

ศึกษาประสิทธิภาพของยีสต์ธรรมชาติจากหัวเชื้อหมักพืชสมุนไพรต่อคุณภาพแป้งพืชมะพร้าว

วิชญมาส ด่านกุล*, ธนพิชฌน์ จันทร์เด่นดวง, และสรวิทย์ เมธาทิพย์กษณนท์

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต ตำบลคลองสี่ อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

* Corresponding author: wichayamastkate@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของน้ำหมักสมุนไพรในการพัฒนาเชื้อยีสต์ธรรมชาติ สำหรับใช้เป็น sourdough starter ในการผลิตแป้งพืชมะพร้าวเพื่อสุขภาพ เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ โดยเลือกใช้พืชสมุนไพรที่หาได้ง่าย มีทุกฤดูกาล ได้แก่ เหนือช้าง เหนือข่า ใบตะไคร้ ดอกอัญชัน ดอกกระเจียว และดอกเก๊กฮวย หมักร่วมกับน้ำและน้ำผึ้งภายใต้สภาวะควบคุมเป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทุก 24 ชั่วโมง พบว่าค่า pH ลดลงตามระยะเวลาหมัก น้ำหมักที่ได้ถูกนำมาเลี้ยงยีสต์ธรรมชาติร่วมกับแป้งสาลีไม่ฟอกสีในอัตราส่วน 1:1 และนำมาเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อยีสต์ในอัตราส่วน 1:1:1 วัดความสูงของเนื้อแป้งในช่วง 7 วัน พบว่าน้ำหมักจากดอกเก๊กฮวยที่หมัก 3 วันให้ผลการพองตัวของแป้งสูงสุด และถูกเลือกเป็น sourdough starter เพื่อพัฒนาแป้งพืชมะพร้าว โดยศึกษาสัดส่วนการใช้ในระดับ 5, 10, 15, 20 และ 25 กรัม ต่อแป้งขนมปัง 30 กรัม พบว่า ปริมาณ 15 กรัมให้การกระจายตัวของฟองอากาศในแป้งสมดุลที่สุด และความสูงของเนื้อแป้งใกล้เคียงชุดควบคุมมากที่สุด เมื่อปรับสูตรแป้งพืชมะพร้าวโดยใช้แป้งสาลีไม่ฟอกสีชนิดปราศจากกลูเตนร่วมกับแป้งโฮลวีทในอัตราส่วน 4:1 พบว่า สูตร T1 ซึ่งใช้ส่วนผสมเดิมให้ค่าความยืดหยุ่นสูงสุดคือ 16.29 MPa ใกล้เคียงกับชุดควบคุม (19.41 MPa) แสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมของการใช้ sourdough starter จากน้ำหมักสมุนไพรในการผลิตแป้งพืชมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเพิ่มมูลค่าสมุนไพรไทย

คำสำคัญ: ยีสต์ธรรมชาติ / น้ำหมัก / กลูเตน / Sourdough starter / แป้งโฮลวีท

The Effectiveness of natural Yeast from Fermented Herbal Starters on the Quality of Pizza Dough

Wichayamast Dankul*, Thanapit Chandenduang, and Sarawee Methapitaknon

Suankularb Wittayalai Rangsit School, Khlong Luang, Pathum Thani, Thailand.

* Corresponding author: wichayamastkate@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to explore the potential of herbal fermented extracts in developing natural yeast for used as a sourdough starter in the production of healthy pizza dough. Readily available herbs and available in every season were selected, including ginger rhizomes, galangal rhizomes, lemongrass leaves, butterfly pea flowers, roselle flowers, and chrysanthemum flowers. These herbs were fermented with water and honey under controlled conditions for 3, 5, and 7 days, with pH levels measured every 24 hours. The results showed a decrease in pH over the fermentation period. The fermented extracts were then used to culture natural yeast with unbleached wheat flour in a 1:1 ratio and served as a yeast nutrient in a 1:1:1 ratio. The dough height was measured over a 7-day period. Among all samples, the extract from chrysanthemum flowers fermented for 3 days yielded the highest dough rise and was selected as the sourdough starter for further development. Different amounts of the starter (5, 10, 15, 20, and 25 grams per 30 grams of bread flour) were tested. The 15 grams proportion provided the most balanced air bubble distribution and the dough height closest to the control group. When the pizza dough formula was adjusted using a gluten-free unbleached wheat flour mixed with whole wheat flour in a 4:1 ratio, it was found that formula T1, which used the original starter, achieved the highest elasticity value of 16.29 MPa, which was close to the control group (19.41 MPa).

These findings demonstrate the suitability of using herbal fermented extract as a sourdough starter for healthy pizza dough production and highlight its potential to add value to Thai herbs.

Keywords: Natural yeast / Fermented extract / Gluten / Sourdough starter / Whole wheat flour

1. บทนำ

ด้วยสถานการณ์ที่เร่รุมในปัจจุบันทำให้เวลาในแต่ละวันหมดไปกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การเรียน การทำงานและเดินทาง เป็นต้น ดังนั้นอาหารที่รับประทานจึงเป็นประเภทที่มีความสะดวกและรวดเร็ว อาหารประเภทฟาสต์ฟู้ดจึงได้รับความนิยมมากขึ้นและหนึ่งในอาหารเหล่านั้นคือ พิซซ่า การทำพิซซ่าในปัจจุบันมีการนำแป้งพิซซ่าสำเร็จรูปมาใช้มากขึ้น เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของวัตถุดิบเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ อีกทั้งแป้งที่ใช้ผ่านการปรุงแต่งให้ขาวโดยการฟอกสีทำให้วิตามิน และเกลือแร่ถูกกำจัดออกไป [1] การทำแป้งพิซซ่าเพื่อสุขภาพเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ลดความเสี่ยงในการก่อโรค เป็นผลดีต่อสุขภาพมากขึ้นจะสามารถตอบสนองผู้บริโภคในยุคปัจจุบันได้

พิซซ่าจัดอยู่ในหมวดเดียวกับขนมปังแบบ flat bread หรือขนมปังที่มีลักษณะเนื้อแน่นแผ่นแบน ตกแต่งหน้าด้วยชีส เนื้อสัตว์ ซอสและเครื่องเคียงต่าง ๆ มีส่วนประกอบหลักคือ แป้งสาลีหรือแป้งขนมปังที่ให้ความเหนียวนุ่มยืดหยุ่น น้ำตาลเพิ่มความหวานและเก็บความชื้น เกลือช่วยให้รสชาติและกลิ่นของแป้งเด่นชัดแต่ใส่ปริมาณมากจะชะลอการทำงานของยีสต์ น้ำมันพิซซ่าทำให้เกิดความอ่อนนุ่ม ให้กลิ่นและรสชาติดีและช่วยในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเตนมีความแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ก่อนแป้งจะยอมให้ก๊าซแพร่กระจายและขยายตัวได้ดี ทำให้ขนมปังมีปริมาตรเพิ่มขึ้น แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะทำให้เนื้อไม่แน่น และไม่ขึ้นฟู น้ำช่วยในการรวมตัวของโปรตีนในแป้งสาลีเกิดเป็นกลูเตน ที่จะเปลี่ยนเป็นโดที่มีความนุ่ม ยืดหยุ่นดี ช่วยควบคุมความชื้นและอุณหภูมิของโดให้เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดก๊าซในกระบวนการหมัก ช่วยละลายส่วนผสมอื่น ๆ เช่น เกลือ น้ำตาล เมื่อเข้าอบ น้ำมีส่วนทำให้กลูเตนเกิดการขยายตัว และเปลี่ยนสภาพจากดิบเป็นสุกทำให้แป้งเกิดโครงสร้าง และคงรูปไว้ได้ ยีสต์ทำให้เกิดการสร้างก๊าซภายในโด ปรับสภาพโดให้เหมาะสมและให้กลิ่นรส ยีสต์จะเริ่มเจริญเติบโตเมื่อ มีน้ำและอากาศ จากการผสม มีอาหารคือน้ำตาลและสารอาหารอื่น ๆ จากโด ทำให้ยีสต์เพิ่มจำนวนมากขึ้น เอนไซม์ต่าง ๆ ในยีสต์จะแปรสภาพ สารอาหารโดยเฉพาะน้ำตาลให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ [2]

ยีสต์ (Yeast) เป็นจุลินทรีย์ที่มีมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์มานานตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 18 จากคุณสมบัติที่ยีสต์สามารถเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างรวดเร็ว [3] ยีสต์เป็นโปรตีนเซลล์เดียวที่มีคุณภาพสำหรับใช้เป็น แหล่งโปรตีนทั้งในอาหารคนและอาหารสัตว์ [4] พบทั่วไปในธรรมชาติทั้งในดิน น้ำ หรือในส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะแหล่งที่มี น้ำตาลเข้มข้นสูง เช่น น้ำผลไม้ที่มีรสหวาน ยีสต์ต้องการสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันตามแต่ละชนิด ยีสต์พวก *Saccharomyces* เจริญได้ดีในที่ที่มีน้ำตาล เช่น น้ำหวานของดอกไม้ ตามผิวของผลไม้ ผลไม้สุกงอม ในน้ำผลไม้ที่เกิด การหมัก เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถพบยีสต์ได้ในผักดอง ผลไม้ดอง และอาหารหมัก โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ ยีสต์ได้แก่ สารอาหาร อุณหภูมิ พีเอช ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ [5] ยีสต์สามารถเติบโตได้โดยการย่อยอาหารและเป็น ส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการหมัก เนื่องจากชอบอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตหรือน้ำตาลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ขนมปัง และแอลกอฮอล์ โดยการย่อยน้ำตาล และเปลี่ยนอาหารนั้น ๆ ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และสามารถเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ได้หากใช้เวลาที่ มากเพียงพอ ดังนั้นเมื่อเราอบขนมปังที่มีการใส่ยีสต์เป็นส่วนผสมลงไป ยีสต์จะหมักน้ำตาลในแป้งและปล่อยแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ออกมา [6] เนื่องจากแป้งมีความยืดหยุ่นสูงทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ไม่สามารถหลบหนีได้ แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์จึงทำให้เกิดการขยายตัว หรือทำให้แป้งพองตัวมีขนาดขยายใหญ่ขึ้นนั่นเอง

ยีสต์ธรรมชาติ (Natural Yeast) เกิดจากกระบวนการหมักบ่มผักผลไม้ รวมถึงปฏิกิริยาของแป้งดิบที่ถูกทิ้งค้างไว้ใน อุณหภูมิห้อง ซึ่งมักเกิดฟองอากาศเล็ก ๆ ทำให้เนื้อแป้งที่ผ่านความร้อนนี้ฟูขึ้น สมัยก่อนจะเลี้ยงยีสต์ด้วยแป้งและน้ำ หลัง กระบวนการเพาะเลี้ยงยีสต์จะได้แป้งชั้นเหลวที่เต็มไปด้วยฟองอากาศ ใช้สำหรับเป็นสตาร์ทเตอร์ในการทำขนมปัง หรืออาจใช้ผลไม้ แทนแป้งในการหมักเพาะเลี้ยงยีสต์ ยีสต์ธรรมชาติมีคุณสมบัติต่างจากยีสต์สกัด ด้วยกระบวนการหมักยีสต์ธรรมชาติ ช่วยสลาย โครงสร้างกลูเตนในแป้งให้น้อยลง ดีต่อกระบวนการย่อยอาหาร นอกจากนั้น อาหารที่ทำจากยีสต์ธรรมชาติยังอุดมด้วยพรีไบโอติก ซึ่งช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ช่วยให้ระบบเผาผลาญทำงานได้ดี และในระยะยาวยังช่วยป้องกันโรคมะเร็งโรคทาง สมอง และอีกหลายโรค [7]

ชาวโดวจ์ (Sourdough) เป็นทั้งชื่อขนมปังและเป็นทั้งหัวเชื้อตั้งต้นทำขนมปังอื่น ๆ หรือ Sauerteig ในภาษาเยอรมัน แปลว่า แป้งเปรี้ยว หรือ Levain ในภาษาฝรั่งเศส แปลว่า หัวเชื้อ ชาวโดวจ์ เป็นขนมปังแบบโบราณที่ให้รสชาติและเนื้อสัมผัสเป็น

เอกลักษณ์ต่างจากขนมปังแบบธรรมดา [8] การทำขนมปังขาวโดว์จ์ใช้หัวเชื้อที่เป็นยีสต์ธรรมชาติซึ่งพบได้แทบทุกที่ โดยผสมแป้งและน้ำเข้าด้วยกัน จากนั้นบ่มประมาณหนึ่งสัปดาห์ หรือมากกว่านั้น โดยการตากแป้งบางส่วนที่ยีสต์ใช้แล้วออกแล้วเติมแป้งเพิ่มเข้าไปใหม่เป็นระยะ [9] เพื่อเป็นอาหารสำหรับยีสต์ที่เพิ่มจำนวนขึ้น บางสูตรมีการนำส่วนผสมอื่นมาหมักเป็นหัวเชื้อแทนแป้ง รายงานจาก One Nielsen พบว่ายอดขาย sourdough ในอเมริกาสูงถึง 325.9 ล้านดอลลาร์ในปี 2019 ประโยชน์ของขนมปังขาวโดว์จ์ที่ดีต่อสุขภาพมากกว่าขนมปังขาวทั่วไปที่ก่อให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ขนมปังขาวโดว์จ์เป็นหนึ่งในขนมปังที่แปรรูปน้อยที่สุดชนิดหนึ่งสามารถรับประทานแล้วเป็นแหล่งพรีไบโอติกส์ได้ทำให้ช่วยย่อยได้สะดวก ย่อยง่ายกว่าขนมปังทั่วไป ร่างกายดูดซึมสารอาหารได้มากขึ้น ขนมปังขาวโดว์จ์มีสารต้านอนุมูลอิสระช่วยส่งเสริมสุขภาพผู้บริโภคได้ เช่น มีแบคทีเรียบางชนิดในหัวเชื้อผลิตเปปไทด์ลูนาซิน (Lunasin) ซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งเซลล์มะเร็งแม้ว่าจุลินทรีย์จะตายด้วยความร้อนระหว่างการอบแต่สิ่งที่จุลินทรีย์ในขาวโดว์จ์ผลิตคือสารพรีไบโอติกส์ (Prebiotics) ทำให้ระบบการย่อยอาหารและการขับถ่ายดีขึ้น [10]

การหมัก (Fermentation) คือ กระบวนการแปลงสภาพทางชีวเคมี เพื่อให้อัตลักษณ์เปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ โดยอาศัยการทำงานของเอนไซม์ของจุลินทรีย์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก เช่น ไวน์ เบียร์ ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว ยาปฏิชีวนะ เอทานอล กรดซิตริก เป็นต้น ในกระบวนการหมักต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตซึ่งเรียกว่า จุลินทรีย์ (Microorganisms) ซึ่งมีมากมายหลายชนิด อาศัยอยู่ทั่วไปทั้งในดิน น้ำ อากาศ [11]

แป้งโฮลวีท (Whole Wheat) คือ แป้งสาลีไม่ขัดขาว ไม่จากข้าวสาลีทั้งเมล็ด เนื้อแป้งเป็นสีน้ำตาลมีเยื่อหุ้มเมล็ดและจมูกข้าวครบถ้วน จับแล้วสากมือ ไม่เนียนเหมือนแป้งขัดขาว มักพบแป้งโฮลวีทในรูปของขนมปังสีน้ำตาลที่เรียกว่า ‘ขนมปังธัญพืช’ หรือพาสต้าบางชนิดที่มีสีน้ำตาล แป้งโฮลวีทมีคุณค่ากว่าแป้งสาลีขัดขาว อุดมด้วยวิตามิน แร่ธาตุ และเส้นใย (Fiber) เมื่อรับประทานจะทำให้อิ่มนาน เหมาะกับผู้ป่วยโรคอ้วน หรือผู้ที่กำลังควบคุมน้ำหนัก ช่วยให้ขับถ่ายสะดวก และดีต่อระบบต่าง ๆ ในลำไส้ [12]

กลูเตน (Gluten) เป็นโปรตีนหลักที่มีอยู่ในแป้งสาลีและมีส่วนสำคัญในการกักเก็บก๊าซเอาไว้ภายในโครงสร้างของขนมปัง ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังมีการพองตัวและมีลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค กลูเตนคือส่วนประกอบที่สำคัญในกระบวนการผลิตขนมปัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์ขนมปัง ซึ่งจำเป็นต้องใช้แป้งสาลีที่มีกลูเตนสูงในการผลิต ในปัจจุบัน พบว่ามีผู้บริโภคที่เป็นโรคภูมิแพ้กลูเตน (Celiac Disease) จำนวนมากซึ่งเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบการย่อยที่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้น จึงมีแนวโน้มที่ผู้บริโภค ต้องการผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากกลูเตนหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งชนิดอื่นทดแทนการใช้แป้งสาลีมากยิ่งขึ้น [13]

ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe) เป็นที่รู้จักทั่วไปว่าเป็นพืชที่สำคัญในครัวเรือน ซึ่งมีกลิ่นฉุนและรสเผ็ด สมัยโบราณมีการนำขิงมาใช้ในการรักษาโรค เช่น อาการท้องอืดเสบ ระบายท้อง ปวดกล้ามเนื้อ ไอเจ็บคอ ความดันโลหิตสูง โรคติดเชื้อ โรคทางระบบประสาท โรคเหงือกอักเสบ ปวดฟัน หอบหืด เบาหวาน และขิงยังเป็นยาสามัญประจำบ้านในการรักษาโรคกระเพาะเช่นอาหารไม่ย่อย ท้องอืด ท้องเฟ้อ คลื่นไส้ อาเจียน [14]

ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd) เป็นไม้ล้มลุก สูงประมาณ 1.5 – 2 เมตร มีลำต้นใต้ดินเรียกว่าเหง้า มีข้อและปล้องชัดเจน เลื้อยขนานพื้นดินและแตกแขนงเป็นแง่ง เหง้าหัวมีขนาดใหญ่สีขาว ลำต้นเทียมเหนือดินคือส่วนของกาบใบที่หุ้มซ้อนทับกัน เนื้อในสีเหลืองและมีกลิ่นหอมเฉพาะ เหง้าหรือลำต้นใต้ดิน รสเผ็ดร้อนขม แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ขับลมในลำไส้ แก้อาการท้องอืด ขับลมในสตรีหลังคลอดบุตร ใช้ภายนอกรักษาอาการคันในโรคลมพิษ ช่วยย่อยอาหาร แก้บิด แก้ลมพิษ แก้โรคปวดบวมตามข้อ หลอดลมอักเสบ มีฤทธิ์แก้หัวใจ กระตุ้นการหายใจ กดการหายใจ กระตุ้นการหายใจในเด็กและเป็นยาธาตุ [15]

ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) เป็นไม้ล้มลุกประเภทหญ้า สูงประมาณ 0.7 – 1.0 เมตร เหง้าใต้ดิน มีกลิ่นเฉพาะ ลำต้นเป็นกอ มีข้อเห็นชัดเจน ข้อและปล้องสั้นมาก ใบ เป็นใบเดี่ยวแคบยาว กว้าง 1 - 2 ซม. ยาว 70 - 100 ซม. ลักษณะใบรูปใบหอกแกมรูปไข่หรือรูปขอบขนาน ขอบใบเรียบสากคม มีขนเล็กน้อย ปลายใบเรียวยาวแหลม โคนใบสอบเรียวเป็นกาบซ้อนกัน กาบใบสีขาวนวลหรือขาวปนม่วง แผ่นใบสีเขียว มีเส้นใบขนานตามยาว มีกลิ่นหอมเฉพาะใช้เป็นยาขับลม แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียดใบสดใช้เป็นยาช่วยลดความดันโลหิต และแก้ไข้ [15]

กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูง 1 - 2 เมตร ดอกเป็นดอกเดี่ยวเกิดตามซอกใบ โคนกลีบด้านในมีสีม่วงแดง กลีบเลี้ยงขยายใหญ่ หนาและแข็ง สีแดงเข้ม สามารถบริโภคได้ทั้งใบและกลีบเลี้ยง ใบมีรสเปรี้ยว ละลายเสมหะ

กระตุ้นการไหลเวียนโลหิต แก้อาไม มีเบต้าแคโรทีนช่วยบำรุงสายตา กริบเลียงมีสรรพคุณแก้ความดันโลหิตสูง ขับปัสสาวะ แก้อาไม
อุดมไปด้วยวิตามินเอและซี แคลเซียม เหล็ก riboflavin niacin sabdaretine และสารแอนโทไซยานิน ช่วยลดโอกาสการเกิด
มะเร็งและยับยั้งเนื้องอก สามารถช่วยส่งเสริมการทำงานของเม็ดเลือดแดง ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยโรคเบาหวาน ช่วย
ชะลอการอุดตันในหลอดเลือด ลดภาวะเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจ เสริมภูมิคุ้มกันในร่างกายและชะลอความเสื่อมของเซลล์ [14]

อัญชัน (*Clitoria tematea* L.) เป็นไม้ล้มลุกพุ่มเลื้อย กริบดอกมีสีน้ำเงินเข้ม กลางดอกมีสีเหลือง รูปทรงคล้ายหอยเชลล์
มีปริมาณสารแอนโทไซยานินรวมสูง ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารสกัดจากดอกอัญชัน เช่น กระตุ้นการไหลเวียนโลหิต ฤทธิ์ต้าน
อนุมูลอิสระ ต้านเชื้อแบคทีเรีย ลดระดับน้ำตาลในเลือด ต้านการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด กระตุ้นการงอกของเส้นผม [16]

เก็กฮวย (*Chrysanthemum indicum* L.) เป็นดอกไม้ตระกูลเดียวกับเบญจมาศ ที่มีสรรพคุณในการต้านการอักเสบ ยับยั้ง
เชื้อแบคทีเรีย มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ [17] สารสำคัญที่พบในดอกเก็กฮวยมักเป็นสารประกอบฟีนอลิกในกลุ่มของฟลาโวน
นอยด์ และเทอร์พีนอยด์ เป็นต้น ดอกเก็กฮวย มีสารฟลาโวนอยด์, สารโครแซนทีน, สารอดีนีน, สตาโคควิน, โคลีน, กรดอะมิ
โน และน้ำมันหอมระเหยที่ช่วยรักษาและป้องกันโรคเส้นเลือดหัวใจตีบ ช่วยขยายหลอดเลือด ลดการเกิดภาวะหัวใจล้มเหลว [18]

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยสนใจทดลองหมักพืชสมุนไพรแทนผลไม้เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อในการเลี้ยงยีสต์ธรรมชาติสำหรับ
ทำเบียร์พืช โดยใช้พืชสมุนไพรที่มีในทุกฤดูกาล หาง่าย สี กลิ่นเป็นที่น่าดึงดูดเหมาะกับการทำอาหารประเภทพืชได้ และปรับ
สูตรส่วนผสมของเบียร์พืชให้มีคุณสมบัติด้านกายภาพคือค่าสี ความยืดหยุ่น ฟองอากาศในเนื้อขนมปัง กลิ่นเคียงกับแผ่นสำเร็จรูป
ทั่วไปได้มากที่สุดและปรับส่วนผสมที่มีคุณสมบัติส่งผลดีต่อสุขภาพเพื่อเสริมคุณค่าทางโภชนาการ ส่งเสริมมูลค่าของสมุนไพรใกล้ตัว
และเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ด้านอาหารให้ผู้บริโภคได้ในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

1. ศึกษาหาค่า pH ในน้ำหมักสมุนไพรทั้ง 6 ชนิดที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ธรรมชาติ (ยีสต์)
2. ผลผลิตยีสต์ธรรมชาติจากพืชสมุนไพรสำหรับทำเบียร์พืชเพื่อเสริมคุณค่าทางโภชนาการและเพิ่มมูลค่าพืชสมุนไพร
3. หาสูตรที่เหมาะสมสำหรับทำเบียร์พืชเพื่อสุขภาพด้วยยีสต์ธรรมชาติจากพืชสมุนไพร

3. ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาประสิทธิภาพของยีสต์ธรรมชาติจากหัวเชื้อหมักพืชสมุนไพรต่อคุณภาพเบียร์พืชมีขอบเขตของการศึกษาดังนี้ ใช้
สมุนไพร 6 ชนิด ได้แก่ เหน็บซิง เหน็บซิง ใบตะไคร้ ดอกอัญชัน ดอกกระเจี๊ยบ และดอกเก็กฮวย ในกระบวนการหมัก ศึกษา
กระบวนการเกิดยีสต์ธรรมชาติที่ใช้แป้งแป้งสาลีไม่ฟอกขาวดำเนินการร่วมกับน้ำหมักจากพืชสมุนไพร ศึกษากระบวนการทำ
เบียร์พืชแบบเนื้อแป้งหนามและคุณภาพของเบียร์พืช

4. วิธีการศึกษา

4.1 ศึกษาประสิทธิภาพของยีสต์ธรรมชาติที่ได้จากการหมักพืชสมุนไพร

การเพาะเลี้ยงยีสต์ธรรมชาติ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ (i) ทำน้ำหมักสมุนไพรจากพืชสมุนไพรจากพืช 6 ชนิดได้แก่
เหน็บซิง เหน็บซิง ใบตะไคร้ ดอกอัญชัน ดอกกระเจี๊ยบ และดอกเก็กฮวย ใช้น้ำร่วมกับน้ำผึ้ง อัตราส่วน น้ำ 500 มิลลิลิตรต่อน้ำผึ้ง
30 กรัม พืชสมุนไพร 1 ถ้วยตวง ระยะการหมัก 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน วัดค่า pH ทุก 24 ชั่วโมง บันทึกผล (ii) เพาะเลี้ยงยีสต์ใน
ขวดแก้ว ใช้น้ำและน้ำหมักจากพืชสมุนไพร 6 ชนิดระยะเวลา 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน โดยทำการเพาะเลี้ยงยีสต์ร่วมกับแป้งสาลีไม่
ฟอกสี ในอัตรา 1: 1 โดยน้ำหนัก หลัง 24 ชั่วโมง เพาะเลี้ยงยีสต์ด้วยเชื้อยีสต์เดิม น้ำหรือน้ำหมัก และแป้งสาลีไม่ฟอกสี อัตรา
1: 1 :1 โดยน้ำหนัก ให้อาหารยีสต์ทุก 24 ชั่วโมง วัดระดับความสูงของเนื้อแป้งหลังให้อาหารยีสต์ 12 ชั่วโมง บันทึกผล ระยะ
เพาะเลี้ยง 172 ชั่วโมง ทำการเลือกยีสต์โดยพิจารณาจากชุดการทดลองที่มีระดับความสูงของเนื้อแป้งมากที่สุด เกิดการขยายตัว
ของเนื้อแป้งได้ดี รวดเร็ว นำมาปรับปริมาณยีสต์ใช้ทำเบียร์พืชโดยผสมแป้งขนมปัง 30 กรัม น้ำอุ่น 10 มิลลิลิตร น้ำมันพืช 3
มิลลิลิตร น้ำตาลทราย 1.75 กรัม เกลือ 0.25 กรัม ยีสต์ 5,10,15,20,25 กรัม รวม 5 ชุดการทดลอง ใช้ความร้อนในการอบที่ 180

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที เลือกปริมาณยีสต์ที่มีผลต่อขนาดและการกระจายของฟองอากาศได้อย่างสมดุลใกล้เคียงกับแผ่นแป้งพืชสำเร็จรูปทั่วไปมากที่สุด ในขั้นตอนสุดท้ายทดลองปรับส่วนผสมในการทำแป้งพืชเพื่อสุขภาพ สูตรที่ 1 (T1) ใช้แป้งสาเลียมโฟกสชนิดปราศจากกลูเตน 22.5 กรัม แป้งโฮลวีท 7.5 กรัม น้ำอุ่น 10 มิลลิลิตร น้ำมันพืช 3 มิลลิลิตร น้ำตาลทราย 1.75 กรัม เกลือ 0.25 กรัม สูตรที่ 2 (T2) ใช้แป้งสาเลียมโฟกสชนิดปราศจากกลูเตน 22.5 กรัม แป้งโฮลวีท 7.5 กรัม นมจืด 10 มิลลิลิตร น้ำมันพืช 3 มิลลิลิตร น้ำตาลทราย 1.75 กรัม เกลือ 0.25 กรัม และสูตรที่ 3 (T3) ใช้แป้งสาเลียมโฟกสชนิดปราศจากกลูเตน 22.5 กรัม แป้งโฮลวีท 7.5 กรัม น้ำอุ่น 10 มิลลิลิตร น้ำมันพืช 3 มิลลิลิตร น้ำผึ้ง 1.75 กรัม เกลือ 0.25 กรัม ทดสอบคุณภาพด้านกายภาพของแผ่นแป้งพืชโดยวัดขนาดแผ่นแป้งพืชด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (colorimeter) และความยืดหยุ่นด้วยเครื่องทดสอบแรงบีบอัด เปรียบเทียบกับแผ่นแป้งพืชสำเร็จรูปทั่วไป

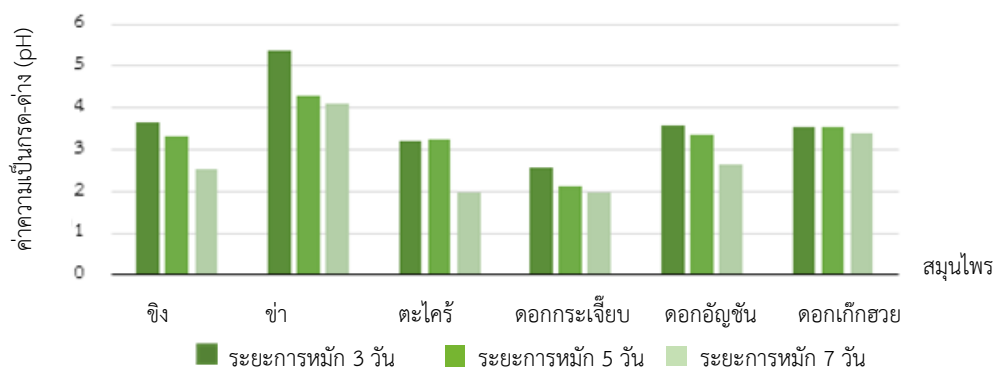
4.2 สถิติที่ใช้ในการศึกษา

ผลการศึกษาถูกนำเสนอข้อมูลด้วยรูปภาพกราฟ แผนภูมิแท่ง และตาราง โดยใช้ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลด้วยการคำนวณผ่าน Microsoft Excel 2021 ในฟังก์ชัน AVERAGE และ STDEV ตามลำดับ

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

5.1 ผลการศึกษาการผลิตน้ำหมักพืชสมุนไพร ทั้ง 6 ชนิด และวัดค่า pH จากการหมัก

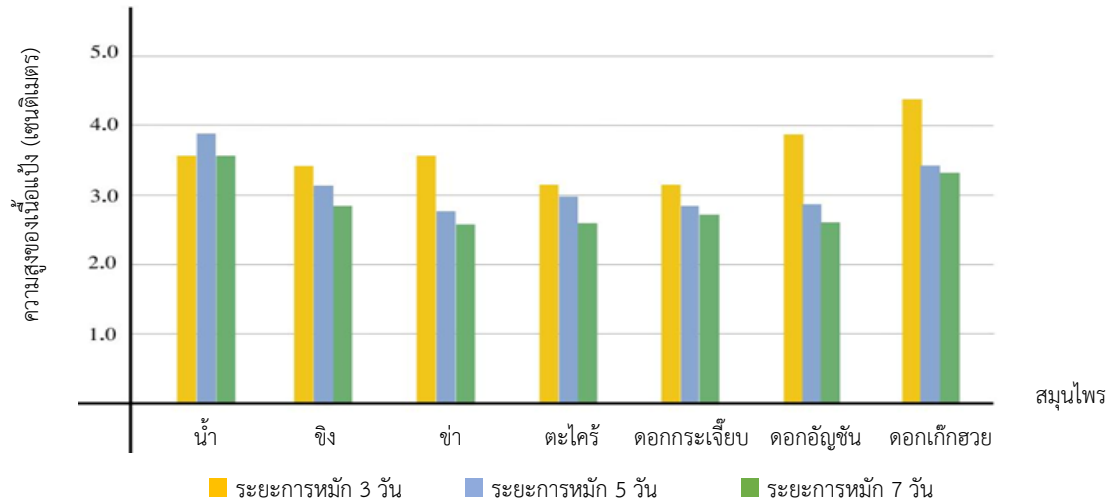
ผลการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำหมักพืชสมุนไพร 6 ชนิดพบว่าอยู่ในช่วงความเป็นกรด คือ 1.99 - 5.85 และมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการหมักยาวนานขึ้นแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) จากน้ำหมักพืชสมุนไพรทั้ง 6 ชนิด

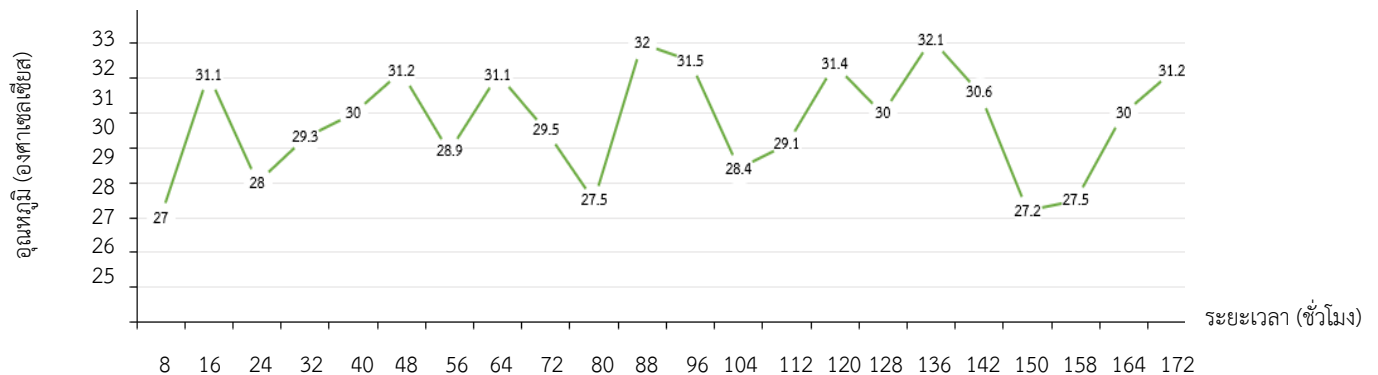
5.2 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของยีสต์ธรรมชาติที่ได้รับการเพาะเลี้ยงด้วยน้ำและน้ำหมักพืชสมุนไพร

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของยีสต์ธรรมชาติที่ได้รับการเพาะเลี้ยงด้วยน้ำและน้ำหมักพืชสมุนไพร พบว่าการเพาะเลี้ยงเชื้อยีสต์ธรรมชาติด้วยน้ำและน้ำหมักพืชสมุนไพร 6 ชนิด ร่วมกับแป้งสาเลียมโฟกสที่ระยะการหมัก 3 วันของดอกเก็กฮวย ให้ค่าความสูงเฉลี่ยของเนื้อแป้งสูงที่สุด ขณะที่น้ำหมักขิง ข่า ตะไคร้ ดอกกระเจียว ดอกอัญชัน มีระดับความสูงเฉลี่ยต่ำกว่าการเพาะเลี้ยงด้วยน้ำแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงการเจริญเติบโตเฉลี่ยของยีสต์ (เซนติเมตร)

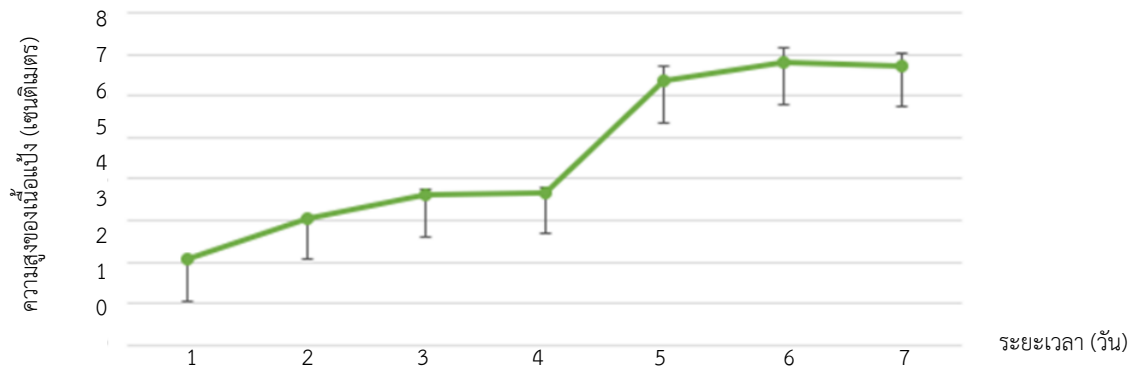
อุณหภูมิห้องขณะทดลองเพาะเลี้ยงยีสต์ธรรมชาติด้วยน้ำและน้ำหมักสมุนไพรร่วมกับแป้งสาลีไม่ฟอกสี ระยะเวลา 172 ชั่วโมง มีค่าอยู่ระหว่าง 27.0 - 32.1 องศาเซลเซียส แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟแสดงอุณหภูมิห้องขณะทำการทดลองให้อาหารยีสต์ธรรมชาติ ระยะเวลา 172 ชั่วโมง

5.3 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของยีสต์ธรรมชาติจากการเพาะเลี้ยงด้วยน้ำหมักดอกเก็กฮวยระยะ 3 วันร่วมกับแป้งสาลีไม่ฟอกสี

ความสูงของเนื้อแป้งสูงขึ้นเล็กน้อยจากระดับความสูง 2 เซนติเมตรเป็น 3.7 เซนติเมตร ในระยะ 1-3 วัน และสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด 6.5 เซนติเมตรในวันที่ 5 ความสูงมีแนวโน้มคงที่ในวันที่ 6-7 แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสูงของเนื้อแป้งจากการเลี้ยงเชื้อยีสต์ด้วยน้ำหมักดอกเก๊กฮวยร่วมกับแป้งสาลีไม่ฟอกสี

5.4 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของแผ่นแป้งพิซซ่า

5.4.1 ศึกษาลักษณะฟองอากาศในเนื้อแป้งพิซซ่าจากการใช้ sourdough starter ในปริมาณที่ต่างกัน

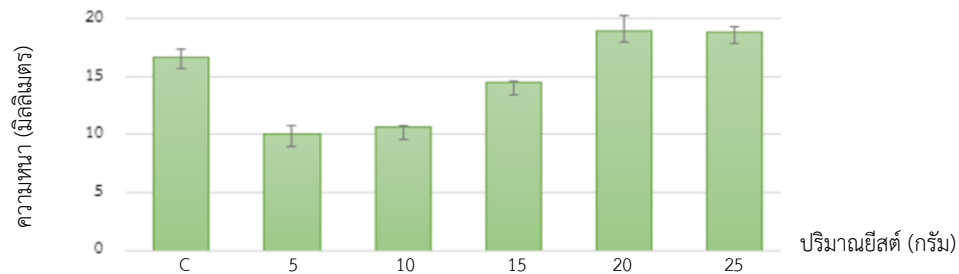
ลักษณะฟองอากาศในเนื้อแป้งพิซซ่าจากการใช้ sourdough starter ปริมาณ 5 และ 10 กรัม แสดงฟองอากาศขนาดเล็ก จำนวนน้อยกว่าชุดควบคุม การกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ ปริมาณ 15 กรัม ขนาดและจำนวนฟองอากาศใกล้เคียงชุดควบคุมมากที่สุดและมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ ปริมาณ 20 และ 25 กรัม แสดงขนาดฟองอากาศใหญ่กว่าชุดควบคุม การกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงลักษณะฟองอากาศในเนื้อแป้งพิซซ่าของชุดควบคุมและใช้ sourdough starter ปริมาณ 5, 10, 15, 20 และ 25 กรัม

5.4.2 ศึกษาความหนาของแผ่นแป้งพิซซ่า

จากการศึกษาความหนาของแผ่นแป้งพิซซ่าพบว่าความหนาของแผ่นแป้งพิซซ่า โดยวัดด้านข้างขอบพิซซ่า 4 ตำแหน่ง ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ พบว่าแผ่นแป้งชุดควบคุมมีขนาดความหนา 16.71 ± 0.98 มิลลิเมตร การใช้ยีสต์ 5, 10, 15, 20 และ 25 กรัม ทำให้ได้แผ่นแป้งมีความหนา 10.01 ± 0.75 มิลลิเมตร, 10.62 ± 0.10 มิลลิเมตร, 14.45 ± 0.86 มิลลิเมตร, 18.96 ± 1.27 มิลลิเมตร และ 18.81 ± 1.17 มิลลิเมตร ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงขนาดความหนาของแผ่นแป้งพิซซ่า (มิลลิเมตร)

5.4.3 ศึกษาค่าสีจากแผ่นแป้งพิซซ่า

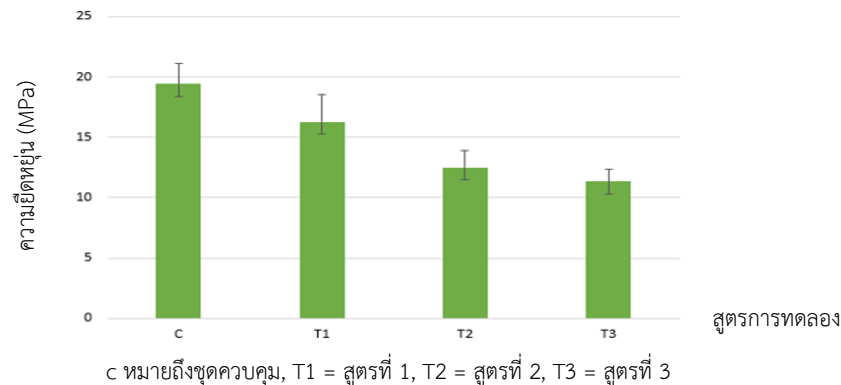
การทดลองวัดค่าสีเพื่อเก็บข้อมูลเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพแป้งพิซซ่าและการตัดสินใจต่อผู้บริโภค พบว่า ค่าสีเนื้อแป้งพิซซ่าให้ค่าความสว่างใกล้เคียงกัน และให้ค่าสีเหลืองมากกว่าแดง ทั้ง 7 ชุดการทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสีแป้งพิซซ่าจาก sourdough starter ใช้ยีสต์ที่เลี้ยงซ้ำด้วยน้ำหมักสมุนไพร 6 ชนิด

ชนิดของเหลวเลี้ยงยีสต์	ค่าสี		
	L*	a*	b*
น้ำ	62.72	6.12	10.28
น้ำหมักจากขิง	74.14	3.52	29.91
น้ำหมักจากข่า	67.76	1.48	18.63
น้ำหมักจากตะไคร้	67.76	1.48	18.63
น้ำหมักจากดอกกระเจียว	69.33	1.27	19.22
น้ำหมักจากดอกอัญชัน	72.89	1.15	18.29
น้ำหมักจากดอกเก๊กฮวย	67.17	-1.00	11.16

5.4.4 ศึกษาความยืดหยุ่นของแผ่นแป้งพิซซ่าจาก sourdough starter ผ่านการเลี้ยงอาหารยีสต์ด้วยน้ำหมักดอกเก๊กฮวยในการปรับสูตรแผ่นแป้งพิซซ่าโดยใช้แป้งสาลีไม่ฟอกสีชนิดปราศจากกลูเตนและแป้งโฮลวีทแทนแป้งขนมปัง

ผลจากการทดสอบความยืดหยุ่นพบว่า แผ่นแป้งพิซซ่าชุดควบคุมแสดงความยืดหยุ่นสูงที่สุด 19.41 MPa ในขณะที่แผ่นแป้งพิซซ่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 แสดงความยืดหยุ่น 16.29 MPa 12.52 MPa และ 11.33 MPa ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงความชื้น (MPa) ของแผ่นแป้งพิซซ่า

6. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษานี้พบว่า น้ำหมักสมุนไพรจากพืช 6 ชนิด ได้แก่ เหง้าขิง เหง้าข่า ใบตะไคร้ ดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชัน และดอกเก๊กฮวย ที่มีหมักร่วมกับน้ำและน้ำผึ้งในช่วงระยะเวลา 3-7 วัน มีแนวโน้มค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยน้ำหมักที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 3.5-5.5 มีประสิทธิภาพสูงในการกระตุ้นการเจริญของยีสต์ธรรมชาติ ส่งผลให้เกิดฟองอากาศในแป้งที่ชัดเจน และช่วยเพิ่มการขยายตัวของเนื้อแป้งได้อย่างมีนัยสำคัญ จากผลการทดลองพบว่าน้ำหมักจากดอกเก๊กฮวยที่หมักเป็นเวลา 3 วัน เมื่อใช้ร่วมกับแป้งสาลีไม่ฟอกสีในการเลี้ยงยีสต์ธรรมชาติที่อุณหภูมิห้องให้ผลการพองตัวของแป้งดีที่สุด โดยให้ความสูงเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า ภายใต้ช่วงอุณหภูมิ 27-31 องศาเซลเซียส จึงถูกเลือกมาใช้เป็น sourdough starter สำหรับทำแผ่นแป้งพิซซ่า ในการทดลองปรับปริมาณการใช้ sourdough starter ที่ระดับ 5-25 กรัมต่อน้ำหนักแป้งขนมปัง 30 กรัม พบว่าปริมาณ 15 กรัม ให้คุณลักษณะเนื้อแป้งพิซซ่าใกล้เคียงกับชุดควบคุมมากที่สุด ทั้งในแง่ของการกระจายตัวของฟองอากาศ ความหนาของแป้ง และค่าความชื้น ในขั้นตอนสุดท้ายทำการปรับสูตรสำหรับทำแป้งพิซซ่าเพื่อสุขภาพโดยใช้แป้งสาลีไม่ฟอกสีชนิดปลอดกลูเตนร่วมกับแป้งโฮลวีทและใช้ sourdough starter ที่ผลิตจากน้ำหมักดอกเก๊กฮวยในอัตราส่วนที่เหมาะสม ให้ค่าความชื้นที่ใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐาน รวมถึงให้ค่าสีที่สม่ำเสมอและมีแนวโน้มสีเหลืองมากกว่าสีแดงอย่างชัดเจน

ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพแผ่นแป้งพิซซ่าเพื่อสุขภาพ รวมถึงส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรพื้นบ้านในรูปแบบใหม่ ทั้งในด้านโภชนาการและการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์อาหาร อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อยอดเพิ่มเติมในด้านองค์ประกอบทางโภชนาการอื่น เช่น ค่าความชื้น ค่า water activity ปริมาณกรดอะมิโน โปรตีน และไขมัน เพื่อประเมินศักยภาพของผลิตภัณฑ์ในเชิงสุขภาพได้อย่างครอบคลุม นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมแนวคิดเกษตรกรรมที่ยั่งยืนและความมั่นคงทางอาหารด้วยการบูรณาการการใช้สมุนไพรไทยซึ่งวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่น เข้ากับนวัตกรรมด้านวิทยาศาสตร์อาหาร ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับพืชสมุนไพร สร้างโอกาสทางการตลาดใหม่ และยังเป็นแนวทางพัฒนาอาหารแบบ Functional Food ที่ดีต่อสุขภาพ ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ และมีส่วนสนับสนุนเกษตรกรรมที่ยั่งยืนและความมั่นคงทางอาหารในภาพรวม

เอกสารอ้างอิง

- [1] หน่วยสารสนเทศมะเร็ง โรงพยาบาลสงขลานครินทร์. (2549). เตือน"10เมนูเด็ด"เสี่ยงโรค เบอ์เกอร์-พิซซ่า...อันตราย!!!. ข่าวสารน่ารู้. http://medinfo2.psu.ac.th/cancer/db/news_showpic.php?newsID=87&tyep_ID=2
- [2] กัญญาภรณ์ วงษ์สวัสดิ์, ผกาวิติ สุขภูมิ. (2560). การคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมในการทำพิซซ่าซาร์โคไลและศึกษาเนื้อสัมผัสและลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าซาร์โคไล(รายงานผลการวิจัย). ม.ป.ท.: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- [3] ผกามาศ ราชมณตรี. (2557). การคัดแยกยีสต์จากกากมันสำปะหลังของอุตสาหกรรมผลิตแป้งมัน (รายงานผลการวิจัย). ม.ป.ท.: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- [4] วราภรณ์ ผาสี,ประภาศิริ ใจผ่อง, ณรภมณ เล่าห์รอดพันธ์, อนวัทย์ ผาสี, ปฎิภาณ มีแสงสิน,จักรกฤษ ศรีล่อ, กุลณัฐ สุขแพทย์, ทศพร อินเจริญ, สุภาวดี แหยมคง. (2566). การศึกษาการเพาะเลี้ยงยีสต์จากเศษเหลือกล้วยตากเพื่อใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์ (รายงานผลการวิจัย). พิษณุโลก: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- [5] กัญญาณี เจริญโสภารัตน์. (2559). การคัดแยกยีสต์ทนร้อนจากผลไม้พื้นบ้านเพื่อการผลิตเอทานอล (รายงานผลงานวิจัย). ม.ป.ท.: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- [6] ราชนย์ อำพันทอง. (2558). ขนบึงหวานเสริมเนื้อตาลสุก. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร, ปีที่ 9 ฉบับที่ 2, 100. <https://repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/123456789/2035/IRD>
- [7] อรุณวรี รัตนธาร์. (4 กันยายน 2563) เมื่อคนทำขนมปังหันมาเลี้ยงสิ่งมีชีวิตเล็กๆที่เรียกว่ายีสต์. <https://w.greenery.org/trend-naturalyeast>. URL
- [8] นุจริม เอ็นทรวง. (18 ธันวาคม 2564) ความลับน่ารู้ของขนมปังขาวโดว์ <https://www.nsm.or.th/nsm/index.php/th/node/6384/แป้งขาวโดว์>. URL
- [9] ปวีณสุดา ชีปนวัฒนา, นันทวัน เทอดไทย, และ วลัยรัตน์ จันทระพานนท์. (2562). ผลของการเติมหัวเชื้อขาวโดว์ต่อสมบัติทางกายภาพของขนมปังที่มีแป้งข้าวเจ้าเป็นส่วนผสมหลัก(รายงานผลงานวิจัย). กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [10] Marketeer team. (2022). Sourdough ขนมปังที่ไม่เหมือนขนมปัง. สืบค้น 28 ตุลาคม 2567, จาก <https://marketeeronline.co/Sourdough>
- [11] Yothin. (2023). fermentation (การหมัก). สืบค้น 22 ตุลาคม 2567, จาก <https://www.stkc.go.th/content/fermentation/> การหมัก
- [12] Yingsak. (2667). โฮลวิท Whole Whwat. สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2567, จาก <https://yingsakfood.com/แป้งโฮวิท>
- [13] อภิษฎา ห่วงทอง. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวบือซูโปะและแป้งข้าวบือซูโปะต่อ คุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยศิลปากร)
- [14] พัชรี อรุณพัฒนชัย,สุเมธ คันชิง. (2565) การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสาร 6-จินเจอร์อล ในขิงสดและขิงแห้ง โดยวิธีการเอชพีทีแอลซี (รายงานผลงานวิจัย). ม.ป.ท.: สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
- [15] โชติอนันต์ และคณะ. (2551). สมุนไพรไทย สำหรับงานสาธารณสุขมูลฐาน(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร :สำนักพิมพ์ดวงกมลพับลิชชิง สืบค้นจาก <https://elibrary-pyu.cu-elibrary.com>
- [16] พิชานันท์ สีสแก้ว. (2557, 01 ตุลาคม). อัญชัน ประโยชน์ที่ควรรู้. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. สืบค้นจาก <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge>
- [17] สีนินาญ ภูระยัย, ลภัสรดา มุ่งหมาย,เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, ณัฐภูมิ หวังสมนึก, ดวงพร อมรเลิศพิศาล. (2561)ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากดอกเก๊กฮวยอินทรีย์เพื่อใช้ในเครื่องสำอาง(วารสารวิจัย). 38(2), 46-56.
- [18] สถาบันพัฒนาเศรษฐกิจ พลังงานและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. (2560). การปลูกเก๊กฮวยตามแนวทางเกษตรอินทรีย์. สืบค้นจาก <https://i4biz.nrct.go.th/download/ebook/10031.pdf>