อิทธิพลของสภาวะการแช่ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด ต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอก 4 พันธุ์

Effects of Soaking Conditions in 4 Thai Herb Solutions on Nutritional Quality of Germinated Brown Rice 4 Cultivars

สุขุมภรณ์ พุ่มพวง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อิทธิพลของสภาวะการแช่ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด ต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอก 4 พันธุ์

สุขุมภรณ์ พุ่มพวง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของสภาวะการแช่ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด ต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอก 4 พันธุ์ Effects of Soaking Conditions in 4 Thai Herb Solutions on Nutritional Quality of Germinated Brown Rice 4 Cultivars
ชื่อ - นามสกุล	นางสาวสุขุมภรณ์ พุ่มพวง
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการผลิตพืช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชตา ทนวิทูวัตร, Ph.D.
ปีการศึกษา	2555

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ดนัย วรรณวนิช, Ph.D.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชตา ทนวิทูวัตร, Ph.D.)

ว่าที่ ร.ท. .....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์, Ph.D.)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำนาจ ศีลวัตร, Ph.D.)
วันที่ 7 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของสภาวะการแช่ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด ต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอก 4 พันธุ์
ชื่อ-สกุล	นางสาวสุขุมภรณ์ พุ่มพวง
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการผลิตพืช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชตา ทนวิทูวัตร, Ph.D.
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการแช่ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด (เตย อัญชัน ฝาง และกระเจี๊ยบ) ในข้าวกล้อง 4 พันธุ์ (พันธุ์ปทุมธานี1 กข31 สุพรรณบุรี1 และพิษณุโลก2) เพื่อทำเป็นข้าวกล้องงอก และตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่น้ำสมุนไพรเปรียบเทียบกับแช่ในน้ำประปา ทดลองที่ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2555 ในข้าวกล้องแต่ละพันธุ์วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ แช่ในสารละลายสมุนไพร 4 ชนิด และน้ำประปา ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแช่ข้าวกล้อง 4 พันธุ์ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด อยู่ระหว่าง 30-40 องศาเซลเซียส ข้าวกล้องพันธุ์ปทุมธานี1 และกข31มีระยะการงอกของจมูกข้าวได้ขนาดมาตรฐานของข้าวกล้องงอก ในชั่วโมงที่ 12 (ระยะเวลารวม 18 ชั่วโมง) ส่วนพันธุ์ สุพรรณบุรี1 และพิษณุโลก2 อยู่ในชั่วโมงที่ 18 (ระยะเวลารวม 22 ชั่วโมง) ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่ในสารละลายเตยวัดค่าปริมาณโปรตีนและไขมันสูงในพันธุ์พิษณุโลก2 และปทุมธานี 1 ตามลำดับ ในด้านวัดความพึงพอใจของผู้บริโภค ปรากฏว่า ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่ด้วยสมุนไพรทั้งหมด ได้รับการยอมรับในด้านสีและกลิ่น มากกว่าผ่านการแช่ด้วยน้ำประปา ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายอัญชันเป็นที่ยอมรับในด้านสี ส่วนที่แช่ด้วยสารละลายเตยเป็นที่ยอมรับทั้งด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะในพันธุ์ปทุมธานี 1

คำสำคัญ: ข้าวกล้องงอก สมุนไพร สภาวะการแช่ คุณค่าทางโภชนาการ การยอมรับ

Thesis Title	Effects of Soaking Conditions in 4 Thai Herb Solutions on Nutritional Quality of Germinated Brown Rice 4 Cultivars
Name - Surname	Miss Sukhumporn Phumpuang
Program	Crop Production Technology
Thesis Advisor	Assistant Professor Ratchata Tonwitowat, Ph.D.
Academic Year	2012

Abstract

The objectives of this research were to find the optimum soaking conditions and to analyze the nutritional quality of brown rice 4 cultivars (PTT1, RD31, SPR1 and PSL2) that soaked with 4 Thai herbs solutions(pandan, butterfly pea, sappanwood and roselle). The experiment was conducted in the seed laboratory of Pathumthani Rice Research Center during December 2010 to May 2012. Each experiment of each brown rice cultivar which soaked in 4 Thai herbs solutions and tap water, was designed by CRD with 4 replications. From the result, it was found that the optimum temperature of soaking solution was between 30-40°C for 6 hours. PTT1 and RD31 took 12 hours after soaking for processing the standard germinated brown rice, meanwhile SPR1 and PSL2 needed 18 hours. From the analysis of lipid and protein contents in herb soaked brown rice, PSL2 got the highest protein contents but PTT1 had the greatest lipid contents. Regarding to the sensory qualities analysis, the color and scent of all the herb soaked brown rice were more attached by the testers than that soaked in tap water, especially the color from butterfly pea and the scent from pandan. PTT1 brown rice that soaked in pandan solution was got the most appealing to tester in terms of scent, taste and texture qualities.

Keywords: rice cultivar, germination brown rice, Thai herb. soaking condiction, nutritional and sensory quality.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชตา ทนวิทูวัตร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจทาน ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ดนัย วรรณวนิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยโท ดร.ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ให้ความรู้และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยอย่างยิ่ง นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ทุกๆ ท่านในสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่ได้ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกๆ ท่านที่ช่วยเหลือในงานวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อพันโทสุพจน์ พุ่มพวง และคุณแม่ศิริพร พุ่มพวง ตลอดจนครอบครัวที่ส่งเสริม และสนับสนุนการศึกษามาโดยตลอดจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

สุขุมภรณ์ พุ่มพวง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……..…. ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…….. ข

กิตติกรรมประกาศ…… ค

สารบัญ…….…. ง

สารบัญตาราง……...……. ฉ

สารบัญภาพ…….. ช

บทที่

1 บทนำ……...……. 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……. 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย……..…… 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย…….…. 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……...…….…. 2

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……...…. 3

2.1 ข้าวกล้อง…… 3

2.2 ข้าวกล้องงอก…….……..…. 3

2.3 กระบวนการผลิตข้าวงอก……..…. 5

2.4 การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกด้วยสมุนไพร…….…… 8

3 วิธีดำเนินการวิจัย……...……...…… 10

3.1 การทดสอบคุณภาพการงอกของเมล็ดข้าวเปลือก 4 พันธุ์……..….... 10

3.2 การทดสอบสภาวะการแช่……..…… 10

3.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกแต่ละพันธุ์ ที่แช่ในสารละลายสมุนไพรไทยทั้ง 4 ชนิด ณ.สภาวะการแช่ที่ได้ปริมาณข้าวกล้องงอกสูงเปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำประปาธรรมดา……...……...…. 12

3.4 ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค. …….. 12

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล…...……...……...…. 12

3.6 สถานที่ และระยะเวลาในการวิจัย……...……..……...…. 12

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย……..…….……	13
4.1 การทดสอบคุณภาพการงอกของเมล็ดข้าวเปลือก 4 พันธุ์…….….....	13
4.2 การทดสอบสภาวะการแช่……..….....	13
4.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกแต่ละพันธุ์ ที่แช่ในสารละลายสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำประปา ณ.สภาวะการแช่ที่ได้ปริมาณข้าวกล้องงอกสูง ……	14
4.4 ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค.…….....	14
5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ……...……	19
5.1 สรุปผลการวิจัย…….	19
5.2 การอภิปรายผล…….……	20
5.3 ข้อเสนอแนะ…….……	20
บรรณานุกรม……...…….	22
ภาคผนวก……..……..….	26
ภาคผนวก ก……..……...……...…….	26
ภาคผนวก ข……..……....……..….	29
ภาคผนวก ค……..……...…….	32
ภาคผนวก ง……....……	39
ภาคผนวก จ…….……...….	41
ประวัติผู้เขียน……...	44

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ค่าอ้างอิงของสีสารละลายสมุนไพร 4 ชนิด จาก แผ่นเทียบสี RHS…… 11

4.1 ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก 4 พันธุ์ ที่อายุ 7 วันหลังเพาะ…… 15

4.2 ความงอกข้าวกล้องงอก 4 พันธุ์ ที่แช่ในน้ำประปาธรรมดา กับสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิดที่อุณหภูมิของสารละลาย 30 และ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และบ่มเพาะอีก 12 ชั่วโมงหลังการแช่ผลวิเคราะห์สภาวะการแช่ข้าวกล้องในสารละลายสมุนไพรไทย…….. 16

4.3 ความงอกข้าวกล้องงอก 4 พันธุ์ ที่แช่ในน้ำประปาธรรมดา กับสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิดที่อุณหภูมิของสารละลาย 30 และ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และบ่มเพาะอีก 18 ชั่วโมงหลังการแช่ผลวิเคราะห์สภาวะการแช่ข้าวกล้องในสารละลายสมุนไพรไทย…….. 16

4.4 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกแต่ละพันธุ์ ที่แช่ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด เปรียบเทียบกับน้ำประปา ณ. สภาวะการแช่ที่ได้ปริมาณข้าวกล้องงอกสูง ……. 17

4.5 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 โดยผู้บริโภคจำนวน 20 คน…….. 17

4.6 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์กข31 โดยผู้บริโภคจำนวน 20คน……... 18

4.7 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 โดยผู้บริโภคจำนวน 20 คน……..... 18

4.8 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 โดยผู้บริโภคจำนวน 20 คน……..…… 18

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3.1 การเตรียมเมล็ดข้าวกล้อง สารละลายสมุนไพร และการทดสอบสภาวะการแช่ข้าวกล้องในสารละลายสมุนไพร 4 ชนิด กระบวนการทดสอบความงอกของข้าวเปลือก 4 พันธุ์..... 11

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวกล้องเป็นเมล็ดข้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือกออกโดยไม่มีการขัดสีใด ๆ จึงมีจมูกข้าวหรือเอมบริโอ (embryo) และรำข้าวซึ่งเป็นเยื่อบาง ๆ หุ้มเมล็ดข้าวอยู่ ปัจจุบันมีคนหันมาบริโภคข้าวกล้องมากขึ้น เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยเกลือแร่และวิตามินรวมกว่า 20 ชนิด ช่วยให้ร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างร่างกายให้สมบูรณ์ (วิไล, 2547) แต่การหุงข้าวกล้องโดยทั่วไปนั้น ข้าวกล้องสุกที่ได้มีลักษณะร่วน และแข็งกว่าข้าวขาว (White rice) จึงยังไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค เพื่อให้ข้าวกล้องมีความนุ่มมากขึ้นจึงมีการพัฒนาเป็นข้าวกล้องงอก โดยอาศัยจมูกข้าวที่มีคุณค่าของสารอาหารสูง (Shoichi, 2004) เมื่อได้รับปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการงอก อัน ได้แก่ น้ำ ความชื้น ออกซิเจน และอุณหภูมิที่เหมาะสม ก็สามารถเกิดกระบวนการงอกขึ้นได้ (เดช, 2542) ซึ่งจากผลงานวิจัยในประเทศญี่ปุ่น ค้นพบว่า เมื่อข้าวกล้องมีการงอกเกิดขึ้น สารต้านอนุมูลอิสระ และสารอาหารที่มีประโยชน์ในข้าวกล้องงอกก็เพิ่มมากขึ้นด้วย (Shoichi, 2004) วิไลภรณ์ (2549) รายงานว่า ข้าวที่หุงจากข้าวกล้องงอกมีความนุ่ม อร่อย และมีสารอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้าวขาว ได้แก่ แกมมาอะมิโนบิวทิริก แอซิด (γ - aminobutyric acid GABA) ใยอาหาร (dietary fiber) อินโนซิทอล (inositols) กรดเฟอร์รูลิก (ferulic acid) กรดไฟติก (phytic acid) โทโคไตรอีนอล (tocotrienols) แกมมาโอรีซานอล (γ - oryzanol) แร่ธาตุ และวิตามินต่าง ๆ ซึ่ง Kayahara *et.al.* (2000) พบว่า การรับประทานข้าวกล้องงอกอย่างต่อเนื่อง มีผลต่อการป้องกันอาการปวดศีรษะ ลดอาการท้องผูก ป้องกันมะเร็งลำไส้ โรคหัวใจ โรคความจำเสื่อม รักษาระดับน้ำตาลในเส้นเลือด และช่วยลดความดันโลหิต

ปัจจุบันหลายประเทศในเอเชีย เช่น จีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน มาเลเซีย และสิงค์โปร์ มีแนวโน้มบริโภคข้าวลดลง (Ito and Ishikawa, 2004) และคาดว่าการบริโภคข้าวจะลดลงเรื่อย ๆ ในอนาคต ทั้งนี้เนื่องจากมีอาหารชนิดอื่นๆ เป็นทางเลือกแทนการบริโภคข้าว โดยในปี 2020 ราคาข้าวสาลีในตลาดโลกมีแนวโน้มต่ำกว่าข้าวถึง 3 เท่า (Rosegrant *et. al.,* 2001) ดังนั้นอาจจะเกิดสถานะการณ์การบริโภคข้าวสาลีมากขึ้น ขณะที่การบริโภคข้าวลดต่ำลง ดังนั้นจึงควรหาวิธีการพัฒนาคุณภาพของข้าวและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ข้าวให้มากขึ้น เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค ในประเทศ

ญี่ปุ่นได้มีการนำข้าวกล้องงอก (germination brown rice) มาผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากประกอบด้วยวิตามิน เกลือแร่ เส้นใย และมีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมของร่างกายได้ดีกว่าข้าวกล้อง (Kayahara, 2001) สำหรับในประเทศไทยยังมีความพยายามที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ ต่าง ๆจากข้าว ทั้งนี้เพื่อเพิ่มมูลค่าของข้าว มีการสนับสนุนให้กลุ่มแม่บ้านแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าว และปรับเปลี่ยนรูปแบบจากข้าวสาร และข้าวกล้องธรรมดามาเป็นข้าวกล้องงอกสามารถสร้างเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนเสริมสร้างรายได้ และเนื่องด้วยประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่พืชสมุนไพรหลากหลาย ประกอบมีการบริโภคทั้งเป็นอาหารและยา ดังนั้นการใช้พืชสมุนไพรสามัญของไทยหลายชนิดมาแต่งเติมในด้านสีสัน กลิ่น รสชาติ เพิ่มความน่ารับประทานแก่ข้าวกล้องงอก น่าจะเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยเพิ่มมูลค่า คุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนสร้างความหลากหลายแก่ผลิตภัณฑ์ ในการทดลองนี้ จึงได้นำสารละลายจากสมุนไพรไทย 4 ชนิด มาใช้ในขั้นตอนการแช่ข้าวกล้องของข้าวเจ้า 4 พันธุ์ เปรียบเทียบกับน้ำประปา เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกสมุนไพร และตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการ และวัดความพึงพอใจของผู้บริโภค เป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาคุณค่าของข้าวกล้องงอกสมุนไพรไทยต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการแช่ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิดของข้าวเจ้า 4 พันธุ์ เพื่อทำเป็นข้าวกล้องงอก

1.2.2 เพื่อตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่น้ำสมุนไพร 4 ชนิด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแช่ในสารละลายสมุนไพร 4 ชนิดของข้าว 4 พันธุ์ เพื่อทำเป็นข้าวกล้องงอก

1.3.2 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกที่ได้จากการแช่สมุนไพร 4 ชนิด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่ข้าวคุณภาพสูง และต่ำบางพันธุ์

1.4.2 ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกแช่น้ำสมุนไพรไทยที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

1.4.3 สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อสุขภาพในอนาคตต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวกล้อง (Brown rice)

ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่ผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียวเพื่อเอาเปลือกออก ประกอบด้วย เยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด เยื่ออาลูโรน ส่วนที่เป็นแป้ง และคัพภะ (เอกสงวน, 2544) โดยทั่วไปข้าวกล้องเมื่อหุงสุกไม่ค่อยเป็นที่นิยมบริโภค เนื่องจากมีลักษณะร่วนแข็งต่างจากข้าวขัดขาว แต่ข้าวกล้องมีคุณค่าทางอาหารโดยมีใยอาหาร โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และไนอาซินสูงกว่าข้าวขาว (กรมอนามัย, 2551) และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างข้าวกล้องและข้าวขัดขาว พบว่า ข้าวกล้องให้ผลผลิตสูงกว่า ประหยัดพลังงานที่ต้องใช้ในการขัดสี ลดการสูญเสียรำละเอียดและปริมาณข้าวหัก (สายสนม, 2541) Hallfrisch *et al.*(2003) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการบริโภคธัญพืช ได้แก่ ข้าวสาลีเต็มเมล็ด ข้าวกล้อง กับอาหารที่ไม่มีธัญพืชในผู้ชายอายุ 21 ปีที่มีสุขภาพดี พบว่า การเพิ่มข้าวสาลีเต็มเมล็ด และข้าวกล้องไปในมื้ออาหารปกติสามารถลดความดันโลหิตลงได้ โดยทำให้ระดับการบีบและคลายตัวของหัวใจลดลง อีกทั้งของเสียที่ขับออกจากร่างกายประเภทฟอสฟอรัส และยูเรีย ไนโตรเจน ลดลงหลังจากบริโภคข้าวสาลีเต็มเมล็ดและข้าวกล้องนาน 5 สัปดาห์ จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการเพิ่มธัญพืชไปในอาหาร สามารถลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ ที่เป็นสาเหตุการตายในอันดับต้นๆ ในปัจจุบัน

2.2 ข้าวกล้องงอก (Germinated brown rice : GBR)

ข้าวกล้องงอก คือ ข้าวกล้องที่ผ่านการแช่น้ำในอุณหภูมิ 32 - 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลาระหว่าง 22 - 24 ชั่วโมง จนส่วนของจมูกข้าวงอกมีความยาว 0.5 - 1 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นช่วงระยะแรกของกระบวนการงอกของเมล็ด ในระหว่างการแช่ เมล็ดข้าวจะดูดซับน้ำเข้าสู่ภายในเมล็ด เปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกจะนิ่มขึ้นช่วยให้ง่ายต่อการบริโภค สารอาหารต่าง ๆ ภายในเมล็ดจะถูกกระตุ้นด้วยเอนไซม์ เพื่อใช้ในการงอก (Toyoshima *et al.,* 2004) โดยสารอาหารหลักที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นคือ แกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด ใยอาหาร อินโนซิทอล กรดเฟอร์รูลิก กรดไฟติก โทโคไตรอีนอล แมกนีเซียม โพแทสเซียม สังกะสี แกมมาโอรีซานอล และสารยับยั้งเอนไซม์โพรลีเลนเปปติเดส Ito and Ishikawa (2004) รายงานว่า จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร ข้าวกล้องงอกมีปริมาณ

แกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดมากกว่าข้าวขัดขาว 10 เท่า ส่วนใยอาหาร วิตามินอี ไนอะซิน และไลซีนมีมากกว่าประมาณ 4 เท่า ปริมาณวิตามินบีหนึ่ง บีหกและแมกนีเซียมมีมากกว่า 3 เท่า Jeon *et al.* (2003) พบว่าการรับประทานข้าวกล้องงอกมีประสิทธิภาพช่วยไม่ให้ตับถูกทำลาย Okada *et al.* (2000) ก็พบเช่นเดียวกันว่า ถ้าร่างกายได้รับข้าวงอกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ต่อเนื่องกันสามารถลดความดันเลือดและยังมีส่วนช่วยในผู้ที่นอนไม่หลับและรักษาอาการเจ็บป่วยโดยเฉพาะผู้หญิงในวัยหมดประจำเดือนที่มีอายุระหว่าง 45 - 50 ปี Osawa *et al.* (2004) ได้ทดลองนำข้าวกล้องงอกให้ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงบริโภคเป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถลดความดันโลหิตคนไข้ได้ ดังนั้นข้าวกล้องงอกนอกจากให้ปริมาณ GABA ที่สูงขึ้น ยังให้ข้าวที่หุงสุกมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มบริโภคได้ง่ายกว่าข้าวกล้องปกติ ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่เกิดกระบวนการงอกของข้าว จะมีการย่อยสลายของน้ำตาลและโปรตีน เป็นผลทำให้ข้าวมีรสหวาน ยิ่งไปกว่านั้น Subba and Murlikrishna (2001) ได้รายงานว่า ข้าวกล้องนอกจากมีคุณค่าทางโภชนาการน้อยกว่าข้าวกล้องงอกแล้ว ยังมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระที่น้อยกว่าด้วย Tsukahara (2004) กล่าวว่า แม้ว่ากระบวนการงอกจะทำให้ชั้นนอกของข้าวมีความนุ่มทำให้ง่ายต่อการหุงและรับประทานได้ง่ายเหมือนข้าวขาว แต่หากปล่อยให้กระบวนการงอกดำเนินต่อไปโดยไม่หยุด จะทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการได้ การหยุดกระบวนการงอกควรกระทำเมื่อจมูกข้าวมีความยาวประมาณ 0.5 - 1.0 มิลลิเมตร เป็นระยะเวลาที่เหมาะสม ซึ่งทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและ Yang *et al.* (2001) ยังพบว่า ในระหว่างการงอกปริมาณสารอาหาร และสารต้านออกซิเดชันต่างๆ มีปริมาณเพิ่มขึ้น

สารอาหารและประโยชน์ของข้าวกล้องงอก (Ito and Ishikawa, 2004)

1. กรดอะมิโน ได้แก่ ไลซีนในข้าวกล้องงอกมีปริมาณเป็น 4 เท่าของข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี นอกจากนี้ยังพบ แอสพาราจีน กูลตาเมต อะลานีน แกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด เป็นต้น

2. แกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด เป็นกรดอะมิโนที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาทในสมอง นอกเหนือจากกูลตาเมตและไกลซีน มีความสำคัญรองจากกลูตาเมต ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทหลัก โดยถูกจัดอยู่ในกลุ่มของสารสื่อประสาทชนิดยับยั้งในระบบประสาทส่วนกลาง แกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดได้จากปฏิกิริยา decarboxylation ของกรดกลูตามิก โดยเอนไซม์กลูตาเมตดีคาร์บอกซิเลส ช่วยให้ไตทำงานเป็นปกติ เร่งกระบวนการเผาผลาญพลังงานในสมอง ป้องกันอาการปวดหัวหรือภาวะที่ผนังเส้นเลือดแดงหนาและมีความยืดหยุ่นน้อยลงเนื่องจากความเครียด (Komatsuzaki *et al*., 2007)

3. วิตามิน ได้แก่ วิตามินบีหนึ่ง (thiamin) ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณวิตามินบีหนึ่ง เป็น 4 เท่าของข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี ช่วยให้ร่างกายย่อยคาร์โบไฮเดรตได้ดีขึ้น มีความสำคัญต่อการทำงานของระบบประสาท หัวใจและกล้ามเนื้อ วิตามินบีสาม (niacin) ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณวิตามินบีสาม เป็น 4 เท่าของข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี เช่นเดียวกัน จะกระตุ้นการหมุนเวียนของเลือด และลดระดับโคเลสเตอรอล ช่วยให้ร่างกายดูดซึมโปรตีน น้ำตาล และไขมัน ลดความดันเลือด ช่วยบำรุงผิว วิตามินบีหก (pyridoxine) ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณมากกว่าเกือบ 3 เท่าของข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี โดยช่วยในการสร้างกรดอะมิโน ช่วยให้ร่างกายใช้ไขมันและคาร์โบไฮเดรต ช่วยในการสร้าง antibody และรักษาสมดุลของโซเดียมและฟอสฟอรัสในร่างกาย ลดการเกิดตะคริวกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ ข้าวกล้องงอกยังมีปริมาณวิตามินอีเป็น 10 เท่าของข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี ซึ่งวิตามินอีช่วยชะลอความแก่ของเซลล์ ช่วยในการกระจายออกซิเจนไปในเลือด ป้องกันการสะสมของแคลเซียมในหลอดเลือด และป้องกันเซลล์เม็ดเลือดแดงจากสารพิษ

4. เกลือแร่ ได้แก่ แมกนีเซียมในข้าวกล้องงอกมีปริมาณเป็น 10 เท่าของข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี โดยแมกนีเซียมช่วยในการรักษาระดับการเต้นของหัวใจให้เป็นปกติ ช่วยให้ร่างกายใช้แคลเซียมและวิตามินซีได้ดี เปลี่ยนน้ำตาลเป็นพลังงาน ช่วยในการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ เหล็กในข้าวกล้องงอกมีปริมาณเป็น 1.5 เท่าของข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี เหล็กเป็นองค์ประกอบสำคัญของฮีโมโกลบินที่ใช้ในการส่งออกซิเจนจากปอดไปสู่เซลล์ และส่งออกซิเจนเข้ากล้ามเนื้อ แคลเซียมในข้าวกล้องงอกก็มีปริมาณเป็น 1.5 เท่าของข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี แคลเซียมใช้ในการสร้างกระดูกและฟัน ควบคุมการเต้นของหัวใจ ช่วยให้นอนหลับ ช่วยส่งสารอาหารไปทั่วร่างกาย รักษาการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ลดความดันเลือด ทำให้ไตทำงานปกติ

5. ใยอาหาร ข้าวกล้องงอกให้ปริมาณใยอาหารเกือบ 2 เท่าของข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี

6. สารต้านอนุมูลอิสระ ในข้าวกล้องงอกพบสารต้านอนุมูลอิสระเป็นพวกวิตามิน แร่ธาตุ ฟลาโวนอย และเอนไซม์ที่ช่วยป้องกันร่างกายจากอนุมูล ช่วยป้องกันร่างกายจากการเข้าทำลายของเชื้อไวรัส และแบคทีเรียได้

2.3 กระบวนการผลิตข้าวงอก

การผลิตข้าวงอกประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ การแช่เมล็ดหรือการแช่ข้าว และการงอกของเมล็ด หรือการงอกของข้าว

1. การแช่เมล็ดหรือการแช่ข้าว คือ วิธีการแช่เมล็ดในน้ำ หรือสารเคมีบางชนิดที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมหลัง จากนั้นแล้วลดระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลงให้เท่ากับความชื้นตั้งต้น

ก่อนการแช่เมล็ด การแช่เมล็ดมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอก ความเร็วและความสม่ำเสมอในการงอก การแช่เมล็ดจะสัมพันธ์กับรูปแบบการดูดน้ำของเมล็ด ซึ่งในเมล็ดพืชทุกชนิดจะเป็น 3 ระยะ (triphasic phase) คือ ระยะที่ 1 เมล็ดพืชมีการดูดน้ำอย่างรวดเร็ว ลักษณะการดูดน้ำแบบนี้สามารถเกิดได้กับเมล็ดทั่ว ๆ ไป ทั้งในเมล็ดที่ตายแล้วหรือเมล็ดที่มีการพักตัว ระยะนี้เมล็ดจะมีการจัดเรียงตัวและซ่อมแซมผนังเมมเบรนของอวัยวะต่าง ๆ และที่ปลายระยะนี้จะมีการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ ระยะที่ 2 (lag phase) เป็นระยะที่เมล็ดจะดูดน้ำอย่างช้า ๆ ใช้เวลานานกว่าระยะที่ 1 มีกระบวนการเมตาบอลิซึมเกิดขึ้น โดยส่วนใหญ่จะเป็นการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและเอนไซม์ต่าง ๆ มีการย่อยสลายของสารโมเลกุลใหญ่และสังเคราะห์ organelle ต่าง ๆ เพื่อเตรียมการงอก ที่ปลายระยะนี้จะมีการเคลื่อนย้ายสารไปยังจุดเจริญ เพื่อเตรียมพร้อมให้คัพภะงอกทะลุผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดได้ ซึ่งเมื่อรากอ่อนแทงทะลุเยื่อหุ้มเมล็ดออกมา จะถือว่ากระบวนการงอกได้สิ้นสุดลง ส่วนระยะที่ 3 ของการดูดน้ำถือเป็นระยะการเจริญเติบโตของต้นกล้า ซึ่งในการแช่เมล็ดนั้นจะทำให้เมล็ดมีการดูดน้ำเพียงระยะที่ 1 และ 2 เท่านั้น (Copeland and McDonald, 1995)

Kayahara *et al.* (2000) ได้กล่าวว่า การแช่ข้าวกล้องก่อนการหุงต้ม ทำให้มีสารอาหารเพิ่มขึ้น โดยแช่ข้าวในน้ำที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (ประมาณ 90 องศาฟาเรนไฮต์) เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ทำให้เยื่อหุ้มชั้นนอกของเมล็ดข้าวนิ่ม และดูดซับน้ำได้ง่ายขึ้น วรรณวิไล (2550) พบว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาการแช่ และระยะเวลาการเพาะเมล็ด ข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้นมีการขยายตัวทางด้านกว้างมากกว่าด้านยาว และเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการแช่ และการเพาะ

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการแช่เมล็ดและการงอกของเมล็ด

2.1 พันธุ์พืช เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบภายในที่แตกต่างกัน จึงตอบสนองต่อการแช่เมล็ดได้แตกต่างกัน ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เมล็ดจากพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพการหุงต้ม และรับประทานแตกต่างกัน ได้แก่

2.1.1 พันธุ์ปทุมธานี 1 เป็นข้าวเจ้าหอม มีปริมาณอมิโลสต่ำ 15 - 19 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพข้าวสุกนุ่มค่อนข้างเหนียว มีกลิ่นหอมอ่อนๆ

2.1.2 ข้าวพันธุ์กข31 (ปทุมธานี80) เป็นข้าวเจ้า มีปริมาณอมิโลสสูง 27 - 30 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพข้าวสุกค่อนข้างแข็ง

2.1.3 ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เป็นข้าวเจ้า มีปริมาณอมิโลสสูง 29 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพข้าวสุก ร่วน และแข็ง

2.1.4 ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เป็นข้าวเจ้า ปริมาณอมิโลสสูง 29 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพข้าวสุก ร่วน และค่อนข้างแข็ง (อรพิน และคณะ, 2553)

2.2 อายุของเมล็ดพันธุ์ Goldsworthy *et al.* (1982) รายงานว่า ความใหม่ - เก่า ของเมล็ดข้าวสาลีที่แช่น้ำมีผลต่อความงอก และอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยนำเมล็ดไปเร่งอายุในระยะเวลาที่ต่างกัน พบว่า เมล็ดที่ไม่ได้เร่งอายุนั้น การแช่น้ำ และไม่แช่น้ำไม่ทำให้ความงอกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างกัน แต่ในเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมล็ดที่ไม่แช่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง ขณะที่เมล็ดที่แช่น้ำกลับมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น

2.3 อุณหภูมิในการแช่เมล็ด อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการดูดน้ำของเมล็ด และมีผลต่อค่า water potential ของสารละลายด้วย (Bradford, 1986) การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดีจะเป็นผลดีในอุณหภูมิที่เหมาะสม Komatsuzaki *et al.*(2007) พบว่า ข้าวกล้องงอกซึ่งแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีปริมาณกรดอะมิโนแอสพาติก เซอร์รีน แอสพาราจีน และกูลตามิกลดลง ในขณะที่กรดอะมิโนตัวอื่นๆ เช่น ไกลซีน อะลานีน วาลีน มีปริมาณเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกรดอะมิโนที่อยู่ในข้าวกล้องงอกจะสลายตัวเมื่อมีการดูดซับน้ำและเปลี่ยนเป็นเอไมด์ นอกจากนี้กรดอะมิโนเหล่านี้ยังช่วยในการเจริญเติบโตของเมล็ดด้วย วันพรรษา (2549) ได้ศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด โทโคเฟอรอล และแกมม่า - ออไรซานอลของข้าวกล้องงอกสมุนไพร โดยผลการทดสอบสภาวะที่เหมาะสมในการงอกของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำใบเตย ในระยะเวลาแตกต่างกันที่ 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง พบว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการเพาะจาก 0 ถึง 6 ชั่วโมง จมูกข้าวจะยังไม่งอก แต่เมื่อใช้ระยะเวลาในการเพาะ 12 18 และ 24 ชั่วโมง จมูกข้าวกล้องจะงอกยาวออกมาประมาณ 0.3 1.0 และ 1.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการงอกทำให้กิจกรรมและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น และจากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอกสมุนไพรหุงสุก พบว่า ทั้งข้าวกล้องงอกแช่น้ำกลั่น น้ำใบเตย และน้ำตะไคร้ในตัวอย่าง ผู้บริโภคให้การยอมรับไม่แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม

ศุภนุชและคณะ (2553) ได้รายงานผลของสภาวะในการแช่ข้าวต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงงอก ในอุณหภูมิการแช่ข้าว 30 และ 40 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า สภาวะในการแช่ข้าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น โปรตีน และไขมัน แต่มีผลต่อปริมาณเส้นใยหยาบที่เพิ่มขึ้น และคาร์โบไฮเดรตที่ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาในการแช่เพิ่มขึ้นส่งผลให้แป้งสุกที่อุณหภูมิต่ำลงกว่าแป้งที่ไม่ผ่านการแช่

Ohtsubo *et al.*(2005) ได้กล่าวถึง การแช่เมล็ดข้าวกล้องก่อนงอกในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ตามด้วยการลดความชื้นจนถึงประมาณ 13 - 15 เปอร์เซ็นต์ที่

อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในห้องควบคุมที่มีความชื้นต่ำ ทำให้ข้าวกล้องดังกล่าวมีใยอาหารรวม กรดเฟอร์รูวิกรวม และ GABA สูงกว่าข้าวกล้องทั่วไปและข้าวขัดสี

3. ผลของการแช่เมล็ดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในน้ำก่อนปลูก (prehydration) เป็นวิธีการปฏิบัติทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาสวน ซึ่งเทคนิคดังกล่าวนี้ได้มีการปรับใช้ในพืชหลายๆ ชนิด รวมทั้งการศึกษาหาสารต่างๆ ในการแช่เมล็ดเพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การแช่เมล็ด ไม่ว่าจะเป็นโดยเทคนิค prehydration priming หรือ solid metrix priming นั้น จะช่วยให้ขบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อขบวนการงอกเกิดขึ้น โดยที่การงอกที่มองเห็น คือการแทงทะลุของรากอ่อนผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดยังไม่เกิดขึ้น (Bradford, 1986) โดยทั่วไปการแช่จะทำให้เมล็ดพืชมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงขึ้น งอกได้เร็ว และสม่ำเสมอ เพราะในระหว่างการดูดน้ำของเมล็ด จะเกิดขบวนการซ่อมแซมเซลล์ที่เสียหาย (Bray, 1995) กระตุ้นขบวนการเมแทบอลิซึม (Basra *et al.* 2006) หรืออาจมีการปรับค่าออสโมติคในเซลล์ (Bradford, 1986)

2.4 การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกด้วยสมุนไพร

สมุนไพร ตาม พระราชบัญญัติยา หมายถึง ยาที่ได้จากพืช สัตว์ หรือแร่ ซึ่งยังไม่ได้ผสมปรุง หรือเปลี่ยนสภาพ เช่น พืชก็ยังเป็นส่วนของ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล ฯลฯ ซึ่งยังไม่ได้ผ่านขั้นตอนการแปรรูปใดๆ พืชสมุนไพร หมายถึงพันธุ์ไม้ต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ปรุงหรือประกอบเป็นยารักษาโรคต่างๆ ใช้ในการส่งเสริมสุขภาพร่างกายได้ (รังสรรค์, 2544)

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกพืชสมุนไพร 4 ชนิด ที่หาง่าย นิยมใช้ทั่วไป ให้สีที่แตกต่างกัน มีคุณค่าทางโภชนาการ มาใช้การปรุงแต่งข้าวกล้องงอก ได้แก่

1. เตย (Pandanus :*Pandanus odorus* Ridi.)

อยู่ในวงศ์ **Panadaceae** ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย และสารละลายสีเขียวของคลอโรฟิลล์ ซึ่งประกอบไปด้วยสารหลายชนิด เช่น ไลนาลิลอะซีเตท เบนซิลอะซีเตท ไลนาโลออล และเจอรานิออล และสารที่ทำให้มีกลิ่นหอมคือ คูมาริน และเอทิลวานิลลิน มีสรรพคุณทางยา คือ ดับร้อน รักษาโรคหัด เลือดออกตามไรฟัน บำรุงหัวใจให้ชุ่มชื่น (นภดล, 2555)

2. ฝาง (Sappan Tree**:** *Caesalpinia sappan* Linn)

อยู่ในวงศ์ **Leguminosae** แก่นไม้มีสีแดง ประกอบวัตถุไม่มีสีเรียกว่า Haematoxylin อยู่ร้อยละ 10 วัตถุนี้เมื่อถูกอากาศ อาจจะกลายเป็นสีแดง มีแทนนิน เรซิน และน้ำมันระเหย ไม้ฝางมี 2 ชนิด ชนิดหนึ่งแก่นสีแดงเข้ม เรียกว่า ฝางเสน อีกชนิดหนึ่งแก่นสีเหลือง เรียกว่าฝางส้ม ใช้แต่งสี

อาหาร ทำน้ำยาอุทัย สรรพคุณทางยา แก่นฝาง รสขื่นขมหวาน ฝาด รับประทานเป็นยาบำรุงโลหิตสตรีขับประจำเดือน แก้ปอดพิการ ขับหนอง ทำโลหิตให้เย็น แก้ท้องร่วง แก้ธาตุพิการ แก้ร้อน แก้โลหิตออกทางทวารหนักและเบา รักษาน้ำกัดเท้า แก้คุดทะราด แก้เสมหะ แก้โลหิต แก้เลือดกำเดา น้ำมันระเหยเป็นยาสมานอย่างอ่อน แก้ท้องเดิน (สุนทรี, 2542)

3. กระเจี๊ยบแดง (Roselle: *Hibicus sabdariffa* Linn)

อยู่ในวงศ์ **Malvaceae** กลีบรองดอกมีสารสีแดงพวก anthocyanin จึงทำให้มีสีม่วงแดง เช่น สาร cyanidin delphinidin และมีกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น ascorbic acid, citric acid, malic acid และ tartaric acid กรดเหล่านี้ทำให้กระเจี๊ยบมีรสเปรี้ยว และยังพบมีวิตามินเอ Pectin และแร่ธาตุอื่นๆ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เป็นต้น ใบ และยอดอ่อนมีวิตามินเอแคลเซียมและฟอสฟอรัสในปริมาณสูง สรรพคุณทางยา ลดความดันโลหิต ฤทธิ์ลดไขมันในเลือด ต้านการเกิดพิษต่อตับ ในสารสำคัญกลุ่ม anthocyanins และสาร protocatechuic acid ของกระเจี๊ยบสามารถลดความเป็นพิษต่อตับของสารพิษได้หลายชนิด ต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2554)

4. อัญชัน (*Clitoria ternatea* Linn.)

อยู่ในวงศ์ **Leguminosae** มีดอกสีครามแก่ ขาว และม่วงอ่อน ซึ่งจะให้สีจากดอก นิยมใช้ทำเป็นสีผสมอาหาร สีน้ำเงินจากกลีบดอกอัญชัน เป็นสีที่ละลายน้ำได้ แต่ไม่คงตัวในสารละลายที่เป็นกรด ในสภาวะที่เป็นกรดอ่อนจะให้สีม่วงแดง การทำให้สารละลายเป็นกรดอ่อนก็ทำได้โดยการเติมน้ำมะนาวที่มี ascorbic acid ลงไป ด้วยเหตุนี้เองจึงสามารถนำสีน้ำเงินจากอัญชันมาแต่งสีของขนมหรืออาหารตามที่ต้องการ สีน้ำเงินจากดอกอัญชัน จัดเป็นสารกลุ่ม anthocyanins ประกอบด้วยส่วนของ aglycon เรียกว่า Delphinidin และส่วนของน้ำตาลที่เป็นน้ำตาล D - glucose ผลของการสร้างพันธะของน้ำตาลที่ตำแหน่งกลุ่ม - OH ต่างๆ กันของ Delphinidin และผลจากการเติม side chain เช่น malonyl group และ *p* - coumaryl group ส่งผลให้สาร anthocyanins ในสีจากดอกอัญชันมีความหลากหลาย นักวิจัยชาวญี่ปุ่นได้แยกสารเคมีออกจากดอกอัญชัน พบว่าสารเคมีที่พบในดอกอ่อนจะมีความหลากหลายมากกว่าในดอกแก่ สารเคมีที่มีรายงานว่าพบในดอกของอัญชัน ได้แก่ Ternatins และ Preternatins สารเคมีจากดอกอัญชันมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบอยู่หลายโมเลกุล มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี และสีจากดอกอัญชันเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด - ด่าง ขึ้นอยู่กับความสมดุลระหว่างอิออนของสารที่ปรากฏอยู่ในสารละลาย ดอกอัญชันเป็นยาบำรุงรักษาดวงตา แก้อาการตาฟาง ตามัว และยังมีคุณสมบัติในการขับปัสสาวะ (จุไรทิพย์, 2554)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การทดสอบคุณภาพการงอกของเมล็ดข้าวเปลือก 4 พันธุ์

นำเมล็ดข้าวเปลือกจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ ปทุมธานี1 กข31 สุพรรณบุรี1 และพิษณุโลก 2 มาตรวจสอบคุณภาพความงอก ด้วยวิธี Standard germination test (ISTA, 2003) ทำ 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด ประเมินความงอก 7 วันหลังการเพาะ

ข้าวเปลือกที่ผ่านการตรวจสอบความงอกมาตรฐานแล้วทั้ง 4 พันธุ์ จะถูกนำไปกะเทาะเปลือกออก เพื่อทำการทดสอบสภาวะการแช่ในขั้นตอนต่อไป

3.2 การทดสอบสภาวะการแช่

3.2.1 นำเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกนำไปกะเทาะเปลือกออกเป็นข้าวกล้อง ซึ่งมีสภาพสมบูรณ์ไม่แตกหัก ทั้ง 4 พันธุ์ มาเตรียมไว้ เพื่อนำไปใช้ทดลองในขั้นตอนต่อไป

3.2.2 การเตรียมน้ำสมุนไพร

การเตรียมน้ำใบเตย น้ำฝาง น้ำกระเจี๊ยบ และน้ำอัญชัน ทำโดยการนำใบเตย แก่นฝาง ดอกกระเจี๊ยบแห้ง และดอกอัญชันแห้งต้มในน้ำ อัตราส่วน 10 กรัม ต่อ น้ำ 1000 มิลลิลิตร และแยกกากออก จากนั้นนำน้ำสมุนไพรที่ได้ไป เทียบหาค่าอ้างอิงของสีด้วยแผ่นเทียบสี RHS (RHS COLOUR CHART, 1995) (ตารางที่ 3.1)

3.2.3 การทดสอบการแช่ข้าวกล้อง โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ปัจจัย ในการทดสอบข้าวกล้องแต่ละพันธุ์ (ภาพที่ 3.1)

ก. อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการแช่ ข้าวกล้อง 2 ระดับ 30 และ 40 องศาเซลเซียส

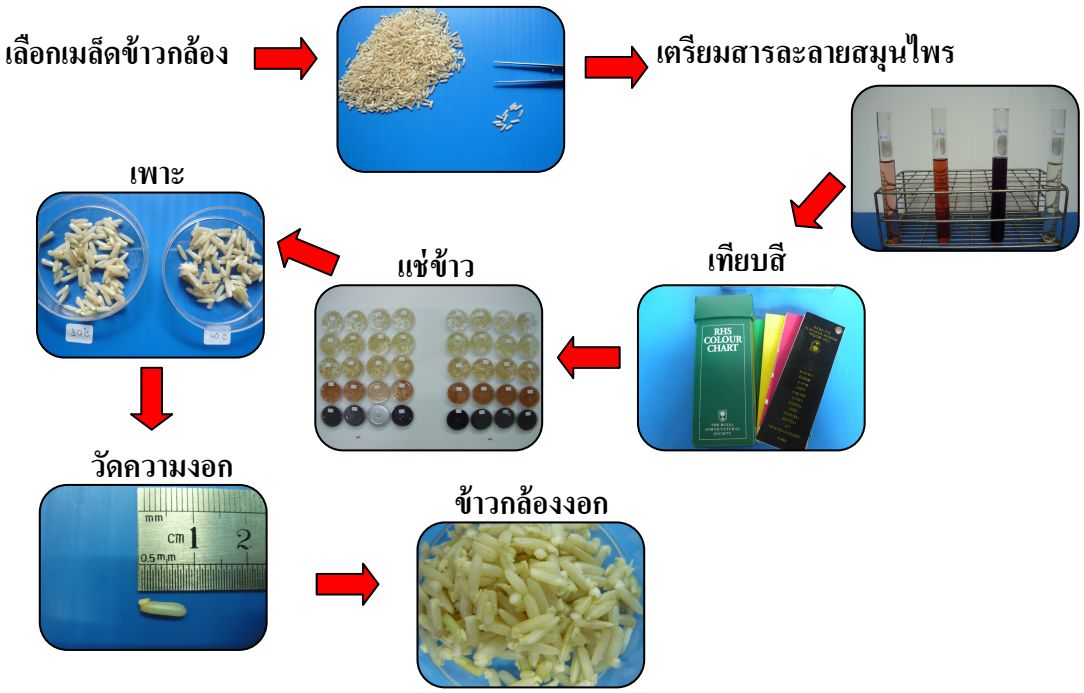
ข. สารละลายสมุนไพร 4 ชนิดใช้ในการแช่ข้าวกล้อง ได้แก่ เตย ฝาง กระเจี๊ยบ และอัญชัน เปรียบเทียบกับน้ำประปา

ในการทดสอบสภาวะการแช่ในสารละลายสมุนไพรและน้ำประปาของข้าวกล้องในแต่ละพันธุ์ แต่ละอุณหภูมิแบ่งออกเป็น 5 การทดลอง ในแต่ละการทดลองวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด โดยนำเมล็ดข้าวกล้องที่สุ่มไว้แช่ในสารละลายสมุนไพร และน้ำประปาธรรมดานาน 6 ชั่วโมง จากนั้นเทสาร ละลาย และ

น้ำประปาออก แล้วบ่มเพาะต่อไปเป็นระยะเวลา 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง บันทึกจำนวนข้าวกล้องที่จมูกข้าวงอกมีความยาวระหว่าง 0.5 - 1.0 มิลลิเมตร (กรมการข้าว, 2551) ของระยะการบ่มแต่ละช่วงในแต่ละการทดลอง

ตารางที่ 3.1 ค่าอ้างอิงของสีสารละลายสมุนไพร 4 ชนิด จาก แผ่นเทียบสี RHS

สารละลายสมุนไพร	สี/ หมายเลขอ้างอิง
เตย	สีเขียวขาว/36A
ฝาง	สีแดง/37A
กระเจี๊ยบ	สีแดง/157D
อัญชัน	สีม่วง/83A



ภาพที่ 3.1 การเตรียมเมล็ดข้าวกล้อง สารละลายสมุนไพร และการทดสอบสภาวะการแช่ข้าวกล้องในสารละลายสมุนไพร 4 ชนิด

3.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกแต่ละพันธุ์ ที่แช่ในสารละลายสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ณ.สภาวะการแช่ที่ได้ปริมาณข้าวกล้องงอกสูง เปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำประปา

3.3.1 วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (A.O.A.C,1990)

3.3.2 วิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (A.O.A.C,1990)

3.4 ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค

คุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยทดสอบความชอบของผู้บริโภค จำนวน 20 คน ที่มีต่อข้าวกล้องงอกหุงสุกที่ได้จากผลการทดลองสภาวะการแช่ที่เลือก ออกแบบทดสอบการชิม โดยใช้ 9 Hedonic Scale Scoring Test (ไพโรจน์, 2545) (ดังแสดงในภาคผนวก ง)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD)

3.6 สถานที่ และระยะเวลาในการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการโดยใช้ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ระยะเวลาในการวิจัย 1 ปี 5 เดือน ระหว่างธันวาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2555

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การทดสอบคุณภาพการงอกของเมล็ดข้าวเปลือก 4 พันธุ์

ผลการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกเริ่มต้นด้วยวิธี Standard germination test (ตารางที่ 4.1) เมล็ดข้าวเปลือกทั้ง 4 พันธุ์ให้ความงอกในระดับสูง ณ. 7 วันหลังเพาะ พันธุ์ปทุมธานี1 มีความงอกสูงสุด 98.75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือพันธุ์กข31 96.75 เปอร์เซ็นต์ และพิษณุโลก2 96.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์สุพรรณบุรี1 ให้ความงอกเพียง 94.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.2 การทดสอบสภาวะการแช่

ข้าวกล้องทั้ง 4 พันธุ์ เมื่อแช่ด้วยสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด เปรียบเทียบกับน้ำประปาธรรมดา ที่อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และทิ้งระยะเวลาการเพาะเป็น 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่า ข้าวกล้องทั้ง 4 พันธุ์ที่แช่ในสารละลายต่าง ๆ ที่มีระดับอุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส ให้อัตราการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ความงอกอยู่ระหว่างร้อยละ 93.85 - 97.65 เมื่อทิ้งช่วงเวลาการเพาะเพื่อเป็นข้าวกล้องงอกจาก 0 ถึง 6 ชั่วโมง จมูกข้าว (แกนต้นอ่อน) เกิดการงอกที่ยังไม่ได้ขนาดมาตรฐานของข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1 และกข31 ให้ความงอกของจมูกข้าวที่ขยายได้ขนาดมาตรฐานข้าวกล้องงอกของช่วงเวลาการเพาะในชั่วโมงที่ 12 (ตารางที่ 4.2)ให้ความงอกเฉลี่ยร้อยละ 96.55 - 97.65 ส่วนพันธุ์สุพรรณบุรี1 และ พิษณุโลก2 ให้ความงอกของจมูกข้าวที่ขยายได้ขนาดมาตรฐานข้าวกล้องงอกของช่วงเวลาการเพาะในชั่วโมงที่ 18 (ตารางที่ 4.3) ให้ความงอกเฉลี่ยร้อยละ 93.85 - 94.90 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของวันพรรษา (2549) ที่รายงานว่า หลังการแช่ข้าวกล้อง 6 ชั่วโมง ข้าวกล้องเมื่อใช้ระยะเวลาในการเพาะ 12 18 และ 24 ชั่วโมง จึงจะได้จมูกข้าวที่งอกออกมาได้ขนาดมาตรฐานข้าวกล้องงอก

4.3 ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกแต่ละพันธุ์ ที่แช่ในสารละลายสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำประปา ณ.สภาวะการแช่ที่ได้ปริมาณข้าวกล้องงอกสูง

จากผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอก 4 พันธุ์ในสารละลายต่าง ๆ (ตารางที่ 4.4) พบว่า ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1 ให้ปริมาณไขมันเฉลี่ยโดยรวม (ร้อยละ 2.66) สูงกว่าพันธุ์อื่น และปริมาณไขมันที่วัดได้จากข้าวกล้องงอกปทุมธานี1 ที่แช่ในสารละลายเตยสูงกว่าในสารละลายอื่น (ร้อยละ 2.76) ขณะที่พันธุ์พันธุ์พิษณุโลก2 ได้ปริมาณโปรตีนมากกว่าพันธุ์อื่นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 8.45 และปริมาณโปรตีนที่วัดได้จากข้าวกล้องงอกพิษณุโลก2 ก็มีค่าสูง (ร้อยละ 8.66) ในสารละลายเตยเช่นเดียวกัน

4.4 ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค

ผลการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่ในสารละลายสมุนไพร เปรียบเทียบกับน้ำประปา ในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส

ผลประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1 ผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนอยู่ความชอบด้านสีมากที่สุดคือข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายอัญชัน (ช่วงคะแนน 8.10) ในขณะที่ข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายฝางมีแนวโน้มให้ความชอบด้านสีน้อยที่สุด (ช่วงคะแนน 6.25) ข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายเตยมีแนวโน้มได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสมากกว่าการแช่ในสารละลายอื่น (ช่วงคะแนน 8.30 8.60 และ 8.65 ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายฝางมีแนวโน้มได้รับการยอมรับในเกือบทุกด้านน้อย ยกเว้นความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส ข้าวกล้องงอกที่แช่ในน้ำประปามีแนวโน้มให้คะแนนน้อยที่สุด (ช่วงคะแนน 6.25) (ตารางที่ 4.5)

ส่วนในข้าวกล้องงอกพันธุ์กข 31 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบมากด้านสีคือข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายอัญชัน (ช่วงคะแนน 8.45) ส่วนแนวโน้มความชอบด้านสีข้าวกล้องงอกที่แช่ในน้ำประปา คะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบน้อยที่สุด (ช่วงคะแนน 5.50) ขณะที่ข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายเตยมีแนวโน้มได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคด้านกลิ่น รสชาติมากกว่าที่แช่ในสารละลายอื่น (ช่วงคะแนน 8.65 และ 7.60 ตามลำดับ) ข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำประปามีแนวโน้มในการยอมรับด้านกลิ่นน้อยที่สุด (ช่วงคะแนน 4.60) ส่วนการยอมรับด้านรสชาติพบว่าข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายอัญชัน สารละลายกระเจี๊ยบและน้ำประปาได้รับการยอมรับต่ำ (ช่วงคะแนน 6.50) ส่วนข้าวกล้องงอกที่มีแนวโน้มในการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุดคือข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายกระเจี๊ยบและสารละลายฝาง (ช่วง

คะแนน 6.45) และข้าวกล้องงอกที่แช่ในน้ำประปามีแนวโน้มให้คะแนนน้อยที่สุด (ช่วงคะแนน 6.30) (ตารางที่ 4.6)

สำหรับผลประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 พบว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบมากด้านสีของข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายอัญชัน (ช่วงคะแนน 8.10) ส่วนเกณฑ์ความชอบด้านสีผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนน้อยที่สุดคือข้าวกล้องงอกที่แช่ในน้ำประปา (ช่วงคะแนน 6.05) ในด้านกลิ่นข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายเตยผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก (ช่วงคะแนน 8.15) ส่วนเกณฑ์ความชอบด้านกลิ่นมีแนวโน้มคะแนนน้อยที่สุดคือข้าวกล้องงอกที่แช่ในน้ำประปา (ช่วงคะแนน 5.45) การยอมรับด้านรสชาติข้าวกล้องงอกที่แช่ในน้ำประปามีแนวโน้มมากกว่าสารละลายอื่นๆ (ช่วงคะแนน 5.45) ข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายกระเจี๊ยบและฝางได้คะแนนความชอบด้านรสชาติน้อยที่สุด (ช่วงคะแนน 5.15) ด้านการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายเตยและน้ำประปามีคะแนนสูงกว่าการแช่ในสารละลายอื่นๆ (ช่วงคะแนน 5.55) (ตารางที่ 4.7)

ข้าวกล้องพันธุ์พิษณุโลก2 ผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบมากที่สุดด้านสีคือข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายอัญชัน (ช่วงคะแนน 8.35) ส่วนข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายเตยผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบด้านสีน้อยที่สุด (ช่วงคะแนน 6.85) ขณะที่ข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายเตยมีแนวโน้มได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคด้านกลิ่น และรสชาติมากกว่าที่แช่ในสารละลายอื่นๆ (ช่วงคะแนน 8.40 และ 6.05 ตามลำดับ) แต่ผลการประเมินการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสได้รับการยอมรับใกล้เคียงกันทุกสารละลาย (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.1 ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก 4 พันธุ์ ที่อายุ 7 วันหลังเพาะ

พันธุ์ข้าว	**ความงอก (ร้อยละ)**
ปทุมธานี1	98.75
กข31	96.75
สุพรรณบุรี1	94.25
พิษณุโลก2	96.25

ตารางที่ 4.2 ความงอกของข้าวกล้อง 4 พันธุ์(ร้อยละ) ที่แช่ในน้ำประปาธรรมดา กับสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด ที่มีระดับอุณหภูมิของสารละลาย 30 และ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และทิ้งช่วงการเพาะอีก 12 ชั่วโมงหลังการแช่

ชนิดของสารละลาย	**ปทุมธานี1**		**กข31**		**สุพรรณบุรี1**		**พิษณุโลก2**	
	อุณหภูมิของสารละลาย (°C)							
	30	**40**	**30**	**40**	**30**	**40**	**30**	**40**
น้ำประปา	97.75	97.50	96.75	96.50	0	0	0	0
เตย	97.75	97.50	97.50	96.50	0	0	0	0
ฝาง	97.50	97.50	97.50	96.50	0	0	0	0
กระเจี๊ยบ	97.50	97.50	96.75	96.50	0	0	0	0
อัญชัน	97.75	97.75	97.00	96.75	0	0	0	0
ค่าเฉลี่ย	**97.65**	**97.55**	**97.10**	**96.55**	**0**	**0**	**0**	**0**
F-test	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**0**	**0**	**0**	**0**
CV(%)	**0.66**	**0.59**	**0.73**	**0.58**	**0**	**0**	**0**	**0**

ตารางที่ 4.3 ความงอกของข้าวกล้อง 4 พันธุ์(ร้อยละ) ที่แช่ในน้ำประปาธรรมดา กับสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด ที่มีระดับอุณหภูมิของสารละลาย 30 และ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และทิ้งช่วงการเพาะอีก 18 ชั่วโมงหลังการแช่

ชนิดของสารละลาย	**ปทุมธานี1**		**กข31**		**สุพรรณบุรี1**		**พิษณุโลก2**	
	อุณหภูมิของสารละลาย (°C)							
	30	**40**	**30**	**40**	**30**	**40**	**30**	**40**
น้ำประปา	97.75	97.50	96.75	96.50	93.75	93.75	95.25	95.00
เตย	97.75	97.50	97.50	96.50	93.50	94.00	95.00	95.00
ฝาง	97.50	97.50	97.50	96.50	93.50	93.50	94.75	94.75
กระเจี๊ยบ	97.50	97.50	96.75	96.50	94.25	94.25	94.50	94.50
อัญชัน	97.75	97.75	97.00	96.75	94.25	94.25	95.00	95.00
ค่าเฉลี่ย	**97.65**	**97.55**	**97.10**	**96.55**	**93.85**	**93.95**	**94.90**	**94.85**
F-test	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
CV(%)	**0.66**	**0.59**	**0.73**	**0.58**	**1.99**	**1.07**	**1.69**	**1.67**

ตารางที่ 4.4 ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกแต่ละพันธุ์ ที่แช่ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด เปรียบเทียบกับน้ำประปา ณ. สภาวะการแช่ที่ได้ปริมาณข้าวกล้องงอกสูง

พันธุ์ข้าว	องค์ประกอบทางโภชนาการ (%)	น้ำประปา	เตย	ฝาง	กระเจี๊ยบ	อัญชัน	ค่าเฉลี่ย
ปทุมธานี 1	โปรตีน	7.65	7.52	7.86	8.00	7.86	7.78
	ไขมัน	2.61	2.76	2.66	2.57	2.69	2.66
กข31	โปรตีน	7.76	7.76	7.69	7.59	8.11	7.78
	ไขมัน	2.09	2.02	2.18	2.11	2.03	2.09
สุพรรณบุรี1	โปรตีน	7.03	7.13	6.83	7.03	7.10	7.02
	ไขมัน	2.39	2.39	2.39	2.57	2.40	2.43
พิษณุโลก2	โปรตีน	8.48	8.66	8.44	8.48	8.21	8.45
	ไขมัน	2.37	2.22	2.25	2.13	2.27	2.25

ตารางที่ 4.5 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 โดยผู้บริโภคจำนวน 20 คน

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนเฉลี่ย				
	สารละลายเตย	สารละลายอัญชัน	สารละลายกระเจี๊ยบ	สารละลายฝาง	น้ำประปา
สี	6.70	8.10	6.85	6.25	6.90
กลิ่น	8.30	7.55	6.45	5.95	6.30
รสชาติ	8.60	8.25	8.15	7.95	8.35
เนื้อสัมผัส	8.65	7.95	6.85	6.70	6.25

ตารางที่ 4.6 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์กข31 โดยผู้บริโภคจำนวน 20 คน

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนเฉลี่ย				
	สารละลายเตย	สารละลายอัญชัน	สารละลายกระเจี๊ยบ	สารละลายฝาง	น้ำประปา
สี	6.05	8.45	5.70	6.70	5.50
กลิ่น	8.65	6.55	6.55	6.40	4.60
รสชาติ	7.60	6.50	6.50	6.60	6.50
เนื้อสัมผัส	6.35	6.40	6.45	6.45	6.30

ตารางที่ 4.7 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 โดยผู้บริโภคจำนวน 20 คน

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนเฉลี่ย				
	สารละลายเตย	สารละลายอัญชัน	สารละลายกระเจี๊ยบ	สารละลายฝาง	น้ำประปา
สี	6.35	8.10	7.10	7.10	6.05
กลิ่น	8.15	6.55	6.75	6.20	5.45
รสชาติ	5.35	5.40	5.15	5.15	5.45
เนื้อสัมผัส	5.55	5.50	5.45	5.45	5.55

ตารางที่ 4.8 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 โดยผู้บริโภคจำนวน 20 คน

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนเฉลี่ย				
	สารละลายเตย	สารละลายอัญชัน	สารละลายกระเจี๊ยบ	สารละลายฝาง	น้ำประปา
สี	6.85	8.35	6.95	7.00	6.95
กลิ่น	8.40	6.80	6.55	6.50	5.10
รสชาติ	6.05	5.90	5.80	5.65	5.35
เนื้อสัมผัส	5.05	5.00	5.00	5.00	5.00

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลของสภาวะการแช่ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิดต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอก 4 พันธุ์ สรุปได้ดังนี้

5.1.1 ข้าวเปลือกทั้ง 4 พันธุ์มีความงอกมาตรฐานเริ่มต้นในระดับสูง ข้าวเปลือกพันธุ์ปทุมธานี1 และ กข31 มีความงอกความแข็งแรงสูงกว่าพันธุ์ สุพรรณบุรี1 และพิษณุโลก2

5.1.2 สภาวะที่เหมาะสมของการแช่ข้าวกล้อง 4 พันธุ์ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด อุณหภูมิที่เหมาะสมในการแช่อยู่ระหว่าง 30 - 40 องศาเซลเซียส ข้าวกล้องพันธุ์ปทุมธานี1 และกข31 มีการงอกของจมูกข้าวได้ขนาดมาตรฐานของข้าวกล้องงอก ในชั่วโมงที่ 12 (ระยะเวลารวม 18 ชั่วโมง) พันธุ์สุพรรณบุรี1และพิษณุโลก2 มีการงอกของจมูกข้าวได้ขนาดมาตรฐานของข้าวกล้องงอกในชั่วโมงที่ 18 (ระยะเวลารวม 22 ชั่วโมง)

5.1.3 ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1 ที่แช่ในสารละลายเตยให้ปริมาณไขมันสูง ส่วนข้าวกล้องงอกพันธุ์พิษณุโลก2 ที่แช่ในสารละลายเตยกลับให้มีปริมาณโปรตีนสูงมากกว่าข้าวกล้องงอกที่แช่ในสารละลายอื่น

5.1.4 ข้าวกล้องงอกทั้ง 4 พันธุ์ที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายอัญชันเป็นที่ยอมรับในด้านสี ขณะที่พันธุ์ปทุมธานี1 กข31และพิษณุโลก2 ที่แช่ด้วยสารละลายเตยเป็นที่ยอมรับทั้งด้านกลิ่นและรสชาติ ส่วนพันธุ์สุพรรณบุรี1 ที่แช่ด้วยสารละลายเตยเป็นที่ยอมรับด้านกลิ่น แต่ด้านรสชาติข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี1 ที่แช่ในน้ำประปาให้คะแนนการยอมรับมากที่สุด

5.1.5 ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่ด้วยสมุนไพรทั้งหมด ผู้บริโภคมีแนวโน้มให้การยอมรับในด้านสีและกลิ่น มากกว่าข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำประปา

5.1.6 ข้าวกล้องงอกสมุนไพรพันธุ์ปทุมธานี1 มีผู้บริโภคยอมรับในด้านต่าง ๆ มากกว่าข้าวกล้องงอกพันธุ์อื่น

5.2 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดสอบความงอกมาตรฐานของข้าวเปลือกทั้ง 4 พันธุ์ พบว่า ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1และพันธุ์กข31 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยสูงกว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1และพันธุ์พิษณุโลก 2 ย่อมแสดงว่า พันธุ์ข้าวทั้ง 4 มีความงอกความแข็งแรงในเบื้องต้นต่างกัน และเมื่อนำไปทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมของการแช่ข้าวกล้อง 4 พันธุ์ในสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด อุณหภูมิในการแช่ระหว่าง 30-40 องศาเซลเซียสไม่มีผลทำให้ความงอกของข้าวกล้องงอกในสารละลายต่าง ๆ แตกต่างกัน แต่กลับพบว่าข้าวกล้องพันธุ์ปทุมธานี1และกข31 ซึ่งมีคุณภาพการงอกของข้าวเปลือกที่ดีกว่าใช้เวลาในการงอกของจมูกข้าวที่ได้ขนาดมาตรฐานข้าวกล้องงอกเพียง 12 ชั่วโมงหลังการแช่ ส่วนพันธุ์สุพรรณบุรี1และพิษณุโลก2 ต้องใช้ระยะเวลาถึง 18 ชั่วโมง นั่นหมายความว่า คุณภาพความงอกความแข็งแรงของข้าวเปลือกเริ่มต้น ส่งผลกระทบต่อสภาวะด้านระยะเวลาในการงอกของกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก ไม่ว่าจะแช่ในสารละลายที่เป็นสมุนไพรหรือน้ำประปา

ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่ในสารละลายเตยวัดปริมาณโปรตีนสูงในพันธุ์พิษณุโลก2และไขมันสูงในพันธุ์ปทุมธานี1 ทั้งนี้อาจเป็นผลจากพันธุ์ เนื่องด้วยจากผลการทดลองในพันธุ์เดียวกันไม่ว่าจะแช่ด้วยสายละลายสมุนไพรชนิดใดก็ตาม รวมทั้งน้ำประปาก็ให้ค่าวิเคราะห์ทั้งสองใกล้เคียงกัน ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่ในสารละลายสมุนไพรได้รับการยอมรับเฉพาะคุณสมบัติด้านสีและกลิ่น มากกว่าข้าวกล้องที่แช่ในน้ำประปา ด้านสีมาจากสรรพคุณของอัญชัน (จุไรทิพย์, 2554) ส่วนด้านกลิ่นมาจากเตยหอม (นภดล, 2555) ด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสอาจสืบเนื่องจากอิทธิพลของพันธุ์ โดยเฉพาะพันธุ์ปทุมธานี1 ที่มีคุณลักษณะของข้าวหอม (อรพินและคณะ, 2553)ได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น แม้ว่าข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่สารละลายสมุนไพรนอกเหนือจากเตยและอัญชันได้รับการยอมรับไม่ต่างจากแช่ด้วยน้ำประปา แต่ข้าวกล้องงอกที่ดูดซับสายละลายสมุนไพรเหล่านี้ย่อมมีคุณค่ามากกว่าในด้านสรรพคุณทางยาและอาหาร (ฝางและกระเจี๊ยบแดง) ที่มีในสมุนไพรนั้นๆ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้าวที่นำมาทำข้าวกล้องงอกต้องเป็นข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกความแข็งแรงไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

5.3.2 ควรมีการศึกษาสมุนไพรไทยที่มีคุณค่าทางโภชนาการ มาประยุกต์ใช้กับข้าวกล้องในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกในเชิงพาณิชย์

5.3.3 ควรนำเอาข้าวที่มีปริมาณอมิโลสสูงที่ไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค มาปรับปรุงคุณภาพให้ในรูปของข้าวกล้องงอกสมุนไพร

5.3.4 สามารถนำข้าวกล้องงอกที่ได้ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ เช่น น้ำข้าวกล้องงอก แป้งข้าวกล้องงอก โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปข้าวกล้องงอก ฯลฯ

บรรณานุกรม

กรมการข้าว. 2551. ผลิตภัณฑ์จากข้าว และบรรจุภัณฑ์ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.brrd.in.th, [สืบค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2554].

กรมอนามัย. 2551. ชวนคนไทยกินข้าวกล้องชี้คุณค่าสารอาหารเพียบแนะกินประจำป้องกันโรค [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://icoh.anamai.moph.go.th, [สืบค้นเมื่อ 27 มกราคม 2554].

จุไรทิพย์ หวังสินทวีกุล. 2554. สีจากดอกอัญชัน [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://drug.pharmacy.psu.ac.th, [สืบค้นเมื่อ 9 กุมภาพันธ์ 2554].

เดช วัฒนะชัยยิ่งเจริญ. 2542. วิทยาการเมล็ดพันธุ์พืช. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 478 น.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. การประเมินทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 412 น.

รังสรรค์ ชุณหวรากรณ์. 2544. โลกแห่งสมุนไพร[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.bs.ac.th, [สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2554].

นภดล เกตุประสาท. 2555. เตย [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.clgc.rdi.ka.ac.th, [สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2555].

วิไล อุ่นบันเทิง. 2547. ข้าวกล้องข้าวที่ไม่สวยแต่มากด้วยคุณภาพ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.elib-online.com, [สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2554].

วิไลภรณ์ ตระกูลพิบูลชัย. 2549. ผลของระยะเวลาในการงอกต่อสารชีวกิจกรรมบางชนิด และคุณภาพของข้าวกล้องงอกหอมมะลิ105. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

วันพรรษา ชุติปัญญา. 2549. การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดโทโค-เฟอรอลและแกมม่า-ออไรซานอลของข้าวกล้องงอกสมุนไพร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

วรรณวิไล ฤทธิเดช. 2550. ผลของการงอกที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพคุณภาพการหุงต้ม และคุณภาพการรับประทานของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ศุภนุช ใส่แปง, นิรมล อุตมอ่าง และยุทธนา พิมลศิริผล. 2553. ผลของสภาวะในการแช่ข้าวต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงงอก. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48, 3-5 ก.พ. 2553, กรุงเทพมหานคร.

สายสนม ประดิษฐดวง. 2541. อาหารป้องกันโรค-ข้าวกล้องและรำข้าว. วารสารอุตสาหกรรมเกษตร. 9, 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม): 38-41.

สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2554. กระเจี๊ยบแดง [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://ittm.dtam.moph.go.th , [สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2554].

สุนทรี สิงหบุตรา. 2542. สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด. พิมพ์ครั้งที่ 4. บริษัทศุภาลัยมีเดีย จำกัด, กรุงเทพฯ. 260 น.

เอกสงวน ชูวสิฐกุล. 2544. เทคโนโลยีการผลิตข้าวพันธุ์ดี. พิมพ์ครั้งที่1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 137 น.

อรพิน วัฒเนสก์, กิ่งแก้ว คุณเขต, สุนิยม ตาปราบ, วิชชุดา รัตนกาญจน์, วันทนา ศรีรัตนศักดิ์, อัญชลี ประเสริฐศักดิ์ และวันพร เข็มมุกด์. 2553. พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง. พิมพ์ครั้งที่1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด , กรุงเทพฯ. 85 น.

A.O.A.C. 1990 . Official methods of analysis. 19th ed. Association of Official Analytical Chemis. Inc. Virginia: 1141p.

Basra, S.M.A.,M.Farooq, A. Wahid and M.B.khan. 2006. Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming. Seed Science and Technology, 34:735-758.

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress condition. HortScience, 21:1105-1112.

Bray, C.M. 1995. Biochemical process during the osmopriming of seeds. *In* J. Kijel and G. Galili (eds.). Seeds Development and Germination. Marcel Dekker, Inc.USA.

Copeland, L.O and M.B. McDonald. 1995. Principles of Seed Science and Technology. 3 th Edition. Burgress Publishing Company. New York. 409 p.

Goldsworthy, A.,J.L.Fielding and M.B.J.Dover. 1982. Flash imbibition a method for the reinvigoration of aged wheat seed. Seed Science and Technology, 10:55-56.

Hallfrisch, J., D.J. Scholfield and K.M. Behall. 2003. Blood pressure reduce by Whole grain diet containing barley or whole wheat and brown rice in moderately Hypercholesterolemic men. Nutrition Research, 23:1631-1642.

ISTA, 2003. International Rules for seed Testing. Switzerland. 335 p.

Ito, S. and Y. Ishikawa. 2004. Marketing of value-addes rice products in Japan : germinated brown rice and rice bread. FAO International Rice Year, 2004 Symposium Rome, Italy.

Jeon Tae I1., Hwang Seong-Gu., B.O. Lim and D.K. Park . 2003. Extracts of *Phellinus linteus* grown on germinated brown rice suppress liver damage induced by carbon tetrachloride in rats. Biotechnology Letters, 25(24): 2093-2096.

Kayahara, H., K. Tsukahara and T. Tatai. 2000. Flavor health and nutritional quality of pre-germinated brown rice . International flavor conference Paros, Greece. 546–551p.

Kayahara, H. 2001. Functional components of pre-germinated brown rice and their health Promotion and disease prevention and improvement. Weekly Agric. Forest, 1791:4-6.

Komatsuzaki, N., K. Tsukahara, H. Toyoshima, T. Suzuki, N. Shimizu and T. Kimura. 2007. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. Journal of Food Engineering, 78 :556-560.

Okada, T., T.Sugishita, T. Murakami., H . Murai, T. Saikusa, T. Horino, A. Onoda , O. Kajimoto, R. Takahashi and T. Takahashi. 2000. Effect of the Defatted Rice Germ Enriched with GABA for Sleeplessness, Depression, Autonomic Disorder by Oral Administration, Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi, (47)8 : 596-603.

Ohtsubo, K., K.Suzuki, Y. Yasui and T. Kasumi. 2005. Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. Journal of Food Composition and Analysis, 18:303-316.

Osawa, M.Z., K. Goto and K. Tsukahara. 2004. Clinical study of germinated brown rice on Sawapikari. World Rice Research Conference 2004, 5-7 November, 2004. Tsukuba International Congress Center (Epochal Tsukuba) Tsukuba, lbaraki, Japan.

RHS Colour Chart. 1995. The Royal Horticultural Society. London. 18 p.

Rosegrant, M.W., M.S. Paisner, S. Meijer and J. Witciver . 2001. Global Food Outlook Trend Alternative and Choice. *In* A 2020 Vision for Food Agriculture and the Environment Institute. International Food Policy Research Institute. Washington D.C.

Shoichi, L. 2004. Marketing of value-added rice product in Japan : Germinated brown rice and bread. FAO Rice Conference. 12 – 13 February 2004. Rome, ltaly.

Subba Roa, M.V. S. S. T. and G .Muralikrishna,. 2001. Evaluation of the antioxidant properties of free and bound phenolic acids from native and malted finger millet (Ragi, *Eleusine coracana* Indaf-15). J.Agri.Food Chem., 50(10) :889-892.

Toyoshima, H., K. Ohtsubo, H. Okadome, K. Tsukahara, N. Komatsuzaki and T. Kohno. 2004. Germinated brown rice with good safety and cooking property. Process for producing the same, and processed food therefrom. US Patent, No. 6:685-979.

Tsukahara, K. 2004. What is Germinated brown rice (GBR). Available: http://www.hatsuga.com. (14 May 2011).

Yang, F., T.K. Baru and B. Ooraikul. 2001. Studies on germination conditions and antioxidant contents of wheat grain. Int. J. Food Sci., 5(2) : 319-330.

ภาคผนวก ก

การทดสอบคุณภาพการงอกของเมล็ดข้าวเปลือก 4 พันธุ์

ขั้นตอนการทดสอบคุณภาพการงอกของเมล็ดข้าวเปลือก 4 พันธุ์

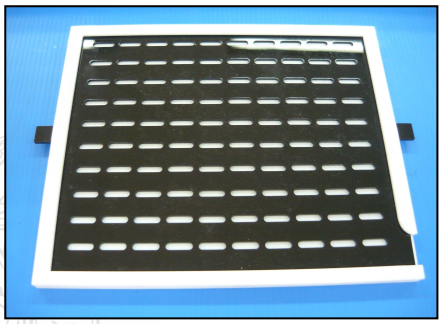
1. นำข้าวเปลือก 4 พันธุ์ มาทำการแบ่งด้วยเครื่องแบ่งและทดสอบความชื้น

(1) เครื่องแบ่งข้าว

(2) เครื่องวัดความชื้น

2. นำข้าวเปลือก 4 พันธุ์ ที่ผ่านการทดสอบความชื้นมาทำการนับเมล็ดด้วยถาดนับเมล็ด

(1) เมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านการทดสอบความชื้น



(2) ถาดนับเมล็ด

3. ทำการเพาะเมล็ด

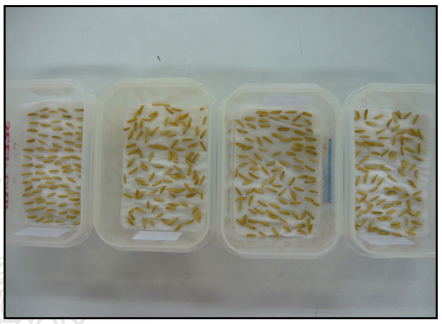
3.1 อุปกรณ์เพาะเมล็ด

(1) กล่องเพาะเมล็ดและกระดาษเพาะ

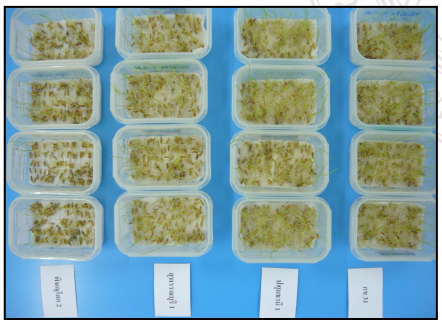
(2) น้ำประปา

3.2 ทำการเพาะเมล็ดข้าวบนกระดาษเพาะ

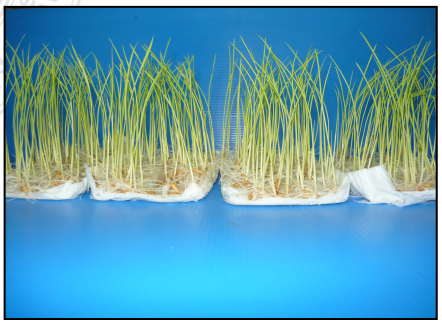
(1) เพาะข้าวบนกระดาษเพาะ



(2) เพาะข้าวบนกระดาษเพาะ



(3) เพาะ 7 วัน



(4) หลังเพาะ 7 วัน

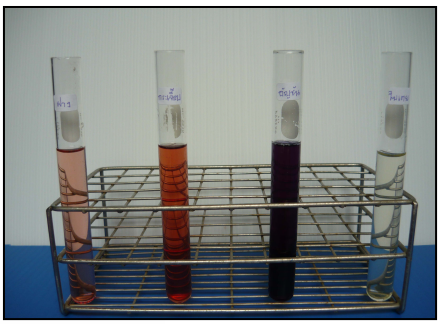
ภาคผนวก ข

การทดสอบสภาวะการแช่

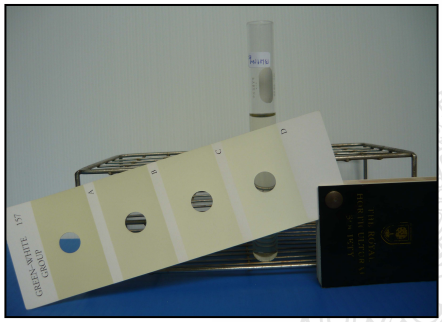
การเทียบสีน้ำสมุนไพร

1. การเทียบสีน้ำสมุนไพร

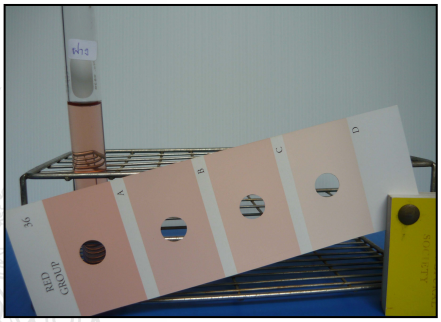
(1) RHS COLOUR CHART



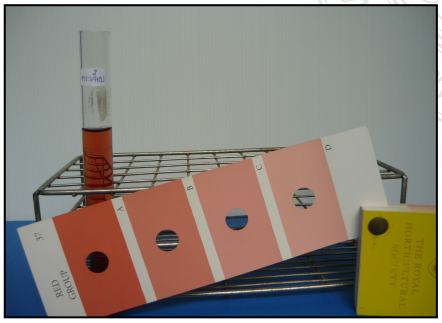
(2) สารละลายสมุนไพร



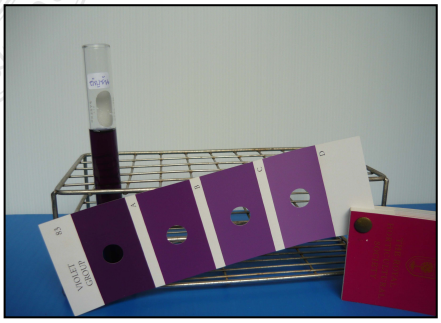
(3) สารละลายสมุนไพรใบเตย



(4) สารละลายสมุนไพรฝาง

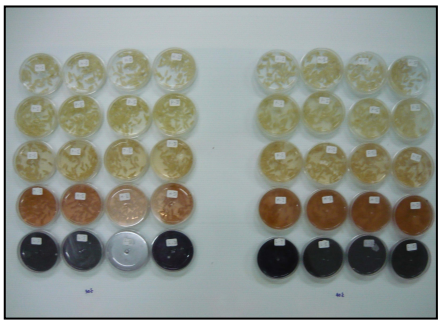


(5) สารละลายสมุนไพรกระเจี๊ยบ

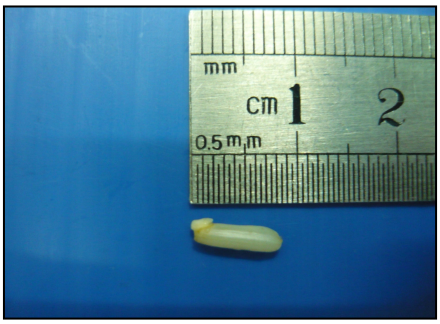


(6) สารละลายสมุนไพรอัญชัน

2. ทำการแช่เมล็ดข้าวกล้อง



(7)แช่ข้าวกล้องในสารละลายสมุนไพร



(8) บันทึกจำนวนข้าวกล้องที่มีการเจริญเติบโตของจมูกข้าวที่มีความยาวระหว่าง 0.5-1.0 มิลลิเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ 1 ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1 กข31 สุพรรณบุรี1 และพิษณุโลก2 ที่แช่ในน้ำประปาธรรมดากับสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิดที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และบ่มเพาะอีก 12 ชั่วโมงหลังการแช่

Source of variation	**d.f.**	**MS[1/]**	**MS[2/]**	**MS[3/]**	**MS[4/]**
Treatments	4	0.07^{ns}	0.17^{ns}	0.57^{ns}	0.32^{ns}
Error	15	0.42	0.50	3.48	2.57
Total	19				
CV(%)		0.66	0.73	1.99	1.69

[1/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1

[2/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์กข31

[3/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี1

[4/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์พิษณุโลก2

ตารางที่ 2 ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1 กข31 สุพรรณบุรี1 และพิษณุโลก2 ที่แช่ในน้ำประปาธรรมดากับสารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิดที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และบ่มเพาะอีก 12 ชั่วโมงหลังการแช่

Source of variation	**d.f.**	**MS**[1/]	**MS**[2/]	**MS**[3/]	**MS**[4/]
Treatments	4	0.00 [ns]	0.05 [ns]	0.42 [ns]	0.20 [ns]
Error	15	0.33	0.32	1.02	2.52
Total	19				
CV(%)		0.59	0.58	1.07	1.67

[1/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1

[2/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์กข31

[3/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี1

[4/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์พิษณุโลก2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 3 ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนความของการชิมข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1 กข31 สุพรรณบุรี1 และพิษณุโลก2 ด้านสี

Source of variation	**d.f.**	**MS[1/]**	**MS[2/]**	**MS[3/]**	**MS[4/]**
Treatments	4	9.43**	28.41**	12.68**	8.04**
Error	15	0.61	0.50	0.64	0.62
Total	19				
CV(%)		0.99	1.63	1.23	0.94

[1/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1

[2/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์กข31

[3/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี1

[4/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์พิษณุโลก2

ตารางที่ 4 ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนความของการชิมข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1 กข31 สุพรรณบุรี1 และพิษณุโลก2 ด้านกลิ่น

Source of variation	**d.f.**	**MS**[1/]	**MS**[2/]	**MS**[3/]	**MS**[4/]
Treatments	4	19.23**	41.17**	19.54**	27.59**
Error	15	1.15	0.47	0.95	0.39
Total	19				
CV(%)		2.35	2.13	1.65	1.48

[1/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1

[2/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์กข31

[3/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี1

[4/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์พิษณุโลก2

ตารางที่ 5 ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนความของการชิมข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1 กข31 สุพรรณบุรี1 และพิษณุโลก2 ด้านรสชาติ

Source of variation	**d.f.**	**MS[1/]**	**MS[2/]**	**MS[3/]**	**MS[4/]**
Treatments	4	1.16*	4.66**	19.54**	1.42^{ns}
Error	15	0.39	0.27	0.54	0.86
Total	19				
CV(%)		0.40	0.50	0.80	0.98

[1/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1

[2/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์กข31

[3/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี1

[4/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์พิษณุโลก2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 6 ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนความของการชิมข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1 กข31 สุพรรณบุรี1 และพิษณุโลก2 ด้านเนื้อสัมผัส

Source of variation	**d.f.**	**MS**[1/]	**MS**[2/]	**MS**[3/]	**MS**[4/]
Treatments	4	19.54**	0.08^{ns}	0.05^{ns}	0.01^{ns}
Error	15	0.54	0.23	0.27	0.76
Total	19				
CV(%)		1.33	0.24	0.29	0.64

[1/] ข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี1

[2/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์กข31

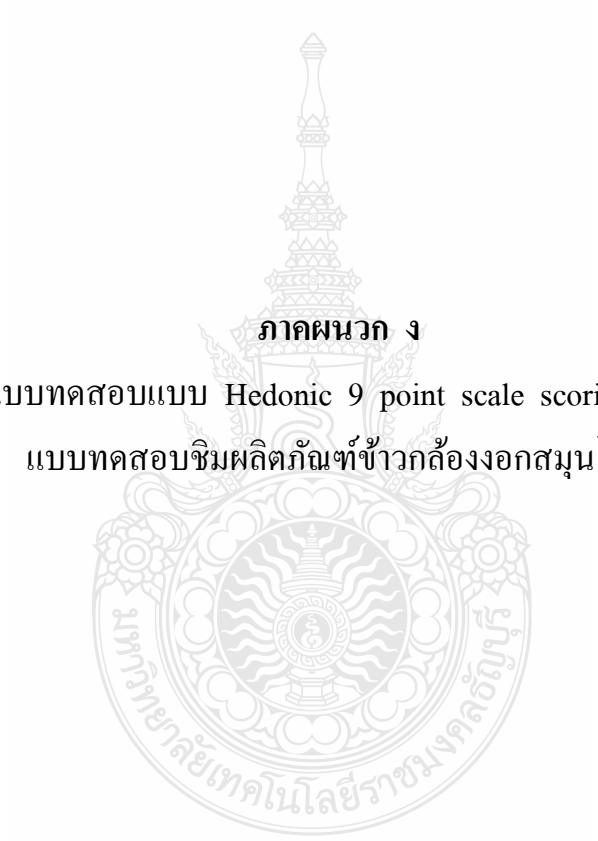
[3/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี1

[4/]ข้าวกล้องงอกพันธุ์พิษณุโลก2

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบแบบ Hedonic 9 point scale scoring test

แบบทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกสมุนไพร



แบบทดสอบแบบ Hedonic 9 point scale scoring test

แบบทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกสมุนไพร

ชื่อ……..เพศ……อายุ……

กรุณาอ่านข้างล่างให้เข้าใจก่อนชิม

ท่านจะได้รับตัวอย่างสำหรับการทำทดสอบจำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย 5 ตัวอย่างที่นำเสนอ และให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่างๆ ของตัวอย่าง โดยเขียนคะแนนความชอบตามคำอธิบายคะแนนความชอบที่บรรยายไว้ข้างล่างลงในช่องว่างที่ตรงกับรหัสของตัวอย่าง (กรุณาบ้วนปากทุกครั้งระหว่างตัวอย่าง)

พิจารณาความชอบต่อผลิตภัณฑ์ตามลำดับคะแนนดังนี้

คะแนน	ความชอบ	คะแนน	ความชอบ
9	ชอบมากที่สุด	4	ไม่ชอบเล็กน้อย
8	ชอบมาก	3	ไม่ชอบปานกลาง
7	ชอบปานกลาง	2	ไม่ชอบมาก
6	ชอบเล็กน้อย	1	ไม่ชอบมากที่สุด
5	เฉยๆ		

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง				
	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ภาคผนวก จ

การทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค

ขั้นตอนการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค

1. นำข้าวกล้องที่ผ่านการแช่สารละลายสมุนไพรไทย 4 ชนิด มาหุงต้ม

(1) พันธุ์ปทุมธานี1

(2) พันธุ์กข 31

(3) พันธุ์สุพรรณบุรี1

(4) พันธุ์พิษณุโลก2

(5) ข้าวกล้องหุกสุกในน้ำประปา

(6) ข้าวกล้องงอกหุงสุกในสารละลายใบเตย

(7) ข้าวกล้องหุงสุกในสารละลายฝางกระเจี๊ยบ

(8) ข้าวกล้องหุงสุกในสารละลาย

(9)ข้าวกล้องหุงสุกในสารละลายอัญชัน

(10) หุงข้าวเพื่อใช้ทดสอบการชิม

(11)ทดสอบการชิม

(12) ทดสอบการชิม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล	นางสาวสุขุมภรณ์ พุ่มพวง
เกิดเมื่อ	13 พฤษภาคม 2525
ที่อยู่	9 หมู่ 2 ตำบลนางบวช อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี 72120
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี ปี พ.ศ.2547
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ.2547 – 2548 ตำแหน่งนักวิชาการเกษตร โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2548 - 2550 ตำแหน่งนักวิชาการเกษตร โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ พระราชวังดุสิต สวนจิตรลดา เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2550 – ปัจจุบัน ตำแหน่งนักวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี