



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเลี้ยงเส้นใยเห็ดขอนขาว *Lentinus squarrosulus* Mont ในสภาพ
อาหารเหลวด้วยถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศเพื่อเป็น
แหล่งเอนไซม์ย่อยสลายเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน

Submerged cultivation of *Lentinus squarrosulus* Mont by mash-air mixing
fermenter as enzymatic source for degradation of husked baby corn

นายวรารุณี ครุสง

นางอพัชชา จินดาประเสริฐ

นางอัสนี วิจิตรระกะ

นางสาวชรีดา ปุกหุต

นางสาวจิรนนท์ ศรีสุธรรม

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเลี้ยงเส้นใยเห็ดขอนขาว *Lentinus squarrosulus* Mont ในสภาพ
อาหารเหลวด้วยถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศเพื่อเป็น
แหล่งเอนไซม์ย่อยสลายเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน

Submerged cultivation of *Lentinus squarrosulus* Mont by mash-air mixing
fermenter as enzymatic source for degradation of husked baby corn

นายวรวิทย์ คุรุสง

นางอพัชชา จินดาประเสริฐ

นางอัสณี วิจิตรระกะ

นางสาวชริดา ปุกहुต

นางสาวจิรนนท์ ศรีสุธรรม

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การเลี้ยงเส้นใยเห็ดขอนขาว *Lentinus squarrosulus* Mont ในสภาพอาหารเหลว
ด้วยถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศเพื่อเป็นแหล่งเอนไซม์ย่อยสลายเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน
แหล่งเงินงบประมาณแผ่นดิน.....

ประจำปีงบประมาณ.....2556.....จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน.....327,000.-.....บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย.....1.....ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556

หัวหน้าโครงการ รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ร่วมโครงการวิจัย ดร. อพัสชา จินดาประเสริฐ

นางอัสนี วิจิตรระกะ

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวจิรนนท์ ศรีสุธรรม

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ปรึกษาโครงการ ผศ.ดร.ชรีดา ปุกหุด

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

ผลการศึกษาเบื้องต้น พบว่า เห็ดขอนขาว *Lentinus squarrosulus* Mont LS-YA สามารถเจริญบนอาหาร
แข็งที่มีเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งเป็นวัตถุดิบได้ดี เมื่อนำเลี้ยงในสภาพอาหารเหลวที่มีสารอาหาร
พื้นฐาน (basal medium; (กรัมต่อลิตร) KH_2PO_4 0.05, MgSO_4 0.05, FeSO_4 0.01, KNO_3 1.55) โดยใช้
เปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งขนาด 0.5 mesh ปริมาณ 2.5% (w/v) โดยเลี้ยงใน 3 สภาพ คือ สภาพวางนิ่ง
สภาพเขย่าแบบ Reciprocal (30 60 และ 90 strokes/min) และสภาพเขย่าแบบ Rotary (75 100 และ 125 rpm)
พบว่า การเลี้ยงในสภาพเขย่าแบบ Rotary ที่ 100 rpm ให้การเจริญของเห็ดขอนขาวสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ (p
 ≤ 0.05) โดยให้ปริมาณกลูโคซามีนสูงสุดเท่ากับ $3,001.02 \pm 33.93 \mu\text{g/g}$ เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ $30 \pm 2^\circ\text{C}$ เป็นเวลา

7 วัน ทั้งนี้เปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งขนาด 0.5 mesh ในปริมาณ 5% (w/v) ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และมีการเติมน้ำตาลเดกซ์โตรส 5% และ Diammonium hydrogen phosphate 0.1% สำหรับในกรณีของการขยายการระดับการเลี้ยงจากระดับ ฟลaskสู่ระดับถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศขนาด 10 ลิตร สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงเห็ดขอนขาว *L. squarrosulus* Mont LS-YA อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่อุณหภูมิ 30 ± 2 °C เป็นเวลา 7 วัน โดยมีปริมาณกลูโคซามีนของเห็ดขอนขาวสูงถึง $11,555.2 \pm 18.4$ µg/g ขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ไซลานเนสและเซลลูเลสเท่ากับ 6.08 ± 0.22 และ 4.17 ± 0.02 U/ml ตามลำดับ อีกทั้งผลจากที่มีเอนไซม์ไซลานเนสสูงจึงทำให้ได้รับน้ำตาลไซโลสเท่ากับ 0.22 ± 0.001 mg/ml

คำสำคัญ : เห็ดขอนขาว *Lentinus squarrosulus* Mont. การเลี้ยงในสภาพอาหารเหลว ถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศ เปลือกข้าวโพดฝักอ่อน เอนไซม์ไซลินเนส

Research Title: Submerged cultivation of *Lentinus squarrosulus* Mont by mash-air mixing fermenter as enzymatic source for degradation of husked baby corn

Researcher: Assoc.Prof.Dr.Warawut Krusong, Dr. Aphacha Jindaprasert, Ms.Asanee Vichitraka,
Ms.Jiranan Srisuthum and Asst.Prof.Dr.Charida Pukahuta

Faculty: Agro-Industry **Division:** Fermentation Technology

ABSTRACT

Preliminary study of cultivation of *Lentinus squarrosulus* Mont LS-YA showed that the abundant mycelial growth of *L. squarrosulus* Mont LS-YA on solid medium fortified with 2.5% (w/v) dried form of husked baby corn (HBC). Afterwards the study of submerged cultivation of *L. squarrosulus* Mont LS-YA in flask on basal medium consisting of (gL⁻¹) KH₂PO₄ 0.05, MgSO₄ 0.05, FeSO₄ 0.01, KNO₃ 1.55 supplemented with dried form of 0.5 mesh sized HBC for 2.5% (w/v) were investigated at 30±2 °C for 7 days. Three cultivation methods consisted of (1) static, (2) reciprocal shaking (30, 60, and 90 strokes/min), and (3) rotary shaking (75, 100, and 125 rpm). Results showed that the highest growth of *L. squarrosulus* Mont LS-YA with 3,001.02±33.93 µg/g glucosamine was found in rotary shaking cultivation at 100 rpm ($p \leq 0.05$). In addition the cultivation medium was recommended to use 5% (w/v) pretreated HBC by soaking in 1% NaOH solution for 1.5 h as substrate and supplement with 5% dextrose and 0.1% diammonium hydrogen phosphate. Scaling up from flask cultivation to 10L mash-air mixing fermenter, the significant increment of cultivation efficiency of *L. squarrosulus* Mont LS-YA was observed at 30±2 °C for 7 days ($p \leq 0.05$). High glucosamine at 11,555.2±18.4 µg/g accompanying with 6.08±0.22 U/ml of xylanase activity and 4.17±0.02 U/ml of cellulose activity were obtained. In addition, xylose was also found at 0.22±0.001 mg/ml

Keywords : *Lentinus squarrosulus* Mont., submerged cultivation, mash-air mixing fermenter, husked baby corn, xylanase enzyme

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท แอโกรนิกา จำกัด ที่ได้มอบเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน (baby corn husk) เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการวิจัยนี้ รวมถึงขอขอบคุณ ผศ.ดร.ชริดา ปุกहुต ผู้เชี่ยวชาญด้านเห็ดที่ได้อนุเคราะห์สายพันธุ์บริสุทธิ์ของเห็ดขอนขาว *Lentinus squarrosulus* Mont LS-YA ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

นายวราวุฒิ กรูสง

นางอพัชชา จินดาประเสริฐ

นางอัสนี วิจิตรกะ

นางสาวชริดา ปุกहुต

นางสาวจิรนนท์ ศรีสุธรรม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	3
1.6 คำสำคัญของการวิจัย.....	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	13
3.1 การปรับสภาพหัวเชื้อเห็ดขอนขาวให้เหมาะสมต่อเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน.....	13
3.2 การเลี้ยงเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont LS-YA ในอาหารแข็งผสมเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนแห้งบด.....	13
3.3 การเลี้ยงเส้นใยเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont LS-YA ในอาหารเหลวในระดับฟลาสก์.....	13
3.4 การเลี้ยงเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont LS-YA ในอาหารเหลวในถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศขนาด 10 ลิตร.....	16
3.5 การวางแผนการทดลอง.....	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	18
4.1 ลักษณะของเห็ดขอนขาว <i>Lentinus squarrosulus</i> Mont LS-YA.....	18
4.2 การเจริญของเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont LS-YA ในอาหารแข็งผสมเปลือกข้าวโพด.....	18
ผักอ่อนแห้งบด	
4.3 สภาพการเลี้ยงเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ในอาหารเหลวในระดับฟลาสก์.....	20
4.4 การเลี้ยงเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont LS-YA ในอาหารเหลวในถังหมักระบบผสม.....	35
น้ำหมักเข้ากับอากาศขนาด 10 ลิตร	
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	37
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	37
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	37
เอกสารอ้างอิง.....	39
ภาคผนวก.....	44
ภาคผนวก ก.....	45
ภาคผนวก ข.....	51
ประวัตินักวิจัย.....	55

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนที่เหลือจากการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน.....	7
4.1 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) ของเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA.....	19
ที่เจริญในอาหาร YM agar ที่เติมเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งบดในระดับปริมาณต่างๆ	
เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30±2 °ซ	
4.2 แสดงปริมาณกลูโคซามีน (ไมโครกรัม/กรัม) ของการเจริญของเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่ปริมาณเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งบด 2.5% ที่สภาพการเลี้ยงต่างๆ ณ อุณหภูมิ 30±2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	24
4.3 แสดงปริมาณกลูโคซามีนของเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่เจริญบนเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งที่อัตราส่วนต่าง ๆ บนสภาพการเขย่าแบบ Rotary ที่อัตราการเขย่า 100 rpm ณ อุณหภูมิ 30±2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	25
4.4 แสดงปริมาณกลูโคซามีนของเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่เจริญบนเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้ง (ปริมาณ 5%) ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยวิธีต่างๆ ในสภาพการเลี้ยงในอาหารเหลวระดับฟลasks ในสภาพการเขย่าแบบ Rotary ที่อัตราการเขย่า 100 rpm ณ อุณหภูมิ 30±2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	31
4.5 แสดงกิจกรรมเอนไซม์ไซลานเนสและเซลลูเลสของเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่เจริญบนเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้ง (ปริมาณ 5%) ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยวิธีต่างๆ ในสภาพการเลี้ยงในอาหารเหลวระดับฟลasks ในสภาพการเขย่าแบบ Rotary ที่อัตราการเขย่า 100 rpm ณ อุณหภูมิ 30±2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	32
4.6 แสดงผลของปริมาณน้ำตาลเค็กซ์โตรสต่อปริมาณกลูโคซามีน กิจกรรมเอนไซม์ไซลานเนสและเซลลูเลสของเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่เจริญบนเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้ง (ปริมาณ 5%) ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยการแช่สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ในสภาพการเลี้ยงในอาหารเหลวระดับฟลasks โดยใช้การเขย่าแบบ Rotary ที่อัตรา 100 rpm ณ อุณหภูมิ 30±2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	33

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.7 แสดงผลของปริมาณ Diammonium hydrogen phosphate ต่อปริมาณกลูโคซามีน กิจกรรม.....	34
เอนไซม์ไซลานเนสและเซลลูเลสของเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่เจริญบน	
เปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้ง (ปริมาณ 5%) ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยการแช่สารละลาย	
NaOH ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ในสภาพการเลี้ยงในอาหารเหลวระดับพลาสติก	
ที่เติมน้ำตาลเด็คซ์โตรส 5% ในสภาพเขย่าแบบ Rotary ที่อัตรา 100 rpm ณ อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ	
เป็นเวลา 7 วัน	
4.8 แสดงผลของการเลี้ยงเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่เจริญบนเปลือกข้าวโพดฝัก.....	36
อ่อนอบแห้ง (ปริมาณ 5%) ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยการแช่สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 1%	
เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ต่อปริมาณกลูโคซามีน กิจกรรมเอนไซม์ไซลานเนสและเซลลูเลส และ	
น้ำตาลไซโลสในสภาพอาหารเหลวในถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศขนาด 10 ลิตร ณ อุณหภูมิ	
30 ± 2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 แสดงลักษณะของเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เลี้ยงบนอาหาร YM agar ผสมเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนแห้ง.....14	
บดเป็นเวลา 96 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ และถูกตัดด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อ: (ก) ช่วงการตัดเส้นใย; (ข) แผ่นเส้นใยเห็ดขอนขาวที่ใช้เป็นหัวเชื้อ	
3.2 แสดงลักษณะของถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศขนาด 10 ลิตร: (ก) ถังหมักต้นแบบ.....17	
ก่อนการปรับปรุง; (ข) ถังหมักต้นแบบภายหลังการปรับปรุง	
4.1 แสดงลักษณะของเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont LS-YA เมื่อเลี้ยงบนอาหารแข็ง YM agar.....18	
4.2 แสดงลักษณะของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน : (ก) ภายหลังการอบที่อุณหภูมิ 55 °ซ เป็นเวลา.....19	
24 ชั่วโมง; (ข) ภายหลังจากบดให้มีขนาด 0.5 mesh เพื่อใช้ในการศึกษา	
4.3 แสดงลักษณะของการเจริญของเห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont LS-YA ที่เจริญในอาหาร.....20	
YM agar ที่เติมเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งบดในระดับปริมาณต่างๆ เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ เป็นเวลา 4 วัน : (ก) 0%; (ข) 0.5%; (ค) 1.0%; (ง) 1.5%; (จ) 2.0% และ (ฉ) 2.5%	
4.4 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณกลูโคซามีนและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเมื่อสภาพการเลี้ยงเห็ด.....21	
ขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont LS-YA ในอาหารเหลวในสภาวะวางนิ่งที่อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	
4.5 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณกลูโคซามีนและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเมื่อสภาพการเลี้ยง.....22	
เห็ดขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont LS-YA ในอาหารเหลวในสภาพเขย่าแบบ Reciprocal ณ อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	
4.6 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณกลูโคซามีนและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเมื่อสภาพการเลี้ยงเห็ด.....23	
ขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont LS-YA ในอาหารเหลวในสภาพเขย่าแบบ Rotary ณ อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลูโคซามีนและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เมื่อเลี้ยงเห็ดขอน.....26	
ขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่เจริญบนเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งปริมาณ 5% ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1% เป็นระยะเวลาต่างๆ ในสภาพการเขย่าแบบ Rotary ที่อัตราการเขย่า 100 rpm ณ อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลูโคซามีนและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เมื่อเลี้ยงเห็ด.....	28
ขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่เจริญบนเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งปริมาณ 5% ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายอะซิติกความเข้มข้น 10% เป็นระยะเวลาต่างๆ ในสภาพ การเขย่าแบบ Rotary ที่อัตราการเขย่า 100 rpm ณ อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	
4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลูโคซามีนและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เมื่อเลี้ยงเห็ด.....	29
ขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่เจริญบนเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งปริมาณ 5% ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 121 °ซ ในสภาพการเขย่าแบบ Rotary ที่อัตราการ เขย่า 100 rpm ณ อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	
4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลูโคซามีนและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เมื่อเลี้ยงเห็ด.....	30
ขอนขาว <i>L. squarrosulus</i> Mont. LS-YA ที่เจริญบนเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนอบแห้งปริมาณ 5% ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 700 วัตต์ ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพการเขย่าแบบ Rotary ที่อัตราการเขย่า 100 rpm ณ อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ เป็นเวลา 7 วัน	