



บทความการศึกษาต่อเนื่อง

รู้จักคอมบูชา...ประโยชน์และผลต่อสุขภาพ

รองศาสตราจารย์ ดร. เกสัชกรหญิง อรสร สารพันโชติวิทยา

ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

รหัสกิจกรรม 1007-1-000-002-05-2567

จำนวนหน่วยกิต 3.0 หน่วยกิตการศึกษาต่อเนื่อง

วันที่รับรอง: 31 พฤษภาคม 2567

วันที่หมดอายุ: 30 พฤษภาคม 2568

วัตถุประสงค์

1. ทราบแหล่งที่มา ส่วนประกอบ และวิธีการเตรียมคอมบูชา
2. ทราบประโยชน์ของคอมบูชาเพื่อประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสุขภาพ
3. ทราบผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการดื่มคอมบูชา

บทคัดย่อ

การดื่มชาเป็นวัฒนธรรมเก่าแก่ของผู้คนในแถบเอเชีย ชามีหลายประเภท เช่น ชาดำ ชาเขียว ชาอู่หลง ชาขาว และชาสมุนไพร เป็นที่ทราบกันดีว่านอกจากความสดชื่นแล้ว การดื่มชายังมีประโยชน์มากมายต่อสุขภาพ มีการนำน้ำชามาหมักกับด้วยกลุ่มจุลินทรีย์เพื่อให้ได้ชาหมักที่เรียกว่าคอมบูชา (Kombucha) เกิดเป็นเครื่องดื่ม โปรไบโอติก (probiotics) เพื่อสุขภาพ ประเทศจีนมีการผลิตและบริโภคคอมบูชาอย่างยาวนาน ต่อมาแพร่หลาย สู่ยุโรปและประเทศต่างๆ อย่างกว้างขวาง ปัจจุบันคอมบูชายังคงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นจากแนวทางการดูแลสุขภาพที่กำลังเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปคอมบูชาเตรียมจากการหมักใบชาดำกับน้ำตาล และใช้กลุ่มจุลินทรีย์ที่เรียกว่า symbiotic consortium of bacteria and yeasts หรือ SCOBY ในการหมัก ซึ่งสัดส่วนของ ปริมาณชา น้ำตาล และ SCOBY ตลอดจนอุณหภูมิ และเวลาในการหมักมีความแตกต่างกัน ขึ้นกับการกำหนด สภาวะการหมักที่เหมาะสมของแต่ละแหล่งผลิต คอมบูชาเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ชีวภาพที่หลากหลาย ที่ได้มาจากทั้งชา ผลผลิตจากการหมัก และจุลินทรีย์ที่ดีต่อร่างกาย ประกอบด้วยกรดอินทรีย์ กรดอะมิโน โพลีฟีนอล วิตามิน น้ำตาล โปรไบโอติก และสารต้านอนุมูลอิสระ การดื่มคอมบูชาช่วยในกระบวนการย่อย อาหาร สารสกัดจากชา มีสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ และต้าน มะเร็งอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการนำฟิล์มเซลลูโลส (cellulosic film) ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักมาใช้ประโยชน์ใน ด้านต่างๆ อย่างหลากหลาย แม้ว่าคอมบูชาจะเป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์อย่างมาก แต่ก็อาจมีผลกระทบต่อ สุขภาพด้วยเช่นกัน ดังนั้นงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาตำรับคอมบูชา การศึกษาประโยชน์ และข้อจำกัดการ



บริโภคคอมบูชาในมนุษย์ ตลอดจนการใช้นวัตกรรมใหม่ในการพัฒนาประโยชน์จากฟิล์มเซลล์โลสจึงยังได้รับความสนใจในปัจจุบัน

บทนำ

ปัจจุบัน ผู้คนสนใจการดูแลร่างกาย สุขภาพ และการชะลอความชรามากขึ้น การใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติและโภชนเภสัชจึงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โปรไบโอติก (probiotics) คือกลุ่มจุลินทรีย์ไม่ว่าก่อโรคที่อยู่ในระบบทางเดินอาหาร และระบบอื่นๆ ของร่างกาย เมื่อมีอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยการทำงานของระบบทางเดินอาหาร และระบบอื่นๆ ของร่างกาย จึงมีการนำโปรไบโอติกมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อปรับปรุงสุขภาพลำไส้ และส่งเสริมภูมิคุ้มกัน อาหาร และเครื่องดื่มมักต้องเป็นการถนอม และแปรรูปอาหารแบบดั้งเดิมที่พบได้ทั่วโลกในรูปแบบ และชื่อที่แตกต่างกัน ในกรณีการหมักชาดำจะได้เครื่องดื่มที่เรียกว่า “คอมบูชา (Kombucha)” เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่สามารถผลิตขึ้นได้เองในครัวเรือน และผลิตในเชิงพาณิชย์ ซึ่งตลาดคอมบูชากำลังเติบโตทั่วโลก คาดว่ามีบริษัทผู้ผลิตคอมบูชาประมาณ 235 แห่งทั้งในยุโรป อเมริกาเหนือ และเอเชีย โดยมูลค่าการตลาดอาจสูงถึง 3.5–5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี 2568⁽¹⁾

คอมบูชามีต้นกำเนิดจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศจีน (แมนจูเรีย) ในสมัยราชวงศ์ซัน ใช้ดื่มเป็นยาอายุวัฒนะ ต่อมามีการนำมาใช้ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เพื่อการรักษาโรค เนื่องจากมีสรรพคุณในการล้างพิษ และให้พลังงาน โดยแพทย์ท่านหนึ่งได้นำชาหมักนี้มารักษาอาการประชวรจากการย่อยอาหารของจักรพรรดิ Inyoko ของญี่ปุ่น จึงเป็นไปได้ว่า “Kombu cha” หรือ “Kombu tea” อาจได้มาจากชื่อของแพทย์ท่านนี้ด้วย ชื่ออื่นๆ ของ Kombucha ได้แก่ Tea Fungus, Kargasok Tea, Manchurian Mushroom และ Haipao ซึ่งเรียกตามแต่ละพื้นที่ที่มีการแพร่หลายของการใช้คอมบูชาในหลายประเทศตามเส้นทางการค้าทั้งในรัสเซีย ยุโรปตะวันออก เยอรมนี และในช่วงสงครามโลกครั้งที่สองมีการแพร่หลายไปยังฝรั่งเศส และแอฟริกาเหนือ เนื่องจากความนิยมบริโภคคอมบูชาอย่างมากมายนี้ทำให้ช่วงหนึ่งใบชาและน้ำตาลขาดแคลน การบริโภคคอมบูชาจึงลดลง และหลายปีต่อมามีรายงานประโยชน์ของการบริโภคคอมบูชาว่า มีประโยชน์ใกล้เคียงกับโยเกิร์ต และช่วยส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในลำไส้⁽²⁾ ทำให้ความนิยมบริโภคคอมบูชากลับมาเพิ่มมากขึ้น และเริ่มมีการผลิตคอมบูชารสชาติใหม่ๆ อย่างหลากหลาย⁽³⁾

คอมบูชาแบบดั้งเดิมผลิตจากใบชาดำ (*Camellia sinensis*) น้ำตาล และหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่เรียกว่า SCOBY อย่างไรก็ตาม สามารถนำใบชาชนิดอื่นๆ มาใช้ในการผลิตได้เช่นกัน เครื่องดื่มที่ได้จากการหมักจะมีความเป็นกรดอ่อนๆ และมีรสเปรี้ยว ผสมผสานกับรสหวานจากส่วนผสมของน้ำตาล มีความซ่าเล็กน้อยจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งนี้ในท้องตลาดสามารถพบคอมบูชาได้ทั้งสูตรปราศจากแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ต่ำ (น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยปริมาตร) และสูตรที่มีแอลกอฮอล์สูงกว่านี้ ในคอมบูชาพบสารชีวภาพมากมายที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ทั้งจุลินทรีย์โปรไบโอติก (acetic bacteria และ lactic bacteria) น้ำตาล พอลิฟีนอล จากชา สารปฏิชีวนะ กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ เอทานอล วิตามินที่ละลายน้ำได้ และแร่ธาตุต่างๆ ที่ผลิตขึ้นระหว่างการหมัก⁽⁴⁾ การดื่มคอมบูชามีประโยชน์มากมายที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสุขภาพ เช่น ด้านจุลชีพ



ด้านอนุมูลอิสระ ด้านมะเร็ง ด้านเบาหวาน รักษาแผลในกระเพาะอาหาร ลดคอเลสเตอรอล ปรับภูมิคุ้มกัน และล้างพิษในตับ⁽⁵⁾

ผู้เขียนได้มีโอกาสเป็นที่ปรึกษาโครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์ซึ่งศึกษาฤทธิ์ด้านออกซิเดชันของคอมบูชาที่เตรียมจากชาดำ และแก่นตะวัน และได้พบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับคอมบูชาเพิ่มเติมในอีกหลายประเด็น จึงมีความเห็นว่าคอมบูชาเป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ อีกทั้งยังมีรสชาติดี รับประทานแล้วรู้สึกสดชื่น จึงอยากแนะนำให้ผู้อ่านรู้จักกับคอมบูชาให้มากขึ้นทั้งในด้านความหมาย แหล่งที่มา วิธีการผลิต ประโยชน์ ตลอดจนผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพ เพื่อเป็นการส่งต่อความรู้แก่ผู้บริโภคที่สนใจส่งเสริมสุขภาพด้วยเครื่องดื่มคอมบูชาต่อไป

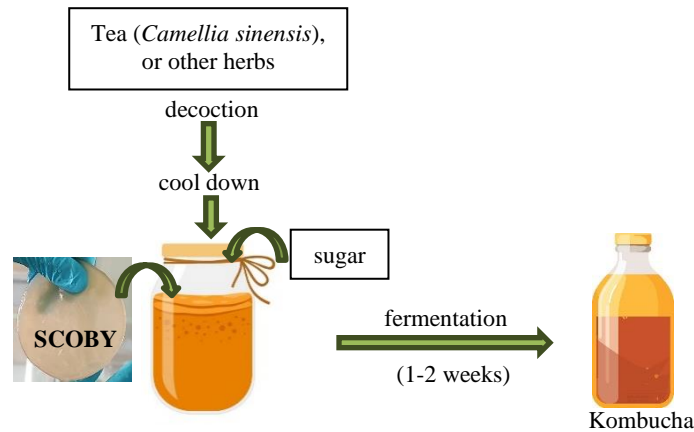
วิธีการผลิตคอมบูชา

คอมบูชาผลิตโดยใช้ใบชาดำ หรือชาชนิดอื่นๆ แช่น้ำเดือดเพื่อเตรียมน้ำชาเป็นลำดับแรก ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคืออุณหภูมิของน้ำ และเวลาในการชงชา อย่างไรก็ตาม ไม่มีการกำหนดเวลาที่แน่นอนในการชงชา ซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามประเภทของชา และผู้ผลิต โดยทั่วไปอาจใช้การแช่น้ำเดือดระหว่าง 10 ถึง 15 นาที⁽⁶⁾ อาจใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (sterilized distilled water) ในการเตรียม เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการได้อีกทางหนึ่ง⁽⁷⁾ เมื่อเตรียมน้ำชาได้แล้วจึงเติมน้ำตาลลงไป เมื่อน้ำชาเย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้องจึงเติมหัวเชื้อตั้งต้น (mother culture) ทั้งส่วนน้ำและเนื้อ ซึ่งเป็นกลุ่มแบคทีเรียและยีสต์ที่สร้างฟิล์มเซลล์ลอส และอาศัยร่วมกัน หรือ SCOBY ทั้งนี้ไม่ควรเติม SCOBY ในน้ำชาที่ยังร้อนอยู่ เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนที่จะยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ สัดส่วนของปริมาณชา น้ำตาล และ SCOBY ตลอดจนเวลา และอุณหภูมิในการหมักอาจมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละภูมิภาค หรือความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งจะมีผลต่อรสชาติ คุณภาพของคอมบูชา และเซลล์ลอสฟิล์มของ SCOBY

ในการเตรียมคอมบูชา ต้องให้ความสำคัญกับความสะอาดของอุปกรณ์และสิ่งแวดล้อม ก่อนเตรียมควรทำความสะอาดบริเวณโดยรอบ ฆ่าเชื้อที่ภาชนะ และอุปกรณ์ที่ใช้เตรียมเพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ ภาชนะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตคอมบูชาต้องทำจากแก้วหรือสแตนเลสเพื่อหลีกเลี่ยงการกักร้อนจากกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้นระหว่างการหมัก ปิดด้วยผ้าขาวบางแต่ไม่ควรปิดทึบ เพื่อให้คอมบูชาได้สัมผัสกับอากาศ แต่ยังคงปลอดภัยจากแมลงวัน และสปอร์รา ควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ด้านบนภาชนะให้มากที่สุด สำหรับออกซิเจนด้วย สำหรับอุณหภูมิและเวลาในการหมักอาจมีความแตกต่างกันไป เช่น หมักที่อุณหภูมิห้องหรือระหว่าง 20-22 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7-10 วันหรือนานกว่านี้ ขึ้นกับปริมาณหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ และผลลัพธ์ที่ต้องการ⁽³⁾ การหมักคอมบูชาเป็นเวลานาน จะทำให้ปริมาณสารสำคัญ เช่น phenolic compounds, malic acid, tartaric acid, acetic acid และ B-complex vitamins ตลอดจนฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น แต่ผลิตภัณฑ์อาจมีรสเปรี้ยวมากขึ้นกระทบต่อรสชาติที่ได้^(8,9) การหมักใน bioreactors จะช่วยควบคุมคุณภาพการผลิตได้ดีกว่าการหมักโดยการเขย่าในพลาสติก⁽⁸⁾ มีรายงานว่า ควรควบคุม pH ระหว่างการหมักไม่เกิน 4.2 เพื่อไม่ให้เกิดการผลิต acetic acid สูงเกินไป⁽¹⁰⁾ เมื่อครบเวลาในการหมักที่กำหนด จะนำคอมบูชาที่ได้มากรอง



เพื่อแยกเอาแผ่นเชื้อจุลินทรีย์ออก แล้วเก็บในที่เย็นในภาชนะปิดสนิท อาจประยุกต์ใช้วิธีการต่างๆ ร่วมด้วย ได้แก่ การพาสเจอร์ไรซ์เพื่อลดการผลิตแอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากเกินไป หรือการเติมสารกันเสีย เช่น โซเดียมเบนโซเอต (sodium benzoate) หรือโพแทสเซียมซอร์เบต (potassium sorbate) ร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ⁽¹¹⁾ ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนในการเตรียมคอมบูชาดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 สรุปขั้นตอนทั่วไปในการเตรียมคอมบูชา

เมแทบอลิซึมระหว่างการหมักคอมบูชา

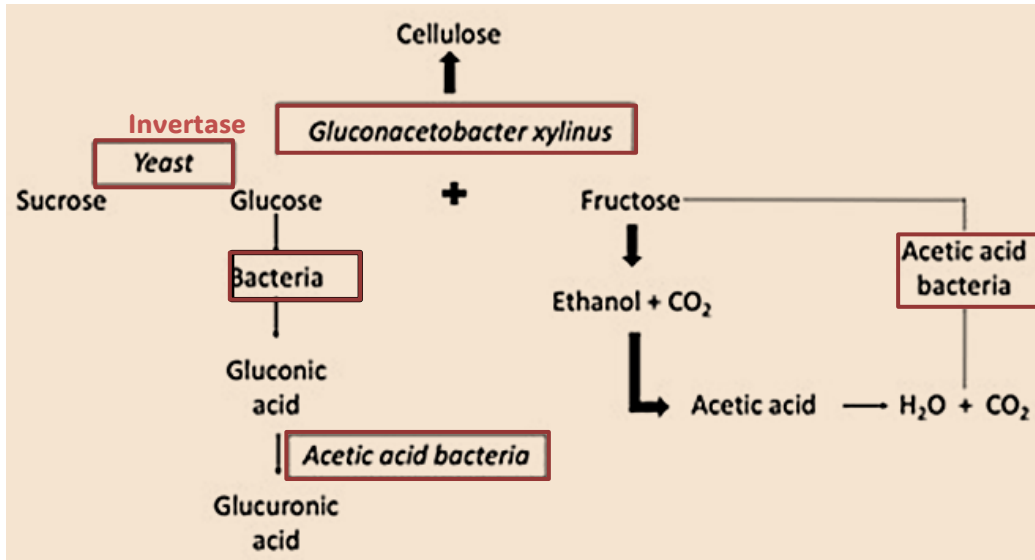
เมแทบอลิซึมระหว่างการหมักคอมบูชาโดยจุลินทรีย์นั้นค่อนข้างซับซ้อน แม้ว่าแบคทีเรีย และยีสต์ เช่น *Saccharomyces cerevisiae* จะมีบทบาทหลักในการหมัก แต่เนื่องจากมีจุลินทรีย์จำนวนมากรวมอยู่ด้วย ทำให้การอธิบายหน้าที่ และปฏิกิริยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นไม่เป็นที่แน่ชัด⁽⁶⁾ แหล่งคาร์บอนที่ใช้ในอาหารเลี้ยงเชื้อคือ น้ำตาลซูโครส (sucrose) ในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการหมัก ออสโมฟิลิกยีสต์ (osmophilic yeasts) ซึ่งเจริญได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำตาลสูงจะไฮโดรไลซ์ซูโครสให้เป็นกลูโคส และฟรุกโตส โดยเอนไซม์ invertase และผลิตเอทานอลผ่านกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) ซึ่งยีสต์ในกลุ่ม *Saccharomyces* จะมีความชอบกลูโคส ในขณะที่ยีสต์ในกลุ่ม *Zygosaccharomyces* ชอบฟรุกโตสมากกว่า ส่วนแบคทีเรียอะซิติก (acetic acid bacteria) จะใช้กลูโคสในการผลิต gluconic acid และใช้เอทานอลในการผลิตกรดอะซิติก โดยความเป็นกรดจะช่วยกระตุ้นยีสต์ให้ผลิตเอทานอล ซึ่งแบคทีเรียอะซิติกใช้เพื่อการเติบโต และผลิตกรดอะซิติกมากขึ้น^(3,9) (ดังแสดงในรูปที่ 2) นอกจากนี้ยังผลิตกรดอินทรีย์อื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น lactic, malic, citric และ tartaric acid ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย และป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค⁽¹²⁾

ชา และสมุนไพรต่างๆ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักเพื่อเตรียมคอมบูชา

นอกจากใบชาดำที่ใช้ในการหมักเพื่อเตรียมคอมบูชาแล้ว ยังมีการใช้ใบชาชนิดอื่นๆ ด้วย เช่น ชาเขียว ชาขาว ชาแดง และชาเหลือง⁽⁷⁾ หรือหมักร่วมกับสมุนไพรต่างๆ เช่น อบเชย โป๊ยกั๊ก สะระแหน่ มาร์จอแรม และเสจ⁽¹³⁾ ทั้งนี้ชาดำ และชาเขียวยังได้รับความนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการหมักคอมบูชา เนื่องจากเป็น



ที่ทราบกันดีว่ามีประโยชน์ต่อร่างกาย และนิยมบริโภคทั่วโลก อีกทั้งเป็นแหล่งของสารประกอบไนโตรเจนที่ดี ซึ่งมีความจำเป็นในกระบวนการหมักคอมบูชา⁽¹⁴⁾



รูปที่ 2 เมแทบอลิซึมระหว่างการหมักคอมบูชาโดยจุลินทรีย์⁽³⁾

การผลิตชาแต่ละชนิดจะมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน โดยชาดำเตรียมจากใบชาที่ผ่านการบด และเก็บไว้ที่ความชื้นสูง เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของพอลิฟีนอล โดยเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส ในขณะการผลิตชาเขียว ใบสดจะถูกนำไปนึ่งก่อนที่จะอบแห้ง เพื่อให้ความร้อนยับยั้งเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และลดการเกิดออกซิเดชันของใบชา ส่วนชาอู่หลงเตรียมจากการนำใบชาสดมาทำให้เกิดการออกซิเดชันบางส่วน (ร้อยละ 10–70) และชาขาวเตรียมโดยการนำใบชาสดมาผ่านกระบวนการทำให้แห้งอย่างรวดเร็วเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดออกซิเดชัน ซึ่งกระบวนการผลิตชาที่แตกต่างกันเหล่านี้ จะทำให้ได้องค์ประกอบทางเคมีในชา เช่น polyphenols, amino acids, caffeine, volatile compounds และแร่ธาตุต่างๆ แตกต่างกัน^(3,15)

นอกจากนี้ยังมีการนำวัตถุดิบอื่นๆ มาเป็นสารตั้งต้นในการหมักชา เช่น การหมักน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ 24 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่าน้ำมะพร้าวหมักมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าคอมบูชาแบบดั้งเดิม เนื่องจากปริมาณฟีนอลิกรวมของเครื่องดื่มดังกล่าวเพิ่มขึ้นจาก 15 เป็น 25 มิลลิกรัมเทียบเท่า gallic acid ตั้งแต่การหมักของวันแรก⁽¹⁶⁾ ส่วนน้ำองุ่นหมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคทั้งแกรมบวกและแกรมลบ และมีสารต้านอนุมูลอิสระเกิดขึ้น ทั้งนี้เครื่องดื่มที่หมักเป็นเวลา 12 วัน จะมีกลิ่น และรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากมีรสเปรี้ยวมากเกินไป⁽¹⁷⁾ กรณีใช้สารสกัดจากหัวแก่นตะวัน หรือ Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) ในการหมักที่ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน เครื่องดื่มที่ได้จะมีปริมาณน้ำตาลต่ำ และมี inulo-oligosaccharides และฟิล์มของ SCOBY ที่เกิดขึ้นนั้นมีความหนาแน่นมากกว่าที่ได้จากคอมบูชาแบบดั้งเดิมมาก⁽¹⁸⁾ นอกจากนี้ ยังมีการเตรียมคอมบูชาจากพืชชนิดอื่นๆ



เพื่อใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนแทนชา เช่น มินต์ เลมอนบาล์ม ดอกมะลิ เอ็กโคไนาเซีย (*Echinacea purpurea* L.) วินเทอร์ ซาโวรี้ (*Satureja montana* L.) และชบา (*Hibiscus sabdariffa* L.)⁽³⁾

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักเพื่อผลิตคอมบูชา

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักเพื่อผลิตเครื่องดื่มคอมบูชาเป็นกลุ่มแบคทีเรีย และยีสต์ชนิดที่ดีต่อร่างกาย และอยู่ร่วมกันเรียกว่า SCOBY มีลักษณะเป็นแผ่นไบโอฟิล์ม (biofilm) ที่มีความยืดหยุ่นและอยู่บริเวณผิวหน้าของคอมบูชา biofilm นี้จะเติบโตในน้ำชาที่มีน้ำตาล และเกิดเป็นฟิล์มเซลลูโลส (cellulosic film) ก่อตัวเป็นชั้นๆ เป็นเมทริกซ์เซลลูโลสให้จุลินทรีย์ได้อยู่อาศัยระหว่างการหมัก และมีรูปร่างตามลักษณะที่ใช้ในการหมัก ซึ่งรูปร่างและความหนาของ cellulosic film นี้จะมีผลกระทบต่อชีวภาพระหว่างแบคทีเรีย และยีสต์ทำให้เกิดการหมักที่แตกต่างกันได้ โดย acetic bacteria ใน SCOBY จะอยู่ด้านบนพื้นผิวเพื่อให้มีออกซิเจนเพียงพอสำหรับการเจริญ และยีสต์อยู่ที่ส่วนล่างเพื่อทำให้เกิดกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทั้งนี้ปัจจัยต่างๆ เช่น แหล่งที่มา และอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ จะมีผลต่อองค์ประกอบทางจุลชีววิทยาของ SCOBY ให้แตกต่างกันระหว่างการหมัก⁽¹¹⁾

แบคทีเรียที่พบได้มากที่สุดที่สุดใน SCOBY คือ Acetobacter และ Gluconobacter สำหรับในกลุ่ม Acetobacter หรือ acetic bacteria ชนิดที่สำคัญคือ *Acetobacter xylinum* (หรือ *Gluconacetobacter xylinus*) เนื่องจากสามารถสังเคราะห์เซลลูโลสที่เป็นส่วนประกอบของ SCOBY ได้⁽¹²⁾ ส่วนตัวอย่างแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ที่พบได้ในคอมบูชา ได้แก่ *A. pasteurianus*, *A. acetic*, *A. intermedius*, *A. nitrogenifigens*, *Bacterium gluconicum*, *Gluconobacter oxydans*, *G. kombucha* และ *Komagataeibacter kombuchae* กลุ่ม Lactic acid bacteria ตัวอย่างเช่น *Bifidobacterium* sp., *Lactococcus* sp., *Leuconostoc* sp., *Lactobacillus kefirifaciens* และกลุ่ม ยีสต์ (Yeasts) ได้แก่ *Saccharomyces* spp., *Sacchromyces* spp., *Schizosaccharomyces* spp., *Candida* spp., *Brettanomyces* spp., *Torula* spp., *Torulopsis* spp., *Torulaspora delbrueckii*, *Kloeckera apiculata*, *Kluyveromyces* spp., *Pichia membranefaciens*, *Zygosaccharomyces* spp.^(3,7)

สารสำคัญในคอมบูชา

คอมบูชาแต่ละแหล่งผลิตอาจมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพ ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชาที่ใช้เป็นวัตถุดิบ จุลินทรีย์ในหัวเชื้อ SCOBY และระยะเวลาในการหมัก อย่างไรก็ตาม สารประกอบหลักที่พบได้ในคอมบูชา ได้แก่ กรดอินทรีย์ วิตามิน พอลิฟีนอล และกรดอะมิโน⁽⁴⁾ กรดอินทรีย์ชนิดสำคัญที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก ได้แก่ acetic, glucuronic, gluconic, lactic, malic, citric, tartaric, folic, malonic, oxalic, pyruvic และ humic acid⁽⁹⁾ โดย acetic acid เป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นของกรด และรสชาติของน้ำส้มสายชูในคอมบูชา มีรายงานว่า อาจพบ acetic acid สูงถึง 11 กรัมต่อลิตร หลังการหมัก 30 วัน แต่จะค่อยๆ ลดลงเหลือ 8 กรัมต่อลิตร ภายใน 60 วัน เนื่องจากแบคทีเรียใช้ acetic acid เป็น



แหล่งคาร์บอนเมื่อน้ำตาล และเอทานอลหมดลง⁽¹²⁾ การเตรียมคอมบูชาด้วยชาเขียวจะพบ lactic acid ได้มากกว่าชนิดอื่นๆ และ glucuronic acid ได้จากจุลินทรีย์ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกลูโคสระหว่างการหมัก กรดชนิดนี้นอกจากเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ทางชีวภาพของวิตามินซีแล้ว ยังเป็นสารล้างพิษ (detoxifier) ที่สำคัญในร่างกาย ทำหน้าที่จับสารพิษที่ในตับ และขับออกทางไตได้อย่างมีประสิทธิภาพ⁽¹⁹⁾

ประโยชน์ที่ได้รับจากชาเกี่ยวข้องกับ catechin ซึ่งเป็นสารพอลิฟีนอลที่มีอยู่ในใบชา โดยในใบสดจะมีปริมาณ catechin สูง catechin ที่พบได้ทั่วไปคือ epicatechin (EC), epigallocatechin (EGC), epicatechin gallate (ECG) และ epigallocatechin gallate (EGCG) ในใบที่ถูกออกซิไดซ์ โครงสร้างโมโนเมอร์ของ catechin จะเปลี่ยนเป็น dimeric และ polymeric flavonols ซึ่งรู้จักกันในชื่อ theaflavins และ thearubigins ดังนั้นชาดำจึงมีกลิ่นหอมและเข้มข้นกว่าชาเขียว เนื่องจากการถูกออกซิเดชัน ทำให้สารประกอบอะโรมาติกถูกปลดปล่อยออกมา และสารประกอบฟีนอลิกจะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นสารเชิงซ้อนสีเข้ม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพอลิฟีนอลทำให้คอมบูชามีประโยชน์หลายประการ เช่น ต้านมะเร็ง เพิ่มภูมิคุ้มกัน บรรเทาอาการอักเสบ และโรคข้ออักเสบ⁽³⁾ ในใบชายังมี caffeine ช่วยกระตุ้นให้ร่างกายตื่นตัว ทำให้อารมณ์ และการทำงานของสมองดีขึ้น ช่วยในกระบวนการเผาผลาญพลังงาน และไขมัน นอกจากนี้ caffeine ยังเป็นแหล่งไนโตรเจนที่จำเป็น และมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในการหมักคอมบูชา โดยชาเขียวเป็นสารตั้งต้นที่ช่วยให้เกิดการหมักได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับชาดำ เนื่องจากมีความเข้มข้นของ caffeine สูงกว่า⁽²⁰⁾

นอกจากนี้ยังพบ ethanol, amino acid, carbon dioxide, biogenic amines, purines, pigments, lipids, proteins, hydrolytic enzymes, vitamins B1, B2, B6, B12, vitamin C, natural antimicrobials, แร่ธาตุหลายชนิด (manganese, iron, nickel, copper, zinc, lead, cobalt, chromium, cadmium) และไอออนลบชนิดต่างๆ (fluoride, chloride, bromide, iodide, nitrate, phosphate, sulfate)⁽¹²⁾

ทั้งนี้ จุลินทรีย์ไม่มีชีวิต หรือแม้แต่ผลพลอยได้จากการเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์ในคอมบูชายังดีต่อสุขภาพอีกด้วย โดยใช้คำว่า พาราโปรไบโอติก (paraprobiotics) สำหรับจุลินทรีย์ที่ดีแต่ไม่สามารถทำงานได้ (inactive) และ โปสไบโอติก (postbiotics) สำหรับสารเมตาบอไลต์ที่ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการย่อยของแบคทีเรียชนิดดีในอาหารที่ผ่านการแปรรูป เช่น การพาสเจอร์ไรซ์ การสเตอริไลซ์ และการฆ่าเชื้อด้วยแรงดันสูง หรือกระบวนการควบคุม pH ความเป็นกรด และแอกติวิตีของน้ำ⁽²¹⁾

ประโยชน์ของคอมบูชา

แม้ว่าในคอมบูชาจะประกอบด้วยสารสำคัญหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และมีการกล่าวถึงประโยชน์ของคอมบูชาในด้านต่างๆ อย่างหลากหลาย เช่น ช่วยล้างพิษในเลือด ลดระดับคอเลสเตอรอล ลดภาวะหลอดเลือดแข็ง (atherosclerosis) ลดความดันโลหิต ลดการอักเสบ บรรเทาอาการของโรคข้อ และไขข้ออักเสบ ทำให้ลำไส้ทำงานเป็นปกติ สร้างสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ ช่วยรักษาโรคกรดไหลย้อน ช่วยลดความอ้วน ควบคุมความอยากอาหาร ป้องกันการติดเชื้อในกระเพาะปัสสาวะ เพิ่มความต้านทานของร่างกาย ต่อมะเร็ง ต้านแบคทีเรีย ไวรัส และยีสต์ ปรับปรุงระบบภูมิคุ้มกัน บรรเทาอาการหลอดเลือดอักเสบ และโรค



หอบหืด ลดความผิดปกติของประจำเดือน และอาการร้อนวูบวาบในช่วงวัยหมดประจำเดือน ลดความเครียด โรคทางประสาท และการนอนไม่หลับ บรรเทาอาการปวดศีรษะ และต้านความชรา อย่างไรก็ตามประโยชน์ส่วนใหญ่เป็นการอ้างอิงจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ และการบันทึกผลที่ยังไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รับรองอย่างเป็นรูปธรรม ส่วนผลการวิจัยในมนุษย์ยังมีอยู่อย่างจำกัด⁽²²⁾ ทั้งนี้ในส่วนต่อไปจะกล่าวถึงเฉพาะประโยชน์สำคัญของคอมบูชาในการต้านจุลชีพ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านอักเสบ ต้านมะเร็ง กระตุ้นภูมิคุ้มกัน ผลต่อสุขภาพจิตหรือความผิดปกติของสมอง และความเป็นไปได้ในการใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง ดังนี้

1) ฤทธิ์ต้านจุลชีพ

งานวิจัยหลายเรื่องแสดงให้เห็นว่า คอมบูชามีฤทธิ์ต้านจุลชีพก่อโรคหลายชนิด ทั้งแกรมบวกและแกรมลบ เช่น *Helicobacter pylori*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Bacillus cereus*, *Shigella sonnei*, *Salmonella enteritidis* และ *Escherichia coli*⁽²³⁾ ซึ่งสารที่ทำหน้าที่ดังกล่าวอาจเป็นกรดอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง acetic acid ตลอดจนโปรตีน และ catechins⁽⁹⁾ ในทางกลับกัน มีรายงานว่าฤทธิ์ต้านจุลชีพของคอมบูชาอาจไม่ใช่ผลของ acetic acid เป็นหลัก เนื่องจากคอมบูชาที่ปรับ pH ให้เป็นกลางยังสามารถยับยั้งการเจริญของจุลชีพได้หลายชนิด ได้แก่ *E. coli*, *S. typhimurium*, *S. enteritidis*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella sonnei*, *Campylobacter jejuni* และ *Candida albicans* นอกจากนี้โปรตีนที่พบในชาอาจไม่เกี่ยวข้องกับฤทธิ์ต้านจุลชีพ เนื่องจากพบว่าชาที่ผ่านความร้อนซึ่งทำให้โปรตีนเสียสภาพก็มีฤทธิ์ต้านจุลชีพได้ และ catechin ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีอยู่ในชาเป็นจำนวนมากก็อาจไม่มีส่วนทำให้เกิดฤทธิ์ต้านจุลชีพ เนื่องจากตัวอย่างของชาที่ไม่ผ่านการหมัก และได้รับการทดสอบเช่นเดียวกัน ไม่ได้แสดงฤทธิ์ยับยั้งจุลชีพส่วนใหญ่ ยกเว้นเชื้อ *C. jejuni* ดังนั้นจึงอาจเป็นผลของสารประกอบอื่น ๆ ในคอมบูชา นอกเหนือจากสารทั้งสามชนิดนี้ ที่คาดว่ามียฤทธิ์ต้านจุลชีพ⁽²⁴⁾

2) ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชา ส่วนใหญ่เกิดจากสารพอลิฟีนอล และการเสริมฤทธิ์กันของสารประกอบต่างๆ ที่พบในชา⁽²⁵⁾ โดยระหว่างการหมักปริมาณพอลิฟีนอลในคอมบูชาจะเพิ่มขึ้น⁽²⁶⁾ อย่างไรก็ตามการหมักชาเป็นเวลานานอาจทำให้กรดอินทรีย์มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นด้วย และอาจถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อการบริโภคโดยตรง⁽²⁵⁾ จากการศึกษาความสามารถของคอมบูชาในการกำจัดอนุมูลอิสระโดย 2,2-diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH), hydroxyl radicals และ superoxide radicals โดยเปรียบเทียบระหว่างชาชนิดต่างๆ ได้แก่ ชาเขียว ชาดำ และชาผง พบว่าชาหมักมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระมากกว่าชาที่ไม่ได้ผ่านการหมักเมื่อทดสอบด้วยทั้งสามวิธีข้างต้น⁽⁴⁾ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการผลิตสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของพอลิฟีนอลที่มีอยู่ในชา โดยเอนไซม์ที่ผลิตโดยแบคทีเรีย และยีสต์ระหว่างการหมัก ทั้งนี้ประโยชน์ของคอมบูชา เช่น การป้องกันมะเร็ง การเพิ่มภูมิคุ้มกัน การบรรเทาอาการอักเสบ และโรคข้ออักเสบ มักอ้างอิงถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มคอมบูชาด้วย⁽⁹⁾



3) ฤทธิ์ต้านอักเสบ

การอักเสบเป็นกระบวนการสำคัญในการปกป้องร่างกายจากการติดเชื้อ และมีความเกี่ยวข้องกับโรคต่างๆ เช่น โรคข้ออักเสบ หอบหืด และโรคหลอดเลือดหัวใจ นอกจากนี้การอักเสบเรื้อรังยังมีความเชื่อมโยงกับการพัฒนาไปสู่โรคมะเร็งได้ ดังนั้นการต้านอักเสบจึงเป็นเป้าหมายหนึ่งในการป้องกัน และรักษาโรคมะเร็ง มีรายงานว่า ฤทธิ์ต้านการอักเสบ และต้านมะเร็งของคอมบูชาเกิดจากสารพอลิฟีนอล และสารเมตาบอไลต์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก⁽⁷⁾ คอมบูชาที่เตรียมจากชาดำมีผลยับยั้งการผลิต nitric oxide (NO) ในเซลล์แมคโครฟาจหนู RAW 264.7 ที่กระตุ้นด้วย lipopolysaccharide (LPS) เมื่อทดสอบด้วย Griess Reagent ทั้งนี้ผลการต้านอักเสบระหว่างน้ำชาดำ และคอมบูชาที่เตรียมจากชาดำไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกหลายเรื่องช่วยยืนยันความเป็นไปได้ในการต้านอักเสบของคอมบูชา เช่น คอมบูชาจากชาดำมีผลยับยั้งเอนไซม์ 5-lipoxygenase สามารถลดการผลิต cyclooxygenase-2 และโปรไซโตไคน์หลายชนิด เช่น interleukin (IL)-6, IL-1 β และ tissue necrosis factor (TNF)- α และลดการควบคุมวิถีส่งสัญญาณ (signaling pathway) ของ nuclear factor-kappa B (NF- κ B) ในหนูที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบด้วย LPS ซึ่งแสดงให้เห็นแนวโน้มในการต้านการตอบสนองต่อการอักเสบทั่วร่างกาย (systemic inflammatory response) ที่เกี่ยวข้องกับภาวะติดเชื้อได้⁽²⁷⁾

4) ฤทธิ์ต้านมะเร็ง

สำหรับตัวอย่างรายงานฤทธิ์ต้านมะเร็งของคอมบูชา ได้แก่ การศึกษา fraction ของคอมบูชาที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันต่อเซลล์มะเร็งของมนุษย์ 3 ชนิด คือ มะเร็งปอด มะเร็งกระดุก และมะเร็งไต พบว่า dimethyl malonate 2-(2-hydroxy-2-methoxypropylidene) และ vitexin ในคอมบูชาอาจเป็นสารประกอบที่มีความเป็นไปได้ในการต้านมะเร็ง⁽²⁸⁾ นอกจากนี้สารสกัดคอมบูชาที่ผ่านการทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง (lyophilization) ยังมีผลลดการแสดงออกของโมเลกุลที่กระตุ้นการสร้างเส้นเลือดใหม่ (angiogenesis) ในเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากได้⁽²⁹⁾ ผลของคอมบูชาในการต้านมะเร็ง อาจเกี่ยวข้องกับสารพอลิฟีนอลในชา และผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการย่อยสลายระหว่างการหมัก กลไกการต้านมะเร็งที่เป็นไปได้ของพอลิฟีนอลในชาที่นักวิจัยส่วนใหญ่อ้างถึงประกอบด้วย การยับยั้งการกลายพันธุ์ การยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง การเหนี่ยวนำให้เกิดการตายของเซลล์มะเร็ง และการยุติการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง⁽⁹⁾

5) ฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกัน

มีการศึกษาผลของคอมบูชาที่เตรียมจากชาดำ และขมิ้นต่อฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกันในหนู Balb-C ทดสอบโดยทำให้หนูติดเชื้อ Salmonella และให้กินคอมบูชา พบว่าทั้งคอมบูชาที่เตรียมจากชาดำ และขมิ้นช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (adaptive immune response) โดยมีผลเพิ่ม CD⁴⁺, TNF α , IFN- γ และกระตุ้นภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด (innate immune response) โดยมีผลลด CD68 และ IL-6 โดยคอมบูชาที่เตรียมจากขมิ้นมีฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกันที่เด่นชัดมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับคอมบูชาจากชาดำ⁽³⁰⁾



6) ผลกระทบต่อสุขภาพจิต หรือความผิดปกติของสมอง

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการตีพิมพ์ของคอบูชา และผลกระทบต่อสุขภาพจิต หรือความผิดปกติของสมอง ได้ข้อสรุปว่า ยังไม่มีหลักฐาน หรือผลการวิจัยที่สามารถยืนยันประโยชน์ของคอบูชาต่อสุขภาพจิตแต่อย่างใด แม้จะมีการอ้างถึงบทบาทของคอบูชาในการป้องกันระบบประสาท และรอยโรคที่สมองถูกทำลายจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดการตายของเซลล์ประสาท⁽³¹⁾ แต่ยังไม่มีการทดลองทางคลินิกรองรับ จึงยังคงมีข้อโต้แย้งความเป็นไปได้ที่คอบูชาจะช่วยลดพัฒนาการของโรคทางระบบประสาทได้ ทั้งนี้มีการวิจารณ์เกี่ยวกับ กลูตาเมต (glutamate) ซึ่งเป็นหนึ่งในสารที่มีมากในคอบูชา และเป็นสารสื่อประสาทที่สำคัญในสมองที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ความจำ และการพัฒนาระบบประสาท ดังนั้นจึงมีข้อสังเกตถึงความเป็นไปได้ที่การตีพิมพ์คอบูชาจะมีผลป้องกันความผิดปกติทางจิตเวช และระบบประสาทด้วยหรือไม่⁽³²⁾ อย่างไรก็ตาม ต้องทำการตรวจสอบบทบาทของ glutamate ในคอบูชา การเกิดปฏิกิริยากับส่วนประกอบอื่นๆ ในคอบูชา และผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อระบบประสาท และสุขภาพจิต ซึ่งจำเป็นต้องมีการพิสูจน์ทางคลินิกต่อไป⁽³³⁾

7) ความเป็นไปได้ในการใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง

ปัจจุบันมีแนวโน้มการใช้ประโยชน์จากคอบูชาในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางมากขึ้น ผลการศึกษาที่สนับสนุนความเป็นไปได้นี้ ส่วนใหญ่มาจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งอนุมูลอิสระเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการแก่ของผิว อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเกี่ยวกับการซึมผ่านผิวหนัง และการสะสมของสารออกฤทธิ์จากคอบูชาที่ผิวยังมีอยู่อย่างจำกัด มีรายงานการศึกษาผลของคอบูชาที่เตรียมจากชาเขียว และชาดำในการซึมผ่านผิวหนังสุกรโดย Franz diffusion cell พบว่า ในเวลา 24 ชั่วโมง สารสำคัญจากคอบูชาที่เตรียมชาเขียว และชาดำที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ร้อยละ 12.56 และ 15.03 ตามลำดับ เมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH และสะสมในผิวหนังเท่ากับร้อยละ 45.07 และ 55.29 ตามลำดับ โดยสารสำคัญที่วิเคราะห์ได้คือ gallic acid, chlorogenic acid, protocatechuic acid, coumaric acid, m-hydroxybenzoic acid และ caffeine ผลการศึกษาดังกล่าวช่วยยืนยันประสิทธิภาพของคอบูชาในการประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอางได้⁽³⁴⁾

การใช้ประโยชน์จากฟิล์มเซลลูโลส

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ในการหมักน้ำชา และน้ำตาลเพื่อผลิตคอบูชา จะอาศัยการทำงานร่วมกันของแบคทีเรีย และยีสต์ที่ก่อตัวขึ้นมาเป็นแผ่น SCOBY เกิดเป็นลักษณะฟิล์มเซลลูโลส (cellulosic film) ที่ก่อตัวเป็นชั้นๆ บริเวณผิวหน้าของชาหมัก เป็นเมทริกซ์เซลลูโลสให้จุลินทรีย์ได้อยู่อาศัยระหว่างการหมัก เซลลูโลสที่สังเคราะห์โดยแบคทีเรียมีโครงสร้างโมเลกุลเหมือนกับเซลลูโลสของพืช อย่างไรก็ตาม เซลลูโลสจากแบคทีเรียจะมีระดับความบริสุทธิ์ การเกิดพอลิเมอร์เชิงซ้อน ความเป็นผลึก ความต้านทานแรงดึง การดูดซึมน้ำ ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และความสามารถในการปรับตัวทางชีวภาพ (biological adaptability) ที่สูงกว่า และยังมี ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ (biodegradability) และนำมาใช้หมุนเวียนใหม่ (renewability) คุณสมบัติพิเศษเหล่านี้ส่งผลให้มีการประยุกต์ใช้เซลลูโลสฟิล์มจากแบคทีเรียเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ อย่างหลากหลาย เช่น ทางการแพทย์ อาหาร



ยา บรรจุภัณฑ์ เครื่องสำอาง และสิ่งทอ⁽³⁵⁾ ทั้งนี้การควบคุมปัจจัยบางประการ เช่น ชนิดของชา หรือสารตั้งต้นที่ใช้ในการหมัก ระยะเวลาการบ่ม พื้นที่ และความสูงของพื้นผิวภาชนะที่ใช้ในการหมัก สามารถควบคุมคุณภาพและผลผลิตของเซลลูโลสจากจุลินทรีย์ในคอมบูชาได้⁽³⁶⁾

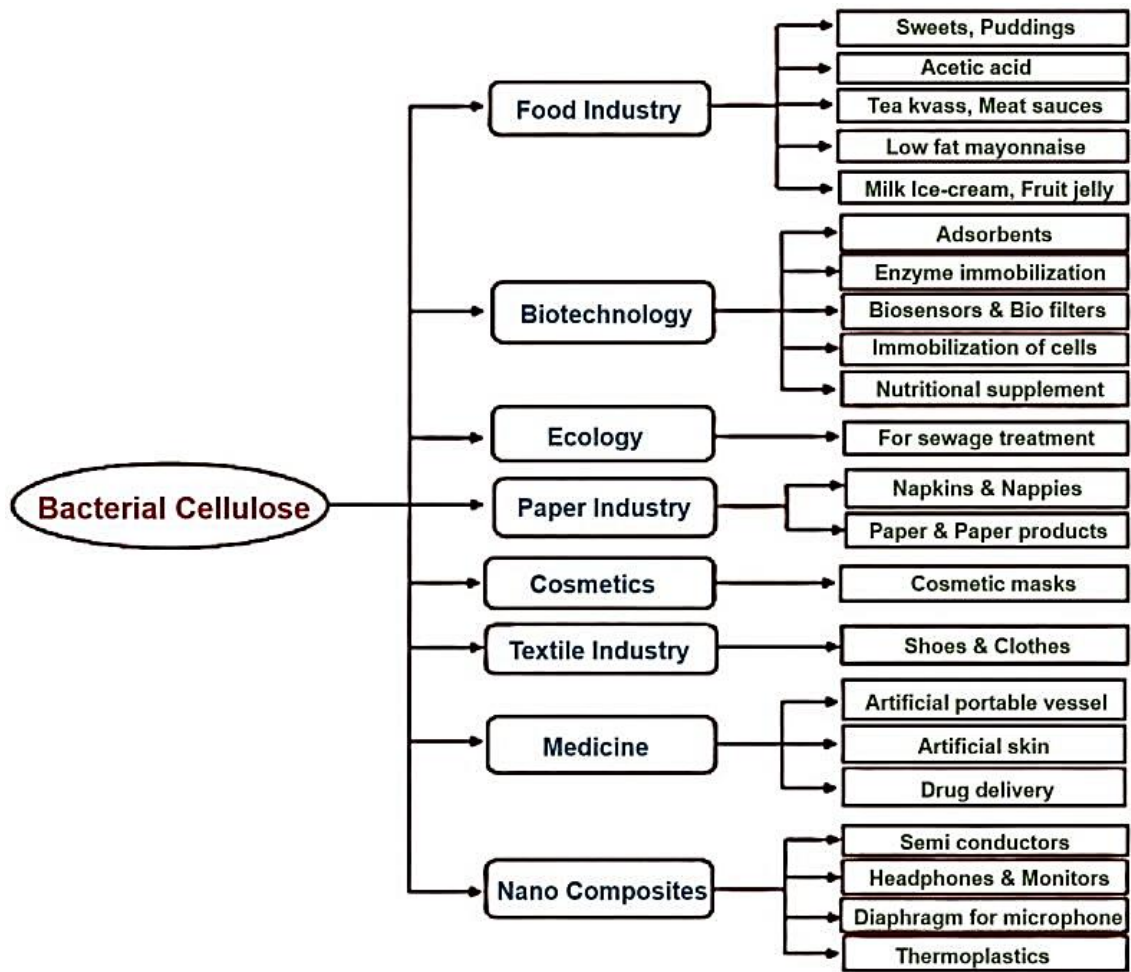
วุ้นมะพร้าวเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเซลลูโลสแบคทีเรีย (bacterial cellulose) ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด มีต้นกำเนิดในประเทศฟิลิปปินส์ในช่วงปี ค.ศ. 1990 ต่อมาได้รับความนิยมในประเทศต่างๆ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี และสหรัฐอเมริกา⁽³⁷⁾ รวมทั้งประเทศไทย วุ้นมะพร้าวผลิตขึ้นจากการหมักน้ำมะพร้าวด้วยเชื้อ *Komagataeibacter xylinus* (เดิมเรียกว่า *Acetobacter xylinum*) จะเกิดเซลลูโลสชั้นหนา นำมาหั่นเป็นก้อนขนาดเล็ก ล้าง และต้มในน้ำก่อนนำไปปรุงในน้ำเชื่อมสำหรับประกอบอาหาร ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ขนมหวาน แคลอรีต่ำ สลัด ค็อกเทลผลไม้ และเยลลี่ผลไม้ เป็นต้น^(37,38)

ฟิล์มเซลลูโลสจากการเตรียมคอมบูชายังถูกนำมาใช้ในการหมักสารตั้งต้นอื่นๆ นอกเหนือจากชา ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากคอมบูชาดั้งเดิม ตัวอย่างเช่น ใช้ในการหมักนมพร่องมันเนย และคอมบูชาที่เตรียมจาก ชาดำ ชาเขียว และสารสกัดจากแก่นตะวัน เพื่อเตรียมเครื่องดื่มคล้ายโยเกิร์ต⁽³⁹⁾ หมักกล้วยเหลียง เพื่อเตรียมเครื่องดื่มฟังก์ชัน (functional drink)⁽⁴⁰⁾ และหมักน้ำกระบองเพชรพริกฉัตร (Prickly pear cactus) เพื่อพัฒนาเครื่องดื่มเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ⁽⁴¹⁾

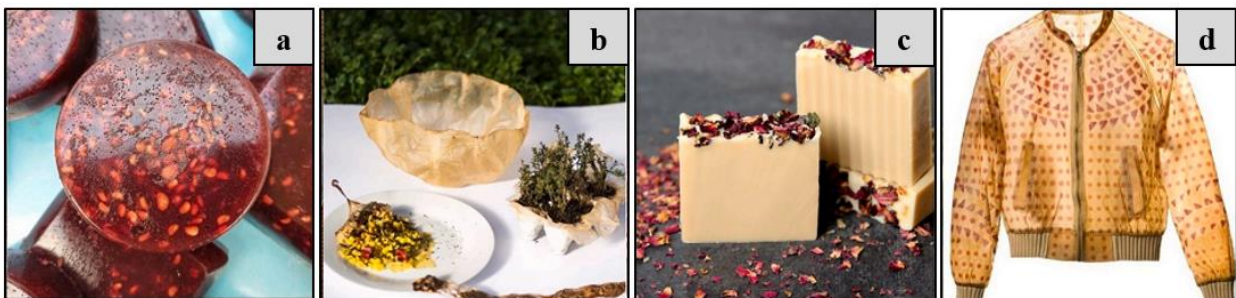
มีการพัฒนาฟิล์มเซลลูโลสในด้านชีวการแพทย์ในการรักษาแผลไฟไหม้ และโรคผิวหนังอื่นๆ⁽⁴²⁾ การซ่อมแซมกระดูกอ่อน และกระดูก⁽⁴³⁾ และใช้เป็นหลอดเลือดเทียมในหัตถการจุลศัลยกรรม (microsurgical procedures)⁽⁴⁴⁾ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาฟิล์มเซลลูโลสเป็นตัวดูดซับทางชีวภาพเพื่อกำจัดโลหะ เช่น สารหนู โครเมียม และทองแดง ออกจากน้ำเสีย^(45,46) เป็นอาหารเสริมโปรตีนในอาหารของไก่เนื้อ ส่งผลให้ไก่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น⁽⁴⁷⁾ ซึ่งภาพรวมและตัวอย่างการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากฟิล์มเซลลูโลสแบคทีเรีย^(3,48) แสดงดังในรูปที่ 3 และ 4

ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการดื่มคอมบูชา

มีรายงานความผิดปกติด้านสุขภาพของผู้บริโภคหลังการดื่มคอมบูชา เช่น วิงเวียนศีรษะ และคลื่นไส้ อาการแพ้ ปวดศีรษะ ภาวะเลือดเป็นกรดจากกรดแลคติกในเลือดสูง (lactic acidosis) และภาวะอุณหภูมิร่างกายสูง (hyperthermia) อย่างไรก็ตาม อาการเหล่านี้เกิดขึ้นได้เฉพาะบางกรณี เช่น การบริโภคคอมบูชามากเกินไป การบริโภคคอมบูชาที่เป็นกรดมาก ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการหมักที่ยาวนาน การเตรียมที่ไม่ถูกสุขอนามัย การได้รับโลหะหนักที่ชะล้างจากภาชนะบรรจุเครื่องดื่ม และสุขภาพของผู้บริโภคเอง เช่น ติดเชื้อ Human immunodeficiency virus (HIV) และภาวะไตวายเฉียบพลัน⁽¹²⁾ บางรายงานกล่าวถึงจุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนในคอมบูชาที่เตรียมขึ้นเองแบบ home made โดยไม่มีการควบคุมสุขอนามัยที่เหมาะสม อาจพบแบคทีเรียในสกุล *Bacillus anthrax* รา *Penicillium* และ *Aspergillus* ที่เป็นพิษ และเป็นสารก่อมะเร็ง⁽⁹⁾ กรณีพิษจากสารตะกั่ว และความเป็นพิษต่อระบบทางเดินอาหารเนื่องจากภาชนะที่ใช้เก็บคอมบูชาก็มีรายงานไว้เช่นกัน⁽⁴⁹⁾



รูปที่ 3 การประยุกต์ใช้ประโยชน์จากฟิล์มเซลลูโลสแบคทีเรีย⁽⁴⁸⁾



รูปที่ 4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากฟิล์มเซลลูโลสในคอมบูชา (a) ขนมวุ้นผสม berry (b) ภาชนะบรรจุอาหารแบบรับประทานได้ (c) สบู่ และ (d) เสื้อผ้า⁽³⁾



ตัวอย่างกรณีศึกษาผลกระทบจากการรับประทานคอมบูชา มีรายงานว่า ผู้ป่วย HIV วัย 22 ปีมีภาวะไตวายเฉียบพลันด้วยภาวะ lactic acidosis และ hyperthermia หลังจากรับประทานคอมบูชาเป็นเวลา 15 ชั่วโมง⁽⁵⁰⁾ และการเกิดภาวะ lactic acidosis เกี่ยวข้องกับการบริโภคคอมบูชามากเกินไปกว่าวันละ 12 ออนซ์ หรือ 360 มิลลิลิตร แต่ต่อมาได้รายงานเพิ่มเติมว่าผู้ป่วยมีเชื้อ HIV และภาวะไตวายเฉียบพลัน ซึ่งเป็นภาวะที่ทำให้มีความเสี่ยงในการพัฒนาของโรคอยู่แล้ว⁽²¹⁾ ทั้งนี้ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อสหรัฐอเมริกา (Centers for Disease Control and Prevention, CDC) ระบุว่า การบริโภคเครื่องดื่มคอมบูชาวันละ 4 ออนซ์หรือ 120 มิลลิลิตร ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพผู้ดื่ม⁽⁵¹⁾

นอกจากนี้ยังมีการตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับการบริโภคคอมบูชาในสตรีมีครรภ์ นอกจากอาจมีแอลกอฮอล์เป็นส่วนผสมแล้ว heparin ที่ตรวจพบในชาอาจมีผลยับยั้งโปรตีนของระบบการแข็งตัวของเลือด และเพิ่มโอกาสการตกเลือดซึ่งเป็นอันตรายในช่วงไตรมาสที่ 3 ของการตั้งครรภ์ แม้กระนั้น การตรวจพบ heparin ก็ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ในกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์อย่างชัดเจน⁽¹²⁾ อย่างไรก็ตาม กรณีศึกษาที่กล่าวมาก็เป็นเพียงรายงานในกลุ่มคนที่จำกัด และยังไม่มีความสำคัญที่จะยืนยันได้อย่างแน่ชัดถึงปัญหา หรือแนวโน้มการส่งเสริมให้เกิดโรคและความผิดปกติต่างๆ อันจะนำไปสู่ข้อควรระวังและข้อจำกัดในการดื่มคอมบูชา

สรุป

คอมบูชาเป็นที่รู้จักมากขึ้นทั่วโลก เนื่องจากเป็นเครื่องดื่มที่มีการนำมาบริโภคอย่างยาวนาน และดีต่อสุขภาพ สามารถเตรียมขึ้นได้เอง และมีการผลิตเพื่อจำหน่ายโดยทั่วไป คอมบูชาเตรียมได้จากชาชนิดต่างๆ ตลอดจนพืช หรือสมุนไพรทดแทนอื่นๆ อีกหลายชนิด ร่วมกับน้ำตาล และ SCOBY ความแตกต่างของคุณภาพและความเข้มข้นของทั้งสามองค์ประกอบนี้ ตลอดจนปัจจัยต่างๆ ในการผลิตมีผลให้ได้คอมบูชาที่มีองค์ประกอบทางเคมี และจุลชีววิทยาต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของคอมบูชาด้วย มีงานวิจัยจำนวนมากศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการผลิตคอมบูชาที่หลากหลาย เช่น การใช้ชาหลากหลายชนิด หรือแม้แต่สารตั้งต้นที่แตกต่างจากเดิม เช่น น้ำองุ่น นม และน้ำมะพร้าว ตลอดจนการศึกษาปัจจัยที่ควบคุมคุณภาพของคอมบูชาให้ได้ตามต้องการ ซึ่งมีส่วนช่วยในการสร้างนวัตกรรมใหม่ในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ มีงานวิจัยหลายเรื่องที่แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มศักยภาพของคอมบูชาที่ดีต่อสุขภาพ ตลอดจนการพัฒนาฟิล์มเซลล์ลูโลสจากจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักเพื่อเป็นทางเลือกทดแทนเซลล์ลูโลสแบบดั้งเดิม แม้การเพิ่มขึ้นของมูลค่าตลาดคอมบูชาทั่วโลกจะแสดงให้เห็นความนิยมในการบริโภคคอมบูชา และความเป็นไปได้ในการขยายตลาด อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ คุณภาพ และความปลอดภัยอาจเป็นเงื่อนไขในการซื้อ และการบริโภคได้นอกจากนี้การทดลองในมนุษย์เกี่ยวกับคอมบูชายังมีอยู่อย่างจำกัด เช่นเดียวกับ รายงานความเป็นพิษ และข้อห้ามในการรับประทาน ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ตลอดจนเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคคอมบูชาทั้งในด้านประสิทธิภาพ และความปลอดภัยแก่ผู้บริโภคต่อไป



เอกสารอ้างอิง

1. Kim J, Adhikari K. Current trends in kombucha: marketing perspectives and the need for improved sensory research. *Beverages*. 2020;6:15.
2. Frank G. *Kombucha: Healthy beverage and natural remedy from the far east*. Austria, Wilhelm Ennsthaler;1995.
3. Coelho RMD, Leite de Almeida A, Gurgel do Amaral RQ, Nascimento da Mota R, Henrique M de Sousa P. Kombucha: Review. *Int J Gastron Food Sci*. 2020;22:100272.
4. Fu C, Yan F, Cao Z, Xie F, Lin J. Antioxidant activities of kombucha prepared from three different substrates and changes in content of probiotics during storage. *Food Sci Technol*. 2014;34(1):123–6.
5. Chakravorty S, Bhattacharya S, Chatzinotas A, Chakraborty W, Bhattacharya D, Gachhui R. Kombucha tea fermentation: microbial and biochemical dynamics. *Int J Food Microbiol*. 2016;220:63–72.
6. Villarreal-Soto SA, Beaufort S, Bouajila J, Souchard J-P, Renard T, Rollan S, et al. Impact of fermentation conditions on the production of bioactive compounds with anticancer, anti-inflammatory and antioxidant properties in kombucha tea extracts. *Process Biochem*. 2019;83:44-54.
7. Kitwetcharoen H, Phung LT, Klanrit P, Thanonkeo S, Tippayawat P, Yamada M, et al. Kombucha healthy drink—recent advances in production, chemical composition and health benefits. *Fermentation*. 2023;9(1):48.
8. de Oliveira PV, da Silva Júnior AH, de Oliveira CRS, Assumpção CF, Ogeda CH. Kombucha benefits, risks and regulatory frameworks: a review. *Food Chem Adv*. 2023;100288.
9. Jayabalan R, Malbasa R, Loncar E, Vitas J, Sathishkumar M. Review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2014;13(4):538–50.
10. Kovacevic Z, Davidovic G, Vuckovic-Filipovic J, Janicijevic-Petrovic M, Janicijevic K, Popovic A. A toxic hepatitis caused the kombucha tea – case report. *Macedonian J Med Sci*. 2014;7:128–31.



11. Watawana MI, Jayawardena N, Gunawardhana CB, Waisundara VY. Health, wellness, and safety aspects of the consumption of Kombucha. *J Chem.* 2015;2015:1–11.
12. Leal JM, Suárez LV, Jayabalan R, Oros JH, Escalante-Aburto A. A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA-J Food.* 2018;16:390–9.
13. Ahmed RF, Hikal MS, Abou-Taleb KA. Biological, chemical and antioxidant activities of different types kombucha. *Ann Agric Sci.* 2020;65(1):35-41.
14. Vitas J, Vukmanović S, Cakarevic J, Popovic L, Malbaša R. Kombucha fermentation of six medicinal herbs: chemical profile and biological activity. *CI&CEQ.* 2020;26(2):157-70.
15. Lee J-E, Lee B-J, Chung J-O, Kim H-N, Kim E-H, Jung S, et al. Metabolomic unveiling of a diverse range of green tea (*Camellia sinensis*) metabolites dependent on geography. *Food Chem.* 2015;174:452–9.
16. Watawana MI, Jayawardena N, Gunawardhana CB, Waisundara VY. Enhancement of the antioxidant and starch hydrolase inhibitory activities of king coconut water (*Cocos nucifera* var. *aurantiaca*) by fermentation with kombucha ‘tea fungus’. *Int J Food Sci Technol.* 2016;51:490-8.
17. Ayed L, Ben Abid S, Hamdi M. Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Ann Microbiol.* 2017;67(1):111–21.
18. Malbasa R, Loncar E, Kolarov L. Sucrose and inulin balance during tea fungus fermentation. *Roum Biotechnol Lett.* 2001;7(1):573–6.
19. Nguyen KN, Nguyen PB, Nguyen HT, Le PH. Screening the optimal ratio of symbiosis between isolated yeast and acetic bacteria strain from traditional Kombucha for high-level production of glucuronic acid. *LWT – Food Sci Technol.* 2015;64(2):1149–55.
20. Hoffmann N. Basic building blocks, nutrients and growth factors, what the kombucha culture needs to survive [Online] 2022. [cited 2024 Mar 30]. Available from: <http://www.kombu.de/nutrient.htm>
21. Nummer B. Kombucha brewing under the food and drug administration model food code: risk analysis and processing guidance. *J Environ Health.* 2013;76(4):8–11.



22. Dufresne C, Farnworth E. Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Res Int.* 2000;33(6):409–21.
23. Battikh H, Bakhrouf A, Ammar E. Antimicrobial effect of Kombucha analogues. *LWT - Food Sci Technol.* 2012;47(1):71–7.
24. Sreeramulu G, Zhu Y, Knol W. Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *J Agric Food Chem.* 2000;48(6):2586–94.
25. Jayabalan R, Subathradevi P, Marimuthu S, Sathishkumar M, Swaminathan K. Changes in free-radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation. *Food Chem.* 2008;109(1):227–34.
26. Chu SC, Chen C. Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of Kombucha. *Food Chem.* 2006;98(3):502–7.
27. Sales AL, Iriundo-DeHond A, DePaula J, Ribeiro M, Ferreira IMPLVO, Miguel MAL, et al. Intracellular antioxidant and anti-inflammatory effects and bioactive profiles of coffee cascara and black tea kombucha beverages. *Foods.* 2023;6;12:1905.
28. Jayabalan R, Chen P-N, Hsieh Y-S, Prabhakaran K, Pitchai P, Marimuthu S, et al. Effect of solvent fractions of kombucha tea on viability and invasiveness of cancer cells - characterization of dimethyl 2-(2 hydroxy-2-methoxypropylidene) malonate and vitexin. *Indian J Biotechnol.* 2011;10:75–82.
29. Srihari T, Arunkumar R, Arunakaran J, Satyanarayana U. Downregulation of signaling molecules involved in angiogenesis of prostate cancer cell line (PC-3) by kombucha (lyophilized). *Biomed Prev Nutr.* 2013;3(1):53–8.
30. Zubaidah E, Valencia V, Rifa'I M, Srianta I, Tewfik I. Investigating chemical changes during snake fruit and black tea Kombucha fermentation and the associated immunomodulatory activity in *Salmonella typhi*-infected mice. *Potr S J F Sci.* 2020;14:995-1000.
31. Permatasari HK, Nurkolis F, Augusta PS, Mayulu N, Kuswari M, Taslim NA, et al. Kombucha tea from seagrapes (*Caulerpa racemosa*) potential as a functional anti-ageing food: In vitro and in vivo study. *Heliyon.* 2021;7:e07944.
32. Villarreal-Soto SA, Bouajila J, Pace M, Leech J, Cotter PD, Souchard JP, et al. Metabolome-microbiome signatures in the fermented beverage, Kombucha. *Int J Food Microbiol.* 2020;333:108778.



33. Batista P, Rodrigues Penas M, Vila-Real C, Pintado M, Oliveira-Silva P. Kombucha: challenges for health and mental health. *Foods*. 2023;12(18):3378.
34. Jakubczyk K, Nowak A, Muzykiewicz-Szymańska A, Kucharski Ł, Szymczykowska K, Janda-Milczarek K. Kombucha as a potential active ingredient in cosmetics— an ex vivo skin permeation study. *Molecules*. 2024;29(5):1018.
35. Campano C, Balea A, Blanco A, Negro C. Enhancement of the fermentation process and properties of bacterial cellulose: a review. *Cellulose*. 2016;23(1):57–91.
36. Cacicedo ML, Castro MC, Servetas I, Bosnea L, Boura K, Tsafraquidou P, et al. Progress in bacterial cellulose matrices for biotechnological applications. *Bioresour Technol*. 2016;213:172–80.
37. Gama M, Gatenholm P, Klemm D. Bacterial nanocellulose: a sophisticated multifunctional material. USA, CRC Press, Taylor & Francis Group; 2013.
38. Jagannath A, Kalaiselvan A, Manjunatha SS, Raju PS, Bawa AS. The effect of pH, sucrose and ammonium sulphate concentrations on the production of bacterial cellulose (Nata-de-coco) by *Acetobacter xylinum*. *World J Microbiol Biotechnol*. 2018;24:2593–9.
39. Mabasa R, Milanovic S, Loncar E, Djuric M, Caric M, Ilicic M, et al. Milk-based beverages obtained by Kombucha application. *Food Chem*. 2009;112(1):178–84.
40. Tu C, Tang S, Azi F, Hu W, Dong M. Use of kombucha consortium to transform soy whey into a novel functional beverage. *J Funct Foods*. 2019;52:81–9.
41. Ayed L, Hamdi, M. Manufacture of a beverage from cactus pear juice using "tea fungus" fermentation. *Ann Microbiol*. 2015;65:2293–9.
42. Czaja WK, Young DJ, Kawecki M, Brown RM. The future prospects of microbial cellulose in biomedical applications. *Biomacromolecules*. 2007;8(1):1–12.
43. Puppi D, Chiellini F, Piras AM, Chiellini E. Polymeric materials for bone and cartilage repair. *Prog Polym Sci*. 2010;35(4):403–40.
44. Klemm D, Schumann D, Udhardt U, Marsch S. Bacterial synthesized cellulose - artificial blood vessels for microsurgery. *Prog Polym Sci*. 2001;26(9):1561–603.
45. Mamisahebei S, Khaniki G, Torabian A, Nasser S, Naddafi K. Removal of arsenic from an aqueous solution by pretreated waste tea fungal biomass. *Iran J Environ Health Sci Eng*. 2007;4(2):85–92.



46. Sciban MB, Prodanovic JM, Razmovski RN. Biosorption of copper (II) and chromium (VI) by modified tea fungus. *Acta Period Technol.* 2012;43:335–42.
47. Murugesan G, Sathishkumar M, Swaminathan K. Supplementation of waste tea fungal biomass as a dietary ingredient for broiler chicks. *Bioresour Technol.* 2005; 96(16):1743–8.
48. Niyazbekova ZhT, Nagmetova GZh, Kurmanbayev AA. An overview of bacterial cellulose applications. *Eurasian J App Biotechnol.* 2018;2:1-23.
49. Sabouraud S, Coppere B, Rousseau C, Testud F, Pulce C, Tholly F, et al. Environmental lead poisoning from lead-glazed earthenware used for storing drinks. *Rev Med Interne.* 2009;30(12):1038–43.
50. Kole A, Jones H, Christensen R, Gladstein J. A case of Kombucha tea toxicity. *J Intensive Care Med.* 2009;24(3):205–7.
51. Centers for Disease Control and Prevention. Unexplained severe illness possibly associated with consumption of kombucha tea—Iowa. *Morbidity and Mortality Weekly Report.* 1995;44:892–900.