ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246406

รายงานการวิจัย

การเพิ่มมูลค่ากล้วยน้ำว้าเพื่อการส่งออก

Value Creation of 'Nam Wah' Banana for Export

โดย

รศ. สุรวิช วรรณไกรโรจน์ และคณะ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

๒๕๕๕

bac252995

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246406

รายงานการวิจัย

การเพิ่มมูลค่ากล้วยน้ำว้าเพื่อการส่งออก

Value Creation of 'Nam Wah' Banana for Export

โดย

รศ. สุรวิช วรรณไกรโรจน์ และคณะ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

๒๕๕๕

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

งานวิจัยทั้งหมดนี้ได้ดำเนินการโดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๓

คณะผู้วิจัยขอบขอบคุณผู้ที่สนับสนุนต้นพันธุ์กล้วยทั้งจากภาครัฐและเอกชนเป็นอย่างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรมส่งเสริมการเกษตรซึ่งเอื้อเฟื้อต้นพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อในยามคับขัน หลังจากห้องปฏิบัติการของผู้วิจัยเกิดปัญหาด้านกระแสไฟฟ้าทำให้พืชทดลองตายเกือบหมด

การทุ่มเทกำลังกายและกำลังใจของบรรดานิสิต นักศึกษา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการทำให้แผนงานวิจัยนี้สามารถดำเนินไปได้ตามวัตถุประสงค์ คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

และที่สำคัญที่สุด คณะผู้วิจัยยังต้องขอบขอบคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างยิ่งที่ได้กรุณาสละเวลาและกำลังสมองในการตรวจพิจารณา ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินงานวิจัยให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ประเทศชาติ

246406

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ลายพิมพ์ DNA ในการจำแนกพันธุ์กล้วยน้ำว้า ซึ่งมีความจำเป็นในการตรวจคุณภาพวัตถุดิบเชิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมเภสัชภัณฑ์ พบว่าสามารถสกัดดีเอ็นเอจากแกนกลางของเครือมาใช้จำแนกพันธุ์กล้วย 12 พันธุ์และบ่งบอกเอกลักษณ์ประจำพันธุ์ของแต่ละพันธุ์ได้โดยใช้ primer จำนวน 8 คู่กับเทคนิค AFLP จึงเหมาะที่จะนำไปพัฒนาเป็นชุดตรวจภาคสนามซึ่งง่ายและสะดวกในการใช้งาน เช่น ชุดตรวจแบบ Biosensor ต่อไป

ส่วนการใช้เทคนิคเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อช่วยในการประเมินความสามารถในการทนต่อการเข้าทำลายของเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubensis* เชื้อสาเหตุของโรคตายพรายของกล้วยน้ำว้า (Panama Disease) เพื่อเป็นมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อแทนการปลูกเชื้อด้วยวิธีปกติ พบว่าสามารถประเมินผลได้อย่างรวดเร็ว คือเพียง 7 วันเมื่อใช้สปอร์ปลูกเชื้อกับต้นในสภาพปลอดเชื้อ แทนที่จะต้องใช้เวลาถึง 8 เดือนตามวิธีปกติ จึงเหมาะที่จะใช้เทคนิคนี้ในการคัดพันธุ์กล้วยต้านทานโรคตายพรายซึ่งเป็นโรคระบาดรุนแรง อันมีโอกาสคุกคามพื้นที่ผลิตกล้วยน้ำว้าของประเทศไทยในอนาคต

เมื่อสกัดกล้วยน้ำว้าด้วยวิธีการต่างๆ พบว่าเนื้อกล้วยน้ำว้าสุกทั้งสองพันธุ์คือ พันธุ์ขาวนวลและพันธุ์ละอองน้ำ สกัดด้วยวิธีการต่างๆได้% ผลผลิตสูงกว่าเปลือก กาบปลี และดอก โดยวิธีการต้มน้ำทำให้ได้ปริมาณสารสกัดสูงที่สุด เปลือกกล้วยสุก และดอกกล้วยแบบสด ต้มน้ำและแช่น้ำมีปริมาณสารสกัดกลุ่ม phenolic มากที่สุดและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยพันธุ์ขาวนวลให้สารกลุ่ม phenolic มากกว่าพันธุ์ละอองน้ำ

การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้า 2 พันธุ์ในสภาพหลอดทดลอง พบว่าว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวลมีฤทธิ์ต้านภูมิแพ้สูง สารสกัดจากทุกส่วนที่ศึกษาของพันธุ์ละอองน้ำมีฤทธิ์สูงต่อมะเร็งปอด ขณะที่สารสกัดจากดอกของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวลมีฤทธิ์ต่อ HIV -1Integrase ซึ่งเป็นตัวยาที่หายากในปัจจุบัน นอกจากนี้สารสกัดจากดอกของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวลยังมีฤทธิ์ต้านเชื้อหนอง *Staphyllococus aureus* เชื้อบิด *Salmonella dysenteria* และต้านการอักเสบ อย่างไรก็ตาม สารสกัดจากทุกส่วนของทั้งสองพันธุ์ที่ศึกษาไม่มีฤทธิ์ต้านอาการสมองเสื่อม ทั้งนี้สารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวลมีฤทธิ์ทางชีวภาพดีกว่าพันธุ์ละอองน้ำในทุกฤทธิ์ ยกเว้นฤทธิ์ในการต้านมะเร็งปอด อนึ่งการพัฒนาครีมกล้วยจากสารสกัดเนื้อกล้วยสุกที่สกัดด้วย 50% ethanol พบว่าครีมมีความคงตัวของฤทธิ์ต้านภูมิแพ้สูง

การเตรียมตัวอย่างแป้งกล้วยจากกล้วยน้ำว้าสด 3 พันธุ์ พบว่า การแยกแป้งกล้วยจากพันธุ์ละอองน้ำ มี % ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์มะลิอ่องและขาวนวล โดยแป้งจากกล้วยในระยะดิบมี Resistant Starch (RS) มีค่าสูงใกล้เคียงกับระยะห่าม ส่วนสารสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในเปลือกกล้วยมีมากกว่าในเนื้อกล้วย 2-3 เท่า อนึ่ง กล้วยทั้งสามระยะยังมีใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำสูงกว่าใยอาหารชนิดละลายน้ำ

246406

เมื่อใช้เครื่อง Twin Screw Extruder ผลิตผลิตภัณฑ์สแน็คกล้วยพบว่า RS ของผลิตภัณฑ์เหลือน้อยมาก แม้บิสกิตกล้วยมีปริมาณ RS สูงกว่าบิสกิตข้าวอบกรอบมากก็ตาม การเติม guar gum หรือ pectin ในแป้งกล้วย ทำให้ RS เพิ่มขึ้น และบิสกิตกล้วยซึ่งมีเนื้อสัมผัสที่ดี มีปริมาณใยอาหารค่อนข้างสูง ได้จากการใช้แป้งกล้วยในสัดส่วนต่ำกว่า 45% นอกจากนี้ยังพบว่ากระบวนการปรับสภาพแป้งกล้วยที่เหมาะสม คือวิธีการต้ม

สำหรับอัตราการย่อยสตาร์ชนั้น พบว่าสตาร์ชกล้วยมีอัตราการย่อยต่ำกว่าสตาร์ช มันสำปะหลังเกือบครึ่งหนึ่ง สอดคล้องกับปริมาณ RS และพบว่าผลิตภัณฑ์สแน็คและเครื่องดื่มกล้วยพรีไบโอ มีสมบัติ slow digestible ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์สแน็คที่ผู้ชิมส่วนใหญ่ชอบความกรอบของสแน็คที่มีแป้งกล้วย 40% นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ชิมมีความชอบสีของเครื่องดื่มกล้วยผงสำเร็จรูปสูตรมอล์ตมิลค์ที่เติมสตาร์ชกล้วย 30% มากที่สุด ซึ่งเครื่องดื่มกล้วยพรีไบโอที่ใช้ส่วนผสมแป้งกล้วยซึ่งปรับสภาพด้วยความร้อนนั้น มีปริมาณ RS สูงกว่าผลิตภัณฑ์อื่นโดยเฉพาะสูตรเติมสตาร์ช 30% และชนิดพร้อมชงดื่ม ทั้งนี้ทำให้เครื่องดื่มมีปริมาณ RS มากถึง 13.14 ถึง 15.77 กรัมต่อ100 กรัม และชนิดพร้อมดื่มเท่ากับ 3.94 ถึง 4.73 กรัมหนึ่งหน่วยบริโภค (200 มิลลิลิตร)

การวิเคราะห์กล้วยน้ำว้าสด พบว่ามีปริมาณสารฟีโนลิคในเนื้อกล้วยสูง 1,096-2,699 μg gallic acid/100 g dry sample และมีคุณสมบัติที่ดีในการต้านอนุมูลอิสระเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP assay ประมาณ 473-2,304 μM trolox/100 g dry sample หรือ μM vitamin C/100 g dry sample มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอนุมูลอิสระเมื่อวิเคราะห์ด้วย DPPH assay ประมาณ 30.82-46.36 % (scavenging percentage) จึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งอาจลดอัตราเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังชนิดไม่ติดต่ออย่างโรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูงได้

คำสำคัญ: ลายพิมพ์ DNA ต้านทานโรค ต้านอักเสบ ต้านมะเร็ง บิด ภูมิแพ้ บิสกิต สแน็ค ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

246406

A study on using DNA fingerprinting to identify 'Nam Wah' banana cultivar was conducted since the methodology would be an essential tool to verify raw material fidelity, especially for pharmaceutical industry. It was found that the core tissue from banana bunch could be used for DNA extraction. DNA identity for each of 12 banana cultivars was elucidated after 8 pairs of AFLP primers were used. This finding can thus be further developed a field test-kit which is easy and convenient to use; such as a Bio-sensor kit.

To avoid the danger of spreading the disease, an *in vitro* evaluation methodology for the tolerant ability of 'Nam Wah' banana to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubensis,* the causing agent of Panama Disease, was developed to replace the conventional inoculation method. It was shown that inoculating spore suspension to *in vitro* plantlets was an effective mean since taking 7 days, instead of 8 months with *in vivo* plants. This method should be used in screening experiment for the resistant to this epidemic disease, which is most probably a future serious threat to the banana production in Thailand.

Various parts of 2 'Nam Wah' banana cultivars, 'La-ong nam' and 'Khao nuan', were subjected to 4 different extraction methods; 95% ethanol, 50% ethanol, boiling and soaked in water. It was found that the extract from riped pulp of both cultivars had higher yield than from the other parts; peel, bract and flower. Boiling was the best extraction method. Peel from riped fruit and flower, extracted by boiling or water soaking, had the highest phenolic compound content and anti-oxidant activity. 'Khao nuan' yielded higher phenolic compound than 'La-ong nam'.

The screening for *in vitro* biological activity of the extract for various parts of the 2 'Nam Wah' banana cultivars found that the extract from peel of 'Khao nuan' had anti-oxidant activity. The extract from pulp of 'Khao nuan' had high anti-allergenic activity. Extract from all part of 'La-ong nam' tested had high anti-cancer effect against lung cancer cells. The extract from flower of 'Khao nuan' exhibited the highest inhibition on HIV-1 protease, a rare medical activity. Furthermore, extract from fresh 'Khao nuan' flower was found to inhibit pathogenic bacteria, *Staphyllococus aureus* and *Salmonella dysenteria,* and anti-inflammatory effects. However, no anti-Alzheimer's disease activity was found in extracts from all parts studied. In general, extracts from 'Khao nuan' had higher biological activities than 'La-ong nam', except cytotoxic effect on lung cancer cell line. In developing a banana cream using 50% ethanol extract from riped pulp, it was found that the cream was stable for high anti-allergenic activity

Preparation of prebiotic banana flours from three cultivars of 'Nam Wah' banana, 'Mali-ong', 'La-ong nam' and 'Khao nuan' was performed. The results showed that 'La-ong nam' gave the highest yield. Flour from unripe stage had a very high RS contents, similar to that from almost ripe. Total phenolic content, also antioxidant activities of the banana peel extract was 2-3 time higher than that of the pulp extract. In addition, the bananas at all stages had higher content of insoluble fibers than soluble fibers.

When using Twin Screw Extruder machine to produce banana snack product, it was found that the resistant starch (RS) content in the product was very low. Even through, the RS content in

banana biscuit was that in rice biscuit. Addition of guar gum or pectin to banana flour could elevate the RS content. The banana biscuit, which had a good texture and rather high content of dietary fiber, was formulated with less than 45% banana flour. Moreover, boiling was found to be the best flour modification method.

For the starch digestibility, the banana starch had less than half of the tapioca digestibility. This was related to the RS content. The snack product and "Prebio-banana" drink had slow digestible property. The snack, which was received overall preference and acceptance from testers, was formulated with 40 % banana flour. Moreover, the testers liked the color of malt formula of the "Prebio-banana" drink containing 30% banana starch the most. The "Prebio-banana" drink formulated with heat-modified starch had the highest content of RS, especially in the one with 30% banana starch and the ready–to-drink formulas. The formulas had the RS content of 13.14 - 15.77 g/100g and 3.94 - 4.73 g/serving size (200 mL), respectively.

The result of fresh banana analysis showed that total phenolic content in the pulp was as high as 1,096-2,699 µg gallic acid/100 g dry sample. It had good anti-oxidant activities from FRAP assay, 473-2,304 µM trolox/100 g dry sample or µM vitamin C/100 g dry sample. It also had good anti-oxidant activities from DPPH assay, 30.82-46.36 % (scavenging percentage). Thus, fresh banana pulp has a potential in developing anti-oxidant product which might be able to reduce the risk of non-epidemic chronic disease; such as heart disease and high blood pressure.

Keywords: DNA fingerprint, disease tolerance, anti-inflammatory, anti-cancer, *Staphyllococus aureus*, *Salmonella dysenteria*, anti-allergic, biscuit, snack, anti-oxidant

สารบัญเรื่อง (Table of Contents)

บทนำรวม	หน้า
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	ก-1
วัตถุประสงค์	ก-1
รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการย่อย	ก-3
ประโยชน์ที่ได้รับ	ก-4
หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	ก-5
โครงการย่อยที่1 การคัดเลือกพันธุ์กล้วยน้ำว้าเพื่อผลิตวัตถุดิบเชิงอุตสาหกรรม	ก-5
บทคัดย่อ	1-1
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	1-1
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	1-2
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	1-3
สรุปผลการวิจัย	1-13
บรรณานุกรม	1-52
ภาคผนวก	1-53
โครงการย่อยที่ 2 การพัฒนาสารสกัดจากกล้วยน้ำว้าเพื่อใช้เป็นยา และ อาหารเสริมสุขภาพ	ผ1-1
	2-1
บทคัดย่อ	2-1
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	2-4
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	2-4
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	2-19
สรุปผลการวิจัย	2-58
บรรณานุกรม	2-61
ภาคผนวก	ผ2-1
โครงการย่อยที่ 3 การพัฒนาแป้งกล้วยน้ำว้าที่มีสมบัติพรีไบโอติก และต้านอนุมูลอิสระสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารว่างเพื่อสุขภาพ	3-1
บทคัดย่อ	3-1
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3-5

หน้า
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย หน้า
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล 3-13
สรุปผลการวิจัย 3-20
บรรณานุกรม 3-59
ภาคผนวก 3-61
สรุปภาพรวมของแผนงาน ผ3-1
ประวัติของคณะผู้วิจัย ค-1
ค-2

สารบัญตาราง (List of tables)

ตารางที่		หน้า
1-1	พันธุ์กล้วยที่นำมาใช้ในการทดลอง	1-9
1-2	น้ำหนักแห้งของเส้นใย *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* หลังจากเลี้ยงในอาหารเหลว 2 สูตร นาน 3 สัปดาห์	1-26
1-3	ระยะเวลาที่สามารถสังเกตพบเส้นใยของเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* หลังการปลูกเชื้อ	1-26
1-4	การเข้าทำลายของเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ต่อกล้วยหอม และกล้วยน้ำว้า	1-28
1-5	ลักษณะอาการภายนอกของกล้วยน้ำว้าที่ปลูกด้วยเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ที่ Spore suspension ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน	1-29
1-6	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าที่ปลูกด้วยเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ความเข้มข้น 10^{-3} Spore เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-30
1-7	ลักษณะอาการภายนอกของกล้วยที่ปลูกเชื้อด้วย Spore suspension ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ที่ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-31
1-8	สัดส่วนของกล้วยน้ำว้าที่เป็นโรค หลังปลูกเชื้อด้วย Spore suspension ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ที่ความเข้มข้น 10^{-3} นาน 7 วัน	1-32
1-9	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าละอองน้ำที่ปลูกด้วยเชื้อ *Foc* ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-34
1-10	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้ามะลิอ่องที่ปลูกด้วยเชื้อ *Foc* ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-35
1-11	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าพระราชทานที่ปลูกด้วยเชื้อ *Foc* ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-36
1-12	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้ากาบขาวที่ปลูกด้วยเชื้อ *Foc* ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-37
1-13	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำไทที่ปลูกด้วยเชื้อ *Foc* ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-38
1-14	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าพระประแดงที่ปลูกด้วยเชื้อ *Foc* ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-39

ตารางที่		หน้า
1-15	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าค่อมที่ปลูกด้วยเชื้อ *Foc* ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-40
1-16	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้ากำแพงเพชรที่ปลูกด้วยเชื้อ *Foc* ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-41
1-17	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าดำที่ปลูกด้วยเชื้อ *Foc* ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-42
1-18	คะแนนการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าชุมพรที่ปลูกด้วยเชื้อ *Foc* ความเข้มข้น 10^{-3} เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน	1-43
1-19	การแสดงอาการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าละอองน้ำที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่มีสารสกัดหยาบจากเชื้อ *Foc* นาน 30 วัน	1-45
1-20	อาการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้ามะลิอ่องที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่มีสารสกัดหยาบจากเชื้อ *Foc* นาน 30 วัน	1-46
1-21	อาการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าพันธุ์พระราชทานที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่มีสารสกัดหยาบจากเชื้อ *Foc* นาน 30 วัน	1-47
1-22	อาการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าขาวนวลที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่มีสารสกัดหยาบจากเชื้อ *Foc* นาน 30 วัน	1-48
1-23	อาการเป็นโรคของกล้วยน้ำไทที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่มีสารสกัดหยาบจากเชื้อ *Foc* นาน 30 วัน	1-49
1-24	อาการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าพระประแดงที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่มีสารสกัดหยาบจากเชื้อ *Foc* นาน 30 วัน	1-50
1-25	อาการเป็นโรคของกล้วยน้ำว้าชุมพรที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่มีสารสกัดหยาบจากเชื้อ *Foc* นาน 30 วัน	1-51
2-1	ส่วนประกอบของสูตรครีมเบสสูตรต่างๆ	2-17
2-2	ปริมาณสารสกัดหรือ %ผลผลิต ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวล	2-23
2-3	ปริมาณสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ละอองน้ำ	2-24
2-4	ปริมาณสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยพันธุ์ขาวนวลแบบแห้งใน Solvent ต่างๆ จากการสกัด Soxhlet และการสกัดด้วยน้ำ	2-24
2-5	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm ของ Gallic acid ที่ความเข้มข้น (µg/ml) ต่างๆ	2-25

ตารางที่		หน้า
2-6	ผลการการวิเคราะห์ปริมาณ Total phenolic content ของสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวลสดและแห้งด้วยวิธี Total Phenolic Content (GAE (mg/g) ± SEM) (n=3)	2-26
2-7	ผลการการวิเคราะห์ ปริมาณ Total phenolic content ของสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ละอองน้ำ สดและแห้ง ด้วยวิธี Total Phenolic Content (GAE (mg/g) ± SEM) (n=3)	2-27
2-8	ปริมาณ Total phenolic content ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ ขาวนวลและพันธุ์ละอองน้ำ สดและแห้ง ด้วยวิธี Total Phenolic Content (GAE (mg/g) ± SEM) (n=3)	2-28
2-9	ค่า IC_{50} จากการทดสอบฤทธิ์ต้าน HIV-1 integrase และ HIV-1 Protease ของสาร สกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวลแบบแห้งและสด (n=3)	2-32
2-10	ค่า IC_{50} จากการทดสอบฤทธิ์ต้านการยับยั้งการหลั่งของเอนไซม์ β-hexosaminidase ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวลแบบ แห้งและสดกับพันธุ์ละอองน้ำ (n=3)	2-35
2-11	ค่า % inhibition ของ conc. 100 µg/ml จากการทดสอบฤทธิ์ต้านเอ็นไซม์ Acetylcholinesterase ในด้านสมองเสื่อม ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วย น้ำว้าพันธุ์ขาวนวล สดและแห้ง (n=3)	2-37
2-12	ค่า % inhibition ของ conc. 100 µg/ml จากการทดสอบฤทธิ์ต้านเอ็นไซม์ Acetylcholinesterase ในด้านสมองเสื่อม ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วย น้ำว้าพันธุ์ละอองน้ำ สดและแห้ง (n=3)	2-38
2-13	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจาก วิธี DPPH ด้วย ค่า EC_{50} (g/ml) ของสารสกัดจากส่วน ต่างๆของกล้วยน้ำว้าทั้ง 2 พันธุ์และแบบสด และ แห้ง (n=3)	2-39
2-14	ค่า Disc diffusion และค่า MIC ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ ขาวนวล แบบสด (n=3)	2-43
2-15	ค่า Disc diffusion และค่า MIC ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ ขาวนวล แบบแห้ง (n=3)	2-45
2-16	ค่า Disc diffusion และค่า MIC ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ ละอองน้ำ แบบสด (n=3)	2-47
2-17	ค่า Disc diffusion และค่า MIC ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ ละอองน้ำ แบบแห้ง (n=3)	2-49

ตารางที่

2-18	ค่าการยับยั้งการหลั่ง Nitric oxide ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ละอองน้ำแบบแห้งและสด (n=3)	หน้า
2-19	สารสกัดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการหลั่ง Nitric oxide ที่มีค่า IC_{50} ต่ำกว่า 30 µg/ml มาทดสอบการยับยั้งการหลั่ง TNF-α ที่ถูกเหนี่ยวนำโดย LPS	2-53
2-20	ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ของสารสกัดเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบแบบแห้ง ที่สกัดด้วย 50%EtOH และสารมาตรฐาน (n=3)	2-54
2-21	ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ของครีมกล้วยน้ำว้าหลังจากทดสอบความคงตัวของครีม โดยวิธี Cooling-Heating (n=3)	2-56
2-22	ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ของครีมกล้วยน้ำว้าหลังจากทดสอบความคงตัวของครีม โดยวิธี Freezing-Thawing (n=3)	2-57
3-1	Yields of banana flour processing	2-58
3-2	Prebiotic property of 'Nam Wah' banana and their flour samples (g/100g, db)	3-20
3-3	Prebiotic properties of banana snacks made from 'Mali-ong' banana mixed with rice flour (g/100g, db)	3-21
3-4	Prebiotic properties of banana snacks made from 'La-ong nam' banana mixed with rice flours (g/100g, db)	3-23
3-5	Prebiotic properties of banana snacks made from 'Khao nuan' banana mixed with rice flours (g/100g, db)	3-24
3-6	Prebiotic properties of banana biscuits from 'La-ong nam' banana mixed with rice flours (g/100g, db)	3-25
3-7	Total starch, digestible starch and resistant starch of the modified banana samples from 'Mali-ong' banana (g/100g, db)	3-26
3-8	Total starch, digestible starch and resistant starch of the boiled banana samples from 'Mali-ong' banana (g/100g, db)	3-27
3-9	The *in vitro* starch digestibility of 'Nam Wah' banana samples in comparison with that of cassava starch (g/100g sample weight)	3-28
3-10	Firmness and crispness of extruded banana snacks made from different cultivars	3-30
3-11	Bulk density and expansion ratio of extruded banana snacks made from different cultivars	3-33 3-34
3-12	Texture characteristics of banana biscuits made from 'La-ong nam' banana	3-35

ตารางที่ หน้า

3-13 Sensory descriptive evaluation of extruded banana snacks made from 'Mali-ong' banana(n=28) 3-36

3-14 Preference toward each characteristic and overall preference-acceptance of extruded banana snacks made from 'Mali-ong' banana (n=28) 3-37

3-15 Sensory descriptive evaluation of extruded banana snacks made from 'La-ong nam' banana (n=30) 3-37

3-16 Preference toward each characteristic and overall preference-acceptance of extruded banana snacks made from 'La-ong nam' banana (n=30) 3-38

3-17 Sensory descriptive evaluation of extruded banana snacks made from 'Khao nuan' banana (n=30) 3-39

3-18 Preference toward each characteristic and overall preference-acceptance of extruded banana snacks made from 'Khao nuan' banana (n=30) 3-40

3-19 Sensory evaluation of banana cracker made from 'Mali-ong' banana (n=25) 3-41

3-20 Preference toward each characteristic and overall preference-acceptance of instant banana drink made from 'Mali-ong' banana (n=25) 3-42

3-21 Nutrient compositions (g/100g edible portion) of 'Mali-ong' banana from three ripening stages. 3-43

3-22 Nutrient compositions (g/100g edible portion) of 'La-ong nam' banana from three ripening stages. 3-45

3-23 Nutrient compositions (g/100g edible portion) of 'Khao nuan' banana from three ripening stages. 3-47

3-24 Nutrient compositions of banana products (g/100g). 3-48

3-25 The amount of resistant starch in "Prebio-banana" drink product. 3-49

3-26 Total phenolic content, antioxidant activities and condensed tannin in banana pulp at difference ripening stages. 3-55

3-27 Total phenolic content, antioxidant activities and condensed tannin in banana peel at difference ripening stages. 3-56

ตารางที่		หน้า
49	สารสกัดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการยับยั้งการหลั่ง TNF-α ที่ถูกเหนี่ยวนำโดย LPS ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ละอองน้ำ	130
50	ค่า IC_{50} จากการทดสอบฤทธิ์ต้าน HIV-1 integrase ของสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวล แบบสด	131
64	Prebiotic properties of banana snacks made from *mali-ong* cultivar mixed with rice flour (g/100g, db)	133
65	Prebiotic properties of banana snacks made from *laong-nam* cultivar mixed with rice flours (g/100g, db)	133
66	Prebiotic properties of banana snacks made from *khao-nuan* cultivar mixed with rice flours (g/100g, db)	136
67	Prebiotic properties of banana biscuits from Kluai Namwa, *laong-nam* cultivar mixed with rice flours (g/100g, db) (n=3)	140
68	Total starch, digestible starch and resistant starch of the modified banana samples from Kluai Namwa, *mali-ong* cultivar (g/100g, db))	141 141
69	Total starch, digestible starch and resistant starch of the boiled banana samples from Kluai Namwa, *mali-ong* cultivar (g/100g, db)	143
70	The *in vitro* starch digestibility of *Khuai Namwa* samples in comparison with that of cassava starch (g/100g sample weight)	143
71	Firmness and crispness of extruded banana snacks made from different cultivars	
72	Bulk density and expansion ratio of extruded banana snacks made from different cultivars	143
73	Texture characteristics of banana biscuits made from *laong-nam* cultivars	144
74	Sensory descriptive evaluation of extruded banana snacks made with *Mali-ong* cultivar (n=28)	146
75	Preference toward each characteristic and overall preference-acceptance of extruded banana snacks made with *Mali-ong* cultivar (n=28)	146
76	Sensory descriptive evaluation of extruded banana snacks made with *laong-nam* cultivar (n=30)	
77	Preference toward each characteristic and overall preference-acceptance of extruded banana snacks made with *laong-nam* cultivar (n=30)	

ตารางที่		หน้า
78	Sensory descriptive evaluation of extruded banana snacks made with *Khao-nuan* cultivar (n=30)	147
79	Preference toward each characteristic and overall preference-acceptance of extruded banana snacks made with Kluai Namwa, *Khao-nuan* cultivar (n=30)	149
80	Sensory evaluation of banana cracker made with *Mali-ong* cultivar (n=25)	150
81	Preference toward each characteristic and overall preference-acceptance of instant banana drink made with Kluai Namwa, *Mali-ong* variety (n=25)	151
82	Nutrient compositions (g/100g edible portion) of Kluai Namwa, *Mali-ong* cultivar from three ripening stages.	153
83	Nutrient compositions (g/100g edible portion) of Kluai Namwa, *Laong-nam* cultivar from three ripening stages.	155 155
84	Nutrient compositions (g/100g edible portion) of Kluai Namwa, *Khao-nuan* cultivar from three ripening stages.	161
85	Nutrient compositions (g/100g edible portion) of banana products.	
86	ปริมาณ resistant starchในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยพรีไบโอ	164
87	Total phenolic content, antioxidant activities and condensed tannin in banana pulp over ripening period.	
88	Total phenolic content, antioxidant activities and condensed tannin in banana peel over ripening period.	

สารบัญภาพ (List of Illustrations)

ภาพที่ หน้า

1-1 หวีกล้วยน้ำว้า 3 พันธุ์ 3 ระยะความดิบ-สุกที่ใช้ศึกษา 1-13

1-2 ปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอที่สกัดได้จาก a) ใบ b) เปลือกผล c) ก้านผล d) หวี และ e) เครือ 1-14

1-3 ผลการสกัดดีเอ็นเอจากส่วนของเครือ1)บริเวณด้านนอกสุดของเครือ CTAB 2%, 2) บริเวณตรงกลางเครือ CTAB 2%, 3)บริเวณด้านในสุดของเครือ CTAB 2%,4)บริเวณด้านนอกสุดของเครือ CTAB 4 %,5)บริเวณตรงกลางเครือCTAB 4%และ 6)บริเวณด้านในสุด ของเครือ CTAB 4 % 1-15

1-4 ดีเอ็นเอที่สกัดได้จากใบกล้วย 12 พันธุ์ 1) λ DNA , 2)น้ำว้าดำ, 3) น้ำว้ามะลิอ่อง, 4) น้ำว้าปากช่อง 50, 5) น้ำว้าเงิน, 6) น้ำโว้, 7) น้ำว้าตะนาวศรี,8)น้ำว้าตะนาวศรี,9)น้ำว้าค่อม, 10) น้ำว้าทองมาเอง, 11) น้ำว้าอ่างทอง, 12) น้ำว้าพัทลุง,13) น้ำว้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, และ 14)แพทแทน 1-16

1-5 ลายพิมพ์ AFLP จาก Primer E-AAC, M-CAT, 1) น้ำว้ามะลิอ่อง, 2) น้ำโว้,3) น้ำว้าทองมาเอง, 4) น้ำว้าพัทลุง, 5) น้ำว้าค่อม, 6) แพทแทน, 7) น้ำว้าตะนาวศรี, 8) น้ำว้าปากช่อง 50, 9) น้ำว้าเงิน, 10) น้ำว้าอ่างทอง, 11) น้ำว้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, และ 12) น้ำว้าดำ 1-17

1-6 ลายพิมพ์ AFLP จาก Primer E-AAC, M-CTA, 1) น้ำว้ามะลิอ่อง, 2) น้ำโว้,3) น้ำว้าทองมาเอง, 4) น้ำว้าพัทลุง, 5) น้ำว้าค่อม, 6) แพทแทน, 7) น้ำว้าตะนาวศรี, 8) น้ำว้าปากช่อง 50, 9) น้ำว้าเงิน, 10) น้ำว้าอ่างทอง, 11) น้ำว้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, และ 12) น้ำว้าดำ 1-18

1-7 ลายพิมพ์ AFLP จาก Primer E-AAG, M-CAG, 1) น้ำว้ามะลิอ่อง, 2) น้ำโว้,3) น้ำว้าทองมาเอง, 4) น้ำว้าพัทลุง, 5) น้ำว้าค่อม, 6) แพทแทน, 7) น้ำว้าตะนาวศรี, 8) น้ำว้าปากช่อง 50, 9) น้ำว้าเงิน, 10) น้ำว้าอ่างทอง, 11) น้ำว้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, และ 12) น้ำว้าดำ 1-19

1-8 ลายพิมพ์ AFLP จาก Primer E-AAG, M-CTT, 1) น้ำว้ามะลิอ่อง, 2) น้ำโว้,3) น้ำว้าทองมาเอง, 4) น้ำว้าพัทลุง, 5) น้ำว้าค่อม, 6) แพทแทน, 7) น้ำว้าตะนาวศรี, 8) น้ำว้าปากช่อง 50, 9) น้ำว้าเงิน, 10) น้ำว้าอ่างทอง, 11) น้ำว้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, และ 12) น้ำว้าดำ 1-20

ภาพที่ หน้า

1-9 ลายพิมพ์ AFLP จาก Primer E-ACC, M-CTG,1) น้ำว้ามะลิอ่อง, 2) น้ำโว้,3) น้ำว้าทองมาเอง, 4) น้ำว้าพัทลุง, 5) น้ำว้าค่อม, 6) แพทแทน, 7) น้ำว้าตะนาวศรี, 8) น้ำว้าปากช่อง 50, 9) น้ำว้าเงิน, 10) น้ำว้าอ่างทอง, 11) น้ำว้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, และ 12) น้ำว้าดำ 1-21

1-10 ลายพิมพ์ AFLP จาก Primer E-ACC, M-CTT, 1) น้ำว้ามะลิอ่อง, 2) น้ำโว้,3) น้ำว้าทองมาเอง, 4) น้ำว้าพัทลุง, 5) น้ำว้าค่อม, 6) แพทแทน, 7) น้ำว้าตะนาวศรี, 8) น้ำว้าปากช่อง 50, 9) น้ำว้าเงิน, 10) น้ำว้าอ่างทอง, 11) น้ำว้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, และ 12) น้ำว้าดำ 1-22

1-11 ลายพิมพ์ AFLP จาก Primer E-AGG, M-CAA, 1) น้ำว้ามะลิอ่อง, 2) น้ำโว้,3) น้ำว้าทองมาเอง, 4) น้ำว้าพัทลุง, 5) น้ำว้าค่อม, 6) แพทแทน, 7) น้ำว้าตะนาวศรี, 8) น้ำว้าปากช่อง 50, 9) น้ำว้าเงิน, 10) น้ำว้าอ่างทอง, 11) น้ำว้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, และ 12) น้ำว้าดำ 1-23

1-12 การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกล้วย 12 พันธุ์ โดยใช้ข้อมูลจากลายพิมพ์ดีเอ็นเอ โดยเทคนิคเอเอฟแอลพี จากการใช้คู่ไพรเมอร์ทั้ง 8 คู่ ในลักษณะ phylogenetic tree วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม NTSYS-pc version 2.01e (Rohlf, 1993) 1-24

1-13 ต้นอ่อนกล้วยน้ำว้าที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนของต้น (พันธุ์ท่ายางและน้ำโว้ ; จากซ้าย) 1-25

1-14 ต้นอ่อนกล้วยน้ำว้าที่ขยายโคลนเพิ่มจำนวนในสภาพปลอดเชื้อ ใกล้จะใช้ศึกษาผลการตอบสนองต่อกรด Fusaric ได้ (พันธุ์ขาวนวล มะลิอ่องและทองมาเอง; จากซ้าย) 1-25

1-15 ลำต้นตัดขวางของกล้วยน้ำว้า แสดงอาการภายในของโรคตายพราย 1-27

1-16 กล้วยน้ำว้า (ซ้าย) และกล้วยหอม (ขวา) หลังจากเพาะเลี้ยงร่วมกับ Spore suspension ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ที่ความเข้มข้น 10^{-3} นาน 7 วัน 1-33

1-17 ภาพตัดขวางของต้นอ่อนกล้วยน้ำว้าหลังปลูกเชื้อด้วย Spore suspension ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ที่ความเข้มข้น 10^{-6} นาน 7 วัน 1-33

2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm ของ Gallic acid ที่ความเข้มข้น (µg/ml) ต่างๆ 2-25

2-2 ปริมาณของ Total Phenolic Content ของสารสกัดกล้วยพันธุ์ขาวนวล 2-29

2-3 ปริมาณของ Total Phenolic Content ของสารสกัดกล้วยพันธุ์ละอองน้ำ 2-29

2-4 ฤทธิ์ต้านมะเร็ง เต้านม ปากมดลูก และ มะเร็งปอด ของสารสกัดกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวล 2-30

ภาพที่		หน้า
2-5	ฤทธิ์ต้านมะเร็ง เต้านม ปากมดลูก และ มะเร็งปอด ของสารสกัดกล้วยน้ำว้าพันธุ์ละอองน้ำ	2-31
2-6	ฤทธิ์ยับยั้ง HIV-1Integrase ของสารสกัดจากกล้วยพันธุ์ขาวนวล	2-33
2-7	ฤทธิ์ยับยั้ง HIV-1Protease ของสารสกัดจากกล้วยพันธุ์ขาวนวล	2-33
2-8	ฤทธิ์ต้านการยับยั้งการหลั่งของเอนไซม์ β-hexosaminidase ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวลแบบแห้งและสด	2-34
2-9	ฤทธิ์ต้านการยับยั้งการหลั่งของเอนไซม์ β-hexosaminidase ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ละอองน้ำแบบแห้งและสด	2-36
2-10	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด กล้วยพันธุ์ขาวนวลด้วยวิธี DPPH assay	2-41
2-11	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด กล้วยพันธุ์ละอองน้ำด้วยวิธี DPPH assay	2-41
2-12	ส่วนของกล้วยพันธุ์ขาวนวลที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย	2-51
2-13	ส่วนของกล้วยพันธุ์ละอองน้ำที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย	2-51
2-14	ฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยค่าการยับยั้งการหลั่ง Nitric oxide ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ขาวนวลแบบแห้งและสด	2-52
2-15	ฤทธิ์ต้านการอักเสบโดย ค่า การยับยั้งการหลั่ง Nitric oxide ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ละอองน้ำแบบแห้งและสด	2-54
3-1	กล้วยน้ำว้า 3 พันธุ์ 3 ระยะความดิบ-สุกที่ศึกษา	3-14
3-2	Rate of the *in vitro* enzymatic starch digestibility of banana flour and starch when compared to the commercial cassava starch	3-31
3-3	Rate of the *in vitro* enzymatic starch digestibility of banana pulps from different riping stages, cultivars and banana products.	3-31
3-4	Nutrition data of 'Nam wah' banana snacks	3-49
3-5	Package of banana snacks	3-50
3-6	Nutrition data of 'Nam wah' banana biscuits	3-50
3-7	Package of banana biscuits	3-51
3-8	Nutrition data of "Prebio- banana" drink	3-51
3-9	Package of "Prebio- banana" drink	3-52
3-10	Total Phenolic Content and Condensed Tannin content in each species banana.	3-57
3-11	Antioxidant activity from FRAP assay and DPPH assay in each species banana	3-58

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย (List of Abbreviations)

ไม่มี