

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการเปลี่ยนน้ำตาลในน้ำเชื่อมลำไยที่ได้จากลำไย ตกเกรดหรือคละเกรด ให้เป็นสารฟรุกโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (fructooligosaccharide, FOS) โดยการ ใช้เอนไซม์ และหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากกากลำไยซึ่งเป็นของ เหลือทิ้งจากการผลิตน้ำเชื่อมลำไย จากนั้นนำ FOS ที่สังเคราะห์ได้มาประเมินความเป็นพิษต่อระบบ ต่างๆ ของร่างกาย และวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนในการด้านผลิตและศักยภาพของ FOS เพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์

ผลการศึกษาการผลิตน้ำเชื่อมลำไยจากลำไยคละเกรดบีและซี พบว่า น้ำเชื่อมลำไยที่ผลิตได้ มี ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส เท่ากับ 200.86 ± 2.50 , 211.65 ± 2.5 และ 185.87 ± 2.65 กรัม/ลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำเชื่อมลำไยที่ผลิตได้ยังมีน้ำตาล 1-คีสโทส ซึ่งจัดเป็น FOS ชนิดหนึ่ง เท่ากับ 8.07 ± 0.11 กรัม/ลิตร และมีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ทาง ชีวภาพ ได้แก่ กรดแกลลิก คอริลาจิน และกรดเอลลาจิก เท่ากับ 0.40 ± 0.02 , 0.05 ± 0.01 และ 0.03 ± 0.01 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ และเมื่อนำน้ำเชื่อมลำไยมาสังเคราะห์ด้วยการใช้เอนไซม์ที่มีชื่อ ทางการค้าว่า Pectinex Ultra SP-L เพื่อให้ได้เป็น FOS ด้วยการวางแผนการทดลองแบบ central composite design (CCD) โดยการแปรระดับปริมาตรเอนไซม์ในช่วง 10-60 มิลลิลิตร และเวลาทำ ปฏิกริยา นาน 3-24 ชั่วโมง ซึ่งพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิต FOS คือ การใช้เอนไซม์ Pectinex Ultra SP-L ปริมาตร 20.12 มิลลิลิตร/น้ำเชื่อมลำไย 1 ลิตร ระยะเวลาทำปฏิกริยานาน 24 ชั่วโมง โดย FOS ที่ผลิตได้ มีความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส เท่ากับ 20.13 ± 0.25 , 229.80 ± 1.22 และ 156.40 ± 3.34 กรัม/ลิตร ตามลำดับ และฟรุกโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ ได้แก่ 1^F -ฟรุกโตฟิวราโนซิลนีสโทส นีสโทส และ 1-คีสโทส เข้มข้น 1.15 ± 0.14 , 10.08 ± 0.18 และ 55.87 ± 2.24 กรัม/ลิตร ตามลำดับ และมีความเข้มข้นของกรดแกลลิก คอริลาจิน และกรดเอลลาจิก เท่ากับ 0.37 ± 0.02 , 0.05 ± 0.00 และ 0.04 ± 0.00 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ และเมื่อนำ FOS มาผลิต ให้อยู่ในรูปผงด้วยการผสมมอลโตเดกซ์ตริน และซิลิกอนไดออกไซด์ ร้อยละ 35.5 และ 1.3 โดย น้ำหนัก ตามลำดับ แล้วอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งสุญญากาศ พบว่า FOS ผงที่ผลิตได้มีความเข้มข้น

น้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส นีสโทส และ 1-คีสโทส เท่ากับ 13.18 ± 1.39 , 170.61 ± 0.35 , 101.47 ± 0.31 , 1.75 ± 0.24 และ 7.37 ± 0.66 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ และมีกรดแกลลิก คอริลาจिन และกรดเอลลาจิก เท่ากับ 0.32 ± 0.02 , 0.05 ± 0.00 และ 0.04 ± 0.00 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ

และเมื่อนำกากลำไยซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากการผลิตน้ำเชื่อมลำไยเพื่อสังเคราะห์ให้เป็น FOS มาสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ กรดแกลลิก คอริลาจिन และกรดเอลลาจิก พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัด คือ การใช้ตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำในอัตราส่วน 50:50 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง โดยสามารถสกัดกรดแกลลิก คอริลาจिन และกรดเอลลาจิก ได้ความเข้มข้น 0.38 ± 0.00 , 0.64 ± 0.01 และ 2.42 ± 0.19 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และเมื่อนำสารสกัดที่ได้จากสภาวะการสกัดที่เหมาะสมมาทำให้เข้มข้นและอบแห้งสุญญากาศ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายในรูปผง พบว่า สารสกัดกากลำไยอบแห้งผงมีกรดแกลลิก คอริลาจिन และกรดเอลลาจิก เข้มข้นเท่ากับ 1.70 ± 0.14 , 1.04 ± 0.04 และ 5.33 ± 1.50 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้ แสดงให้เห็นว่า FOS ที่ผลิตได้จากลำไยคละเกรด นอกจากจะมีสมบัติที่ต่างจากน้ำตาลโดยทั่วไปแล้ว ยังพบว่ามีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพซึ่งมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้เป็นอย่างดี น่าพอใจ

ในด้านการศึกษาค้างนี้ ได้ทำการประเมินความปลอดภัยของ FOS ที่สังเคราะห์จากน้ำเชื่อมลำไย โดยทำการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันและกึ่งเรื้อรัง ด้วยการป้อนทางปากในหนูขาว ในการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันในหนูขาวเพศเมียพบว่า FOS ในขนาด 5,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่ก่อให้เกิดอาการพิษหรือความผิดปกติทางพยาธิวิทยาของอวัยวะภายใน เมื่อทำการผ่าตัดชันสูตรในวันที่ 14 ของการทดลอง ส่วนในการศึกษาความเป็นพิษแบบกึ่งเรื้อรัง การให้ FOS ในขนาด 500, 1,500 และ 3,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน นาน 90 วัน ไม่ทำให้เกิดการตาย หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของหนูขาวทั้งสองเพศ เมื่อเปรียบเทียบผลกับกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับน้ำกลั่น ค่าส่วนประกอบของเลือดและค่าทางชีวเคมีของเลือดบางค่า รวมทั้งน้ำหนักบางอวัยวะของหนูกลุ่มที่ได้รับ FOS มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบผลกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตาม ค่าเหล่านี้อยู่ในช่วงเดียวกับค่าของหนูปกติ จึงพิจารณาได้ว่าความแตกต่างที่พบเป็นเพียงความแปรปรวนทางชีวภาพ

เท่านั้น นอกจากนี้ ไม่พบความผิดปกติใด ๆ ของอวัยวะภายในของหนูขาวทุกกลุ่มเมื่อทำการผ่าตัด
ชั้นสูตรและตรวจวิเคราะห์ทางพยาธิวิทยา ผลการศึกษาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า FOS มีความปลอดภัย
ในหนูขาว และระดับที่สังเกตไม่พบอาการอันไม่พึงประสงค์ (no-observed-adverse-effect level;
NOAEL) มีค่าอยู่ในช่วง 500-3,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ในด้านการวิเคราะห์ต้นทุน ได้แก่ ค่าใช้จ่าย ต้นทุนในการ
ดำเนินการ ค่าบำรุงรักษาระบบผลิตร้อยละ 5 ของเงินลงทุน และค่าดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 12 ผล
การศึกษา พบว่า การผลิต FOS มีความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการ คือ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)
เท่ากับ 99,265,710 บาท และการผลิต FOS ผงจากน้ำเชื่อม ได้ NPV เท่ากับ 86,262,066 บาท และ
มีระยะเวลาคืนทุน (PBP) ในปีแรก ทั้งการผลิต FOS และ FOS ผง ส่วนการสำรวจแบบสอบถามกลุ่ม
ตัวอย่าง พบว่า ผลิตภัณฑ์ FOS นั้นมีจุดเด่นอยู่ที่กลิ่นหอมของลำไย และรสชาติที่เข้มข้น โดยผู้ตอบ
แบบสอบถาม มีความชอบผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับปานกลาง แต่กลับบอกว่าจะไม่ซื้อ หากผลิตภัณฑ์
ออกวางจำหน่าย ซึ่งอาจเป็นเพราะผลิตภัณฑ์นั้นยังใหม่ และไม่เป็นที่รู้จักกับประชาชนทั่วไป ดังนั้น
ควรปรับปรุงผลิตภัณฑ์ เช่น ควรปรับปรุงสี และรสชาติของผลิตภัณฑ์ ควรได้รับการรับรองจาก
สถาบันหรือผู้เชี่ยวชาญ เน้นการนำไปเป็นส่วนผสมของขนมและเครื่องดื่มต่าง ๆ โดยเน้นไปที่กลุ่มผู้
รักสุขภาพ และควรให้รัฐบาลเข้ามาสนับสนุนด้านการลงทุน และการศึกษาต่อยอดในเชิงธุรกิจ การ
หาช่องทางในการทำการตลาด และการประชาสัมพันธ์ต่อไป

สำหรับคุณลักษณะสำคัญของน้ำเชื่อมลำไยและ FOS ที่สังเคราะห์ได้ พบว่า น้ำเชื่อมลำไย มีความ
เข้มข้นน้ำตาลโดยรวมเริ่มต้น 545.80-667.08 กรัม/ลิตร โดยมีซูโครสในระดับ 180.77-220.95 กรัม/
ลิตร สามารถสังเคราะห์ให้เป็น FOS ที่มีความเข้มข้นน้ำตาลฟรุกโตโอสิโกลิโกแซ็กคาไรด์รวม 60.39-
73.81 กรัม/ลิตร (คิดเป็นร้อยละ 30 ของซูโครสเริ่มต้น) และมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ กรด
แกลลิก คอริลาจिन และกรดเอลลาจิก ในช่วง 0.33-0.41, 0.04-0.06 และ 0.03-0.05 มิลลิกรัม/กรัม
ตามลำดับ รวมปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ 0.40-0.50 มิลลิกรัม/กรัม จากความเข้มข้นกรดแกล
ลิก คอริลาจिन และกรดเอลลาจิกในน้ำเชื่อมลำไยเริ่มต้น เท่ากับ 0.36-0.44, 0.04-0.06 และ 0.02-
0.03 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ รวมปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเริ่มต้น ในน้ำเชื่อมลำไย 0.43-

0.53 มิลลิกรัม/กรัม ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นเท่ากับ 5.7 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และเมื่อผ่าน
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 6 เดือน มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 110 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

คำสำคัญ: ฟรุคโตโอลิโกแซ็กคาไรด์, น้ำเชื่อมลำไย, เอนไซม์, ลำไย, กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ,
ความเป็นพิษ, การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน, ศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์