19768

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

(Antioxidant property of banana (Nam-wa) pulp and peel extracts at different degree of ripening)

นางสาว สุภาภรณ์ เพื่อพัฒนพงศ์ รหัสประจำตัว 43040204

T096869

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

ป/พ.
ส83ชส
2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96869
วัน,เดือน,ปี.....5 JUN 2003

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

(Antioxidant property of banana (Nam-wa) pulp and peel extracts at different degree of ripening)

โดย

นางสาว สุภาภรณ์ เพื่อพัฒนพงศ์ รหัสประจำตัว 43040204

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 22 / 03 / 47

(ผศ. ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม) อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวสุภาภรณ์ เพื่อพัฒนพงศ์ : สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน(Antioxidant property of banana (Nam-wa) pulp and peel extracts at different degree of ripening). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน (ระดับความสุกที่1-8) พบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้ามีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ทุกระดับความสุก โดยสารสกัดจากเปลือกและเนื้อกล้วยน้ำว้ามีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด 40 – 77 มิลลิกรัม / กรัมของแข็ง และ 8 - 17 มิลลิกรัม / กรัมของแข็ง ตามลำดับ โดยที่ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะมี แนวโน้มลดลงทั้งในส่วนของเปลือกและเนื้อกล้วยน้ำว้าเมื่อระดับความสุกของกล้วยเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้า โดยตรวจวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของ ABTS พบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าแสดงสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันดีกว่าสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ทุกระดับความสุกและที่ระดับความสุกของกล้วยน้ำว้าเพิ่มขึ้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ได้จากเนื้อกล้วยจะมีแนวโน้มลดลง โดยสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลที่ลดลง นอกจากนี้สารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ทุกระดับความสุกมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีใกล้เคียงกัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1 โดยใช้น้ำกลั่นและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด พบว่า การสกัดด้วยเอธานอลจะให้ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดที่ได้สูงกว่าการสกัดด้วยน้ำกลั่น แต่ความสามารถในการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันมีค่าใกล้เคียงกัน

สุภาภรณ์ เพื่อพัฒนพงศ์		28 / 03 / 47
(นางสาวสุภาภรณ์ เพื่อพัฒนพงศ์)	(ผศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)	(วัน/เดือน/ปี)
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกันฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม อาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้าที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาให้คำปรึกษา คอยแนะนำ ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการจัดทำ รวมทั้งกรุณาตรวจสอบแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนงบประมาณในการจัดทำ ทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและขอบพระคุณหน่วยงานราชการที่อนุเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการจัดทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ลาดกระบังที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดมา

สุภาภรณ์ เพื่อพัฒนพงศ์

17 มีนาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 กล้วย	2
2.2 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วย	4
2.3 การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วย	6
2.4 อนุมูลอิสระ	10
2.5 สารต้านออกซิเดชัน	11
2.6 สารประกอบฟีนอลิค	12
2.7 ฟลาโวนอยด์	13
2.8 สารต้านออกซิเดชันในกล้วย	14
2.9 คุณสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิค	15
2.10 การวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชัน	17
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัสดุ	18
3.2 อุปกรณ์	18
3.3 สารเคมี	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 วิธีการทดลอง 19

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในเปลือกและเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน 22

4.2 การศึกษาสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน 25

4.3 เปรียบเทียบสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าเมื่อใช้น้ำกลั่นและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด 31

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 32

5.2 ข้อเสนอแนะ 32

เอกสารอ้างอิง 33

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 35

ภาคผนวก ข 37

ภาคผนวก ค 40

ภาคผนวก ง 42

ภาคผนวก จ 44

ภาคผนวก ฉ 48

ภาคผนวก ช 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยพันธุ์ต่างๆ	5
ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ	23
ตารางที่ 4.2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ	26
ตารางที่ 4.3 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1 เมื่อใช้น้ำและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงการแบ่งระดับการสุกของกล้วย	9
รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอนุมูลอิสระและระบบแอนติออกซิแดนท์ในร่างกาย	11
รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างพื้นฐานและการระบุตำแหน่งคาร์บอนอะตอม ในโมเลกุลฟลาโวนอยด์	14
รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างของโดพามีน	15
รูปที่ 4.1 แสดงกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิคสำหรับการวิเคราะห์ ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด	22
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟแท่งแสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของสารสกัด จากเนื้อกล้วยที่ระดับความสุกต่างกัน	24
รูปที่ 4.3 แสดงกราฟแท่งแสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของสารสกัด จากเปลือกกล้วยที่ระดับความสุกต่างกัน	25
รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร และ เวลาในการเกิด ปฏิกริยาของการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อ และเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน	28
รูปที่ 4.4 แสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้า ที่ระดับความสุกต่างกัน	29
รูปที่ 4.5 แสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้า ที่ระดับความสุกต่างกัน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

		หน้า
ภาคผนวก ก	การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในเนื้อและเปลือกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน	35
ภาคผนวก ข	การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมดในสารสกัดจากเนื้อและเปลือกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน	37
ภาคผนวก ค	การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน	40
ภาคผนวก ง	ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน	42
ภาคผนวก จ	ผลการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน	44
ภาคผนวก ฉ	ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1 โดยใช้น้ำกลั่นและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด	48
ภาคผนวก ช	การเตรียมสารเคมีในการทดลองหาสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆกัน	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันอาหารและสิ่งแวดล้อม มีสารอนุมูลอิสระหรือปัจจัยที่ก่ออนุมูลอิสระค่อนข้างมาก เช่น อาหารที่ทอด ปิ้ง ย่าง อาหารที่ปนเปื้อนด้วยสารเคมี สารฆ่าหญ้า สารฟอกสี สารโลหะบางชนิด และรังสียูวี (UV) เป็นต้น อนุมูลอิสระหรือปฏิกริยาออกซิเดชันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คนและสัตว์มีการชราเนื่องจากการเสื่อมสภาพทางชีวภาพ ภาวะเจ็บป่วยและโรคเรื้อรังทั้งหลาย เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือดอุดตัน และโรคความจำเสื่อม เป็นต้น เนื่องจากสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) มีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ สารต้านออกซิเดชันจึงมีประโยชน์ในการป้องกันหรือการชะลอความชรา การต้านทานภาวะผิดปกติจากสารพิษในสิ่งแวดล้อม และการหยุดยั้งการเกิดโรคเนื่องจากสารเคมีก่ออนุมูลอิสระได้ การบริโภคอาหารและผลิตภัณฑ์อย่างถูกต้องและมีคุณภาพ จึงหมายรวมถึงการได้รับสารต้านออกซิเดชันในอาหาร เครื่องดื่ม และผลิตภัณฑ์ ในปริมาณที่มากเพียงพอด้วย (ไมตรี และ ศิริวรรณ , 2546)

กล้วยจัดว่าเป็นผลไม้ที่เป็นแหล่งของสารต้านออกซิเดชันที่ดี (Kanazawa and Sakakibara , 2000) และเป็นผลไม้ที่คนไทยนิยมบริโภคทั้งผลกล้วยดิบและกล้วยสุก ปลูกง่ายและขึ้นได้ดีในทุกภาคของประเทศไทยให้ผลตลอดทั้งปี (เบญจมาศ , 2538) ดังนั้นจึงน่าสนใจที่จะทำการศึกษาสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

1.2 วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่าง กัน

1.2 เพื่อศึกษาสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

1.3 เพื่อศึกษาผลของชนิดตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดเปลือกกล้วยต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 กล้วย (เบญจมาศ, 2538)

กล้วยเป็นพืชที่เจริญได้ดีในเขตอากาศร้อนชื้นหรือกึ่งร้อน เป็นไม้ยืนต้น มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นพืชที่ปลูกง่าย ขึ้นได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย กล้วยจัดอยู่ในวงศ์ Musaceae ตระกูล Scitamineae พืชใน Musaceae มี 2 สกุล คือ Musa ซึ่งได้แก่กล้วยแตกกอหรือกล้วยที่เห็นอยู่ทั่วไปและ Ensete คือ กล้วยผาหรือกล้วยไม่แตกกอ

กล้วยในสกุล Musa แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ Australimusa, Callimusa, Eumusa, Rhodochlamys และ Ingentimusa กล้วยที่สามารถบริโภคได้จัดอยู่ในกลุ่ม Emusa มีกำเนิดมาจากกล้วยป่า 2 สายพันธุ์ *Musa acuminata* Colla และ *M. balbisiana* Colla

จากที่มีผู้ศึกษารวบรวมพันธุ์กล้วยชนิดต่างๆที่พบอยู่ทั่วโลก สามารถรวบรวมได้ประมาณ 200-300 สายพันธุ์ แต่สำหรับพันธุ์กล้วยที่ปลูกอยู่ในประเทศไทยนั้นแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มดังนี้

1) Wild acuminata (*Musa acuminata*) ที่พบในประเทศไทยมี 4 สายพันธุ์ (subspecies) ได้แก่ siamea, burmanica, malaccensis และ microcarpa กล้วยเหล่านี้พบทั่วไปในป่าดิบ มีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทั่วทุกภาค จึงเรียกชื่อแตกต่างตามท้องถิ่น เช่น กล้วยแข้ (เหนือ), กล้วยเถื่อน(ใต้) , กล้วยลิง(อุตรดิตถ์), กล้วยหม่น (เชียงใหม่)

2) Wild balbisiana (*Musa babisiana*) รู้จักกันในชื่อ กล้วยตานี ปลูกกันแพร่หลายทั่วประเทศ จึงเรียกชื่อ แตกต่างตามท้องถิ่น เช่น กล้วยงู (พิจิตร), กล้วยพองลา (ใต้), กล้วยเมล็ด (สุรินทร์)

3) Wild itinerans (*Musa itinerans*) โดยทั่วไปเรียกกล้วยหกบางท้องถิ่นเรียก กล้วยแดง, กล้วยอ่างขาง พบมากในป่าทางภาคเหนือ เช่น ที่จังหวัดเพชรบูรณ์ พิจิตร พิษณุโลก และที่ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

4) Wild Rhodochlamys ปลูกเป็นไม้ประดับในประเทศไทย คือ กล้วยบัวสีชมพูและกล้วยบัวสีส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) Wild Ensete เป็นกล้วยที่ไม่มีการแตกหน่อ ในประเทศไทยมี 2 ชนิด ได้แก่ กล้วยผาและกล้วยนวล โดยกล้วยผาพบมากในป่าภาคเหนือและภาคอีสาน ส่วนกล้วยนวลพบขึ้นในป่าแถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่มีปริมาณน้อยกว่ากล้วยผา

6) กล้วยที่บริโภคได้ (acuminata cultivars) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม AA และกลุ่ม AAA โดยกลุ่ม AA ได้แก่ กล้วยไข่ กล้วยเล็บมือนาง กล้วยหอมจันทร์และกล้วยหอม เป็นต้น ส่วนกลุ่ม AAA ได้แก่ กล้วยนาก กล้วยครั่ง กล้วยหอมเขียวและกล้วยหอมทอง เป็นต้น

7) กล้วยที่บริโภคได้ ลูกผสมระหว่าง acuminata และ balbisiana แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม AAB กลุ่ม ABB และกลุ่ม ABBB โดยกลุ่ม AAB ได้แก่ กล้วยน้ำฝาด กล้วยร้อยหวี กล้วยน้ำและกล้วยกล้าย เป็นต้น กลุ่ม ABB ได้แก่ กล้วยหักมุก กล้วยน้ำว้า กล้วยตีบและกล้วยหิน เป็นต้น กลุ่ม ABBB ได้แก่ กล้วยเทพรส

2.1.8 กล้วยที่บริโภคได้ balbisiana (กลุ่ม BBB) ได้แก่ กล้วยเล็บช้างกุด พบมากทางภาคใต้

กล้วยน้ำว้า [Musa (ABB group)] 'Kluai Namwa' มีชื่อเรียกอื่นๆ คือ กล้วยใต้ (เชียงใหม่, เชียงราย), กล้วยตานีอ่อง (อุบลราชธานี), กล้วยมะลิอ่อง (จันทรบุรี), กล้วยอ่อง (ชัยภูมิ) ชื่อสามัญ คือ Pisang Awak กล้วยน้ำว้ามีลำต้นเทียมสูงไม่เกิน 3.5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 15 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกสีเขียวอ่อน มีประดำเล็กน้อย ด้านในสีเขียวอ่อน ก้านใบมีร่องค่อนข้างแคบ เส้นกลางใบสีเขียว ก้านช่อดอกไม่มีขน ใบประดับรูปไข่ค่อนข้างป้อม ม้วนงอขึ้นปลายป้านด้านบนสีแดง อมม่วงมีนวล ด้านล่างสีแดงเข้ม เครือหนึ่งมี 7-10 หวี หวีหนึ่งมี 10-16 ผล ผลใหญ่กว่ากล้วยไข่ กว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 11-13 เซนติเมตร มีเหลี่ยม ก้านผลยาว ผลมีความยาวใกล้เคียงกับกล้วยไข่ เปลือกหนากว่ากล้วยไข่ เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อสีขาว รสหวาน ที่แกนกลางหรือเรียกว่า ไส้กลาง มีสีเหลือง ชมพู หรือขาว ซึ่งทำให้แบ่งออกได้เป็น กล้วยน้ำว้าเหลือง กล้วยน้ำว้าแดงและกล้วยน้ำว้าขาว อายุเก็บเกี่ยว 80 - 90 วันหลังแทงปลี ผลผลิตประมาณ 6,000 – 9,000 กิโลกรัมต่อไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วย

กล้วยสุกมักจะมีรสหวานเป็นอาหารที่ย่อยง่าย กล้วยส่วนใหญ่รับประทานได้ทั้งผลดิบและสุกมี กล้วยประมาณครึ่งหนึ่งของชนิดกล้วยที่มีในโลกที่ต้องทำให้สุกด้วยความร้อนจึงจะมีรสชาติดี กล้วยเป็นอาหารที่มีคุณค่าสูงพอๆกับมันฝรั่ง แต่มีไขมัน โคเรสเตอรอลและเกลือแร่ต่ำ จึงเหมาะสำหรับเป็นอาหารของคนที่ลดความอ้วน กล้วยมีเกลือแร่โซเดียมเพียงเล็กน้อย และมีเกลือแร่โพแทสเซียมอยู่ประมาณ 400 มิลลิกรัม จากน้ำหนักของเนื้อกล้วย 100 กรัม เนื่องจากกล้วยมีไขมันต่ำและพลังงานสูง กล้วยจึงเป็นอาหารที่แนะนำสำหรับคนชรา ผู้เป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร และเด็กที่ท้องเสียบ่อยๆ กล้วยสามารถลดแก๊สในกระเพาะ ซึ่งเกิดจากความเครียด และยังมีวิตามิน A B_6 และC อีกด้วย ซึ่งได้มีรายงานคุณค่าอาหารของผลกล้วยสุก โดยทั่วไปไว้ดังนี้ (Simmond, 1966)

จากน้ำหนักเนื้อผลกล้วยสุก 100 กรัม มีองค์ประกอบดังนี้

น้ำ	75.7	กรัม
พลังงาน	85	แคลอรี่
โปรตีน	1.1	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	22.2	กรัม
เถ้า	0.8	กรัม
แคลเซียม	8.0	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.7	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	370.0	มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	33.0	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	190.0	IU*
Thiamine	0.05	มิลลิกรัม
Riboflavin	0.06	มิลลิกรัม
Niacin	0.7	มิลลิกรัม
วิตามินซี	10.0	มิลลิกรัม

หมายเหตุ * หมายถึง International Unitที่มา : Salunke and Desal, 1984

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทรวงสาธารณสุข (2535) ได้แสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยชนิดต่างๆ ไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยพันธุ์ต่างๆ

คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยพันธุ์ต่างๆ (ปริมาณต่อ 100 กรัม)	หน่วย	กล้วยไข่	กล้วยน้ำว้า	กล้วยหอม	กล้วยหักมุก	กล้วยหอมประเภทสหรัฐอเมริกา
พลังงาน	กิโลแคลอรี่	140	139	125	112	88
น้ำ	กรัม	62.8	62.6	66.3	71.2	74.8
โปรตีน	กรัม	1.5	1.1	0.9	1.2	1.2
ไขมัน	กรัม	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
คาร์โบไฮเดรต	กรัม	32.9	33.1	29.8	26.3	-
กากอาหาร	กรัม	0.4	0.3	0.3	0.4	-
ใยอาหาร	กรัม	1.9	2.3	1.9	-	-
เถ้า	กรัม	0.7	0.7	0.9	0.7	0.8
แคลเซียม	กรัม	4	7	26	7	8
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม	23	43	46	48	28
เหล็ก	มิลลิกรัม	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6
เบต้าแคโรทีน	มิลลิกรัม	729	54	99	-	-
ไทอะมีน	มิลลิกรัม	0.03	0.04	0.04	0.08	0.04
ไรโบฟลาวิน	มิลลิกรัม	0.05	0.02	0.07	0.11	0.05
ไนอะซีน	มิลลิกรัม	1.4	1.4	1.0	0.8	0.7
ไวตามินซี	มิลลิกรัม	2	11	27	1	10

ที่มา : เอกสารกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข , 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วย

กล้วยเป็นพืชที่มีการสุกของผลเป็นแบบไคลแมคเทอริค (climacteric type) โดยเมื่อเก็บเกี่ยวกล้วยที่แก่จัดซึ่งเปลือกยังคงเป็นสีเขียวอยู่ แล้วนำมาบ่ม กล้วยจะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเซลล์ ทำให้มีคุณภาพเหมาะสมกับการบริโภคยิ่งขึ้น ซึ่งในขณะที่ผลกล้วยกำลังจะสุกจะเกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงของผล 2 ลักษณะ คือ (สมศักดิ์, 2532)

1) Overt changes เป็นการเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นและ รส การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถวัดค่าได้ด้วยการมองเห็น ดมกลิ่น ชิมรสและการสัมผัสด้วยมือ การสุกของผลกล้วยในแต่ละเครือจะเริ่มจากหวีแรกเรื่อยไปจนถึงหวีสุดท้ายตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของสีและลักษณะเนื้อจะมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ผลกล้วยที่ยังดิบจะมีสีเปลือกเป็นสีเขียวและลักษณะเนื้อแข็งสีขาว เมื่อผลเริ่มสุกจะมีสีเปลือกสีเขียวอ่อน และลักษณะเนื้อเริ่มอ่อนตัว มีสีขาวซีด เนื้อจะเริ่มอ่อนตัวจากข้างในใจกลางมายังข้างนอกและจากส่วนปลายผลไปหาส่วนโคน ต่อมาสีเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง อมเขียวและลักษณะเนื้อจะอ่อนทั้งผล สีเปลือกจะค่อยๆเหลือง ยกเว้นส่วนปลายและก้านยังคงเขียวอยู่ ในที่สุดผลกล้วยทั้งผลจะเหลืองตลอดผล และลักษณะเนื้ออ่อนนิ่มแต่ยังไม่เละ ระดับนี้เป็นระดับการสุกที่เหมาะสมกับการบริโภค (eating ripe) หลังจากนั้นเปลือกของผลจะเริ่มเสียเนื่องจากเชื้อราเข้าทำลายเป็นจุดเล็กๆสีน้ำตาลแล้วค่อยๆขยายแผ่ไปทั่วทั้งผล ลักษณะเนื้อจะเริ่มเละแต่ยังรับประทานได้ รสชาติและกลิ่นของผลกล้วยขณะที่สุกนี้เป็นผลมาจากความหวานของน้ำตาลที่เปลี่ยนแปลงมาจากสารประกอบคาร์โบไฮเดรต และมีการลดปริมาณของกรดซึ่งเกิดจากสารประกอบที่ระเหยได้ เช่น แอลกอฮอล์ และกรดอื่นๆ

2) Covert changes เป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นภายในและเป็นกลไกที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่น และรสของผลกล้วย การเปลี่ยนแปลงนี้อาจแบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ การเปลี่ยนแปลงของกล้วยที่ปล่อยให้สุกคาต้น (preharvest changes) และการเปลี่ยนแปลงระหว่างการสุกของกล้วยตัด (postharvest changes)

ในการเปลี่ยนแปลงของกล้วยที่ปล่อยสุกคาต้น เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอในกล้วยหอมทอง ความแห้งของเนื้อผลจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆและจะสูงสุดประมาณ 26% เมื่ออายุได้ 80 วัน หลังจากนั้นเนื้อแห้งจะลดลงขณะนี้จะเกิดมีการเปลี่ยนแปลงหลายประการ เช่น ปริมาณแป้งในผลจะลดลงเมื่ออายุ 110 วัน และจะเกิดการสะสมของน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตส เมื่ออายุ 120 วันสามารถที่จะวัดปริมาณของกรดในเปลือกและเนื้อได้ เมื่อมีอายุ 110-120 วัน เกิดการสูญเสียคาร์โบไฮเดรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการหายใจ ทำให้ปริมาณแป้งสูญเสียไปมากกว่าการสะสมน้ำตาลและเกิดการปริของผลเมื่ออายุ 100-120 วัน ซึ่งเป็นผลมาจากเกิดการสะสมปริมาณน้ำตาลที่เนื้อของผล ทำให้ความดันของออสโมซิสเพิ่มมากขึ้นจึงเกิดการดูดน้ำมากเกินไป ผลกล้วยจะบวมและดันให้ผิวเปลือกแตกออก

หลังจากที่เครือของกล้วยถูกตัดออกจากต้นแม่แล้ว ในช่วงนี้ก็ยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ผลกล้วยยังคงสามารถสังเคราะห์สาร และมีเมตาบอลิซึมได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีดังนี้

2.1 การหายใจ ผลกล้วยดิบจะมีอัตราการหายใจต่ำ ต่อมาอัตราการหายใจจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นและจะสูงที่สุดเมื่อผลกล้วยเริ่มสุก หลังจากนั้นอัตราการหายใจจะลดลงหลังจากที่ผลกล้วยสุกแล้ว แต่อัตราการหายใจของผลกล้วยอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไปได้ตามอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น อุณหภูมิสูงจะทำให้อัตราการหายใจของผลสูงขึ้นเป็นผลให้ขบวนการสุกของผลเร็วขึ้นด้วย

2.2 ปริมาณความชื้นในผล บริเวณผิวเปลือกของผลจะมีปากใบอยู่กระจัดกระจายทั่วทั้งผล ดังนั้น ขบวนการคายน้ำจึงเกิดขึ้นได้ แม้กล้วยจะถูกตัดออกจากต้นแม่แล้วก็ตาม อัตราการคายน้ำลดลงเล็กน้อย ต่อจากนั้นจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นและสูงที่สุดเมื่อผลกล้วยเริ่มสุก หลังจากนั้นอัตราการคายน้ำจะลดลงอีก หลังจากที่ผลสุกเต็มที่แล้ว ปริมาณความชื้นภายในผลจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากขบวนการหลายอย่างด้วยกัน เช่น การคายน้ำของผล การดูดน้ำของแป้ง และการหายใจของผล เป็นต้น

2.3 คาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรตของกล้วยในขณะที่เป็นผลดิบจะประกอบด้วยสตาร์ชเป็นส่วนใหญ่โดยมีสตาร์ชสะสมประมาณร้อยละ 20-25 น้ำตาลร้อยละ 1-2 เมื่อกล้วยสุกมีน้ำตาลเพิ่มเป็นร้อยละ 15-20 และมีสตาร์ชเหลือร้อยละ 1-2 น้ำตาลที่พบในกล้วยสุกส่วนใหญ่ได้แก่ กลูโคส รองลงมาเป็นฟรักโทสและซูโครสตามลำดับ โดยที่กล้วยสุกจะมีน้ำตาลกลูโคสสูงกว่าฟรักโทสเล็กน้อยในสัดส่วน ร้อยละ 52 : 48 ทั้งนี้น้ำตาลบางส่วนได้มาจากการสลายตัวของเฮมิเซลลูโลส ซึ่งในกล้วยดิบจะมี เฮมิเซลลูโลสประมาณร้อยละ 7-8 และลดลงเหลือร้อยละ 1 เมื่อกล้วยสุก (Simmond, 1982) นอกจากนี้ภายหลังระยะที่กล้วยสุกเต็มที่ ปริมาณน้ำตาลในกล้วยจะลดลง เนื่องจากกล้วยใช้น้ำตาลในการสันดาป (Belitz and Grosch, 1986) ทั้งนี้กล้วยแต่ละพันธุ์ประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิดในปริมาณที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย เช่น ปริมาณน้ำตาลในกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยหักมุขและกล้วยหอมทอง พบว่ามีปริมาณร้อยละ 22.1, 18.41, 16.49 และ 16.42 ตามลำดับ

2.4 สารประกอบเซลลูโลส ได้แก่ เฮมิเซลลูโลส เพคติน และเซลลูโลส เป็นสารที่ทำให้เนื้อของผลแห้ง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารดังกล่าว จะเป็นแบบเดียวกันกับของสตาร์ชคือเมื่อผลดิบจะมีปริมาณ 7-8 % เมื่อผลสุกจะมีเพียง 1% ส่วนเพคตินในเนื้อของผลจะเพิ่มปริมาณขึ้นขณะที่ผลสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ปริมาณของเพคตินในทุกระยะการเปลี่ยนแปลงของผลจะมีเพียงไม่เกิน 0.5 % ของน้ำหนักผลสด ปริมาณดังกล่าวในเนื้อนับว่ามีผลมากเป็น 4 เท่าของปริมาณในเปลือกผล โดยเมื่อกล้วยสุกเนื้อจะนิ่มและอ่อนตัวลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคติก (pectic substance) ซึ่งได้แก่ โพรโทเพคติน (protopectin) ซึ่งไม่ละลายน้ำ เปลี่ยนเป็นเพคตินที่ละลายน้ำได้ และมีผลต่อการนิ่มของกล้วย ส่วนสารประกอบเซลลูโลสในเปลือกจะไม่แสดงความสำคัญระหว่างการสุกของผลกล้วยแต่อย่างใด

2.5 ปริมาณกรด เนื้อของผลจะมีปริมาณกรดสูงสุดเมื่อผลกำลังใกล้จะสุกหรือกำลังสุก ต่อมาจะลดปริมาณลงตลอดเวลาหลังจากที่ผลสุกเต็มที่ บริเวณที่เปลือกของผลจะมีปริมาณกรดที่เปลี่ยนแปลงเป็นแบบเดียวกับเนื้อของผลความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อผลดิบจะอยู่ระหว่าง 5.0-5.8 และผลสุกอยู่ระหว่าง 4.2-4.8 เนื้อผลสุกที่รับประทานสด จะมีปริมาณกรดเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของเนื้อผลสุกที่ใช้ปรุงอาหาร ในผลดิบจะมีกรดออกซาลิคมากที่สุด รองลงมาเป็นมาลิคและซิตริก เมื่อผลสุกจะมีปริมาณออกซาลิคลดลงทำให้มีปริมาณมาลิคสูงที่สุด

2.6 แทนนิน เป็นสารเป็นฟีนอลลิค ในกล้วยดิบแทนนินอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ทำให้เกิดรสฝาด และเกิดสีน้ำตาลเมื่อกล้วยเกิดบาดแผลจากการปอกหั่น เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส โดยการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสจะเริ่มเพิ่มขึ้นในระยะ preclimacteric หลังจากนั้นจะค่อยๆลดลงจนสุกเต็มที่ เอนไซม์ดังกล่าวจะกระตุ้นให้แทนนินทำปฏิกริยากับออกซิเจนในอากาศ และเปลี่ยนเป็นสารประกอบสีน้ำตาล แทนนินเมื่อทำปฏิกริยากับกรดและได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ที่เรียกว่า tannin red หรือ phorbaphene แทนนินเมื่อทำปฏิกริยากับเหล็กที่มาจากมีดหรือภาชนะที่ใช้จะเกิดสีน้ำเงินดำของ tannic acid เมื่อผลไม้สุกแทนนินเปลี่ยนอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำทำให้รสฝาดของกล้วยหายไป (Von,1950) ในระยะที่เก็บเกี่ยวในเนื้อกล้วยจะพบโดพามีนมากถึง 80% ของแทนนินในเนื้อกล้วยทั้งหมด หลังจากนั้น 4 วัน ก็จะค่อยๆลดลงจาก 60 ไมโครกรัมต่อกรัม จนถึง 25 ไมโครกรัมต่อกรัมของน้ำหนักเนื้อกล้วยสด โดยจะฟอร์มตัวเป็นสาร เมตาบอไลท์ เช่น ซาลซินอล (salsinol) ส่วนในเปลือกกล้วยจะประกอบด้วยแทนนินมากกว่าเนื้อ 3-5 เท่า และจะมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดมากกว่าถึง 2 เท่า (John and Marchal, 1995)

2.7 เม็ดสี (pigment) ผิวเปลือกของผลดิบจะมีเม็ดสีของคลอโรฟิลล์ แคโรทีน และแซนโธฟิลอยู่รวมกัน โดยการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วย เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสุกของกล้วย เปลือกกล้วยจะเริ่มมีสีเหลืองหลังจากถึงจุดที่มีการหายใจสูงสุด (climacteric peak) เปลือกดิบมีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) 50ไมโครกรัมต่อกรัมของน้ำหนักสด แซนโทฟิลล์ (xanthophyll) 5-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครกรัมต่อกรัมของน้ำหนักสด และแคโรทีนอยด์ (carotenoid) 1.3-3.5 ไมโครกรัมต่อกรัมของน้ำหนักสด (Palmer, 1971) เมื่อกล้วยสุกคลอโรฟิลล์จะสลายตัวทั้งหมด ทำให้สีเหลืองแคโรทีนอยด์ปรากฏให้เห็นจากการที่กล้วยมีการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือก พร้อมทั้งเกิดปฏิกริยาชีวเคมีเปลี่ยนสตาร์ชเป็นน้ำตาล จึงได้แบ่งความสุกของกล้วยตามสีของเปลือกเป็น 8 ขั้น เรียกว่า ดัชนีสีเปลือกกล้วย (Peel Color Index) สำหรับในประเทศไทย เบญจมาศ (2538) ได้ศึกษาดัชนีสีเปลือกกล้วยหอมทอง แสดงดังรูป

การแบ่งระดับการสุกของกล้วย หลังจากตัดมาบ่มดังนี้

ระดับที่ 1 เปลือกสีเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก

ระดับที่ 2 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองนิดๆ

ระดับที่ 3 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองมากขึ้น แต่ยังมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง

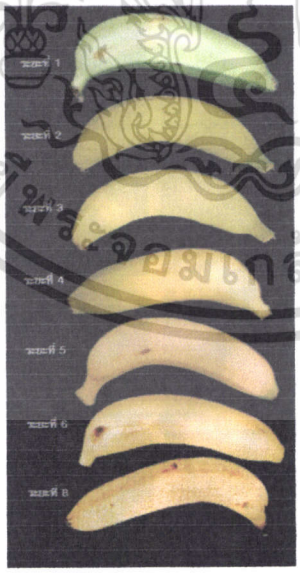
ระดับที่ 4 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว

ระดับที่ 5 เปลือกเป็นสีเหลือง แต่ปลายยังเป็นสีเขียว

ระดับที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง(ผลสุก)

ระดับที่ 7 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาล(สุกเต็มที่ มีกลิ่นหอม)

ระดับที่ 8 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น(สุกมากเกินไป เนื้อเริ่มอ่อนตัวและมีกลิ่นแรง)



รูปที่ 2.1 การแบ่งระดับการสุกของกล้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงในช่วงระหว่างการสุกของกล้วยหลังจากเครือกล้วยถูกตัดมาแล้ว ยังมีการเปลี่ยนแปลงอีกหลายอย่าง เช่น การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจน พบว่าขณะที่ผลสุกจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนมากนัก ในผลสุกอยู่ในระหว่าง 0.5-1.5 % ส่วนไขมันพบว่าในขณะผลสุกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากนักเช่นกัน ขณะที่ผลสุกจะอยู่ระหว่าง 0.2-0.5 % เท่านั้น และสารระเหยที่ให้กลิ่นในขณะที่ผลสุก สารที่พบ ได้แก่ สารประกอบเอสเทอร์ เป็นต้น

2.4 อนุมูลอิสระ (วัลยา และ พัชรี, 2542)

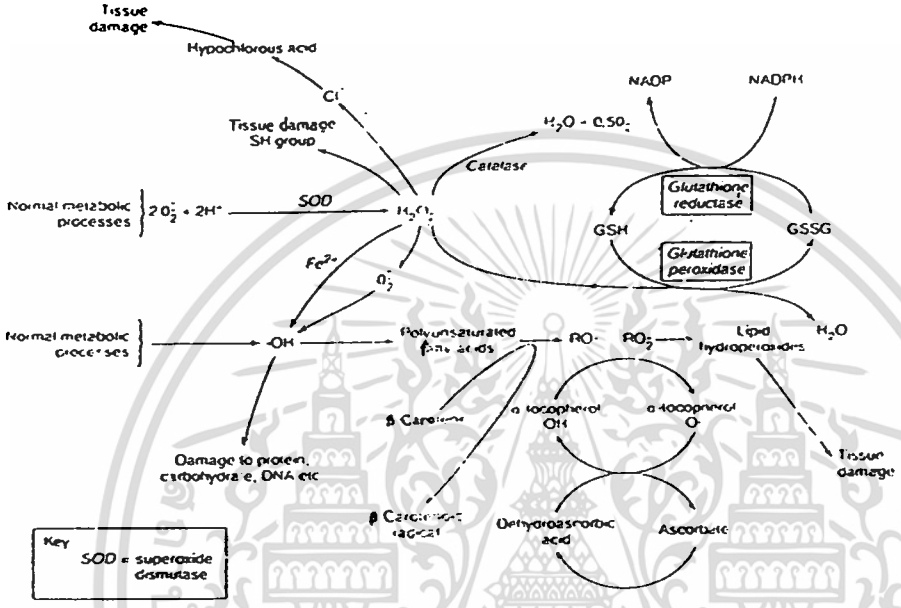
อนุมูลอิสระ (free radical) คือ กลุ่มของสารที่มีอิเลคตรอนวงนอกที่ยังไม่ได้จับคู่มากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งอิเลคตรอน ดังนั้นจึงมีความว่องไวสูงในการเข้าทำปฏิกริยากับสารชีวโมเลกุลในร่างกาย โดยทั่วไปภายในเซลล์อนุมูลอิสระส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายเทอิเลคตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังโมเลกุลของน้ำ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อนุพันธ์ของออกซิเจนที่ไวต่อปฏิกริยา (reactive oxygen species, ROS) ซึ่งสารกลุ่มนี้ได้แก่ ซูเปอร์ออกไซด์ (superoxide anion, $O_2^{\bullet -}$) ไฮดรอกซิล (hydroxyl radical, $OH^{\bullet}$) อนุพันธ์ของออกซิเจนบางตัว ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ไฮโปคลอรัส (HOCl) นอกจากนี้ยังมีกลุ่มของสารอนุพันธ์ของไนโตรเจนที่ไวต่อปฏิกริยา (reactive nitrogen species, RNS) ที่สำคัญได้แก่ เปอร์ออกซีไนไตรท์ ($OONO^-$) ไนตริกออกไซด์ ($NO^{\bullet}$) ทั้งกลุ่มของอนุพันธ์ของออกซิเจนว่องไวและอนุพันธ์ของไนโตรเจนว่องไวจัดเป็นแหล่งของอนุมูลอิสระที่สำคัญของร่างกาย

สภาวะออกซิเดทีฟสเตรท (oxidative stress) คือ สภาวะที่ร่างกายไม่สามารถควบคุมและป้องกันปริมาณของอนุมูลอิสระให้อยู่ในระดับปกติที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายได้ โดยอนุมูลอิสระที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นสามารถเข้าทำปฏิกริยากับสารชีวโมเลกุลต่างๆภายในร่างกาย เช่น การเกิดออกซิเดชันของไขมัน, คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน และกรดนิวคลีอิก การสร้างพันธะโควาเลนต์กับโปรตีน เป็นผลทำให้เกิด inactivation ของโปรตีน เป็นต้น และพบว่าอนุมูลอิสระก่อให้เกิดสภาวะทางพยาธิสภาพในโรคสำคัญบางโรคได้แก่ มะเร็ง, โรคหัวใจ, ไขมันอุดตันในเส้นเลือด, ไขข้ออักเสบ, ต้อกระจก เป็นต้น

โดยปกติร่างกายจะมีระบบควบคุมป้องกันอนุมูลอิสระที่เรียกว่า ระบบแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant defense system) แบ่งออกได้เป็น กลุ่มของเอนไซม์ ได้แก่ คาตาเลส (catalase), ซูปเปอร์ออกไซด์ดิสมิเตส (superoxide dismutase) และ กลูทาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peoxidase) เป็นต้น กลุ่มของสารและโปรตีนบางชนิด ได้แก่ กลูทาไธโอน (glutathione), ยูเลท (urate), ไบลิรูบิน (bilirubin), ยูไบควินอล (ubiquinol), แอลบูมิน (albumin), แครูโลพลาสมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(caeruloplasmin) และ ทรานสเฟอริน (transferrin) เป็นต้น และกลุ่มของสารอาหารบางชนิด ที่สำคัญได้แก่ วิตามินอี, วิตามินซี และสารแคโรทีนอยด์ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอนุมูลอิสระและการทำงานของระบบแอนติออกซิแดนท์ในร่างกาย



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอนุมูลอิสระและระบบแอนติออกซิแดนท์ในร่างกาย
ที่มา : Ward and Peter (1995)

2.5 สารต้านออกซิเดชัน (Antioxidant)

"สารต้านออกซิเดชัน" คือ สารที่ทำหน้าที่ต่อต้านหรือยับยั้งการเกิดปฏิยาออกซิเดชัน ในที่หมายถึงสารที่สามารถยับยั้งและควบคุมอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้นการเกิดปฏิกริยาออกซิเดชัน (Gordon, 1990) โดยปกติร่างกายจะมีระบบควบคุมป้องกันอนุมูลอิสระที่เรียกว่า ระบบแอนติออกซิแดนท์ ซึ่งจะสามารถ ป้องกันตัวเองจากอนุมูลอิสระได้ 2 วิธี คือ ร่างกายจะสร้างสารต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาทำลายอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากเมตาบอลิซึมประจำวันและได้รับจากอาหารที่เรารับประทานเข้าไป

สารต้านออกซิเดชันที่พบในธรรมชาติแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. เอนไซม์ที่ผลิตขึ้นในเซลล์ร่างกาย ได้แก่ ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส คาตาเลส กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส และเมทไธโอนีนรีดักเทส (methionine reductase) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิตามินต้านอออกซิเดชัน ได้แก่ วิตามินอี ในถั่ว ธัญพืช รำ ข้าวกล้อง งา และวิตามินซี ในผลไม้ผักสด เป็นต้น

3. แร่ธาตุ เช่น ซิลิเนียม และสังกะสีเป็นโคแฟคเตอร์ (co-factors) ของเอนไซม์ต้านออกซิเดชัน

4. สารพฤษเคมี (phytochemicals) เป็นสารเคมีจากพืชที่ไม่ใช่วิตามินและสารอาหาร เช่น แคโรทีน (carotene) ไลโคปีน(lycopene) แซนโธฟิล(xanthophyl) แทนนิน(tannin) และฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นต้น (ไมตรี สุทธิจิตต์ และคณะ, 2543)

สารต้านออกซิเดชันที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหรือที่เรียกกันว่า " สารกันหืน " แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารกันหืนสังเคราะห์ (synthesis antioxidany) และสารกันหืนธรรมชาติ (natural antioxidant) ตัวอย่างของสารกันหืนสังเคราะห์ ได้แก่ บิวทิลเลท ไฮดรอกซียานิซอล (Butylated hydroxyanisole (BHA)), บิวทิลเลท ไฮดรอกซีโทลูอิน(Butylated hydroxytoluene (BHT)), และ โพรพิลแกลเลท(Propyl gallate (PG)) เป็นต้น และตัวอย่างของสารกันหืนธรรมชาติ คือ โทโคฟีรอล(tocopherols), ไฮดรอกซีไทโรซอล (hydroxytyrosol), กรดคาเฟอิก (caffeic acid), กรดไฟติก (phytic acid), และเฟอเลท(ferlate) เป็นต้น

โดยทั่วไปสารกันหืนสังเคราะห์ไม่เป็นที่ยอมรับเพราะต้องตระหนักถึงความปลอดภัย ดังนั้นผู้บริโภคต้องการใช้สารกันหืนจากธรรมชาติมากกว่า เพราะไม่ต้องกังวลถึงปริมาณที่เกินขีดความปลอดภัย สามารถเติมได้ตามความเหมาะสม เช่น สารโทโคฟีรอล และสารสกัดจากโรสแมรี่ แต่สารกันหืนธรรมชาติราคาค่อนข้างแพงและบางกรณีต้องใช้ปริมาณมากกว่าสารสังเคราะห์ เช่น น้ำมันพืชจะใช้สารที่สกัดจากโรสแมรี่ในปริมาณสูงกว่าทีบีเอชคิว (TBHQ) อย่างไรก็ตามมีสารกันหืนหลายๆ ชนิดให้เลือก เพราะแต่ละชนิดก็จะเหมาะกับอาหารแต่ละประเภท แต่ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของสารกันหืนด้วยว่าต้องไม่มีสี ไม่มีกลิ่นรส ที่จะไปรบกวนต่อผลิตภัณฑ์

2.6 สารประกอบฟีนอลิค (phenolic compounds)

สารประกอบฟีนอลิคเป็นสารที่พบในพืช โดยทั่วไปมีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) มากกว่าหรือเท่ากับ 1 หมู่เกาะกับวงแหวนอะโรมาติก (aromatic ring) โดยที่สารประกอบฟีนอลิคที่มีหมู่ไฮดรอกซิลมากกว่า 1 หมู่ จะนิยมเรียกว่า สารประกอบโพลีฟีนอล(polyphenol)ซึ่งอาจจะเป็นสารที่มีโครงสร้างง่ายๆ เช่น ยูจีนอล(eugenol) ไฮโดรควิโนน(hydroquinone) เคลลิน(khellin) และไมริสทิซิน(myristicin) หรือสารที่มีโครงสร้างซับซ้อนของ โพโดฟิลโลโทวิน (podophyllotovin) โพรไซยานิดิน(procyanidin) โรทีโนน(rotenone) เตตระไฮโดรแคนนาบินอล (tetrahydrocannabinol)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกรดยูสนิค(usnic acid) โดยส่วนใหญ่สารฟีนอลลิคเป็นสารที่ละลายน้ำ โดยทั่วไปพบรวมอยู่กับน้ำตาลในรูปไกลโคไซด์ภายในเซลล์พืชในส่วนของแวคิวโอล (vacuole) สารประกอบฟีนอลลิคบางชนิดอาจมีสมบัติที่ไม่ละลายน้ำ รวมทั้งบางชนิดที่หมู่ไฮดรอกซิลถูกแทนที่ด้วยหมู่เมธอกซิล (methoxyl-group) จากเมธานอล (methanol) ซึ่งพบในไซโทพลาสซึม (cytoplasm) หรือส่วนอื่นๆของเซลล์ เช่น ในสารเคลือบผิว(waxes) เป็นต้น (Harborne, J.B. *et al.*, 1999) ในธรรมชาติพบฟีนอลลิคถึง 8,000 ชนิดและครึ่งหนึ่งเป็น ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ซึ่งมีโครงสร้างเป็น C6-C3-C6 เฮตเทอโรไซคลิค (heterocyclic) สำหรับสารประกอบโพลีฟีนอลนั้นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ฟลาโวนอยด์และนอนฟลาโวนอยด์ (non-flavonoids) (Burns *et al.*, 2000) ฟลาโวนอยด์ มี 12 กลุ่มย่อย ได้แก่ ฟลาโวน (flavone), ไอโซฟลาโวน (isoflavone), ฟลาโวน (flavonol), ฟลาวาโนน (flavanone), ฟลาวาโนนอล (flavanonol), ฟลาโวนอล (flavonol), ลูโคแอนโธไซยานิน (lucoanthocyanin), แอนโธไซยานิน (anthocyanin), ชาลโคน (chalcone), ไดไฮโดรชาลโคน (dihydrochalcone), ออโรน (aurone) และแซนโธน (xanthone) สำหรับนอนฟลาโวนอยด์ ได้แก่ กรดแกลลิค (gallic acid), ไฮดรอกซีซินนาเมต (hydroxycinnamate) และสติลบิเนส (stibinase)

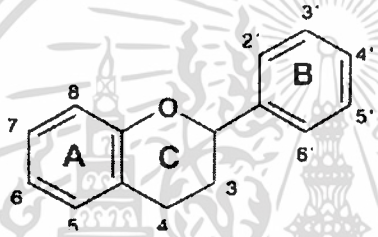
2.7 ฟลาโวนอยด์ (flavonoid)

ฟลาโวนอยด์เป็นสารประกอบโพลีฟีนอล พบได้ทั่วไปในพืชชั้นสูง ทั้งราก ลำต้น ดอก ผล เมล็ด เปลือก ก้านดอก และละอองเกสรดอกไม้ พบในอาหารที่เป็นพืช เช่น ผักและผลไม้ ฟลาโวนอยด์มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นแบบไดฟีนิลโปรเปน (diphenylpropanes) (C6-C3-C6) ประกอบด้วยวงแหวน 2 วงที่เชื่อมกันด้วยคาร์บอน 3 อะตอมซึ่งมักจะอยู่ในลักษณะของออกซีจีเนทเฮตเทอโรไซเคิล (oxygenated heterocycle) โดยความแตกต่างในแต่ละกลุ่มเป็นผลมาจากความแตกต่างของจำนวนและการจัดเรียงตัวของหมู่ไฮดรอกซิล และการเติมหมู่แอลคิล (alkylation) และ/หรือการเติมหมู่น้ำตาล (glycosylation) มีระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งของคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลของฟลาโวนอยด์ ดังรูป 2.3

โดยทั่วไปฟลาโวนอยด์มักจะถูกพบในลักษณะของอนุพันธ์ของกลัยโคไซด์(glycoside) โดยอยู่ในส่วนของอะกลัยโคน (aglycone) ในโมเลกุลกลัยโคไซด์ สารประกอบฟลาโวนอยด์ที่ถูกพบมากที่สุด คือ ฟลาโวน เช่น อะพิจีนิน (apigenin) ลูทีโอลิน (luteolin) เป็นต้น และฟลาโวนอล เช่น เควอซีติน (quercetin), มายลิซิติน (myricetin) และเคมเฟอรอล (kaemferol) เป็นต้น รวมทั้งกลัยโคไซด์ของทั้งสองชนิดเนื่องจากสามารถพบได้ในพืชเกือบทุกชนิด ยกเว้นในสาหร่ายและฟังไจ (fungi) สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟลาโวนอยด์ในกลุ่มอื่นๆที่น่าสนใจ ได้แก่ ฟลาโวโนน เช่น นารินจีนิน (naringenin) ซึ่งพบมากในพืชตระกูลส้มและพรุน ไอโซฟลาโวน เช่น จีนิสทีน (genistein) ซึ่งพบมากในพืชตระกูลถั่วที่มีลักษณะเป็นฝัก ฟลาโวนอล เช่น แคทีชิน(catechin), อิพิกอลโลแคทีชิน (epigallocatechin) และกอลโลแคทีชิน (gallocatechin) สามารถพบได้ทั้งในรูปอิสระและเป็นโมโนเมอร์ของคอนเดนซ์แทนนิน (condensed tannin) ในชา และแอนโธไซยานินเป็นรงควัตถุที่สามารถละลายน้ำได้ในพืชที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นสารที่แสดงสีของดอกไม้และผลไม้ของพืชชั้นสูงทั่วไป และมีความสำคัญในการพัฒนาสีของไวน์แดง เนื่องจากสามารถรวมตัวกับฟลาโวนอยด์อื่นๆ เกิดเป็นโพลีเมอริคพิคของเม็ดสี (polymeric pigments) ได้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างพื้นฐานและการระบุตำแหน่งคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลฟลาโวนอยด์

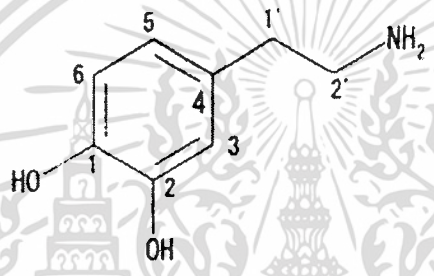
2.8 สารต้านออกซิเดชันในกล้วย

เนื่องจากกล้วยเป็นพืชในเขตร้อนจึงมีระบบที่สามารถป้องกันตัวเองจากออกซิเดทีฟสเตรท ซึ่งมีสาเหตุมาจากแสงแดดที่แรงและที่อุณหภูมิสูง โดยการผลิตสารต้านปฏิกริยาออกซิเดชันในปริมาณมาก ในกล้วยมีองค์ประกอบของโดพามีน (dopamine) ทั้งในเปลือกและเนื้อในปริมาณสูง ปริมาณโดพามีนในกล้วยหอม (*Musa cavendish*) จะลดลงเล็กน้อยเมื่อระดับความสุกเพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณอยู่ที่ระดับ 80-560 และ 2.5-10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ของเปลือกและเนื้อกล้วยตามลำดับ โดยความแตกต่างนี้อาจมีสาเหตุจากการปลูกในสวนที่แตกต่างกัน ที่ระดับความสุกต่างๆ ปริมาณกรดแอสคอบิค (ascorbic acid) จะคงที่ประมาณ 10 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ทั้งในเนื้อและเปลือก แคโรทีน (carotenes) และโทโคฟีรอลจะพบมากในเปลือกและพบน้อยในเนื้อกล้วย ดังนั้นศักยภาพในการต้านออกซิเดชันที่ดีของกล้วยจึงเป็นผลมาจากโดพามีน ซึ่งมากกว่าสารต้านปฏิกริยาออกซิเดชันอื่นๆในผลไม้ชนิดนี้ โดย ศักยภาพในการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของโดพามีนดีกว่าบีเอชเอ (BHA), บีเอชที (BHT),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟลาโวนอยด์, กลูทาไธโอน, แคทีชิน, แกลโลแคทีชิน แกลเลท (gallocatechin gallate) และกรดแอสคอบิคในปริมาณที่เท่ากัน (Kanazawa and Sakakibara , 2000)

นอกจากนี้ Someya และคณะ (2002) ได้ศึกษาปริมาณและชนิดของสารประกอบที่มีสมบัติเป็นสารต้านปฏิกริยาออกซิเดชันในกล้วยหอมชนิดเดียวกัน พบว่าแกลโลแคทีชินเป็นสารที่พบมากในเปลือกกล้วยซึ่งพบในปริมาณที่สูงกว่าในเนื้อกล้วย ในระดับ 158 มิลลิกรัม และ 29.6 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแห้งตามลำดับ โดยที่สารสกัดจากเปลือกกล้วยมีสมบัติในการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันที่ดีกว่าสารสกัดจากเนื้อกล้วย



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของโดพามีน

2.9 คุณสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิค (วิวัฒน์, 2545)

คุณสมบัติที่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบันของสารประกอบฟีนอลิค คือ การเป็นสารออกซิเดชันและสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) ซึ่งเกิดจากอนุมูลอิสระและการใช้สารประกอบฟีนอลิคในการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือดและมะเร็ง โดยสารประกอบโพลีฟีนอลิคจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆด้วย การให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว ดังปฏิกริยาต่อไปนี้

$$ROO^{\bullet} + PPH \longrightarrow ROOH + PP^{\bullet}$$

$$RO^{\bullet} + PPH \longrightarrow ROH + PP^{\bullet}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสารประกอบฟีนอลิคให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิคจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่ทำปฏิกริยากับโมเลกุลอื่นต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิคบางชนิดยังคงสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระอื่นได้อีกด้วยจึงทำให้สารประกอบฟีนอลิคเหล่านั้นสามารถลดจำนวนอนุมูลอิสระได้ถึง 2 เท่า ดังปฏิกริยาต่อไปนี้

$$ROO^{\bullet} + PP^{\bullet} \longrightarrow ROOPP$$

$$RO^{\bullet} + PP^{\bullet} \longrightarrow ROPP$$

แต่ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิคยังขึ้นอยู่กับระบบด้วย ดังนั้นการศึกษาหรือเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวจึงจำเป็นต้องระบุรายละเอียดของระบบชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสับเสตรทที่เป็นเป้าหมายของระบบ นอกจากนี้ยังพบว่าในสภาวะที่มีสารประกอบฟีนอลิคความเข้มข้นสูง พีเอชสูง และมีเหล็กอยู่ด้วยนั้น สารประกอบฟีนอลิคอาจจะเป็นตัวเริ่มต้นของกระบวนการออกซิเดชันเสียเองได้

จากผลการทดลองมากมาย พบว่า ฟลาโวนอยด์มีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันที่ดีมากในอาหารที่เป็นไขมันและไขมันผสมกับน้ำ และปัจจัยที่ส่งเสริมคุณสมบัติดังกล่าว คือ ตำแหน่งและจำนวนของหมู่ไฮดรอกซิลและโครงสร้างอื่นๆของโมเลกุล ตัวอย่างเช่น หมู่ไฮดรอกซิลของวงแหวน B ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักที่ใช้ในการพิจารณาความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน ในกรณีของฟลาโวนอยด์นั้นพบว่า หมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่งพารา (para, (C4')) จะมีผลให้มีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันมากกว่าหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่งออร์โธ (ortho, (C2' และ C6')) ในขณะที่หมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่งเมตา (meta) จะไม่มีผลต่อสมบัติดังกล่าว นอกจากนี้หมู่ไฮดรอกวิลที่ C3 (วงแหวนA) และกลุ่ม 4-คีโต (4-keto,(C=Oที่คาร์บอนตัวที่ 4 ของวงแหวน C)) และ/หรือ หมู่ไฮดรอกซิลที่ C5 (วงแหวนA) และกลุ่ม 4-คีโตในโมเลกุลของฟลาโวนอยด์จะเป็นกลุ่มที่ไวต่อการทำปฏิกริยากับโลหะซึ่งเป็นการช่วยลดการเกิดออกซิเดชันได้อีกทางหนึ่ง ส่วนหมู่ไฮดรอกซิลของวงแหวน A ที่ตำแหน่งเมตา (C5 และ C7) และหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง C3 ในวงแหวน C อาจมีผลเล็กน้อยต่อคุณสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของฟลาโวนอยด์ (Pratt, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การวิเคราะห์สมบัติการต้านออกซิเดชัน

การตรวจวัดสมบัติการต้านออกซิเดชัน สามารถทำได้หลายวิธี ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป 3 วิธี คือ

1) ABTS / hydrogenperoxide / metmyoglobin method (George and Irvine, 1952)

ใช้หลักการเปลี่ยนเอบีทีเอส(ABTS) ให้เป็นอนุมูลอิสระเอบีทีเอส ด้วยปฏิกริยาของเมทไมโอโกลบิน ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงของอนุมูลเอบีทีเอสที่ 414, 650, 734 หรือ 820 นาโนเมตร การมีสารต้านออกซิเดชันจะทำให้การเกิดอนุมูลอิสระเอบีทีเอสช้าลง

2) NBT / hypoxanthine / xanthine oxidase : Neotetrazolium method (Masaki et al., 1995)

วิธีนี้มีหลักการ คือ เอนไซม์แซนทีนออกซิเดสจะเร่งปฏิกริยาออกซิเดชันของออกซิเจนกับไฮโปแซนทีน และออกซิเจนกับแซนทีน เป็นซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน (superoxide anion)จะรีดิวซ์ไนโตรบูลเตตระโซเลียม (nitro blue tetrazolium , NBT) เป็นอนุมูลอิสระเอ็นบีที สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ที่ 560 นาโนเมตร

3) Thiocyanate method (Osawa et al., 1995)

วิธีนี้มีหลักการ คือ กรดลิโนเลอิค (linoleic acid)เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว สามารถถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนและ Fe^{++} จะถูกเปลี่ยนเป็น Fe^{+++} โดยทำปฏิกริยากับแอมโมเนียไธโอไซยาเนท (ammonium thiocyanate) เกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีแดง สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96869

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

1) กล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน โดยแบ่งระดับความสุกออกเป็น 8 ระดับ (เบญจมาศ, 2538)

3.2 อุปกรณ์

1) เครื่องหมุนเหวี่ยง(Centrifuge)
2) เครื่องวัดสี
3) Spectrophotometer
4) เครื่องบดละเอียด (Blender)
5) ระบบหล่อเย็น (Cooling)
6) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

3.3 สารเคมี

1) 10% Na_2CO_3
2) Folin-Ciocalteu
3) ABTS = 2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazolinesulfonate)
4) PBS = Phosphat buffer solution (Na_2HPO_4/NaH_2PO_4)
5) NaCl
6) Myoglobin
7) Potssium fericyyanide[$K_3Fe(CN)_6$]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างกล้วยน้ำว้า

นำกล้วยน้ำว้าทั้งผลที่ระดับความสุกต่างๆมาต้มในน้ำเดือด 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปแยกส่วนเปลือกและเนื้อออกโดยตัดส่วนขั้วและส่วนปลายทิ้งไป ชั่งตัวอย่างเปลือกกล้วยหรือเนื้อกล้วย ตัวอย่างละ 20 กรัม บดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดผสมที่ความเร็วสูงสุด โดยเติมน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร

3.4.2 การเตรียมสารสกัดจากเนื้อกล้วยและเปลือกกล้วยน้ำว้า

นำตัวอย่างที่บดละเอียดแล้วใส่ในขวดรูปชมพู่ (flask joint) ขนาด 500 มิลลิลิตร สกัดโดยวิธีการรีฟลักซ์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (Someya *et al.*,2002) จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส กรองสารสกัดส่วนใสที่ได้ด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 4 เก็บสารที่สกัดได้ไว้ในขวดสีชาโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้ในการตรวจวิเคราะห์

3.4.3 การวิเคราะห์สารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (total polyphenols)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะใช้วิธีที่รายงานโดย Yieldirim และคณะ (2001) โดยที่สารประกอบโพลีฟีนอลทำปฏิกริยากับ Folin-Ciocalteu และติดตามสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ใช้กรดแกลลิค (gallic acid) เป็นสารประกอบฟีนอลมาตรฐาน

3.4.3.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิค

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิคความเข้มข้น 400 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยละลายกรดแกลลิค 0.02 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายมาตรฐานดังกล่าวใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร หลอดละ 0 , 0.05 , 0.15 , 0.20 , 0.25 , 0.30 และ 0.35 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 10 มิลลิลิตร

นำหลอดทดลองทั้งหมดมาเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม(vortex mixer)ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายNa_2CO_3ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูดกลืนแสงที่ความยาว 730 นาโนเมตร เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิคเป็นไมโครกรัม

3.4.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในตัวอย่างสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าระดับความสุกต่างกัน

ปิเปตสารสกัดที่ได้จากข้อ 3.4.2 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 9.5 มิลลิลิตร และสารละลาย Folin-Ciocalteu 0.5 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว 730 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารสกัดสำหรับ blank

3.4.4 ศึกษาสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยที่ระดับความสุกต่างกัน

การทดสอบสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยที่ระดับความสุกต่างกัน ใช้วิธี total antioxidant assay โดยดัดแปลงจากวิธีที่รายงานโดย (Landrault et al., 2001) วิธีนี้อาศัยการติดตามความสามารถของตัวอย่างสารสกัดในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระของ 2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazolinesulfonate) หรือ ABTS ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่ทำให้สารละลายมีสีน้ำเงินแกมเขียว และสามารถดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ดังนั้นถ้าสารตัวอย่างมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระของสารดังกล่าวได้ดีจะทำให้อัตราการเกิดสีน้ำเงินแกมเขียวของสารละลายปฏิกริยาช้า ซึ่งแสดงว่าสารนั้นมีสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันได้ดี โดยจะเปรียบเทียบกับสารต้านออกซิเดชันมาตรฐาน 2 ชนิด คือ โพรพิลแกลเลท (propyl gallate) และ กรดแอสคอบิค

เตรียมสารละลายปฏิกริยาโดยปิเปตสารละลายต่างๆต่อไปนี้ใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร สารละลาย ABTS 0.40 มิลลิลิตร, สารละลาย metmyoglobin 0.72 มิลลิลิตร , สารละลาย PBS 3.10 มิลลิลิตรและตัวอย่างสารสกัด 0.10 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย H_2O_2 0.48 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม พร้อมกับจับเวลาทันที เทสารละลายปฏิกริยาใส่คิวเวต (cuvette) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร อ่านผลทุกๆ 30 วินาที เป็นเวลา 20 นาที นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเวลาในการเกิดปฏิกริยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19768

สำหรับปฏิกริยาควบคุม (control) ใช้น้ำกลั่น 0.1 มิลลิลิตร แทนสารละลายสกัดตัวอย่าง และหลอดที่เป็น blank จะเตรียมเหมือนปฏิกริยาควบคุมแต่เติมสารละลาย PBS 0.48 มิลลิลิตร แทนสารละลาย H_2O_2

สำหรับวิธีการเตรียมสารละลายต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชัน สามารถดูได้จาก ภาคผนวก ช

3.4.5 การเปรียบเทียบสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าเมื่อใช้น้ำกลั่นและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด

เลือกเปลือกกล้วยน้ำว้าจากผลกล้วยที่ระยะความสุกที่มีสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันสูงสุดจากการทดลองข้อ 3.4.4 นำมาสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ น้ำกลั่นและเอธานอลตามวิธีในข้อ 3.4.1 และ 3.4.2 จากนั้นเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชัน ตามวิธีในข้อ 3.4.3 และ 3.4.4

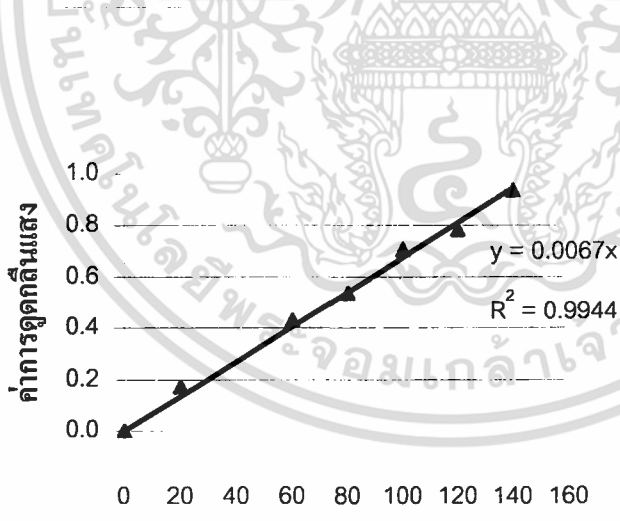
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในเปลือกและเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

จากการเตรียมกราฟมาตรฐานของแกลลิค ซึ่งใช้เป็นสารประกอบโพลีฟีนอลมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดที่ได้จากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆได้กราฟเป็นเส้นตรงที่มีสมการเส้นตรงคือ $y = 0.0067x$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9944$ ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิคสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

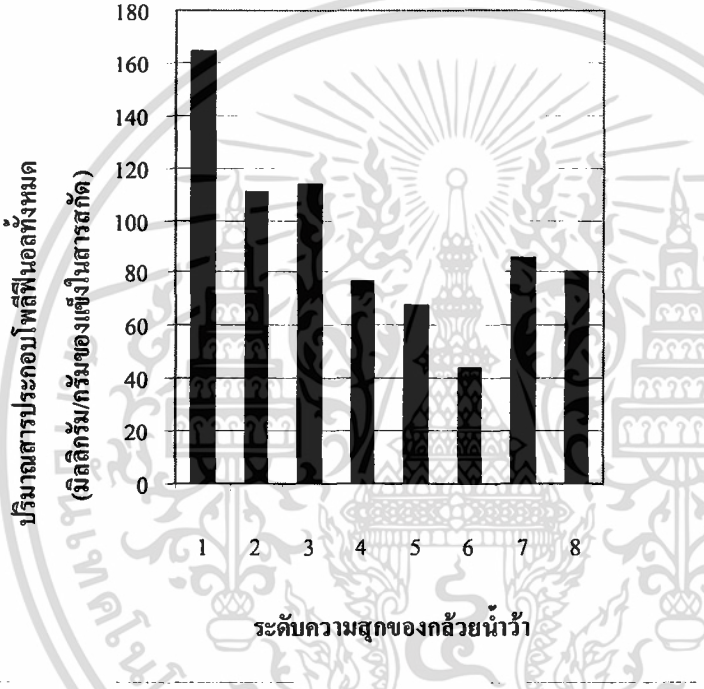
จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าทั้ง 8 ระดับความสุก โดยให้สารประกอบโพลีฟีนอลทำปฏิกิริยากับสารละลาย Folin-Ciocalteu และติดตามสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร คำนวณหาสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยใช้กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิคข้างต้น ให้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ

ตัวอย่าง	ระดับความสุก	ปริมาณของแข็งทั้งหมดในสารสกัด (มิลลิกรัม /100 กรัมสารสกัด)	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/กรัมของแข็ง)
สารสกัดเนื้อกล้วย	1	0.86± 0.00	16.47 ± 0.05
	2	0.87 ± 0.06	11.10 ± 0.00
	3	1.06 ± 0.39	11.41 ± 0.19
	4	1.43 ± 0.05	7.67 ± 0.01
	5	1.47 ± 0.02	6.79 ± 0.17
	6	2.74 ± 0.04	4.39 ± 0.05
	7	2.62 ± 0.10	8.52 ± 0.10
	8	2.52 ± 0.03	8.00 ± 0.06
สารสกัดเปลือกกล้วย	1	0.79 ± 0.04	77.18 ± 1.61
	2	0.90 ± 0.02	52.63 ± 2.36
	3	1.28 ± 0.01	52.52 ± 0.00
	4	1.22 ± 0.03	49.87 ± 1.04
	5	1.52 ± 0.27	41.83 ± 0.14
	6	0.95 ± 0.15	42.61 ± 1.26
	7	1.84 ± 0.08	40.69 ± 0.23
	8	1.25± 0.03	43.12 ± 0.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาปริมาณของแข็งทั้งหมด พบว่า สารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความสุกของกล้วยเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด จึงคำนวณในหน่วยของมิลลิกรัม/กรัมของแข็งในสารสกัด

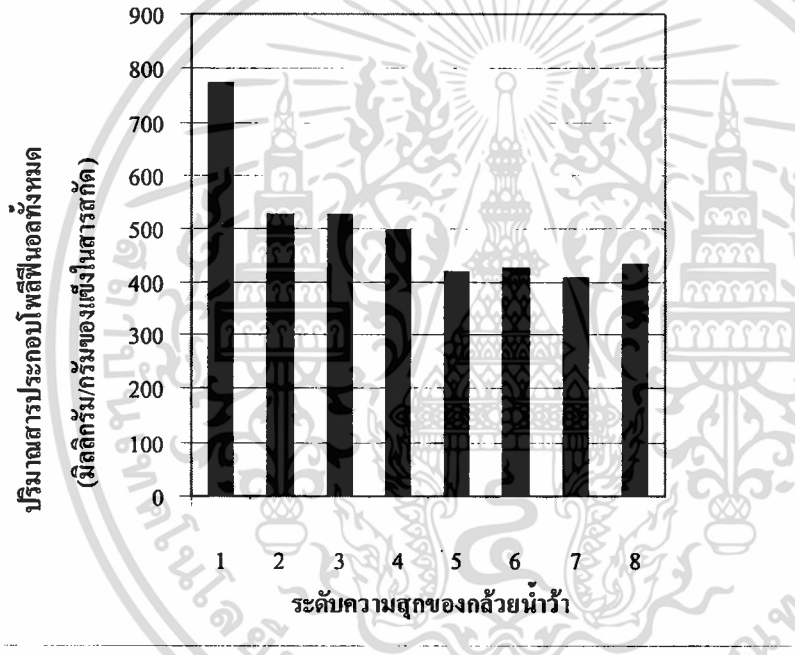


รูปที่ 4.2 กราฟแท่งแสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดจากเนื้อกล้วยที่ระดับความสุกต่างกัน

จากตารางที่ 4.1 และกราฟที่ 4.1 และ4.2 จะเห็นได้ว่า ในสารสกัดที่ได้จากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกันจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลแตกต่างกันไป โดยพบว่า ที่ระดับความสุกของกล้วยเพิ่มขึ้นสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ทุกระดับความสุก เปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1 จะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุด (77.18 ± 1.61 มิลลิกรัม/กรัมของแข็ง) ที่ระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุกของกล้วยเพิ่มขึ้นปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะมีแนวโน้มลดลงทั้งในส่วนของเปลือกและเนื้อกล้วยน้ำว้า ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองของ Kanazawa และ Sakakibara (2000) และผลการทดลองของ Someya และคณะ (2002) ซึ่งรายงานว่า ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล ทั้งหมดในเปลือกกล้วยจะมีปริมาณสูงกว่าในเนื้อกล้วยหอม (*Musa Cavendish*) และปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดลดลงเล็กน้อยเมื่อกล้วยมีระดับความสุกเพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.3 กราฟแท่งแสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดจากเปลือกกล้วยที่ระดับความสุกต่างกัน

4.2 การศึกษาสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

จากการทดลองศึกษาสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน โดยตรวจวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของ ABTS ด้วยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตามอัตราการเกิดสีน้ำเงินแกมเขียวที่ลดลง โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร ให้ผลทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.3

จากกราฟในรูปที่ 4.3 เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาควบคุม (control) จะเห็นว่าที่เวลาในการเกิดปฏิกิริยานานขึ้น ค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตรจะมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และตามทฤษฎีปฏิกิริยาควบคุมจะมีปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นสมบูรณ์ที่สุด เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาที่มีการเติมสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆกัน จะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร จะมีอัตราการเพิ่มขึ้นช้ากว่ากรณีของปฏิกิริยาควบคุม แสดงให้เห็นว่าเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆกันนั้นมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้

เพื่อให้การเปรียบเทียบความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆกันเป็นไปโดยง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้น จึงใช้ข้อมูลในกราฟรูปที่ 4.3 ในการเปรียบเทียบสมบัติการต้ารปฏิกริยาออกซิเดชันในรูปของเปอร์เซนต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant capacity) ที่นาทีที่ 10 โดยมีวิธีการคำนวณตามสมการต่อไปนี้

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%)

$$= 100 \times \left(1 - \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร ของตัวอย่าง}}{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร ของปฏิกริยาควบคุม}} \right)$$

ตารางที่ 4.2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ

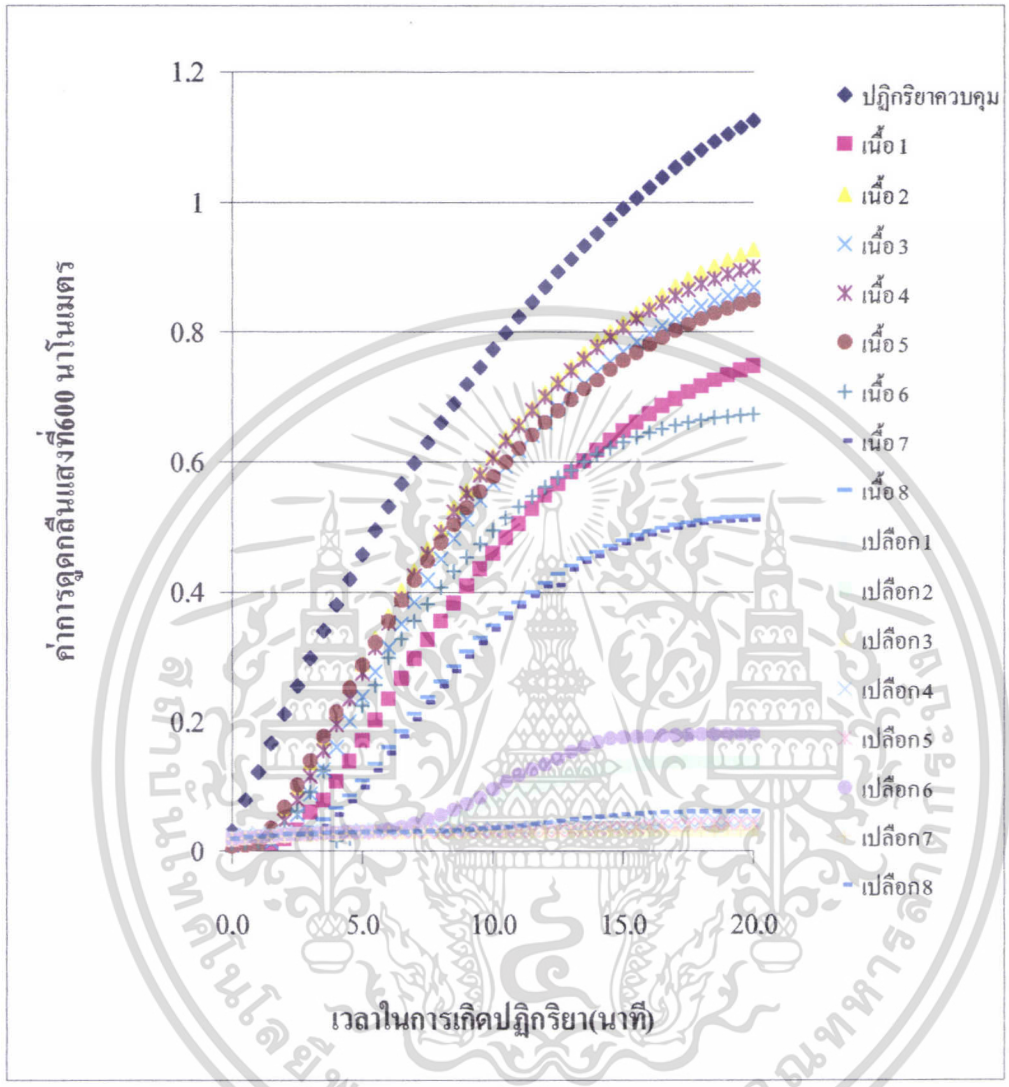
ตัวอย่าง	ระดับความสุก	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%)
สารสกัดเนื้อกล้วย	1	40.67
	2	21.07
	3	26.72
	4	21.64
	5	25.46
	6	36.11
	7	55.84
	8	55.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง	ระดับความสุก	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%)
สารสกัดเปลือกกล้วย	1	96.03
	2	90.01
	3	95.83
	4	95.36
	5	95.95
	6	87.46
	7	95.99
	8	95.39

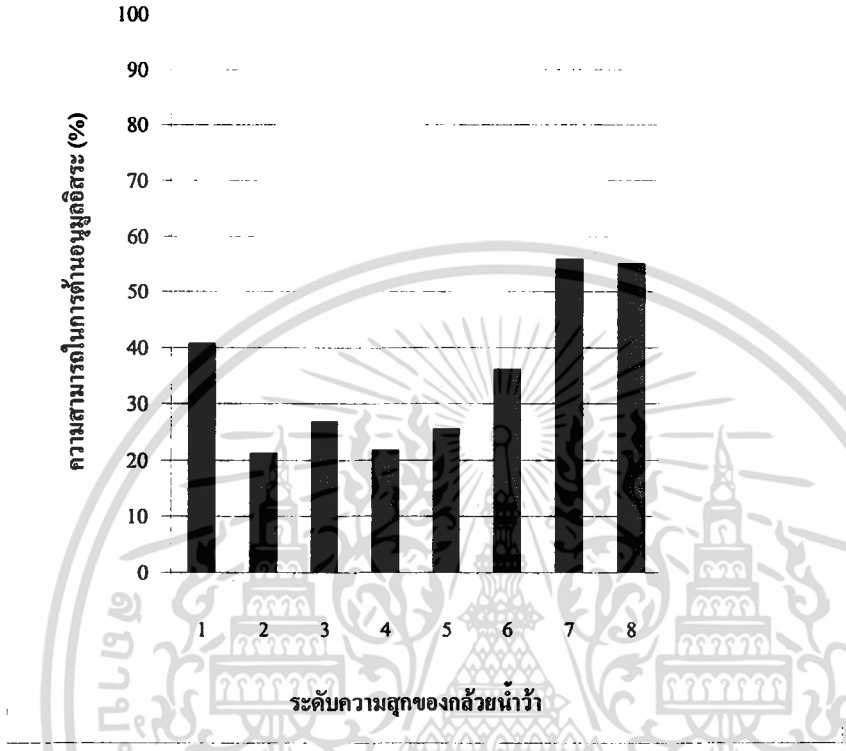
จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.4 และ4.5 จะเห็นได้ว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าแสดงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS หรืออีกนัยหนึ่ง คือ แสดงสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันดีกว่าสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ทุกระดับความสุก เมื่อพิจารณาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้า จะเห็นว่าที่ระดับความสุกของกล้วยเพิ่มขึ้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจะมีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล (ซึ่งเป็นสารที่มีสมบัติเป็นสารต้านปฏิกริยาออกซิเดชัน) ที่ลดลงด้วย อย่างไรก็ตาม สารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 7 และ 8 มีเปอร์เซนต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกอื่นๆ (ตารางที่ 4.2 , รูปที่ 4.4) ทั้งนี้เนื่องจากในการวิเคราะห์สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันตามวิธีทดลองข้อ 4 สำหรับการวิเคราะห์จะปิเปตสารสกัดที่ได้ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เท่ากันทุกตัวอย่างซึ่งจากตารางที่ 4.1 จะห็นว่า สารสกัดจากเนื้อกล้วยที่ระดับความสุกที่ 7 และ 8 มีปริมาณของแข็งสูง (2.62 และ 2.52 มิลลิกรัม/100กรัมสารสกัด ตามลำดับ) ดังนั้นความเข้มข้นของสารประกอบที่มีสมบัติเป็นสารต้านปฏิกริยาออกซิเดชัน (รวมถึงสารประกอบโพลีฟีนอล) ก็น่าจะสูงกว่าในสารสกัดตัวอย่างอื่นๆด้วย จึงทำให้สารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 7 และ 8 มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดจากเนื้อกล้วยที่ระดับความสุกอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร และ เวลาในการเกิดปฏิกริยาของการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

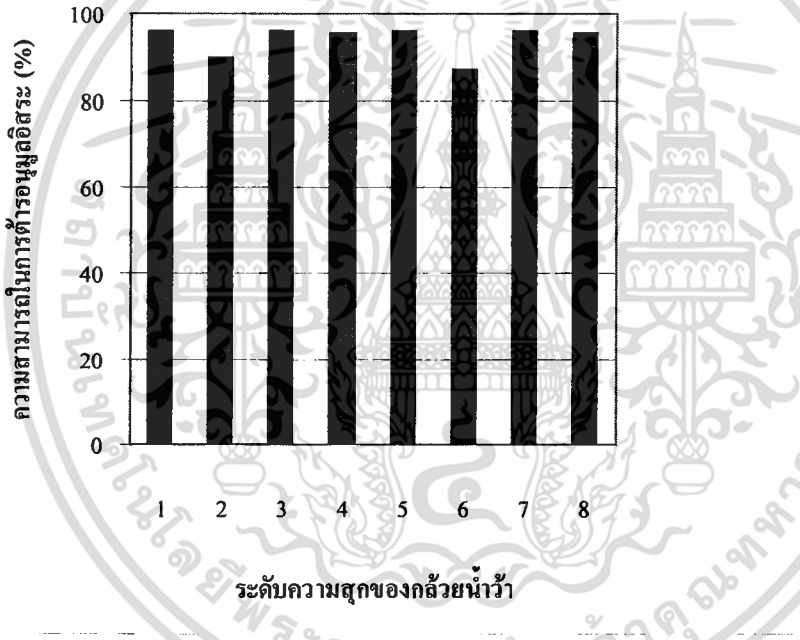


รูปที่ 4.5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

เมื่อพิจารณาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้า พบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยที่ทุกระดับความสุก จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีใกล้เคียงกัน (87-96 %) ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.5 จากผลการทดลองดังกล่าวดูเหมือนว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกันไม่ได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ทุกระดับความสุกมีปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลสูง (40-77 มิลลิกรัม/กรัมของแข็ง) และที่ระดับความเข้มข้นของสารประกอบโพลีฟีนอลดังกล่าว น่าจะเป็นความเข้มข้นที่มากเกินพอในการแสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระภายใต้สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนั้นสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ทุกระดับความสุกจึงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงใกล้เคียงกันและไม่ขึ้นกับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่มีอยู่ในสารสกัด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABTS ของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้า (สารสกัด 0.1 มิลลิลิตร ในสารละลายปฏิกริยาทั้งหมด 0.48 มิลลิลิตร) มีค่าใกล้เคียงกับวิตามินซีและโพรพิลแกลเลต ซึ่งรายงานโดย รวิวรรณและศุภชัย (2545) โดยที่วิตามินซีและโพรพิลแกลเลตที่ความเข้มข้น 230 ppm ในสารละลายปฏิกริยาชนิดเดียวกันและภายใต้สภาวะเดียวกันกับที่ใช้ในการทดลองนี้ มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 98.64 และ 92.49 % ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 เปรียบเทียบสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าเมื่อใช้น้ำกลั่นและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด

จากการทดลองใช้น้ำและเอธานอลเป็นตัวสกัดเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1 และวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารที่สกัดได้ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1 เมื่อใช้น้ำและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด

ตัวทำละลายในการสกัด	ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วย (มิลลิกรัม/กรัมของแข็ง)	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วย (%)
น้ำกลั่น	80.74 ± 3.46	96.77
เอธานอล	144.16 ± 0.00	96.90

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า ในสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1 เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกันจะมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดต่างกัน โดยที่เมื่อสกัดด้วยเอธานอลจะให้ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าการสกัดด้วยน้ำกลั่น แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกันทั้งนี้เนื่องจาก จากสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1 มีปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลสูง และที่ระดับความเข้มข้นของสารประกอบโพลีฟีนอลดังกล่าว น่าจะเป็นความเข้มข้นที่มากเกินพอในการแสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระภายใต้สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์

ดังนั้นในการวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างพืชควรใช้เอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน (ระดับความสุกที่1-8) พบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้ามีปริมาณสารประกอบ โพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ทุกระดับความสุก โดยสารสกัดจากเปลือกและเนื้อกล้วยน้ำว้ามีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด 40 – 77 มิลลิกรัม / กรัมของแข็ง และ 8 - 17 มิลลิกรัม / กรัมของแข็ง ตามลำดับ โดยที่ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะมี แนวโน้มลดลงทั้งในส่วนของเปลือกและเนื้อกล้วยน้ำว้าเมื่อระดับความสุกของกล้วยเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าโดยตรวจวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของ ABTS พบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าแสดงสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันดีกว่าสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ทุกระดับความสุกและที่ระดับความสุกของกล้วยน้ำว้าเพิ่มขึ้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ได้จากเนื้อกล้วยจะมีแนวโน้มลดลง โดยสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลที่ลดลง นอกจากนี้สารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ทุกระดับความสุกมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีใกล้เคียงกัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1 โดยใช้น้ำกลั่นและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด พบว่า การสกัดด้วยเอธานอลจะให้ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดที่ได้สูงกว่าการสกัดด้วยน้ำกลั่น แต่ความสามารถในการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันมีค่าใกล้เคียงกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการทดลองศึกษาสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันโดยใช้วิธีทดสอบแบบอื่นๆ เช่น DPPH assay, Neotetrazolium method เป็นต้น

2) ในการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันควรควบคุมปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดตัวอย่างให้มีความเข้มข้นเท่ากันก่อนทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการต้านปฏิกริยาออกซิเดชัน

3) ควรใช้เอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัดเพื่อเพิ่มความสามารถในการสกัดสารประกอบโพลี ฟีนอลและลดการละลายของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ที่จะมีผลกระทบต่อการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2538.กล้วย.พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ไมตรี สุทธิจิตต์ และคณะ. 2543. ความสามารถของสารสำคัญในการต่อต้านออกซิเดชันในสมุนไพรไทย. เชียงใหม่ : คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ไมตรีจิต และ ศิริวรรณ สุทธจิตต์. 2546. "แอนติออกซิแดนท์ในอาหาร: สารส่งเสริมสุขภาพและสารต้านทานโรค." ในการประชุมทางวิชาการอุตสาหกรรมเกษตรครั้งที่ 5 วันที่ 30 พฤษภาคม 2546 ณ. ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร

รวิวรรณ แหนกลาง และ ศุภชัย คุณชมภู. 2545. ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเมล็ดพืชตระกูลส้ม. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วัลยา เนาวรัตน์วัฒนา และ พัชรี บุญศิริ. 2542. โปรออกซิแดนท์ : อีกโฉมหน้าของแอนติออกซิแดนท์. วารสารวิทยาศาสตร์. 53(3) : 196-198

วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2545. บทบาทของสารประกอบโฟลีฟีนอลต่อสุขภาพ. วารสารอาหาร.32(4):245-253

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2532. สวนกล้วย. กรุงเทพฯ : บริษัท สามัคคีสาร จำกัด

AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16th ed. Virginia : The Association of Official Analytical Chemist.

Burns, J.,Gradner, P.T.,O'Neil, J.,Crawford, S.,Morecroft, I., Mcphai, D.B. 2000. Relationship among Antioxidant Activity, Vasodilation Capacity, and Phenolic Content of Red Wines. *J. Agric. Food Chem.* 48: 220-230

George, P., Irvine, D.H. 1952. The Reaction between Metmyoglobin and Hydrogen Peroxide. *Biochemistry*. 52: 511-517

Gordon, M.H. 1990. The Machanism of Antioxidant Action in Vitro. In B.J.F. Hudson (ed). Food Antioxidant. England : Elsevier science publishers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Harborne, J.B., Baxter, H., Gerard, P.M. 1999. Phenolic. 2nd ed., Phytochemical Dictionary A Hand Book of Bioactive Compound from Plants. UK :Taylor& Francis Ltd.

John, P., Marchal, J. 1995. Ripening and Biochemistry of fruit. In Gowen, S (ed). Bananas and Plantains. UK : Chspman & Hall

Kanazawa, K., Sakakibara, H. 2000. High Content of Dopamine, a Strong Antioxidant, in Cavendish Banana. *J. Agric. Food Chem.* 48: 844-848

Landrault, N., Poucheret, P., Ravel, P., Gasc, F. Cros, G. and Teissedre, P.L. 2001. Antioxidant Capacity and Phenolic Levels of French Wines from Different Varieties and Vintage. *J. Agric. Food Chem.* 49: 3341-3345

Masaki, H., Sakaki, S., Atsumi, T. and Sakurai, H. 1995. Active-oxygen Scavenging Activity of Plant Extract. *Bio Pharm Bull.* 18(1) : 162-166

Osawa, T., Sugiyama, Y., Inayoshi, M. and Kawakishi, S. 1995. Antioxidative Activity of Tetrahydrocurcuminoids. 1995. *Biosci Biotech Biochem.* 59(9) : 1609-1612

Palmer, J.K. 1971 The Biochemistry of Friuts and Their Product. Volumn 2. London : Acadamic Press

Pratt, D.E. 1992 Natural Antioxidants from Plant Material. Tn Huang, M.T., Ho, C.T. and Lee, C.Y. (eds). Phenolic Compounds in Food and Their Effect on Health : Antioxidant and Cancer Prevention. Washington, D.C. : American Chemical Society

Salunke, D.K., and Desal, B.B., 1984. Postharvest Biotechnology of Friuts. Florida : ORC Press, Inc

Simmond, N.W. 1966 Banana. 2nd ed. London : Longman

Someya, S.,Yoshiki, Y., Okubo, K. 2002. Antioxidation Compounds from Banana (*Musa Cavendish*). *J. Food Chem.* 79: 351-354

Von Loesecke, H.W. 1950. Bananas. 2nd ed. New York : Interscience Publishing Inc

Ward, R.J., Peter, T.J. 1995 Free radical in Clinical Biochemistry. In Marshall, W.T., Bangert, S.K. (eds). New York : Churchill Livingstone

Yilddirim A., Mavi A., Kara A.A. 2001. Determination of Antioxidant and Antimicrobial of *Rumex crispus* L. Extract. *J. Agric. Food Chem.* 49: 4083-4089

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในเนื้อและเปลือกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน (AOAC. 1995)

1) อุปกรณ์

1.1 Aluminium can

1.2 Hot air oven

1.3 โถดูดความชื้น (Dessicator)

1.4 Tong

1.5 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

1.6 ช้อนตักสาร

2) วิธีการทดลอง

1.1 นำ Aluminium can อบที่อุณหภูมิ 130 ± 3 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่

1.2 ชั่งตัวอย่างเนื้อและเปลือกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกันตัวอย่างละ 3 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด ใส่ใน Aluminium can

1.3 นำไปอบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 102-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่

1.4 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

1.5 ชั่งน้ำหนัก

1.6 คำนวณหาปริมาณความชื้นโดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \left(\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}\right) \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1ก ปริมาณความชื้นในเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

ระดับความสุก	ปริมาณความชื้น(%) *	
	เนื้อกล้วย	เปลือกกล้วย
1	67.17 ± 0.25	84.64 ± 0.42
2	69.46 ± 0.36	87.62 ± 0.04
3	67.34 ± 0.50	84.56 ± 0.28
4	69.02 ± 0.90	85.13 ± 0.44
5	70.53 ± 1.85	84.60 ± 0.13
6	68.62 ± 1.02	78.23 ± 0.15
7	72.39 ± 1.79	78.56 ± 0.46
8	71.19 ± 0.81	65.92 ± 0.38

หมายเหตุ * ค่าที่แสดงในตารางเป็น ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมดในสารสกัดจากเนื้อและเปลือกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน (AOAC. 1995)

1) อุปกรณ์

1.1 Aluminium can

1.2 Hot air oven

1.3 โถดูดความชื้น (Dessicator)

1.4 Tong

1.5 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

1.7 ช้อนตักสาร

2) วิธีการทดลอง

1.1 นำ Aluminium can อบที่อุณหภูมิ 130 $\pm$ 3 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่

1.2 ชั่งตัวอย่างสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกันตัวอย่างละ 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด ใส่ใน Aluminium can

1.3 นำไปอบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 102-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่

1.4 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

1.5 ชั่งน้ำหนัก

1.6 คำนวณหาปริมาณความชื้นโดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \left(\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}\right) \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 คำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมด

ร้อยละของแข็งทั้งหมด = 100- ร้อยละความชื้น

ตารางที่ 1ข ปริมาณของแข็งทั้งหมดในสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

ระดับความสุก	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) *	
	เนื้อกล้วย	เปลือกกล้วย
1	0.85± 0.00	0.79 ± 0.04
2	0.87 ± 0.06	0.90 ± 0.02
3	1.06 ± 0.04	1.28 ± 0.01
4	1.43 ± 0.05	1.22 ± 0.03
5	1.47 ± 0.02	1.52 ± 0.27
6	2.74 ± 0.04	0.95 ± 0.15
7	2.62 ± 0.10	1.84 ± 0.08
8	2.52 ± 0.03	1.25 ± 0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2ข ปริมาณของแข็งทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1 โดยใช้น้ำกลั่นและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด

ตัวทำละลายในการสกัด	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) *
น้ำกลั่น	0.43 ± 0.01
เอธานอล	0.33 ± 0.03

หมายเหตุ * ค่าที่แสดงในตารางเป็น ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

1) อุปกรณ์

1.1 เครื่องวัดสี (Minolta color meter)

2) วิธีการทดลอง

2.1 นำกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆมาวัดสีด้วยเครื่องวัดสีที่จุดต่างๆทั้งผล 10 จุด และทำการบันทึก

2.2 คำนวณการเปลี่ยนแปลงของสี เมื่อระดับความสุกเปลี่ยนแปลงไปโดยให้ค่าสีที่ระดับความสุกที่ 1 เป็นสีอ้างอิงในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณตามสมการ

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2+(\Delta a)^2+(\Delta b)^2}$$

3) ผลการทดลอง

รูปที่ 1ค การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1ค สีของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ

ระดับความสุก	สีของเปลือกกล้วยน้ำว้า			การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกกล้วยน้ำว้า (ΔE)
	L	a	b	
1	54.00 ± 3.64	-15.9 ± 71.28	29.84 ± 2.24	-
2	58.45 ± 7.36	-16.23 ± 1.15	36.72 ± 3.88	8.20
3	65.65 ± 4.91	-9.39 ± 2.33	37.81 ± 5.26	15.54
4	66.69 ± 4.70	-7.14 ± 3.53	38.41 ± 5.40	17.64
5	72.43 ± 4.39	-4.64 ± 1.45	43.62 ± 6.50	25.62
6	74.05 ± 2.76	-1.68 ± 1.16	43.60 ± 5.40	28.17
7	69.07 ± 5.88	1.49 ± 1.71	49.35 ± 7.31	30.17
8	55.88 ± 7.62	2.59 ± 1.63	31.52 ± 6.31	18.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

ตารางที่ 1ง ค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร ของสารประกอบโพลีฟีนอลมาตรฐาน

ความเข้มข้นของกรดแกลลิค (ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
20	0.173	0.169	0.178	0.1733
60	0.414	0.440	0.432	0.4287
80	0.533	0.559	0.515	0.5357
100	0.686	0.722	-	0.7040
120	0.753	0.787	0.808	0.7827
140	0.946	0.909	0.947	0.9340

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2ง ค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร ของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

ระดับความสุก	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นานเมตร					
	สารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้า			สารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้า*		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
1	0.478	0.476	0.477	0.207	0.201	0.204
2	0.323	0.323	0.323	0.163	0.153	0.158
3	0.396	0.406	0.401	0.226	0.226	0.226
4	0.368	0.369	0.369	0.201	0.207	0.204
5	0.335	0.327	0.331	0.213	0.212	0.213
6	0.400	0.406	0.403	0.131	0.135	0.133
7	0.755	0.743	0.749	0.251	0.249	0.250
8	0.679	0.672	0.676	0.183	0.178	0.181

หมายเหตุ * ค่าการดูดกลืนแสงที่730 นาโนเมตรของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าได้ทำการเจือจางด้วย น้ำกลั่น 10 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

ตารางที่ 1จ ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ 600 นาโนเมตรของสารสกัดจากเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

time(min)	Absorbance								
	control1	pulp 1	pulp 2	pulp 3	pulp 4	pulp 5	pulp 6	pulp 7	pulp 8
0.0	0.0310	0.0353	0.0103	0.0087	0.0103	0.0070	0.0117	0.0150	0.0163
0.5	0.0790	0.0110	0.0110	0.0117	0.0117	0.0083	0.0130	0.0160	0.0187
1.0	0.1227	0.0110	0.0130	0.0130	0.0130	0.0117	0.0140	0.0173	0.0200
1.5	0.1677	0.0123	0.0333	0.0143	0.0223	0.0357	0.0190	0.0173	0.0210
2.0	0.2123	0.0183	0.0663	0.0293	0.0473	0.0683	0.0357	0.0180	0.0217
2.5	0.2553	0.0323	0.0997	0.0573	0.0800	0.1030	0.0617	0.0193	0.0243
3.0	0.2983	0.0607	0.1377	0.0890	0.1167	0.1403	0.0923	0.0260	0.0363
3.5	0.3397	0.0797	0.1743	0.1260	0.1557	0.1780	0.1247	0.0387	0.0490
4.0	0.3803	0.1083	0.2147	0.1613	0.1967	0.2150	0.1583	0.0560	0.0663
4.5	0.4193	0.1393	0.2547	0.2010	0.2357	0.2517	0.1923	0.0770	0.0867
5.0	0.4577	0.1713	0.2900	0.2383	0.2753	0.2873	0.2250	0.0993	0.1097
5.5	0.4943	0.2027	0.3283	0.2770	0.3143	0.3217	0.2563	0.1250	0.1347
6.0	0.5307	0.2350	0.3637	0.3143	0.3517	0.3550	0.2987	0.1513	0.1610
6.5	0.5653	0.2667	0.4033	0.3507	0.3893	0.3873	0.3273	0.1773	0.1853
7.0	0.5977	0.2973	0.4330	0.3847	0.4243	0.4180	0.3550	0.2040	0.2123
7.5	0.6297	0.3257	0.4663	0.4190	0.4580	0.4473	0.3813	0.2297	0.2377

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

time(min)	Absorbance								
	control1	pulp 1	pulp 2	pulp 3	pulp 4	pulp 5	pulp 6	pulp 7	pulp 8
8.0	0.6613	0.3547	0.4970	0.4507	0.4907	0.4757	0.4070	0.2543	0.2620
8.5	0.6903	0.3827	0.5300	0.4820	0.5220	0.5030	0.4310	0.2777	0.2857
9.0	0.7200	0.4093	0.5563	0.5113	0.5513	0.5290	0.4533	0.3000	0.3080
9.5	0.7467	0.4350	0.5847	0.5400	0.5800	0.5537	0.4737	0.3210	0.3287
10.0	0.7737	0.4590	0.6107	0.5670	0.6063	0.5767	0.4943	0.3417	0.3477
10.5	0.7993	0.4830	0.6377	0.5930	0.6323	0.5997	0.5130	0.3597	0.3663
11.0	0.8237	0.5043	0.6613	0.6167	0.6567	0.6210	0.5303	0.3773	0.3837
11.5	0.8473	0.5267	0.6837	0.6403	0.6803	0.6420	0.5463	0.3933	0.3990
12.0	0.8703	0.5477	0.7070	0.6613	0.7010	0.6613	0.5613	0.4087	0.4137
12.5	0.8933	0.5657	0.7287	0.6833	0.7217	0.6790	0.5757	0.4103	0.4270
13.0	0.9137	0.5837	0.7483	0.7027	0.7417	0.6967	0.5867	0.4347	0.4397
13.5	0.9340	0.6010	0.7677	0.7213	0.7593	0.7133	0.6003	0.4453	0.4507
14.0	0.9533	0.6173	0.7863	0.7397	0.7767	0.7263	0.6113	0.4563	0.4610
14.5	0.9740	0.6333	0.8010	0.7553	0.7923	0.7430	0.6213	0.4657	0.4703
15.0	0.9903	0.6483	0.8140	0.7703	0.8073	0.7573	0.6307	0.4743	0.4783
15.5	1.0067	0.6613	0.8300	0.7850	0.8213	0.7690	0.6383	0.4810	0.4857
16.0	1.0230	0.6740	0.8443	0.7980	0.8347	0.7810	0.6453	0.4877	0.4917
16.5	1.0383	0.6863	0.8577	0.8097	0.8457	0.7920	0.6513	0.4930	0.4970
17.0	1.0530	0.6970	0.8707	0.8210	0.8563	0.8023	0.6567	0.4973	0.5017
17.5	1.0667	0.7077	0.8817	0.8313	0.8657	0.8120	0.6613	0.5013	0.5053
18.0	1.0800	0.7170	0.8927	0.8403	0.8747	0.8207	0.6647	0.5043	0.5083
18.5	1.0923	0.7263	0.9027	0.8497	0.8823	0.8293	0.6680	0.5067	0.5110
19.0	1.1043	0.7343	0.9120	0.8567	0.8897	0.8367	0.6703	0.5080	0.5130
19.5	1.1150	0.7413	0.9200	0.8630	0.8953	0.8433	0.6720	0.5090	0.5143
20.0	1.1253	0.7480	0.9283	0.8690	0.9013	0.8497	0.6737	0.5097	0.5153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2จ ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ 600 นาโนเมตรของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน

time(min)	Absorbance								
	control1	peel 1	peel 2	peel 3	peel 4	peel 5	peel 6	peel 7	peel 8
0.0	0.0310	0.0180	0.0193	0.0180	0.0237	0.0177	0.0187	0.0190	0.0190
0.5	0.0790	0.0200	0.0213	0.0207	0.0260	0.0203	0.0213	0.0200	0.0213
1.0	0.1227	0.0217	0.0230	0.0220	0.0277	0.0213	0.0227	0.0210	0.0230
1.5	0.1677	0.0223	0.0240	0.0230	0.0290	0.0230	0.0240	0.0217	0.0240
2.0	0.2123	0.0237	0.0247	0.0243	0.0293	0.0243	0.0257	0.0230	0.0257
2.5	0.2553	0.0243	0.0257	0.0253	0.0303	0.0257	0.0257	0.0237	0.0260
3.0	0.2983	0.0253	0.0260	0.0260	0.0310	0.0267	0.0270	0.0247	0.0270
3.5	0.3397	0.0267	0.0270	0.0273	0.0317	0.0273	0.0283	0.0257	0.0280
4.0	0.3803	0.0267	0.0273	0.0280	0.0317	0.0283	0.0290	0.0263	0.0287
4.5	0.4193	0.0273	0.0277	0.0287	0.0327	0.0283	0.0297	0.0270	0.0290
5.0	0.4577	0.0273	0.0283	0.0297	0.0327	0.0287	0.0303	0.0280	0.0293
5.5	0.4943	0.0277	0.0297	0.0300	0.0330	0.0293	0.0310	0.0287	0.0297
6.0	0.5307	0.0280	0.0310	0.0300	0.0333	0.0293	0.0340	0.0287	0.0297
6.5	0.5653	0.0280	0.0347	0.0303	0.0333	0.0297	0.0373	0.0293	0.0300
7.0	0.5977	0.0287	0.0380	0.0307	0.0337	0.0300	0.0437	0.0293	0.0303
7.5	0.6297	0.0287	0.0430	0.0307	0.0337	0.0300	0.0500	0.0297	0.0307
8.0	0.6613	0.0297	0.0490	0.0307	0.0343	0.0303	0.0563	0.0300	0.0310
8.5	0.6903	0.0300	0.0553	0.0310	0.0343	0.0307	0.0643	0.0303	0.0317
9.0	0.7200	0.0303	0.0627	0.0313	0.0350	0.0307	0.0740	0.0303	0.0330
9.5	0.7467	0.0307	0.0697	0.0317	0.0350	0.0310	0.0837	0.0307	0.0347
10.0	0.7737	0.0307	0.0773	0.0323	0.0357	0.0313	0.0970	0.0310	0.0357
10.5	0.7993	0.0313	0.0843	0.0323	0.0360	0.0313	0.1083	0.0310	0.0373
11.0	0.8237	0.0313	0.0913	0.0323	0.0367	0.0317	0.1190	0.0310	0.0397
11.5	0.8473	0.0317	0.0983	0.0323	0.0373	0.0317	0.1273	0.0310	0.0420
12.0	0.8703	0.0320	0.1050	0.0327	0.0383	0.0317	0.1343	0.0313	0.0447

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

time(min)	Absorbance								
	control1	peel 1	peel 2	peel 3	peel 4	peel 5	peel 6	peel 7	peel 8
12.5	0.8933	0.0320	0.1107	0.0327	0.0390	0.0327	0.1437	0.0313	0.0467
13.0	0.9137	0.0323	0.1167	0.0327	0.0400	0.0333	0.1540	0.0317	0.0493
13.5	0.9340	0.0330	0.1210	0.0330	0.0413	0.0343	0.1617	0.0320	0.0513
14.0	0.9533	0.0333	0.1253	0.0333	0.0423	0.0353	0.1693	0.0320	0.0533
14.5	0.9740	0.0337	0.1290	0.0333	0.0437	0.0360	0.1747	0.0320	0.0550
15.0	0.9903	0.0340	0.1317	0.0333	0.0447	0.0367	0.1763	0.0320	0.0567
15.5	1.0067	0.0343	0.1340	0.0333	0.0457	0.0377	0.1770	0.0323	0.0580
16.0	1.0230	0.0350	0.1357	0.0337	0.0463	0.0393	0.1780	0.0323	0.0590
16.5	1.0383	0.0353	0.1370	0.0337	0.0470	0.0400	0.1787	0.0323	0.0600
17.0	1.0530	0.0353	0.1380	0.0337	0.0473	0.0400	0.1793	0.0323	0.0603
17.5	1.0667	0.0357	0.1377	0.0337	0.0480	0.0407	0.1800	0.0323	0.0610
18.0	1.0800	0.0357	0.1373	0.0337	0.0483	0.0417	0.1807	0.0323	0.0613
18.5	1.0923	0.0357	0.1370	0.0337	0.0487	0.0423	0.1807	0.0323	0.0613
19.0	1.1043	0.0357	0.1360	0.0337	0.0487	0.0423	0.1807	0.0323	0.0613
19.5	1.1150	0.0357	0.1360	0.0337	0.0490	0.0423	0.1807	0.0323	0.0613
20.0	1.1253	0.0357	0.1360	0.0337	0.0490	0.0423	0.1807	0.0323	0.0613

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1โดยใช้น้ำกลั่นและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด

ตารางที่ 1ช ค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร ของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1เมื่อใช้น้ำกลั่นและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด

ตัวทำละลายในการสกัด	ค่าการดูดกลืนแสงที่730 นาโนเมตร		
	1	2	เฉลี่ย
น้ำกลั่น	0.119	0.118	0.1185
เอธานอล	0.157	0.157	0.1570

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2ช ค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร ของสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 1เมื่อใช้น้ำกลั่นและเอธานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด

time	Absorbance		time	Absorbance	
(min)	น้ำกลั่น	เอธานอล	(min)	น้ำกลั่น	เอธานอล
0.0	0.0100	0.0150	10.5	0.0253	0.0257
0.5	0.0110	0.0163	11.0	0.0263	0.0263
1.0	0.0127	0.0170	11.5	0.0270	0.0270
1.5	0.0137	0.0173	12.0	0.0277	0.0273
2.0	0.0143	0.0177	12.5	0.0287	0.0283
2.5	0.0150	0.0177	13.0	0.0293	0.0283
3.0	0.0150	0.0187	13.5	0.0297	0.0290
3.5	0.0153	0.0187	14.0	0.0297	0.0297
4.0	0.0160	0.0193	14.5	0.0307	0.0297
4.5	0.0160	0.0197	15.0	0.0307	0.0303
5.0	0.0167	0.0207	15.5	0.0307	0.0307
5.5	0.0173	0.0207	16.0	0.0317	0.0310
6.0	0.0183	0.0217	16.5	0.0317	0.0313
6.5	0.0183	0.0217	17.0	0.0327	0.0317
7.0	0.0183	0.0227	17.5	0.0327	0.0320
7.5	0.0193	0.0230	18.0	0.0333	0.0323
8.0	0.0193	0.0237	18.5	0.0333	0.0327
8.5	0.0203	0.0237	19.0	0.0343	0.0330
9.0	0.0217	0.0247	19.5	0.0343	0.0337
9.5	0.0230	0.0253	20.0	0.0343	0.0340
10.0	0.0243	0.0257			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

การเตรียมสารเคมีในการทดลองหาสมบัติการต้านปฏิกริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆกัน

การเตรียมสารเคมี

1) Phosphate buffer salime (PBS)

1.1 เตรียม stock solution 100 mM PBS

ชั่ง $Na_2HPO_4 .7H_2O$ มา 26.81 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร และชั่ง $NaH_2PO_4 .H_2O$ มา 13.80 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำสารละลายทั้งสองมาผสมกันจนได้สารละลายผสมที่มี pH 7.4 เติม NaCl 87.66 กรัม คนให้ละลาย ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นโดยใช้ขวดวัดปริมาตร เทใส่ขวดสีชา เก็บไว้ในตู้เย็น

1.2 เตรียม 100 mM PBS (working solution)

นำสารละลาย stock solution ในข้อ 1.1 มาเจือจาง 10 เท่า ด้วยน้ำกลั่น

2) สารละลาย 2.5 mM 2,2-azino-bis-(3-ethylbenzthiazolinesulfonate) (ABTS)

ชั่ง ABTS มา 0.0137 กรัม ละลายในสารละลาย 10 mM PBS 10 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย ABTS ใน PBS เข้มข้น 2.5 mM เก็บไว้ในตู้เย็น โดยเตรียมทุกครั้งที่ทำการทดลองในแต่ละวัน

3) Metmyoglobin (MetMG)

3.1 ชั่ง myoglobin มา 18.8 มิลลิกรัม ละลายในสารละลาย10 mM PBS 10 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตร

3.2 ชั่ง potassium ferricyanide $[K_3Fe(CN)_6]$ มา 12.2 มิลลิกรัม ละลายในสารละลาย 10mM PBS 200 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 นำสารในข้อ 3.1 และ 3.2 มาผสมกันในอัตราส่วน 1: 1 โดยปริมาตร เก็บไว้ในตู้เย็น โดยเตรียมทุกครั้งที่ทำการทดลองในแต่ละวัน

4) สารละลาย 10 mM hydrogenperoxide (H_2O_2)

ต้องการเตรียมสารละลาย H_2O_2 ที่มีความเข้มข้น 10 mM ต้องชั่ง H_2O_2 มา 0.34 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตร

เนื่องจากสารละลาย H_2O_2 เริ่มต้นมีความเข้มข้น 30% ดังนั้น H_2O_2 100% เท่ากับ 34 กรัม

ถ้าต้องการ 30% H_2O_2 ต้องใช้ 0.34 x 30 / 100 = 0.102 กรัม/ลิตร

จาก $D = M / V$

$V = M / D$

เมื่อ D คือ ความหนาแน่นของสารละลาย

M คือ น้ำหนักสาร

V คือ ปริมาตรของสารละลาย

ดังนั้น 0.102 / 1.12 = 0.091 มิลลิลิตร/ลิตร

เทสารละลาย 30% H_2O_2 มา 0.091 มิลลิลิตร เจือจางในน้ำกลั่น 1 ลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตร เก็บไว้ในตู้เย็น โดยเตรียมทุกครั้งที่ทำการทดลองในแต่ละวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวสุภาภรณ์ เพื่อพัฒนพงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2525 ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 638 ซ. เจริญสุข ถ. พระราม 4 คลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสายน้ำผึ้ง จ. กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2547 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้