การคัดกรองลูกแป้งพื้นเมืองที่มีศักยภาพในการหมักข้าวหมากให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงและมีกลิ่นของแอลกอฮอล์ต่ำ *

ภัณฑิรา ศรีดำ **
เกตุการ ดาจันทา ***

บทคัดย่อ

ข้าวหมาก เป็นอาหารว่างที่ได้จากการหมักข้าวเหนียวด้วยลูกแป้ง ซึ่งเป็นกล้าเชื้อราผสมกับยีสต์ตามธรรมชาติ ได้รวบรวมลูกแป้งพื้นเมือง 7 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตในพื้นที่จังหวัดของภาคเหนือตอนล่าง ได้แก่ นครสวรรค์ (NS) พิจิตร (PC1 และ PC2) สุโขทัย (ST) เพชรบูรณ์ (PB) และพิษณุโลก (PL1 และ PL2) ในการนำมาศึกษาคัดกรองลูกแป้งที่มีคุณภาพในการหมักข้าวหมากให้มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงและมีกลิ่นของแอลกอฮอล์ต่ำ จากผลการทดสอบหมักข้าวหมากด้วยลูกแป้งที่นำมาศึกษา พบว่า ข้าวหมากที่ได้จากการหมักด้วยลูกแป้งของจังหวัดพิจิตร (PC1) มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุด (40 องศาบริกซ์) รองลงมาคือข้าวหมากที่หมักด้วยลูกแป้ง PL1 และ PL2 (39 องศาบริกซ์)นอกจากนั้นยังพบว่าข้าวหมากเหล่านี้มีกลิ่นของแอลกอฮอล์ปานกลางอีกด้วย และเมื่อนำข้าวหมากที่หมักด้วยลูกแป้งที่มีคุณดี คือ PC1 PL1 และ PL2 มาศึกษาปริมาณของราและยีสต์ ในระหว่างการหมักข้าวหมาก พบว่า เชื้อราเป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในช่วงเริ่มต้นของการหมัก ขณะที่ยีสต์มีบทบาทสำคัญในการหมักหลังการบ่มนาน 24 ชั่วโมงจนถึงช่วงท้ายของการหมักข้าวหมากที่ 72 ชั่วโมง

คำสำคัญ: ลูกแป้ง, ข้าวหมาก, กล้าเชื้อ, ข้าวหมัก

* บทความวิทยานิพนธ์.มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

** นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา.มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, Email : nu_ying2533@hotmail.com

*** อาจารย์ที่ปรึกษา

Screening of potential indigenous Loog Pang for production of fermented glutinous rice (KhaoMak) with high total soluble solid and lower alcoholic odor*

Phanthira Sridam**

Katekan Dajanta***

Abstract

KhaoMak is a dessert made from glutinous rice fermented with a natural mixture starter consisting of cultures of fungi and yeasts, Loog Pang. Seven indigenous Loog Pang samples were collected from various sources in provinces in the lower Northern Thailand including: NakhonSawan (NS), Pichit (PC1 and PC2), Sukhothai (ST), Phetchabun (PB) and Phitsanulok (PL1 and PL2).The quality of Loog Pang was screened by their ability to produce high values of total soluble solids and lower alcoholic odor of fermented glutinous rice. Among all tested samples, glutinous rice inoculated with Loog Pang PC1 exhibited the highest total soluble solid value (40□Brix), followed by rice inoculated with Loog Pang PL1 and PL2 (39□Brix).

Moreover, these samples also exhibited moderate odor of alcohol. The contents of molds and yeasts in high quality KhaoMak which was inoculated with Loog Pang PC1, PL1 and PL2 were then investigated during the fermentation process. The results indicated that molds fulfilled the most important role in the initial stage of KhaoMak fermentation; after 24h of rice fermentation it was discovered that yeast was the key acting compound until the end of the fermentation process at 72h.

Keywords: Loog Pang, KhaoMak, starter culture, fermented rice

*Master of Food Science and Technology Thesis, Financial supported by Higher Education Research Promotion (HERP) 2014

**Master Program of Food Science and Technology, Faculty of Food and Agricultural Technology, PibulsongkramRajabhat University, Email : nu_ying2533@hotmail.com

***Assistant Professor, Master Program of Food Science and Technology, Faculty of Food and Agricultural Technology, PibulsongkramRajabhat University, Email : dkatekan@hotmail.com

บทนำ

ข้าวหมาก เป็นอาหารหมักพื้นบ้านของไทยที่ทำมาจากข้าวเหนียวหมักด้วยจุลินทรีย์ในลูกแป้งข้าวหมาก จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในลูกแป้งข้าวหมากคือ รา Amylomycesrouxii และยีสต์ Saccharomycopsisfibuligera (นภา โล่ห์ทอง, 2535) โดยราสามารถผลิตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (alpha-amylase) และกลูโคอะไมเลส (glucoamylase) ออกมาย่อยแป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ขณะที่ยีสต์มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์และยังสามารถสร้างเอนไซม์กลูโคอะไมเลสออกมาย่อยแป้งร่วมกับราได้อีกด้วย (มณชัย เดชสังกรานนท์, 2546) ในข้าวหมากยังพบยีสต์ Hansenulaที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลบางส่วนเป็นเอสเทอร์ ซึ่งเป็นกลิ่นรสที่ดีของข้าวหมาก (สมพร สินธารา, 2544)

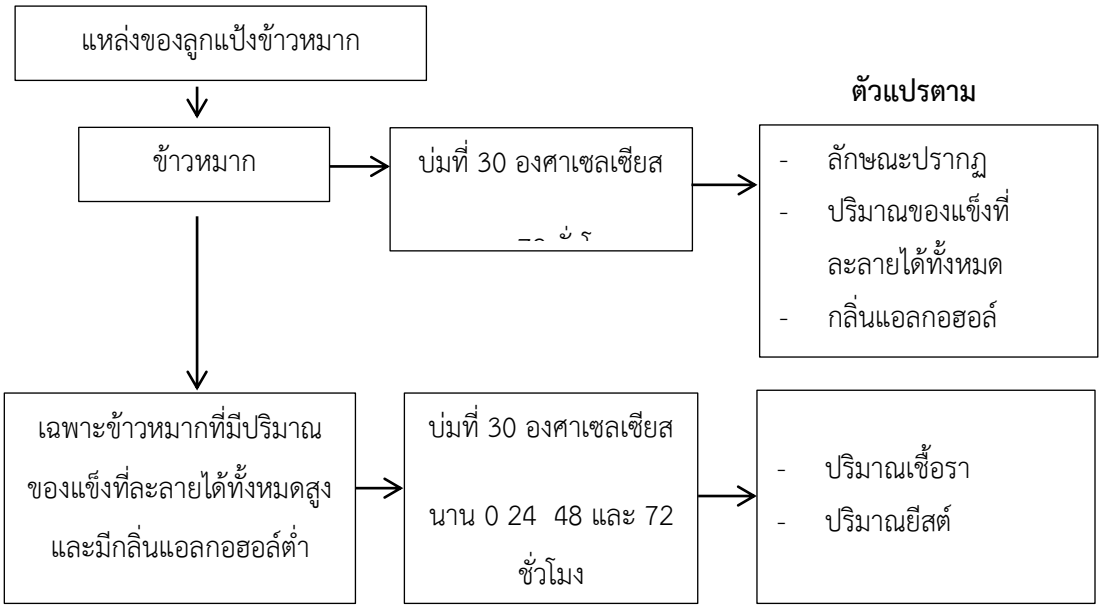
ลูกแป้งข้าวหมาก เป็นกล้าเชื้อจุลินทรีย์ผสมธรรมชาติ ที่ได้จากการผสมแป้งข้าวเจ้ากับลูกแป้งที่สำเร็จแล้ว เพื่อเป็นการต่อเชื้อ และมีส่วนผสมของเครื่องเทศ เช่น กระเทียม ขิง ข่า ชะเอม และพริกไทย ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการ (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2538) ลูกแป้งผลิตจากภูมิปัญญาพื้นบ้านที่สืบทอดภายภานครอบครัว ทำให้ผู้ผลิตข้าวหมากต้องอาศัยการซื้อลูกแป้งจากผู้ผลิตลูกแป้งโดยเฉพาะเหล่านั้น คุณภาพของลูกแป้งข้าวหมากมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกรรมวิธีการในการผลิตส่งผลให้ข้าวหมากที่ผลิตได้ในแต่พื้นที่มีลักษณะสี กลิ่นและรสชาติที่แตกต่างกัน ดังนั้น ลูกแป้งข้าวหมากจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวหมากมาก มีรายงานการศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์ในลูกแป้งข้าวหมากในพื้นที่ต่างๆ ของไทย เช่น รายงานของอรุณ ทรัพย์เจริญเลิศ (2556) ได้สำรวจคุณภาพของลูกแป้งข้าวหมากพื้นบ้านของจังหวัดอยุธยา อ่างทอง ลพบุรีและสระบุรี ซึ่งพบว่า มีการผลิตลูกแป้งข้าวหมากแตกต่างกัน โดยจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกแป้งข้าวหมากพื้นบ้านส่วนใหญ่เป็นเชื้อรา เช่น Rhizopusoryzae, Mucorindicus ยีสต์ เช่น Candida parapdida, Pichiakudriavzevii, Candidaquercitrusa และแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก เช่น Pediococcuspentosaceus ในจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง เช่น นครสวรรค์ พิษณุโลก สุโขทัย พิจิตร และเพชรบูรณ์ มีการบริโภคข้าวหมากเป็นอาหารว่าง โดยส่วนใหญ่ใช้ลูกแป้งข้าวหมากที่มีการผลิตในพื้นที่และยังขาดการศึกษาวิจัยด้านจุลชีววิทยาและคุณภาพของข้าวหมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากลูกแป้งข้าวหมากที่ผลิตในพื้นที่จังหวัดภาคเหนือตอนล่าง เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาต่อยอดด้านคุณภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของลูกแป้งข้าวหมากพื้นบ้านจากจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง
2. เพื่อศึกษาจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักข้าวหมากจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง/กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

สุ่มเก็บตัวอย่างลูกแป้งข้าวหมากพื้นบ้านจากจังหวัดในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง คือ จังหวัดนครสวรรค์ (อำเภอเมือง) พิจิตร (ตำบลเนินปอ และตำบลกำแพงดิน อำเภอสามง่าม) พิษณุโลก (อำเภอพรหมพิราม และอำเภอบางระกำ) สุโขทัย (อำเภอเมือง) และเพชรบูรณ์ (อำเภอเมือง) จำนวน 7 ตัวอย่าง มาผลิตข้าวหมากตามวิธีการในภาพที่ 1 หลังการหมักข้าวหมากที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง ตรวจวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid) วัดด้วยเครื่อง Hand refractometerประเมินกลิ่นแอลกอฮอล์และสังเกตลักษณะปรากฏ และตรวจวิเคราะห์ปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในการหมักข้าวหมากในระยะแรก (หลังการหมัก 24 ชั่วโมง) ระยะกลาง(หลังการหมัก 48 ชั่วโมง) และระยะสุดท้ายของการหมัก (หลังการหมัก 72 ชั่วโมง) โดยใช้วิธีการ spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Dichloran rose bengal chloramphenicol (DRBC) agar บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน นับจำนวนโคโลนีและแสดงค่าในหน่วย CFU/g และตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อยีสต์ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (pH 3.5) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน นับจำนวนโคโลนีและแสดงค่าในหน่วย CFU/g

ภาพที่ 2 การผลิตข้าวหมาก

ที่มา: จิราภรณ์ ยอดเถื่อน (2554)

ตัวแปรที่ศึกษา

ลูกแป้งข้าวหมากพื้นบ้านจากจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง 7 แห่ง ดังตารางที่ 1

ตัวอย่างลูกแป้งข้าวหมาก	**แหล่งผลิตลูกแป้งข้าวหมาก**
1 -(NS)	อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์
2 - (PC1)	ตำบลเนินปอ อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร
3 - (PC2)	ตำบลกำแพงดิน อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร
4 - (PL1)	อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก
5 - (PL2)	อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก
6 - (ST)	อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย
7 - (PB)	อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (Mettledtoledo, Switzerland)
2. เครื่อง Hand refractometer
3. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (Memmert, Germany)
4. ขวดดูแรนขนาด 250 500 และ 1,000 มิลลิลิตร

5. บีกเกอร์ ขนาด 50 100 500 และ 1,000 มิลลิลิตร

6. แท่งแก้วสามเหลี่ยมเกลี่ยเชื้อ (spreader)

7. ตะเกียงบุนเสน

8. จานเพาะเชื้อ

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทำการทดลอง 3 ซ้ำเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Least Significant Difference ($P \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

ลักษณะลูกแป้งพื้นเมือง

ลูกแป้งพื้นบ้านจากแหล่งผลิตในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างทั้ง 7 แหล่งผลิตมีลักษณะเป็นก้อนแป้งรูปร่างกลม ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีที่แตกต่างกันโดยมีสีเหลืองนวลจนถึงสีน้ำตาลอ่อน มีการทำเครื่องหมายเป็นตัวอักษรที่แตกต่างกันเพื่อแสดงถึงที่มาของแหล่งผลิต (ภาพที่ 2)

NSPC1PC2PL1

PL2 STPB

ภาพที่ 3 ลูกแป้งพื้นบ้านจากจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง

คุณภาพของลูกแป้งข้าวหมากพื้นบ้านข้าวหมากที่หมักจากลูกแป้งพื้นบ้านที่นำมาจากแหล่งผลิตทั้ง 7 แห่งมีลักษณะปรากฏ และกลิ่นรสแตกต่างกัน เมล็ดข้าวของข้าวหมากมีลักษณะฟูขึ้นเล็กน้อย ชุ่มฉ่ำด้วยน้ำต้อยหรือน้ำหวานของข้าวหมาก ซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 3)

NSPC1PC2 PL1

PL2 STPB

ภาพที่ 4 ข้าวหมากที่ผลิตได้จากลูกแป้งพื้นบ้านจากจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง

งานวิจัยนี้ต้องการข้าวหมากที่มีรสหวานและมีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มต่อไป จึงได้คัดกรองลูกแป้งที่มีคุณภาพดีจากค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในข้าวหมาก ทั้งนี้เนื่องจากค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงปริมาณน้ำตาลชนิดต่างๆ เช่น น้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรักโตส กรดอินทรีย์และแร่ธาตุต่างๆ ที่ละลายในน้ำ จึงมีความเชื่อมโยงกับความหวานหรือความเข้มข้นของอาหารได้ ดังนั้นข้าวหมากที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงจึงบ่งชี้ว่ามีความหวานหรือความเข้มข้นของสารที่ละลายได้สูงนั่นเอง

ข้าวหมากที่ผลิตได้มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดแตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 37-40องศาบริกซ์ (ตารางที่ 1) ข้าวหมากจากลูกแป้งพื้นบ้านของตำบลเนินปอ อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร (PC) มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือข้าวหมากจากลูกแป้งพื้นบ้านของจังหวัดพิษณุโลกทั้งจากอำเภอพรหมพิราม (PL1) และอำเภอบางระกำ (PL2) โดยมีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากันคือ 39 องศาบริกซ์ ขณะที่ข้าวหมากที่ผลิตได้จากลูกแป้งจากตำบลกำแพงดิน จังหวัดพิจิตร นครสวรรค์ เพชรบูรณ์และสุโขทัยมีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดใกล้เคียงกัน คือ 37.00-37.50 องศาบริกซ์

ตารางที่ 1ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของข้าวหมากที่ผลิตจากลูกแป้งพื้นบ้าน

แหล่งผลิตลูกแป้ง	**ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)**
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ (NS)	37.50 ± 0.50c
ตำบลเนินปอ อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร (PC1)	40.00 ± 0.00a
ตำบลกำแพงดิน อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร (PC2)	37.00 ± 0.00d
อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก (PL1)	39.00 ± 0.00b
อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก (PL2)	39.00 ± 0.00b
อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย (ST)	37.00 ± 0.00d
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (PB)	37.00 ± 0.00d

ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) และตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำหนดค่าของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ข้าวหมากจากลูกแป้งพื้นบ้านของจังหวัดพิษณุโลกทั้งจากอำเภอพรหมพิราม (PL1) และอำเภอบางระกำ (PL2) และข้าวหมากจากลูกแป้งของตำบลเนินปอ อำเภอสามง่าม จ.พิจิตร (PC) มีกลิ่นของแอลกอฮอล์ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 กลิ่นแอลกอฮอล์ของข้าวหมากที่ผลิตจากลูกแป้งพื้นบ้าน

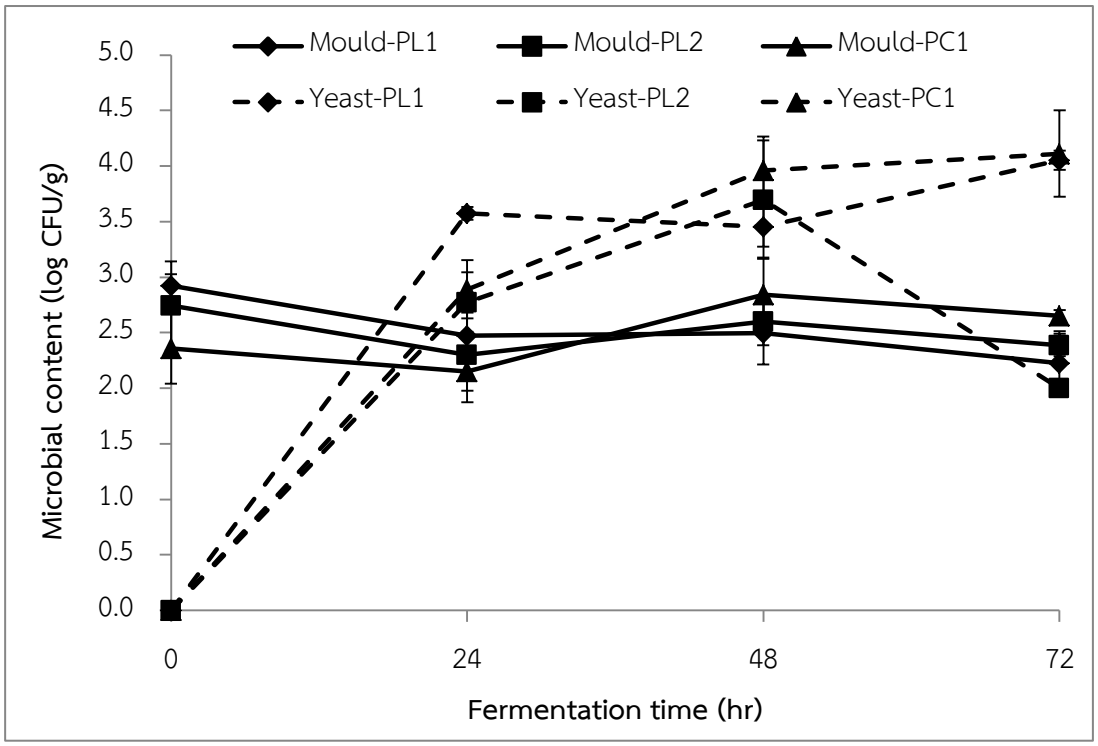
แหล่งผลิตลูกแป้ง	**กลิ่นแอลกอฮอล์**
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ (NS)	+++
ตำบลเนินปอ อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร (PC1)	++
ตำบลกำแพงดิน อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร (PC2)	+++
อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก (PL1)	++
อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก (PL2)	++
อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย (ST)	+++
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (PB)	+++

หมายเหตุ + คือ ระดับน้อย ++ คือ ระดับปานกลาง +++ คือ ระดับมาก

ข้าวหมากจากลูกแป้งพื้นบ้านของจังหวัดพิษณุโลกทั้งจากอำเภอพรหมพิราม (PL1) และอำเภอบางระกำ (PL2) และข้าวหมากจากลูกแป้งของตำบลเนินปอ อำเภอสามง่าม จ.พิจิตร (PC) มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงและมีกลิ่นของแอลกอฮอล์ต่ำ ดังนั้นจึงคัดเลือกลูกแป้งทั้ง 3 แหล่งนี้ไปใช้ในการศึกษาปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทที่สำคัญในการหมักข้าวหมากต่อไป

ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักข้าวหมาก

การศึกษาปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมัก โดยการหมักข้าวเหนียวขาวนึ่งสุกด้วย ลูกแป้งข้าวหมากพื้นบ้านจากอำเภอพรหมพิราม (PL1) และอำเภอบางระกำ (PL2) จังหวัดพิษณุโลก และลูกแป้งข้าวหมากพื้นบ้านจากตำบลเนินปอ อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร (PC) ในปริมาณร้อยละ 0.4 สุ่มข้าวหมากหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 0 24 48 และ 72 ชั่วโมง เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อราและเชื้อยีสต์ ผลการตรวจวิเคราะห์พบปริมาณเชื้อยีสต์และราแตกต่างกันตลอดช่วงการหมัก (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราในระหว่างการหมักข้าวหมากที่ 30 องศาเซลเซียส

ในช่วงเริ่มต้นของการหมัก (0 ชั่วโมง) ตรวจพบเชื้อราปริมาณ 2.36-2.92 log CFU/g โดยข้าวหมากที่หมักด้วยลูกแป้งจากอำเภอพรหมพิราม (PL1) มีปริมาณเชื้อราสูงที่สุด รองลงมาคือข้าวหมากที่หมักด้วยลูกแป้งจากอำเภอบางระกำ (PL2) และลูกแป้งข้าวหมากจากจังหวัดพิจิตร (PC) ตามลำดับ และในช่วงเริ่มต้นของการหมักข้าวหมากทุกตัวอย่างตรวจพบเชื้อยีสต์ต่ำกว่า 1 log CFU/g หลังปล่อยให้เกิดกระบวนการหมัก 24-72 ชั่วโมง พบว่าเชื้อรามีปริมาณค่อนข้างคงที่ โดยมีปริมาณ 2.23-2.65 log CFU/g เมื่อสิ้นสุดการหมัก 72 ชั่วโมง ขณะที่ยีสต์มีบทบาทในการหมักข้าวหมากภายหลังการบ่ม 24 ชั่วโมง โดยตรวจพบยีสต์ในปริมาณที่สูงกว่าเชื้อราตลอดช่วงการบ่ม 24-72 ชั่วโมง (ยกเว้น PL2) และตรวจพบยีสต์ในข้าวหมากปริมาณ 2.00-4.11 log CFU/g หลังสิ้นสุดการหมัก 72 ชั่วโมงโดยข้าวหมากที่หมักจากลูกแป้งของอำเภอพรหมพิราม (PL1) และจังหวัดพิจิตรมีปริมาณเชื้อยีสต์สูงใกล้เคียงกัน(4.05 และ 4.11 log CFU/g) ขณะที่ข้าวหมากที่หมักจากลูกแป้งของอำเภอบางระกำมีปริมาณเชื้อยีสต์ต่ำที่สุด

อภิปรายผล

การศึกษาคุณภาพลูกแป้งพื้นบ้านจากแหล่งผลิตทั้ง 7 แห่ง เมื่อนำมาหมักข้าวหมาก พบว่า ข้าวหมากมีลักษณะปรากฏและกลิ่นรสที่แตกต่างกัน เนื่องจากลูกแป้งที่นำมาหมักข้าวหมากของแต่ละแห่งมีขั้นตอนการผลิต ชนิดของเครื่องเทศและปริมาณเครื่องเทศที่แตกต่างกัน จึงทำให้กลิ่นแอลกอฮอล์และปริมาณของแข็งที่ละลายได้แตกต่างกัน

การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักข้าวหมาก พบว่าในระยะแรกของการหมักข้าวหมาก เชื้อราจะมีบทบาทในการหมักข้าวหมากมากกว่าเชื้อยีสต์แต่เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นยีสต์จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนน้ำตาลที่ได้จากการย่อยแป้งของเชื้อราให้เป็นแอลกอฮอล์โดยจะพบเชื้อยีสต์ในปริมาณที่สูงกว่าเชื้อรา ผลการทดลองนี้แตกต่างจากรายงานของ Taechavasonyoo et al. (2013) ที่ได้ศึกษาการคัดแยกเชื้อราและยีสต์จากลูกแป้งสาโท จำนวน 19 ตัวอย่าง ซึ่งพบเชื้อราในข้าวเริ่มต้นหมัก 0 วัน อยู่ในช่วง 3.95-5.60 log CFU/g และส่วนใหญ่ไม่พบเชื้อราในข้าวที่ผ่านการหมักนาน 3 วัน ยกเว้นข้าวที่หมักจากลูกแป้งที่นำมาจากหนองคาย และตรวจพบยีสต์ในข้าวเริ่มต้นหมัก (การหมักวันที่ 0) ในปริมาณ 5.48-6.51 log CFU/g และมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นหลังปล่อยให้เกิดการหมักในช่วง 5 วัน เชื้อรามีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมักข้าวหมากช่วงแรกโดยการสร้างเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและกลูโคอะไมเลสออกมาย่อยแป้งในข้าวให้เปลี่ยนเป็นน้ำตาล มีรายงานวิจัยที่บ่งชี้ว่า Amylomyces sp. เป็นเชื้อราที่มีความสำคัญในการหมักข้าวหมากโดยสามารถไฮโดรไลซ์แป้งได้อย่างสมบูรณ์และเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคสได้ดีกว่าเชื้อราชนิดอื่น และให้กลิ่นหอมหวานเฉพาะตัวกับข้าวหมาก (สิรินทรเทพ ภักดีศุภผล, 2523; สมพร สินธารา 2554; มณชัย เดชสังกรานนท์, 2546; Dung et al., 2006) ขณะที่ยีสต์มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ โดยมีรายงานการพบเชื้อยีสต์ Saccharomyces และ Hansenulaในลูกแป้งข้าวหมากพื้นเมือง (สมพร สินธารา, 2544) ขณะที่รายงานของอรุณ ทรัพย์เจริญเลิศ (2556) ให้ผลแตกต่างจากนี้ โดยพบเชื้อยีสต์ Candida parapdida,Pichiakudriavzevii, Candida quercitrusaรวมทั้งแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกPediococcuspentosaceusในลูกแป้งที่ผลิตในจังหวัดอยุธยา อ่างทอง ลพบุรีและสระบุรี

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาลักษณะทางเคมีและทางกายภาพเพิ่มเติม
2. ควรมีการศึกษาบ่งชี้ชนิดของจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากข้าวหมากด้วยวิธีทางสัณฐานวิทยาและพันธุกรรม

เอกสารอ้างอิง

จิราภรณ์ ยอดเถื่อน. (2554). **การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำข้าวหมาก.**วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นภา โล่ห์ทอง. (2535). **กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต.** กรุงเทพฯ : ฟันนี พับลิชชิ่ง.

ปราโมทย์ ธรรมรัตน์. (2533). **การควบคุมขบวนการหมักส่าขาวและส่าแดง. ในการสัมมนาและควบคุมการหมักและการวิเคราะห์เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์กรมสรรพมิต กระทรวงการคลัง.** กรุงเทพฯ.

มณชัย เดชสังกรานนท์. (2546). **คุณสมบัติของยีสต์และราที่มีบทบาทในการหมักข้าวหมากและสาโท.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมพร สินธารา. (2544). **การแยก การจัดจำแนก และการเก็บรักษายีสต์และราที่แยกได้จากลูกแป้งข้าวหมากและลูกแป้งเหล้าของไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (สาขาวิชาจุลชีววิทยา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิรินทรเทพ ภักดีศุภผล. (2523). **การหมักข้าวหมากด้วยเชื้อบริสุทธิ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาจุลชีววิทยา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณี ทรัพย์เจริญเลิศ. (2553). **การคัดแยกสายพันธุ์ราและยีสต์จากลูกแป้งเหล้า.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Dung, N.T.P., Rombouts, F.M., &Nout, M.J.R. (2006).**Functionality of selected strains ofmoulds and yeasts from Vietnamese rice wine starters**. Food Microbiology.23: 331-340.

Taechavasonyoo, A., Thaniyavarn, J., and Yompakdee, C. (2013).Identification of the moulds and yeasts characteristic of a superior Loogpang, starter of Thai rice-based alcoholic beverage Sato. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**.6: 24-38.