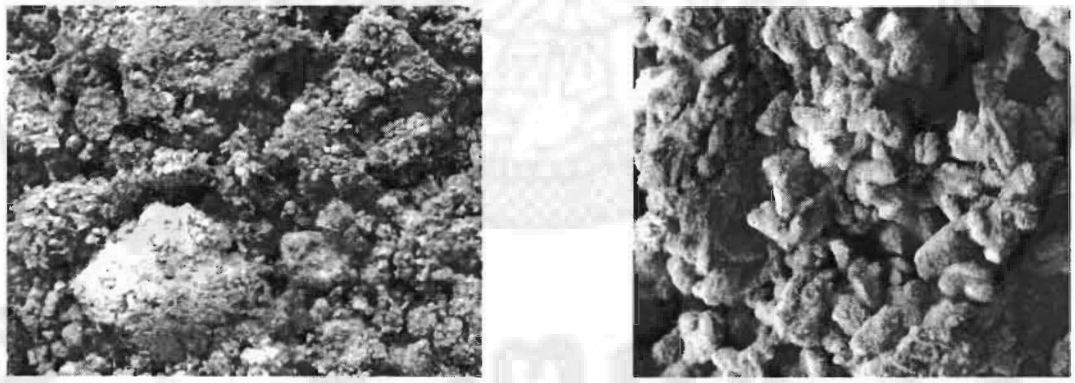
บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ปริมาณเชื้อตั้งต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตสปอร์ของ *A. oryzae*

การเติมสปอร์ซัสเพนชันของรา *A. oryzae* ปริมาณ 0.5, 1 และ 1.5 มิลลิลิตร ลงบนรำข้าวเจ้าและข้าวเจ้า พบว่า ทั้งรำข้าวและข้าวเจ้ามีความชื้นสูง เมื่อปล่อยทิ้งไว้นาน 12 ชั่วโมง จะสังเกตเห็นการสร้างเส้นใยของราบนผิวของสับเสตรท (substrates) ได้ด้วยตาเปล่า เส้นใยจะแผ่กระจายเพิ่มขึ้น และราเริ่มมีการสร้างสปอร์สีเขียวอ่อนอมเหลืองเป็นบางบริเวณ ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง (ภาพ 3) ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว แผ่นโคจิจะมีลักษณะแห้งลงและมีความแข็งเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากรำข้าวเจ้าและข้าวเจ้าสูญเสียความชื้นออกสู่บรรยากาศอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Wood (1998) ที่กล่าวว่าเชื้อราต้องการความชื้นในปริมาณที่ค่อนข้างสูงในช่วงแรกของการหมักโคจิถั่วเหลือง แต่หลังจากที่ราเริ่มสร้างสปอร์แล้ว ภายในระยะเวลาประมาณ 2-3 วัน ความชื้นของโคจิจะมีค่าลดต่ำลง

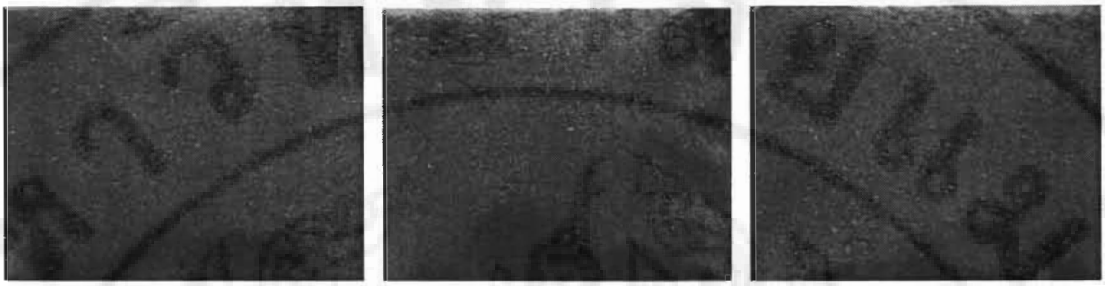


(a) (b)

ภาพ 3 การสร้างสปอร์ของรา *A. oryzae* บนสับสเตรท 2 ชนิด เมื่อหมักโคจินาน 72 ชั่วโมง: รำข้าวเจ้า (a) และข้าวเจ้า (b)

เมื่อนำรำข้าวเจ้าและข้าวเจ้าที่มีสปอร์เจริญอยู่ ไปอบให้แห้งภายใต้ความดันสุญญากาศและบดให้ละเอียด พบว่ารำข้าวเจ้าทุกทรีทเมนท์จะให้ผงสปอร์สีเขียวปนน้ำตาล (ภาพ 4) ในขณะที่ข้าวเจ้าทุกทรีทเมนท์จะให้ผงสปอร์ที่มีสีเขียวเข้ม (ภาพ 5) สปอร์ที่ยังมีชีวิตเหลือรอดอยู่บนรำข้าว

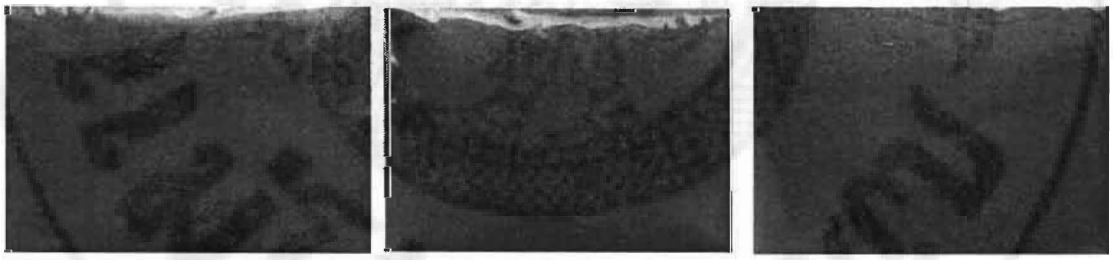
เจ้ามีปริมาณเท่ากับ 9.36 9.45 และ 9.26 log cfu/g ตามลำดับ และบนข้าวเจ้ามีปริมาณเท่ากับ 9.98 10.15 และ 9.98 log cfu/g ตามลำดับ (ตาราง 2) ปริมาณสปอร์ที่ได้จากสับเสตรททั้งสองชนิด มีค่า



(a) (b) (c)

ภาพ 4 ผงสปอร์ที่ได้จากการเติมสปอร์ซัสเพนชั่นของรา *A. oryzae* ในปริมาณที่แตกต่างกันบนรำข้าวเจ้า: 0.5 มิลลิลิตร (a) 1.0 มิลลิลิตร (b) และ 1.5 มิลลิลิตร (c)

ใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามปริมาณสปอร์ซัสเพนชัน 1 มิลลิลิตร จะให้ปริมาณสปอร์ที่เหลือรอดชีวิตสูงที่สุด จึงมีความเหมาะสมในการนำไปผลิตสปอร์ เพื่อการทดลองในขั้นตอนต่อไป



(a) (b) (c)

ภาพ 5 ผงสปอร์ที่ได้จากการเติมสปอร์ซัสเพนชั่นของรา *A. oryzae* ในปริมาณที่แตกต่างกันบนข้าวเจ้า: 0.5 มิลลิลิตร (a) 1.0 มิลลิลิตร (b) และ 1.5 มิลลิลิตร (c)

ตาราง 2 จำนวนสปอร์ของรา *A. oryzae* ที่เหลือรอดชีวิตบนรำข้าวเจ้าและข้าวเจ้า ภายหลังการอบให้แห้ง เมื่อใช้ปริมาณสปอร์ซัสเพนชันแตกต่างกัน

สปอร์ซัสเพนชั่น	ปริมาณสปอร์ที่เหลือรอดชีวิต (log cfu/g)	
(มิลลิลิตร)	รำข้าวเจ้า	ข้าวเจ้า
0.5	9.36 ± 0.17	9.98 ± 0.15
1.0	9.45 ± 0.4	10.15 ± 0.07
1.5	9.26 ± 0.53	9.98 ± 0.2

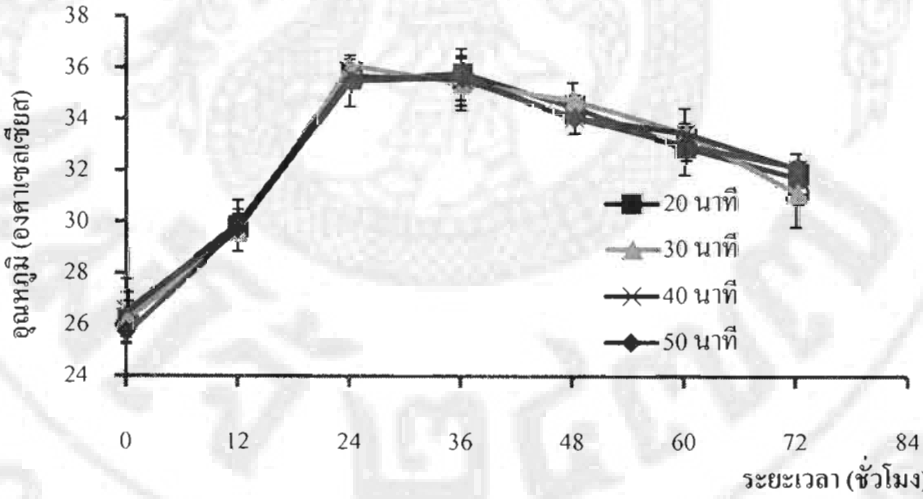
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2. การผลิตเต้าเจี้ยวรสเค็มน้อย

2.1 **การเตรียมโคจิข้าวเหนียว**

2.1.1 ระยะเวลาในการนึ่งข้าวเหนียวที่มีผลต่อสมบัติโคจิ

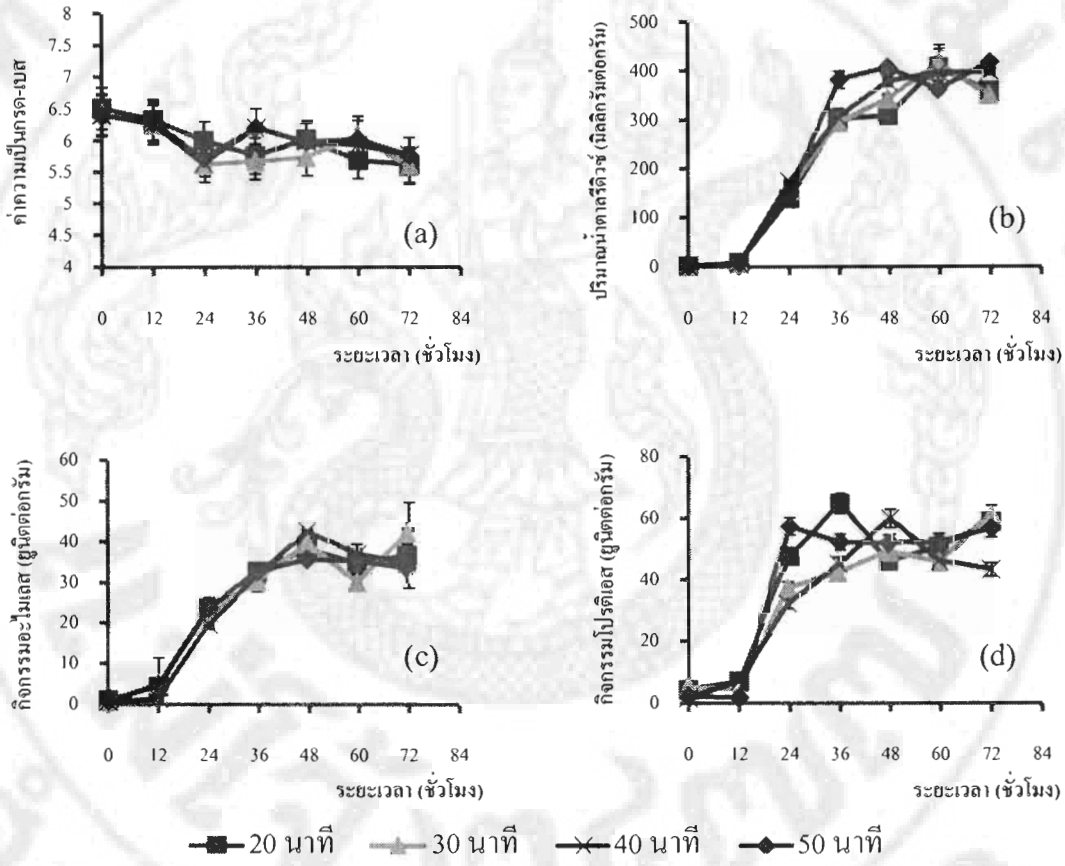
จากการนำข้าวเหนียวไปนึ่งให้สุกนาน 20 30 40 และ 50 นาที รวม 4 ทรีทเมนท์ แล้วคลุกผงสปอร์ของรา *A. oryzae* M-01 ปริมาณร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักข้าวเหนียวแห้ง พบว่ารามีรูปแบบการเจริญที่คล้ายคลึงกันในทุกทรีทเมนท์ โดยที่สปอร์ราเริ่มงอกเส้นใยจนมีขนาดที่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าภายใน 12 ชั่วโมง และดำเนินกิจกรรมการเจริญอย่างต่อเนื่องจนถึงชั่วโมงที่ 24 เส้นใยของราจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นจนเห็นเป็นปุยสีขาวปกคลุมเมล็ดข้าวเกือบจะทั้งหมด เส้นใยจะเจริญและเริ่มมีอายุมากขึ้นจนสร้างสปอร์ใหม่ขึ้นมา ทำให้มองเห็นเป็นหย่อมสีเหลือง กระจายตัวอยู่ในกองโคจิในชั่วโมงที่ 36 หลังจากนี้การสร้างสปอร์ยังคงดำเนินต่อไปจนกระทั่งสิ้นสุดการหมัก ในช่วงเวลาดังกล่าว สปอร์บางส่วนเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง และเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้มทั้งหมดในที่สุด ซึ่งหมายถึงรามีอายุแก่เต็มที่แล้ว การเจริญของราส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของโคจิ



ภาพ 6 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในโคจิที่ใช้ข้าวเหนียวที่ผ่านการนึ่งในเวลาที่แตกต่างกัน

ซึ่งมีผลจากการทดลอง (ภาพ 6) พบว่า โคจิทุกทรีทเมนท์มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นแปรผันตามระยะเวลาการบ่มโคจิในช่วง 24 ชั่วโมงแรก และมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ประมาณ 36.03 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิในกองโคจิจึงเริ่มลดลง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในกองโคจิเกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมการเจริญของรา *A. oryzae* M-01 ดังที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น ในช่วงเวลาที่รากำลังเจริญ จะมีการผลิตความร้อนออกมา อันสืบเนื่องมาจากกระบวนการหายใจแบบใช้อากาศ

อุณหภูมิตรงบริเวณผิวหน้าแผ่นโคจิจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง เนื่องจากความร้อนสามารถถ่ายเทให้แก่บรรยากาศภายนอกได้โดยตรง แต่ในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิภายในแผ่น โคจิกลับมีค่าสูงขึ้นกว่าสภาพแวดล้อมภายนอก เนื่องจากความร้อนภายในแผ่นโคจิเคลื่อนที่ออกสู่บริเวณพื้นผิวได้ลำบากกว่า ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้อุณหภูมิภายในแผ่นโคจิสูงขึ้นโดยลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการเจริญของรา



ภาพ 7 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของโคจิที่ใช้ที่ใช้ข้าวเหนียวที่ผ่านการนึ่งในเวลาที่แตกต่างกัน: ค่าความเป็นกรด-เบส (a) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (b) กิจกรรมอะไมเลส (c) และ กิจกรรมโปรตีเอส (d)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโคจิ ผลดังภาพ 1 พบว่าค่าความเป็นกรด-เบสของโคจิที่หมักจากข้าวเหนียวนึ่งสุกนานตั้งแต่ 30 นาที เป็นต้นไป ลดลงอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงแรกของการหมัก โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 5.62 5.64 และ 5.72 ตามลำดับ ในขณะที่ข้าวเหนียวนึ่งนาน 20 นาที ค่าต่ำสุดที่พบเท่ากับ 5.76 จะเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 36 ชั่วโมง (ภาพ 7a) การ

ลดลงของค่าความเป็นกรด-เบสดังกล่าว อาจเป็นผลเนื่องมาจากกรดโคจิก (kojic acid) ที่รา *A. oryzae* M-01 ผลิตขึ้นในระหว่างการเจริญ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของโคจิ จะเกิดขึ้นในช่วงแรกของการหมักที่ 0-12 ชั่วโมง สำหรับการทดลองทุกทรีทเมนท์ เนื่องจากราเริ่มมีการเจริญและสร้างเอนไซม์ อะไมเลส ออกมาย่อยแป้งให้กลายเป็นคาร์โบไฮเดรทที่มีโมเลกุลเล็กลง และน้ำตาลรีดิวซ์ เพื่อใช้เป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญเติบโต ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าสูงสุดที่ 408.2 416.85 และ 398.39 มิลลิกรัมต่อกรัม ในช่วงโมงที่ 60 ของการบ่มโคจิ สำหรับระยะเวลาการนึ่งข้าวเหนียวนาน 20 30 และ 40 นาที ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาการนึ่งข้าวเหนียวนาน 50 นาที จะให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดเท่ากับ 417.38 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อสิ้นสุดการหมักโคจินาน 72 ชั่วโมง(ภาพ 7b)

กิจกรรมอะไมเลสของโคจิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่พบ เนื่องจากราสร้างอะไมเลสเพื่อย่อยสลายแป้งที่เป็นสับสเตรท ให้เป็นน้ำตาลรีดิวซ์เพื่อใช้ในกิจกรรมการเจริญ โดยกิจกรรมอะไมเลสมีค่าสูงสุดเท่ากับ 38.59 42.64 และ 36.49 ยูนิตต่อกรัม ในระยะเวลาการบ่มโคจินาน 48 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับข้าวเหนียวที่นึ่งนาน 20 40 และ 50 นาที และมีค่าสูงสุดเท่ากับ 40.89 ยูนิตต่อกรัม สำหรับข้าวเหนียวที่นึ่งนาน 30 นาที (ภาพ 7c) ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Paranthaman (2009) ที่จากการคัดเลือกราที่เหมาะสมในการทำโคจิข้าว พบว่ารา *A. oryzae* มีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสสูงถึง 33.47 ยูนิตต่อกรัม เมื่อเทียบกับราสายพันธุ์อื่น นอกจากนี้อุณหภูมิของโคจิประมาณ 36 องศาเซลเซียส ยังเหมาะสมต่อการผลิตอะไมเลสอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wood (1998) ที่อ้างว่าอุณหภูมิที่สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส จะทำให้รา *A. oryzae* ผลิตอะไมเลสได้ดี

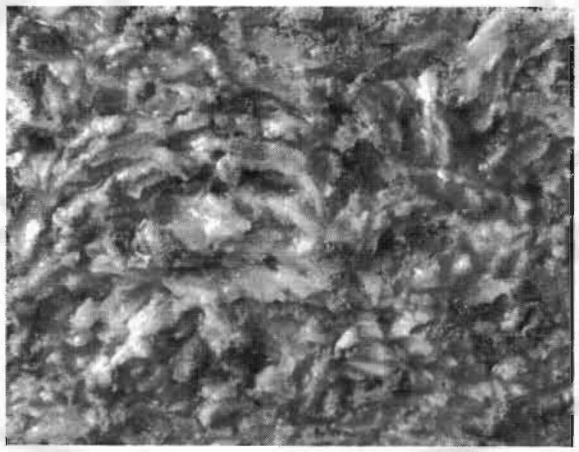
กิจกรรมโปรตีเอสของโคจิมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกับกิจกรรมอะไมเลส โดยกิจกรรมอะไมเลสมีค่าสูงสุดเท่ากับ 64.74 61.11 59.79 และ 57.27 หน่วยต่อกรัม ในระยะเวลาการบ่มโคจินาน 36 72 48 และ 24 ชั่วโมง สำหรับข้าวเหนียวที่นึ่งนาน 20 30 40 และ 50 นาที ตามลำดับ (ภาพ 7d) อุณหภูมิของโคจิยังมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิสูงสุดที่รา ยังคงสามารถสร้างโปรตีเอสได้ดี จากการศึกษาของ Wood (1998) ระบุว่าอุณหภูมิช่วง 20-35 องศาเซลเซียส จะส่งเสริมให้รา *A. oryzae* เกิดการสร้างโปรตีเอสได้ดี กิจกรรมโปรตีเอสที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Paranthaman (2009) ที่กล่าวว่ารา *A. oryzae* ให้กิจกรรมเอนไซม์โปรตีเอสสูงสุดเท่ากับ 67.7 ยูนิตต่อกรัม ภายในระยะเวลา 96 ชั่วโมง ที่การบ่ม ณ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

นำผลการนึ่งข้าวเหนียวที่เวลานาน 40 นาที ไปทดลองในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากเป็นสภาวะที่อะไมเลสและโปรตีเอสมีค่าสูงที่สุด และภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

2.1.2 ความหนาของข้าวเหนียวที่มีผลต่อสมบัติโคจิ

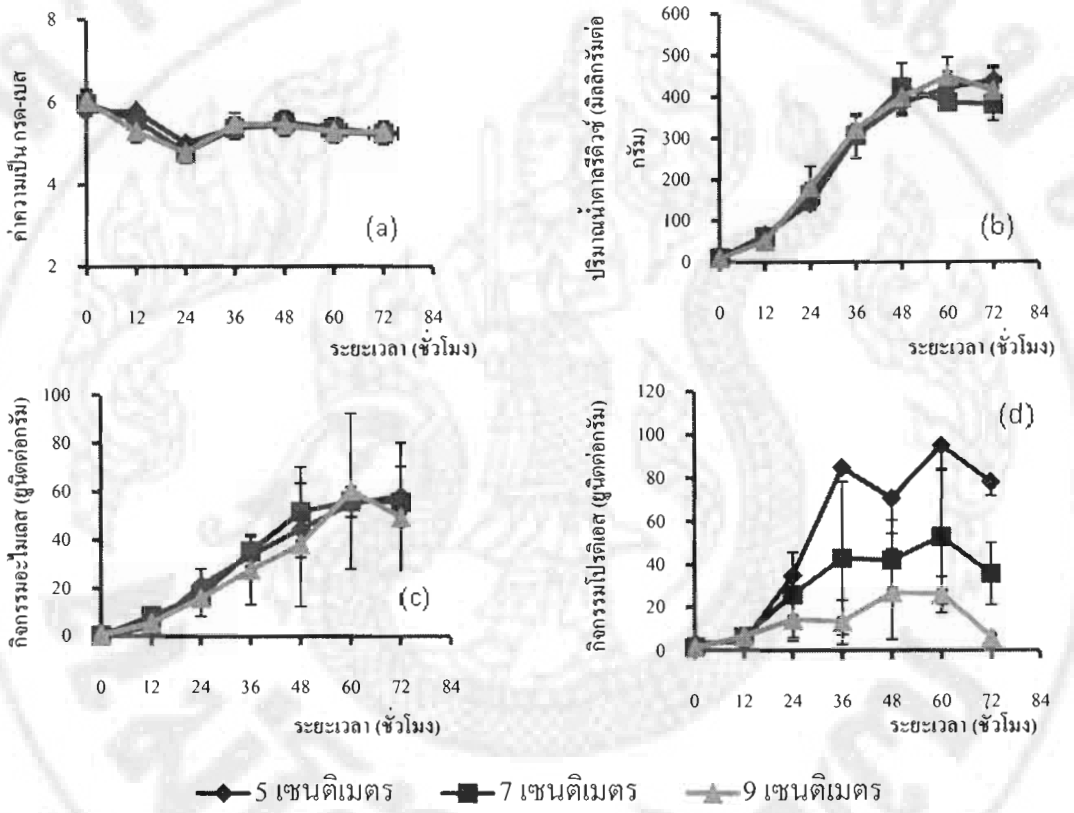
การหมักโคจิที่มีความหนาของข้าวเหนียวที่ระดับ 5 7 และ 9 เซนติเมตร พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในโคจิเป็นไปในลักษณะคล้ายกันทุกทรีทเมนท์ คือ อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นแปรผันตามระยะเวลาการบ่มโคจิในช่วง 24-48 ชั่วโมงแรก อุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้เมื่อ 36 ชั่วโมง มีค่าประมาณ 37.25 40.33 และ 41.98 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นอุณหภูมิในกองโคจิจึงเริ่มลดลง (ภาพ 8) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในกองโคจิ เกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมการเจริญของรา *A. oryzae* M-01 ดังที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น ความหนาของโคจิตั้งแต่ 7 เซนติเมตรขึ้นไปจะเป็น อุปสรรคต่อการถ่ายเทความร้อนที่สะสมอยู่ภายใน ทำให้อุณหภูมิของโคจิสูงประมาณ 40-41 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจส่งผลต่อโอกาสการเกิดการปนเปื้อนของราและแบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิสูง สำหรับโคจิที่มีความหนา 5 เซนติเมตร การถ่ายเทอุณหภูมิจะเป็นไปอย่างรวดเร็วกว่า เนื่องจากระยะทางการเคลื่อนที่ของความร้อนสั้นกว่าความหนาที่ระดับอื่น นอกจากนี้ยังปล่อยให้อากาศได้แทรกตัวอยู่ในบริเวณช่องว่างของข้าวเหนียว ทำให้รา *A. oryzae* M-01 เจริญได้อย่างทั่วถึง

จากรายงาน (Ghildyal et al, 1994; Sangsurasak and Mitchell, 1995; Mitchell et al.,1999) เนื่องจากปฏิกิริยาส่วนใหญ่เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน การจัดเรียงตัวของของแข็งภายในเบดค่อนข้างหนาแน่น จึงส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนเป็นไปได้ยาก บางครั้งอุณหภูมิในถังแพคเบดตรงส่วนบนอาจสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศมากกว่า 20 องศาเซลเซียส (Ashley V.M. et al., 1999) ทำให้การทำงานของจุลินทรีย์ลดลงหรือตายได้ (มณีรัตน์, 2541) เช่น รา *A.oryzae*ต้องการอุณหภูมิในการเจริญประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส (Biesebede R.T. et al., 2002)



ภาพ 8 การเจริญของรา *A. oryzae* M-01 ในโคจิข้าวเหนียวอายุ 72 ชั่วโมง ความหนา 5 เซนติเมตร (ภาพตัดขวาง)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโคจิ พบว่าค่าความเป็นกรด-เบสของโคจิที่หมักจากข้าวเหนียวลดลงอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงแรกของการหมัก โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 5.00 4.77 และ 4.77 ตามลำดับ (ภาพ 9a) แล้วมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากนั้น แต่ยังมีค่าต่ำกว่าช่วงเริ่มต้น โดยมีค่าเท่ากับ 5.20 5.23 และ 5.27 ตามลำดับ



ภาพ 9 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเต้าเจี้ยวในระหว่างการหมักโมโรมิที่หมักด้วยโคจิข้าวเหนียวที่มีความหนาแตกต่างกัน: ค่าความเป็นกรด-เบส (a) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (b) กิจกรรมอะไมเลส (c) และกิจกรรมโปรตีเอส (d)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของโคจิ จะเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 12 ชั่วโมงแรกของการหมัก อัตราการเกิดน้ำตาลรีดิวซ์จะเป็นไปอย่างรวดเร็วจนกระทั่งชั่วโมงที่ 36 แล้วจึงค่อย ๆ มีค่าลดลงเล็กน้อยจนสิ้นสุดการหมักที่ชั่วโมงที่ 72 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดที่ได้จะมีค่าเท่ากับ 438.53 421.15 และ 448.57 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อเวลาการหมักผ่านไป 72 48 และ 60 ชั่วโมง สำหรับความหนาของโคจิ เท่ากับ 5 7 และ 9 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 9b) การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมอะไมเลสของโคจิทุกทรีทเมนท์เกิดขึ้นใน 12 ชั่วโมงแรก และดำเนินต่อไปจน

มีค่าสูงสุดเท่ากับ 58.01 55.47 และ 60.29 หน่วยต่อกรัม เมื่อโคจิมีอายุได้ 72 60 และ 60 ชั่วโมง สำหรับโคจิหนา 5 7 และ 9 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 9c) ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากอุณหภูมิของโคจิทั้งสองทรีทเมนท์หลังที่สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส คือมีค่าเท่ากับ 38.08 และ 39.73 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะสมต่อการสร้างอะไมเลสของรา *A. oryzae* (Wood, 1998)

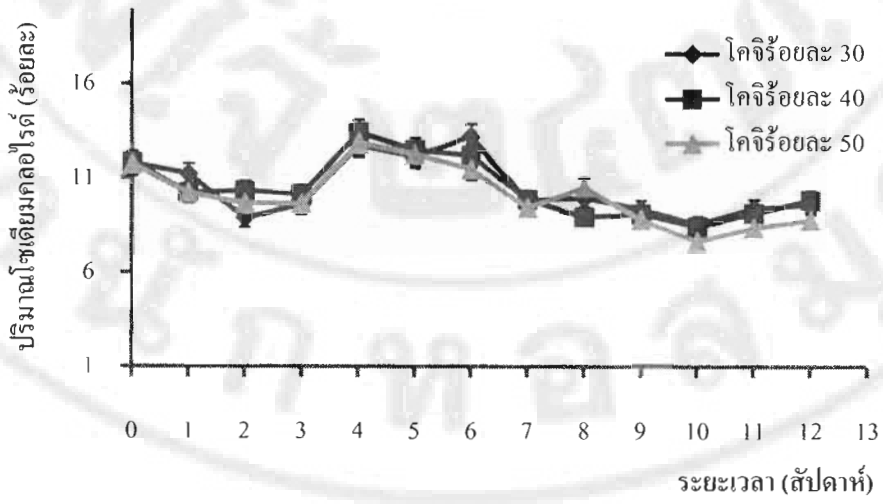
การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมโปรตีเอสของโคจิทุกทรีทเมนท์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วใน 24 ชั่วโมงแรก และดำเนินต่อไปจนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 95.06 52.80 และ 26.22 หน่วยต่อกรัม เมื่อโคจิมีอายุได้ 60 60 และ 48 ชั่วโมง สำหรับโคจิหนา 5 7 และ 9 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 9d) การที่โคจิหนา 5 เซนติเมตร ให้ค่ากิจกรรมโปรตีเอสสูงมากกว่าความหนาที่ระดับอื่น อาจเป็นผลเนื่องมาจากอุณหภูมิของโคจิที่ต่ำกว่า 35 องศาเซลเซียส คือมีค่าเท่ากับ 33.27 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะสมต่อการสร้างโปรตีเอสของรา *A. oryzae* (Wood, 1998)

จากผลการทดลองที่กล่าวมาได้คัดเลือกวิธีการเตรียมโคจิโดยการใช้ความหนาของชั้นข้าวเหนียว 5 เซนติเมตร และทำการหมักนาน 60 ชั่วโมง เพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

3. การหมักโมโรมิ

3.1 ปริมาณโคจิที่เหมาะสมต่อการหมักโมโรมิ

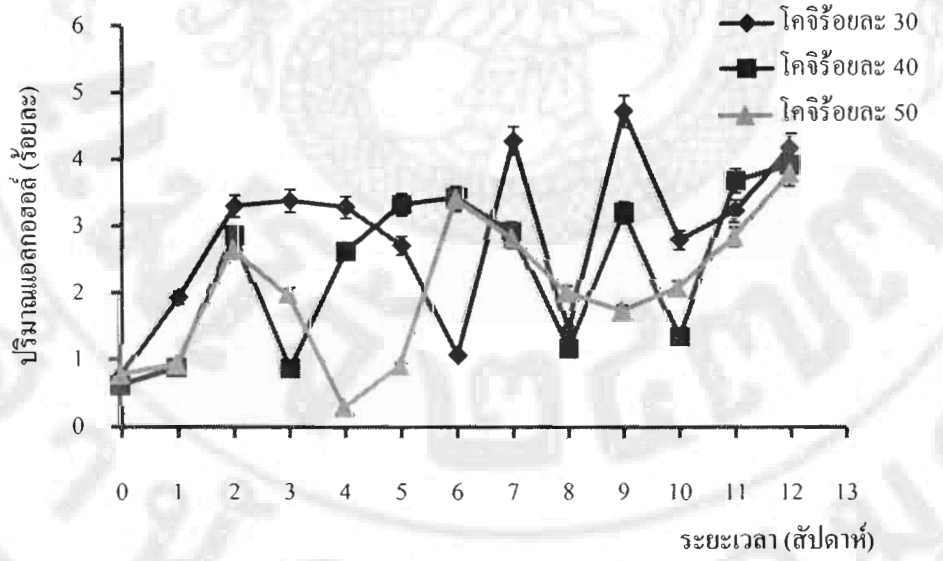
การหมักโคจิผสมกับถั่วเหลืองต้มสุกในสัดส่วนร้อยละ 30 40 และ 50 โดยน้ำหนักในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 18 บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์ พบว่าปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในช่วงระยะเวลา 1-3 สัปดาห์แรก มีค่าลดลงจากร้อยละ 11 เหลือประมาณร้อยละ 9-10 (ภาพ10)



ภาพ 10 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้โคจิข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน

เนื่องจากถั่วเหลืองต้มสุกและโคจิได้สูญเสียความชื้นบางส่วนให้กับน้ำเกลือเนื่องจากแรงดันออสโมซิส (osmotic pressure) ที่ต่ำกว่า น้ำส่วนที่ถูกดูดซึมออกมาจะทำให้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในน้ำเกลือลดลงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นโซเดียมคลอไรด์กลับมีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 12 ในสัปดาห์ที่ 4-6 ก่อนที่จะมีค่าลดลงอีกครั้งหนึ่งในช่วงสุดท้ายของการหมักโดยมีค่าเท่ากับ 9.55 9.81 และ 8.74 ตามลำดับ เนื่องจากน้ำบางส่วนในระบบให้ระเหยออกสู่บรรยากาศภายนอก ทำให้โซเดียมคลอไรด์มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น (ภาพ 10) หลังจากนั้นโซเดียมคลอไรด์จำนวนหนึ่งในน้ำเกลือจะถูกดูดซึมเข้าสู่ภายในเมล็ดถั่วเหลืองเป็นส่วนใหญ่ และมีส่วนน้อยที่เข้าซึมเข้าสู่เมล็ดข้าวเหนียวที่ในขณะนี้กลายสภาพเป็นของกึ่งแข็งกึ่งเหลว

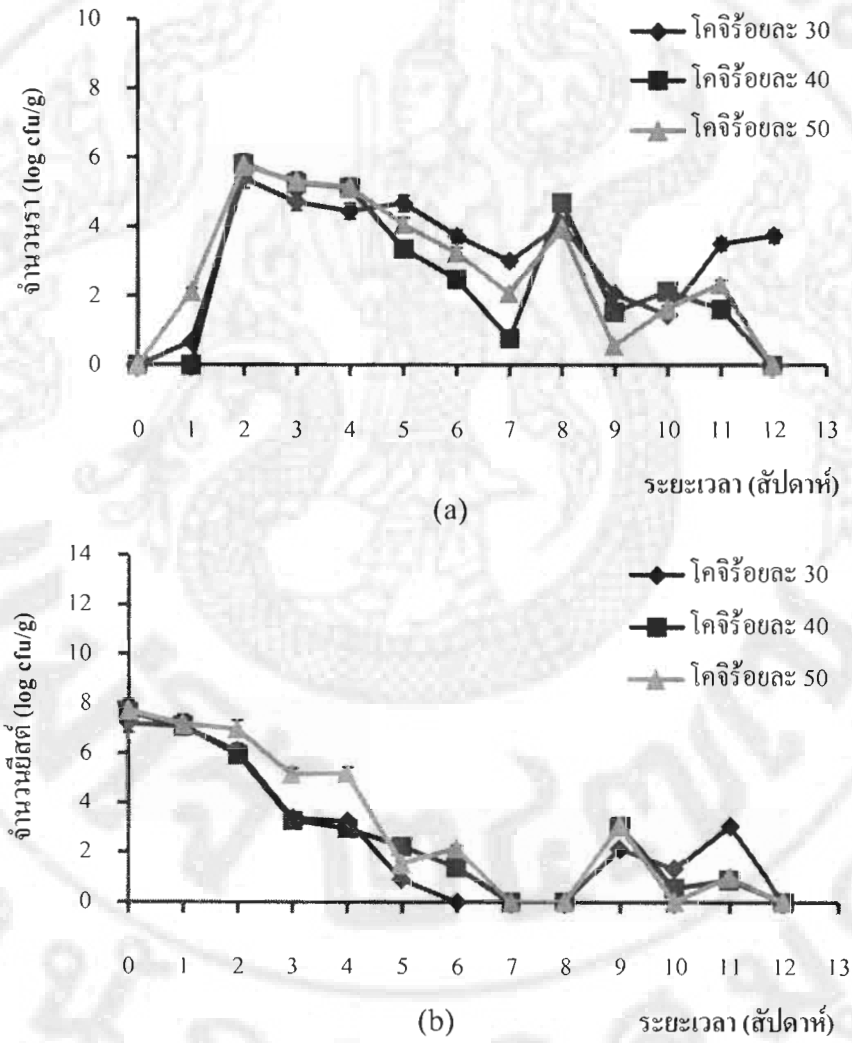
น้ำส่วนหนึ่งที่ระเหยออกจากระบบการหมักโมโรมิ อาจเนื่องมาจากปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักของยีสต์ ซึ่งสังเกตได้จาปริมาณอัลกอฮอล์ในโมโรมิมีค่าเพิ่มขึ้นนับตั้งแต่เริ่มการหมัก (ภาพ 11) การเกิดอัลกอฮอล์สอดคล้องกับปริมาณยีสต์จำนวนมากที่ตรวจพบ ภาพ 12a)



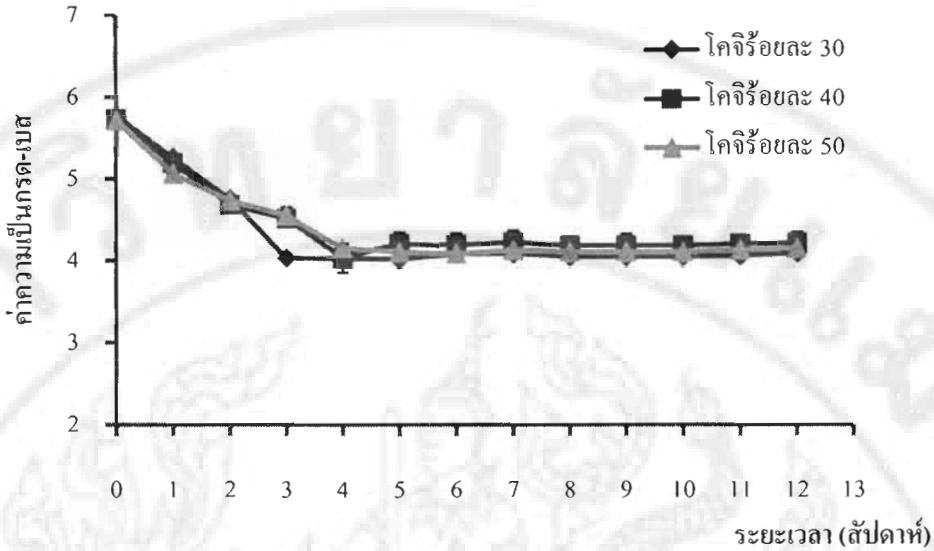
ภาพ 11 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอัลกอฮอล์ในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้โคจิข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน

สำหรับรา พบว่ามีการเจริญที่ลดลงตามลำดับ เนื่องจากสปอร์ราจำนวนมากไม่สามารถทนความเข้มข้นของน้ำเกลือที่สูงได้ ปริมาณราเริ่มลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 3 (ภาพ 12b) เนื่องจากโคจิและถั่วเหลืองต้มสุกทั้งหมดได้ซึมซับน้ำเกลือ และเริ่มจมลงจนเสมอผิวน้ำเกลือ ทำให้

ราเจริญได้ลำบาก ราเจริญได้อย่างลำบากในสภาพแวดล้อมที่เป็นของเหลว โดยเฉพาะของเหลวที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณสูง ซึ่งแตกต่างจากยีสต์ที่ทนเกลือที่มีการเจริญที่ดีกว่า เนื่องจากเต้าเจี้ยวมีค่าความเป็นกรด-เบสที่ลดลง (ภาพ 13) จึงทำให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์

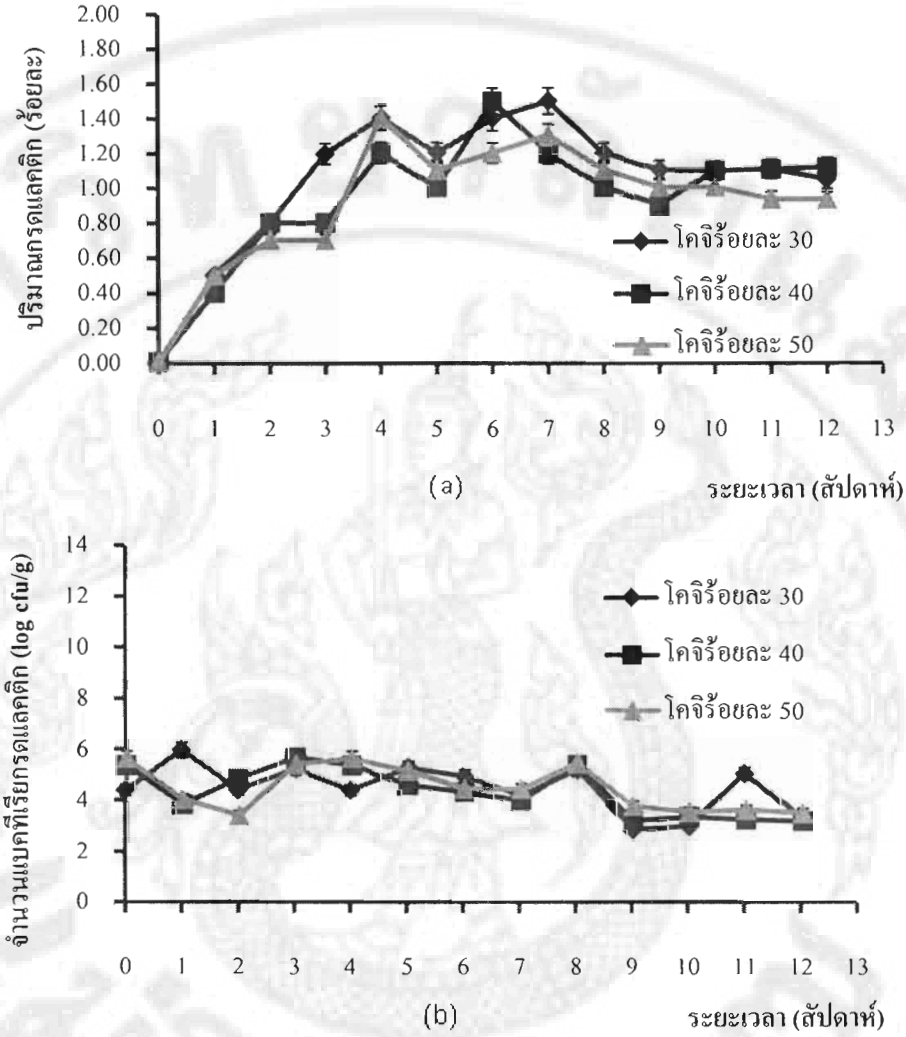


ภาพ 12 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้โคจิข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน: รา (a) และยีสต์(b)



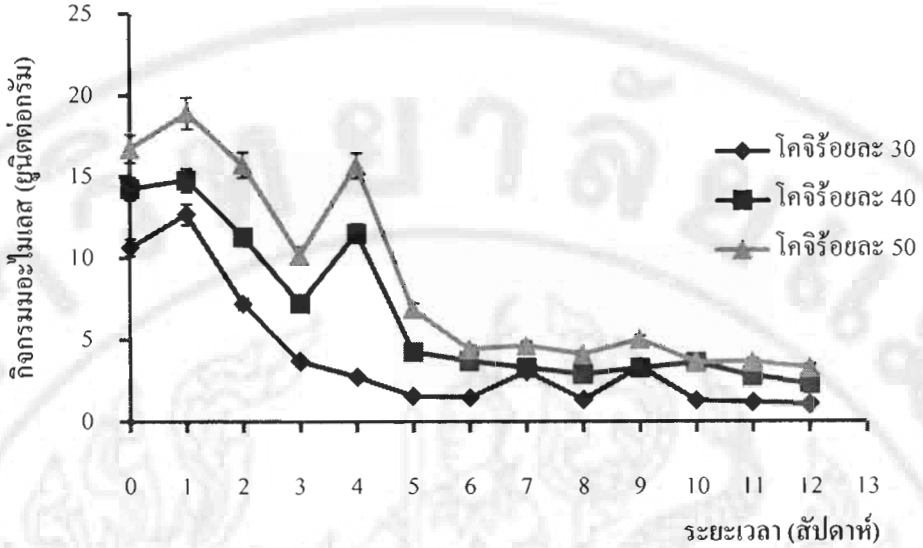
ภาพ 13 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-เบสในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้โคจิข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน

ค่าความเป็นกรด-เบสที่ลดลงนี้ เป็นผลเนื่องมาจากกรดแลคติกจำนวนมากที่ถูกผลิตขึ้นมา (ภาพ 14a) โดยแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีการเพิ่มจำนวนอย่างมากโดยเฉพาะในช่วง 1-8 สัปดาห์แรกของการหมักโมโรมิ (ภาพ 14b)



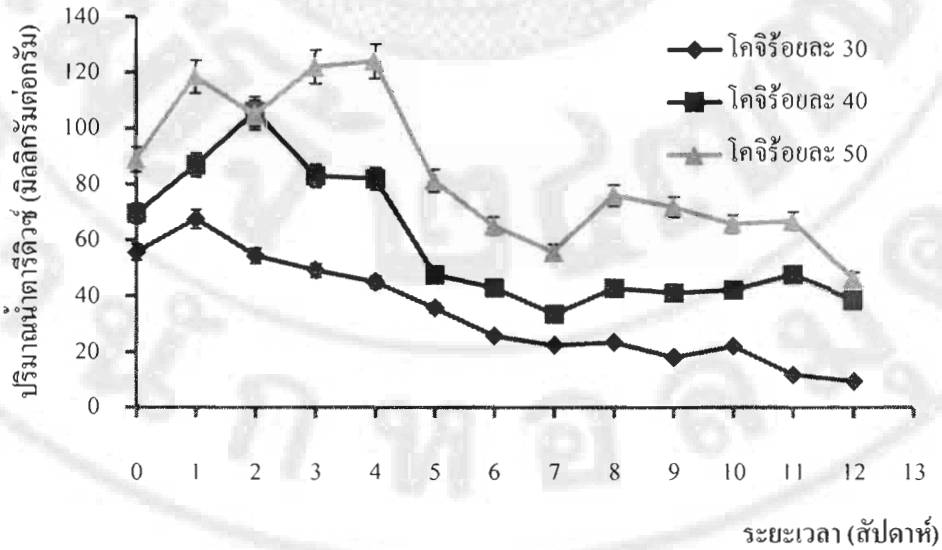
ภาพ 14 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลคติกและปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้โคจิข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน: ปริมาณกรดแลคติก (a) และปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก (b)

กิจกรรมอะไมเลสเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาของกาหมักโมโรมิ พบว่าอะไมเลสที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการหมักโคจิ ยังคงหลงเหลืออยู่ในขั้นตอนการหมักโมโรมิ ทำให้สามารถตรวจพบกิจกรรมดังกล่าวได้นับตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 แล้วมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดช่วงระยะเวลาของการหมัก (ภาพ 15) เนื่องจากความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในเต้าเจี้ยวมีค่าสูงมาก



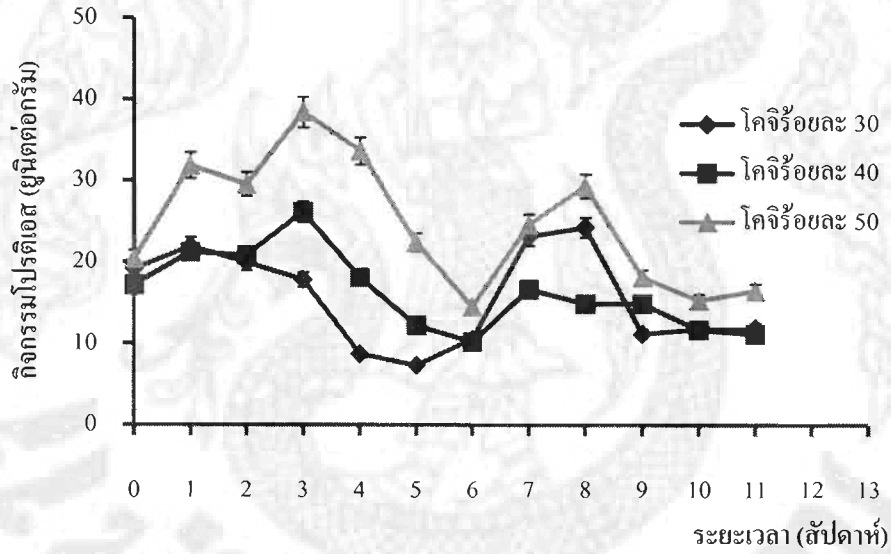
ภาพ 15 การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมอะไมเลสในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้โคจิข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน

อะไมเลสที่ยังคงมีกิจกรรมอยู่จะทำการย่อยแป้งในถั่วเหลืองและในข้าวเหนียวให้กลายเป็นคาร์โบไฮเดรทที่มีโมเลกุลสั้นลง และน้ำตาลรีดิวซ์จำนวนหนึ่ง (ภาพ 16) น้ำตาลรีดิวซ์ส่วนหนึ่งจะถูกใช้ไปในการเจริญของจุลินทรีย์ในเต้าเจี้ยว ทำให้มีค่าลดลงโดยลำดับจนสิ้นสุดอายุการหมัก

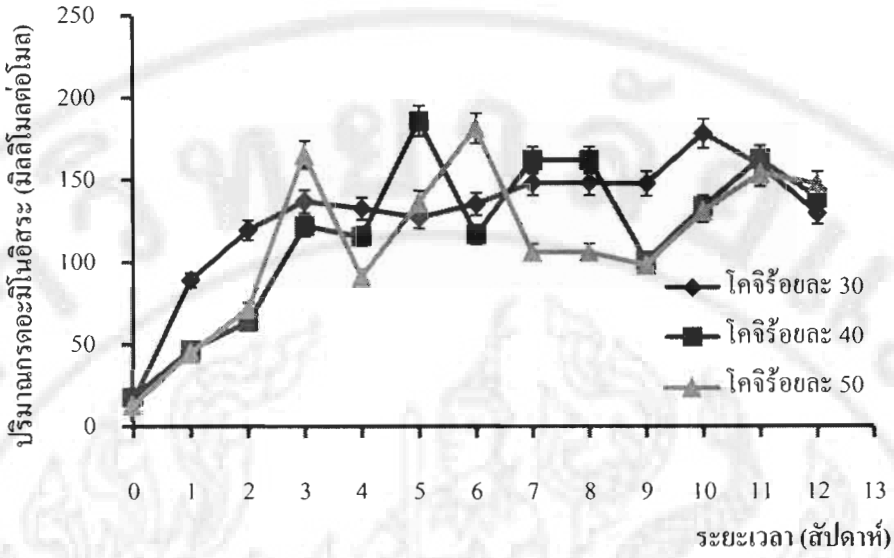


ภาพ 16 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้โคจิข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน

กิจกรรมโปรตีเอส มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกับกิจกรรมอะไมเลส พบว่า โปรตีเอสที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการหมักโคจิ ยังคงหลงเหลืออยู่ในขั้นตอนการหมักโมโรมิ ทำให้สามารถตรวจพบกิจกรรมดังกล่าวได้นับตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 แล้วมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดช่วงระยะเวลาของการหมัก (ภาพ 17) เนื่องจากความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในเต้าเจี้ยวมีค่าสูงมาก โปรตีเอสในขั้นตอนการหมักโมโรมิจะย่อยโมเลกุลของโปรตีนในถั่วเหลือง ให้กลายเป็นเปปไทด์ที่มีสายสั้นลง (short chain prpyides) และกรดอะมิโนจำนวนหนึ่งที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในเต้าเจี้ยวตลอดอายุการหมัก (ภาพ 18) การเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมดสอดคล้องกับกิจกรรมโปรตีเอส

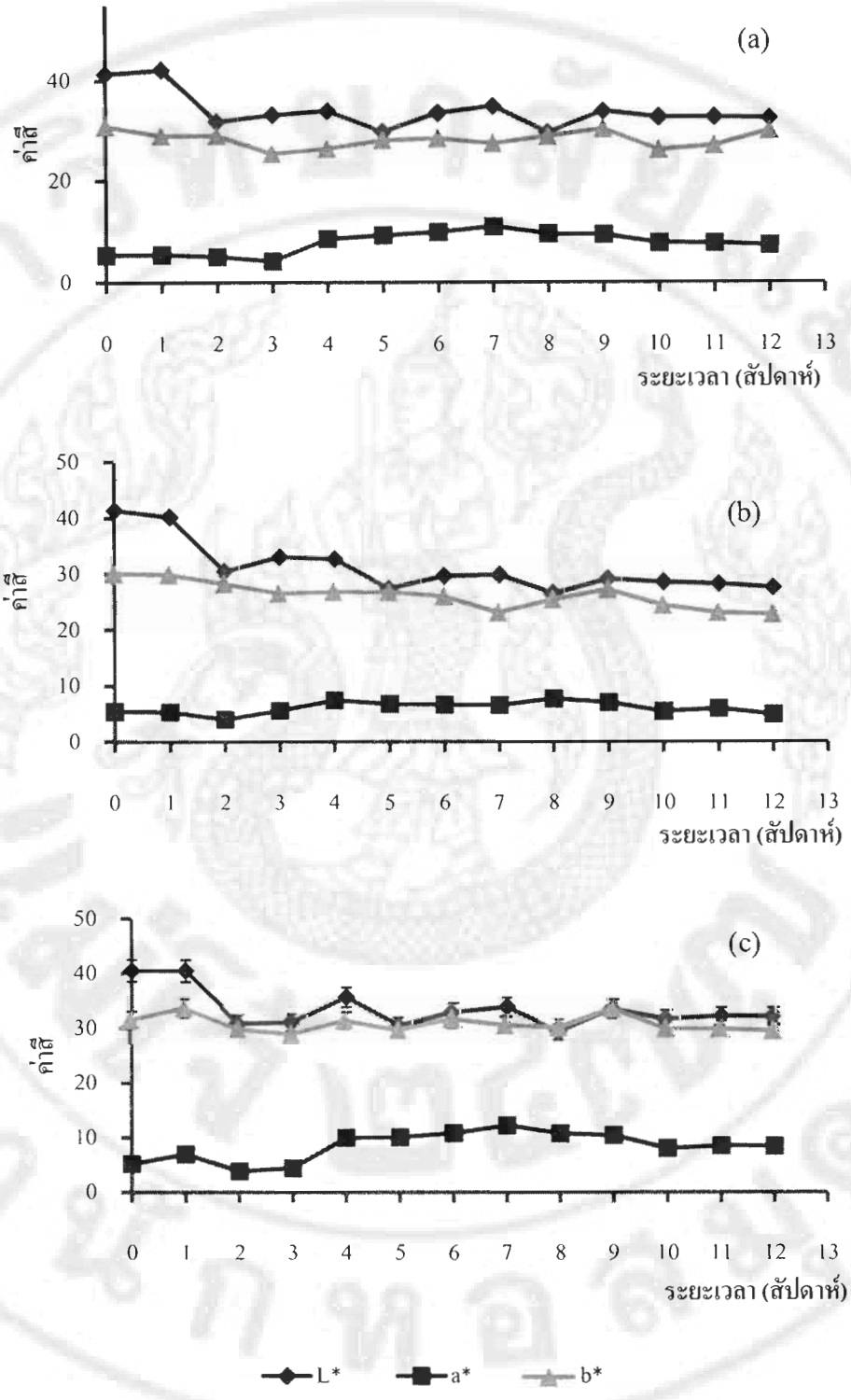


ภาพ 17 การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมโปรตีเอสในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้โคจิข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน



ภาพ 18 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดอะมิโนอิสระในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้โคจิข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงสีของเต้าเจี้ยวในระหว่างการหมักโมโรมิ ของเต้าเจี้ยวที่ใช้โคจิร้อยละ 30 พบว่า ค่า L* อยู่ในช่วง 41.29-29.78 ค่า a* อยู่ในช่วง 5.39-7.33 และ ค่า b* อยู่ในช่วง 30.91-29.96 (ภาพ 19 a) โคจิร้อยละ 40 พบว่า ค่า L* อยู่ในช่วง 41.35-27.46 ค่า a* อยู่ในช่วง 5.39-4.88 และ ค่า b* อยู่ในช่วง 30.04-22.72 (ภาพ 19b) และโคจิร้อยละ 50 พบว่า ค่า L* อยู่ในช่วง 40.51-32.16 ค่า a* อยู่ในช่วง 5.16-8.43 และ ค่า b* อยู่ในช่วง 31.49-29.53 (ภาพ 19c) การเปลี่ยนแปลงค่าสีดังกล่าว เนื่องมาจากชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบเมลลาร์ด (maillard reaction) (Yokotsuka, 1986)



ภาพ 19 การเปลี่ยนแปลงของค่า L* a* และ b* ในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้โคจิข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน (ร้อยละ): 30 (a) 40 (b) และ 50 (c)

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าเจี้ยวที่ผลิตได้ โดยผู้บริโภคจำนวน 100 คน ใช้วิธีการทดสอบแบบ Ranking for preference พบว่า ผลของการยอมรับของผู้ทดสอบต่อเต้าเจี้ยวทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) พบว่า โคจิปริมาณร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ปริมาณโคจิร้อยละ 30 และ 40 ตามลำดับ (ตาราง 3-4)

ตาราง 3 จำนวนผู้ทดสอบที่ให้คะแนนเรียงตามลำดับความชอบสำหรับเต้าเจี้ยวจำนวน 3 ตัวอย่าง

ปริมาณโคจิที่ใช้ (ร้อยละ)	ระดับความชอบ สเกล 3 ระดับ		
	1	2	3
30	30	38	32
40	8	36	48
50	62	26	20

หมายเหตุ : สเกลระดับ 1 = ชอบมากที่สุด 2 = ปานกลาง 3 = ไม่ชอบ

ตาราง 4 ผลสรุปของการเรียงลำดับความชอบผลิตภัณฑ์เต้าเจี้ยว จำนวน 3 ตัวอย่าง

ปริมาณโคจิ (ร้อยละ)	สเกล 3 ระดับ	
	ผลรวม	ลำดับ
50	62^{a}	1
30	30^{b}	2
40	8^{c}	3

หมายเหตุ : ^{ns} คือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ในแนวสดมภ์

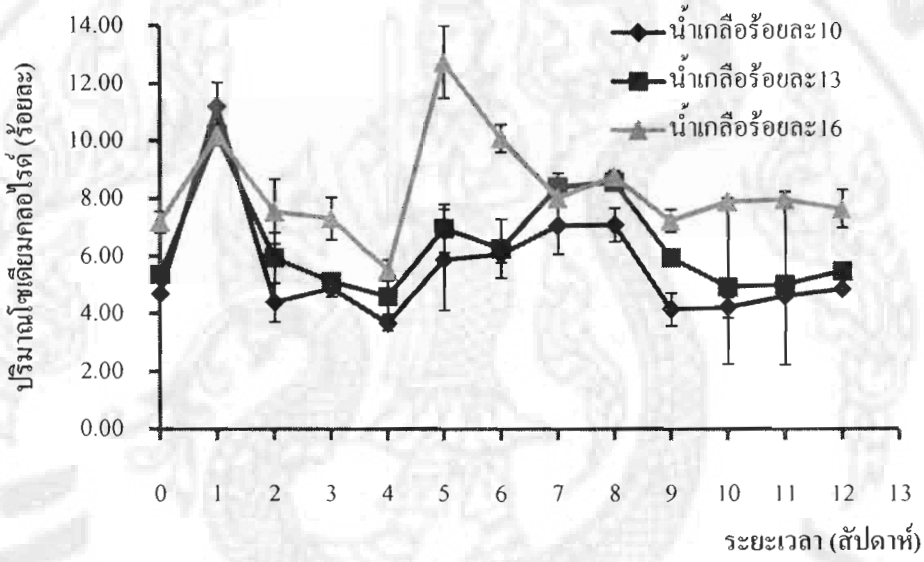
สเกลระดับ 1 = ชอบมากที่สุด 2 = ปานกลาง 3 = ไม่ชอบ

ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เต้าเจี้ยวที่ใช้โคจิร้อยละ 50 ของน้ำหนักรวมทั้งหมดมากที่สุด และระบุว่าเต้าเจี้ยวมีรสชาติที่เค็มน้อยกว่าผลิตภัณฑ์เต้าเจี้ยวที่จำหน่ายตามท้องตลาด

3.2 ความเข้มข้นน้ำเกลือที่เหมาะสมต่อการหมักโมโรมิ

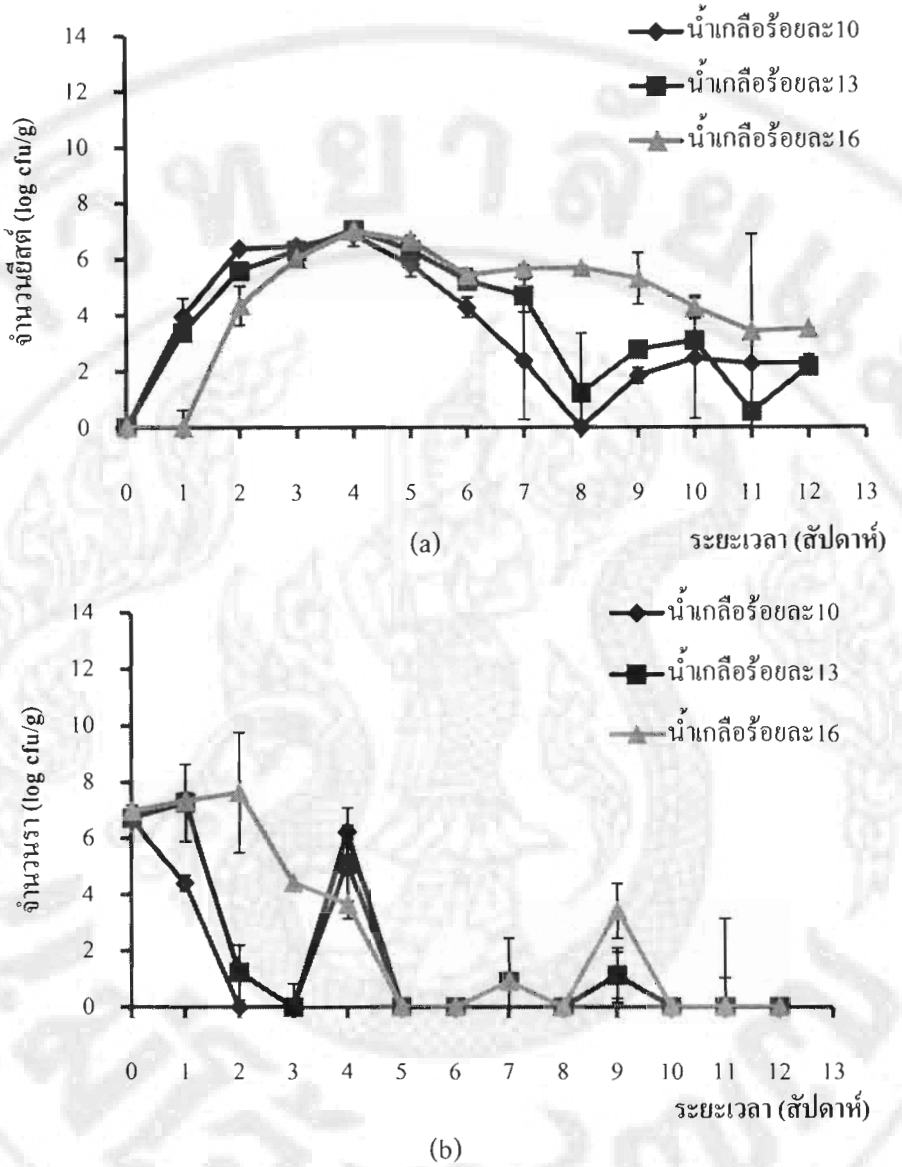
การหมักเต้าเจี้ยวโดยใช้โคจิร้อยละ 50 ของน้ำหนักรวมทั้งหมด ในที่น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 13 และ 16 บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์ พบว่าปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในช่วงระยะเวลา 0-1 สัปดาห์แรก มีค่าเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 4.68 5.36 และ7.18 ตามลำดับ เป็น

ประมาณร้อยละ 11.2 10.2 และ 10.18 ตามลำดับ หลังจากนั้นโซเดียมคลอไรด์จึงมีปริมาณลดลงในสัปดาห์ที่ 2-4 ก่อนที่จะมีค่าเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 แล้วค่อยลดลงอีกเล็กน้อยจนเกือบจะคงที่โดยมีค่าเท่ากับ 4.14 5.94 และ7.23 ตามลำดับ (ภาพ 20) ปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรก อาจ เนื่องมาจากเต้าเจี้ยวได้สูญเสียความชื้นไปบางส่วน ในระหว่างสัปดาห์แรกของการหมัก เนื่องจากต้องทำการกวนผสมทุกวัน ประกอบกับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในน้ำเกลือมีค่าไม่สูงพอที่จะดึงโมเลกุลของน้ำได้ดีเหมือนกับการทดลองที่ผ่านมา



ภาพ 20 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

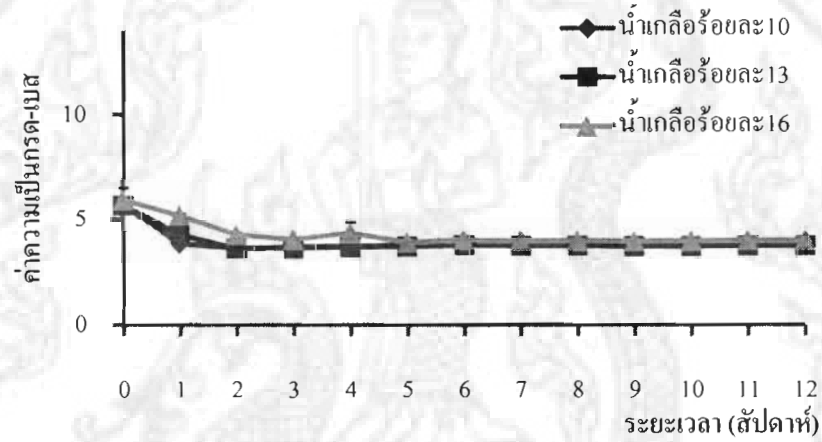
ภายหลังจากนั้นเมื่อโซเดียมคลอไรด์มีปริมาณเพิ่มขึ้นในน้ำเกลือ จะก่อให้เกิดแรงดันออสโมซิสสูงขึ้น ทำให้ถั่วเหลืองและโคจิสูญเสียน้ำจำนวนหนึ่งออกสู่น้ำเกลือที่ใช้หมัก ในขณะเดียวกันโซเดียมคลอไรด์จะค่อยๆ ถูกดูดซึมเข้าสู่ภายในเมล็ดถั่วเหลืองและเข้าสู่โคจิ ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในตัวอย่างเต้าเจี้ยวจึงลดลง และเมื่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ยังคงดำเนินต่อไป โดยเฉพาะยีสต์ (ภาพ 21a) ที่ก่อให้เกิดการหมักอัลกอฮอล์ พบว่าปริมาณอัลกอฮอล์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นนับตั้งแต่สัปดาห์แรกของการหมัก (ภาพ 21b) การลดลงของโซเดียมคลอไรด์ในเต้าเจี้ยวได้ผลเช่นเดียวกับรายงานของ (พิมพาพร และ กนิษฐา, 2522)



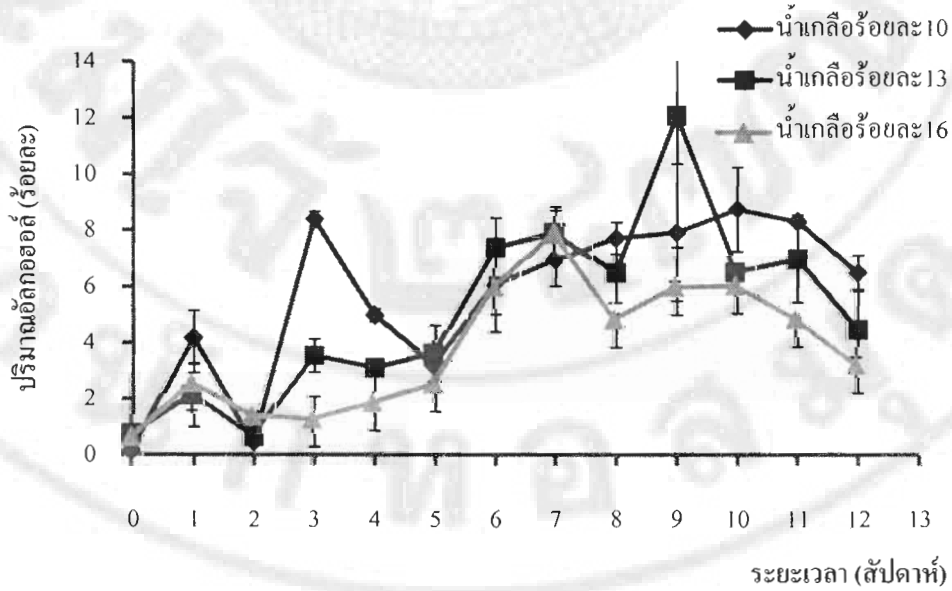
ภาพ 21 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน: ยีสต์ (a) และรา (b)

ยีสต์ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความร้อนจำนวนมาก ซึ่งเพียงพอต่อการผลักดันน้ำบางส่วนในระบบให้ระเหยออกสู่บรรยากาศภายนอก ทำให้โซเดียมคลอไรด์ในตัวอย่างเต้าเจี้ยวมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น การดูดซึมโซเดียมคลอไรด์เข้าสู่เมล็ดถั่วเหลืองและข้าวเหนียวยังคงดำเนินต่อไป แต่การระเหยของน้ำกลับมีค่าลดลงเพราะกิจกรรมการหมักของยีสต์ก็ลดลงเป็นอย่างมาก ทำให้โซเดียมคลอไรด์ในตัวอย่างเต้าเจี้ยวมีค่าลดลงเล็กน้อยและมีระดับเกือบคงที่ในช่วงสุดท้ายของการหมัก

สำหรับรา พบว่ามีการเจริญที่ลดลงตามลำดับ เนื่องจากสปอร์ราจำนวนมากไม่สามารถทนความเข้มข้นของน้ำเกลือที่สูงได้ และเจริญได้อย่างลำบากในสภาพแวดล้อมที่เป็นของเหลว โดยเฉพาะของเหลวที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณสูง ซึ่งแตกต่างจากยีสต์ที่ทนเกลือที่มีการเจริญที่ดีกว่า (ภาพ 20) เนื่องจากเต้าเจี้ยวมีค่าความเป็นกรด-เบสที่ 5.64 5.66 และ 5.94 ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 1 ค่าความเป็นกรด-เบส ลดลงอยู่ที่ 3.84 4.26 และ 5.17 ตามลำดับ หลังจาก 1 สัปดาห์ มีค่าความเป็นกรด-เบส เกือบคงที่ตลอดอายุการหมัก (ภาพ 22) จึงทำให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์

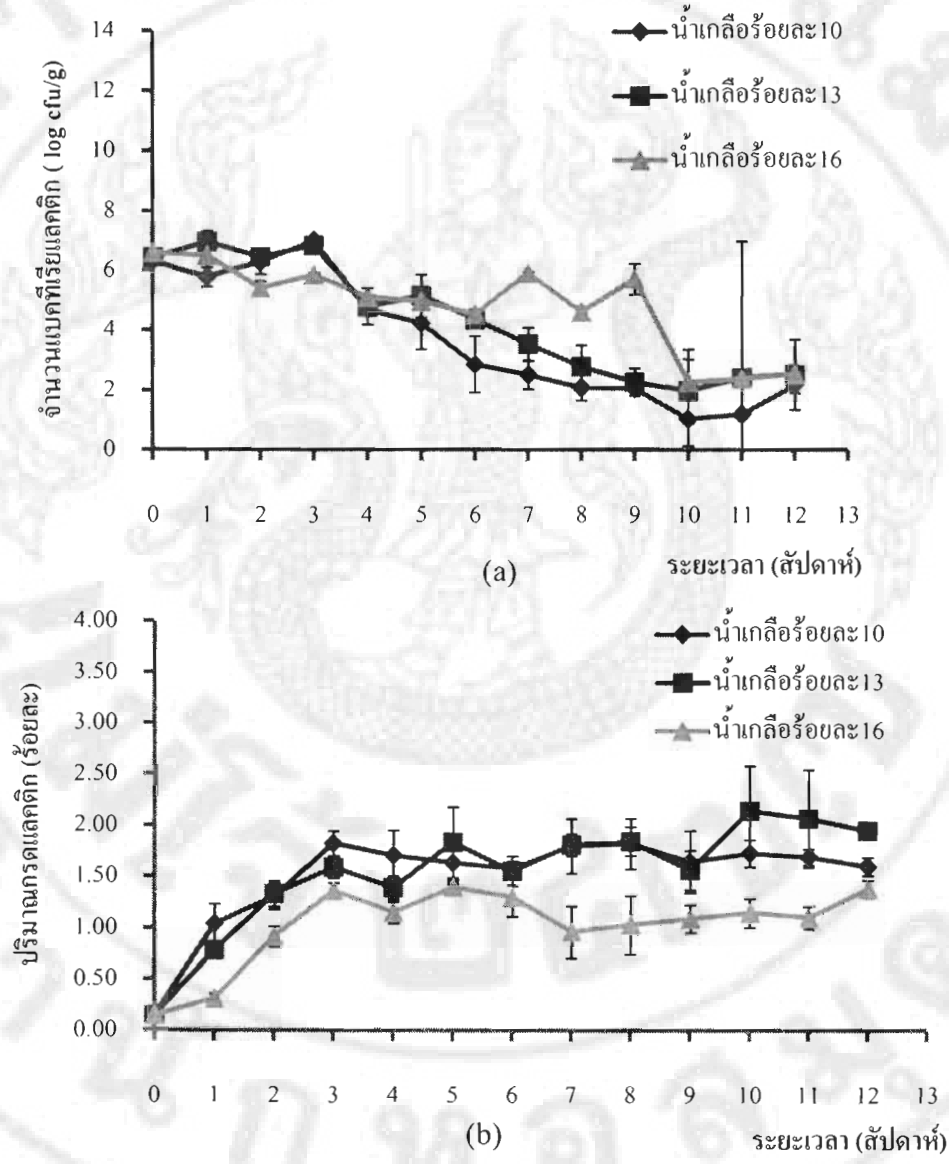


ภาพ 22 การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-เบสในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน



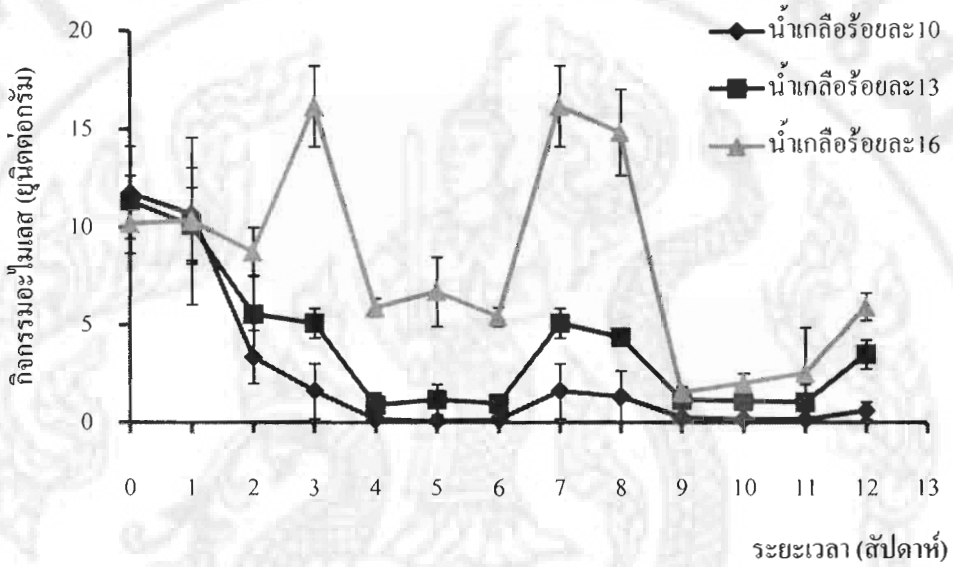
ภาพ 23 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอัลกอฮอล์ในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

ค่าความเป็นกรด-เบสที่ลดลงนี้ เป็นผลเนื่องมาจากแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีการเพิ่มจำนวนอย่างมากโดยเฉพาะในช่วง 0-2 สัปดาห์แรกของการหมักโมโรมิ (ภาพ 24a) ทำให้เกิดการผลิตกรดแลคติกออกมาในเต้าเจี้ยว (ภาพ 24b) ปริมาณกรดแลคติกที่สะสมมีค่าสูงสุดประมาณร้อยละ 1.82 1.83 และ 1.39ในสัปดาห์ที่ 8 5 และ5 ตามลำดับ



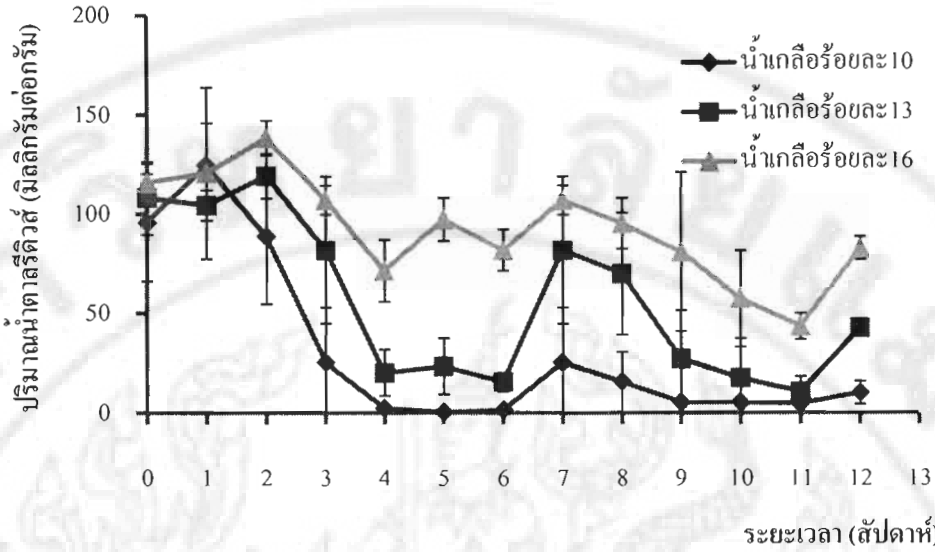
ภาพ 24 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลคติกและปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน: ปริมาณกรดแลคติก (a) และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (b)

กิจกรรมอะไมเลสเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาของกาหมักโมโรมิ พบว่าอะไมเลสที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการหมักโคจิ ยังคงหลงเหลืออยู่ในขั้นตอนการหมักโมโรมิ ทำให้สามารถตรวจพบกิจกรรมดังกล่าวได้นับตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 แล้วมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดช่วงระยะเวลาของการหมัก กิจกรรมอะไมเลสลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 0-4 สัปดาห์แรก และมีค่ากิจกรรมที่ระดับต่ำเกือบคงที่ตลอดสิ้นอายุของการหมัก (ภาพ 25)



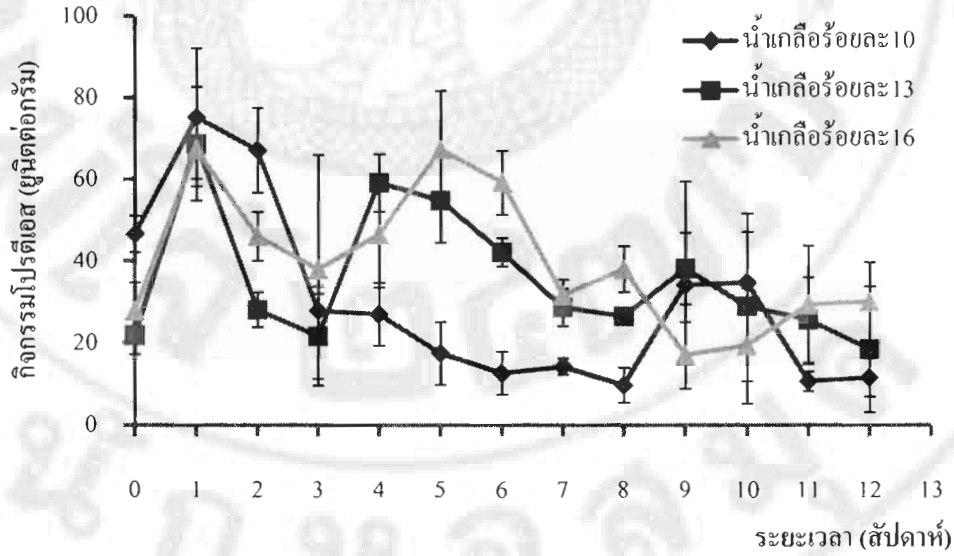
ภาพ 25 การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมอะไมเลสในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

เนื่องจากความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในเต้าเจี้ยวมีค่าสูงมาก อะไมเลสที่ยังคงมีกิจกรรมอยู่จะทำการย่อยแป้งในถั่วเหลืองและในข้าวเหนียวให้กลายเป็นคาร์โบไฮเดรทที่มีโมเลกุลสั้นลง และน้ำตาลรีดิวซ์จำนวนหนึ่ง (ภาพ 26)



ภาพ 26 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

น้ำตาลรีดิวซ์ส่วนหนึ่งจะถูกใช้ไปในการเจริญของจุลินทรีย์ในเต้าเจี้ยว ทำให้มีค่าลดลงโดยลำดับจนสิ้นสุดอายุการหมัก Yong; Wood (1976) รายงานว่าน้ำตาลรีดิวซ์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะเวลา 5-6 วันแรกของการหมักในน้ำเกลือ และมีปริมาณลดลงในเวลาต่อมา

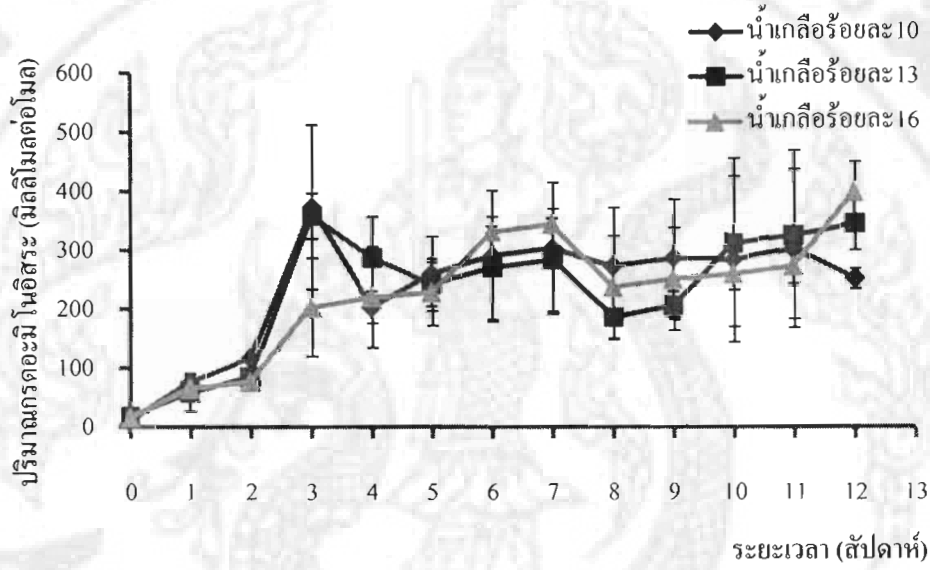


ภาพ 27 การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมโปรตีเอสในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

กิจกรรมโปรตีเอส มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกับกิจกรรมอะไมเลส พบว่า โปรตีเอสที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการหมักโคจิ ยังคงหลงเหลืออยู่ในขั้นตอนการหมักโมโรมิ ทำ

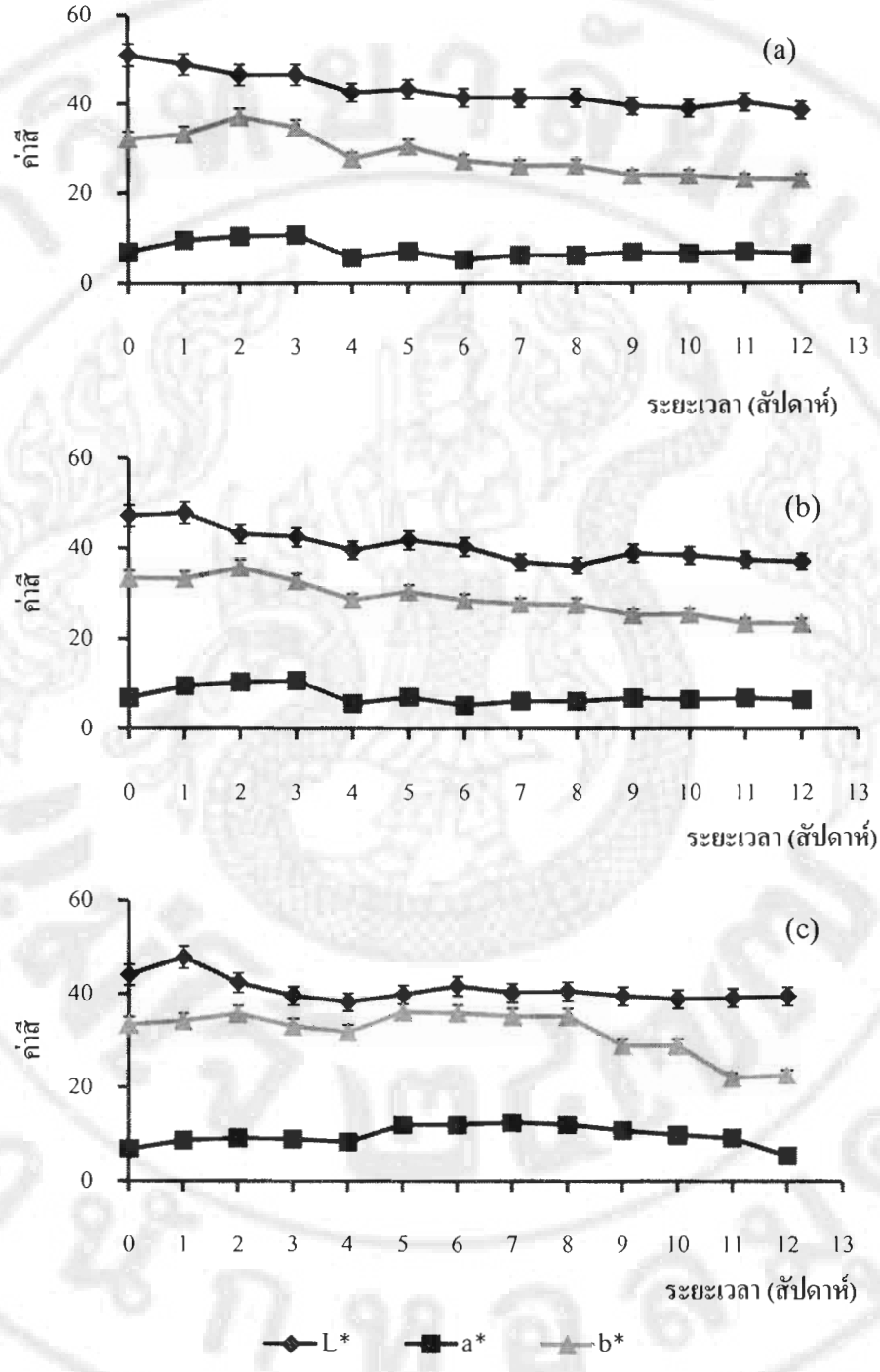
ให้สามารถตรวจพบกิจกรรมดังกล่าวได้นับตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 กิจกรรมโปรตีเอสมีค่าสูงขึ้นในช่วง 0-1 สัปดาห์ แล้วมีแนวโน้มลดต่ำลงตลอดช่วงระยะเวลาของการหมัก (ภาพ 27)

โปรตีเอสในขั้นตอนการหมักโมโรมิจะย่อยโมเลกุลของโปรตีนในถั่วเหลือง ให้กลายเป็นเปปไทด์ที่มีสายสั้นลง (short chain prpyides) และกรดอะมิโนจำนวนหนึ่งที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในเต้าเจี้ยวตลอดอายุการหมัก (ภาพ 28) การเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมดสอดคล้องกับกิจกรรมโปรตีเอส



ภาพ 28 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดอะมิโนอิสระในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้น้ำเกลือที่ มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* a* และ b* ในช่วงเวลาต่างๆของการหมักโมโรมิในน้ำเกลือร้อยละ 10 (ภาพ 29a) พบว่า ค่า L* อยู่ในช่วง 50.98-38.44 ค่า a* อยู่ในช่วง 6.89-6.48 และ ค่า b* อยู่ในช่วง 32.19-23.09 น้ำเกลือร้อยละ 13 (ภาพ 29b) พบว่า ค่าสี L* อยู่ในช่วง 47.20-36.98 ค่า a* อยู่ในช่วง 7.20-6.53 และค่า b* อยู่ในช่วง 33.38-23.34 น้ำเกลือร้อยละ 16 (ภาพ 29c) พบว่าค่าสี L* อยู่ในช่วง 44.07-39.56 ค่า a* อยู่ในช่วง 6.86-5.45 และค่า b* อยู่ในช่วง 33.40-22.73



ภาพ 29 การเปลี่ยนแปลงของค่าสี L* a* และ b* ในระหว่างการหมักโมโรมิที่ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (ร้อยละ) : 10 (a) 13 (b) และ 16 (c)

สีของเต้าเจี้ยวเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยจะมีสีเหลืองอมน้ำตาล จนกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มปานกลาง ค่า L* และ a* มีค่าลดลงเล็กน้อย

3.3 ผลของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เต้าเจี้ยว

เต้าเจี้ยวที่หมักได้เมื่อนำมาต้มให้เดือดนาน 30 นาที แล้วบรรจุในขวดแก้วที่สะอาด แล้วปิดฝาให้สนิท สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 6 สัปดาห์โดยไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด (ตาราง 5) ทั้งนี้เนื่องมาจากค่าความเป็นกรด-เบสที่ต่ำ สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียส่วนใหญ่ และความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อสามารถทำลายแบคทีเรียกรดแลคติก ยีสต์ และรา ที่อาจหลงเหลืออยู่ในเต้าเจี้ยว ประกอบการบรรจุแบบร้อน (hot fill) ทำให้ที่ว่างเหนืออาหาร (head space) เป็นสุญญากาศ ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญของรา

ตาราง 5 การเปลี่ยนแปลงของเต้าเจี้ยวระหว่างการเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	น้ำเกลือ (ร้อยละ)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)	ค่าสี		
			L*	a*	b*
0	10	ND	37.66 ± 0.02	10.63± 0.18	24.66 ± 0.57
	13	ND	37.48 ± 1.02	11.64 ± 0.43	26.53 ± 0.5
	16	ND	36.12 ± 0.44	12.16 ± 0.93	29.57 ± 0.27
2	10	ND	37.53 ± 0.46	10.46 ± 0.16	25.46 ± 0.16
	13	ND	39.29 ± 0.66	11.67 ± 0.50	26.34 ± 0.33
	16	ND	35.43 ± 0.44	11.89 ± 0.51	29.28 ± 0.04
4	10	ND	38.32 ± 0.37	10.61± 0.33	24.81 ± 0.26
	13	ND	37.53 ± 0.65	11.12 ± 0.08	26.29 ± 0.81
	16	ND	35.55 ± 0.12	11.81 ± 0.62	29.57 ± 0.33
6	10	ND	38.51 ± 1.36	11.14 ± 0.35	25.28 ± 0.76
	13	ND	38.22 ± 0.88	11.36 ± 0.06	26.88 ± 0.49
	16	ND	35.82 ± 0.20	12.61 ± 0.22	29.64 ± 0.49

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ND = ไม่พบ

เต้าเจี้ยวที่มีอายุการเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ เมื่อนำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้บริโภคจำนวน 100 คน ใช้วิธีการทดสอบแบบ Ranking for preference พบว่า ผลของการยอมรับของผู้ทดสอบต่อเต้าเจี้ยวทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) (ตาราง 6-7)

ตาราง 6 จำนวนผู้ทดสอบที่ให้คะแนนเรียงตามลำดับความชอบสำหรับเต้าเจี้ยวจำนวน 3 ตัวอย่าง

ความเข้มข้นของน้ำเกลือ (ร้อยละ)	จำนวนผู้ทดสอบ (คน)		
	สเกล 3 ระดับ		
	1	2	3
10	36	46	18
13	48	34	18
16	64	20	16

หมายเหตุ : สเกลระดับ 1 = ชอบมากที่สุด 2 = ปานกลาง 3 =ไม่ชอบ

ตาราง 7 ผลการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์เต้าเจี้ยวจำนวน 3 ตัวอย่าง

ความเข้มข้นของน้ำเกลือ (ร้อยละ)	สเกล 3 ระดับ	
	ผลรวม^{ns}	ลำดับ
16	64	1
13	48	2
10	36	3

หมายเหตุ : ^{ns} คือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ในแนวสดมภ์

สเกลระดับ 1 = ชอบมากที่สุด 2 = ปานกลาง 3 =ไม่ชอบ