดออกมาได้นั้นมีความสามารถในการละลายน้ำ สังเกตได้จากปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ที่พบในส่วนใสมีปริมาณมากกว่าในตะกอน โดยเมื่อความเข้มข้นต่ำ ส่งผลให้การละลายดีขึ้น

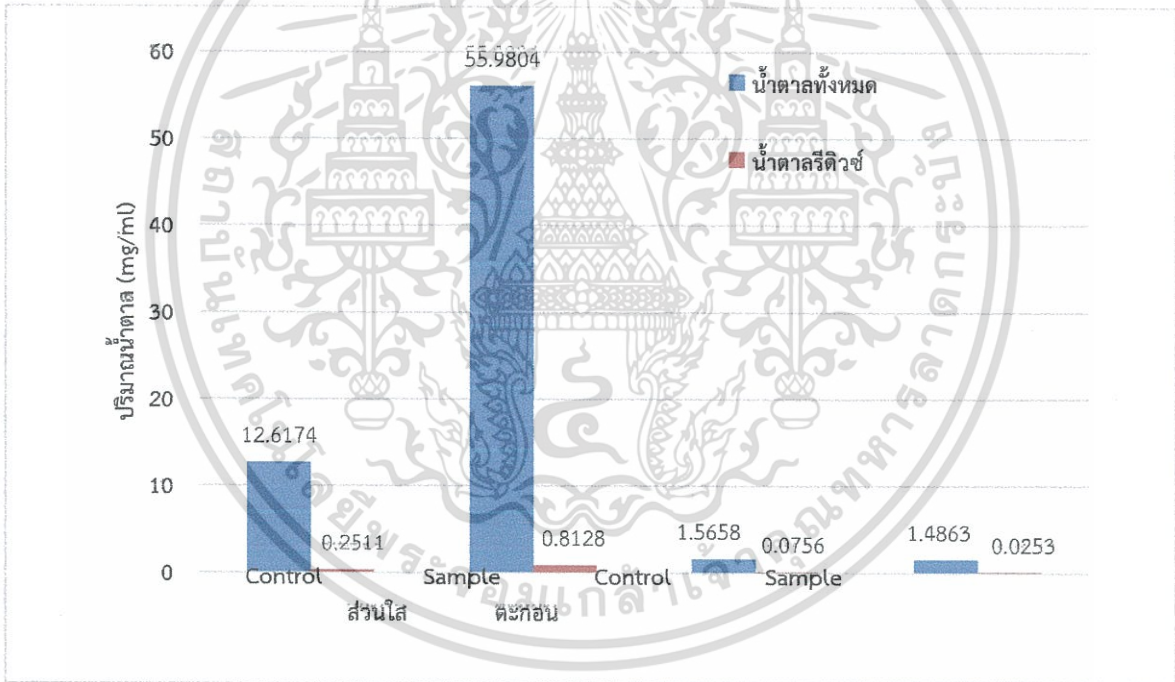
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

4.4 ผลการวิเคราะห์การละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.1% จากการสกัดด้วยวิธีความดันไอน้ำร้อน

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาดและเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 0.1% โดยวิธีการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน

ส่วนที่นำมาวิเคราะห์	เห็ดที่ใช้	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)
ส่วนใส	Control	12.6174	0.2511
	Sample	55.9804	0.8128
ตะกอน	Control	1.5658	0.0756
	Sample	1.4863	0.0253



ภาพที่ 4.4 แสดงความสามารถในการละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.1% จากการสกัดด้วยวิธีความดันไอน้ำร้อน ในส่วนใสและตะกอนจากเห็ดนางรมในท้องตลาด (Control) และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน (Sample)

จากภาพที่ 4.4 กราฟแสดงให้เห็นว่า β-glucan ที่สกัดออกมาได้จากการสกัดด้วยวิธีความดันไอน้ำร้อนมีความสามารถในการละลายน้ำ สังเกตได้จากปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ที่พบในส่วนใสมีปริมาณมากกว่าในตะกอน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์จากเห็ดที่ถูก

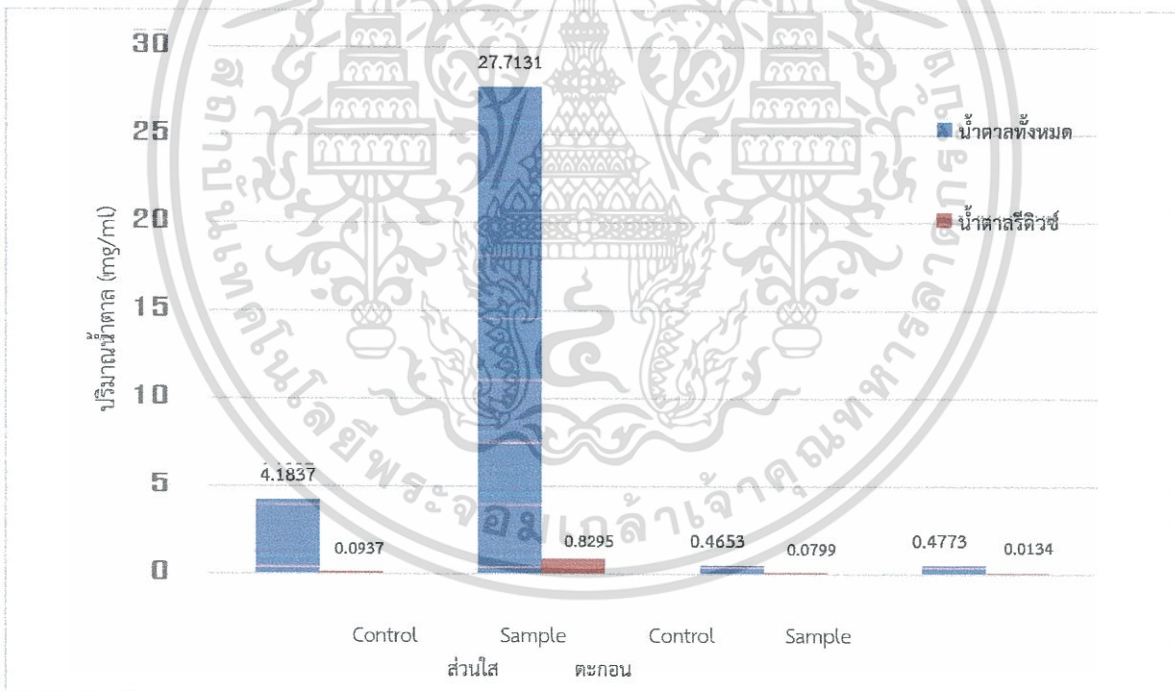
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
148864

กระตุ้นด้วยไคโตซานพบว่าที่ความเข้มข้น 0.05% ให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าที่ความเข้มข้น 0.1% เนื่องจากมีความเข้มข้นน้อยส่งผลให้มีการกระจายตัวมากขึ้น การละลายที่ได้จึงมากขึ้น

4.5 ผลการวิเคราะห์การละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.05% จากการสกัดด้วยกรด

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาดและเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 0.05% โดยวิธีการสกัดด้วยกรด

ส่วนที่นำมาวิเคราะห์	เห็ดที่ใช้	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)
ส่วนใส	Control	4.1837	0.0937
	Sample	27.7131	0.8295
ตะกอน	Control	0.4653	0.0799
	Sample	0.4773	0.0134



ภาพที่ 4.5 แสดงความสามารถในการละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.05% จากการสกัดด้วยกรด ในส่วนใสและตะกอนจากเห็ดนางรมในท้องตลาด (Control) และเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน (Sample)

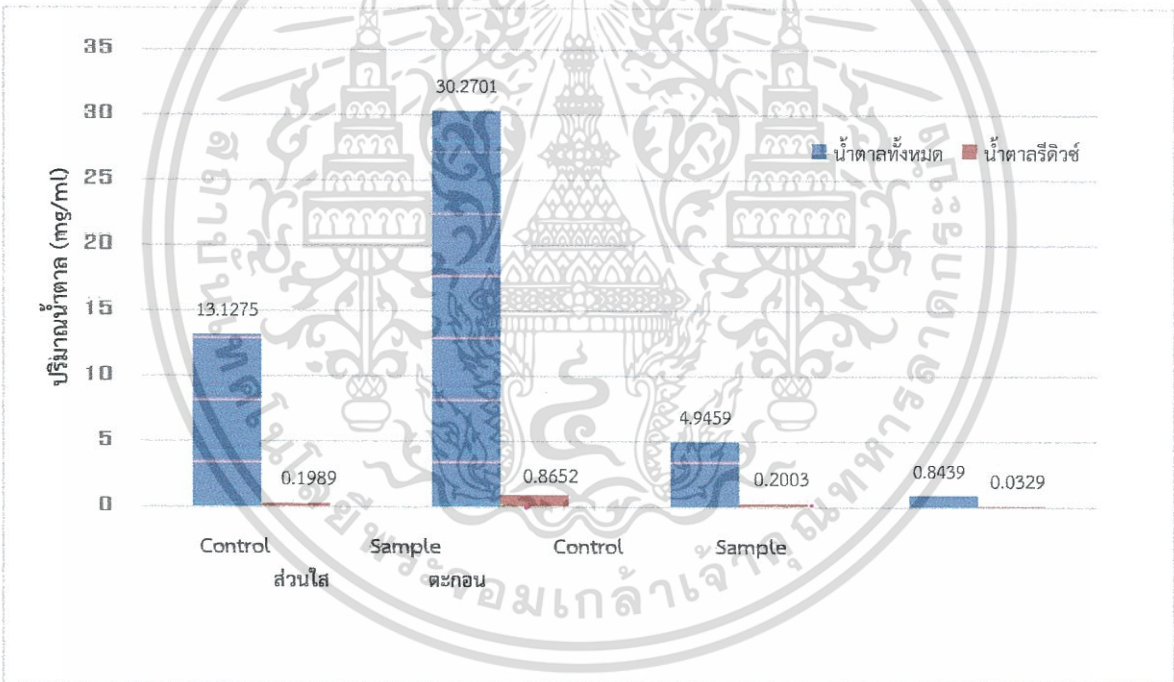
จากภาพที่ 4.5 กราฟแสดงให้เห็นว่า β-glucan ที่สกัดออกมาได้จากการสกัดด้วยกรดมีความสามารถในการละลายน้ำ สังเกตได้จากปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ที่พบในส่วนใสมีปริมาณมากกว่าในตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการวิเคราะห์การละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.1% จากการสกัดด้วยกรด

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมในท้องตลาดและเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน ที่ความเข้มข้น 0.1% โดยวิธีการสกัดด้วยกรด

ส่วนที่นำมาวิเคราะห์	เห็ดที่ใช้	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)
ส่วนใส	Control	13.1275	0.1989
	Sample	30.2701	0.8652
ตะกอน	Control	4.9459	0.2003
	Sample	0.8439	0.0329



ภาพที่ 4.6 แสดงความสามารถในการละลายน้ำของ β-glucan ที่ความเข้มข้น 0.1% จากการสกัดด้วยกรด ในส่วนใสและตะกอนจากเห็ดในท้องตลาด (Control) และเห็ดที่ถูกกระตุ้นโดยไคโตซาน (Sample)

จากกราฟแสดงให้เห็นว่า β-glucan ที่สกัดออกมาจากการสกัดด้วยกรดมีความสามารถในการละลายน้ำ สังเกตได้จากปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ที่พบในส่วนใสมีปริมาณมากกว่าในตะกอน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์จากเห็ดที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานพบว่าที่ความเข้มข้น 0.1% ให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าที่ความเข้มข้น 0.05% โดยหากสมมติให้ความสามารถในการละลายไม่ต่างกัน ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ที่ความเข้มข้น 0.1% มีมากกว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ที่ความเข้มข้น 0.05%

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาการสกัดสารเบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานเปรียบเทียบกับสารเบต้ากลูแคนที่สกัดได้จากเห็ดนางรมที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป พบว่าสารเบต้ากลูแคนที่สกัดจากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานและเห็ดนางรมตามท้องตลาดทั่วไป ให้ปริมาณของสารเบต้ากลูแคน โดยใช้วิธีการสกัด 2 วิธี คือ การสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน และการสกัดด้วยกรด แล้วทำการวิเคราะห์หาสารเบต้ากลูแคน โดยการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ พบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมด คือ 14.3323 และ 29.8462 mg/ml ตามลำดับ ซึ่งปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเห็ดที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป คือ 8.3547 และ 15.9078 mg/ml ตามลำดับ แต่จะพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซาน ในวิธีการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน จะให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่น้อยกว่าเห็ดที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป คือ 0.1637 mg/ml ในขณะที่เห็ดที่ขายตามท้องตลาดทั่วไปมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ที่ 0.2457 mg/ml แต่ในวิธีการสกัดด้วยกรดจะพบว่าเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานจะให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่มากกว่าเห็ดที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป คือ 0.8410 และ 0.4576 mg/ml ตามลำดับ

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการละลายน้ำของเบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานและเห็ดนางรมที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป ที่ได้จากการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อนและการสกัดด้วยกรด ที่ความเข้มข้น 0.05% และ 0.1% โดยการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ พบว่าเบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานและเห็ดนางรมที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป ที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 วิธีนั้น ที่ความเข้มข้น 0.05% และ 0.1% พบว่ามีความสามารถในการละลายน้ำ แต่การละลายของเบต้ากลูแคนที่ได้จากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานจากการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อน พบว่าที่ความเข้มข้น 0.05% เบต้ากลูแคนสามารถละลายได้ดีกว่า ที่ความเข้มข้น 0.1% และการละลายของเบต้ากลูแคนจากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานและเห็ดนางรมที่ขายตามท้องตลาดทั่วไปจากการสกัดด้วยกรด พบว่าที่ความเข้มข้น 0.1% เบต้ากลูแคนสามารถละลายได้ดีกว่า ที่ความเข้มข้น 0.05% เนื่องจากให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าที่ความเข้มข้น 0.05% โดยหากสมมติให้ความสามารถในการละลายไม่ต่างกัน ที่ความเข้มข้น 0.1% ที่มีความเข้มข้นที่มากกว่า ทำให้มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ที่มากกว่าความเข้มข้นที่ 0.05%

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการละลายของเบต้ากลูแคนที่ได้จากเห็ดนางรมที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซาน ที่ได้จากการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อนและการสกัดด้วยกรด จะพบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ที่ได้จากการสกัดด้วยความดันไอน้ำร้อนที่ความเข้มข้น 0.05% จะให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าที่ความเข้มข้น 0.1% แต่จะพบว่าในวิธีการสกัดด้วยกรดที่ความเข้มข้น 0.1% จะให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ที่มากกว่าที่ความเข้มข้น 0.05% อาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเพราะวิธีการสกัดที่แตกต่างทำให้ความสามารถในการละลายของเบต้ากลูแคน มีความที่แตกต่างกันด้วย เพราะพีเอชอาจทำให้โครงสร้างของบีต้ากลูแคนเปลี่ยนไป

ดังนั้นการเติมไคโตซานซึ่งเป็นสารที่สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม สามารถที่จะใช้เป็นตัวกระตุ้นเพื่อให้เห็ดนางรมสามารถที่จะผลิตสารเบต้ากลูแคน ที่พบได้ที่ผนังเซลล์ของเห็ดได้ในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งคุ้มทุนกับการลงทุนและการผลิตสารเบต้ากลูแคน เนื่องจากสารเบต้ากลูแคนมีฤทธิ์ในการเพิ่มการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ยับยั้งกระบวนการเกิดเนื้องอก การเกิดมะเร็ง และยังมีฤทธิ์ในการลดระดับไขมันและระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด จึงไม่มีอันตรายหากบริโภคในปริมาณมาก และในปัจจุบันมีการใช้สารเบต้ากลูแคนเป็นอาหารเสริมในการบำรุงร่างกาย การรักษาทางการแพทย์ รวมถึงใส่เป็นสารเจือปนในอาหารในด้านการค้ามากขึ้นอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการสกัดสารเบต้ากลูแคนจากเห็ด ซึ่งเห็ดที่ใช้ในการสกัดจะต้องผ่านการทำแห้งและบดให้มีขนาดที่ละเอียด โดยการบดจะต้องทำให้ตัวอย่างเห็ดนั้นเป็นผงละเอียด แล้วจึงนำไปทำการสกัด เพราะหากตัวอย่างมีขนาดใหญ่จะทำให้ผลได้ของการสกัดไม่มีประสิทธิภาพ และในการปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกเอาตะกอนของผงเห็ดออกก่อนทำการตกตะกอนเบต้ากลูแคนด้วยเอทานอลนั้น จะต้องทำการแยกเอาผงตะกอนเห็ดออกให้หมด หากแยกออกไม่หมดจะส่งผลต่อค่าของสารเบต้ากลูแคนที่ตกตะกอนซึ่งจะทำให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อน ซึ่งอาจจะทำการกรองซ้ำด้วยกระดาษกรองอีกรอบ และหลังจากการสกัดและตกตะกอนเบต้ากลูแคนแล้ว ตะกอนของเบต้ากลูแคนจะถูกนำมาทำให้แห้ง และนำมาละลายน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล ซึ่งตะกอนของเบต้ากลูแคนที่แห้งแล้วนั้นจะละลายน้ำค่อนข้างยาก ดังนั้นอาจทำการละลายตะกอนของเบต้ากลูแคนด้วยน้ำอุ่นและต้องทำการละลายให้หมด เพื่อไม่ให้ผลมีความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. ประโยชน์ของไคโตซาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.tgi4u.com/pages/knowlage02-20.html. 22 เมษายน 2559.

กิตติยา ภิญโญ. ม.ป.ป. ศักยภาพของพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายเตา [*Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing] ในการใช้เป็นพรีไบโอติก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาจุลชีววิทยาประยุกต์. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นวลใจ โคตรแสง และกชพรรณ วงค์เจริญ และคมสัน นามตะคุ. (2555). การประยุกต์ใช้ประโยชน์ไคตินและไคโตซานในด้านการเกษตร. ซาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://arts.ksu.ac.th. 22 เมษายน 2559.

ปิยธิดา จันทรมานันท์. 2557. อิทธิพลของสารเบต้า-กลูแคนจากเห็ดนางฟ้าต่อเซลล์แมคโครฟาจชนิด RAW264.7 และเซลล์กล้ามเนื้อชนิด L6. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://kb.psu.ac.th. 22 เมษายน 2559

พัตราพร จอมเมืองบุตร. 2557. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดเบต้ากลูแคนจากข้าวเหนียวดำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 45(2)(พิเศษ): 153-156.

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ สำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยบูรพา. ม.ป.ป. สารพัดประโยชน์ของเห็ดนานาชนิด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.lovefitt.com/healthy-fact. 22 เมษายน 2559. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2552. การควบคุมคุณภาพและยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวเห็ดสกุลนางรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.phtnet.org/download/phtic-research/133.pdf. 22 เมษายน 2559.

สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ม.ป.ป. เห็ดสกุลนางรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://farmhet.wordpress.com. 22 เมษายน 2559.

สุภารัตน์ จันทร์เหลืองและระวิวรรณ แก้วอมตวงศ์. 2558. การศึกษาหาปริมาณสารเบตากลูแคน โปรตีนและเส้นใยในเห็ดป่าที่ใช้บริโภคในจังหวัดอุบลราชธานี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://202.28.48.80/webmgr/jupload/uploads/docs/static_249/ns249_536.pdf. 22 เมษายน 2559

มณฑล แก่นมณี. 2553. ความสามารถในการละลายของน้ำ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.agri.kmitl.ac.th/elearning/courseware/aquatic/1_4.html

Khan, A.A., Gani, A., Masoodi, F. and Kousar, S. and Ahmad, M. 2014. Antioxidant and functional properties of Beta glucan extracted from edible mushrooms *Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus* and *Coprinus atramentarius*. Department of Food Science and Technology. University of Kashmir.

Lo, T.C.T., Tsao, H.H. and Wang, A.Y. and Chang, C.A. 2007. Pressurized water extraction of polysaccharides as secondary metabolites from *Lentinula edodes*. Department of Biological Science and Technology. National Chiao Tung University.

Ratchanee Khamlue and Anan Ounaroon and Nuttawut Saelim. 2012. Purification and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Characterization of Polysaccharides extracted from *Tremella fuciformis* and *Auricularia auricular*. Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Naresuan University.

Villares, A. and Vivaracho, L.M. and Guillamón, E. 2012. Structural features and healthy properties of polysaccharides occurring in mushrooms. Centre for the Food Quality. National Institute for Agriculture and Food Research and Technology (INIA). Campus Universitario Duques de Soria.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก-1

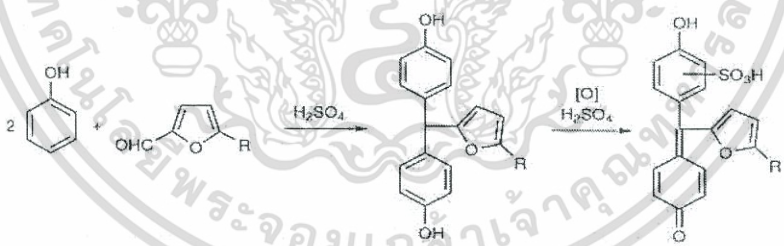
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

การวัดปริมาณน้ำตาลทั้งหมด โดยวิธี Phenol-sulfuric

การหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธีนี้สามารถตรวจวัดปริมาณน้ำตาลได้ในช่วง 1 – 100 ไมโครกรัมกลูโคส และเป็นวิธีการที่รวดเร็วที่จะใช้วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่จำเพาะเจาะจง เพราะไม่ว่าน้ำตาลนั้นจะอยู่ในรูปน้ำตาลรีดิวซ์ หรือน้ำตาลในธรรมชาติที่พบอยู่ในรูป mono-, di-, tri-, oligo- และ polysaccharide ก็สามารถวิเคราะห์หาปริมาณด้วยวิธีนี้ได้

หลักการทางปฏิกิริยา (Scherz and Bonn, 1998)

น้ำตาล mono-, di-, tri-, oligo- และ polysaccharides ทำปฏิกิริยากับฟีนอลและกรดซัลฟิวริคเข้มข้นที่อุณหภูมิสูง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารที่มีสี สามารถดูดซับแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่นแสง 480 – 490 นาโนเมตร สำหรับกลไกการเกิดปฏิกิริยาเชื่อว่าในกรณีน้ำตาล oligo- และน้ำตาล polysaccharide ถูกตัดพันธะอีเธอร์ระหว่างโมเลกุลให้ออกจากกันด้วยกรด พร้อมกันนั้นก็เกิดปฏิกิริยาขจัดน้ำออก และมีการแทนที่ด้วยอนุพันธุ์ของเฟอร์ฟูรอล (furfural derivatives) ซึ่งจะเกิดการรวมตัวกับฟีนอล กลายไปเป็นสีไตรเอริลมีเทน เป็นสารประกอบสีส้ม (triarylmethane dyes)



ภาพ ปฏิกิริยาระหว่างฟีนอลและคาร์โบไฮเดรต (ฟรุคโตส) ในกรดซัลฟิวริคเข้มข้นได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารประกอบที่มีสีส้มของสาร triarylmethane dyes (Scherz and Bonn, 1998)

ข้อควรระวัง

ปฏิกิริยาที่เกิดมีการคายความร้อนมาก และกรดที่ใช้มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูง

การคำนวณปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

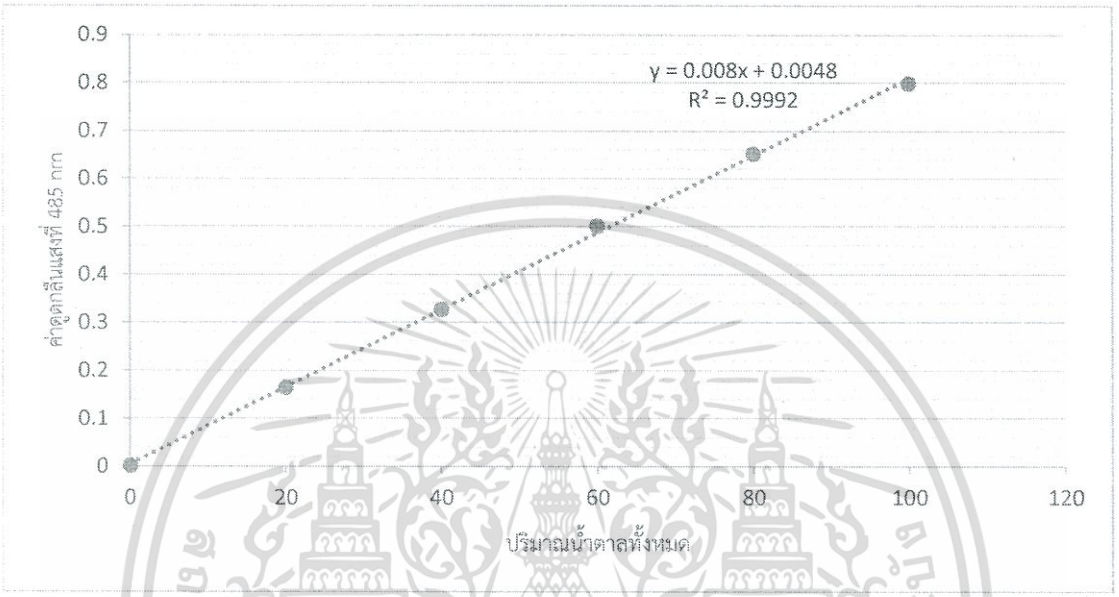
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) = ค่าการดูดกลืนแสง(OD485) x $\frac{1}{\text{ความชัน}}$ x $\frac{1}{\text{การเจือจาง}}$

โดยที่ความชัน = ค่าความชัน (slope) ของกราฟมาตรฐาน

และการเจือจาง = ค่าการเจือจางตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์



ภาพที่ ก. กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาววริศรา คล้อยสาย
วัน เดือน ปี เกิด	9 ตุลาคม 2536
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสตรีนนทบุรีปัจจุบันกำลังศึกษาในคณะอุตสาหกรรมเกษตร หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์ทำงานงานวิจัย	THE BETA GLUCAN FROM OYSTER MUSHROOM INDUCED BY และ CHITOSAN
รางวัลที่เคยได้รับ	-

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสิรีธร เกตุทองเรือง
วัน เดือน ปี เกิด	20 สิงหาคม 2537
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนราชินี ปัจจุบันกำลังศึกษาในคณะอุตสาหกรรมเกษตร หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์ทำงานงานวิจัย	THE BETA GLUCAN FROM OYSTER MUSHROOM INDUCED BY และ CHITOSAN
รางวัลที่เคยได้รับ	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้