

ความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกของแก่่นตะวัน

Prebiotic Activities of Jerusalem artichoke

นัชชา นิลจันทิก¹ สำรวย เชื้อกรรมย์¹ สุธิดา กังขุนทด¹

จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี^{1*} และจิตรา สิงห์ทอง²

Natcha Niljantuk¹, Samruey chuekram¹, Suthida kangkuntod¹

Jirawan Oonmetta-aree^{1*} and Jittra Singthong²

Received: February 21, 2019 Revised: May 23, 2019 Accepted: June 10, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกความสามารถในการเป็นพรีไบโอติก (Prebiotic activity) ของแก่่นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 14, 16, 18 และ 20 สัปดาห์ และทดสอบการย่อยในระบบทางเดินอาหารจำลอง แก่นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 14, 16, 18 และ 20 สัปดาห์มีความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกเท่ากับ 10.65, 12.45, 8.82 และ 14.04 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* TISTR 1338 กับเชื้อ *Escherichia coli* TISTR 117 ที่เพาะเลี้ยงในแก่นตะวันและน้ำตาลกลูโคสร้อยละ 1 ในระยะเวลา 0 และ 24 ชั่วโมงพบว่า *L. acidophilus* สามารถเจริญเติบโตในแก่นตะวันได้ดีกว่า *E. coli* เมื่อนำแก่นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 14 สัปดาห์ซึ่งเป็นช่วงอายุที่ให้ค่าแอกติวิตีต่ำสุด และนำแก่นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 20 สัปดาห์ซึ่งมีค่าแอกติวิตีสูงที่สุด มาทดสอบค่าร้อยละของการย่อย (% hydrolysis) ในระบบทางเดินอาหาร พบว่ามีค่าร้อยละการย่อยเท่ากับ 71.04 และ 13.34 ตามลำดับ ซึ่งแก่นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยวช่วง 20 สัปดาห์ มีค่าร้อยละของการย่อยต่ำสุด แสดงว่าส่วนประกอบในแก่นตะวันมีคุณสมบัติในการเป็นสารพรีไบโอติกและมีความทนทานต่อการย่อยในระบบทางอาหาร

คำสำคัญ : ความสามารถในการเป็นพรีไบโอติก แก่นตะวัน การย่อย

Abstract

The objectives of this study were to select the prebiotic activities of Jerusalem artichoke which were harvested at the age of 14, 16, 18, and 20 weeks, and to test the digestion of the *Jerusalem*

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000

Food Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima, 30000

² ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Warinchamrap, Ubon Ratchathani, 34190

*corresponding author : jirawan.o@nrnu.ac.th

artichoke with the lowest and highest prebiotic activity in the simulated gastrointestinal system. They were harvested at the age of 14, 16, 18, and 20 weeks, had positive prebiotic activity values of 10.65, 12.45, 8.82 and 14.04, respectively. After *Lactobacillus acidophilus* TISTR 1338 and *Escherichia coli* TISTR 117 were cultured in 1% of *Jerusalem artichoke* and 1% of glucose from 0 to 24 hours, *L. acidophilus* was found to have higher growth than *E. coli*. *Jerusalem artichoke* which was harvested at age of 14, and 20 weeks, had the % hydrolysis digestion of 71.04% and 13.35%, respectively. Consequently, the 20-week *Jerusalem artichoke* gave the lowest digestion percentage. It showed that the composition of the *Jerusalem artichoke* had possessed as the prebiotic and was able to resistant to digestion in the gastrointestinal system

Keyword: prebiotic, *Jerusalem artichoke*, resistant to digestion

บทนำ

พรีไบโอติก (Prebiotic) เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ย่อยและไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก แต่แบคทีเรียบางกลุ่มที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่สามารถหมักสารอาหารเหล่านั้นได้ เพื่อการเจริญเติบโตและมีผลต่อการส่งเสริมสุขภาพให้ดีขึ้น (Gibson and Roberfroid, 1995) เช่น Bifidobacteria และ Lactobacillus และไม่ส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อโรค (Pathogenic bacteria) เช่น Salmonella และ Escherichia coli ซึ่งต่อมาจะถูกกำจัดออกจากระบบทางเดินอาหารไปกับอุจจาระ พรีไบโอติกเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีกลุ่มโมโนแซคคาไรด์ตั้งแต่ 3 หน่วยขึ้นไป ได้แก่ โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) และโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) เช่น ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructooligosaccharides; FOS) กาแลคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (galacto-oligosaccharides; GOS) และอินนูลิน (inulin) มีประโยชน์ในการช่วยป้องกันและลดอาการท้องเสียที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ป้องกันโรคลำไส้อักเสบ ป้องกันการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหารช่วยในการย่อยและดูดซึมสารอาหารเข้าสู่ร่างกายและช่วยให้ระบบเมตาบอลิซึมของไขมันดีขึ้น กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายโดยกระตุ้นจุลินทรีย์ในลำไส้ที่มีประโยชน์ซึ่งแตกต่างจากใยอาหารมากอาหารที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก ได้แก่ ธัญพืช ผักและผลไม้ เป็นต้น (Gibson and Roberfroid, 1995)

แก่นตะวัน (*Jerusalem artichoke*) หรือในชื่อวิทยาศาสตร์ *Helianthus tuberosus* L. เป็นพืชที่มีถิ่น

กำเนิดในแถบทางตอนเหนือซึ่งเป็นเขตเมืองหนาวในทวีปอเมริกาเหนือ (Saengthongpinit and Sajjaanantakul, 2005) แต่สามารถเพาะปลูกได้ดีในเขตร้อนในประเทศไทย จัดอยู่ในกลุ่ม Asteraceae เป็นพืชประเภทล้มลุกมีอายุสั้นประมาณ 120 วัน สูงประมาณ 1.5 - 4.0 เมตร ลักษณะเป็นไม้เนื้ออ่อน มีดอกสีเหลืองคล้ายดอกบัวตองและดอกทานตะวัน มีเส้นผ่านศูนย์กลางดอก 4 - 8 เซนติเมตร ดอกเกิดเป็นช่อ ลักษณะลำต้นเป็นกิ่งขนาดเล็กและมีขนกระจายทั่วต้น อาจแตกแขนงหรือไม่แตกแขนงก็ได้ ใบมีลักษณะใบรีรูปไข่เป็นทรงกลมแบน บางพันธุ์ขอบใบหยัก ดอกมีขนคล้ายหนาม กระจายทั่วใบและลำต้น จึงต้านทานต่อแมลงได้ดีมีหัวสะสมอาหารลักษณะเป็นตะปุ่มตะป่ำ ผิวเปลือกนอกเป็นสีน้ำตาลและเนื้อในสีขาว แก่นตะวันเป็นพืชที่ปลูกง่าย ชอบดินร่วนปนทรายระบายน้ำดีเพราะจะลงหัวได้ง่ายหากมีน้ำขังแฉะจะทำให้หัวเน่า การปลูกสามารถปลูกได้ในฤดูฝนในพื้นที่ไร่เหมือนกับพืชไร่ทั่วไปการปลูกในฤดูแล้งต้องมีระบบน้ำชลประทานที่เพียงพอ นอกจากนี้พบว่าแก่นตะวันยังมีความสวยงามสามารถนำมาปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับเพื่อใช้ประโยชน์ในการพักผ่อนหย่อนใจและสามารถนำมาใช้ในการประกอบอาหารได้หลากหลายชนิดทั้งอาหารคาวหวานโดยส่วนหัวของแก่นตะวันประกอบด้วยสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทฟรุคแทน (fructan) เช่น สารอินนูลิน (inulin) และฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructooligosaccharide) โดยพบมากถึงร้อยละ 16 - 20 และร้อยละ 10 - 25 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ (Thammarutwasik et al., 2009) ซึ่งสารดังกล่าวนี้

เป็นสารพรีไบโอติกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โปรไบโอติก

จากการที่แก่นตะวันมีองค์ประกอบของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทฟรุกแทน (fructan) เช่น สารอินนูลิน (inulin) และฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructooligosaccharide) ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นสารพรีไบโอติก จึงนำแก่นตะวันที่เก็บเกี่ยวเป็นระยะเวลา 14, 16, 18 และ 20 สัปดาห์ มาทดสอบค่าพรีไบโอติก แอคติวิตี (prebiotic activity) และทดสอบความสามารถในการย่อย (%hydrolysis) ในระบบกระเพาะอาหารและลำไส้จำลอง เพื่อเป็นอีกทางเลือกในการรับประทานพืช เพื่อสุขภาพร่างกายที่ดีของผู้บริโภค และเพื่อเป็นการยืนยันคุณสมบัติในการเป็นพรีไบโอติกของแก่นตะวัน

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การทดสอบความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกของแก่นตะวัน

1.1 การเตรียมแก่นตะวัน

โดยนำแก่นตะวันสายพันธุ์เบอร์ 2 (HEL 65) จากจังหวัดอุบลราชธานีที่เก็บเกี่ยวอายุต่างกัน ได้แก่ 14, 16, 18 และ 20 สัปดาห์ มีวิธีการเตรียมแก่นตะวันผงโดยดัดแปลงจากวิธีของ Takeuchi and Nagashima (2010) และ Abou-Arab et al (2011) โดยนำหัวแก่นตะวันสายพันธุ์เบอร์ 2 มาล้าง ทำความสะอาดเปลือก นำไปสไลด์ให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาแช่ในสารละลาย ascorbic acid (0.1% w/w) เป็นเวลา 2-3 นาที เพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล สะเด็ดน้ำและนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ให้มีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 บดด้วยเครื่องบดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 Mesh จากนั้นนำไปบรรจุสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิห้องเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

1.2. การเตรียมเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ

1.2.1 เชื้อ *Lactobacillus acidophilus*

นำเชื้อ *L. acidophilus* มา streak บนอาหาร MRS agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ที่สภาวะไม่ใช้ออกซิเจน จากนั้นถ่ายเชื้อลงใน MRS broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่

สภาวะไม่ใช้ออกซิเจน

1.2.2 เชื้อ *E. coli*

นำเชื้อ *E. coli* มา streak บนอาหาร Trypticase Soy Agar (TSA) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ที่สภาวะบรรยากาศ จากนั้นถ่ายเชื้อลงใน Trypticase Soy Broth (TSB) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่สภาวะบรรยากาศ

1.3 วิธีวิเคราะห์ค่าแอคติวิตีของพรีไบโอติก (Huebner et al, 2007)

ถ่ายเชื้อ *L. acidophilus* ที่เตรียมได้ปริมาณ 1% (v/v) ลงในอาหารเหลว MRS without glucose ที่ผสม 1% กลูโคส (w/v) และ MRS without glucose ที่ผสม 1% (w/v) แก่นตะวันผง และถ่ายเชื้อ *E. coli* ที่เตรียมได้ปริมาณ 1% (v/v) ลงใน Minimal Medium ที่ผสม 1% (w/v) แก่นตะวันผง และ Minimal Medium ที่ผสมกลูโคส 1% (w/v) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส หลังจากการบ่มนาน 0 และ 24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีบน MRS agar สำหรับเชื้อ *L. acidophilus* และบน TSA สำหรับเชื้อ *E. coli* และหาค่าแอคติวิตีของแก่นตะวันในตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบโดยคำนวณจากสมการค่าแอคติวิตีของสารพรีไบโอติก

สูตรการคำนวณค่าแอคติวิตีของพรีไบโอติก

(Prebiotic Activity) =

$$\frac{(N_0 L - N_{24} L \text{ ในพรีไบโอติก})}{(N_0 L - N_{24} L \text{ ในกลูโคส})} - \frac{(N_0 E - N_{24} E \text{ ในพรีไบโอติก})}{(N_0 E - N_{24} E \text{ ในกลูโคส})}$$

เมื่อ $N_0 L$ หมายถึง จำนวนเชื้อ *Lactobacillus* ที่ 0 ชั่วโมง
 $N_{24} L$ หมายถึง จำนวนเชื้อ *Lactobacillus* ที่ 24 ชั่วโมง
 $N_0 E$ หมายถึง จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่ 0 ชั่วโมง
 $N_{24} E$ หมายถึง จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่ 24 ชั่วโมง

คัดเลือกแก่นตะวันผงที่มีค่าแอคติวิตีสูงที่สุดมาใช้ในการทดสอบการย่อยในระบบทางเดินอาหารสูงที่สุดมาใช้ในการทดลองต่อไป

2. การทดสอบร้อยละการย่อยอาหารโดยจำลองระบบทางเดินอาหารในหลอดทดลอง

2.1 การทดสอบการย่อยในระบบทางเดินอาหาร

นำแก่นตะวันที่มีค่าแอกติวิตีสูงที่สุดจากตอนที่ 1 มาทดสอบความทนทานในแบบจำลองกระเพาะอาหาร โดยนำแก่นตะวันมา 50 มิลลิกรัม ผสมกับเอนไซม์เปปซิน (Pepsin) (0.2 มิลลิตร ในสารละลายบัฟเฟอร์ HCl-KCl 0.2 โมลาร์ ปริมาณ 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร จำนวน 1 มิลลิตร pH 1.5) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำกากที่เหลือจากการย่อยมาปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) เป็นเวลา 15 นาที ความเร็ว 3000 g แยกส่วนใสออกและนำกากไปมาทดสอบโดยผสมกับสารละลายแพนครีเอติน (Pancreatin) 1 มิลลิตร (ที่ละลายในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาณ 5 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ pH 7.5) เอนไซม์ไลเปส 2 มิลลิตร (ในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่มีความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาณ 7 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร) และโปรซินไบล์เอ็กซ์ แทร็ก (Porcine bile extract) 2 มิลลิตร (ในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่มีความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาณ 17.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบ่มต่อด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส 1 มิลลิตร (ใน Tris-maleate buffer ที่มีความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ปริมาณ 120 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร pH 6.9) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) เป็นเวลา 15 นาที ความเร็ว 3000 g แยกส่วนใสออก นำส่วนใสมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์เพื่อคำนวณร้อยละของการย่อยทั้งหมด (%Hydrolysis) (Serrano, Goni, and Saura-Calixto, 2005) ดังนี้

ร้อยละการย่อย=

$$\frac{(\text{น้ำตาลทั้งหมดก่อนย่อย}-\text{น้ำตาลรีดิวซ์ก่อนย่อย})/(\text{น้ำตาลรีดิวซ์หลังย่อย}-\text{น้ำตาลรีดิวซ์ก่อนย่อย}) \times 100}{}$$

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกของแก่นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน ได้แก่ แก่นตะวันช่วงอายุ 14 16 18 และ 20 สัปดาห์ มีขั้นตอนการศึกษา คือ การนำแก่นตะวันที่ผ่านการทำให้แห้งและบดเป็นผงแต่ละช่วงอายุมาทดสอบความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกด้วยการวิเคราะห์ค่าแอกติวิตี ทดสอบความคงตัวในกระบวนการย่อยอาหารโดยใช้การจำลองระบบทางเดินอาหารในหลอดทดลองได้ผลการวิจัย ดังนี้

1. การทดสอบความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกของผงแก่นตะวัน

จากการศึกษาคุณสมบัติความเป็นพรีไบโอติกของแก่นตะวันผงโดยทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อ *L. acidophilus* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth without glucose ผสมแก่นตะวันร้อยละ 1 มีอายุการเก็บเกี่ยว 14 16 18 และ 20 สัปดาห์ และอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth without glucose ผสมกลูโคสร้อยละ 1 และทดสอบ

การเจริญเติบโตของเชื้อ *E.coli* ในอาหาร Minimal medium ที่ผสมผงแก่นตะวันมีอายุการเก็บเกี่ยวในช่วงอายุต่างๆ และ Minimal medium ผสมกลูโคสร้อยละ 1 ซึ่งจะนำปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญที่ 0 และ 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 1) มาคำนวณค่าพรีไบโอติกแอกติวิตี (Prebiotic activity) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์หลังบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่เวลา 0 และ 24 ชั่วโมงของแกนตะวันที่อายุการเก็บเกี่ยวต่างๆ

อายุการเก็บเกี่ยวแกนตะวัน	<i>L.acidophilus</i> (Log CFU /ml)		<i>E.coli</i> (Log CFU /ml)	
	0 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	0 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
14 สัปดาห์	7.54 ± 0.42b	9.33 ± 0.51b	4.20 ±0.23b	5.42 ±0.25b
16 สัปดาห์	6.38 ± 0.33c	10.24 ± 0.39a	3.33 ±0.13c	5.32 ±0.17b
18 สัปดาห์	5.49 ± 0.33b	10.38 ± 0.44a	3.77 ±0.24bc	5.37 ±0.45b
20 สัปดาห์	10.51± 0.42a	10.33 ± 0.43a	3.60 ±0.49c	5.38 ±0.36b
กลูโคส	10.38± 0.34a	8.40 ± 0.43c	10.62 ±0.55a	15.56±0.39a

Means±SD, n=3

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

จากตารางที่ 1 พบว่าเชื้อ *E. coli* สามารถเจริญได้สูงที่สุดในสภาวะที่มีการเติมน้ำตาลกลูโคสมากกว่าในสภาวะที่เติมแกนตะวัน แสดงว่าเชื้อ *E. coli* สามารถใช้น้ำตาลกลูโคสในกระบวนการเมตาบอลิซึมได้ดีกว่าการใช้สารอาหารในแกนตะวัน จึงทำให้พบปริมาณเชื้อ *E. coli* ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมน้ำตาลกลูโคส ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 15.56 LogCFU/ml แต่พบปริมาณเชื้อ *E.coli* ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมแกนตะวันเพียง 5.32-5.42 LogCFU/ml ส่วน *L. acidophilus* สามารถเจริญเติบโตได้ดีในอาหาร

เลี้ยงเชื้อที่ผสมแกนตะวัน เนื่องจากแกนตะวันมีส่วนประกอบของสารฟรุคแทน (Fructan) ซึ่งเป็นสารกลุ่มฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructooligosaccharides) และอินนูลิน (Inulin) จัดเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดที่ไม่สามารถย่อยได้โดยเอนไซม์ในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กของคน แต่สามารถย่อยได้โดยจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในลำไส้ใหญ่ เช่น *L. acidophilus* และ *Bifidobacteria* (Saengthongpinit, and Sajjaanantakul, 2005).

ตารางที่ 2 ค่าพรีไบโอติกแอคทีวิตี (Prebiotic activity) ของแกนตะวันผงที่อายุการเก็บเกี่ยวต่างๆ

อายุการเก็บเกี่ยวแกนตะวัน	ค่าพรีไบโอติกแอคทีวิตี
14 สัปดาห์	9.06 ± 0.39d
16 สัปดาห์	10.28 ± 0.46c
18 สัปดาห์	12.24 ± 0.28b
20 สัปดาห์	13.42 ± 0.38a

Means±SD, n=3

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

จากตารางที่ 2 พบว่าแก๊นตะวันช่วงอายุการ เก็บเกี่ยว 14 16 18 และ 20 สัปดาห์ มีค่าพีไอโอดิก แอคติวิตีเท่ากับ 9.06 10.28 12.24 และ 13.42 ตามลำดับ ซึ่งทุกช่วงอายุมีค่าแอคติวิตีเป็นบวก เมื่อนำมาทดสอบค่าแอคติวิตีโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ ถ้ามีค่าแอคติวิตีเป็นบวกแสดงว่าแก๊นตะวันเป็นพืชที่มีคุณสมบัติในการเป็นพรีไบโอติก

จากผลการศึกษาจึงคัดเลือกแก๊นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 14 และ 20 สัปดาห์มาใช้ทดสอบการย่อยโดยจำลองระบบทางเดินอาหารในหลอดทดลอง

2. การทดสอบการย่อยโดยจำลองระบบทางเดินอาหารในหลอดทดลอง

นำแก๊นตะวันที่มีการเก็บเกี่ยวอายุ 14 16 และ 20 สัปดาห์ มาทดสอบความทนทานในระบบทางเดินอาหารจำลองโดยนำแก๊นตะวันมาทดสอบการย่อยด้วยเอนไซม์ในกระเพาะอาหารและลำไส้ นำปริมาณน้ำตาลที่ผ่านการย่อยมาคำนวณร้อยละของการย่อย (% hydrolysis) ในทางเดินอาหารจำลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ร้อยละของการย่อย(% hydrolysis)ในระบบทางเดินอาหารจำลอง

อายุการเก็บเกี่ยวแก๊นตะวัน	ร้อยละการย่อย (%hydrolysis)
14 สัปดาห์	71.04 ±1.34a
16 สัปดาห์	46.61±0.21b
20 สัปดาห์	13.34±0.07c

ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรที่ต่างกันแนวนอน หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อคำนวณร้อยละการย่อย พบว่าแก๊นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 20 สัปดาห์ มีค่าร้อยละการย่อยต่ำสุดเท่ากับ 13.34 ($p \leq 0.05$) แสดงว่าสามารถย่อยได้น้อยที่สุดเนื่องจากแก๊นตะวันอายุ 20 สัปดาห์มีสาร อินนูลินที่มีค่า degree of polymerization (DP) มากกว่า 10 ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ย่อยได้ช้ากว่าแก๊นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยวน้อยกว่า ส่งผลให้เชื้อ *L. acidophilus* สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้จึงมีการเจริญเติบโตได้สูง (Saengthongpinit and Sajjaanantakul. 2005) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Edelman and Jefford (1968) ระบุว่าพบกลูโคสในหัวแก๊นตะวันที่ยังอ่อนเมื่อแก่ขึ้นปริมาณกลูโคสจะต่ำลง เมื่อหัวแก๊นตะวันอายุมากขึ้นจะมีการเพิ่มขึ้นของฟรุคโตส เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ inulinase จะทำให้เกิด depolymerize ของอินนูลินไปเป็นฟรุคโตส จึง

ทำให้เมื่ออายุแก๊นตะวันมากขึ้นจะทำให้องค์ประกอบของแก๊นตะวันเปลี่ยนแปลงไป

จากการศึกษาความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกของแก๊นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน และศึกษาความทนทานในระบบทางเดินอาหารจำลอง พบว่า แก๊นตะวันที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 20 สัปดาห์ มีค่าพีไอโอดิกแอคติวิตีเท่ากับ 13.42 ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าสูงสุด และมีค่าร้อยละของการย่อยในระบบทางเดินอาหารเท่ากับ 13.34 ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีความทนทานในระบบทางเดินอาหารดีที่สุด

สรุปผลการวิจัย

แก๊นตะวันทุกอายุการเก็บเกี่ยวได้แก่ 14 16 และ 20 สัปดาห์ มีคุณสมบัติในการเป็นพรีไบโอติกและสามารถทนทานต่อการย่อย โดยเฉพาะแก๊นตะวันอายุการเก็บ

เกี่ยว 20 สัปดาห์ มีความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกสูงที่สุดโดยมีค่าพรีไบโอติกแอกติวิตีเท่ากับ 13.42 เมื่อนำมาทดสอบความทนทานในการย่อยในระบบทางเดินอาหารจำลอง พบว่ามีร้อยละของการย่อยเท่ากับ 13.34

เอกสารอ้างอิง

นิमित วรสูตร และคณะ. (2549). การศึกษาการผลิต
แก่นตะวันเพื่อการผลิตเอทานอล.

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Edelman, J. and Jefford, T.G. (1968).

“The mechanism of fructosan metabolism in higher plants as exemplified in *Helianthus tuberosus*.” *New Phytol.* 67(3): 517-531.

Gibson, G.R., and Roberfroid, M.B. (1995). “Dietary modulation of the human colonic microbiota: in traducing the concept of prebiotics”. *Journal of Nutrition.* 125(1) :1401-1412.

Huebner, J., R.L. Wehling and R.W. Hutkins. (2007).

“Functional activity of commercial prebiotics.” *International Dairy Journal.* 17(7): 770–775.

Saengthongpinit , W . and Sajjaanantakul ,

T.(2005). “Influence of harvest time and storage Temperature on characteristics of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers.”

Postharvest Biology and Technology. 37(1): 93-100

Serrano, J. I. Goni, and Saura-Calixto, F. (2005).

“Determination of β -Carotene and Lutein Available from Green Leafy Vegetables by an in Vitro Digestion and Colonic Fermentation Method.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 53(8): 2936-2940

Thammarutwasik, P., Hongpattarakere, T.,

Chantachum., Kijroongrojana, K., Itharat, A., Reanmongkol, W., Tewtrakul, S. and Ooraikul, B., (2009). “Prebioitic–A

Review”. *Songklanakarin Journal Science Technology.* 31 (4): 401-308.

Takeuchi and Nagashima (2010) Preparation of

dried chips from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers and analysis of their functional properties.

Food Chemistry. 126 (1): 922-926.

Abou-Arab et al (2011). Chemical composition

and functional properties of flour and protein isolate extracted from Bambara groundnut (*Vigna subterranean*). *African Journal of food science.* 5(2): 82-90