

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สืบเนื่องจากที่หัวหน้าคณะผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากข้าวโพดฝักอ่อน เพื่อนำมาผลิตน้ำส้มสายชูหมักมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2547 โดยอาศัยการนำน้ำลวกข้าวโพดฝักอ่อน (ที่ได้จากกระบวนการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุในขวดแก้ว) มาพัฒนาจนสามารถผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมักได้ และจากการศึกษาอย่างต่อเนื่องดังกล่าวนำมาซึ่งการพัฒนาถึงหมักระบบหมุนเวียนอากาศที่สามารถให้อากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถึงหมักต้นแบบดังกล่าวได้พัฒนาขึ้นจากองค์ความรู้ทั้งหมดในระหว่างปี พ.ศ.2548 เป็นต้นมา จนนำไปสู่การยื่นจดสิทธิบัตรในนาม “สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง” ในชื่อสิ่งประดิษฐ์เรื่อง “กระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักด้วยระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศภายในถังหมัก” เมื่อวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ.2551 โดยถึงหมักที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถสร้างสภาพการหมักให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ (Dissolved oxygen; DO) ในระดับที่สูงจนสามารถทำให้แบคทีเรียอะซิติกใช้อากาศเพื่อเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นน้ำส้มสายชูได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้ผลผลิตทัดเทียมกับเทคโนโลยีต่างชาติ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีเป้าหมายในการใช้ถึงหมักระบบดังกล่าวมาใช้ในระบบการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพอื่น ๆ ที่ต้องการอากาศ เช่น การนำมาใช้ในการเลี้ยงเส้นใยเห็ดขอนขาวซึ่งเป็นเชื้อราชั้นสูงที่ต้องการอากาศในสภาพอาหารเหลว

เปลือกข้าวโพดฝักอ่อนจัดเป็นผลพลอยได้จากการผลิตและแปรรูปข้าวโพดฝักอ่อน โดยปกติแล้วเกษตรกรมักขายหรือนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ เช่น วัวนม เนื่องจากคุณค่าโดยเฉพาะโปรตีนที่เป็นประโยชน์ถึงร้อยละ 12.6-17.0 และมีเยื่อใยหยาบสูงถึงประมาณร้อยละ 21.0-21.5 (<http://www.did.go.th/inform/article/artileg.html>) ซึ่งคุณค่าทางอาหารดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับคุณค่าทางอาหารที่ได้จากหญ้าขนสด และยังช่วยให้ระบบย่อยอาหารของวัวทำงานดีขึ้น จากคุณค่าที่มีอยู่ของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนจึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงเห็ดขอนขาว โดยมีเป้าหมายให้เห็ดขอนขาวผลิตเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายเยื่อใยของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนที่มีองค์ประกอบเป็นเฮมิเซลลูโลสได้ แนวทางนี้จะช่วยเพิ่มมูลค่าของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนและก่อให้เกิดประโยชน์ในภาพรวมของวงจรการเกษตรของประเทศ รวมถึงภาคอุตสาหกรรมที่ใช้ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นวัตถุดิบ พร้อมกันนี้ยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการนำเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนมาเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมูลค่า เช่น น้ำตาลไซโลส (ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบ

เริ่มต้นของการผลิตน้ำตาลไซลิทอล) หรือแอลกอฮอล์ซึ่งสามารถนำไปสู่การใช้เป็น Bioethanol หรือนำแอลกอฮอล์ที่ได้ไปใช้ในการหมักต่อดัวยแบคทีเรียอะซิติกเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูชนิดใหม่ต่อไปได้

เห็ดขอนขาวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lentinus squarrosulus* Mont เป็นเห็ดที่สามารถเจริญได้ดีตามขอนไม้ อีกทั้งจากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น Pukahuta et al. (2004) และ Subramonian et al. (2010) รายงานถึงความสามารถในการผลิตเอนไซม์ได้หลากหลายชนิดของเห็ดขอนขาวที่ประกอบด้วย เอนไซม์แลคเคส (laccase) ไซลิเนส (xylinase) และ เซลลูเลส (cellulose) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งของตัวเร่งชีวภาพ (biological catalyst) เพื่อเปลี่ยนแปลงข้าวโพดฝักอ่อนให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จึงเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ทางการเกษตรโดยเฉพาะเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนโดยอาศัยเอนไซม์ธรรมชาติที่ผลิตจากเห็ดขอนขาว *L. squarrosulus* Mont ในสภาพการเลี้ยงในสภาพอาหารเหลว เนื่องจากสภาพอาหารเหลวจะเป็นสภาพที่เหมาะสมให้มีการปล่อยเอนไซม์ที่ผลิตออกมาได้ง่าย รวมถึงสามารถเก็บเกี่ยวเอนไซม์นั้นไปใช้ประโยชน์ได้สะดวกขึ้น อีกทั้งยังมีรายงานของ Royce et al. (1990) และ Omar et al. (2011) ซึ่งรายงานและยืนยันว่าการเลี้ยงเห็ดในสภาพอาหารเหลวจะช่วยให้เห็ดสามารถสร้างเส้นใยในปริมาณมากซึ่งเป็นแหล่งของสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compound) ดังนั้น ในการเลี้ยงเส้นใยเห็ดขอนขาวดังกล่าวจะดำเนินการในถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศที่หัวหน้าคณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นซึ่งจะเป็นอีกผลงานหนึ่งที่เป็นเทคโนโลยีของคนไทยอย่างแท้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสารอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงเส้นใยเห็ดขอนขาวในสภาพอาหารเหลวที่เหมาะสมกับการย่อยสลายเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมของถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศสำหรับการเลี้ยงเส้นใยเห็ดขอนขาวในสภาพอาหารเหลวที่เหมาะสมกับการย่อยสลายเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการผลิตเอนไซม์จากเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เหมาะสมกับการย่อยสลายเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน
4. เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้เบื้องต้นในการใช้ประโยชน์จากผลผลิตที่ได้จากเอนไซม์ที่ได้จากการย่อยสลายเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนด้วยเส้นใยเห็ดขอนขาวในสภาพอาหารเหลว

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

มุ่งเน้นการศึกษาวิจัยในการนำเห็ดขอนขาว *L. squarrosulus* Mont ที่ผ่านการคัดเลือกและศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับสมบัติด้านเอนไซม์แลคเคส ไซลิเนส และเซลลูเลส (cellulose) โดยได้รับจาก ผศ.ดร.ชรีดา ปุกहुต ผู้เชี่ยวชาญด้านเห็ดจากภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยทำการเลี้ยงเห็ดขอนขาวในอาหารเหลวเพื่อใช้เป็นแหล่งของการเอนไซม์เพื่อเป้าหมายหลักของการศึกษา คือ การใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนที่มีปริมาณมากและเป็นผลพลอยได้ที่มีคุณค่าด้านโปรตีนและเยื่อใย โดยนำเอาเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนมาเป็นวัตถุดิบหลัก

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการเลี้ยงเส้นใยเห็ดขอนขาวซึ่งตามปกตินิยมเลี้ยงในสภาพอาหารแห้ง (solid state fermentation) เช่นเดียวกับการเลี้ยงเห็ดโดยทั่วไปเพื่อให้ได้ผลผลิตเป็นดอกเห็ด (fruiting body) แต่การศึกษานี้จะมุ่งเน้นที่ผลผลิตด้านเอนไซม์จากเห็ดขอนขาวจึงมุ่งเน้นการเลี้ยงในสภาพอาหารเหลว (Submerged cultivation) โดยมุ่งเน้นในการศึกษาถึงสภาพการเลี้ยงที่เหมาะสมเพื่อให้ได้การเจริญของเส้นใยของเห็ดขอนขาวมากที่สุดซึ่งส่งผลถึงการสร้างเอนไซม์ในกลุ่มของไซทานเนสที่มีกิจกรรมสูงสุดเช่นกัน ทั้งนี้ยังทำการศึกษาถึงการผลิตได้ในระดับขยายขนาด ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นที่จะผลิตในถังหมัก อย่างไรก็ตามเห็ดขอนขาวเป็นมวลชีวภาพที่ต้องการอากาศในการเจริญของเส้นใย ถังหมักที่ใช้จึงควรให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้สูง ดังนั้นในการศึกษาจึงได้เลือกใช้ถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศซึ่งเป็นระบบถังหมักที่พัฒนาขึ้นจากหัวหน้าคณะผู้วิจัย โดยกำหนดเบื้องต้นที่ถังหมักขนาด 10 ลิตร เพื่อเป็นต้นแบบ

1.5 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

เห็ดขอนขาวจัดเป็นเห็ดชนิดหนึ่งที่พบมากในประเทศไทยและประเทศแถบร้อนชื้นอื่นๆ จากคุณสมบัติที่เห็ดขอนขาวสามารถเจริญได้ดีบนขอนไม้ ย่อมแสดงให้เห็นว่าเห็ดชนิดนี้มีเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายวัสดุที่ย่อยสลายยากได้ดี ประกอบกับการศึกษาของ ผศ.ดร.ชรีดา ปุกहुต ผู้เชี่ยวชาญด้านเห็ดจากภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้รายงานว่าเห็ดขอนขาวสามารถผลิตเอนไซม์ได้หลากหลายชนิด ประกอบด้วย เอนไซม์แลคเคส ไซลิเนส และ เซลลูเลส (Pukahuta et al., 2004) จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำเห็ดขอนขาวมาใช้ในการผลิตเอนไซม์ในกลุ่มดังกล่าว ดังนั้นในการศึกษานี้จะเลือกใช้เห็ดขอนขาว *Lentinus squarrosulus* Mont LS-YA ที่ผ่านการคัดเลือกเบื้องต้นจาก ผศ.ดร.ชรีดา ปุกहुต มาใช้ในวัตถุประสงค์ของการศึกษาตามที่ระบุไว้ต่อไป

ตามปกติแล้วการเลี้ยงเส้นใยของเห็ดมักจะนิยมจะใช้การเลี้ยงในสภาพแห้ง (solid state cultivation) เพื่อให้ได้ดอกเห็ด (fruiting body) เป็นผลผลิต แต่ในการศึกษานี้จะมุ่งเน้นที่การเลี้ยงในสภาพอาหารเหลว เพื่อให้เส้นใยของเห็ดขออนขาวสามารถที่จะผลิตเอนไซม์ออกมาสู่น้ำหมัก ซึ่งจะสะดวกในการเก็บเกี่ยวเอนไซม์และส่วนผสมอื่น ๆ ในน้ำหมักสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้ดี อนึ่งในสภาพการเลี้ยงเชื้อรา รวมถึงเชื้อเห็ดนั้น การให้อากาศในระหว่างการเลี้ยงถือเป็นประเด็นที่สำคัญ เนื่องจากทั้งเชื้อราและเชื้อเห็ดเป็นกลุ่มที่ต้องการอากาศ ดังนั้นในการเลี้ยงในสภาพอาหารเหลวในถังหมักจึงต้องสามารถให้ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในน้ำหมักได้สูง ในกรณีนี้จึงมุ่งเน้นที่ “ถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศ” ที่หัวหน้าคณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นและยื่นจดสิทธิบัตรในนาม “สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง” (ซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักที่ผลิตกรดในปริมาณสูง ในปัจจุบันถังหมักดังกล่าวนี้ได้มีการใช้ในระดับอุตสาหกรรมอยู่ 3 โรงงาน) ทั้งนี้ถังหมักที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถสร้างสภาพการหมักให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ในระดับที่สูง ดังนั้นจึงมีความมั่นใจได้ว่าถังหมักระบบนี้สามารถที่จะเอื้อต่อสภาพการเลี้ยงเส้นใยเห็ดขออนขาว *L. squarrosulus* Mont LS-YA ที่ต้องการอากาศได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการปรับปรุงอุปกรณ์บางชนิดเพื่อให้สามารถทำการเลี้ยงเส้นใยเห็ดขออนขาวได้ในสภาพที่ปลอดเชื้อได้

ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชที่ปลูกมากเกือบทุกภาคของประเทศ ระยะเวลาในการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 40-45 วัน ในพื้นที่ชลประทานสามารถปลูกได้ทั้งปี (4 ครั้งต่อปี) ดังนั้นเศษเหลือจากการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน เช่น เปลือกข้าวโพด จึงมีมากในเกือบทุกภาคของประเทศโดยเฉพาะในเขตชลประทาน ประกอบกับในเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนยังมีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยหยาบถึงร้อยละ 12.6-17.0 และ 21.0-21.5 ตามลำดับ ([http:// www.did.go.th/inform/article/artileg.html](http://www.did.go.th/inform/article/artileg.html)) จึงจัดได้ว่าเป็นผลพลอยได้ที่เหมาะสมที่จะนำมาเพิ่มมูลค่าด้วยการนำมาย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่ผลิตจากเส้นใยเห็ดขออนขาว *L. squarrosulus* Mont LS-YA ต่อไป

1.6 คำสำคัญของการวิจัย

(ภาษาไทย) เห็ดขออนขาว การเลี้ยงในสภาพอาหารเหลว ถังหมักระบบผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศ เอนไซม์ และเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน

(ภาษาอังกฤษ) *Lentinus squarrosulus* Mont, submerged cultivation, mash-air mixing fermenter, enzyme, husked baby corn

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่คาดหวังจะได้รับ คือ ความเป็นไปได้ในเชิงธุรกิจที่จะนำผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงเส้นใยเห็ดขอนขาวในสภาพอาหารเหลือไปใช้ในการย่อยเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน เพื่อให้ได้น้ำตาลโดยเฉพาะในกลุ่มน้ำตาลไซโลส (xylose) และความเป็นได้เบื้องต้นในการนำไปใช้ในการผลิต bio-ethanol และ / หรือ น้ำส้มสายชูหมักชนิดใหม่ต่อไป ผลิตรักษ์เหล่านี้จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการพัฒนาผลิตรักษ์ที่นอกเหนือจากดอกเห็ดที่เป็นผลิตรักษ์ตามปกติเช่นเดิม