การประยุกต์ใช้เทคนิคคอมบูชา (Kombucha) ในการผลิตเครื่องดื่มหมักที่มีนมเป็นส่วนประกอบหลัก[1]

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทศพร นามโฮง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่านมเป็นของเหลวที่ให้คุณประโยชน์ที่หลากหลายแก่ร่างกาย ทั้งนี้เพราะนมเป็นแหล่งของสารอาหารหลายชนิด นมเป็นแหล่งของแร่ธาตุ และ วิตามิน ที่สำคัญและมีประโยชน์กับร่างกาย ทำให้ปัจจุบันมีเครื่องดื่มที่ผลิตจากนม เช่น นมพาสเจอร์ไรซ์ นมสเตอริไลซ์ ที่มีรสชาติต่างๆ ผลิตภัณฑ์นมหมัก เช่น โยเกิร์ตพร้อมดื่มในรสชาติที่หลากหลาย รวมไปถึงผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีนมเป็นองค์ประกอบหลัก (milk based beverage) เช่น carbonated milk, eggnog, malted milk, milk tea, kefir และ milkshake ถูกผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

โดยทั่วไปแล้วในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม น้ำนมจะถูกหมักกับจุลินทรีย์ที่สำคัญ ได้แก่ *Streptococcus* และ *Lactobacillus* จนได้เป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีรสเปรี้ยวออกมา นอกจากนี้ในการผลิตเครื่องดื่มหมักยังสามารถใช้เทคนิคอีกเทคนิคที่เรียกว่า เทคนิคการหมักแบบ**คอมบูชา (Kombucha)** เทคนิคคอมบูชานี้เป็นเทคนิคที่มีการใช้ในการผลิตชาหมัก โดยการใช้ชาและสารให้ความหวานเป็นวัตถุดิบ การหมักโดยวิธีนี้จะมีการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์สองกลุ่มในกระบวนการหมัก ได้แก่ ยีสต์ และ แบคทีเรียกลุ่มที่สามารถผลิตกรดอะซิติกได้[1, 2] ผลิตภัณฑ์ชาหมักที่ได้จากการหมัก จะมีรสเปรี้ยวอมหวาน มีแอลกอฮอล์ และกรดอะซิติก เป็นองค์ประกอบหลัก มีกลิ่นรสที่ดีน่าดื่ม ให้ความสดชื่นเมื่อดื่ม ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ชาหมักที่ได้พบว่ามีสารประกอบหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และก่อให้เกิดผลดีต่อสุขภาพของผู้ดื่ม[3, 4]

ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีการนำเทคนิคคอมบูชามาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีนมเป็นองค์ประกอบหลัก ทำให้มีการศึกษาถึงผลของกระบวนการคอมบูชาที่มีต่อการเปลี่ยน แปลงที่เกิดในระหว่างการหมัก เมื่อใช้น้ำตาลชนิดต่างๆ (เพื่อเป็นแหล่งของคาร์บอนในกระบวนการหมัก) ได้แก่ น้ำตาลซูโครส เปรียบเทียบกับน้ำตาลชนิดอื่นๆ ได้แก่ น้ำตาลแลคโทส น้ำตาลกลูโคส และ น้ำตาลฟรักโทส ผลของการหมักด้วยกระบวนการคอมบูชา จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบย่อยๆ หลากหลายชนิดที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกาย จากการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคคอมบูชาในการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ นอกจากชาหวาน เช่นในผลิตภัณฑ์นม ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเปลี่ยนชนิดของแหล่งคาร์บอน ปริมาณของแอลกอฮอล์ ชนิดและปริมาณของกรดที่ได้ จะมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันออกไปด้วย[5] ในการทดลองหมักโดยการใช้น้ำตาลแลคโทส (น้ำตาลที่มีมากในน้ำนม) เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการคอมบูชา จะให้ผลในการผลิตแอลกอฮอล์ ในปริมาณที่ไม่ต่างจากการใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารตั้งต้น[5] แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในการใช้น้ำตาลที่มีในน้ำนมในกระบวนการหมักแบบคอมบูชานี้ยังมีไม่มากนัก ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงชนิดของจุลินทรีย์คอมบูชาที่ถูกใช้เป็นจุลินทรีย์ตั้งต้นในการผลิตเครื่องดื่มหมักที่มีน้ำนมเป็นองค์ประกอบหลัก ในการศึกษาจะมีการเปรียบเทียบ

องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางฟิสิกส์ และ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับโยเกิร์ต และ คีเฟอร์ (kefir) ที่มีการผลิตเพื่อการจำหน่ายโดยทั่วไป

วัสดุและวิธีการศึกษา

น้ำนมดิบที่ใช้ในการศึกษามีปริมาณไขมัน โปรตีน และ น้ำตาลแลคโตส ร้อยละ 2.2 3.0 และ 4.65 ตามลำดับ นำน้ำนมมาทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนระดับพาสเจอร์ไรเซชัน วัดค่าสมบัติของน้ำนม ได้แก่ สมบัติทางฟิสิกส์ ทางเคมี และ ทางจุลชีววิทยา

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักด้วยวิธีคอมบูชา ประกอบด้วยเชื้อราจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Saccharomycodes ludwigii, Saccharomyces cerevisiae, Saccharo myces bisporus, Torulopsis* sp. และ *Zygosaccharomyces* sp. และ เชื้อแบคทีเรีย จีนัส *Acetobacter* เป็นองค์ประกอบ *หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต เป็นเชื้อ* culture B3 ที่มี *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus delbruecki spp. bulgaricus* เป็นองค์ประกอบ

ในการเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์เข้มข้นสำหรับการเริ่มต้นการหมักจากชาดำ ทำโดยการผสมน้ำเดือด 1 ลิตร กับน้ำตาลทราย 70 กรัม เติมผงชาดำลงไป 1.5 กรัม ก่อนให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ทำการแยกกากชาออกโดยการกรอง สารละลายชาสกัดที่ได้จะถูกทำให้เย็นลง เมื่อสารละลายชาเย็นลง ทำการผสมของเหลวที่ได้มาจากกระบวนการหมักแบบคอมบูชาจากการหมักครั้งที่ผ่านมาแล้วลงไปในปริมาณร้อยละ 10 คลุมภาชนะด้วยผ้าสะอาด ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 29.5±1 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน นำของเหลวที่ได้จากการหมักมาทำการระเหยภายใต้สุญญากาศ จากปริมาตร 300 มิลลิลิตร ให้เหลือ 60 มิลลิลิตร ทำการเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์เข้มข้นจากชาเขียวโดยใช้กระบวนการเดียวกันกับชาดำ และ ทำการเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์เข้มข้นจาก topinambur (*Helianthus tuberosus L.*) ด้วยวิธีของ Petrović[6] โดยใช้กระบวนการระเหยเพื่อทำให้เข้มข้นด้วยวิธีที่กล่าวมาแล้ว

ทำการเตรียมตัวอย่างโยเกิร์ต และเครื่องดื่มที่มีนมเป็นองค์ประกอบหลักอีกจำนวน 6 ตัวอย่าง โดยทำการหมักนมด้วยหัวเชื้อสำหรับทำโยเกิร์ต (culture B3) (ร้อยละ 3) และ หัวเชื้อจุลินทรีย์เข้มข้นที่ได้จากชาดำ (ร้อยละ 10 และ 15) ชาเขียว (ร้อยละ 10 และ 15) และ topinambur (ร้อยละ 10 และ 15) ทำการหมักที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 3 ถึง 6.5 ชั่วโมง จนมีพีเอช 4.4 นำเจลจากผลิตภัณฑ์นมที่ได้มาลดอุณหภูมิให้เหลือ 8 องศาเซลเซียส แล้วทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุในถ้วยพลาสติก ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ตัวอย่างของคีเฟอร์ที่ทำจากนมที่มีไขมันนมร้อยละ 2.5 จัดซื้อมาจากร้านค้าในบริเวณใกล้เคียง

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตัวอย่างของน้ำนม โยเกิร์ต และ นมหมัก ใช้วิธีการวิเคราะห์ที่กำหนดเป็นวิธีมาตรฐานโดย IDF ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณไขมัน ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณโปรตีน และปริมาณน้ำตาลแลคโทส ปริมาณเถ้า หาได้หลังจากการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ปริมาณพลังงานที่ได้จากเครื่องดื่มแต่ละตัวอย่างได้จากการคำนวณ ปริมาณกรดทั้งหมดหาจากการไตเตรทด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน ปริมาณกรดแลคติก หาด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดค่าต่างๆ ถูกนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้วยวิธี Duncan's multiple range test

ค่าพีเอช และ ค่าความหนืด ถูกวัดค่าด้วยเครื่องวัดพีเอช และ เครื่องวัดความหนืด ตามลำดับ สำหรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง โยเกิร์ต นมหมัก และ คีเฟอร์ ถูกทำการประเมินด้วยโดยการให้คะแนนด้วยผู้ทดสอบทั้งที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนมาก่อน และ ผู้ที่ไม่มีการฝึกฝนมาก่อน โดยทำการประเมินคุณลักษณะด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี ความสม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส กลิ่น และ รสชาติ

ผลการศึกษา และ การอภิปรายผล

ในการผลิตโยเกิร์ต และเครื่องดื่มนมหมักด้วยเชื้อแบบต่างๆ ทำให้ได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต และเครื่องดื่มคอมบูชา ออกมาทั้งหมด 7 ตัวอย่าง การเติมของเหลวเข้มข้นที่ได้จากชาดำและชาเขียว เป็นเสมือนการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นให้กับน้ำนมในกระบวนการหมักแบบคอมบูชา อีกทั้งเพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดการหมักได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรวดเร็วมากขึ้นกว่าการหมักที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นเอง เมื่อนำผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้มาวัดค่าพีเอช ที่ช่วงระยะเวลาต่างๆ พบว่าที่จุดสิ้นสุดของกระบวน การหมักโยเกิร์ต โยเกิร์ตมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.4 จากกราฟแสดงระยะเวลาที่ต้องใช้ในการหมักตัวอย่างอาหารหมักทั้ง 7 ชนิดนั้น ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักโยเกิร์ตที่ใช้เชื้อบริสุทธิ์มีระยะเวลาที่สั้นถึงสองเท่าเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ต้องใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์นมที่เหลืออีก 6 ชนิด ที่ทำการหมักด้วยกระบวนการคอมบูชาที่มีการใช้ของเหลวเข้มข้นที่ได้เตรียมไว้ก่อน ค่าพีเอชของโยเกิร์ตมีการลดลงอย่างรวดเร็วด้วยอัตราที่เกือบคงที่ ในขณะที่ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักมีการลดลงอย่างช้าๆ ในช่วงสามชั่วโมงแรก แล้วมีการลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงกลางของกระบวนการหมัก และมีค่าที่คงที่ในช่วงท้ายของการหมัก การที่เส้นกราฟแสดงการหมักมีความแตกต่างกันระหว่างของการหมักโยเกิร์ตและผลิตภัณฑ์นมหมักมีสาเหตุมาจากความแตกต่างของกระบวนการเมตาโบลิซึมที่เกิดจากชนิดของเชื้อเริ่มต้นที่ใช้ ที่มีความแตกต่างกัน จากการทดลองที่ผ่านมาในการใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่ได้จากกระบวนการคอมบูชาที่ไม่ได้มีการทำให้เข้มข้นมาก่อน เพื่อเป็นจุลินทรีย์ตั้งต้นในการหมัก ส่งผลทำให้อัตราเร็วของการหมักช้าลงถึงสามเท่าเมื่อเทียบกับการใช้เชื้อบริสุทธิ์เลยทีเดียว การทำให้เชื้อที่ได้จากกระบวนการคอมบูชา หรือ เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความเข้มข้นขึ้นจึงเป็นการเร่งอัตราของการหมักให้มากขึ้นนั่นเอง

ผลการศึกษาการเกิดกระบวนการหมัก ครั้งนี้ ของเหลวเข้มข้นที่ได้จากชาดำ ชาเขียว และ topinambur ที่ถูกใช้เป็นแหล่งของจุลินทรีย์เริ่มต้นในกระบวนการหมักแบบคอมบูชา มีการเติมในน้ำนมในปริมาณร้อยละ 10 และ 15 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณของของเหลวเข้มข้นที่ใช้ในปริมาณที่ต่างกันไม่ได้ให้ผลที่ต่างกันด้านระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์ตัวอย่างอย่างมีรูปแบบที่ชัดเจน นั่นคือ การที่ใช้เชื้อเริ่มต้นที่มากกว่าในการหมัก ไม่ได้หมายความว่าระยะเวลาในการหมักจะต้องมีระยะเวลาที่สั้นลงแต่อย่างใด อีกทั้งระยะเวลาในการหมักโดยใช้ของเหลวเข้มข้นที่ได้จากแหล่งต่างๆ ก็ไม่ได้มีรูปแบบที่แน่นอนแต่อย่างใด

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างโยเกิร์ต ตัวอย่างนมหมักทั้ง 6 และ ตัวอย่างคีเฟอร์ ที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาร์เก็ต เครื่องดื่มคอมบูชามีปริมาณของของแข็งใกล้เคียงกับคีเฟอร์ แต่มากกว่าโยเกิร์ตเล็กน้อย ปริมาณไขมันมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันในแต่ะตะวอย่าง ปริมาณโปรตีนมีค่าแตกต่างกันเล้กน้อย ปริมาณกรดในตัวอย่างเครื่องดื่มคอมบูชามีปริมาณน้อยกว่าปริมาณกรดที่มีในโยเกิร์ตและ คีเฟอร์ ปริมาณน้ำตาลแลคโทสในเครื่องดื่มคอมบูชามีมากกว่าโยเกิร์ตแต่มีน้อยกว่าในคีเฟอร์เล็กน้อย

ผลการศึกษาหาปริมาณกรดแลคติก ซึ่งเป็นกรดที่มีความสำคัญที่ได้จากกระบวนการหมักแบบคอมบูชา โดยทำการวัดค่าทันทีก่อนการหมักและหลังจากการหมักนาน 5 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดแลคติกมีมากที่สุดในโยเกิร์ตที่ผลิตใหม่ๆ และ ในเครื่องดื่มคอมบูชาที่ใช้ของเหลวเข้มข้นจาก topinambur ในปริมาณร้อยละ 15 ปริมาณกรดแลคติกมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาในการเก็บนานขึ้น โดยค่าที่เพิ่มมากที่สุดพบในโยเกิร์ต ค่าพีเอชของตัวอย่างเครื่องดื่มมีค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา

ผลการวัดค่าความหนืดของตัวอย่างเครื่องดื่มหมักด้วยกระบวนการคอมบูชา แสดงลักษณะของเหลวแบบนอนนิวโตเนียน (non-Newtonian fluid) ค่าความหนืดที่วัดได้จากเครื่องดื่มคอมบูชามีความหนืดมากกว่าโยเกิร์ตเมื่อทดสอบที่ความความเร็วรอบของหัวหมุนของเครื่องวัดความหนืดช้า แต่เมื่อใช้ความเร็วของหัวหมุนสูงขึ้น ความหนืดที่วัดได้จากเครื่องดื่มคอมบูชสา มีค่าที่น้อยกว่าโยเกิร์ต ภายหลังจากการเก็บรักษาความหนืดที่วัดได้มีลักษณะใกล้เคียงกับหลังผลิตออกมาใหม่ๆ

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่าค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นานขึ้น ทั้งนี้ค่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบผลิตภัณฑ์ภายหลังผลิตเสร็จใหม่ๆ มีค่าคะแนนที่ค่อนข้างสูง ยกเว้นคะแนนที่ทดสอบจากเครื่องดื่มคอมบูชาที่ใช้ของเหลวเข้มข้นจากชาดำ และ topinambur ที่ระดับร้อยละ 15 ที่มีคะแนนน้อยกว่าตัวอย่างอื่นเล็กน้อย ภายหลังจากการเก็บรักษา ค่าคะแนนที่ได้จากโยเกิร์ตมีค่าลดลงมาก โดยเฉพาะด้านรสชาติ กลิ่น และ ความสม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส ในขณะที่ค่าคะแนนของเครื่องดื่มคอมบูชามีค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่าสามารถประยุกต์ใช้วิธีการหมักแบบคอมบูชาในการหมักน้ำนมได้ กิจกรรมทางด้านเมตาโบลิซึมของเชื้อจุลินทรีย์ในของเหลวเข้มข้นที่ได้จากชาดำ ชาเขียว และ topinambur มีความใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างไปจากจากเชื้อที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต กิจกรรมทางเมตาโบลิซึมของเชื้อจุลินทรีย์คอมบูชาที่มีต่อน้ำตาลแลคโทสมีความแตกต่างจากกิจกรรมที่เกิดต่อน้ำตาลซูโครส องค์ประกอบทางเคมี (ปริมาณของแข็งและโปรตีน) ของเครื่องดื่มคอมบูชามีความแตกต่างจากโยเกิร์ต ค่าความหนืดของเครื่องดื่มหมักแบบคอมบูชามีความแตกต่างจากโยเกิร์ต เมื่อทำการเก็บรักษา คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคอมบูชามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ต่างจากโยเกิร์ตซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าหลังจากการเก็บรักษา

เอกสารอ้างอิง

[1] Malbaša, R.V., et al., *Milk-based beverages obtained by Kombucha application.* Food Chemistry, 2009. **112**(1): p. 178-184.

[2] Teoh, A.L., G. Heard, and J. Cox, *Yeast ecology of Kombucha fermentation.* International Journal of Food Microbiology, 2004. **95**(2): p. 119-126.

[3] Jayabalan, R., S. Marimuthu, and K. Swaminathan, *Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation.* Food Chemistry, 2007. **102**(1): p. 392-398.

[4] Jayabalan, R., et al., *Changes in free-radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation.* Food Chemistry, 2008. **109**(1): p. 227-234.

[5] Reiss, J., *Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus.* Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A, 1994. **198**(3): p. 258-261.

[6] Petrović, S., et al., *Vitamin C biosynthesis by tea fungus using Artichoke tubers extract.* Acta Periodica Technologica, 1997. **28**: p. 67-72.