คีเฟอร์ : ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหมักเพื่อสุขภาพ

วนิดา ปานอุทัย[1*]
สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา[2]
มัสนาวี อาดำ[3]
รัตตินันท์ โรมรัตตะพันธุ์[3]
ชาลิสา ยอดบำเพิง[3]

[1]ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[3]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[*]ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล : ifrwdp@ku.ac.th
รับเมื่อ 3 กรกฎาคม 2566 **แก้ไขเมื่อ** 7 กันยายน 2566 **ตอบรับเมื่อ** 28 พฤศจิกายน 2566

จุดเด่น

- ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมสุขภาพมนุษย์
- คีเฟอร์นมและคีเฟอร์น้ำผลิตได้จากจุลินทรีย์เฉพาะกลุ่ม
- ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหมักคีเฟอร์นมและคีเฟอร์น้ำมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันผู้บริโภคมีการให้ความสำคัญเกี่ยวกับอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติก ซึ่งมีส่วนช่วยในการสร้างสมดุลของระบบย่อยอาหาร และเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันจึงกำลังเป็นที่นิยม ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มคีเฟอร์เป็นผลิตภัณฑ์หมักที่เป็นทางเลือกที่ดีต่อสุขภาพ ซึ่งรสชาติและสารอาหารของคีเฟอร์ มีความแตกต่างกันไปตามชนิดของสารตั้งต้นและกลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการหมัก สามารถแบ่งได้เป็นคีเฟอร์นมที่ใช้นมเป็นวัตถุดิบหลัก และคีเฟอร์น้ำที่ไม่ใช้นมเป็นวัตถุดิบหลัก เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ที่แพ้ผลิตภัณฑ์นม แพ้แล็กโทส และผู้ที่บริโภคมังสวิรัติ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพ ช่วยในการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคได้

คำสำคัญ : คีเฟอร์นม คีเฟอร์น้ำ จุลินทรีย์ ฤทธิ์ทางชีวภาพ

Kefir : fermented beverage products for human health

Wanida Pan-utai[1*], Soisuda Pornpukdeewattana[2], Masnavee Adam[3], Rattinan Romrattaphan[3], and Charisa Yodbumpreng[3]

[1]Department of Applied Microbiology,
Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University
[2]Division of Fermentation Technology, School of Food Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
[3]Division of Food Science and Technology, School of Food Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
[*]Corresponding author, e-mail : ifrwdp@ku.ac.th
Received 3 July 2023; **Revised** 7 September 2023; **Accepted** 28 November 2023

Highlights

- Kefir products are highly effective at promoting human health
- Milk kefir and water kefir are usually produced by unique probiotic
- The two different kefir-fermented beverages have different physical, chemical and microbiological characteristics

Abstract

Consumers are paying more attention to healthy alternative food, especially during the COVID-19 epidemic. Food and beverage products that contain probiotics that contribute to the balance of the digestive system and strengthen the immune system are becoming popular. Kefir is a fermented product that is a healthy alternative food. Different tastes and nutrition depend on raw materials and microorganism groups in fermentation. There are divided into milk and water kefir, which uses milk and non-dairy as the raw materials, respectively. Water kefir is an alternative product for people with dairy allergies, lactose intolerance, and vegetarians. In addition, kefir products are biologically active. It helps to promote health and prevent disease.

Keywords : milk kefir, water kefir, microorganism, biological activities

บทนำ

ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวคีเฟอร์ หรือ คีเฟอร์นม (milk kefir) มีมานานหลายศตวรรษและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ปัจจุบันผู้บริโภคจำนวนมากสนใจการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ และมีจุลินทรีย์โพรไบโอติก อีกทั้งเป็นผลมาจากความต้องการของตลาดผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแล็กโทสต่ำ เนื่องด้วยในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์นม น้ำตาลแล็กโทสถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการหมัก นอกจากนี้คีเฟอร์ได้รับการรับรองให้เป็นส่วนหนึ่งใน “เก้าเทรนด์อาหารที่น่าจับตามองในปี 2021” โดยสถาบันนักเทคโนโลยีอาหาร (Institute of Food Technologies, IFT) จากสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 ทำให้ผู้บริโภคหันมาใส่ใจสุขภาพมากขึ้น และมองหาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกัน คาดการณ์การตลาดของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์จะเพิ่มขึ้น 456 ล้านเหรียญสหรัฐระหว่างปี พ.ศ. 2564-2568[1] คีเฟอร์นมเป็นผลิตภัณฑ์หมักที่มีความเป็นกรดและปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศแถบยุโรปตะวันออกและเอเชียกลาง โดยมีต้นกำเนิดในเทือกเขาคอเคซัส (Caucasus) เมื่อหลายพันปีก่อน ตั้งแต่นั้นมาคีเฟอร์ได้รับการบริโภคอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีรสชาติที่ดี และช่วยส่งเสริมสุขภาพของมนุษย์[2] และมีการเผยแพร่ไปยังประเทศอื่น ๆ โดยประเทศที่นิยมบริโภค ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส บราซิล และญี่ปุ่น[3] ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหมัก คีเฟอร์นม (milk kefir) และคีเฟอร์น้ำ (water kefir) ผลิตได้จากจุลินทรีย์โพรไบโอติกแตกต่างกัน ซึ่งมีลักษณะเป็นกลุ่มเจลาติน ซึ่งเรียกว่า เมล็ดคีเฟอร์นม (milk kefir grains) และเมล็ดคีเฟอร์น้ำ (water kefir grains) โดยเครื่องดื่มหมักทั้งสองชนิดมีลักษณะทางกายภาพและทางเคมีที่แตกต่างกัน รวมถึงเป็นแหล่งของโพรไบโอติกและมีคุณสมบัติเชิงหน้าที่เพื่อสุขภาพแตกต่างกันด้วย โดยที่คีเฟอร์นมมีปริมาณโปรตีนสูง เป็นแหล่งของโพรไบโอติกและพรี-ไบโอติก ขณะที่คีเฟอร์น้ำเป็นแหล่งโพรไบโอติก พรีไบโอติกและสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญต่อสุขภาพ เหมาะสำหรับผู้รับประทานมังสวิรัติและผู้บริโภคที่แพ้ผลิตภัณฑ์จากนม ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหมักนี้[4] จึงเป็นเครื่องดื่มหมักที่เป็นแหล่งของโพรไบโอติกที่มีความหลากหลาย และมีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ

คีเฟอร์ (Kefir)

โดยทั่วไปคีเฟอร์สามารถแบ่งได้ตามวัตถุดิบตั้งต้นในกระบวนการหมัก คือ นมเปรี้ยวคีเฟอร์ หรือ คีเฟอร์นม โดยใช้นมเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการหมัก (Figure 1) ขณะที่คีเฟอร์น้ำ (water kefir, sugary kefir, non-dairy kefir) ใช้วัตถุดิบที่ไม่ใช่นมเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในกระบวนการหมัก (Figure 2) ร่วมกับเมล็ดคีเฟอร์ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีความหลากหลาย แบ่งเป็นเมล็ดคีเฟอร์นม (milk kefir grains) และเมล็ดคีเฟอร์น้ำ (water kefir

grains) เป็นหัวเชื้อในการผลิตผลิตภัณฑ์หมักคีเฟอร์ ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ที่ผลิตได้จากนมได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากกว่าประเภทอื่น แต่เนื่องด้วยผลิตภัณฑ์จากนมอาจไม่เหมาะสำหรับผู้ที่แพ้แล็กโทส ผู้บริโภคมังสวิรัติ และผู้แพ้ผลิตภัณฑ์จากนม[5] ดังนั้นผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำจึงเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค

Figure 1 Main formulation of milk kefir production

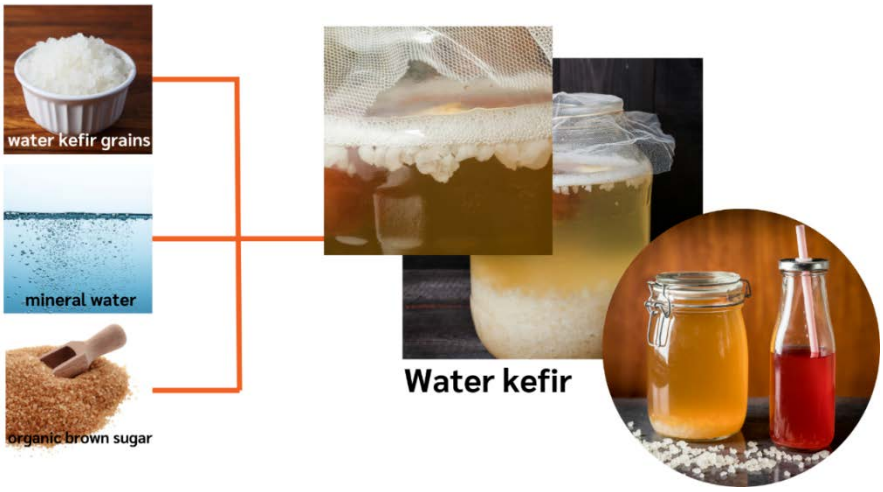

Figure 2 Main formulation of water kefir production

คีเฟอร์นม (milk kefir)

คีเฟอร์นมเป็นผลิตภัณฑ์หมักที่มีค่าความเป็นกรด มีปริมาณแอลกอฮอล์เกิดขึ้นเล็กน้อยจากกระบวนการหมัก นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศแถบยุโรปตะวันออกและเอเชียกลาง มีต้นกำเนิดในเทือกเขาคอเคซัส (Caucasus) บริเวณจุดเชื่อมกลางระหว่างยุโรปและเอเชียเมื่อหลายพันปีก่อน ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ได้รับความนิยม

เนื่องจากรสชาติที่ดีและมีฤทธิ์ทางชีวภาพในการส่งเสริมสุขภาพ[1] คีเฟอร์นมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักนมกับเมล็ดคีเฟอร์นม โดยที่เมล็ดคีเฟอร์นมมีรูปร่างเป็นเม็ดขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1-2.0 เซนติเมตร มีลักษณะคล้ายกับดอกกะหล่ำขนาดเล็กหรือข้าวโพดคั่ว และมีสีขาวจนถึงสีครีม โดยทั่วไปเมล็ดคีเฟอร์นม ประกอบด้วยปริมาณน้ำร้อยละ 86 และปริมาณของแข็งร้อยละ 14 ซึ่งส่วนที่เป็นของแข็งประกอบด้วย พอลิแซ็กคาไรด์ประมาณร้อยละ 58 โปรตีนร้อยละ 30 ไขมันร้อยละ 7 และเถ้าร้อยละ 5 องค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวอาจมีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของเมล็ดคีเฟอร์นม[4] และในการหมักแต่ละครั้งจะมีปริมาณชีวมวลของเมล็ดคีเฟอร์นมเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 3.0-3.5 ขึ้นอยู่กับปัจจัยในการหมัก[6]

กระบวนการผลิตคีเฟอร์นมแบบดั้งเดิม ทำได้โดยใช้น้ำนมเป็นวัตถุดิบตั้งต้น สามารถเตรียมได้จากแหล่งวัตถุดิบนมที่หลากหลาย ได้แก่ นมโค แพะ แกะ อูฐ และควาย ทำการฆ่าเชื้อวัตถุดิบนมด้วยการพาสเจอไรซ์ และทำให้เย็นลงในอุณหภูมิที่เหมาะสม นำเมล็ดคีเฟอร์นมเติมลงในน้ำนมร้อยละ 1-20 ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ในระหว่างการหมักแล็กโทสจากนมจะถูกย่อยสลายกลายเป็นกรดแล็กติกด้วยเอนไซม์เบต้า-กาแล็กโตซิเดส (β-galactosidase) ที่ผลิตโดยแบคทีเรียกรดแล็กติกที่มีอยู่ในเมล็ดคีเฟอร์ ส่งผลให้มีค่าความเป็นกรดด่างลดลงอยู่ในช่วง 4.0-4.6 และในระหว่างการหมักจะเกิดเอทานอลที่ผลิตโดยยีสต์ประมาณร้อยละ 0.5–2.0 อีกทั้งยังเกิดสารให้กลิ่นจากแบคทีเรียกรดแล็กติก เช่น แอลดีไฮด์ ไดอะซีทิล กรดอะซิติก และกรดโพรพิโอนิก เป็นต้น เมื่อสิ้นสุดการบ่มทำการกรองแยกเมล็ดคีเฟอร์ออกจากคีเฟอร์ และสามารถนำไปใช้สำหรับการหมักครั้งต่อไปได้[7-8] อย่างไรก็ตามการผลิตคีเฟอร์เพื่อบริโภคในครัวเรือน หากมีการรักษาสุขอนามัยและการฆ่าเชื้อก่อนกระบวนการหมักไม่ดี อาจมีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคจากการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคได้[8] นอกจากนี้การผลิตคีเฟอร์ในเชิงพาณิชย์จะใช้เมล็ดคีเฟอร์แบบแช่เยือกแข็งหรือใช้วิธี “Russian back slopping” ซึ่งเป็นกระบวนการหมักแบบต่อเนื่อง โดยเริ่มต้นด้วยการใช้เมล็ดคีเฟอร์ตามธรรมชาติเป็นเชื้อเริ่มต้นสำหรับกระบวนการหมักนม แม้ว่าคีเฟอร์จะสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบนมสัตว์ต่าง ๆ แต่คีเฟอร์ที่ทำจากนมวัวยังคงได้รับความนิยมมากที่สุดในประเทศแถบยุโรปตะวันออก และมีข้อระวังเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดอื่น ๆ เนื่องจากคุณลักษณะของน้ำนมดิบมีความสำคัญต่อการผลิตคีเฟอร์ โดยทั่วไปน้ำนมดิบที่ใช้ในการผลิตคีเฟอร์ควรมีจำนวนแบคทีเรียก่อโรคปนเปื้อนในปริมาณต่ำ ไม่มียาปฏิชีวนะและยาฆ่าเชื้อหลงเหลืออยู่[9]

คีเฟอร์น้ำ (water kefir)

ผู้บริโภคที่มีความต้องการผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น ความเสี่ยงต่อโรคที่มีสัตว์เป็นพาหะ จำนวนผู้บริโภคที่แพ้แล็กโทสหรือแพ้โปรตีนจากนม และการรับประทานอาหารมังสวิรัติ เป็นต้น คีเฟอร์

น้ำจึงได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น คีเฟอร์น้ำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักเมล็ดคีเฟอร์ด้วยสารละลายที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ผัก ผลไม้ และกากน้ำตาล เป็นต้น โดยสารละลายน้ำตาลทรายแดงเป็นสารตั้งต้นหลักที่เลือกใช้ในการหมักคีเฟอร์น้ำ โดยทั่วไปคีเฟอร์น้ำมักเตรียมได้จากวัตถุดิบจำพวกน้ำผลไม้ (แอปเปิล สับปะรด องุ่น มะตูม กีวี ลูกแพร์ ทับทิม แตง สตรอว์เบอร์รี มะเขือเทศ มะพร้าว) ผัก (ขิง หัวหอม ถั่วเหลือง ยี่หร่า แคร์รอต) กากน้ำตาล (อ้อย) และน้ำผึ้ง[10] ทั้งนี้สามารถสรุปภาพรวมชนิดของสารตั้งต้นหรือวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคีเฟอร์น้ำได้ใน Figure 3

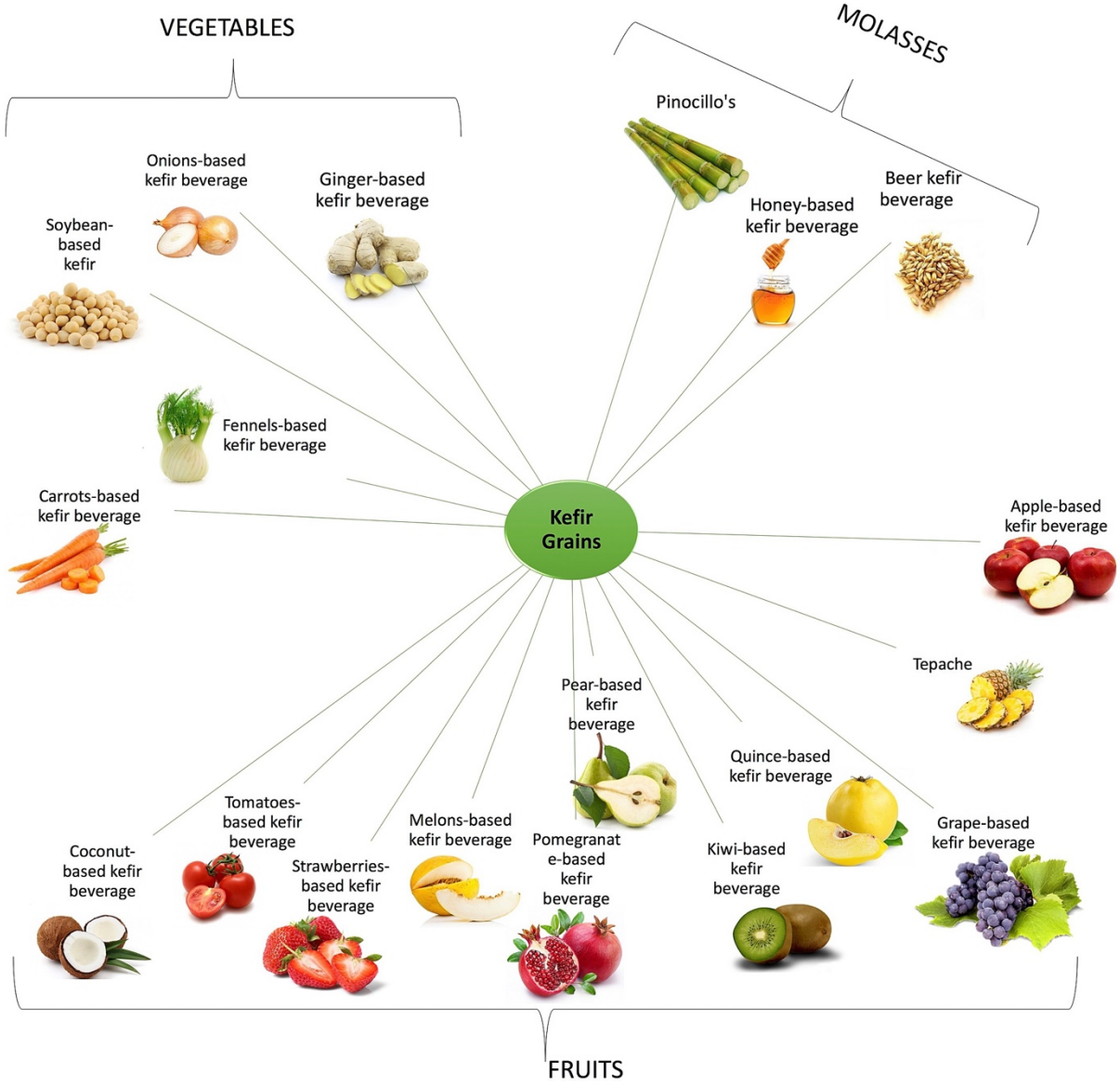

Figure 3 Non-dairy substrate for water kefir products[10]

ปัจจุบันมีรายงานการบริโภคคีเฟอร์น้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสที่เฉพาะตัวและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ประเทศที่มีการบริโภคเครื่องดื่มคีเฟอร์น้ำสูง ได้แก่ สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก แคนาดา ญี่ปุ่น ไทย มาเลเซีย ฝรั่งเศส กรีซ ตุรกี รัสเซีย สหราชอาณาจักร เนเธอร์แลนด์ นอร์เวย์ สวีเดน สเปน โปรตุเกส บราซิล ชิลี เปรู และอาร์เจนตินา[10-11] วิธีการผลิตคีเฟอร์น้ำแบบดั้งเดิมทำได้โดยการเติมเมล็ดคีเฟอร์น้ำลงในสารตั้งต้นที่ผ่านการพาสเจอไรซ์และทำให้เย็นลง บ่มที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานประมาณ 24 ชั่วโมง เมื่อการหมักเสร็จสิ้นเมล็ดคีเฟอร์จะถูกแยกจากผลิตภัณฑ์คีเฟอร์โดยการกรองตามด้วยการล้าง ทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง และเก็บรักษาไว้สำหรับขั้นตอนการหมักรอบถัดไป

องค์ประกอบทางเคมีและลักษณะทางประสาทสัมผัสของคีเฟอร์น้ำแตกต่างกันไปตามสารตั้งต้นที่ใช้ รวมถึงน้ำตาล (ซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส) กรดอินทรีย์ (กรดแล็กติก อะซิติก ซิตริก ทาร์ทาริก บิวทิริก มาลิก และกรดโพรพิโอนิก) แอลกอฮอล์ (เอทานอล เฮกซานอล และกลีเซอรอล) และเอสเทอร์ (เอทิล โพรพิโอเนต เฮกซาโนเอต ออคตาโนเอต และเดคาโนเอต) สารเมตาบอไลต์เหล่านี้มีคุณสมบัติด้านรสชาติที่โดดเด่นและแตกต่างกัน เช่น รู้สึกสดชื่น (เนื่องจากมีเอทานอล) มีกลิ่นหอมของผลไม้ (เนื่องจากมีเอสเทอร์) และมีเนื้อสัมผัส (เนื่องจากมีกลีเซอรอล) ซึ่งส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดความพึงพอใจ[10]

เมล็ดคีเฟอร์ (kefir grains)

เมล็ดคีเฟอร์เป็นหัวเชื้อสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ เมล็ดคีเฟอร์นม (milk kefir grains) และเมล็ดคีเฟอร์น้ำ (water kefir grains) มีลักษณะปรากฏดัง Figure 4 โดยเมล็ดคีเฟอร์ทั้งสองชนิดมีความคล้ายคลึงกันในด้านโครงสร้าง จุลินทรีย์และกระบวนการเมแทบอลิซึมในระหว่างกระบวนการหมัก อย่างไรก็ตามความหลากหลายของจุลินทรีย์ในเมล็ดคีเฟอร์ และปริมาณของสารเมตาบอไลต์ขั้นสุดท้ายอาจแตกต่างกันไปตามแหล่งคาร์บอน สารตั้งต้น และพลังงานที่ใช้ในการหมักเมล็ดคีเฟอร์[12] เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดคีเฟอร์นมและเมล็ดคีเฟอร์น้ำสามารถแสดงได้ใน Table 1

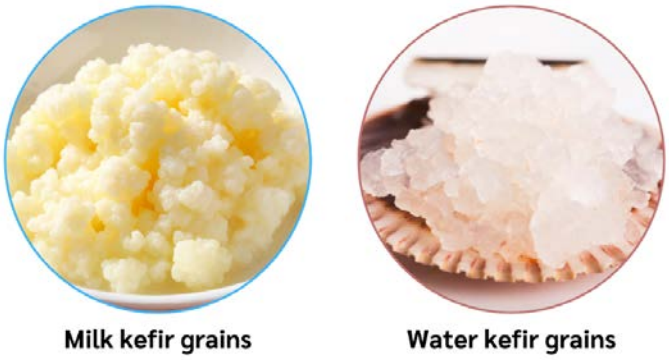

Figure 4 Appearance of milk and water kefir grains

Table 1 Comparison of milk kefir grains and water kefir grains for kefir fermented products[13]

Parameters	Milk kefir grains (MKG)	Water kefir grains (WKG)
Dimension	0.1–2.0 cm	Few mm to cm
Consistency	Resilient	Less resilient than MKG
Color	Creamy white	Transparent to colored depending on the fruit or vegetable medium
Average chemical composition	86% water, 14% dry matter, divided among polysaccharide (58%), protein (30%), fat (7%), and ash (5%)	Mostly unknown
Chemical structure	Kefiran, kefirose	Dextran, mannitol, mutan
Bacteria	*Lactobacillus paracasei, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus delbrueckii, Lactobacillus plantarum, and Lactobacillus kefiranofaciens* *Lactococcus* species usually found Acetic acid bacteria less important	*Lactobacillus casei/paracasei, Lactobacillus hordei, Lactobacillus hilgardii, and Lactobacillus nagelii* *Lactococcus* species rarely found Acetic acid bacteria important
Yeasts	*Candida* (dominant)	*Saccharomyces cerevisiae* (dominant)
Main aroma compounds	Aldehydes, ketones, acids	Esters
Biological effects	Many studies reporting several functional properties	Few studies reporting functional properties still needing to be assessed in humans
Production	Animal milk, vegetable “milk”, inoculated with MKG	Water with sugar and fruits, fruit/vegetable/cereal juices inoculated with WKG or MKG
Scale-up	Well established	Not achieved yet
Market share	Significant	Limited
Consumer	Unsuitable for lactose intolerant, dairy-allergic, vegetarian and vegan	Suitable for lactose intolerant, dairy-allergic, vegan and vegetarian. Higher flavor versatility, appealing for children

เมื่อเปรียบเทียบเมล็ดคีเฟอร์ระหว่างเมล็ดคีเฟอร์นมและเมล็ดคีเฟอร์น้ำในด้านรูปร่าง สีองค์ประกอบทางเคมี จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง และอื่น ๆ พบว่า เมล็ดคีเฟอร์นมมีขนาดประมาณ 0.1-2.0 เซนติเมตร เป็นเม็ดละเอียดและมีรูปร่างคล้ายดอกกะหล่ำ มีสีขาวครีมและยืดหยุ่นได้ ในทางตรงกันข้ามเมล็ดคีเฟอร์น้ำ มีรูปร่างคล้ายผลึกที่มีเมือก มีขนาดตั้งแต่มิลลิเมตรจนถึงเซนติเมตร โดยมีสีแตกต่างกัน มีลักษณะโปร่งใสจนถึงทึบแสงขึ้นอยู่กับเมทริกซ์ของเหลวที่จะเป็นสารตั้งต้นในการหมัก (เช่น ผักและผลไม้ เป็นต้น) แม้ว่าจะไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดคีเฟอร์น้ำแต่พบรายงานว่า เมล็ดคีเฟอร์น้ำประกอบด้วย ส่วนประกอบของน้ำเป็นหลัก (ร้อยละ 86 ของน้ำหนักต่อน้ำหนัก) มีสัดส่วนของน้ำหนักแห้งประมาณร้อยละ 14 ของน้ำหนักทั้งหมด แบ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (ร้อยละ 58) โปรตีน (ร้อยละ 30) ไขมัน (ร้อยละ 7) และเถ้า (ร้อยละ 5)[4] ผลขององค์ประกอบจุลินทรีย์ที่หลากหลายในเมล็ดคีเฟอร์ และผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ส่งผลให้ลักษณะทางจุลชีววิทยา เคมีกายภาพ โภชนาการ และประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มคีเฟอร์เหล่านี้แตกต่างกัน[5]

เมล็ดคีเฟอร์นมประกอบด้วยแบคทีเรียและยีสต์ โดยโครงสร้างพอลิแซ็กคาไรด์ของแบคทีเรียเหล่านี้มีความจำเพาะต่อเมล็ดคีเฟอร์นม เรียกว่า "kefiran" ซึ่งประกอบด้วยพอลิแซ็กคาไรด์เคฟิแรน (kefiran) และเพนทาแซ็กคาไรด์เคฟิโรส (pentasaccharide kefirose) ซึ่งโครงสร้างเฮทเทอโรพอลิแซ็คคาไรด์ (heteropolysaccharide) ของเมล็ดคีเฟอร์นมนี้ เป็นโมเลกุลของกลูโคกา-แล็กแตน (glucogalactan) ที่ละลายน้ำได้ ซึ่งประกอบด้วยกลูโคสและกาแล็กโทสในปริมาณที่เท่ากัน โดยมีหน่วยเฮกโซสประมาณ 127 หน่วย แบคทีเรียที่ทำหน้าที่ผลิตเอ็กโซพอลิแซ็กคาไรด์ (exopolysaccharide) ในเมล็ดคีเฟอร์นม ได้แก่ *L. kefiranofaciens*, *L. kefir*, *L. kefirgranum* และ *L. parakefir* ขณะที่เมล็ดคีเฟอร์น้ำประกอบด้วยโมเลกุลของเดกซ์แทรน (dextran) ซึ่งเมล็ดคีเฟอร์น้ำ สามารถเรียกได้แตกต่างกัน เช่น “sugary kefir grains” “Tibi”, “Tibico”, “Graines Vivantes” และ “ผลึกน้ำญี่ปุ่น” เป็นต้น โดยที่โครงสร้างเดกซ์แทรนของเมล็ดคีเฟอร์น้ำ เกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงระหว่าง α-D-(1-6) กับ (1-3) ของกลูโคไพราโนซิลเรซิดิว (glucopyranosyl residues) ส่วนแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ผลิตเอ็กโซพอลิแซ็กคาไรด์ในเมล็ดคีเฟอร์น้ำประกอบด้วย *L. casei, L. mesenteroides, L. nagelii, L. hordei* และ *L. hilgardii* มีหน้าที่สร้างโครงสร้างเดกซ์แทรน โดยที่เมล็ดคีเฟอร์น้ำไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในนม เนื่องจาก *L. hilgardii* ไม่สามารถย่อยแล็กโทส ดังนั้นจึงไม่มีการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ที่จำเป็นสำหรับการเพิ่มมวลชีวภาพ ซึ่งโครงสร้างทางเคมีของพอลิแซ็กคาไรด์ของเมล็ดคีเฟอร์น้ำนมและเมล็ดคีเฟอร์น้ำแสดงดัง Figure 5

นอกจากนี้เมล็ดคีเฟอร์ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีความหลากหลาย ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก (Lactic Acid Bacteria, LAB) แบคทีเรียกรดอะซีติก (Acetic Acid Bacteria, AAB) และยีสต์ ซึ่งจุลินทรีย์สาย

พันธุ์ต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันทางชีวภาพ พึ่งพาอาศัยกัน และขยายพันธุ์โดยใช้ชีวผลิตภัณฑ์เป็นแหล่งพลังงานหรือปัจจัยกระตุ้นการเจริญเติบโต จุลินทรีย์ที่พบได้ในเมล็ดคีเฟอร์นมและเมล็ดคีเฟอร์น้ำสามารถแสดงได้ดัง Table 2

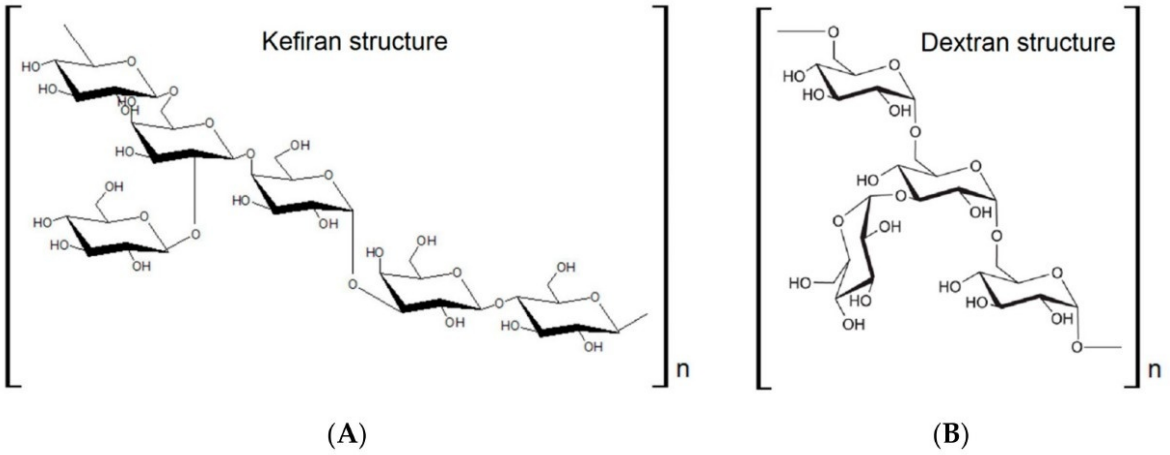

Figure 5 Structure of milk kefir grains (A) and water kefir grains (B) polysaccharides[14]

Table 2 Microorganisms related from milk and water kefir grains[10]

Microbial	Genus	Milk kefir grains	Water kefir grains
Bacteria	*Acetobacter*	*A. fabarium, A. orientalis, A. lovaniensis, A. aceti, A. rasens.*	*A. fabarium, A. orientalis, A. lovaniensis.*
	Lactobacillus	*L. acidophilus, L. brevis, L. buchneri, L. casei* subsp. *pseudoplantarum, L. delbrueckii, L. fermentum, L. helveticus, L. kefiranofaciens, L. kefiri, L. otakiensis, L. paracasei, L. parabuchneri, L. plantarum, L. rhamnosus, L. sake, L. sunkii.*	*L. brevis, L. buchneri, L. casei* subsp. *casei, L. casei* subsp. *rhamnosus, L. diolivorans, L. fermentum, L. harbinensis, L. hilgardii, L. hordeii, L. kefiranofaciens, L. kefiri, L. lactis, L. mali, L. nagelli, L. paracasei, L. parafarraginis, L. perolens, L. plantarum, L. satsumensis.*
	Leuconostoc	*L. mesenteroides.*	*L. citreum, L. mesenteroides.*
	Lactococcus	*L. cremoris, L. lactis, L. raffinolactis.*	nd.
	Pediococcus	*P. acidilactici, P. dextrinicus, P. pentosaceus.*	nd.
	Streptococcus	*S. durans, S. thermophilus*	nd.
	Other species	nd.	*Lysinibacillus sphaericus, Oenococcus kitaharae,*

Table 2 (ต่อ)

Microbial	Genus	Milk kefir grains	Water kefir grains
			Bifidobacterium psychraerophilum.
Yeast	*Candida*	*C. iconspicua, C. kefir, C. krusei, C. lambica, C. maris, C. humilis.*	nd.
	Saccharomyces	*S. cerevisiae, S. turicensis.*	*S. cerevisiae.*
	Pichia	*P. fermentans.*	*P. membranifaciens, P. kudriavzevii.*
	Lanchancea	*L. meyercii.*	*L. fermentati, L. meyercii.*
	Kluyveromyces	*K. lactis.*	*K. lactis, K. marxianus.*
	Kazachstania	*K. unispora, K. servazzii, K. aerobia, K. solicola.*	*K. aerobia, K. unispora.*
	Hanseniaspora	*H. guillermondi.*	*H. valbyensis, H. uvarum.*
	Other species	*Cryptococcus humicolus, Geotrichum candidium, Zygosaccharomyces fermentati.*	*Zygotorulaspora florentina, Issatchenkia orientalis, Zygosaccharomyces fermentati, Dekkera bruxellensis.*

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มของจุลินทรีย์ที่พบได้บ่อยในเมล็ดคีเฟอร์นมและเมล็ดคีเฟอร์น้ำ พบว่ายีสต์เป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายสูงสุด ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าเมแทบอลิซึมของยีสต์ขึ้นอยู่กับแหล่งคาร์บอนและแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในระหว่างการหมัก ปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงอาจกระตุ้นการเจริญเติบโตของยีสต์ *Saccharomyces* ซึ่งสามารถเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสเป็นกลูโคสและฟรุกโตสโดยเอนไซม์อินเวอร์เตส นอกจากนี้ยีสต์ชนิดอื่น ๆ ที่มีความสามารถในการหมักสูงยังพบในคีเฟอร์น้ำ เช่น *Hanseniaspora, Pichia* และ *Lachancea* โดยทั่วไปแล้วยีสต์กลุ่มนี้จะมีความโดดเด่นในขั้นตอนแรกของการหมัก ก่อนที่ *S. cerevisiae* จะทำงาน ยีสต์ที่พบในเมล็ดคีเฟอร์น้ำเหล่านี้มีส่วนช่วยในการปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มกลุ่ม LAB ส่งเสริมกลิ่นและรสชาติที่มีความเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ ในทางกลับกัน น้ำตาลแล็กโทสไดแซ็กคาไรด์ที่มีอยู่ในนมจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของยีสต์ในกลุ่มอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม แบคทีเรียกลุ่ม AAB ที่มีปริมาณสูงขึ้นในคีเฟอร์น้ำสัมพันธ์กับคีเฟอร์นม ซึ่งบ่งชี้ว่าเมแทบอลิซึมของ AAB ถูกกระตุ้นด้วยสารตั้งต้นที่มีน้ำตาลเปลี่ยนเป็นเอทานอลโดยยีสต์ เพื่อการเจริญเติบโตและเมแทบอลิซึมของกรดอะซิติก[10]

ผลของคีเฟอร์ต่อสุขภาพ

ผลิตภัณฑ์หมักคีเฟอร์มีประโยชน์ต่อสุขภาพ รวมถึงส่งผลต่อการป้องกันโรค และการรักษาบางชนิด ซึ่งผลเหล่านี้มาจากสารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลากหลายชนิด เช่น กรดอินทรีย์ อะซีตัล-

ดีไฮด์ และเปปไทด์ ที่ผลิตขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก รวมทั้งจุลินทรีย์ที่มีความหลากหลายสูง เช่น แบคทีเรียกรดแล็กติกที่เป็นจุลินทรีย์ส่วนสำคัญในองค์ประกอบของคีเฟอร์ มีส่วนช่วยในการป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ โรคหัวใจและหลอดเลือด เบาหวานชนิดที่สอง โรคอ้วน โรคไต ช่วยในการปรับระบบภูมิคุ้มกันและจุลินทรีย์ในลำไส้ผ่านกลไกทางชีววิทยาที่แตกต่างกัน

ฤทธิ์ต้านมะเร็ง การรับประทานคีเฟอร์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโพรไบโอติก จึงเป็นทางเลือกในการลดการขยายตัวของเซลล์มะเร็ง ซึ่งมีรายงานศักยภาพการบริโภคคีเฟอร์เพื่อช่วยในการต้านมะเร็ง[15] นอกจากนี้คีเฟอร์ยังประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ ที่มีส่วนช่วยในการต้านมะเร็ง เช่น เปปไทด์ พอลิแซ็กคาไรด์ และสฟิงโกลิพิด (sphingolipids) เป็นการรวมตัวของสฟิงโกซายน์ (sphingosine) กับกรดไขมันและหมู่ฟอสเฟต มีศักยภาพสูงในการยับยั้งการเพิ่มจำนวนและการเหนี่ยวนำให้เกิดอะพอพโทซิสในเซลล์เนื้องอก และยังมีบทบาทสำคัญในเส้นทางการส่งสัญญาณและกระบวนการทางชีววิทยาของเซลล์ต่าง ๆ เช่น การตายของเซลล์ การเพิ่มจำนวน และการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ เป็นต้น คีเฟอร์มีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์ต้านมะเร็งโดยการยับยั้งการหลั่งของ tumor growth factor จึงทำให้เกิดการตายของเซลล์ นอกจากนี้ยังพบว่า คีเฟอร์ทำให้ลดการดื้อยาลงและยังส่งเสริมฤทธิ์ต้านมะเร็งของด็อกโซรูบิซิน (DOX) ในเคมีบำบัด[5,16]

ลำไส้อักเสบ โรคลำไส้อักเสบและอาการลำไส้ใหญ่บวมเป็นแผล เป็นสาเหตุสำคัญของการเจ็บป่วยในประเทศที่พัฒนาแล้ว โรคเหล่านี้เป็นผลมาจากพันธุกรรมและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมโดยรอบของแต่ละบุคคลซึ่งมีบทบาทสำคัญในการปรับองค์ประกอบของจุลินทรีย์[17] ภาวะความไม่สมดุลของจุลินทรีย์ (Dysbiosis) เป็นสาเหตุที่ทำให้ลำไส้อ่อนแอ และเกิดการกระตุ้นภูมิคุ้มกันในลำไส้ทำงานไม่เหมาะสม จึงทำให้เกิดอาการลำไส้ใหญ่บวมเป็นแผล ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ประกอบด้วยจุลินทรีย์โพรไบโอติกมากกว่า 50 ชนิด รวมทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และได้รับการยอมรับว่ามีบทบาทส่งเสริมสุขภาพหลายประการ จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพเหล่านี้เป็นที่ทราบกันดีว่าสามารถอยู่รอดได้นานในกระเพาะอาหาร ดังนั้นจึงสามารถทนสภาวะในระบบทางเดินทางอาหารได้ดีกว่าโพรไบโอติกสายพันธุ์ดั้งเดิมอื่น ๆ[2] โดยจุลินทรีย์กลุ่ม *Lactobacillus* ที่พบในคีเฟอร์สามารถอยู่รอดได้ดีกว่า *Lactococcus* โดยมีอัตราการรอดชีวิตร้อยละ 97.2[18] การเจริญเติบโตของแบคทีเรียกรดแล็กติกส่วนใหญ่ทำให้สภาพแวดล้อมในลำไส้เป็นกรดเพื่อเพิ่มจำนวนแบคทีเรียและเอ็กโซพอลิแซ็กคาไรด์ โดยที่เอ็กโซพอลิแซ็กคาไรด์สามารถต้านจุลชีพอื่น ๆ ได้ ซึ่งมีส่วนในการป้องกันการเกิดโรค เช่น ช่วยลดจำนวนของจุลินทรีย์ก่อโรค *Enterobacteriaceae* เป็นต้น จึงเป็นการป้องกันสุขภาพของผู้บริโภค[19]

ฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือด

โรคเบาหวานเป็นภาวะที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการหลั่งอินซูลินไม่เพียงพอ การรักษาด้วยอินซูลินมีต้นทุนสูง การรักษาด้วยยาหรืออาหารทางเลือกที่มีฤทธิ์ต้านเบาหวานที่คล้ายคลึงกับอินซูลินจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ[20] โดยกลไกการออกฤทธิ์ต้านเบาหวานของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์เกิดจากโพรไบโอติก ซึ่งการบริโภคโพรไบโอติกช่วยลดปริมาณแบคทีเรียแกรมลบในลำไส้เล็กส่งผลให้การผลิตไลโปพอลิแซ็กคาไรด์ (lipopolysaccharide, LPS) ลดลง การดูดซึม LPS ที่ลดลงยังช่วยลดระดับการอักเสบของโรคเบาหวาน ซึ่งช่วยฟื้นฟูการทำงานของตัวรับอินซูลินซึ่งนำไปสู่การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีขึ้น[2] นอกจากการช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดแล้ว ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ยังช่วยลดระดับของ glycated hemoglobin และฟอสฟอรัส ซึ่งส่งผลต่อการชะลอภาวะไตเสื่อมในผู้ป่วยโรคเบาหวานอีกด้วย[20] ดังนั้นคีเฟอร์จึงได้รับการยอมรับว่าเป็นอาหารบำบัดที่มีประสิทธิภาพที่สามารถจัดการโรคเบาหวานได้ ทั้งนี้สามารถสรุปผลต่อสุขภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์นมและคีเฟอร์น้ำได้ดัง Figure 6

Figure 6 Human health effects of milk kefir and water kefir[4]

บทสรุป

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มที่มีแบคทีเรียกรดแล็กติก หรือจุลินทรีย์โพรไบโอติกกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในช่วงสถานการณ์โรคระบาด โควิด 19 และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ[13] เนื่องจากผู้บริโภคยุคใหม่ให้ความสนใจในสุขภาพส่วนบุคคลมากขึ้นและคาดหวังว่าอาหารที่บริโภคจะส่งผลดีต่อสุขภาพหรือสามารถช่วยป้องกันโรคได้ ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์เป็นหนึ่งใน

เครื่องดื่มนมหมักแบบดั้งเดิมที่มีการบริโภค และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ในเมล็ดคีเฟอร์จะมีจุลินทรีย์หลายชนิดอยู่ร่วมกัน ส่งเสริมให้เกิดผลิตภัณฑ์คีเฟอร์มีลักษณะเฉพาะตัว[15] ข้อจำกัดที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผลิตภัณฑ์นมหมักคือ ผู้ที่แพ้ผลิตภัณฑ์นม แพ้แล็กโทส ผู้ที่บริโภคมังสวิรัติ และผู้ที่กังวลเกี่ยวกับปริมาณคอเลสเตอรอลจะไม่สามารถบริโภคได้[21] จึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกที่ไม่ใช้นม เช่น คีเฟอร์น้ำที่มีการใช้ผลไม้เป็นสารตั้งต้นในการหมัก ซึ่งมีข้อได้เปรียบทั้งทางด้านรสชาติและสารอาหารที่แตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้ที่ใช้[22] แต่มีข้อควรระวังในการบริโภคคือ คีเฟอร์น้ำเป็นเครื่องดื่มที่มีน้ำตาล (ซูโครส) เป็นหลัก จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงระดับน้ำตาลที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งอาจทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคน้ำตาลมากเกินไป[23] ผลิตภัณฑ์หมักคีเฟอร์สามารถทำได้โดยวิธีพื้นบ้านดั้งเดิม ซึ่งอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค[9] อย่างไรก็ตามเมล็ดคีเฟอร์นั้นมีอายุการเก็บรักษาสั้นและมีโครงสร้างซับซ้อน ยังไม่เหมาะสำหรับการผลิตเชิงพาณิชย์ซึ่งต้องการความเสถียรของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องยากที่จะรักษาคุณภาพในการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน จึงมีการใช้เชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ที่แยกจากเมล็ดคีเฟอร์ในการผลิตคีเฟอร์ เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการสร้างมาตรฐานการผลิตคีเฟอร์และควบคุมคุณสมบัติได้ตามต้องการ[15]

เอกสารอ้างอิง

1. Gonzalez-Orozco BD, Garcia-Cano I, Jimenez-Flores R, Alvarez VB. Invited review: Milk kefir microbiota-Direct and indirect antimicrobial effects. J Dairy Sci. 2022;105(5):3703-15.
2. Rosa DD, Dias MMS, Grzeskowiak LM, Reis SA, Conceicao LL, Peluzio M. Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. Nutr Res Rev. 2017;30(1):82-96.
3. Fiorda FA, de Melo Pereira GV, Thomaz-Soccol V, Rakshit SK, Pagnoncelli MGB, Vandenberghe LPS, et al. Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - A review. Food Microbiol. 2017;66:86-95.
4. Guzel-Seydim ZB, Gökırmaklı Ç, Greene AK. A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. Trends Food Sci Technol. 2021;113:42-53.
5. Bengoa AA, Iraporda C, Garrote GL, Abraham AG. Kefir micro-organisms: their role in grain assembly and health properties of fermented milk. J Appl Microbiol. 2019;126(3):686-700.
6. Guzel-Seydim Z, Kok-Tas T, Ertekin-Filiz B, Seydim AC. Effect of different growth conditions on biomass increase in kefir grains. J Dairy Sci. 2011;94(3):1239-42.
7. Azizkhani M, Saris PEJ, Baniasadi M. An in-vitro assessment of antifungal and antibacterial activity of cow, camel, ewe, and goat milk kefir and probiotic yogurt. J Food Meas Charact. 2020;15(1):406-15.
8. Garofalo C, Ferrocino I, Reale A, Sabbatini R, Milanovic V, Alkic-Subasic M, et al. Study of kefir drinks produced by backslopping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: Microbial dynamics and volatilome profile. Food Res Int. 2020;137:109369.
9. Azizi NF, Kumar MR, Yeap SK, Abdullah JO, Khalid M, Omar AR, et al. Kefir and Its Biological Activities. Foods. 2021;10(6).

10. Fiorda FA, de Melo Pereira GV, Thomaz-Soccol V, Rakshit SK, Pagnoncelli MGB, Vandenberghe LPdS, et al. Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - A review. Food Microbiology. 2017;66:86-95.
11. Leite AMdO, Miguel MAL, Peixoto RS, Rosado AS, Silva JT, Paschoalin VMF. Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. Braz J Microbiol. 2013;44:341-9.
12. Fiorda FA, de Melo Pereira GV, Thomaz-Soccol V, Medeiros AP, Rakshit SK, Soccol CR. Development of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and honey. LWT - Food Sci Technol. 2016;68:690-7.
13. Spizzirri UG, Loizzo MR, Aiello F, Prencipe SA, Restuccia D. Non-dairy kefir beverages: Formulation, composition, and main features. J Food Compos Anal. 2023;117.
14. Cottet C, Ramirez-Tapias YA, Delgado JF, de la Osa O, Salvay AG, Peltzer MA. Biobased Materials from Microbial Biomass and Its Derivatives. Materials. 2020;13(6):1263.
15. Yilmaz B, Sharma H, Melekoglu E, Ozogul F. Recent developments in dairy kefir-derived lactic acid bacteria and their health benefits. Food Bioscience. 2022;46:101592.
16. Sharifi M, Moridnia A, Mortazavi D, Salehi M, Bagheri M, Sheikhi A. Kefir: a powerful probiotics with anticancer properties. Med Oncol. 2017;34(11):183.
17. Ramos GP, Papadakis KA. Mechanisms of Disease: Inflammatory Bowel Diseases. Mayo Clin Proc. 2019;94(1):155-65.
18. Kim DH, Jeong D, Kim H, Seo KH. Modern perspectives on the health benefits of kefir in next generation sequencing era: Improvement of the host gut microbiota. Crit Rev Food Sci Nutr. 2019;59(11):1782-93.
19. Jeong D, Kim DH, Kang IB, Kim H, Song KY, Kim HS, et al. Modulation of gut microbiota and increase in fecal water content in mice induced by administration of Lactobacillus kefiranofaciens DN1. Food Funct. 2017;8(2):680-6.
20. Sharma H, Ozogul F, Bartkiene E, Rocha JM. Impact of lactic acid bacteria and their metabolites on the techno-functional properties and health benefits of fermented dairy products. Crit Rev Food Sci Nutr. 2021:1-23.
21. Gupta S, Abu-Ghannam N. Probiotic fermentation of plant based products: possibilities and opportunities. Crit Rev Food Sci Nutr. 2012;52(2):183-99.
22. Mendes RML, Andrade RHCd, Marques MdFF, Andrade ERd. Potential use of the passion fruit from caatinga in kefir. Food Biosci. 2021;39.
23. Lynch KM, Wilkinson S, Daenen L, Arendt EK. An update on water kefir: Microbiology, composition and production. Int J Food Microbiol. 2021;345:109128.