20365

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเขียวและถั่วเหลืองในระหว่างการงอก

Changes of total polyphenol contents and antiradical properties of mung bean and soy bean during germination

T099563

โดย

นางสาวทิพเนตร ปริณามโอสถ รหัสนักศึกษา 44040127

นายกรวิทย์ พงษ์ประเสริฐ รหัสนักศึกษา 44040176

วพ.
ท 4831
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 99563
วัน เดือน ปี 16 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศาสตร์บัณฑิต

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเขียวและถั่วเหลืองในระหว่างการงอก

Changes of total polyphenol contents and antiradical properties of mung bean and soy bean during germination

จัดทำโดย

นางสาวทิพเนตร ปริณามโอสถ รหัสนักศึกษา 44040127
นายกรวิทย์ พงษ์ประเสริฐ รหัสนักศึกษา 44040176

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

17 / 3 / 2548 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวทิพเนตร ปริณามโอสถ , นายกรวิทย์ พงษ์ประเสริฐ. 2547: การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเขียวและถั่วเหลืองในระหว่างการงอก (Changes of total polyphenol contents and antiradical properties of mung bean and soy bean during germination)
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม , 51 หน้า

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเหลืองและถั่วเขียวในระหว่างการงอก โดยเพาะถั่วเขียวและถั่วเหลืองให้มีอายุการงอกตั้งแต่ 0-7 วัน จากนั้นนำตัวอย่างถั่วงอกมาสกัดด้วยเอธานอล 95% และนำสารสกัดที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดพบว่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่ออายุการงอกเพิ่มขึ้น และในส่วนของรากถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงอายุการงอก 0-7 วัน เมื่อเปรียบเทียบถั่วงอกทั้งสองชนิดที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตกับถั่วเขียวที่มีอายุการงอกวันที่ 3 และถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกวันที่ 4 พบว่าในแต่ละส่วนที่วิเคราะห์เปรียบเทียบกันนั้นมีสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดปริมาณใกล้เคียงกัน

การวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอก 0-7 วัน โดยวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างถั่วงอกส่วนต่างๆ ที่มีอายุการงอกต่างกันดังกล่าว เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตกับถั่วเขียวที่มีอายุการงอกวันที่ 3 และถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกวันที่ 4 พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันเล็กน้อย

ทิพเนตร ปริณามโอสถ 17/3/48

กรวิทย์ พงษ์ประเสริฐ .....

ลายมือนักศึกษา **ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา** **วัน/เดือน/ปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเขียวและถั่วเหลืองในระหว่างการงอกนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ทางผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษของข้าพเจ้า ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่างๆ และความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้เพื่อให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่กรุณาช่วยแนะนำ ให้คำปรึกษา และแก้ไขข้อผิดพลาดในการทดลองให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลอง และขอบคุณเพื่อนๆกลุ่มปัญหาพิเศษเดียวกัน รวมทั้งเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้คำแนะนำตลอดจนความช่วยเหลือต่างๆและกำลังใจที่มีให้กันเสมอมา

นางสาวทิพเนตร ปริณามโอสถ

นายกรวิทย์ พงษ์ประเสริฐ

28 กุมภาพันธ์ 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
ถั่วเขียว	2
ถั่วเหลือง	3
สารประกอบโพลีฟีนอลที่พบในถั่วเหลือง	8
การใช้ประโยชน์จากเมล็ดถั่วเหลืองและเมล็ดถั่วเขียว	10
การเพาะถั่วงอกผักปลอดสารพิษ	10
สารประกอบฟีนอลิค (phenolic compounds)	13
สมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิค	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง	16
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	20
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก ก	38
ภาคผนวก ข	40
ภาคผนวก ค	48
ภาคผนวก ง	49
ประวัติผู้เขียน	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณสารอาหารที่มีในถั่วเหลืองเม็ดแห้งเปรียบเทียบกับสารอาหารอื่น(ใน 100 กรัม)	5
2.2	ปริมาณกรดอะมิโนชนิดต่างๆ ในเมล็ดถั่วเหลือง แป้งถั่วเหลือง โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (protein concentrate) และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด(protein isolate) เมื่อเทียบกับปริมาณที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กำหนดเป็นมาตรฐานของอาหารที่มีคุณภาพดี	6
3.1	การเตรียมหลอดทดลองสำหรับกราฟมาตรฐานของกรดกลลิค	18
4.1	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวที่อายุการงอกต่างกัน	23
4.2	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเหลืองที่อายุการงอกต่างกัน	24
4.3	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวและรากของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต	27
4.4	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวที่มีอายุการงอกต่างกัน	30
4.5	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน	31
4.6	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตเปรียบเทียบกับถั่วงอกถั่วเขียวที่เพาะให้มีอายุการงอก 3 วันและถั่วงอกถั่วเหลืองที่เพาะให้มีอายุการงอก 4 วัน	33
1ก	ปริมาณความชื้นในส่วนหัวและส่วนรากของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกันและที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต	39
1ข	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร ของสารประกอบโพลีฟีนอลมาตรฐาน	40
2ข	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน	42
1ง	น้ำหนักของส่วนต่างๆของถั่วงอกในหนึ่งหน่วยบริโภค 50 กรัม	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของสารไอโซฟลาโวนชนิดที่พบในถั่วเหลือง	9
4.1 การเปรียบเทียบการเจริญของถั่วเขียวที่อายุการงอกตั้งแต่วันที่ 0 ถึง 7	20
4.2 การเปรียบเทียบการเจริญของถั่วเหลืองพันธุ์ลาดกระบัง 1 ที่อายุการงอกตั้งแต่วันที่ 0 ถึง 7	20
4.3 การเปรียบเทียบการเจริญของถั่วเขียวที่เพาะให้มีอายุการงอก 3 วัน กับถั่วงอกถั่วเขียวที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต	21
4.4 การเปรียบเทียบการเจริญของถั่วเหลืองที่เพาะให้มีอายุการงอก 4 วัน กับถั่วงอกถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต	21
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดแกลลิคซึ่งใช้เป็นสารมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร	22
4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยน้ำหนักเปียกในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่อายุการงอก 0 ถึง 7 วัน	25
4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยน้ำหนักแห้งในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่อายุการงอก 0 ถึง 7 วัน	25
4.8 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต	27
4.9 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยน้ำหนักเปียกในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เพาะจากการทดลอง	28
4.10 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยน้ำหนักแห้งในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เพาะจากการทดลอง	29
4.11 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอก 0 ถึง 7 วัน	32
4.12 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เพาะจากการทดลอง	33
1ง ร้อยละโดยน้ำหนักของส่วนหัวส่วนหัวและรากของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองในหนึ่งหน่วยบริโภค 50 กรัม	49
2ง ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่ได้รับต่อหนึ่งหน่วยการบริโภค (50 กรัมน้ำหนักสด)	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ถั่วเขียวและถั่วเหลืองจัดเป็นพืชตระกูลถั่วที่นิยมนำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการและสารอาหารตามที่ร่างกายต้องการอยู่ในปริมาณสูง นอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงแล้วในปัจจุบันพบว่าการบริโภคถั่วเขียวและถั่วเหลืองนั้นยังมีผลดีต่อสุขภาพและช่วยป้องกันโรค โดยมีสารพฤกษเคมีที่ช่วยป้องกัน-บำบัดโรคต่างๆ สารพฤกษเคมีที่สำคัญได้แก่ สารประกอบโพลีฟีนอลซึ่งเป็นสารประกอบที่พบได้ในพืชทั่วไปและมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระหรือต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (วิวัฒน์, 2545) ได้มีการศึกษาพบว่าในแต่ละส่วนของพืชตระกูลถั่วเหลืองรวมทั้งระยะเวลาในการเจริญจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลที่แตกต่างกัน(Romani *et al.*,2003) สำหรับถั่วเหลืองและถั่วเขียวสามารถนำมาบริโภคได้หลายรูปแบบทั้งลักษณะที่เป็นถั่วทั้งเมล็ดหรือนำมาดัดแปลงเป็นอาหารอื่นๆ นอกจากนี้อาจนำมาเพาะเพื่อให้ส่วนรากงอกออกมารับประทานกันในรูปของถั่วงอกหัวโตซึ่งใช้ถั่วเหลืองและถั่วงอกธรรมดาซึ่งใช้ถั่วเขียว ถั่วงอกทั้งสองชนิดนิยมบริโภคในกลุ่มคนเอเชีย เช่น ไทย จีน ญี่ปุ่น เกาหลี เป็นต้น ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเขียวและถั่วเหลืองในระหว่างการงอก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในถั่วเขียวและถั่วเหลืองในระหว่างการงอก
2. เพื่อศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเขียวและถั่วเหลืองในระหว่างการงอก
3. เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วงอกถั่วเหลืองที่มีวางจำหน่ายในซุปเปอร์มาเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 ถั่วเขียว

ถั่วเขียวเป็นธัญพืชที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้มากมายหลายชนิด อีกทั้งยังได้ขึ้นชื่อว่าเป็นแหล่งโปรตีนที่หาได้ง่าย เช่น การนำมาบริโภคในรูปของถั่วงอก เป็นต้น

2.1.1 ประวัติความเป็นมา

ถั่วเขียวเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ประเภทไม้ล้มลุกจัดเป็นพืชตระกูลถั่ว (Leguminosae) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna radiate(L.) Wilezek* หรือ *Phaseolus aureus Roxb* ถั่วเขียวแยกออกได้ 2 Sub species เพื่อแยกให้เห็นถึงลักษณะของความแตกต่างกัน โดยถั่วเขียวผิวมันและผิวทองอยู่ใน *V. radiate var aureous* และถั่วเขียวผิวดำอยู่ใน *V. radiate var mungo* (ทรงเชาว์, 2531)

ถั่วเขียวสามารถเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ชอบดินร่วนที่สภาพเป็นกลาง มีลำต้นสูงประมาณ 1-4 ฟุต ดอกสีม่วง ฝักสีเขียว ยาวประมาณ 2-4 นิ้ว เมื่อแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีดำหรือสีขาวนวล มีเมล็ดค่อนข้างกลม ถั่วเขียวที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ แบ่งตามลักษณะเมล็ดและสีของเปลือกเมล็ดได้ 4 ชนิด (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2541)

1) ถั่วเขียวธรรมดา หรือถั่วเขียวเมล็ดด้าน ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ คือ 400 กิโลกรัมต่อไร่ ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และน้ำเพียงพอ นิยมใช้เพาะถั่วงอก ทำวุ้นเส้น และส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ

2) ถั่วเขียวสีทอง หรือถั่วทอง เปลือกและเนื้อเมล็ดข้างในเป็นสีเหลืองเหมาะสำหรับทำขนม เพราะเมล็ดเมื่อปั่นแล้ว หากมีเปลือกร่วงอยู่บ้างก็ไม่ทำให้สีเสียงาม

3) ถั่วเขียวผิวมันเมล็ดใหญ่ มีผิวสีเหลืองปนเขียว เลื่อมเป็นมันวาว และมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์อื่นๆ ใช้สกัดเอาแป้งทำวุ้นเส้น

4) ถั่วเขียวผิวดำ เมล็ดเป็นสีดำ นิยมส่งขายประเทศญี่ปุ่นเพื่อใช้ทำถั่วงอก คนไทยโดยทั่วไปไม่ชอบรับประทาน เพราะไม่ชอบกลิ่น จึงมีราคาต่ำกว่าถั่วเขียวผิวมัน

นอกจากนี้ยังมีถั่วเขียวสายพันธุ์ดี ซึ่งได้ผ่านการปรับปรุงให้มีลักษณะต่างๆ ดีขึ้นเป็นสายพันธุ์ส่งเสริม คือ ถั่วเขียวพันธุ์อู่ทอง 1 (ถั่วเขียวผิวมันเมล็ดใหญ่) และถั่วเขียวพันธุ์อู่ทอง 2 (ถั่วเขียวผิวดำ) ทั้งสองพันธุ์สามารถปลูกได้ทุกภาคของไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ลักษณะทางโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่ว

โครงสร้างของเมล็ดพืชตระกูลถั่วมีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ เปลือกนอก ใบเลี้ยง (Cotyledon) และต้นอ่อน (Hypocotyls) ส่วนของใบเลี้ยงมีอยู่มากถึงประมาณร้อยละ 90 ของเมล็ด รองลงมาคือเปลือกนอก ซึ่งมีเส้นใยอยู่มาก Wolf (1997) ได้รายงานถึงองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียวและถั่วเหลือง ซึ่งได้แก่โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต องค์ประกอบเหล่านี้ส่วนใหญ่กระจายอยู่ในส่วนของใบเลี้ยง โดยที่โปรตีนอยู่เป็นกลุ่มเรียกว่า protein body ส่วนไขมันจะเกาะรวมกันอยู่เป็นกลุ่มๆ เช่นเดียวกันเรียกว่า spherosome กระจายตัวอยู่รอบๆ protein body ในส่วนของเม็ดสตาร์ช (starch granule) จะแทรกอยู่ระหว่าง protein body ซึ่งมีขนาดรูปร่างกันแตกต่างกันตามชนิดของถั่ว องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียวแตกต่างกันบ้างตามชนิดและแหล่งปลูก

วุฒิชัย (2526) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียว 20 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่กำลังทดลองปรับปรุงพันธุ์ เพื่อส่งเสริมให้ปลูกในประเทศไทย พบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีจะแตกต่างกันตามชนิดของสายพันธุ์ โดยมีค่าเฉลี่ยของโปรตีนร้อยละ 21.7 ไขมันร้อยละ 11.8 เถ้าร้อยละ 4.2 เส้นใยร้อยละ 2.0 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 62.5 นอกจากนี้แล้วยังได้ทำการแบ่งกลุ่มสายพันธุ์ของถั่วเขียวดังกล่าวออกเป็น 3 กลุ่ม ตามปริมาณโปรตีน กลุ่มที่มีโปรตีนสูงอยู่ในช่วงร้อยละ 23.2-24.3 กลุ่มที่มีโปรตีนปานกลางอยู่ในช่วงร้อยละ 22.0-22.9 และกลุ่มที่มีโปรตีนต่ำอยู่ในช่วงร้อยละ 19.0-21.7

2.2 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยเราอีกตัวหนึ่ง อีกทั้งเป็นธัญพืชที่มีคุณประโยชน์สูงสามารถใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ได้เป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง มีผลดีต่อสุขภาพอย่างมหาศาลช่วยป้องกันโรคบางโรคได้ จึงทำให้ถั่วเหลืองเป็นที่สนใจของคนทั่วไปในปัจจุบัน

2.2.1 ประวัติความเป็นมา

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่อยู่ใน subgenus *Glycine* มีอายุหลายปี มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศออสเตรเลีย หมู่เกาะตอนใต้ของมหาสมุทรแปซิฟิก ฟิลิปปินส์ ไต้หวันและนิวกินี ส่วนพืชใน subgenus *Soja* ประกอบด้วยสองชนิด คือ *G. soja* และ *G. max* มีถิ่นกำเนิดในจีนและพบมากในสหรัฐอเมริกา, บราซิล, อาร์เจนตินาและอินเดียเป็นต้น ถั่วเหลืองมีชื่อสามัญคือ Soya bean, Soja bean, Chinese pea, Manchurlan bean และ Soybean ซึ่งชื่อ Soybean เป็นที่ยอมรับกันมากที่สุด (กองส่งเสริมพืชพันธุ์,2531)

เนื่องจากว่าพืชในสกุล *Glycine* ส่วนใหญ่เป็นชนิดป่า ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในแง่การปลูกเชิงการค้า ส่วนชนิดที่ใช้ปลูกกันกว้างขวางในปัจจุบันคือ *Glycine max* ถั่วเหลืองเป็นพืชอายุปีเดียว ขนาดพุ่มเล็ก อาจมีการแตกกิ่งมากมายจนถึงแตกกิ่งน้อยลำต้นอาจสูงถึง 2 เมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแวดล้อมด้วย (อารีย์, 2544) อย่างไรก็ดี การปลูกถั่วเหลืองเพื่อทำเป็นอาหารสำหรับคนนั้น ประเทศจีนและญี่ปุ่นนำหน้าประเทศอื่นใดทั้งหมด

มนุษย์ได้ใช้ถั่วเหลืองเป็นอาหารมามากกว่า 3,000 ปี ก่อนคริสตศักราช ในประเทศจีนแต่ครั้งโบราณถั่วเหลืองได้รับการถือกันว่าเป็นเมล็ดพืชที่ศักดิ์สิทธิ์ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีไว้ในขณะที่มีการประกอบพิธีราชาภิเษก สำหรับพระเจ้าจักรพรรดิ ประชากรในแถบเอเชียและเอเชียตะวันออกได้บริโภคถั่วเหลืองสดๆ หรือไม่ก็แปรรูปด้วยการหมัก ตลอดจนประกอบอาหารในลักษณะของกระบวนการทางอุตสาหกรรมในขณะเดียวกัน ในสภาพของยุโรปและอเมริกาในระยะแรก ถั่วเหลืองไม่ได้รับการยอมรับให้เป็นส่วนหนึ่งของโภชนาการมากนัก เนื่องจากวัฒนธรรมการบริโภคที่ต่างกัน และด้วยสาเหตุที่ว่าน้ำมันตลอดจนเนยที่ทำจากสัตว์หาได้ง่ายกว่า สภาพการณ์บริโภคของยุโรปและสหรัฐอเมริกาที่ได้กล่าวถึงมาแล้วนี้ จะเปลี่ยนไปโดยสิ้นเชิงเมื่อสงครามโลกครั้งที่สองสิ้นสุดลง โดยที่สหรัฐอเมริกาสามารถผลิตถั่วเหลืองได้ในปริมาณมหาศาล และนำเอาถั่วเหลืองส่วนหนึ่งมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมอาหารในราวปี พ.ศ. 2495 นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ก็มีการปลูกถั่วเหลืองเป็นอย่างมาก ทำให้โลกและมนุษย์ได้ใช้ถั่วเหลืองในการแก้ปัญหาความไม่สมดุลของโภชนาตลอดมาจนกระทั่งในปัจจุบัน

2.2.2 คุณค่าทางโภชนาการ

ถั่วเหลืองเป็นถั่วที่มีเมล็ดสีเหลืองมีโปรตีนสูงมาก เป็นอาหารสำคัญของกลุ่มคนที่กินเจ นักมังสวิรัติ หรือพวกชีวจิต เป็นพืชสำคัญสำหรับผู้ห่วงใยสุขภาพ เพราะเป็นพืชที่ให้โปรตีน สามารถบริโภคแทนเนื้อสัตว์ นอกจากนี้แล้วสารอาหารในเมล็ดถั่วเหลือง ยังมีอีกมากไม่ว่าจะเป็นไขมัน คาร์โบไฮเดรต หรือเส้นใยอาหารที่มีอยู่ไม่น้อย รวมทั้งวิตามินต่างๆ และเกลือแร่ เป็นต้น ถั่วเหลือง มีสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เปรียบเทียบสารอาหารที่ได้รับในถั่วเหลืองกับอาหารชนิดอื่นๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

ถ้าคิดว่าทั้งเมล็ดเป็น 100 % ส่วนต่างๆ ของเมล็ดคือเปลือกเมล็ด 8% ไฮโปคอททิล 2% และใบเลี้ยง 90% เนื่องจากส่วนของใบเลี้ยงมีมากถึง 90% ของทั้งเมล็ด ดังนั้นองค์ประกอบที่เป็นโปรตีน ไขมัน และอื่นๆ ก็ใกล้เคียงกับองค์ประกอบของทั้งเมล็ด แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นกับพันธุ์และสภาพแวดล้อมอื่นด้วย

ถั่วเหลืองที่ยังไม่แก่ (ประมาณ 80% อายุแก่) ซึ่งมีสีเหลืองอ่อนจะมีปริมาณโปรตีน 11-16% และน้ำมัน 8-11% ของน้ำหนักสด นับว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากมีโปรตีนแล้วยังมีวิตามินเอและซีสูง มีทริปซินอินฮิบิเตอร์(trypsin inhibitor) สารประกอบไฟเตท(phytate) และน้ำตาลพวกโอลิโกแซคคาไรด์(oligosaccharide)โดยเฉพาะราฟฟีโนส(raffinose) และสแตชิโอส(stachyose) ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารอาหารที่มีในถั่วเหลืองเม็ดแห้งเปรียบเทียบกับสารอาหารอื่น (ใน 100 กรัม)

	น้ำ กรัม	แคลอรี่	ไขมัน กรัม	คาร์โบไฮเดรต กรัม	กาก กรัม	โปรตีน กรัม	แคลเซียม กรัม	ฟอสฟอรัส กรัม	เหล็ก กรัม	วิตามิน				
										เอ หน่วย	บี 1 มก.	บี 2 มก.	ไนอะซีน มก.	ซี มก.
ถั่วดำ (เมล็ด)	7.9	357	15	70.0	6.7	17.3	59	347	6.5	10	0.65	0.31	2.1	1
ถั่วเขียว	6.1	356	1.0	64.6	4.3	24.4	125	340	5.7	130	0.66	0.22	2.4	10
ถั่วเขียวต้ม	60.0	150	0.3	27.1	1.3	11.0	-	209	2.6	40	0.14	0.06	0.6	2
ถั่วลิสงปอกเปลือก	5.4	568	48.4	17.6	1.9	26.3	59	09	2.0	0	0.99	0.13	15.8	0
ถั่วลิสงสุก	36.4	376	31.5	14.5	1.8	15.5	43	181	1.3	-	0.48	0.08	10.0	0
ถั่วเหลือง**	*10.0	*403	*17.7	*33.5	*4.9	*34.1	*226	*554	*8.4	*80	*1.10	*0.31	*2.2	*-
ถั่วเหลืองสุก**	*71.0	*130	*5.7	*10.8	*1.6	*11.0	*73	*179	*2.7	*30	*0.21	*0.09	*0.6	*0
ข้าวโรงสี	10.7	368	0.5	80.8	0.4	7.4	8	108	1.2	-	0.10	0.05	2.4	-
ข้าวโรงสีต้ม	66.8	136	0.2	30.3	0.1	2.2	11	29	0.6	-	0.02	0.02	0.5	-
ข้าวสาลี	12.8	348	1.5	71.2	1.2	11.8	50	320	5.3	108	0.54	0.12	5.0	-
เนื้อวัวไม่มีมัน	70.5	149	6.1	0	-	22.2	-	245	3.4	-	0.22	0.29	6.4	-
เนื้อวัวไม่มีมันต้ม	61.5	187	5.7	0	-	31.7	-	237	2.7	-	0.16	0.24	4.9	-

ที่มา : อุทัย, 2543.

2.2.2.1 โปรตีน

ในถั่วเหลืองมีโปรตีนพวกโกลบูลิน(globulins) อยู่มากประมาณ 90% ของโปรตีนทั้งหมดในเมล็ดหรือคิดเป็นประมาณ 36% ของน้ำหนักเมล็ดแห้ง เมื่อเมล็ดถูกทำให้สุก ประมาณ 83 ถึง 90% ของโปรตีนถูกย่อยสลายเป็นประโยชน์ได้ อย่างไรก็ตาม กรดอะมิโนที่จำเป็นเช่น เมไธโอนีน(methionine) และซิสทีน(cystine) ในเมล็ดถั่วเหลืองอยู่ในระดับต่ำกว่า มาตรฐานของ FAO ตารางที่ 2.2 แต่มีไลซีน (lysine) และลิวซีน(leusine) อยู่มาก

โปรตีนที่ย่อยได้(digestible protein) หมายถึงส่วนที่ร่างกายดูดซับนำใช้ประโยชน์หลังการย่อยสลาย ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วเหลืองมีโปรตีนที่มีประโยชน์แตกต่างกัน เช่น ฟองเต้าหู้ (soybean film) มีโปรตีนที่สามารถย่อยได้ถึง 100% ขณะที่เมล็ดถั่วเหลืองต้มถูกย่อยได้ 92% และเมล็ดถั่วเหลืองอบถูกย่อยได้เพียง 78% กรดอะมิโนที่มีน้อยในถั่วเหลืองคือเมไธโอนีน ซีสทีนและทรีโอนีน แต่มีไลซีนสูง ในแง่ของการใช้เป็นอาหาร (อารีย์, 2544)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณกรดอะมิโนชนิดต่างๆ ในเมล็ดถั่วเหลือง แป้งถั่วเหลือง โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (protein concentrate) และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด(protein isolate) เมื่อเทียบกับปริมาณที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กำหนดเป็นมาตรฐานของอาหารที่มีคุณภาพดี

กรดอะมิโน	มาตรฐาน FAO	ถั่วเหลือง			
		เมล็ด	แป้ง	โปรตีนเข้มข้น	โปรตีนสกัด
Cystine	4.2	1.3	1.6	1.6	1.3
Isoleusine	4.2	4.5	4.7	4.8	4.9
Leusine	4.8	7.8	7.9	7.8	7.8
Lysine	4.2	6.4	6.3	6.3	6.4
Methionine	2.2	1.3	1.4	1.4	1.3
Phenylalanine	2.8	4.9	5.3	5.2	5.4
Theonine	2.8	3.9	3.9	4.2	3.6
Tryptophan	1.4	1.3	1.3	1.5	1.4
Tyrosine	2.8	3.1	3.8	3.9	4.3
Valine	4.2	4.8	5.1	4.9	4.7

ที่มา : อภิพรรณ, 2546.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 ไขมัน

น้ำมันในถั่วเหลืองซึ่งมีปริมาณสูงเป็นสิ่งที่ดี เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองใช้เป็นองค์ประกอบทางโภชนาการที่ให้พลังงาน ถั่วเหลืองมีไขมันประมาณ 20% ของน้ำหนักเมล็ดแห้ง ในอาหารที่มีน้ำมันถั่วเหลืองเต็ม(full-fat soybean food) โปรตีนในถั่วเหลืองจะถูกใช้ในการสร้างการเจริญเติบโตของมนุษย์และในการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ๆ ขึ้นมา แทนที่จะใช้ในการให้พลังงานหรือแคลอรี่(calories) ดังเช่นที่เป็นไปในอาหารที่มีแคลอรี่ต่ำ กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวนั้นมีปริมาณเท่ากับ 85% ของไขมันทั้งหมดในถั่วเหลือง และในปริมาณดังกล่าวนี้ประกอบด้วยกรดไขมันลิโนเลอิค(linoleic) 45 – 62% กรดไขมันลิโนเลนิค(linolenic) 43 – 56% และกรดโอเลอิก(oleic) 15 – 33% นอกจากนี้ยังประกอบด้วยเลซิทิน(lecithin) 3% อีกด้วย

2.2.2.3 คาร์โบไฮเดรต

ถั่วเหลืองมีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 33.5% แป้งถั่วเหลืองหรือที่อยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตนั้นมีเซลลูโลส(cellulose), เฮมิเซลลูโลส(hemicellulose), สแตชิโอส(stachyose) ที่ละลายได้และ ราฟฟีโนส(raffinose) สำหรับราฟฟีโรสและสแตชิโอสที่ละลายได้นั้น จัดเป็นโอลิโกแซคคาไรด์ที่ไม่สามารถย่อยหรือดูดซึมเข้าไปยังลำไส้เล็ก ในทางตรงกันข้ามทั้งราฟฟีโรสและสแตชิโอสจะเคลื่อนที่ผ่านไปสู่ลำไส้ใหญ่ และถูกหมักโดยแบคทีเรียจนทำให้เกิดก๊าซทำให้เกิดอาการท้องอืด ลักษณะอาการเช่นนี้จะไม่เป็นปัญหาสำหรับผู้ซึ่งบริโภคถั่วเหลืองเป็นประจำ การแปรรูปถั่วเหลือง การทำให้เป็นถั่วงอกหรือการหมัก(fermentation) จะทำให้การเกิดก๊าซดังกล่าวลดลงไปได้ ดังนั้นถั่วเหลืองงอก (ถั่วงอกถั่วเหลือง) ซีอิ๊ว ซุปเต้าหู้ และนมเปรี้ยวที่ผลิตจากถั่วเหลือง จึงไม่ทำให้เกิดอาการท้องอืด หรือการผายลม จากการทดสอบพบว่า การบริโภคถั่วเหลืองคั่วจะทำให้เกิดแก๊สในลำไส้ใหญ่มากกว่าถั่วเหลืองต้ม เนื่องจากน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ เช่น ราฟฟีโรสและสแตชิโอสนั้น ได้ละลายออกไปกับน้ำบางส่วน ส่วนคาร์โบไฮเดรตประเภทไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลส, เฮมิเซลลูโลส, เพคติน และแป้งอื่นๆ ส่วนใหญ่มีอยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ด(seed coat ประมาณ 8% ของเมล็ด) ในปริมาณ 20, 50 และ 30% ตามลำดับ ซึ่งถือว่ามีประโยชน์ในแง่ที่เป็นเยื่อใยอาหาร(dietary fiber) เปลือกเมล็ดแห้งมีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 86% โปรตีน 1% แร่ธาตุต่างๆ 4% และไขมัน 1%

2.2.2.4 เกลือแร่และวิตามิน

ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองนั้น มีปริมาณวิตามินบีรวม(B-complex) ค่อนข้างสูง ยกเว้นวิตามินบี 12 (ไนอะซีน) ในเมล็ดถั่วเหลืองแก่จะขาดเบต้า-แคโรทีน(β-carotene) ซึ่งเป็นโปรวิตามินเอ(provitamin A) และกรดแอสคอร์บิค (ascorbic) หรือวิตามินซี นอกจากนี้ในถั่วเหลืองมีแคลเซียม ฟอสฟอรัสและเหล็กมากเป็นพิเศษ สารประกอบที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่พบในถั่วเหลืองคือไฟติน(phytin),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสโฟลิปิด(phospholipids) และกรดนิวคลีอิค(nucleic) ซึ่งไฟตินเป็นแหล่งที่มีฟอสฟอรัสมากที่สุด มีความสำคัญต่อการละลายได้ของโปรตีนและต่อคุณค่าทางอาหารของแคลเซียมซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

2.2.2.5 สารประกอบอื่นๆ

นอกจากนี้ในถั่วเหลืองมีสารประกอบที่มักรบกวนการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในอาหารถั่วเหลืองที่รู้จักกันมากที่สุดได้แก่ ทริปซินอินฮิบิเตอร์(trypsin inhibitor) เนื่องจากปริมาณของทริปซินอินฮิบิเตอร์มีอยู่สูง ซึ่งสารชนิดนี้ทำให้อาหารถั่วเหลืองด้อยประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ในด้านเสริมการเจริญเติบโต เนื่องจากสารชนิดนี้ไปยับยั้งไม่ให้มีการย่อยโปรตีนจากถั่วเหลือง อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาของทริปซินอินฮิบิเตอร์ ก็สามารถป้องกันได้โดยการหุงต้ม (boil) หรือการสุกโดยวิธีอื่นๆ เช่น คั่ว (toast) และการให้ความร้อนโดยไมโครเวฟ

สารประกอบอีกชนิดหนึ่งที่สำคัญได้แก่ กรดไฟติก(phytic acid) เนื่องจากในธรรมชาติกรดไฟติจะสามารถจับ(bind) กับแคลเซียม เหล็ก และสังกะสี ทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นจึงทำให้การใช้ประโยชน์ของแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม สังกะสี และเหล็ก ในอาหารจากถั่วเหลืองลดน้อยลง โดยร่างกายไม่สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ กรดไฟติกไม่สามารถถูกทำลายได้แต่ในขณะเดียวกันก็พบว่ากรดไฟติกไม่ได้ยับยั้งการใช้ประโยชน์ทางชีวเคมีของแร่ธาตุเหล่านี้มากนัก โดยพบว่าในการนำแป้งถั่วเหลืองมาผสมทำแป้งขนมปัง กรดไฟติกจะทำปฏิกิริยากับน้ำโดยมียีสต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

การเพาะถั่วเหลืองให้งอก จะทำให้กรดไฟติกลดปริมาณลงไปอย่างมาก ดังนั้นการบริโภคถั่วงอกจากถั่วเหลืองจึงไม่ทำให้ได้รับอิทธิพลของกรดไฟติก ในขณะเดียวกัน ถั่วงอกถั่วเหลืองจะลดปริมาณทริปซินอินฮิบิเตอร์อีกด้วย (อภิพรรณ, 2546)

สิ่งที่ทำให้เกิดการไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองได้แก่ "กลิ่นถั่ว" กลิ่นถั่วนี้เกิดขึ้นจากการที่เอนไซม์ไลปอกซิเจเนส (lypoxygenases complex) ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันในกระบวนการออกซิเดชัน (oxidation) ซึ่งในปฏิกิริยาดังกล่าวทำให้เกิดสารประกอบหลายชนิด อย่างไรก็ตามหากเมล็ดถั่วเหลืองถูกทำให้สุกโดยความร้อนประมาณ 3 นาที หรือในการประกอบอาหารและหากมีกระบวนการปั่น (blending) เข้ามาช่วย ก็จะทำให้เอนไซม์ไลปอกซิเจเนสถูกทำลายได้และ กลิ่นถั่วดังกล่าวก็จะลดลงไปด้วย

2.3 สารประกอบโพลีฟีนอลที่พบในถั่วเหลือง (อุไรรัตน์,2544)

สารไดเซอีน(daidzein), เจนนิสตีอิน(genistein) และเจนนิสติน(genistin) เป็นสารที่อยู่ในกลุ่มไอโซฟลาโวน (isoflavones) ซึ่งจัดเป็นสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) จากธรรมชาติชนิดหนึ่ง และเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลิก (polyphenplic compounds) สารไอโซฟลาโวนกลุ่มนี้เป็นสารที่พบมากใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมชาติโดยเฉพาะในพืชถั่วเหลือง สารในกลุ่มนี้ถูกจัดเป็นสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการน้อย แต่มีคุณสมบัติเหมือนกับฮอร์โมนเพศหญิง (estrogenic properties) และกำลังเป็นที่น่าสนใจอย่างมาก เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นสารต่อต้าน หรือป้องกันมะเร็ง (anticancer activities) ได้ สำหรับสารไอโซฟลาโวนหลักที่พบในถั่วเหลือง จะปรากฏอยู่ในรูปอกลัยโคนอิสระ (aglycone) มี 2 ชนิดที่สำคัญ คือ ไดเซอีน(daidzein) และเจนนิสตีอิน(genistein) (ภาพที่ 2.1) ส่วนที่อยู่ในรูปของไกลโคไซด์ (glycoside) คือ ไดซิน(daidzin) และเจนนิสติน (genistin) นอกจากนี้ยังมีสารไอโซฟลาโวนตัวอื่นอีกที่พบอยู่ในถั่วเหลืองในปริมาณที่น้อยมาก คือ ไกลซิเตอิน(glycitein)

ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของสารไอโซฟลาโวนชนิดที่พบในถั่วเหลือง
ที่มา : Romani *et al.* (2003)

ในถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วเหลืองจะพบสาร daidzin และ genistin ในปริมาณที่มากกว่าชนิดอื่น ซึ่งเป็นรูปไกลโคไซด์หรืออยู่ในรูปที่มีหมู่น้ำตาลมาเกาะของ daidzein และ genistein ตามลำดับ จึงทำให้สารในกลุ่มนี้สามารถละลายได้ดีในน้ำหรือสารละลายมีขั้ว โดยน้ำตาลที่เข้ามาเชื่อมเป็นไกลโคไซด์ ได้แก่ กลูโคส (glucose) แรมโนส (ramnose) รวมทั้งน้ำตาลที่เป็นไดแซ็กคาไรด์ (disaccharides) ไดแรมโนส (diramnose) ไดกลูโคส (diglucose) รูติโนส (rutinose) ซึ่งเป็นกลูโคส-แรมโนส เจนติโอไบโอส (gentiobiose) และไซโลซิลกลูโคส(cylosylglucose) เป็นต้น

สารไอโซฟลาโวนเป็นสารที่สกัดได้จากพืชตระกูลถั่วเหลืองที่มีประโยชน์มากสำหรับสตรีวัยก่อนหมดประจำเดือน หรือในวัยที่หมดประจำเดือนแล้ว เพราะว่าสารไอโซฟลาโวนนี้มีสูตรโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) ที่ร่างกายสร้างขึ้นมาได้ หรืออาจเรียกว่าเป็นสารไฟโต-เอสโตรเจน (phytoestrogen) แต่สารชนิดนี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพอ่อนกว่าฮอร์โมนเอสโตรเจนประมาณ 1000 เท่า เนื่องจากสตรีในวัยก่อนหมดประจำเดือนหรือหลังหมดประจำเดือนแล้วจะมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคกระดูกผุบาง โรคมะเร็งเต้านม และโรคอื่นๆ อีกมากมาย อันเป็นผลกระทบมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับของฮอร์โมนเอสโตรเจนที่ร่างกายสร้างได้น้อยลง ในปัจจุบันจึงมีผู้ให้ความสนใจเกี่ยวกับฮอร์โมนที่ทดแทนจากธรรมชาติกันมากขึ้นในกลุ่มสตรีที่เข้าใกล้ช่วงวัยหมดประจำเดือน ด้วยสาเหตุดังกล่าวทำให้ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยรักษาอาการที่เกิดจากภาวะหมดประจำเดือนได้ โดยสารชนิดนี้จะมีส่วนช่วยเพิ่มมวลของกระดูก (bone mass) ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนาแน่นขึ้น และลดการละลายของแคลเซียมออกจากกระดูก นอกจากนี้สารกลุ่มนี้ยังสามารถช่วยลดอาการที่เกิดจากภาวะหมดประจำเดือนอื่นๆอีก เช่น อาการร้อนวูบวาบ (hot flash) เหงื่อออกมากตอนกลางคืน ไขมันในเลือดสูง อารมณ์ไม่ปกติ รวมทั้งช่วยลดอัตราการเกิดมะเร็งเต้านม มะเร็งเม็ดเลือดขาว และมะเร็งลำไส้ใหญ่

2.4 การใช้ประโยชน์จากเมล็ดถั่วเหลืองและเมล็ดถั่วเขียว

เมล็ดถั่วเหลืองมีโปรตีนอยู่สูง จึงใช้ถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนจากพืช การใช้ถั่วเหลืองเป็นอาหารนั้นมีหลายรูปแบบ อาทิ การบริโภคในรูปถั่วสด (vegetable soy) เช่น ถั่วแระ ถั่วงอก เป็นต้น เมล็ดถั่วที่แก่แล้วสามารถทำเป็นอาหารแปรรูปต่างๆ เช่น เต้าหู้ เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว น้ำนมถั่วเหลือง ขนมต่างๆ เช่น ขนมหม้อแกง ถั่วกวน คุ๊กกี้ ขนมปัง เค้กถั่วเหลือง ซุปถั่วเหลือง อาหารเด็กอ่อน หมูยอเทียมเป็นต้น เหตุที่นิยมบริโภคถั่วเหลืองในรูปที่เป็นอาหารแปรรูปมากกว่าการนำเมล็ดถั่วเหลืองมาบริโภคโดยตรง เพราะเมล็ดที่นำมาทำอาหารโดยตรงมักมีกลิ่นเหม็นเขียว ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากการที่ไขมันบางส่วนของใบเลี้ยงถูกย่อยด้วยเอนไซม์พวกไลปอสซิเดส นอกจากนั้นแล้วเมล็ดถั่วเหลืองยังสามารถนำไปสกัดน้ำมันเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ เช่น น้ำมันสำหรับปรุงอาหาร ทำเนยเทียม น้ำมันสลัดมายองเนส ครีมสลัดทำแซนวิช เป็นต้น

ส่วนถั่วเขียวนั้นมีแป้ง(starch)เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ การใช้ประโยชน์จากเมล็ดถั่วเขียวจึงเป็นการใช้ประโยชน์จากแป้งในเมล็ดถั่วเขียว มากกว่าการใช้ประโยชน์จากโปรตีน เช่น การทำวุ้นเส้น ซ่าหริ่ม เป็นต้น สมชาย(2523)ได้ทดลองและรวบรวมสูตรอาหารที่ทำจากถั่วเขียวและส่วนที่สกัดได้คือสตาร์ชและโปรตีน ไว้มากมายหลายชนิด เช่น อาหารจากถั่วเขียวโดยตรง ได้แก่ ข้าวเกรียบถั่วเขียว ถั่วเขียวฉาบน้ำตาล ถั่วกวน ขนมเทียนไส้ถั่วเขียว ห่อหมกถั่วเขียว น้ำพริกเผา ซอสถั่วเขียว เป็นต้น ส่วนสตาร์ชก็ใช้ทำวุ้นเส้น ซ่าหริ่ม ซึ่งใช้ประกอบอาหารคาวหวานชนิดต่างๆได้มากมาย เช่น แกงจืด ต้มยำ ขนมซ่าหริ่มน้ำกะทิ เป็นต้น

2.5 การเพาะถั่วงอกผักปลอดสารพิษ

รูปแบบและเทคนิคการเพาะถั่วงอกในเมืองไทยมีรูปแบบการพัฒนาแตกต่างกันไปตามความชำนาญและทักษะของผู้เพาะ พร้อมทั้งความแตกต่างกันในเรื่องของรูปแบบภาชนะที่ใช้เพาะ แต่เทคนิคการดูแลจะคล้ายคลึงกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ณรงค์,2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 วิธีการเพาะถั่วงอกในขวดน้ำมันพืช

อุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเขียวที่มีคุณภาพดี
2. ขวดน้ำมันพืชขนาด 2 ลิตร (ตัดปากขวดออก) เจาะรูระบายน้ำที่ก้นภาชนะด้วยตะปูเผาไฟ ประมาณ 5 - 6 รูให้มีขนาดเล็กกว่าเมล็ดถั่วเขียว
3. ถุงพลาสติกสีดำ ขนาด 5 x 10 นิ้ว สำหรับคลุมขวดน้ำมันพืชที่ใส่ให้ทึบแสง
4. ผ้าขนหนูขนาดเล็กชนิดหนา 2 - 3 ผืน
5. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ถังแช่เมล็ด ขันน้ำ ฝักบัว หรือสายยาง และที่วางภาชนะเพาะ
6. น้ำสะอาด เช่น น้ำประปา หรือน้ำบาดาลที่ทิ้งให้ตกตะกอนและเย็น

วิธีการเพาะ

1. ใช้เมล็ดถั่วเขียวประมาณ 70 กรัม แช่เมล็ดในน้ำธรรมดาหรือน้ำอุ่นเล็กน้อยประมาณ 1 ชั่วโมงแล้วล้างเมล็ดถั่วเขียวให้สะอาด โดยล้างเอาสิ่งเจือปนต่างๆ และเมล็ดที่พองตัวก่อนออกทิ้ง หลังจากนั้นแช่น้ำต่อไปอีก 8-10 ชั่วโมง หรือ 1 คืน
2. วันรุ่งขึ้นล้างเมล็ดที่แช่น้ำแล้วนำขึ้นมาผึ่งในตะแกรงสักครู่ เมล็ดจะพองตัวขึ้นได้ประมาณ 1 ถ้วยตวงใส่เมล็ดในขวดน้ำมันพืชปิดทับเมล็ดด้วยผ้าขนหนูรดน้ำให้ชุ่ม คลุมด้วยถุงดำที่เจาะรูรอบๆ ถุง , ถั่วงอกที่งอกได้ที่พร้อมนำมารับประทาน
3. ปิดคลุมขวดน้ำมันพืชอีกครั้งด้วยพลาสติกสีดำเพื่อไม่ให้ถั่วงอกถูกแสง นำไปวางไว้ในที่ร่มและเย็น
4. รดน้ำทุกวัน วันละ 3 - 4 ครั้ง (เช้า กลางวัน เย็น และเวลา 21.00 น.)
5. เมื่อเพาะถึงวันที่ 3 (ประมาณ 65 - 72 ชั่วโมง) นำมาล้างเอาเปลือกถั่วเขียวออกจะได้ถั่วงอกสำหรับบริโภค 1 - 2 มื้อ

2.5.2 วิธีเพาะถั่วงอกในหม้อดิน

อุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเขียวคุณภาพดี
2. หม้อดินขนาดกลาง (เส้นผ่าศูนย์กลาง ปากหม้อ 5 1 / 2 นิ้ว และก้นหม้อ 7 นิ้ว ใช้หม้อดินเพาะมีขั้นตอนเช่นเดียวกัน
3. ตาข่ายพลาสติกพีวีซีสีน้ำเงินหรือสีดำ ตัดขนาดเท่าส่วนที่กว้างที่สุดของหม้อดิน
4. ผ้าขนหนูขนาดเล็กชนิดหนา 2 - 3 ผืน
5. ไม้ไผ่เหลาขนาดยาว 7 นิ้ว จำนวน 4 - 5 อัน
6. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ถังแช่เมล็ด ขันน้ำ หรือสายยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. น้ำสะอาด เช่น น้ำประปา หรือ น้ำบาดาลที่ทิ้งให้ตกตะกอน

วิธีการเพาะ

1. ใช้เมล็ดถั่วเขียวประมาณ 100 กรัม หรือ 1 ขีด แช่ในน้ำธรรมดาหรือน้ำอุ่นเล็กน้อย ประมาณ 1 ชั่วโมงแล้วล้างเมล็ดถั่วเขียวให้สะอาด โดยล้างเอาสิ่งเจือปนต่างๆ และเมล็ดที่พองตัวก่อนออกเพราะจะเป็นเมล็ดอ่อนและเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพ หลังจากนั้นแช่น้ำต่อไปอีก 8 - 10 ชั่วโมง หรือ 1 คืน
2. วันรุ่งขึ้นล้างเมล็ดที่แช่น้ำ นำขึ้นมาผึ่งสักครู่ เมล็ดจะพองตัวขึ้นได้ประมาณ 2 ถ้วยตวง ใส่ในหม้อดินที่เตรียมไว้เกลี่ยเมล็ดให้กระจายทั่วก้นหม้อ ปิดทับด้วยตาข่ายพีวีซี และผ้าขนหนูที่ชุ่มน้ำอีก 2 - 3 ชั้น จากนั้นขัดทับบนผ้าขนหนูที่ชุ่มน้ำ อีก 2 - 3 ชั้น จากนั้นขัดทับบนผ้าขนหนูด้วยไม้ไผ่สลับไปมาจนแน่นนำไปวางในที่ร่มและเย็น
3. รดน้ำทุกวัน วันละ 3 - 4 ครั้ง (เช้า กลางวัน เย็น และเวลา 21.00 น.) โดยวิธีรดน้ำจนท่วมถึงปากหม้อแล้วแช่ทิ้งไว้ประมาณ 2 - 3 นาที เทน้ำออกจนหมดแล้วหงายหม้อดินวางไว้
4. เมื่อเพาะถึงวันที่ 3 (ประมาณ 65 - 72 ชั่วโมง) ดึงไม้ขัดและผ้าขนหนูที่ปิดทับไว้ออก จะได้ถั่วงอกสำหรับบริโภค 1 - 2 มื้อ นำมาล้างให้สะอาด ใส่ถุงพลาสติกแล้วเก็บในที่เย็น สามารถเก็บไว้ได้ 2 - 3 วัน

2.5.3 การเพาะถั่วงอกในอุตสาหกรรมขนาดย่อม

1. การเลือกเมล็ดถั่วเขียว ควรเป็นเมล็ดที่มีคุณภาพดีไม่ใหม่หรือเก่าเกินไป และเป็นเมล็ดที่ไม่ถูกฝนในระยะการเก็บเกี่ยวไม่เป็นโรค หรือแมลงทำลาย อายุเก็บรักษา ประมาณ 3 - 6 เดือน เพราะเมล็ดใหม่จะมีเมล็ดแข็ง ประมาณ 5 - 20 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดเก่าจะเป็นเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพ
2. ภาชนะเพาะถั่วงอก ที่เหมาะสมควรเป็นภาชนะที่มีผิวเรียบทรงกระบอก หรือมีปากภาชนะแคบเล็กน้อย เพื่อเป็นการจำกัดพื้นที่ในการงอก ทำให้ถั่วงอกมีลักษณะอวบอ้วนมากขึ้น และภาชนะควรมีสีดำหรือสีทึบเพื่อป้องกันแสงสว่าง ทำให้ถั่วงอกมีสีขาว ประการสำคัญภาชนะต้องสะอาดก่อนนำไปเพาะถั่วงอกทุกครั้ง
3. การเตรียมเมล็ดก่อนเพาะ ควรแช่เมล็ดก่อนเพาะ เพื่อช่วยเร่งให้ระยะแช่เมล็ดก่อนเพาะ เพื่อช่วยเร่งให้ระยะเวลาการเพาะถั่วงอกเร็วขึ้นในชั่วโมงแรกของการแช่น้ำควรเลือกเมล็ดที่พอง ตัวอย่างรวดเร็วออกก่อน เพราะเป็นเมล็ดอ่อน เมล็ดที่ถูกแมลงทำลาย เมล็ดที่เสื่อมคุณภาพ และเมล็ดแตก เมล็ดเหล่านี้จะเป็นสาเหตุทำให้ถั่วงอกเน่าได้
4. น้ำ เป็นปัจจัยสำคัญต่อการงอกของเมล็ด ควรเป็นน้ำสะอาด เช่นน้ำประปาหรือถ้าเป็นน้ำบาดาลต้องปล่อยทิ้งให้เย็นและตกตะกอนก่อนนำมาใช้รดถั่วงอก การให้น้ำควรให้อย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม่ำเสมอทุกวัน และให้ในปริมาณที่มากพอ

5. ระยะเวลาในการเพาะถั่วงอก ปกติจะใช้เวลาเพาะประมาณ 3 - 4 วัน ซึ่งระยะเวลาจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภาชนะเพาะ และวัสดุเพาะ
6. ลักษณะของถั่วงอกการเพาะถั่วงอกในสภาพอากาศหนาว ในภาชนะปากแคบหรือภาชนะดินเผาถั่วงอกจะมีลักษณะค่อนข้างอ้วนรากสั้นและการเพาะในทรายถั่วงอกจะมีสีเขียว
7. การใช้สารเคมีกับถั่วงอก สามารถใช้สารที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายคือ สารส้ม หรือน้ำมะนาวแช่ถั่วงอกเพื่อช่วยให้ถั่วงอกกรอบมีสีขาวแต่ไม่ควรใช้สารฟอกขาว เช่น โซเดียมไฮโดรซัลไฟด์ โซดาไฟฟอร์มาลีนเพราะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

2.5.4 การเพาะถั่วงอกในเข่งไม้ไผ่

ควรใช้เข่งไม้ไผ่ผิวเรียบ ละเอียด สานเป็นเข่ง ล้างถั่วเขียวให้สะอาด ปูเรียงลงไปในเข่งไม้ไผ่ความสูง 1/2 ของความสูงเข่ง และปูกระสอบป่านคลุมผิวหน้าเข่งหรือใช้ไม้ไผ่ขัด แตะที่ผิวหน้าอาจจะใช้ก้อน กรวดเรียงทับผิวหน้าบนอีกชั้นหนึ่งวางไว้ในที่ร่มและใช้น้ำ สะอาดรดทุก ๆ 2-3 ชั่วโมง นาน 3 วัน ก็สามารถเก็บมาขาย หรือบริโภคได้

ถั่วงอกเมื่อเพาะเสร็จเรียบร้อยแล้วในถังหรือภาชนะเพาะแต่ละแบบจะมีลักษณะขาวสวย แต่เมื่อนำออกจากถังเพาะและ ถูกลม หรือแสงสว่างนานเกิน 3-4 ชั่วโมง ถั่วงอกจะสามารถสังเคราะห์แสงได้อีก สีขาวของถั่วงอกจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว และเมื่อถูกแสงนานเกินไป ใบเลี้ยงจะโผล่ออกมาทำให้ไม่น่ารับประทาน

2.6 สารประกอบฟีนอลิค (phenolic compounds)

สารประกอบฟีนอลิคเป็นสารที่พบในพืช โดยทั่วไปมีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) มากกว่าหรือเท่ากับ 1 หมู่เกาะกับวงแหวนอะโรมาติก (aromatic ring) โดยที่สารประกอบฟีนอลิคที่มีหมู่ไฮดรอกซิลมากกว่า 1 หมู่ จะนิยมเรียกว่า สารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenol) ซึ่งอาจจะเป็นสารที่มีโครงสร้างง่ายๆ เช่น ยูจีนอล (eugenol) ไฮโรควิโนน (hydroquinone) เคลลิน (khellin) และไมริสทิซิน (myristicin) หรือสารที่มีโครงสร้างซับซ้อนของ โพโดฟิลโลโทวิน (podophyllotovin) โพรไซยานิดิน (procyanidin) โรทีโนน (rotenone) เตตระไฮโดรแคนนาบินอล (tetrahydrocannabinol) และกรดยูสนิค (usnic acid) โดยส่วนใหญ่สารฟีนอลลิคเป็นสารที่ละลายน้ำ โดยทั่วไปพบรวมอยู่กับน้ำตาลในรูปไกลโคไซด์ภายในเซลล์พืชในส่วนของแวคิวโอล (vacuole) สารประกอบฟีนอลลิคบางชนิดอาจมีสมบัติที่ไม่ละลายน้ำ รวมทั้งบางชนิดที่หมู่ไฮดรอกซิลถูกแทนที่ด้วยหมู่เมธอกซิล (methoxyl-group) จากเมธานอล (methanol) ซึ่งพบในไซโตรพลาสซึม (cytoplasm) หรือส่วนอื่นๆของเซลล์ เช่น ในสารเคลือบผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(waxes) เป็นต้น (Harborne, J.B. *et al.*, 1999) ในธรรมชาติพบฟีนอลลิคถึง 8,000 ชนิดและครึ่งหนึ่งเป็นฟลาโวนอยด์ (flavoniod) 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 สมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิค (วิวัฒน์, 2545)

คุณสมบัติที่รู้จักกันในปัจจุบันของสารประกอบฟีนอลิค คือ การเป็นสารออกซิเดชันและสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) ซึ่งเกิดจากอนุมูลอิสระและการใช้สารประกอบฟีนอลิคในการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือดและมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลิคจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ ด้วย การให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็วดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

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

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

เมื่อสารประกอบฟีนอลิคให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิคจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิคบางชนิดยังคงสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระอื่นได้อีกด้วยจึงทำให้สารประกอบฟีนอลิคเหล่านั้นสามารถลดจำนวนอนุมูลอิสระได้ถึง 2 เท่า ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

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

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

แต่ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิคยังขึ้นอยู่กับระบบด้วย ดังนั้นการศึกษาหรือเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวจึงจำเป็นต้องระบุรายละเอียดของระบบชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสับสเตรทที่เป็นเป้าหมายของระบบ นอกจากนี้ยังพบว่าในสภาวะที่มีสารประกอบฟีนอลิคความเข้มข้นสูง พีเอชสูง และมีเหล็กอยู่ด้วยนั้น สารประกอบฟีนอลิคอาจจะเป็นตัวเริ่มต้นของกระบวนการออกซิเดชันเสียเองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีการศึกษาพบว่าสารประกอบโพลีฟีนอลที่พบในพืชถั่วเหลืองเป็นปริมาณมากที่สุด คือ สารไอโซฟลาโวน โดยพบได้ในเกือบทุกส่วนซึ่งจะพบสารไอโซฟลาโวนมากในส่วนของใบเลี้ยงและรากส่วนสารฟลาโวนอล จะพบได้มากในส่วนของใบและยังพบได้อีกเล็กน้อยในส่วนลำต้นและฝัก และสารคูมาลินจะพบได้ใน ส่วนของรากเท่านั้นไม่พบในส่วนอื่น ในขณะที่กรดฟีนอลลิกนั้นจะพบได้ในทุกส่วนที่นำมาตรวจสอบ แต่ส่วนที่พบมากคือส่วนของใบ โดยที่ปริมาณที่พบของสารแต่ละตัวจะแตกต่างกันไปตามอายุของพืชถั่วเหลืองและพันธุ์ของพืชถั่วเหลือง (Romani *et al.*, 2003)

จากการศึกษาของ A.E. Mubarak (2004) พบว่าในระหว่างการงอกของถั่วเขียวนั้นมีผลกระทบต่อการลดปริมาณไขมัน, คาร์โบไฮเดรต, ปัจจัยที่ต้านการดูดซึมสารอาหาร และปริมาณเถ้าทั้งหมดที่มีในถั่วเขียว นอกจากนี้ยังลดความเข้มข้นของกรดอะมิโนพวกไลซีน, ทริปโตฟาน และทรีโอนิน การงอกนั้นมีผลต่อการลดปริมาณสารยับยั้งทริปซิน, แทนนิน และการทำงานของฮีแมกกลูตินินที่มีอยู่ด้วย

มีศึกษาพบว่าการงอกจะเพิ่มคุณค่าทางอาหารของถั่วโดยจะชักนำให้เกิดการก่อตัวของเอนไซม์ที่ขจัดหรือลดตัวปัจจัยที่ต้านการดูดซึมสารอาหารและปัจจัยที่ไม่สามารถย่อยได้ในถั่วเหลือง (Bau *et al.*, 1997)

El-Beltagy (1996) ได้รายงานไว้ว่าหลังจากถั่วเขียวมีอายุการงอก 3 วันการทำงานของฮีแมกกลูตินินลดลงประมาณ 84.4% ปริมาณแทนนินและกรดไฟติกของเมล็ดถั่วเขียวลดลงด้วย

ถั่วงอกใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพและมีรายงานแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มเติมข้อดีของสารอาหารพื้นฐาน โดยแสดงถึงความสำคัญของสารพฤกษเคมีที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อโรคและบำรุงสุขภาพ ในธรรมชาติเมล็ดที่รอดจากการงอกส่วนใหญ่เกิดจากกลไกการป้องกันตัวตลอดทั้งระบบชีวสังเคราะห์ของสารฟีนอลิค เมล็ดที่กำลังงอกพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยการกระตุ้นกระบวนการทางเอนไซม์ ในช่วงสุดท้ายของการเจริญเติบโต ที่สำคัญจะมีการเพิ่มปริมาณของเอนไซม์ ทั้งเอนไซม์โพรทีโอไลติก (proteolytic) และเอนไซม์อะไมโลไลติก (amylolytic) การงอกนั้นจะเป็นการนำสารชนิด anti – nutrients ออกไป เช่น เอนไซม์ที่เป็นตัวยับยั้งในเมล็ด ในถั่วงอกจะมีสารอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกายมนุษย์เพราะโปรตีนมีความเข้มข้นสูงและอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ถั่วงอกถั่วเขียวจะมีสารฟีนอลิกมอยู่ด้วย นอกจากนี้มีการทดลองให้เห็นว่าในเมล็ดถั่วเขียวแห้งจะมีสารโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในปริมาณที่น้อย เมื่อเพาะให้กลายเป็นถั่วงอกแล้วจะอุดมไปด้วยสารโพลีฟีนอลที่มีสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันและสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มมากขึ้น(Reena *et al.*, 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

1) ถั่วเขียวตราไร่ทิพย์ผลิตโดยบริษัทไร่ธัญญะจำกัด อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี
2) ถั่วเหลืองพันธุ์ลาดกระบัง 1 ได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน ดร.วิทยา บัวเจริญ อาจารย์ภาควิชาพืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3) ถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วงอกถั่วเหลือง ตราถั่วงอกผักปลอดสารพิษ ผลิตโดยกลุ่มเพื่อนเกษตรอินทรีย์ จังหวัดราชบุรี

3.2 อุปกรณ์

ชุดเครื่องแก้ววิเคราะห์ทางเคมี
สเปกโตโฟโตมิเตอร์(spectophotometer) พร้อม cell
อ่างควบคุมอุณหภูมิ(water Bath)
เครื่องบดผสมแบบเปียก(blender)
เครื่องทำสุญญากาศสำหรับกรอง
ตู้อบลมร้อน(hot air oven)
กรวยบุชเนอร์(buchner funnel)
เครื่องชั่งละเอียด
เทอร์โมมิเตอร์
นาฬิกาจับเวลา
กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
มีด, เขียง
ถ้วยอลูมิเนียม
โถดูดความชื้น(desiccator)
เครื่องผสมสาร(vortex mixer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สารเคมี

Gallic acid

Follin-Ciocalteu

Sodium carbonate

Ethanol (95%)

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเพาะเมล็ดถั่วเขียวและถั่วเหลือง

ทดลองเพาะเมล็ดถั่วเขียวและถั่วเหลืองโดยชั่งเมล็ดแห้งมาประมาณ 50 กรัม นำเมล็ดมาล้างให้สะอาดจากนั้นแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 8 ชั่วโมง นำมาห่อด้วยกระดาษทิชชูชนิดหนา 2 ชั้น ก่อนบรรจุลงในขวดพลาสติกปากกว้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ซึ่งเจาะรูระบายรอบๆ นำไปเก็บไว้ในที่มืดโดยใช้ถุงพลาสติกสีดำคลุมไว้ รดน้ำวันละครั้งเป็นเวลา 0-7 วัน

3.4.2 การเตรียมสารสกัดจากตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกันและที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต

ชั่งตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองโดยทำการวิเคราะห์แยกส่วนหัวและส่วนรากอย่าง ละ 10 กรัม เติมเอธานอล 95% 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดผสมแบบเปียกที่ความเร็วสูงเป็นเวลา 2 นาที นำสารที่ได้ใส่ในบีกเกอร์ทรงสูงขนาด 400 มิลลิลิตร ปิดด้วยกระจกนาฬิกา จากนั้นแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 80°C โดยคนสม่ำเสมอทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นกรองสารสกัดที่ได้ด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 โดยใช้กรวยบุชเนอร์ ปรับปริมาตรของสารสกัดที่ได้ให้เป็น 100 มิลลิลิตรในขวดวัดปริมาตรด้วย เอธานอล 95%

3.4.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะใช้วิธีดัดแปลงจากวิธีที่รายงานโดย Yieldirim *et al* (2001) โดยสารประกอบโพลีฟีนอลจะทำปฏิกิริยากับ Follin-Ciocalteu ได้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ใช้กรดแกลลิคเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99563

3.4.3.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิค

ละลายกรดแกลลิค 0.0200 กรัม ด้วยเอธานอล 95% แล้วปรับปริมาตรในขวดวัดปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ความเข้มข้นที่ได้เท่ากับ 0.4 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ซึ่งจะใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน

ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิคลงในหลอดสะอาดขนาด 15 มิลลิลิตร โดยให้มีปริมาณกรดแกลลิคตั้งแต่ 0 ถึง 140 ไมโครกรัม เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 10 มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การเตรียมหลอดทดลองสำหรับกราฟมาตรฐานของกรดกลลิค

	ปริมาตรของสารละลายกรดแกลลิค (ไมโครลิตร)	ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	ปริมาณกรดแกลลิค (ไมโครกรัม)
1	0	10.00	0
2	50	9.95	20
3	150	9.85	60
4	200	9.80	80
5	250	9.75	100
6	300	9.70	120
7	350	9.65	140

เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร หลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที เกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายหลอดที่ 1 เป็นหลอดเปรียบเทียบ

นำผลที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิคเป็นไมโครกรัม เพื่อได้เป็นกราฟมาตรฐาน (Standard curve)

3.4.3.2 การวิเคราะห์สารประกอบโพลีฟีนอลในตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน และที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต

ปิเปตสารสกัดที่ได้จากข้อ 3.4.2 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 9.5 มิลลิลิตร และสารละลาย Follin-Ciocalteu 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่น 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิลิตร แทนตัวอย่างสารสกัดสำหรับเตรียม blank คำนวณปริมาณโพลีฟีนอลโดยใช้กับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิต

3.4.4 การวิเคราะห์สมบัติการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน และที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต

การวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลือง จะใช้วิธีที่รายงานโดย Murakami (2004) โดยการติดตามความสามารถของสารสกัดในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระของ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่ทำให้สารละลายมีสีม่วงและสามารถดูดกลืนแสงได้ที่ 517 นาโนเมตร ดังนั้นถ้าตัวอย่างสารสกัดมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระของสารดังกล่าวได้ดีจะทำให้สารละลายสีม่วงมีสีที่จางลงมาก

ปิเปตตัวอย่างสารสกัด 0.2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองเติมเอธานอล 40% ให้มีปริมาตรรวมเป็น 5.4 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ (ชั่ง DPPH 0.0131 กรัม ละลายในเอธานอล 95% 50 มิลลิลิตร) ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ตัวอย่างควบคุม (control) จะใช้เอธานอล 95% แทนตัวอย่างสารสกัด คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ตามสมการต่อไปนี้

$$\% \text{ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH} = \left(1 - \frac{A_{sample}}{A_{control}}\right) \times 100$$

เมื่อ A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างสารสกัดที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

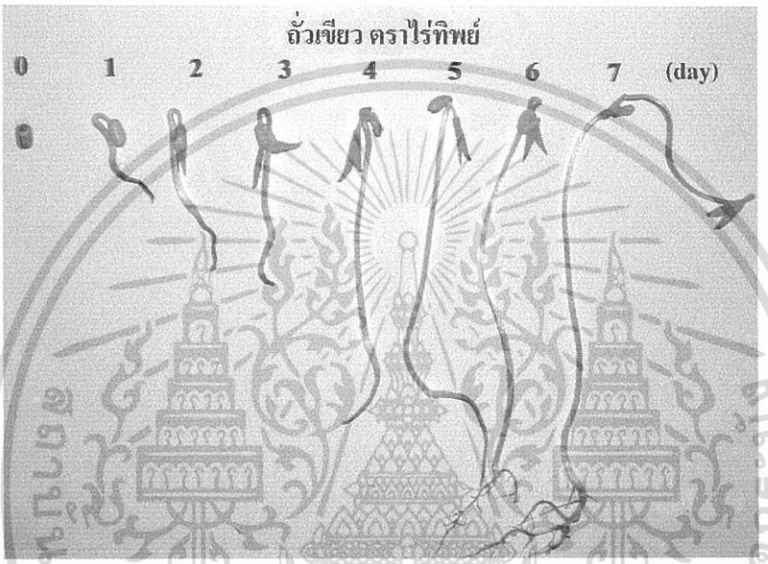
$A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างควบคุมที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

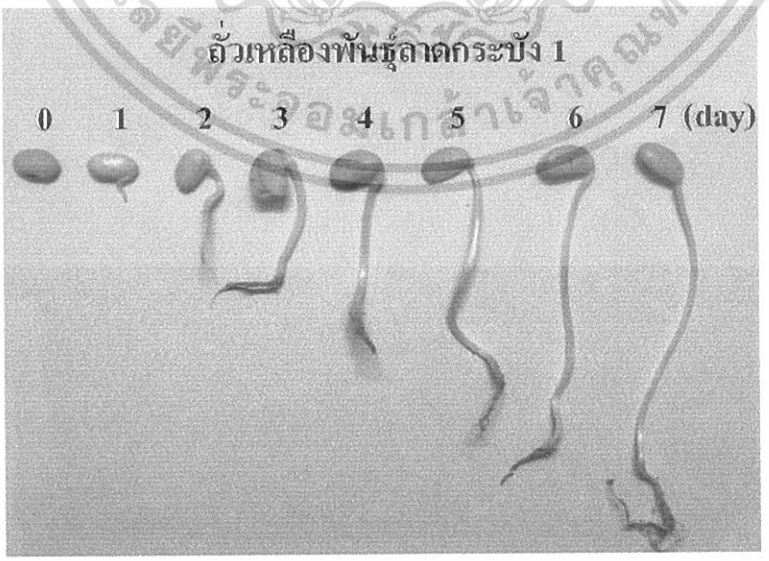
บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์

4.1 การเพาะเมล็ดถั่วเขียวและถั่วเหลือง

จากการทดลองเพาะเมล็ดถั่วเขียวจากถั่วเขียวตราไร่ทิพย์ และเมล็ดถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองพันธุ์ลาดกระบัง 1 เป็นเวลา 0 – 7 วัน ผลปรากฏดังภาพที่ 4.1 และ 4.2



ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบการเจริญของถั่วเขียวที่อายุการงอกตั้งแต่วันที่ 0 ถึง 7



ภาพที่ 4.2 การเปรียบเทียบการเจริญของถั่วเหลืองพันธุ์ลาดกระบัง 1 ที่อายุการงอกตั้งแต่วันที่ 0 ถึง 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20365

และเมื่อนำถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่เพาะได้มาเปรียบเทียบกับถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วงอกถั่วเหลืองที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ตจะพบว่าถั่วเขียวที่อายุการงอกวันที่ 3 มีขนาดที่ใกล้เคียงกับถั่วงอกถั่วเขียวที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต ส่วนถั่วเหลืองนั้นพบว่าที่อายุการงอกวันที่ 4 มีขนาดที่ใกล้เคียงกับถั่วงอกถั่วเหลืองที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต ดังแสดงภาพที่ 4.3 และ 4.4

ภาพที่ 4.3 การเปรียบเทียบการเจริญของถั่วเขียวที่เพาะให้มีอายุการงอก 3 วัน กับถั่วงอกถั่วเขียวที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต

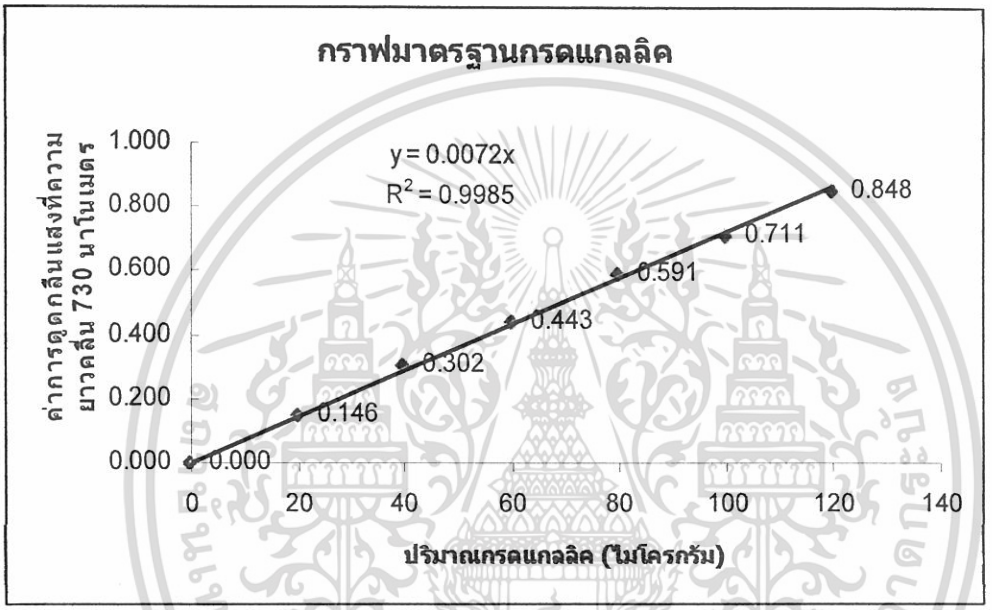
ภาพที่ 4.4 การเปรียบเทียบการเจริญของถั่วเหลืองที่เพาะให้มีอายุการงอก 4 วัน กับถั่วงอกถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน

จากการเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิค ซึ่งใช้เป็นสารประกอบโพลีฟีนอลมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองทั้งที่ได้จากการเพาะและที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต ได้กราฟมาตรฐานที่เป็นเส้นตรงดังภาพที่ 4.3 ซึ่งมีสมการเส้นตรงคือ $y = 0.0072x$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9985$



ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดแกลลิคซึ่งใช้เป็นสารมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ได้จากการเพาะ โดยทำการวิเคราะห์แยกส่วนหัวและส่วนราก และใช้เอธานอล 95% เป็นตัวทำละลายในการสกัด โดยที่สารประกอบโพลีฟีนอลสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลาย Follin-Ciocalteu ให้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินซึ่งดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร คำนวณหาสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยใช้กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิคข้างต้น ให้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1-4.2 และภาพที่ 4.6-4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวที่อายุการงอกต่างกัน

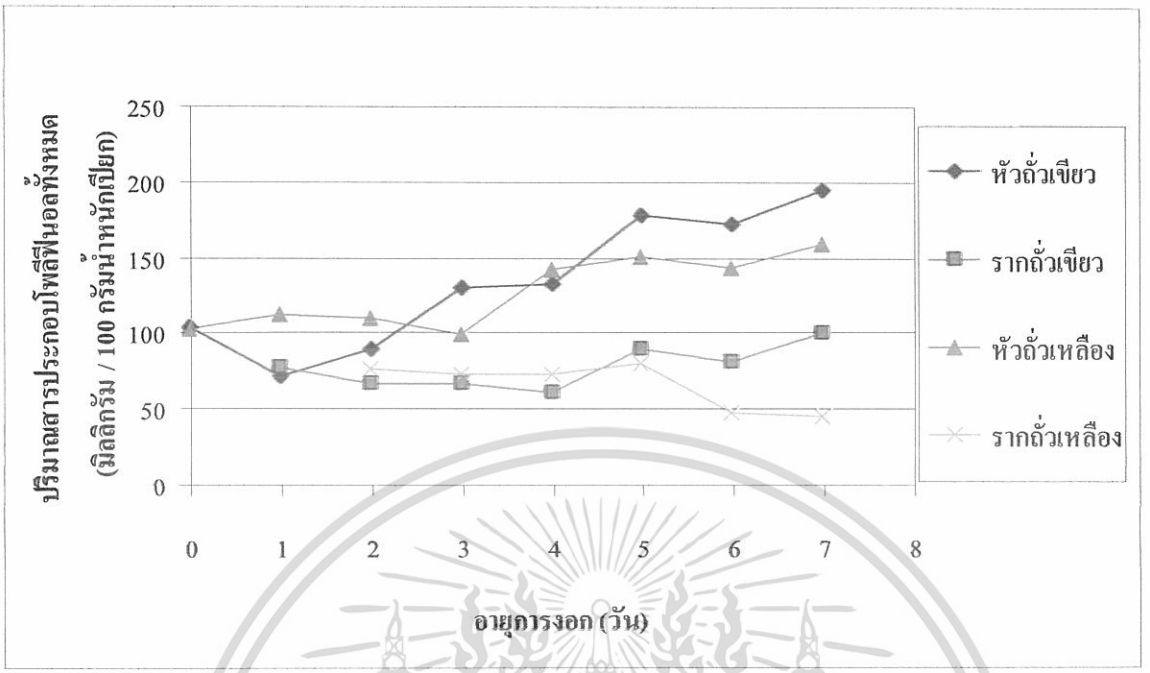
ตัวอย่าง	อายุการงอก (วัน)	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/ 100 กรัมตัวอย่างเปียก)	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง)
หัวถั่วเขียว	0	103.75 ± 3.73	207.81 ± 7.57
	1	71.39 ± 0.65	238.68 ± 2.19
	2	89.40 ± 0.33	303.36 ± 1.10
	3	130.97 ± 0.46	555.68 ± 1.94
	4	132.45 ± 1.51	801.30 ± 9.11
	5	177.78 ± 1.83	874.89 ± 9.04
	6	171.99 ± 0.98	1485.23 ± 8.47
	7	194.54 ± 0.26	1259.14 ± 4.01
รากถั่วเขียว	0	-	-
	1	77.45 ± 0.85	895.41 ± 9.82
	2	66.85 ± 0.79	727.42 ± 8.57
	3	67.55 ± 0.59	1306.51 ± 11.40
	4	60.65 ± 0.26	1135.74 ± 4.90
	5	90.00 ± 0.39	1335.34 ± 5.84
	6	81.76 ± 0.52	1197.07 ± 7.66
	7	100.79 ± 0.46	1793.39 ± 8.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

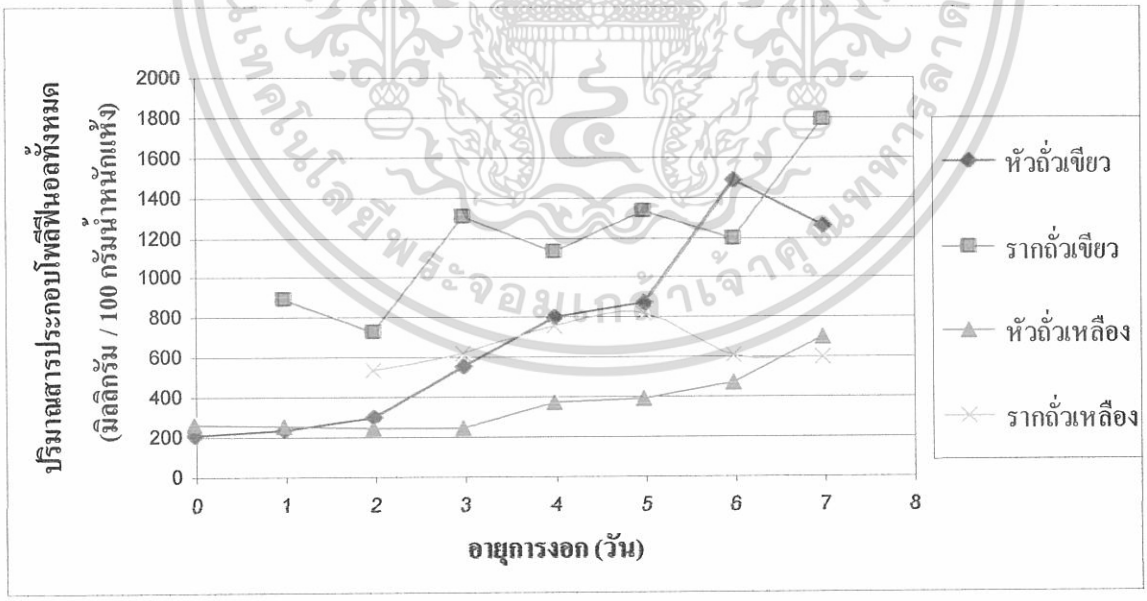
ตารางที่ 4.2 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเหลืองที่อายุการงอกต่างกัน

ตัวอย่าง	อายุการงอก (วัน)	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/ 100 กรัมตัวอย่างเปียก)	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง)
หัวถั่วเหลือง	0	102.73 ± 2.29	265.32 ± 5.92
	1	111.88 ± 3.83	251.41 ± 8.61
	2	110.14 ± 3.86	245.03 ± 8.60
	3	99.63 ± 2.49	250.57 ± 6.25
	4	142.45 ± 0.20	370.97 ± 0.52
	5	150.46 ± 2.23	391.73 ± 5.79
	6	143.52 ± 2.23	479.35 ± 7.44
	7	158.80 ± 1.18	700.47 ± 5.20
รากถั่วเหลือง	0	-	-
	1	-	-
	2	76.90 ± 0.33	534.39 ± 2.28
	3	72.59 ± 0.79	618.87 ± 6.71
	4	73.10 ± 0.20	762.27 ± 2.04
	5	80.00 ± 0.92	823.05 ± 9.46
	6	48.15 ± 0.52	611.02 ± 6.67
	7	45.69 ± 0.59	603.61 ± 7.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยน้ำหนักเปียกในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่อายุการงอก 0 ถึง 7 วัน



ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยน้ำหนักแห้งในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่อายุการงอก 0 ถึง 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1-4.2 และภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในหน่วยมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างเปียก ในถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองทั้งในส่วนหัวและรากที่อายุการงอกต่างกัน พบว่าในส่วนหัวของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการงอกเพิ่มขึ้น(ภาพที่ 4.6) สำหรับในส่วนรากถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองก็มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนของรากถั่วงอกทั้งสองชนิดเมื่ออายุการงอกต่างกันนั้น มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงอายุการงอก 0-7 วัน จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1-4.2 ยังเห็นได้ชัดเจนว่าเมื่อพิจารณาตัวอย่างเปียกในส่วนหัวถั่วงอกทั้งสองชนิดจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าในส่วนของรากถั่วงอก กล่าวคือส่วนหัวของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดประมาณ 71.39$\pm$0.65 ถึง 194.54$\pm$0.26 และ 99.63$\pm$2.49 ถึง 158.80$\pm$1.18 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างเปียก ในขณะที่ส่วนรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดอยู่ในช่วง 60.65$\pm$0.26 ถึง 100.79$\pm$0.46 และ 45.69$\pm$0.59 ถึง 80.00$\pm$0.92 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างเปียกตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาที่อายุการงอก 5 วันขึ้นไป ส่วนของหัวถั่วงอกถั่วเขียวจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าหัวถั่วงอกถั่วเหลือง ส่วนของรากถั่วงอกถั่วเขียวก็มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่ารากถั่วงอกถั่วเหลืองเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 4.6)

จากการที่ตัวอย่างถั่วงอกทั้งสองชนิดทั้งในส่วนของหัวและรากมีปริมาณความชื้นแตกต่างกัน (ตารางที่ 1ข ภาคผนวก ข) ดังนั้นการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่าง ในหน่วยของมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง จึงให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เช่นเดียวกัน ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 4.1-4.2 และภาพที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าในส่วนรากจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าในส่วนหัวทั้งในถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลือง โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการงอกเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะพบในถั่วงอกถั่วเขียวมากกว่าถั่วเหลืองทั้งในส่วนของหัวและราก

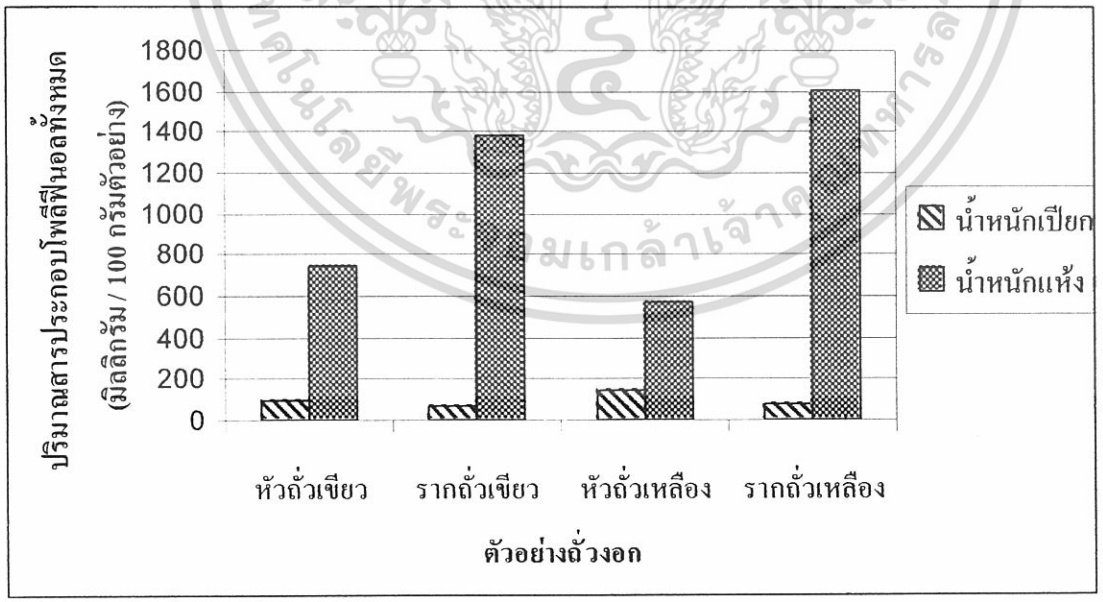
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวและรากของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดที่ได้จากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต เปรียบเทียบกับตัวอย่างถั่วงอกที่เพาะเองในการทดลองซึ่งมีอายุการงอก 3 วันสำหรับถั่วเขียว และ 4 วันสำหรับถั่วเหลือง ให้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.8

ตารางที่ 4.3 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวและรากของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต

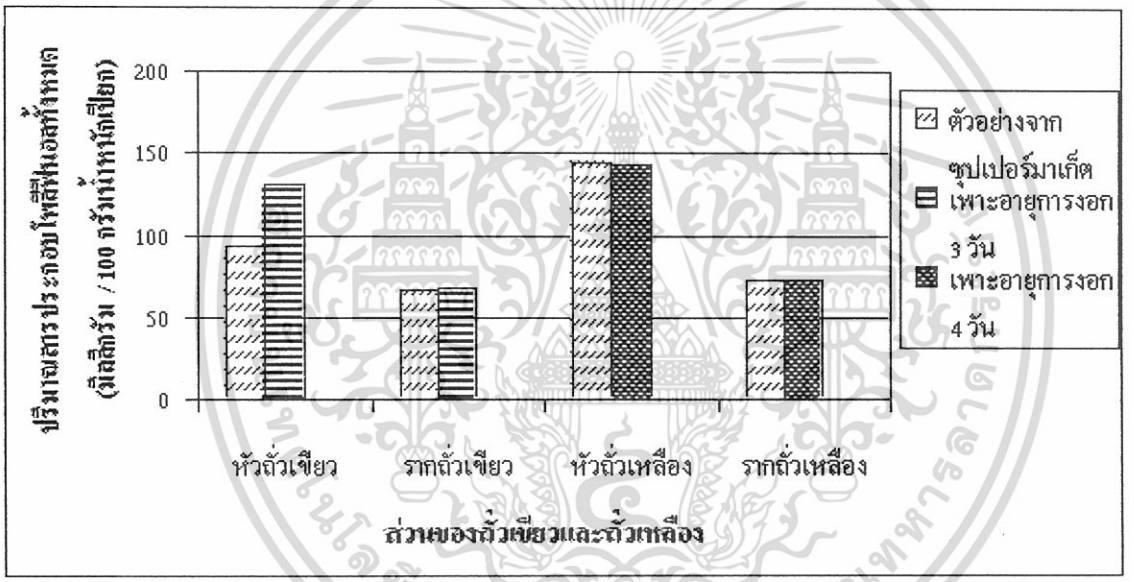
ตัวอย่างถั่วงอก	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่างเปียก)	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่างแห้ง)
หัวถั่วเขียว	93.38 $\pm$ 0.85	749.45 $\pm$ 6.83
รากถั่วเขียว	66.76 $\pm$ 0.39	1385.03 $\pm$ 8.17
หัวถั่วเหลือง	144.82 $\pm$ 1.31	573.74 $\pm$ 5.19
รากถั่วเหลือง	73.24 $\pm$ 0.39	1609.67 $\pm$ 8.60



ภาพที่ 4.8 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต

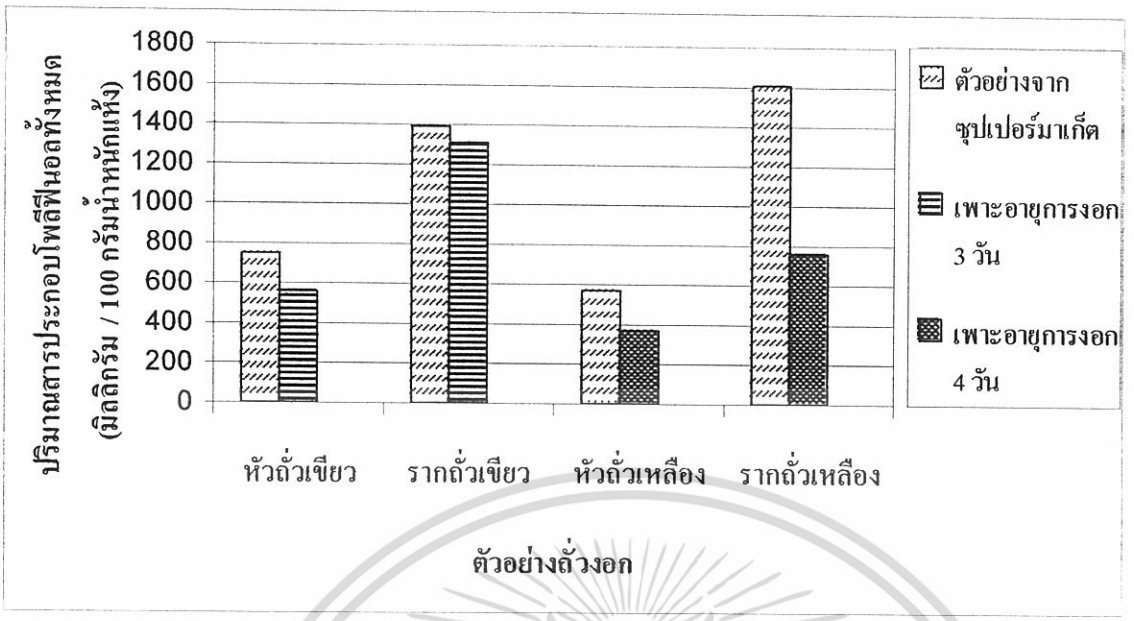
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 และกราฟภาพที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลือง มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดทั้งในส่วนของหัวและรากสอดคล้องกับผลการทดลองของตัวอย่างถั่วงอกทั้งสองชนิดที่ได้จากการเพาะให้มีอายุการงอกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยน้ำหนักเปียก ในส่วนหัวของถั่วงอกสองชนิดจะมีปริมาณสูงกว่าในส่วนของราก และในทางตรงกันข้ามเมื่อพิจารณาโดยน้ำหนักแห้งปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนของรากจะสูงกว่าส่วนหัวถั่วงอก (ภาพที่ 4.8) เมื่อนำค่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับตัวอย่างถั่วงอกที่เพาะได้จากการทดลอง โดยใช้ถั่วงอกถั่วเขียวที่มีอายุการงอก 3 วัน และถั่วงอกถั่วเหลืองที่มีอายุการงอก 4 วัน ซึ่งมีการเจริญใกล้เคียงกับตัวอย่างถั่วงอกที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต (ภาพที่ 4.3 และ 4.4) ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.9 และ 4.10



ภาพที่ 4.9 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยน้ำหนักเปียกในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เพาะจากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยน้ำหนักแห้งในส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เพาะจากการทดลอง

จากกราฟในภาพที่ 4.9 และ 4.10 จะเห็นได้ว่าสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอก 3 และ 4 วัน ตามลำดับ มีปริมาณใกล้เคียงกับตัวอย่างถั่วงอกทั้งสองชนิดที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตทั้งในกรณีที่คำนวณเป็นน้ำหนักเปียก (wet basis) และน้ำหนักแห้ง (dry basis) ยกเว้นในส่วนของรากถั่วงอกถั่วเหลือง ซึ่งเมื่อคำนวณปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวอย่างแห้งจะมีความแตกต่างกันชัดเจน โดยในส่วนรากถั่วงอกถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต จะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่ารากถั่วงอกถั่วเหลืองที่เพาะให้มีอายุการงอก 4 วัน ประมาณ 2 เท่า (ภาพที่ 4.10) ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณความชื้นที่ต่างกัน

4.4 การวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน

จากการทดลองศึกษาสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน โดยติดตามความสามารถของสารสกัดในการต้านอนุมูลอิสระของ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) ด้วยการติดตามสีม่วงของสารละลายที่ลดลงโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร เปรียบเทียบสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในรูปของเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระตามวิธีทดลองในข้อ 3.4.4 ให้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4-4.5 และภาพที่ 4.11 ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระนี้ได้จากการใช้ปริมาณจากตัวอย่างถั่วงอกเท่าๆกัน ในขั้นตอนการวิเคราะห์โดยไม่คำนึงถึงปริมาณความชื้นที่ไม่เท่ากันในแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละตัวอย่าง นั้นคือในการเตรียมสารสกัด จะชั่งตัวอย่างสดเท่ากัน (10 กรัม) บดผสมกับเอธานอล 95% 100 มิลลิลิตร ตามวิธีการทดลองในข้อ 3.4.2 เมื่อกรองสารสกัดที่ได้จะปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร เท่ากันหมดทุกตัวอย่าง จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ปริมาตรเท่ากันทุกตัวอย่างไปวิเคราะห์หาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นข้อมูลที่ได้จึงเป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดที่ได้จากตัวอย่างถั่วงอกที่มีอายุการงอกต่างกัน

ตารางที่ 4.4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวที่มีอายุการงอกต่างกัน

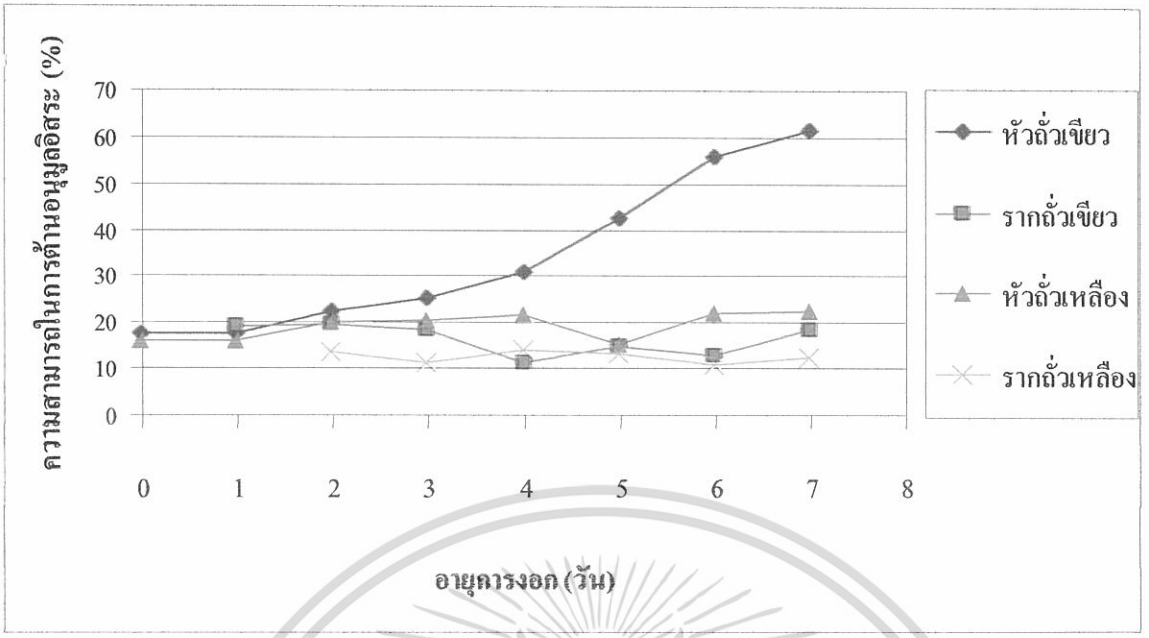
ตัวอย่างถั่วงอก	ระดับอายุการงอก	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%)
หัวถั่วเขียว	0	17.85
	1	17.88
	2	22.71
	3	25.16
	4	31.15
	5	42.82
	6	55.77
	7	61.52
รากถั่วเขียว	0	-
	1	19.13
	2	19.54
	3	18.56
	4	11.16
	5	14.74
	6	12.71
	7	18.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน

ตัวอย่างถั่วงอก	ระดับอายุการงอก	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%)
หัวถั่วเหลือง	0	15.96
	1	16.11
	2	19.94
	3	20.35
	4	21.54
	5	15.22
	6	22.24
	7	22.61
รากถั่วเหลือง	0	-
	1	-
	2	13.86
	3	11.31
	4	13.89
	5	13.27
	6	11.00
	7	12.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอก 0 ถึง 7 วัน

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.4-4.5 และกราฟในภาพที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าสารสกัดจากส่วนหัวของถั่วงอกทั้งสองชนิด มีแนวโน้มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้น เมื่ออายุการงอกเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสารสกัดจากหัวถั่วงอกถั่วเขียวจะเห็นได้ชัดเจน ในขณะที่สารสกัดจากส่วนรากของถั่วงอกทั้งสองชนิดจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการงอก 0-7 วัน ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างถั่วงอกส่วนต่างๆ ที่มีอายุการงอกต่างกันดังกล่าว เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ดังได้กล่าวมาแล้วในข้อ 4.2 นั่นคือ ตัวอย่างส่วนหัวถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกเพิ่มขึ้น จะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดเพิ่มขึ้นซึ่งความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นด้วย ในขณะที่ตัวอย่างส่วนรากของถั่วงอกทั้งสองชนิด มีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดค่อนข้างคงที่ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระก็มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงอายุการงอก 0-7 วัน

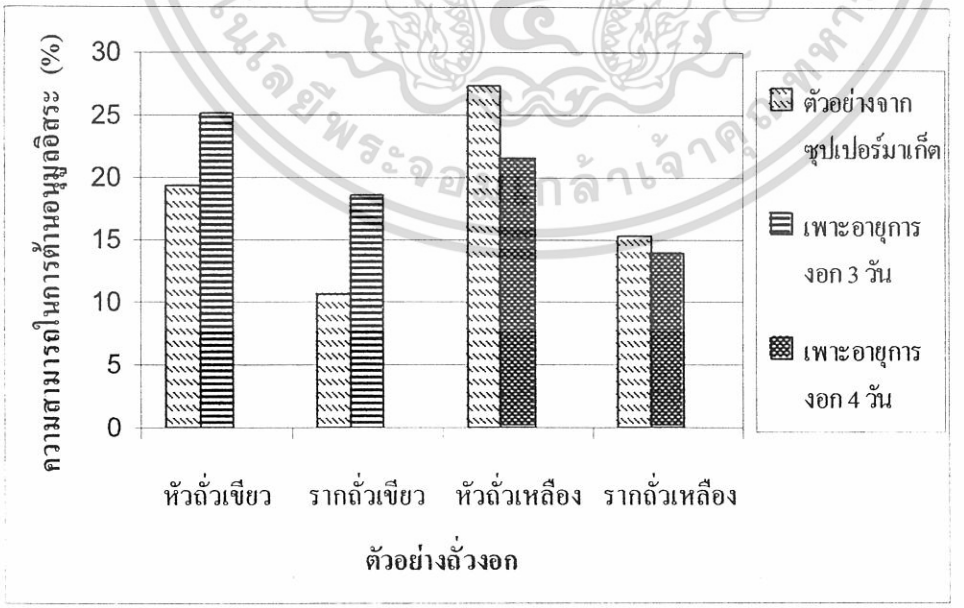
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต

จากการทดลองวิเคราะห์ความสามารถการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนหัวและรากถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต เปรียบเทียบกับตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวที่มีอายุการงอก 3 วัน และถั่วงอกถั่วเหลืองที่มีอายุการงอก 4 วัน ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.12

ตารางที่ 4.6 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตเปรียบเทียบกับถั่วงอกถั่วเขียวที่เพาะให้มีอายุการงอก 3 วันและถั่วงอกถั่วเหลืองที่เพาะให้มีอายุการงอก 4 วัน

ตัวอย่างถั่วงอกที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%)	ตัวอย่างถั่วงอกจากการทดลองเพาะ	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%)
หัวถั่วเขียว	19.36	หัวถั่วเขียววันที่ 3	25.16
รากถั่วเขียว	10.68	รากถั่วเขียววันที่ 3	18.56
หัวถั่วเหลือง	27.38	หัวถั่วเหลืองวันที่ 4	21.54
รากถั่วเหลือง	15.36	รากถั่วเหลืองวันที่ 4	13.89



ภาพที่ 4.12 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เพาะจากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างสารสกัดที่เตรียมได้จากส่วนหัวและรากของถั่วงอกที่เริ่มต้นด้วยน้ำหนักเปียกเท่ากัน จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันเล็กน้อย โดยที่ตัวอย่างสารสกัดจากหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวที่ได้จากการเพาะให้มีอายุการงอก 3 วัน มีแนวโน้มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าตัวอย่างสารสกัดจากหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างสารสกัดจากหัวและรากถั่วงอกถั่วเหลืองที่ได้จากการเพาะให้มีอายุการงอก 4 วัน มีแนวโน้มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ต่ำกว่าสารสกัดจากหัวและรากของถั่วงอกถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพาะถั่วเขียวและถั่วเหลืองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วงอกทั้งสองชนิดที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต พบว่าถั่วงอกถั่วเขียวที่มีอายุการงอก 3 วัน และถั่วงอกถั่วเหลืองที่มีอายุการงอก 4 วันมีขนาดใกล้เคียงกับที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอก 0-7 วัน พบว่า สารสกัดจากส่วนหัวของถั่วงอกมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าสารสกัดจากส่วนรากของถั่วงอกทั้งสองชนิดเมื่ออายุการงอกเพิ่มขึ้น ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในส่วนหัวของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น และในส่วนของรากถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงอายุการงอก 0-7 วัน

เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเขียวที่มีอายุการงอกวันที่ 3 และถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกวันที่ 4 พบว่าในแต่ละส่วนที่วิเคราะห์เปรียบเทียบกันนั้นมีสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดปริมาณใกล้เคียงกับตัวอย่างถั่วงอกทั้งสองชนิดที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตทั้งในกรณีที่คำนวณเป็นน้ำหนักเปียก และน้ำหนักแห้ง

จากการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอก 0-7 วันโดยตรวจวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าสารสกัดจากส่วนหัวของถั่วงอกทั้งสองชนิดมีแนวโน้มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้น เมื่ออายุการงอกเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสารสกัดจากหัวถั่วงอกถั่วเขียวจะเห็นได้ชัดเจน ในขณะที่สารสกัดจากส่วนรากของถั่วงอกทั้งสองชนิดจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการงอก 0-7 วัน ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างถั่วงอกส่วนต่างๆ ที่มีอายุการงอกต่างกันดังกล่าวเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

เมื่อเปรียบเทียบสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากส่วนหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ตกับถั่วเขียวที่มีอายุการงอกวันที่ 3 และถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกวันที่ 4 พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันเล็กน้อย โดยที่ตัวอย่างสารสกัดจากหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวที่ได้จากการเพาะให้มีอายุการงอก 3 วัน มีแนวโน้มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าตัวอย่างสารสกัดจากหัวและรากของถั่วงอกถั่วเขียวที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างสารสกัดจากหัวและรากถั่วงอกถั่วเหลืองที่ได้จากการเพาะให้มีอายุการงอก 4 วัน มีแนวโน้มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ต่ำกว่าสารสกัดจากหัวและรากของถั่วงอกถั่วเหลืองที่ซื้อจากซุปเปอร์มาเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมพืชพันธุ์. 2531. ถั่วเหลือง เอกสารวิชาการ. กรุงเทพมหานคร: 14 น.

ทรงเชาว์ อินสมพันธ์. 2531. ถั่วเขียว. พืชไร่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย 1. กรุงเทพฯ; 261น.

ณรงค์ สมพงษ์ และคณะ. 2544. ถั่วงอกผักเศรษฐกิจที่น่าสนใจ. KU Electronic Magazine ฉบับที่ 6 ปีที่ 2 เดือนมิถุนายน.

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

วุฒิชัย นาครักษา. 2526. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของพันธุ์ถั่วเขียวที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 2541. ถั่วเขียว. เอกสารคำแนะนำพันธุ์ถั่วเขียว

สมชาย จอมดวง. 2523. การใช้ประโยชน์จากถั่วเขียว. เอกสารประกอบการอบรมวิชาชีพประชาชน สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ. หน้า 10-12.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2546. ถั่วเหลืองพืชทองของไทย. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 264 น.

อารีย์ วรัญญวัฒก์. 2544. ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ละหุ่ง. โรงพิมพ์โชติวงศ์. กรุงเทพมหานคร; 177 น.

อุทัย ไชยานนท์. 2543. ถั่วเหลือง. สำนักพิมพ์น้ำฝน. กรุงเทพมหานคร; หน้า 5- 46 น.

อุไรรัตน์ ก่อสุขวิวัฒน์. 2544. การวิเคราะห์ปริมาณสาร daidzin , daidzein , genistin และ genistein ในถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วเหลือง. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ . ภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 102 แผ่น

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

Bau, H.M., Villanme, C., Nicolos, J.P., & Mejean, L. 1997. Effect of germination on chemical composition, biochemical constitutes and antinutritional factors of soy bean (*Glycine max)* seeds. J. Sci. Food Agri. 73: 1-9.

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.

El-Beltagy, A. 1996. Effect of home traditional methods on quality aspected of some legumer. MS Thesis, Faculty of Agriculture, Menofiya University, Shibin El-Kom,Egypt.

Harborne, J.B., Vaxter, H., Gerard, P.M. 1999. Phenolic. *In* Phytochemical Dictionary A Hand Book of Bioactive Compound from Plants. UK: Taylor & Francis Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mubarak, A.E. 2004. Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*Phaseolus aureus*) as affected by some home traditional processes. J. Food Chem. 89: 489-495.

Murakami, M., Yamaguchi, T., Takamura, H., Matoba, T. 2004. Effect of thermal treatment on radical-scavenging activity of single and mixed polyphenolic compounds. J. Food Sci. 69: FCT 7 – FCT 10.

Reena Randhir, Yuan-Tong Lin, Kalidas Shetty. 2003. Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mung bean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. Process Biochem. 39: 637-646.

Romani , A., Vignolini , P., Galardi , C., Aroldi , C., Vazzana , C., Heimler , D. 2003. Polyphenolic content in different plant parts of soy cultivars grown under natural conditions. J. Agric. Food Chem. 51: 5301-5306.

Wolf, W.J. 1977. Legumes: Seed composition and Structure, Processing into Protein Products and Protein Properties. *In* Food Protein. Whitaker J.K. and Tannenbaun S.R. (eds.). Wesport: AVI Publishing Company, Inc.

Yieldirim, A., Mari, A., Kara, A. A. 2001. Determination of antioxidant and antimicrobial activity of *Rumex crispus* L. extracts". J. Agric. Food Chem. 49: 4083-4089.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในส่วนหัวและส่วนรากของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน และที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในตัวอย่างจะใช้วิธีของ AOAC (1995) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. อุปกรณ์

1.1 ถ้วยอลูมิเนียม

1.2 ตู้อบลมร้อน(hot air oven)

1.3 โถดูดความชื้น(desiccator)

1.4 ที่จับ

1.5 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

1.6 ช้อนตักสาร

2. วิธีการวิเคราะห์

2.1 นำถ้วยอลูมิเนียมอบที่อุณหภูมิ 130 $\pm$ 3 องศาเซลเซียส นำมาชั่งจนน้ำหนักคงที่

2.2 ชั่งตัวอย่างส่วนหัวและส่วนรากของเมล็ดถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีระดับอายุการงอกต่างกัน และที่ซื้อมาจากตลาดที่ผ่านการทำใช้ชิ้นเล็กลง ตัวอย่างละ 2 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด ตักใส่ถ้วยอลูมิเนียม

2.3 นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 102 -105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 – 18 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่

2.4 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.5 ชั่งน้ำหนัก

2.6 คำนวณหาปริมาณความชื้นโดยใช้สูตร

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1ก ปริมาณความชื้นในส่วนหัวและส่วนรากของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกันและที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต

อายุการงอก	ร้อยละความชื้นทั้งหมดในตัวอย่างถั่วงอก *			
	ถั่วเขียว		ถั่วเหลือง	
	ส่วนหัว	ส่วนราก	ส่วนหัว	ส่วนราก
0	50.09 ± 0.42	00.00 ± 0.00	61.28 ± 0.08	00.00 ± 0.00
1	70.09 ± 0.03	91.35 ± 1.11	55.51 ± 0.74	00.00 ± 0.00
2	70.53 ± 3.07	90.81 ± 0.45	55.05 ± 0.00	84.52 ± 1.55
3	76.43 ± 0.76	94.84 ± 0.02	60.25 ± 0.26	88.27 ± 0.25
4	83.47 ± 0.54	94.66 ± 0.35	61.61 ± 0.35	90.42 ± 0.39
5	79.68 ± 0.83	93.27 ± 0.40	61.59 ± 0.54	90.29 ± 0.26
6	88.43 ± 1.63	93.17 ± 0.04	70.61 ± 1.99	92.12 ± 0.05
7	84.57 ± 0.83	94.38 ± 0.12	77.33 ± 0.98	92.43 ± 0.15
ตัวอย่างจากซุปเปอร์มาเก็ต	87.54 ± 0.19	95.19 ± 0.16	73.76 ± 0.27	95.45 ± 0.22

หมายเหตุ * ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน และที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต

ตารางที่ 1ข ค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร ของสารประกอบโพลีฟีนอลมาตรฐาน

ความเข้มข้นของกรดแกลลิค (ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.154	0.140	0.145	0.146
40	0.312	0.279	0.314	0.302
60	0.428	0.479	0.422	0.443
80	0.586	0.577	0.610	0.591
100	0.683	0.714	0.737	0.711
120	0.832	0.867	0.845	0.848

การคำนวณ

สูตรการคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

สมการจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิค

$$Y = 0.0072X+C \quad ; R^2 = 0.9985$$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

X = ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (ไมโครกรัม / 0.5 มิลลิลิตรสารสกัด)

C = จุดตัดแกน Y เท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

สารสกัดจากตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวส่วนหัวที่วันที่ 0

ครั้งที่ 1 ปริมาณสารสกัดจากตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวส่วนหัว 0.5 มิลลิลิตร

ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร เท่ากับ 0.360

แทนค่าสูตร 0.360 = 0.0072X

X = 50 ไมโครกรัม / 0.5 มิลลิลิตรของสารสกัดตัวอย่าง

สารสกัดตัวอย่างมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด = 50 ไมโครกรัม / 0.5 มิลลิลิตรของสารสกัดตัวอย่าง

สารสกัดตัวอย่างมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด = 10000 ไมโครกรัม / 100 มิลลิลิตรของสารสกัดตัวอย่าง

สารสกัดจากตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวส่วนหัว 100 มิลลิลิตร เท่ากับ ปริมาณตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวส่วนหัว 10.02 กรัม

ดังนั้น

สารสกัดตัวอย่างมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด = 10000 ไมโครกรัม / 10.02 กรัมของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวส่วนหัวน้ำหนักเปียก

สารสกัดตัวอย่างมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด = 99800.39 ไมโครกรัม / 100 กรัมของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวส่วนหัวน้ำหนักเปียก

ดังนั้น

สารสกัดตัวอย่างมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด = 99.80 มิลลิกรัม / 100 กรัมของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวส่วนหัวน้ำหนักเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2ข ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน

ตัวอย่างถั่วงอก	อายุการงอก	ค่าที่ได้	Sample 1				Sample 2			
			ครั้งที่1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
หัวถั่วเขียว	0	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.360	0.365	0.367	0.364	0.379	0.381	0.389	0.383
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	99.80	101.39	101.94	101.04	105.28	105.83	108.06	106.389
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	199.96	203.15	204.25	202.45	210.94	212.04	216.51	213.16
	1	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.255	0.254	0.257	0.255	0.264	0.258	0.254	0.259
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	70.83	70.56	71.39	70.926	73.33	71.67	70.56	71.852
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	236.81	235.91	238.68	237.13	245.17	239.62	235.91	240.23
	2	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.326	0.316	0.321	0.321	0.322	0.321	0.325	0.323
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	90.56	87.78	89.17	89.167	89.44	89.17	90.28	89.630
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	307.30	297.86	302.58	302.58	303.50	302.58	306.35	304.14
	3	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.470	0.472	0.469	0.470	0.460	0.477	0.481	0.473
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	130.56	131.11	130.28	130.648	127.78	132.50	133.61	131.296
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	553.92	556.26	552.74	554.31	542.13	562.16	566.86	557.05
	4	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.483	0.481	0.478	0.481	0.477	0.472	0.470	0.473
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	134.17	133.61	132.78	133.519	132.50	131.11	130.56	131.389
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	811.68	808.29	803.27	807.74	801.57	793.16	789.84	794.86

ตัวอย่างถั่วงอก	อายุการงอก	ค่าที่ได้	Sample 1				Sample 2			
			ครั้งที่1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
หัวถั่วเขียว	5	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.634	0.639	0.633	0.635	0.644	0.641	0.649	0.645
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	176.11	177.5	175.83	176.48	178.89	178.06	180.28	179.07
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	866.68	873.52	865.31	868.50	880.36	874.90	887.20	880.82
	6	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.614	0.617	0.619	0.617	0.620	0.621	0.624	0.622
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	170.56	171.39	171.94	171.30	172.22	172.50	173.33	172.685
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	1472.88	1480.05	1484.80	1479.25	1487.22	1489.64	1496.80	1491.22
	7	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.695	0.705	0.703	0.701	0.697	0.706	0.696	0.700
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	193.06	195.83	195.28	194.722	193.61	196.11	193.33	194.352
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	1251.20	1269.15	1265.59	1261.98	1251.52	1267.68	1249.71	1256.30
รากถั่วเขียว	0	Absorbance ที่ λ 730 nm	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.279	0.282	0.282	0.281	0.272	0.270	0.267	0.270
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	77.50	78.33	78.33	78.056	76.39	77.22	76.94	76.85
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	895.95	905.55	905.55	902.35	883.12	892.74	889.53	888.46
	2	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.244	0.242	0.242	0.243	0.238	0.241	0.237	0.239
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	67.78	67.22	67.22	67.407	66.11	66.94	65.83	66.29
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	737.54	731.45	731.45	733.48	719.37	728.40	716.32	721.36
	3	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.241	0.24	0.244	0.242	0.246	0.244	0.244	0.245
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	66.94	66.67	67.78	67.13	68.33	67.78	67.78	67.96
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	1241.20	1278.72	1284.14	1268.02	1321.66	1311.03	1359.38	1330.69

ตัวอย่างถั่วงอก	อายุการงอก	ค่าที่ได้	Sample 1				Sample 2			
			ครั้งที่1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
รากถั่วเขียว	4	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.218	0.220	0.219	0.219	0.215	0.221	0.217	0.218
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	60.56	61.11	60.83	60.833	59.72	61.39	60.28	60.463
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	1134.08	1144.38	1139.14	1139.20	1118.35	1149.63	1128.84	1132.27
	5	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.320	0.329	0.320	0.323	0.325	0.321	0.329	0.325
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	88.89	91.39	88.89	89.722	90.28	89.17	91.39	90.278
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	1318.84	1355.93	1318.84	1331.21	1339.47	1323.00	1355.93	1339.47
	6	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.292	0.294	0.293	0.293	0.298	0.292	0.297	0.296
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	81.11	81.67	81.39	81.39	82.78	81.11	82.50	82.13
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	1187.55	1220.06	1191.65	1199.76	1212.01	1228.26	1248.61	1229.62
	7	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.364	0.360	0.361	0.362	0.362	0.366	0.364	0.364
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	101.11	100.00	100.28	100.46	100.56	101.67	101.11	101.11
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	1799.11	1779.36	1784.34	1787.60	1789.32	1809.07	1799.11	1799.17
หัวถั่วเหลือง	0	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.377	0.372	0.378	0.376	0.367	0.365	0.360	0.364
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	104.72	103.33	105.00	104.352	101.94	101.39	100.00	101.11
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	270.45	266.86	271.18	269.50	263.27	261.85	258.26	261.13
	1	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.395	0.395	0.389	0.393	0.410	0.409	0.415	0.413
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	109.72	109.72	108.06	109.17	113.89	113.16	115.28	114.59
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	246.56	246.56	242.83	245.32	255.93	254.29	259.06	257.49

ตัวอย่างถั่วงอก	อายุการงอก	ค่าที่ได้	Sample 1				Sample 2			
			ครั้งที่1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
หัวถั่วเหลือง	2	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.410	0.398	0.411	0.406	0.389	0.386	0.385	0.387
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	113.89	110.56	114.17	112.87	108.06	107.22	106.94	107.41
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	253.37	245.96	253.99	251.11	240.40	238.53	237.91	238.95
	3	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.357	0.349	0.351	0.352	0.368	0.360	0.367	0.365
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	99.17	96.94	97.50	97.87	102.22	100.00	101.94	101.39
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	249.42	243.81	245.22	246.15	257.09	251.51	256.39	255.00
	4	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.511	0.514	0.515	0.513	0.508	0.512	0.517	0.512
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	141.94	142.78	143.06	142.59	141.11	142.22	143.61	142.31
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	369.64	371.82	372.55	371.34	367.47	370.36	373.98	370.61
	5	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.532	0.537	0.539	0.536	0.544	0.547	0.551	0.547
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	147.78	149.17	149.72	148.89	151.11	151.94	153.06	152.04
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	384.74	388.36	389.79	387.63	393.41	395.57	398.49	395.83
	6	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.518	0.524	0.525	0.522	0.514	0.511	0.508	0.511
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	143.89	145.56	145.83	145.09	142.78	141.94	141.11	141.94
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	480.59	486.17	487.07	484.61	476.89	474.08	471.31	474.09
	7	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.567	0.569	0.570	0.569	0.577	0.572	0.575	0.575
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	157.50	158.06	158.33	157.96	160.28	158.89	159.72	159.63
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	694.75	697.22	698.41	696.79	707.01	700.88	704.54	704.15

ตัวอย่างถั่วงอก	อายุการงอก	ค่าที่ได้	Sample 1				Sample 2			
			ครั้งที่1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
รากถั่วเหลือง	0	Absorbance ที่ λ 730 nm	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	Absorbance ที่ λ 730 nm	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.275	0.273	0.280	0.276	0.278	0.280	0.275	0.278
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	76.39	75.83	77.78	76.67	77.22	77.78	76.39	77.13
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	530.85	526.96	540.51	532.78	536.62	540.51	530.85	536.00
	3	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.257	0.259	0.262	0.259	0.267	0.260	0.263	0.263
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	71.39	71.94	72.78	72.04	74.17	72.22	73.06	73.15
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	608.61	613.30	620.46	614.12	632.31	615.69	622.85	623.61
	4	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.264	0.266	0.261	0.264	0.266	0.259	0.263	0.263
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	73.33	73.89	72.50	73.24	73.89	71.94	73.06	72.96
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	764.65	770.49	756.00	763.71	770.49	750.16	761.84	760.83
	5	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.290	0.292	0.289	0.290	0.284	0.287	0.286	0.286
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	80.56	81.11	80.28	80.65	78.89	79.72	79.44	79.35
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	828.81	834.47	825.93	829.73	811.63	820.16	817.28	816.36
	6	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.174	0.173	0.177	0.175	0.170	0.175	0.171	0.172
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	48.33	48.06	49.17	48.52	47.22	48.61	47.50	47.78
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	613.32	609.90	623.98	615.74	599.24	616.88	602.79	606.30

ตัวอย่างถั่วงอก	อายุการงอก	ค่าที่ได้	Sample 1				Sample 2			
			ครั้งที่1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
รากถั่วเหลือง	7	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.167	0.171	0.165	0.166	0.166	0.160	0.163	0.163
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	46.39	47.500	45.83	46.11	46.11	44.44	45.28	45.28
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	612.81	627.48	605.42	609.11	609.11	587.05	598.15	598.11
หัวถั่วเขียว	จากซุปเปอร์มาเก็ต	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.335	0.337	0.330	0.334	0.341	0.335	0.339	0.338
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	93.06	93.61	91.67	92.78	94.72	93.06	94.17	93.98
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	746.87	751.28	735.71	744.62	760.19	746.87	755.78	754.28
รากถั่วเขียว	จากซุปเปอร์มาเก็ต	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.238	0.241	0.239	0.239	0.242	0.238	0.244	0.241
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	66.11	66.94	66.39	66.48	67.22	66.11	67.78	67.04
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	1371.58	1388.80	1377.39	1379.25	1394.61	1371.58	1406.22	1390.80
หัวถั่วเหลือง	จากซุปเปอร์มาเก็ต	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.527	0.525	0.522	0.525	0.520	0.518	0.516	0.518
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	146.39	145.83	145.00	145.74	144.44	143.89	143.33	143.89
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	579.99	577.77	574.48	577.42	572.27	570.09	567.87	570.07
รากถั่วเหลือง	จากซุปเปอร์มาเก็ต	Absorbance ที่ λ 730 nm	0.265	0.268	0.261	0.265	0.264	0.261	0.263	0.263
		total polyphenol (mg/100 g wet basis)	73.61	74.44	72.50	73.52	73.33	72.50	73.06	72.96
		total polyphenol (mg/100 g dry basis)	1617.80	1636.04	1593.41	1615.75	1611.65	1593.41	1605.71	1603.59

ภาคผนวก ค

การคำนวณสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีอายุการงอกต่างกัน และที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต

การคำนวณ

สมการคำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (%)

$$\text{ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (\%)} = \left\{ 1 - \frac{\text{(Absorbance of sample)}}{\text{Absorbance of control}} \right\} \times 100$$

ตัวอย่างการคำนวณ

สารสกัดจากตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวส่วนหัวที่วันที่ 0

ครั้งที่ 1

ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างควบคุมที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ที่เวลา 30 นาที เท่ากับ 0.636

ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างสารสกัดที่ความยาวคลื่น 517นาโนเมตร ที่เวลา 30 นาที เท่ากับ 0.518

แทนค่าสูตร ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (%) $= \left\{ 1 - \frac{(0.518)}{0.636} \right\} \times 100$

$= 18.55\ \%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

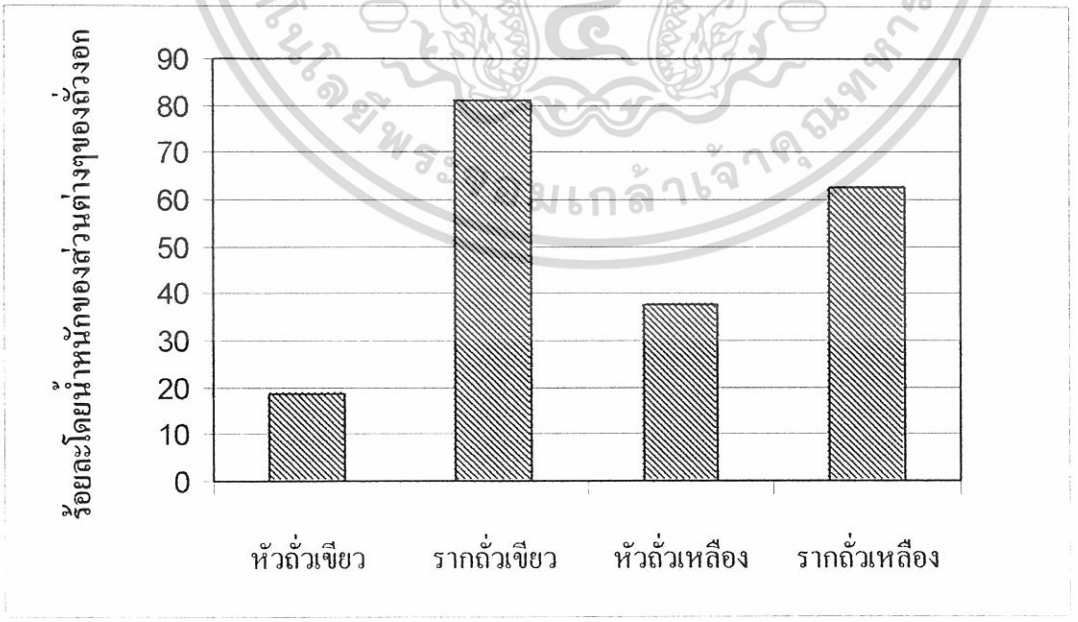
ภาคผนวก ง

การเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่ได้รับจากการบริโภคถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองในปริมาณเท่ากัน

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ตดังข้อมูลในตารางที่ 4.3 และกราฟภาพที่ 4.8 นั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่ได้รับต่อหนึ่งหน่วยการบริโภค (50 กรัมน้ำหนักสด) และจากการวิเคราะห์ร้อยละโดยน้ำหนักของส่วนต่างๆของถั่วงอกดังแสดงในตารางที่ 1ง และภาพที่ 1ง

ตารางที่ 1ง น้ำหนักของส่วนต่างๆของถั่วงอกในหนึ่งหน่วยบริโภค 50 กรัม

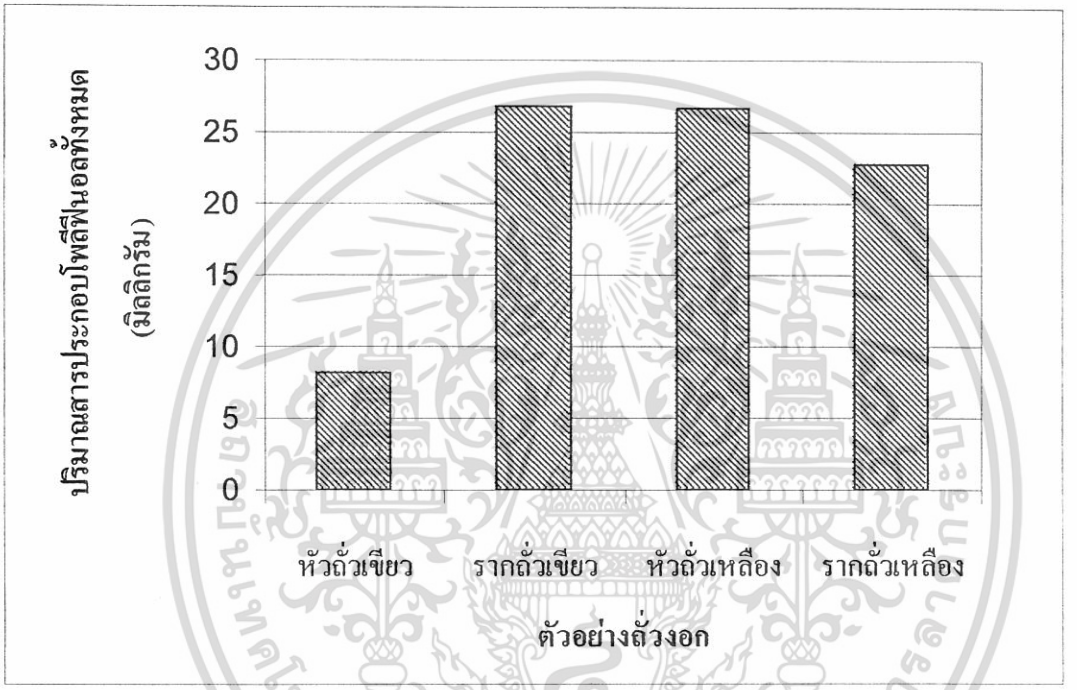
ตัวอย่างถั่วงอก	น้ำหนักตัวอย่างถั่วงอกในแต่ละส่วนจากน้ำหนักสด 50 กรัม (กรัม)			ร้อยละ โดย น้ำหนัก
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	
หัวถั่วเขียว	9.27	9.41	9.34	18.68
รากถั่วเขียว	40.73	40.59	40.66	81.32
หัวถั่วเหลือง	18.65	18.79	18.72	37.44
รากถั่วเหลือง	31.35	31.21	31.28	62.56



ภาพที่ 1ง ร้อยละโดยน้ำหนักของส่วนหัวส่วนหัวและรากของตัวอย่างถั่วงอกถั่วเขียวและถั่วเหลืองในหนึ่งหน่วยบริโภค 50 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลในตารางที่ 1ง และกราฟภาพที่ 1ง พบว่าส่วนรากของตัวอย่างถั่วงอกนั้นมีร้อยละโดยน้ำหนักมากกว่าส่วนหัวของตัวอย่างถั่วงอกทั้งถั่วเขียวและถั่วเหลืองในหนึ่งหน่วยบริโภค 50 กรัม เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่ได้รับต่อหนึ่งหน่วยการบริโภคในแต่ละส่วน โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองที่ 4.3 ตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.8 ได้ค่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในแต่ละส่วนที่ได้รับต่อหนึ่งหน่วยการบริโภค (50 กรัมน้ำหนักสด) ดังภาพที่ 2ง



ภาพที่ 2ง ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่ได้รับต่อหนึ่งหน่วยการบริโภค (50 กรัมน้ำหนักสด)

จากภาพที่ 2ง ในการบริโภคถั่วงอกในปริมาณที่เท่ากัน(50 กรัม) พบว่าถั่วงอกถั่วเขียวจะได้รับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในส่วนของรากมากกว่าในส่วนของหัว ส่วนถั่วงอกถั่วเหลืองจะได้รับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในส่วนของหัวมากกว่าในส่วนของราก และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่ได้รับในหนึ่งหน่วยบริโภคที่เท่ากันพบว่าในถั่วงอกถั่วเหลืองมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่มากกว่าถั่วงอกถั่วเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวทิพเนตร ปริณามโอสถ เกิดเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนราชินีบูรณะ นครปฐม ปี พ.ศ. 2543 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิตจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีพ.ศ. 2547 ปัจจุบันอาศัยอยู่ที่ 64 ม.10 ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร 74120

นายกรวิทย์ พงษ์ประเสริฐ เกิดเมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดปราจีนบุรี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนปราจิณราษฎรอำรุง พ.ศ. 2542 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิตจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีพ.ศ. 2547 ปัจจุบันอาศัยอยู่ที่ 49 หมู่ 6 ต.หนองโพรง อ.ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี 25140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้