การผลิตและการตลาดชาคุณภาพจากข้าวภายใต้แสงเทียม

ฐิติวัฒน์ รัตนมณี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสหวิทยาการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2561

การผลิตและการตลาดชาคุณภาพจากข้าวภายใต้แสงเทียม

ฐิติวัฒน์ รัตนมณี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสหวิทยาการเกษตร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การผลิตและการตลาดชาคุณภาพจากข้าวภายใต้แสงเทียม

ฐิติวัฒน์ รัตนมณี

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสหวิทยาการเกษตร

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลินดา อริยเดช)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล กาญจนวงศ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ สาครวาสี)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลินดา อริยเดช)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การผลิตและการตลาดชาคุณภาพจากข้าวภายใต้แสงเทียม
ชื่อผู้เขียน นายฐิติวัฒน์ รัตนมณี
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสหวิทยาการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลินดา อริยเดช

บทคัดย่อ

การผลิตและการตลาดชาจากต้นกล้าข้าวพันธุ์ *Oryza sativa* Linn 6 สายพันธุ์ สำหรับผลิตภัณฑ์ชาเขียว ทดสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเพื่อใช้คำนวณหาปริมาณน้ำหนักเมล็ดที่ใช้ในการเพาะปลูก โดยใช้เวลา 14 วันหลังการงอกของเมล็ดพันธุ์สีขาว 3 สายพันธุ์ คือพันธุ์ กข10 (RD10) พันธุ์ปทุมธานี 1 พันธุ์ขาวดอกมะลิ105 (KDM105) และ เมล็ดสีแดง มีสายพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) พันธุ์หอมนิล (BJR) และพันธุ์เหนียวดำ (BGR) การผลิตชาเขียวภายใต้การควบคุมคุณภาพของแสงในระบบกึ่งปิด พบว่าผลิตภัณฑ์จากชาเขียวทั้ง 6 สายพันธุ์มีองค์ประกอบของสารต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน โดยข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีความโดดเด่นของรสชาติและความหอม นอกจากนี้พบว่า β -glucan ภายใต้แสงสีแดง มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2.633±0.12 กรัม.100^{-1} กรัม) และมีปริมาณสารที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น คาเฟอีน และเทนนินมีค่าต่ำกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (71.52±0.0 มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร และ 0.201±0.33 มิลลิกรัม.กิโลกรัม$^{-1}$ ตามลำดับ) จึงเลือกใช้ข้าวหอมมะลิ105 ในการสำรวจความพึงพอใจ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเป็นผลิตภัณฑ์สู่การตลาด โดยการทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ชาข้าวในกลุ่มตัวอย่าง 201 คน ประกอบด้วย นักศึกษา ข้าราชการ นักธุรกิจ แม่บ้าน และผู้ประกอบการอิสระ พบว่าร้อยละ 55.7 ดื่มเครื่องดื่มทุกวัน ผลการวิจัยพบมีความพึงพอใจในระดับดีมาก และมีความโดดเด่นในบรรจุภัณฑ์ด้านสะดวกในการชง และรูปลักษณ์ดี โดยมีความพึงพอใจต่อความปลอดภัย 4.48 ± 0.68 คะแนน รองลงมาเป็นองค์ประกอบที่มีในชาข้าวหอมมะลิ 4.52±0.63 และประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ 4.51±0.72 กลิ่น และรสชาติ 4.12±0.79 และ 4.05±0.89 ตามลำดับ สามารถเป็นผลิตภัณฑ์สู่การตลาดได้ 3.81±0.72

คำสำคัญ : ชาข้าว การตลาด แสงเทียม

Title PROCESSING AND MARKETING OF QUALITY RICE LEAF TEA UNDER ARTIFICIAL LIGHT CONTROL

Author Mr. Thitiwat Rattanamenee

Degree Master of Science in Agricultural Interdisciplinary

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Chalinda Ariyadet

ABSTRACT

This study to assess the effects of light quality on 6 variety rice seedlings of *Oryza sativa* Linn. for developing green tea product. As well as investigate the percent germination for consistency of rice seedling per area. 3 white seed cultivars, RD10, Thai Pathumthani Fragrant, Khao Dawk Mali 105 and 3 red seed cultivars, RD69, Black Jasmin Rice and Black Gluten Rice. Were used, 14 days after germination. The methods of green tea processing were studied in order to find out the most suitable way to produce green tea product under light quality control. The results showed that green tea products from all 6 rice cultivars were almost similar in term of valuable chemical content. Khao Dawk Mali 105 has shown the greatest aroma taste and β -glucan content (2.7 g.100 g^{-1}) under red light condition, being significant different (2.633±0.12 g.100 g^{-1}). The health effects contents such as caffeine and tannins were lower than those of other cultivars with the value of 71.52±0.0 mg.100 ml^{-1} and 0.201±0.33 $mg.kg^{-1}$ respectively. From these results, Khao Dawk Mali 105 was selected to be the most satisfying as the way to market and product. 201 persons, Including students, Government officials, Businessmen, Housewives and Private entrepreneurs were selected to judge Rice Tea Product Satisfaction Test, 55.7 percent with daily-drinks.

The results have shown that the satisfactory rate in safe and useful of products (4.48±0.68). The score 4.51±0.72 liked the smell as the most prominent features. (4.12±0.79 and 4.05±0.89, respectively). With a unique packaging it could achieve a market product value of 3.81±0.72.

Keyword : Rice leaf tea. Artificial light. Marketing.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลินดา อริยเดช ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษา เงินสนับสนันสำหรับงานวิจัย เครื่องมือ และคำแนะนำ ตลอดจนจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี อีกทั้งยังความอนุเคราะห์การไปนำเสนอผลงานวิจัยทางวิชาการที่เมืองโอซาก้า ประเทศญี่ปุ่น ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล กาจนวงศ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริวัฒน์ สาครวาสี อาจารย์กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัย พร้อมทั้งตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์อย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล กาจนวงศ์ คณะพัฒนาการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ช่วยแนะนำการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณค่าทางสถิติ ในการหาผลการทดลองงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ สาครวาสี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการใช้เครื่อง Spectrophotometer ขอขอบคุณ ภาควิชาพืชผัก ที่อนุเคราะห์สถานที่ และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์ ที่สละเวลามาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำในการเขียนวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณคณาอาจารย์และ

บุคลากร ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่านที่ให้อำนวยความสะดวกในการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จ

ขอบพระคุณบิดา และมารดา ที่เป็นกำลังสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ และเป็นแรงกำลังใจให้ศึกษาจนสำเร็จลุล่วง และแฟนอันเป็นที่รัก ที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้ตลอดจนสำเร็จการศึกษา

ขอบคุณพี่จตุพล มีสวัสดิ์ พี่จิตตนันท์ แก้วมณีสุข และเพื่อน ๆ พี่น้องทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในการทำการทดลองในงานวิจัย และคำปรึกษาสำหรับวิทยานิพนธ์

ขอบคุณนักศึกษาต่างประเทศ Khaing Khant Bone Kyaw สำหรับที่ปรึกษาในด้านการเรียนและมิตรภาพ ตลอดการเรียนระดับบัณฑิตศึกษา

ขอขอบคุณผู้เข้าทดสอบความพึงพอใจชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 ทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม และคำเสนอแนะเป็นอย่างดี

ขอบคุณร้านกาแฟร้าน Coffee chill-D และร้าน The Highlandner เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำแบบสอบถามสำรวจตัวอย่างผู้บริโภคชาใบข้าว

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานทุกท่าน ที่ได้มีส่วนร่วมในงานวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ ทั้งมาก และน้อย ประโยชน์ของงานที่ข้าพเจ้าได้ทำจะนำไปเป็นแนวทางประกอบรายได้ในอนาคต และเพื่อสร้างเสริมรายได้เพิ่มเติมในครัวเรือน และข้อตำหนิของงานข้าพเจ้าขอรับไว้แต่เพียงผู้เดียว ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งไว้ ณ ที่นี้

ฐิติวัฒน์ รัตนมณี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

ขอบเขตของงานวิจัย 6

นิยามศัพท์ 6

บทที่ 2 ทฤษฎี และการตรวจเอกสาร 8

1. ความรู้เกี่ยวกับข้าว 9

1.1 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในใบข้าว 10

1.2 ชนิดของข้าว 12

1.3 พันธุ์ข้าว 13

2. การปลูกข้าวแบบควบคุมปัจจัย 23

2.1 ปลูกแบบไม่ใช้สารเคมี 23

2.2 การใช้แสงเทียม 25

3. ชาใบข้าวคุณภาพ และรอบรู้เรื่องของชา 27

3.1 น้ำชา และมาตรฐานของชา 28

3.2 สถานการณ์การบริโภคชา และชาใบข้าว 30
3.3 ประเภทของเครื่องดื่มชา 31
3.4 รูปแบบการแปรรูปชาใบข้าว 33
3.5 ข้อควรปฏิบัติในการดื่มชา 34
3.6 ข้อควรระวังในการดื่มชา 34
4. ส่วนประสมทางการตลาด 4P สำหรับชาใบข้าวคุณภาพ 35
4.1 ผลิตภัณฑ์ (Product) 36
4.2 ราคา (Price) 36
4.3 สถานที่ (Place) 37
4.4 การส่งเสริมผลิตภัณฑ์ (Promotion) 37
5. การทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค 38
5.1 การสำรวจผู้บริโภค 38
5.2 มูลเหตุจูงใจเลือกซื้อ 38
5.3 การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์จากพฤติกรรม 38
5.4 ศึกษาเพื่อหาทำสถานที่ในการค้า 38
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 39
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย 41
วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมี 41
วิธีการวิจัย 43
1. การปลูกข้าว 43
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์สารในห้องปฏิบัติการ 50
3. ขั้นตอนผลิตชาใบข้าว และการศึกษาความพึงพอใจ 57
บทที่ 4 ผลการวิจัย และวิจารณ์ 63
1. การปลูกชาใบข้าว 64

1.1 การทดสอบความงอก 64
1.2 การวัดการเจริญเติบโต 66
1.3 การหาปริมาณน้ำหนักใบสด 68
2. การวิเคราะห์สารองค์ประกอบ 69
2.1 โปรตีน (Protein) 69
2.2 เทนนิน (Tannin) 71
2.3 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll a และ b) 73
2.4 เบต้ากลูเคน (Beta glucan) 75
2.5 วิตามิน ซี (Vitamin C) 77
2.6 คาเฟอิน (Caffeine) 79
3. ผลการศึกษาความพึงพอใจ 81
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่ทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าว 82
ตอนที่ 2 พฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มของผู้ทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าว 86
ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่ดื่มผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว 95
4. ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) ปัจจัยสู่การผลิตเป็นชาใบข้าวคุณภาพ 100
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ 101
สรุปผล 101
ข้อเสนอแนะ 105
บรรณานุกรม 107
ภาคผนวก 112
ข้อมูลแสดงการคำนวณต้นทุนการผลิตชาใบข้าวคุณภาพอย่างละเอียด 113
แบบสอบถาม 115
เอกสารนำเสนอผลงานทางวิชาการ 121
ประวัติผู้วิจัย 135

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ลักษณะเมล็ด และต้นข้าวอายุ 11 วัน 21

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดการคำนวนต้นทุนการผลิตชาใบข้าวคุณภาพ 60

ตารางที่ 3 แสดงร้อยละของการงอก น้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด 65

ตารางที่ 4 แสดงความสูงต้นข้าวภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 67

ตารางที่ 5 ตารางแสดงน้ำหนักสดของใบข้าวภายใต้ไฟสีสีแดง และสีขาว 69

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณโปรตีนของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 70

ตารางที่ 7 แสดงค่าแทนนินภายใต้ไฟสีแดง 72

ตารางที่ 8 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของชาข้าวพันธุ์ต่าง ๆ 75

ตารางที่ 9 ปริมาณเบต้ากลูแคนของชาข้าวพันธุ์ต่าง ๆภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 76

ตารางที่ 10 ปริมาณวิตามินซี ของชาข้าวพันธุ์ต่าง ๆภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 78

ตารางที่ 11 ปริมาณคาเฟอิน ในชาใบข้าวภายใต้ไฟแดง และสีขาว 80

ตารางที่ 12 จำนวน และค่าร้อยละของผู้ให้ข้อมูลความพึงพอใจต่อชาใบข้าวจำแนกตามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 84

ตารางที่ 13 แสดงข้อมูลผู้บริโภคชอบดื่มเครื่องดื่มอะไรบ้าง 86

ตารางที่ 14 แสดงข้อมูลผู้บริโภคมีพฤติกรรมการบริโภคบ่อยเท่าใด 87

ตารางที่ 15 แสดงข้อมูลวัตถุประสงค์หลักในการดื่มของผู้บริโภค 88

ตารางที่ 16 แสดงข้อมูลพฤติกรรมที่ผู้บริโภคโปรดปราน และมักทำควบคู่ขณะดื่มชา 89

ตารางที่ 17 แสดงข้อมูลผู้บริโภคเคยดื่ม หรือรู้จักชาประเภทใดมาก่อน 90

ตารางที่ 18 แสดงข้อมูลรสชาติของชาที่ผู้บริโภคต้องการ 91

ตารางที่ 19 แสดงข้อมูลผู้บริโภคเคยบริโภคส่วนใดของชา 92

ตารางที่ 20 แสดงข้อมูลผู้บริโภครู้จักชาจากพืชอื่น ๆ ชนิดใดบ้าง 93

ตารางที่ 21 แสดงข้อมูลผู้บริโภคชอบรูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์ชาแบบใด 94

ตารางที่ 22 แสดงผลรวมความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้บริโภคที่ดื่มผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว 95

ตารางที่ 23 แสดงข้อมูลในด้านประสาทสัมผัส และอรรถรส 96
ตารางที่ 24 แสดงข้อมูลในด้านบรรจุภัณฑ์..... 97
ตารางที่ 25 แสดงข้อมูลในด้านผลิตภัณฑ์ 99
ตารางที่ 26 แสดงข้อมูลโภชนาการของสารที่มีประโยชน์ในชาใบข้าว..... 104

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงแหล่งปลูกข้าวสำคัญของโลก 2

ภาพที่ 2 ลักษณะต้นข้าว 9

ภาพที่ 3 สีของเมล็ดข้าว 14

ภาพที่ 4 การทดสอบความงอก 43

ภาพที่ 5 การเตรียมดินปลูก 44

ภาพที่ 6 การเพาะต้นอ่อนข้าวในห้องทดลอง 45

ภาพที่ 7 ชุดทดลองการเพาะต้นอ่อนข้าวในห้องทดลองภายใต้แสงสีขาว และแสงสีแดง 45

ภาพที่ 8 การวางถาดทดลองแบบ RCBD 46

ภาพที่ 9 แสดงวิธีการเพาะ การวัดความสูงของต้น และ แสดงการเติบโตกล้าข้าวอายุ 14 วัน 47

ภาพที่ 10 การหาปริมาณน้ำหนักสด 48

ภาพที่ 11 การวิเคราะห์โปรตีน 50

ภาพที่ 12 การสกัดแทนนิน 51

ภาพที่ 13 การสกัดคลอโรฟิลล์ 52

ภาพที่ 14 การทำให้ตะกอนเบต้ากลูแคนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศา 53

ภาพที่ 15 การหาวิตามินซี 54

ภาพที่ 16 การวิเคราะห์หา Caffein 55

ภาพที่ 17 การผลิตใบชาข้าว 58

ภาพที่ 18 ซองพลาสติกบรรจุถุงชา และซองกระดาษบรรจุภัณฑ์ชาใบข้าว 59

ภาพที่ 19 การวางจำหน่ายในร้านค้า 61

ภาพที่ 20 ขั้นตอนการเตรียมชาให้ผู้ทดสอบดื่ม และการผู้ทดสอบทำการทดสอบความพึงพอใจ 62

ภาพที่ 21 แสดงผลผลิตน้ำหนักสดส่วนเหนือข้อแรกต่อ 100 เมล็ด 65

ภาพที่ 22 แสดงความสูงต้นข้าวภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 67

ภาพที่ 23 แสดงน้ำหนักสดของใบข้าวภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 68
ภาพที่ 24 แสดงปริมาณโปรตีนของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 70
ภาพที่ 25 แสดงปริมาณเทนนินของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว..... 71
ภาพที่ 26 แสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 73
ภาพที่ 27 แสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 74
ภาพที่ 28 แสดงปริมาณเบต้ากลูแคนของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 76
ภาพที่ 29 แสดงปริมาณวิตามินซีของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว..... 77
ภาพที่ 30 แสดงปริมาณคาเฟอินของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว 79

บทที่ 1
ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นผลผลิตทางเกษตรที่ประเทศไทยมีมากทั้งผลผลิต และสายพันธุ์ การเพิ่มมูลค่าให้ได้ผลที่ดีจึงต้องให้ความสำคัญในด้านการผลิต ผลผลิต และราคา กล่าวคือหน่วยงาน และองค์กร ต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการระบบ ตั้งแต่การเริ่มการผลิต การจัดจำหน่าย โดยจะต้องมีการส่งผลผลิตหลังจากที่ได้เก็บเกี่ยวไปให้กับองค์เพื่อที่จะเก็บรักษา และแปรรูป ซึ่งทั้งหมดจะส่งผลให้ผลผลิตข้าวมีคุณภาพที่ดี มีคุณภาพ

การแข่งขันทางด้านการตลาดของข้าวในการส่งออกไปยังประเทศต่าง ๆ ในปี 2558-2559 ประเทศไทยได้สัดส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 25.91 มากที่สุดคืออินเดียร้อยละ 25.91 ส่วนเวียดนามได้สัดส่วนร้อยละ 15.49 ปัจจุบันราคาข้าวของประเทศไทยนับว่ามีราคาที่สูง เนื่องจากการแข่งขันทางด้านการผลิต และการส่งออกข้าวหอมนั้น ประเทศเวียดนาม และกัมพูชา ได้มีการผลิต และส่งออกกันมากขึ้น และยังมีมูลค่าการส่งออกที่ต่ำกว่าประเทศไทย (สมพร, 2559) ทั้งนี้เนื่องมาจากประเทศไทย ยังมีช่องว่างในเรื่องของค่าแรงที่ยังสูง และต้นทุนในการผลิตที่ยังสูง ประกอบกับปัญหาด้านพ่อค้าคนกลาง และด้านปัญหาจากธรรมชาติทำให้ผลผลิตสูญเสีย จากปัจจัยดังกล่าวเป็นที่มาสำหรับการเพิ่มมูลค่า เพื่อเป็นทางเลือกอีกทางที่จะช่วยให้ประเทศไทยนั้น ยังคงเป็นแนวหน้าในด้านการผลิต และส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก

ประชากรทั่วโลกมีความต้องการข้าวทั้งการบริโภคโดยตรง และในรูปของผลิตภัณฑ์แปรรูป การเพิ่มมูลค่าข้าวด้วยวิธีการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เป็นทางเลือกที่สำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากปัจจุบันผู้คนสนใจดูแลสุขภาพมากกว่าการรอมารักษาเมื่อเจ็บป่วย จากแนวคิด Thailand 4.0 ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ สร้างมูลค่าพัฒนาด้วยศาสตร์แบบเชิงสหวิทยาการ ก่อให้เกิดผลดีต่อสุขภาพ ความเป็นอยู่ และรายได้ ชาข้าวเป็นผลิตภัณฑ์จากข้าวในรูปแบบที่ได้รับความนิยม และศึกษาวิจัยกันในปัจจุบัน การเพิ่มมูลค่าด้วยปัจจัยควบคุมการเจริญที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนา ปลอดภัยไม่จำกัดวัย และเกิดผลดีต่อสุขภาพ ดื่มได้ไม่จำกัด ลดต้นทุนการผลิตจากการใช้เทคโนโลยีควบคุมปัจจัยการเจริญเติบโตหลัก และการเพิ่มปริมาณสารประกอบในชาข้าว เป็นแนวคิดในงานวิจัยนี้ โดยมีวัตถุประสงค์ให้ได้ผลิตภัณฑ์ชาข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักของโลก ประชากรมากว่าครึ่งหนึ่งของประชากรโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก อาจกล่าวได้ว่าพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกข้าวกระจายอยู่ที่ทุกทวีปของโลก (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงแหล่งปลูกข้าวสำคัญของโลก (สมัครและคณะ, 2552)

ประเทศไทย รู้จักการปลูกข้าว และบริโภคข้าวเป็นพืชอาหารหลัก การที่ข้าวเป็นพืชอาหารหลักของคนไทยได้ก่อให้เกิดประเพณี และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของคนไทยตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบันซึ่งประเทศไทยนั้นได้มีการส่งออกข้าวเป็นประเทศที่สำคัญของโลก แต่ละปีมีการส่งออกมากที่สุดในโลก เชื่อกันว่าถิ่นกำเนิดของข้าวนั้นอยู่ในแถบพื้นที่ที่อยู่ระหว่างมณฑลยูนานที่เป็นแหล่งต้นน้ำอันสำคัญหลายสาย และมีการแพร่กระจายการปลูกไปทั่วลุ่มแม่น้ำตามบริเวณดังกล่าว ก่อให้เกิดเป็นข้าวหลากหลายสายพันธุ์ตามกาลเวลา และสภาพพื้นที่ปลูก (ทาดาโย, 2541) ประเทศไทยได้รับอิทธิพลของการปลูกข้าวเนื่องจากบริเวณที่ตั้งของประเทศไทยอยู่ในเขตพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว ด้วยระบบนิเวศที่เอื้ออำนวย มีแม่น้ำเป็นปัจจัยที่เหมาะสม และบริเวณที่ราบลุ่มตลอดจนพื้นที่เขาสูง ทั้งความแตกต่างของวิถีชีวิตความหลากหลายของคนในพื้นที่ ทำให้เกิดความหลากหลายของสายพันธุ์ข้าว

จากการที่มีข้าวเข้ามาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่สมัยอดีตก็ทำให้มีวิวัฒนาการเกิดการเปลี่ยนแปลงของวิธีการปลูกข้าวเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ก็เพื่อให้สะดวกกับสภาพการปลูกของแต่ละพื้นที่ และเนื่องจากสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่ของประเทศมีความแตกต่างกันออกไป และยังมีเกษตรกรที่นิยมการปลูกข้าวเป็นอาชีพหลักจึงทำให้ได้มีการปรับปรุงสายพันธุ์ของข้าวต่าง ๆ เพื่อให้มีความหลากหลายทางชีวภาพของสายพันธุ์ เพื่อให้สายพันธุ์นั้น ๆ เหมาะสมกับสภาพของแต่ละพื้นที่

ให้มีความเจริญเติบโตได้ดี ปรับตัวเข้ากับสภาพแต่ละพื้นที่ และให้ผลผลิตที่ดีต่อเกษตรกรที่ปลูก ทั้งนี้ก็เพื่อเพื่อใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด เพื่อไม่ให้เป็นการสูญเสียผลผลิตของข้าว

ในประเทศไทยมีสายพันธุ์ของข้าวอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีบางชนิดที่เป็นสายพันธุ์ดั้งเดิมตั้งแต่อดีต และมีบางชนิดที่นำสายพันธุ์ดั้งเติมต่าง ๆ ดังกล่าว มาพัฒนา และสร้างสายพันธุ์ใหม่ขึ้นโดยผ่านการปรับปรุงพันธุ์ และพัฒนามามากมายหลายสายพันธุ์ ซึ่งหากนับจำนวนสายพันธุ์ของข้าวในประเทศไทยนั้น มีมากกว่า 100 สายพันธุ์ แบ่งเป็นจำพวกข้าวไวต่อช่วงแสง ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง และปริมาณสารอมิโลสที่อยู่ในแป้งของข้าวเป็นหลัก (สมัครและคณะ, 2552)

ชาเป็นผลิตภัณฑ์ที่รู้จัก และนิยมกันอย่างแพร่หลาย จนบางประเทศกลายเป็นธรรมเนียมปฏิบัติหรือเป็นวัฒนธรรมทางสังคม และยึดถือมาถึงปัจจุบัน การผลิตชาจึงได้รับการศึกษากันอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่สายพันธุ์ การดูแล การเก็บเกี่ยว และผลิตภัณฑ์ ซึ่งปริมาณในการบริโภคชาในประเทศไทยคิดเป็น 0.93 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาการบริโภคชามีการเติบโตขึ้นอย่างมาก ซึ่งในปี 2557 มีมูลค่าถึง 2,626 ล้านบาท สำหรับในประเทศไทยแล้ว การบริโภคชายังอยู่ในระดับที่ต่ำซึ่งมีสัดส่วนเพียง 6.40 (นภพรรณ และวีระพล, 2558) แสดงให้เห็นถึงโอกาสในการเติบโตทางด้านชาของในประเทศไทยนั้น ยังมีโอกาสเติบโตอีกมาก เนื่องจากกระแสที่ใส่ใจในสุขภาพของกลุ่มคนรุ่นใหม่ การเพิ่มขึ้นของประชากร การขยายตัวของชุมชนเมือง ควบคู่กับการพัฒนาเครื่องมือ และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ทำให้ได้มีการสร้างมูลค่า เพิ่มตัวเลือกการผลิต ช่องทางการจำหน่ายต่าง ๆ

ในการผลิตชานั้นเพื่อที่จะให้ได้คุณภาพที่ดี สภาพแวดล้อม และปัจจัยในเรื่องของการปลูกจึงต้องเป็นที่เหมาะสม ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกที่สามารถปลูกชาได้บางพื้นที่เท่านั้น เนื่องจากปัญหาด้านของอุณหภูมิที่ต้องการของชา และปริมาณน้ำฝนที่ได้ต่อปี ทั้งให้ชาที่ปลูกขึ้นในประเทศไทยนั้นจำเป็นต้องปลูกในพื้นที่ที่มีความสูง และมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี (นภพรรณ และวีระพล, 2558) ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวของประเทศไทยที่สามารถปลูกได้ในทั่วทุกพื้นที่ และยังมีอายุการเก็บเกี่ยวที่สั้นกว่า ตลอดจนการดูแลที่ง่าย ซึ่งจะเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการผลิตเป็นชาใบข้าว ด้วยองค์ประกอบที่มีประโยนชน์ และข้อจำกัดทางการเจริญเติบโตของชา มีการศึกษาถึงองค์ประกอบของชา และรายงานกันอย่างมาก ซึ่งสารบางอย่างในชา เช่น แทนนิน และคาเฟอิน เป็นข้อจำกัดสำหรับกลุ่มคน และวัย เนื่องจากรายงานว่า สารแทนนิน ถ้าร่างกายได้รับสารนี้ในระดับที่มากเกิน จะทำให้เกิดอาการท้องผูกได้ (พนิดา และคณะ, 2015) ส่วนสารคาเฟอิน มีฤทธิ์

เป็นสารกระตุ้นประสาท ไม่เหมาะสมกับเด็ก และผู้สูงอายุ จะทำให้อาการใจสั่น และนอนไม่หลับ (นิศารัตน์, 2559)

ในขณะที่สุขภาพเป็นสิ่งสำคัญ และเป็นสิ่งที่ทุกคนต้องใส่ใจ เนื่องจากเป็นปัจจัยเพื่อที่จะให้มนุษย์ดำรงชีวิตได้อายุยืน สุขภาพ หมายถึง การที่ร่างกายปราศจากโรคภัย ไม่มีการจากเจ็บป่วยทั้งทางกาย ทางจิตใจ และด้านสังคมพฤติกรรม เพื่อที่จะมีสุขภาพที่ดีจึงต้องมีการดูแลรักษา การดูแลรักษาสุขภาพเป็นเรื่องที่ปฏิบัติได้ไม่ยาก และสามารถทำได้ เริ่มจากการที่ต้องรู้จักบริโภคอาหารให้ครบ 5 หมู่ หมั่นออกกำลังกายเป็นประจำ พักผ่อนให้เพียงพอ และรู้จักกับวิธีจัดการกับความเครียดที่เกิดขึ้นเพื่อไม่ให้เป็นสิ่งที่ทำให้สุขภาพเราเสื่อมโทรม (คณาฉันท์ และคณะ, 2552)

ปัจจัยที่กล่าวมาจากข้างต้นเป็นสิ่งที่ช่วยให้เรามีสุขภาพที่ดี นอกจากการที่บริโภคอาหารให้ครบ 5 หมู่แล้วต้องคำนึงถึงว่าสารอาหารที่เราบริโภคในแต่ละวันนั้นร่างกายได้รับครบถูกต้องตามหลักโภชนาการหรือไม่ เพื่อไม่ให้ร่างกายขาดสารอาหารจากการบริโภคอาหารในแต่ละวันจึงมีการเสริมสารอาหารเหล่านั้นเพื่อทดแทนสิ่งที่ขาดหายไป ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์เสริมอาหารมากมายที่ผลิตขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคเนื่องจากยุคสมัยของสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป วิถีชีวิตของคนที่ต้องการความสะดวกรวดเร็วไม่ยุ่งยาก เร่งรีบ ง่าย และราคาถูกจึงหันมาใส่ใจอาหารที่ปรุงแต่งขึ้นมาเพื่อสุขภาพ ซึ่งชาใบข้าวเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ และเหมาะสมที่จะนำมาบริโภค

การใช้แสงเทียมต่อข้าวเนื่องจากแสงเป็นทางเลือกใหม่ที่มีผลต่อการเจริญต่อของพืช เพราะพืชนั้นต้องใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งให้ได้พลังงานมา ข้าวกับแสงมีความสัมพันธ์กันเนื่องจากแสงเป็นตัวกลางที่ทำให้ข้าวเจริญเติบโต และเกิดการออกดอก และแสงอาทิตย์จากช่วงเวลาในแต่ละวันซึ่งวันสั้น และวันยาวของกลางวันกลางคืนยังมีผลต่อการเจริญทางสืบพันธุ์ของข้าวไวแสง แสงสีขาวเป็นแสงที่ตามนุษย์มองเห็นมีความยาวคลื่นระหว่าง 400-800 นาโนเมตร และแสงสีแดงเป็นแสงที่พืชสามารถดูดกลืนไว้ได้มากที่สุด (สังคม, ม.ป.ป.)

การผลิตชาข้าวในระบบปิด สามารถผลิตชาในรูปแบบการควบคุมการไม่ใช้สารเคมี หรือแบบอินทรีย์วิธี ที่ต้องมีการดูแลรักษาเป็นพิเศษเพื่อให้การผลิตมีคุณภาพ โดยการใช้ปัจจัยในการผลิตต่างๆที่ได้มากจากวิธีทางธรรมชาติเข้ามาช่วยจัดการทั้งเรื่องของดิน น้ำ ที่ต้องมีการฆ่าเชื้อก่อนที่จะนำมาใช้ในการปลูก ซึ่งการผลิตชาใบข้าวได้ใช้กระบวนการปลูกแบบไม่ใช้สารเคมีในระยะเวลา 14 วันที่มีการควบคุมการปลูก ทั้งนี้ก็เพื่อให้มูลค่าของผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวมีมูลค่าที่สูงมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้เกิดความปลอดภัยจากสารพิษที่ตกค้าง และนำไปสู่ความนิยมในปัจจุบัน (สุขวิทย์, 2011)

แสงเทียมคือแสงที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ทดแทนแสงอาทิตย์จะเปล่งแสงในลักษณะเดียวกันกับดวงอาทิตย์ ปัจจุบันมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการปลูกพืชที่ต้องการแสงเป็นผลเนื่องมากจากบางพื้นที่เพาะปลูกของโลกมีปัญหา และข้อจำกัดในเรื่องของแสงแดด เช่น การเพาะปลูกในฤดูหนาวที่มีปัญหาเรื่องแสงแดดน้อยมาก โดยแสงเทียมปัจจุบันมีการใช้งานในพื้นที่ที่ต้องมีการควบคุมปัจจัยการผลิตหรือใช้งานในบริเวณที่มีพื้นที่จำกัด การใช้แสงเทียมเป็นสาเหตุที่นำมาใช้ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในระบบที่มีการปลูกแบบควบคุม ซึ่งแสงเทียมที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของที่มีในใบอ่อนของข้าว ปัญหาดังกล่าวจึงถูกพัฒนามาเป็นการคิดค้นการใช้แสงเทียมจากหลอดไฟเพื่อให้แสงแก่พืช (อนนท์ และคณะ, 2555)

การศึกษาด้านการตลาดด้วยเหตุที่ปัจจุบันมีการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพมากขึ้น มากมายหลากหลายความต้องการ จะทำอย่างไรให้สินค้าชาคุณภาพจากใบข้าวเป็นที่รู้จักเป็นที่ยอมรับ และสามารถขับเคลื่อนออกไปยังผู้บริโภคได้จึงได้มีการวางแผนด้านการตลาดโดยการใช้หลักส่วนประสมทางการตลาดหรือ 4P ที่ประกอบด้วยด้านผลิตภัณฑ์ (Product), ด้านราคา (Price), ด้านสถานที่จำหน่าย (Place) และด้านการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ (Promotion) เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ สร้างสิ่งจูงใจ และรูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปสู่การ และการสร้างมูลค่า

ดังนั้นการศึกษาเพื่อเพิ่มปริมาณสารประกอบที่มีประโยชน์ในใบข้าว เพื่อเพิ่มมูลค่า และมีประโยชน์ในการเพิ่มอัตราส่วนของสารที่มีคุณค่า และลดสารที่ไม่ดีต่อสุขภาพลง การใช้ปัจจัยแวดล้อมบางประการในการผลิตชาจากใบข้าว โดยดูจากองค์ประกอบที่มีมีอยู่ และเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตสารที่ต้องการ เช่น สารเม็ดสีในใบข้าว ร่วมกับการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพมากขึ้น และสร้างความพึงพอใจต่อผู้บริโภค จึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกร ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปัญหาในกระบวนการปลูกข้าวซึ่งมีการลงทุนสูง และปัญหาจากธรรมชาติแล้วยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข้าวอีกด้วย

การศึกษาในครั้งนี้จะใช้เทคนิคการปลูกข้าวภายใต้แสงเทียมเพื่อศึกษาผลของการกระตุ้นแสงต่อองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดของข้าวเช่น เบต้า-กลูแคน แทนนิน และคาเฟอิน เป็นต้น โดยจะใช้ข้าวทั้งหมด 6 สายพันธุ์ที่คัดเลือกมากจากแต่ละพื้นที่ของประเทศไทยเพื่อจะนำมาผลิตเป็นชาคุณภาพ และศึกษาวิธีการด้านการตลาดชาในรูปแบบของชาข้าวเพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์สามารถทานได้ทุกวัย และเป็นที่ต้องการความพึงพอใจของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อผลิตชาข้าวคุณภาพปลอดสารพิษ และมีคุณค่าทางโภชนาการในระบบปิดด้วยเทคนิคการควบคุมแสง

2. เพื่อทดสอบคุณภาพชาใบข้าวต่อผู้บริโภค

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ชาใบข้าวคุณภาพปลอดสารพิษที่ให้ผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค
2. ผู้บริโภคได้ชาใบข้าวคุณภาพปลอดสารเคมี ซึ่งเป็นทางเลือกในการบริโภค
3. เกษตรกรมีทางเลือกในการผลิตชาใบข้าวเพื่อสร้างรายได้

ขอบเขตของงานวิจัย

1. คัดเลือกชาจากใบข้าว 6 สายพันธุ์ ในระบบปิด โดยมีปัจจัยควบคุม คือ ภาชนะปลูก ดิน ภายใต้ปัจจัยแปรผัน คือ แสงเทียม สีขาว และสีแดง โดยศึกษา องค์ประกอบสารในใบชาจากข้าวช่วงอายุ 14 วัน เช่น คลอโรฟิลล์ เอ และบี วิตามิน ซี โปรตีน เบต้ากลูแคน แทนนิน และ คาแฟอีน

2. ผลิตภัณฑ์ชาจากใบข้าวที่เพิ่มมูลค่าจากพันธุ์ข้าวที่ทดสอบภายใต้สภาวะแวดล้อมควบคุม เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ชาจากใบข้าวที่สร้างความพึงพอใจต่อผู้บริโภค

3. กลุ่มผู้ทดสอบความพึงพอใจชาใบข้าว จากผู้นิยมบริโภคเครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว ภายใต้วิธีการทางตลาด 1. ด้านประสาทสัมผัส และอรรถรส 2. ด้านบรรจุภัณฑ์ และ 3. ด้านผลิตภัณฑ์ ภายใต้แนวคิดส่วนประสมทางการตลาด 4P ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) สถานที่จำหน่าย (Place) และการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ (Promotion)

นิยามศัพท์

1. ชาใบข้าวคุณภาพ หมายถึง ใบอ่อนของข้าวที่ผ่านกระบวนการเลือกสรรวิธีการแปรรูปเพื่อเป็นชาอุ่นพร้อมดื่ม ด้วยวิธีการแปรรูปที่แปลกใหม่ที่ให้ความแตกต่างจากชาจีนทั่วไป และเพิ่มอรรถรสให้กับผู้บริโภค ซึ่งชาใบข้าวนั้นมีความหอม ปริมาณสารคุณประโยชน์ และมีความปลอดภัยเนื่องจากปลูกโดยปลอดสารเคมี เหมาะกับผู้ดื่มทุกเพศทุกวัย และให้ผลที่ดีต่อสุขภาพ เหมาะสมกับผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย (ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี, 2557)

2. การใช้แสงเทียม หมายถึง สื่อตัวกลางที่ช่วยในการเจริญเติบโตของข้าวเพราะข้าวนั้นต้องใช้แสงในการสังเคราะห์เพื่อให้ได้อาหาร และงอกเป็นต้นกล้า ซึ่งการให้แสงสีที่เหมาะสมความต้องการของพืชนั้นจะช่วยให้ต้นกล้าอ่อนมีการเจริญเติบโตที่ดี และให้เกิดอัตราการงอกที่เหมาะสม ทั้งนี้ควบคุมให้อยู่ในสภาวะไม่ใช้สารเคมี (อนนท์ และคณะ, 2555) ในงานวิจัยนี้จะใช้แสงสีขาว และแสงสีแดง เข้ามากระตุ้นการปลูกข้าว

3. ชาใบข้าวอินทรีย์ หมายถึง ข้าวที่ปลูกด้วยวิธีธรรมชาติ อยู่ในกระบวนการควบคุมปลอดสารเคมี โดยผ่านการปลูกและการให้อาหารแบบธรรมชาติ ปัจจัยที่นำมาใช้ในการผลิตชาใบข้าวแบบอินทรีย์ ดิน และน้ำ ต้องมีการผ่านการฆ่าเชื้อ โดยมีขั้นตอนสำคัญคือการปลูกลงในถาดเพาะ การบันทึกการเจริญเติบโต และการดูแลตลอดอายุเก็บเกี่ยว (สุขวิทย์, 2011) พบสารพฤกษเคมีสำคัญในต้นอ่อนข้าวเช่น โปรตีน คลอโรฟิลด์ เอ วิตามิน ซี และเบต้ากลูแคน ที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (จิตรกัญญาและชุติมา, 2559)

4. การตลาดชาข้าว หมายถึง วิธีการที่ใช้ในทางด้านธุรกิจของผลิตภัณฑ์ชาข้าวคุณภาพเพื่อให้ชาข้าวคุณภาพเป็นมีบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ด้วยรูปแบบวิธีการตลาดแบบ 4P และนำเสนอผลิตภัณฑ์ทำให้มีความแปลกใหม่ เนื่องจากเป็นพืชที่ได้มีคุณค่าทางอาหาร และมีกลิ่นที่หอม ทั้งในราคาของสินค้า และสาคุณประโยชน์ที่เพิ่มขึ้น (Thitiwat et al., 2017) ในตัวของสินค้าที่ต่างจากสินค้าอื่น นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวเกิดความพึงพอใจ (ชลธิศ, 2013)

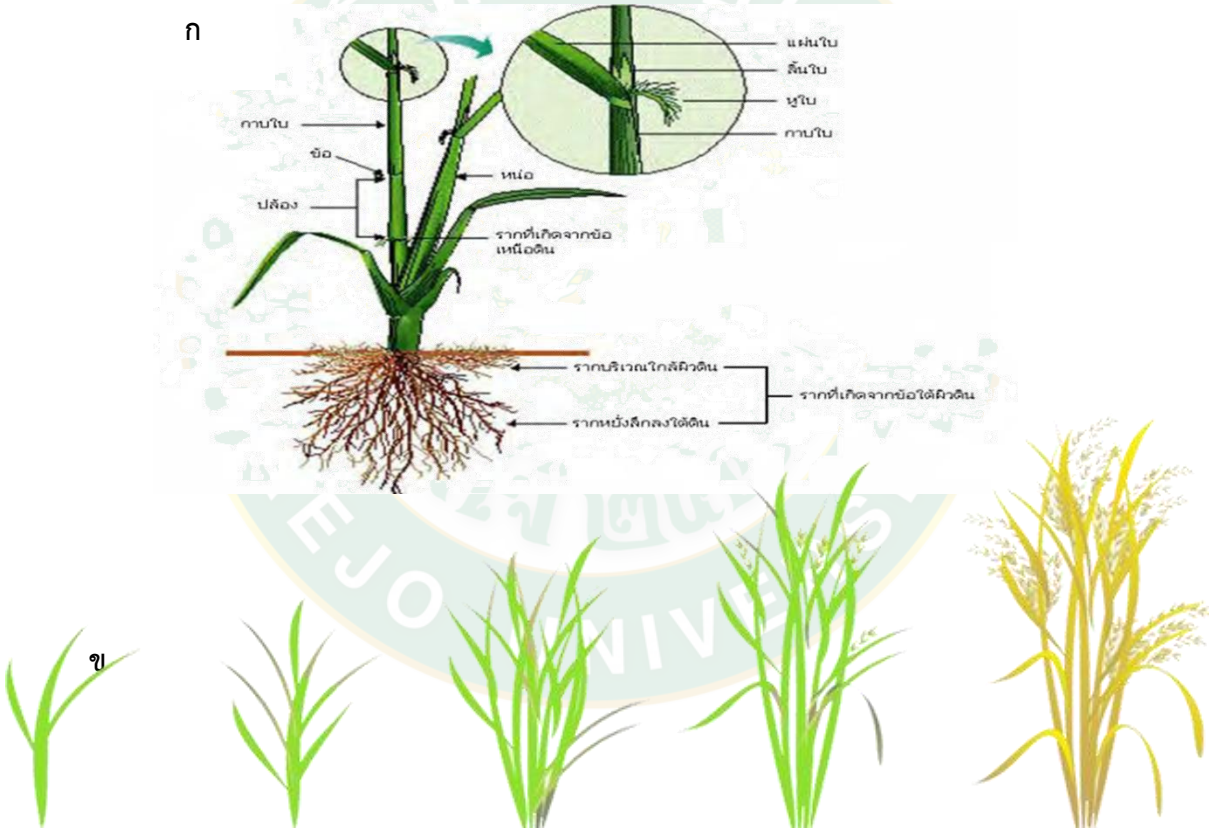
บทที่ 2
ทฤษฎี และการตรวจเอกสาร

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการผลิตข้าวเพื่อการทำชา โดยผลิตแบบไม่ใช้สารเคมี ใช้ดินปลูกจากธรรมชาติที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และทำในระบบอินทรีย์ ซึ่งมีการปลูกภายใต้การใช้แสงเทียมมาช่วยในการเจริญเติบโตของกล้าข้าวให้เป็นชาข้าวคุณภาพ และมีการใช้วิธีการทางตลาดเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่า และเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับข้าว
2. การปลูกแบบควบคุมปัจจัย
3. ชาใบข้าวคุณภาพ และรอบรู้เรื่องของชา
4. ส่วนประสมทางการตลาด 4P สำหรับชาใบข้าวคุณภาพ
5. การทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้เกี่ยวกับข้าว

ข้าวเป็นพืชตระกูลหญ้า (ภาพที่ 2) จัดอยู่ในวงศ์ Poaceae เป็นกลุ่มพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ในสกุล Oryza ข้าวต้นหนึ่ง ๆ สามารถแตกกอได้ถึง 5-15 กอ ใบข้าวมีลักษณะยาวเรียว มีกาบลำต้นไว้ (สมัคร และคณะ, 2552) ข้าวมีการเพาะปลูกโดยทั่วไปนั้นมีการหว่านเมล็ดเพื่อให้ได้เป็นต้นกล้าอายุประมาน 20-28 วัน ก่อนนำไปปักดำ ต้นข้าวเจริญโตจนถึงช่วงอายุของการเก็บเกี่ยวประมาน 90-110 วัน เพื่อไม่ให้สูญเสียปริมาณข้าวควรเก็บเกี่ยวที่ความสุกแก่ที่มีความชื้นประมาน 75 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นค่อยนำไปตากหรือผ่านการบวนการลดความชื้นซึ่งที่พบเห็นกัน และนิยมอย่างมากคือการนำไปตากแดดบนลานกว้าง (สมัคร และคณะ, 2552)



ภาพที่ 2 ลักษณะต้นข้าว ก. สรีระของต้นข้าว (สมัคร และคณะ, 2552)
ข. การเจริญเติบโตทางลำต้นข้าว (กองวิจัย และพัฒนาข้าว, 2559)

1.1 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในใบข้าว

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compounds) คือ สารที่ได้จากสิ่งมีชีวิตที่พบในธรรมชาติทั้งทั้ง สัตว์ และพืช มีผลต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ซึ่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละสิ่งมีชีวิตนั้นๆ และความสามารถในการออกฤทธิ์ของสารนั้นๆ (วรรณฤดี, 2552) ในใบอ่อนของข้าวพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิดที่มีคุณประโยชน์เป็นเหตุที่นำมาศึกษา และเพิ่มความสามารถที่มีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อให้สามารถนำไปสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า การศึกษาในครั้งนี้ได้วิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพดังนี้

1.1.1 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่พบอยู่ในพืช มีหลายชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี ซึ่งมีคุณสมบัติในการสร้างอาหารเพื่อให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ พบอยู่ใน คลอโรพลาสต์ ซึ่ง คลอโรฟิลล์มีหน้าที่สังเคราะห์หรือเปลี่ยนพลังงานแสงที่ได้รับมาให้เป็นสารอาหารจำพวกแป้ง และน้ำตาล (สัณห์, 2551) ช่วยให้ร่างกายมนุษย์ลดความเสี่ยงที่เกิดของมะเร็งตับ เนื้องอกที่เต้านม เพิ่มจำนวน และประสิทธิภาพการทำงานของเม็ดเลือดขาว อีกทั้งยังช่วยขับสารพิษต่างๆ ออกจากร่างกาย (ปลายปี, 2539)

มีงานวิจัยที่นำชาจีน และชาญี่ปุ่น มาวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี พบว่าชาจีนมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 27.85 และ 23.19 มิลลิกรัม / ลิตร ตามลำดับ และชาญี่ปุ่นพบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ 27.93 และ 24.75 ตามลำดับ (สัณห์, 2551)

1.1.2 วิตามิน ซี (Vitamin C)

วิตามินซี มีชื่อทางกรดเคมีว่า (Ascorbic acid) เป็นสารที่สามารถพบได้ในผัก และผลไม้ทั่วไป ซึ่งวิตามินซีสามารถละลายได้ในน้ำ ซึ่งร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสร้างวิตามินซีได้จึงจำเป็นต้องรับประทานอาหารที่มีสารวิตามินซีเข้าไป เนื่องจากวิตามีซีมีประโยชน์ที่ร่างกายต้องการในด้านเช่น เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน และลดภูมิแพ้ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยสร้าง และรักษาสภาพของคอลลาเจน ช่วยบำรุงรักษาผิว ช่วยให้การไหลเวียนของโลหิตดี เป็นต้น (ฉัตรชัย, 2010)

1.1.3 เบต้ากลูเคน (Beta-glucan)

สารที่สามารถเพิ่มภูมิต้านทานให้แก่ร่างกายที่มีสมรรถภาพสูงสุดเท่าที่นักวิทยาศาสตร์พบในปัจจุบันคือ เบต้ากูลแคน ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ พบในผนังเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เบต้ากลูแคนเป็นสารที่มีประโยชน์ และปลอดภัยต่อสุขภาพจึงได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ มีคุณสมบัติเป็นสารที่สามารถกระตุ้นระบบภูมิต้านทานของร่างกาย ใช้รับประทานเพื่อป้องกันโรคติดเชื้อจากเชื้อโรคต่างๆ และช่วยในเรื่องของลดระดับโคเลสเตอรอล เป็นสารต้าน

อนุมูลอิสระ ซึ่งเบต้ากลูแคนมีประโยชน์ที่ดีกว่าสารอื่นๆ ก็คือ ความสามารถในการป้องกัน และบำบัดโรงมะเร็งโดยการกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาว (พัตราพร, 2557) ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำเบต้ากลูแคนจากยีสต์มาใช้ประโยชน์ในการนำมาผสมอาหารต่าง ๆ เช่นเครื่องดื่ม ขนมปังอบ หรือผลิตภัณฑ์จากนม รวมไปถึงพวกอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ

มีงานวิจัยที่พบว่ามีปริมาณสารเบต้ากลูแคนในข้าวสายพันธุ์ดอกมะลิ105 ในเรื่องของการผลิตชาเขียวที่ได้จากข้าวหอมมะลิ พบปริมาณสารเบต้ากลูแคน 4.01-4.16 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (กฤษณา และคณะ, 2551)

1.1.4 โปรตีน (Protein)

โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตเนื่องจากเป็นโครงสร้างของเซลล์สิ่งมีชีวิต เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ ประกอบด้วยหน่วยย่อยคือกรดอะมิโนเชื่อมต่อกัน (เกียรติศักดิ์ และบูรฉัตร, 2557) ซึ่งโปรตีนสามารถพบได้ในเนื้อสัตว์ ไข่ และนม และในพืชเช่น ข้าวสาลี, ถั่วเหลือง ส่วนอาหารอื่นๆ จะพบในปริมาณสัดส่วนที่มีน้อย ในข้าวพบปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกันตามแต่ละสายพันธุ์ของข้าว (รัชนี และสุรพงษ์, 2555) มีประโยชน์อย่างมากช่วยในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และเสริมสร้างกล้ามเนื้อให้แข็งแรง ซ่อมแซมส่วนสึกหรอให้แก่ร่างกาย

1.1.5 เทนนิน (Tannin)

สารแทนนินเป็นสารในกลุ่มโพลีฟีนอล พบได้มากในพืชผักผลไม้ที่มีรดฝาด ซึ่งในใบชาแห้งจะพบสารแทนนินอยู่มากร้อยละ 20-30 ของน้ำหนัก ซึ่งในเรื่องประโยชน์นั้นสารแทนนินมีคุณค่าทางอาหารที่ต่ำมาก (นิศารัตน์, 2559) แม้ว่าสารแทนนินบางชนิดจะสามารถช่วยยับยั้งต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง ช่วยบรรเทาอาการท้องเสีย สารแทนนินนี้จะออกมาในปริมาณที่มากถ้าหากมีการต้มชาหรือมีชงชาแล้วปล่อยชาอยู่ในน้ำร้อนนานเกินไป จะทำให้สารแทนนินนี้ออกมาในปริมาณที่มาก และจะทำให้รสชาติของน้ำชามีความฝาดมาก แต่ยังมีวิธีการสกัดความฝาดของสารแทนนินที่ออกมาในปริมาณมากได้ เนื่องจากผู้บริโภคบางท่านต้องการความเข้มข้นที่ได้จากน้ำชาที่สุด จึงมีงานวิจัยพบว่าการเติมครีมเทียมหรือนมสดลงไปผสมจะช่วยยับยั้ง และลดความฝาดของสารแทนนินที่อยู่ในน้ำชาได้ดี (สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2542) แต่ถ้าหากบริโภคชาที่มีสารจำนวนนี้ในปริมากที่มาก และในขณะที่ท้องว่าง จะทำให้เกิดอาการท้องผูกได้เช่นกัน (พนิดา และคณะ, 2015) ซึ่งในการผลิตชาใบข้าวได้มีการตรวจวัดหาสารแทนนิน เพื่อวัดหาความฝาดในการทดสอบความพึงพอใจด้านรสชาติ

1.1.6 คาเฟอิน (Caffein)

เป็นสารกระตุ้นประสาทพบอยู่ในพืช อยู่ในชนิดของสารอัลคาลอย์กลุ่มพิวรีน คาเฟอินนี้เป็นสารที่มีสีขาว และให้รสขม ซึ่งที่เห็นกันได้บ่อยคือ กาแฟ โกโก้ และชา เป็นต้น ซึ่งพบว่าสารจำพวกคาเฟอินมีอยู่ในชาจีนประมาณร้อยละ 0.9-5 โดยน้ำหนัก และพบว่าน้ำชาทั่วไปมีปริมาณคาเฟอินอยู่

ที่ 30 มิลลิกรัม / ลิตร (ชุติภัสร์,2009) ซึ่งในยอดใบชาสดทั่วไปนั้นปริมาณคาเฟอินจะมีมากกว่าในใบชาแก่ นอกจากสารประเภทคาเฟอินนี้จะในอาหารจำพวกชา และกาแฟเป็นหลัก ๆ แล้ว ในกลุ่มอาหารของมนุษย์ที่บริโภคกันทั่วไปก็มีปริมาณคาเฟอินมากอยู่เช่นกัน เพียงแต่ไม่ได้มีการนำมาคิดในแง่ของวิชาการกันมากนัก เช่น เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม ช็อกโกแลต และกลุ่มเครื่องดื่มชูกำลัง แต่อย่างไรก็ดีเครื่องดื่มประเภทชาเขียวก็ยังมีปริมาณของสารคาเฟอินนี้ที่น้อยกว่ากาแฟอยู่ในปริมาณที่มาก จึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ที่ไม่ชอบดื่มกาแฟ หรือผู้ที่ถูกจำกัดปริมาณสารคาเฟอินต่อวัน สารชนิดนี้มีทั้งผลดี และผลเสียต่อร่างกายโดยผลดีคือสามารถกระตุ้นให้ สมองสดชื่น แจ่มใส หายง่วง เนื่องจากกาเฟอีนมีฤทธิ์กระตุ้นประสาท เพิ่มการเผาผลาญ เพิ่มการทำงานของหัวใจ และไต ช่วยย่อยอาหารเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตได้ ส่วนผลเสียก็คือ ผู้ป่วยโรคหัวใจไม่ควรบริโภคอาหารที่มีคาเฟอินเป็นองค์ประกอบอยู่ เนื่องจากคาเฟอินมีคุณสมบัติในการกระตุ้นประสาท และบีบหัวใจ (สัณห์, ม.ป.ป.) โดยสารคาเฟอินนี้จะเข้าไปเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด และคลอเรสเตอรอล ผู้ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน และความดันสูง บุคคลทั่วไปไม่ควรบริโภคเกินปริมาณวันละ 20 มิลลิกรัม แต่ถ้าเมื่อได้รับในปริมาณที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัม จะทำให้ความดันโลหิตเพิ่ม หัวใจเต้นผิดปกติ แต่ผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืด สารนี้กลับช่วยให้ขยายหลอดลมเพื่อลดอาหารหอบหืดได้ (ชุติภัสร์, 2009) ซึ่งในการผลิตชาใบข้าวได้มีการตรวจวัดหาสารกาเฟอินในใบอ่อน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวคุณภาพเมื่อเทียบกับปริมาณคาเฟอินที่พบในชาจีน

1.2 ชนิดของข้าว

แบ่งตามระบบนิเวศของลักษณะการปลูกข้าวได้คือ ปริมาณอมิโลสที่อยู่แป้งของข้าว และการตอบสนองของช่วงแสง

1. ปริมาณอมิโลส คือกลูโคสที่รวมตัวกัน ซึ่งจะพบปริมาณอมิโลสในข้าว 0-34% ซึ่งความมากน้อยมีผลต่อความร่วน และเหนียวของชนิดข้าวเวลาหุงสุก จำแนกออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

   - ข้าวเหนียว พบว่ามีอมิโลสอยู่ 0-9% ซึ่งเวลาหุงสุกแล้วจะมีความเหนียวมาก
   - ข้าวที่มีอมิโลสต่ำ จะมีปริมาณออยู่ที่ 10-19% ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นข้าวเจ้าที่มักจะมีความเหนียว นุ่ม เมื่อหุงสุกจะมีความแฉะหรือเละง่าย
   - ข้าวที่มีอมิโลสในระดับปานกลาง ซึ่งจะมีปริมาณอยู่ที่ 20-25% มักจะเป็นข้าวเจ้าเช่นกัน แต่ว่าจะมีความแข็งที่มากกว่า เมื่อหุงเสร็จแล้วตัวเมล็ดข้าวจะมีลักษณะค่อนข้างอ่อน
   - ข้าวที่มีอมิโลสปริมาณสูง จะอยู่ในช่วง 25% ขึ้นไป ซึ่งข้าวชนิดนี้จะมีความแข็งมากกว่าชนิดที่กล่าวมาทั้งหมด เมื่อหุงเสร็จจะมีความความแข็งร่วน

2. การตอบสนองของช่วงแสง แบ่งเป็นข้าวไวต่อช่วงแสง และไม่ไม่ต่อช่วงแสงดังนี้

- ข้าวไวต่อช่วงแสง เป็นข้าวชนิดที่ต้องการแสงอยู่ในช่วงระยะเวลาที่สั้นกว่า 12 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อให้การสร้างช่อดอกได้มีประสิทธิภาพ
- ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง อิทธิพลของแสงจะไม่มีผลต่อการสร้างช่อดอก ซึ่งข้าวสายพันธุ์เหล่านี้มักจะออกดอกตามช่วงอายุของมัน ไม่ว่าจะปลูกช่วงใดหรือฤดูใดก็ตาม

(สมัคร และคณะ, 2552)

1.3 พันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกในพื้นที่ประเทศไทยนั้นมีหลากหลายแตกต่างกันไป ซึ่งเกิดขึ้นจากการวิวัฒนาการ ไปตามสภาพภูมิศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ ทั้งยังตามสภาพสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรม ตลอดจนวิถีชีวิตของคนในพื้นที่ พันธุ์ข้าวที่มีอยู่โดยทั่วไปนั้น อาจแบ่งกลุ่มๆ ได้ดังนี้ (สมัคร และคณะ, 2552)

- พันธุ์ข้าวโบราณ เป็นพันธุ์ข้าวที่ยังคงมีลักษณะทางสรีระข้าวเดิมอยู่ และสามารถพบได้ตามป่า
- พันธุ์ข้าวลักษณะพิเศษ เป็นกลุ่มพันธุ์ข้าวที่มีการปรับปรุงขึ้นเช่น ต้านทานโรค แมลง ให้ผลผลิตดี เป็นต้น
- พันธุ์ข้าวที่เลิกปลูกแล้ว เป็นพันธุ์ข้าวเดิมทีนิยมปลูกกันอย่างกว้างขวาง แต่ปัจจุบันเลิกปลูกกันไปแล้ว
- พันธุ์ข้าวที่ปลูกเฉพาะถิ่น เป็นพันธุ์พื้นเมืองที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์สามารถพบได้ตามพื้นที่นั้น ๆ
- พันธุ์ข้าวปลูกเป็นการค้า เป็นพันธุ์ข้าวที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้ว มีเมล็ดสวยดี มีคุณภาพ นิยมใช้ส่งออกเพื่อบริโภค
- พันธุ์ข้าวให้ผลผลิตสูง เป็นกลุ่มพันธุ์ข้าวที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดี มีปริมาณมาก

สีของเมล็ดข้าว (seed color) สีของเมล็ดข้าวที่ปรากฏออกมาให้เห็นนั้น จะขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของข้าว รวมไปถึงอายุด้วย สีของเมล็ดที่เราพบเห็นได้จากภายนอกนั้น ส่วนใหญ่แล้วเกิดการเปลือกหุ้มของเมล็ด ฉะนั้นเมล็ดข้าวแม้จะสายพันธุ์เดียวกัน แต่ถ้าหากมีเมล็ดที่มีสีแตกต่างกันก็จะทำให้คุณภาพของเมล็ดนั้นแตกต่างกันไปด้วย (สมัคร และคณะ, 2552) (ดังภาพที่ 3) จะมีผลในการวิจัยที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านหาคุณสมบัติหรือวิเคราะห์คุณภาพของเมล็ด (สุพัตรา, 2546)

ภาพที่ 3 สีของเมล็ดข้าว (กองวิจัย และพัฒนาข้าว, 2559)

ในการทดลองครั้งนี้ได้นำพันธุ์ข้าวที่จากต่างถิ่นมาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบกัน ทั้งในด้านของสารพฤษเคมีนำมาสู่การผลิตชาคุณภาพ และการเจริญเติบโตของแต่ละสายพันธุ์โดยที่ มีการปลูก และดูแลตลอดจนควบคุมปัจจัยที่เหมือน ซึ่งได้เลือกใช้สายพันธุ์ข้าวทั้งหมด 6 สายพันธุ์ ในการทดลองครั้งนี้ โดยข้าวแต่ละสายพันธุ์มาจากต่างถิ่น และเป็นข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูก และประชากรนิยมบริโภค ซึ่งเหตุผลหลักในการคัดเลือกสายพันธุ์ก็คือ เป็นข้าวสายพันธุ์ที่มีชื่อเสียงแต่ละท้องถิ่นสะดวกหาได้ง่าย ซึ่งมีทั้งสายพันธุ์ที่เป็นข้าวเหนียว และข้าวเจ้าแบ่งเป็นมีสายพันธุ์ที่มีเมล็ดมีสี และสายพันธุ์ที่เมล็ดไม่มีสี ประกอบไปด้วยสายพันธุ์ทั้ง 6 (ตารางที่ 1) ดังนี้

1. สายพันธุ์เมล็ดไม่มีสี 3 พันธุ์
    - ข้าวกข10 (RD10)
    - ข้าวปทุมธานี 1 หรือ Thai Pathumthani Fragrant (TPFR)
    - ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105)
2. สายพันธุ์เมล็ดที่มีสี 3 พันธุ์
    - ทับทิมชุมแพ (RD69)
    - หอมนิล Black Jasmine Rice (BJR)
    - เหนียวดำ Black Gluten Rice (BGR)

1.3.1 สายพันธุ์เมล็ดไม่มีสี

1) ข้าวกข10 (RD10)

ข้าวเหนียวกข10 เป็นข้าวที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาโดยการอาบรังสีนิวตรอน ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติภาพประเทศไทย ซึ่งแรกเริ่มได้ทำการปลูกทดลองจากสถานีทดลองข้าวบางเขน โดยทั่วไปจะปลูกกันในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบริเวณในเขตชลประทานที่มีการควบคุมระดับของน้ำ

ลักษณะทั่วไป

1. เป็นข้าวเหนียวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้ทั้งนาปี และนาปรัง
2. มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วัน
3. มีลำต้นเตี้ย สีของลำต้นเขียวเข้ม และใบค่อนข้างกว้าง

ข้อดี

1. เมล็ดยาวเรียวไม่ร่วงง่าย ให้ผลผลิตดีปริมาณเยอะ
2. สามารถหุงต้ม และรับประทานได้ดี คุณภาพเมล็ดเมื่อหุงมีความเหนียวนุ่ม น่ารับประทาน

(ภาพที่ 6) เมล็ดข้าวกข10 (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี)

ข้อจำกัด

1. ลำต้นมีความอ่อนล้มง่าย
2. ความสามารถในการต้านทานโรคใบไหม้ และแมลงน้อย

(สมัคร และคณะ, 2552)

2) ข้าวปทุมธานี 1 (Thai Pathumthani Fragrant), TPFR

ข้าวปทุมธานี1 หรือมีอีกชื่อนิยมเรียกกันติดปากว่าข้าวหอมปทุมเนื่องจากมีกลิ่นที่หอม ประวัติสายพันธุ์ได้รับการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ BKNA6-18-3-2 (พันธุ์แม่) กับสายพันธุ์ PTT8506-86-3-2-1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ลักษณะเมล็ดข้าวจะคล้ายกับข้าวดอกมะลิ105 เมื่อนำมาหุงสุกเมล็ดข้าวจะมีความเหนียวนุ่ม และหอม นิยมปลูกกันในพื้นที่ภาคกลางแถบเขตชลประทาน

ลักษณะทั่วไป

1. เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง สามารถปลูกได้ตลอดปี
2. อายุเก็บเกี่ยวประมาน 105-125 วัน
3. ทรงกอตั้งตรง ลำต้นมีสีเขียวหม่น
4. พบว่ามีปริมาณอมิโลสอยู่ที่ 15-19%

ข้อดี

1. ต้านทานโรค และแมลงบางชนิดได้ดี
2. เมล็ดข้าวมีความหอมนุ่มเมื่อนำมาหุง
3. ลักษณะคุณภาพเมล็ดคล้ายกับดอกมะลิ105

ข้อจำกัด

1. ความสามารถในการต้านทานโรคใบหงิก และเพลี้ยจักจั่นได้น้อย
2. ในการปลูกข้าวสายพันธุ์นี้ไม่ต้องการธาตุไนโตรเจนมาก จึงต้องให้ในปุ๋ยที่มีในปริมาณธาตุไนโตรเจนที่เหมาะสม (ธีรพร, 2543)

3) ข้าวดอกมะลิ 105 (KDM105)

ข้าวดอกมะลิ 105 หรือที่เรียกติดปากกัน ข้าวดอกมะลิ 105 เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางมากในประเทศไทย ซึ่งเป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีชื่อเสียงอย่างมากที่ทางกรมวิชาการเกษตรได้คิดค้น และพัฒนา และประสบผมสำเร็จถึงระดับโลก ซึ่งข้าวดอกมะลิ 105 นี้เดิมทีเป็นพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดฉะเชิงเทรา ได้มีการนำมาปลูกทดสอบ จำนวน 199 รวง และผลที่ได้คือ ข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองรวงที่ 105 นั้นมีความพิเศษมากกว่ารวงอื่น ๆ คือ เมื่อเก็บเกี่ยวเมล็ด และนำมาหุงนั้น มีกลิ่นที่หอม และเมล็ดอ่อนนุ่มมาก จากนั้นจึงได้มีการปรับปรุงพันธุ์ให้บริสุทธิ์มากขึ้นตามหลักของวิชาการ และเป็นที่มาของชื่อสายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 โดยพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การปลูกข้าวสายพันธุ์นี้ได้แก่ พื้นที่แถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือตอนล่าง

ลักษณะทั่วไป

1.เป็นข้าวเจ้าที่มีความไวต่อช่วงแสง

2. ปกติแล้วจะปลูกในช่วงปลายฤดูฝนต้นฤดูหนาว

3. กอข้าวมีความสูงประมาน 140-150 เซนติเมตร ตามมาตรฐาน

4. เมล็ดข้าวเปลือกของดอกมะลิ105 จะมีลักษณะก้นงอน เมล็ดยาวเรียว และมีสีฟาง

ข้อดี

1. เมื่อนำมาประกอบอาหารหุงสุก เมล็ดข้าวจะมีกลิ่นที่หอมมาก และมีความอ่อนนุ่มชวนให้น่ารับประทาน

2. ต้นข้าวมีความทนต่อสภาพดินทั้งเค็ม และเปรี้ยว อีกทั้งยังทนแล้งได้ดี

3. เมล็ดข้าวจะมีความใสเมื่อผ่านการขัดสี และนวดง่าย

4. เนื่องจากคุณสมบัติที่กล่าวมาจึงให้เป็นที่ต้องการของตลาด และมีราคาขายดี

ข้อจำกัด

1. เป็นโรคได้ง่าย ไม่ค่อยมีความแข็งแรงทนทานต่อโรค และแมลง
2. ต้นข้าวมีความอ่อน และล้มง่าย (วิไลภรณ์, ม.ป.ป.)

1.3.2 สายพันธุ์เมล็ดที่มีสี 3 พันธุ์

1) ข้าวทับทิมชุมแพ (RD69)

ข้าวทับทิมชุมแพเป็นข้าวที่ผสมพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าดอกมะลิ105 กับข้าวเจ้าสังข์หยดจากแดนใต้ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง เป็นผลงานของศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ จังหวัดขอนแก่น พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ปลูกบริเวณพื้นที่ที่มีนาชลประทาน และสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี เมื่อหุงสุกเมล็ดมีสีแดงใสคล้ายสีทับทิม มีความหอม และน่ารับประทาน

ลักษณะทั่วไป

1. เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาน 135 วัน
2. ลำต้นค่อนข้างแข็ง ใบสีเขียวเข้ม
3. มีปริมาณอมิโลสต่ำ ประมาณ 12.63%

ข้อดี

1. คุณภาพทางเมล็ด และกายภาพดี มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง
2. คุณภาพเมล็ดหลังหุงต้มรับประทานดี

ข้อจำกัด

1. ควรปลูกให้ห่างจากแปลงปลูกข้าวพันธุ์อื่น
2. ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคใบไหม้

2) ข้าวหอมนิล (Black Jasmine Rice) BJR

ข้าวหอมนิลเป็นข้าวที่ได้รับการคัดเลือก และพัฒนาจนได้เมล็ดข้าวที่มีสีม่วงเข้ม ถูกพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อนำมาหุงเมล็ดจะมีความหอมนุ่ม มีสีออกม่วงอ่อน ข้าวหอมนิลมีปริมาณอมิโลสที่ 12.5% นอกจากนี้ข้าวชนิดนี้ยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงด้วย

ลักษณะทั่วไป

1. ข้าวหอมนิลเป็นข้าวไม่ไวแสง มีอายุสั้น สามารถปลูกได้ถึง 3 ครั้งต่อปี
2. ลำต้นเตี้ย แตกกอดี และยังอายุสั้นเพียง 90 วัน
3. เมล็ดมีสีม่วงเข้ม รูปร่างใหญ่ ยาวเรียว

ข้อดี

1. สามารถปลูกได้ตลอดปี หากมีการดุแลจัดการที่ดีจะให้ผลผลิตดีกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ
2. เป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการโปรตีนสูง มีสารต้านอนุมูลอิสระจำพวก แอนโทไซยานิน

ข้อจำกัด

1. ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง ที่เป็นโรคหลัก ๆ ที่เกิดขึ้นในข้าว
2. ไม่ต้านทานแมลง และศัตรูข้าวทั่ว ๆ ไป

(สมัคร และคณะ, 2552)

3) ข้าวเหนียวดำ (Black Gluten Rice), BGR

ข้าวเหนียวดำหรือที่มักเรียกตามภาษาพื้นบ้านว่า ข้าวก่ำ เป็นข้าวพื้นเมืองของภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเมล็ดจะมีสีแดงคล้ำหรือดำ จัดเป็นข้าวเหนียวที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย นิยมปลูกร่วมกันในนาข้าวกับข้าวชนิดอื่น เพื่อความหลากหลาย ในอดีตเคยใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคท้องร่วง และโรคโรหิต และการตกเลือดในสตรีหลังมีครรภ์ ในปัจจุบันมีงานวิจัยต่าง ๆ ที่นำข้าวเหนียวดำมาสกัดสารคุณประโยชน์ต่าง ๆ หรือมาสร้างผลิตภัณฑ์ในเชิงการค้ามากมาย (พัตราพร, 2557)

ลักษณะทั่วไป

1. เป็นข้าวเหนียวที่ไวต่อช่วงแสง นิยมปลูกกันในช่วงฤดูนาปี
2. มีลำต้นเตี้ย และอายุสั้น
3. เมล็ดมีสีดำ, สีแดงคล้ำ หรือม่วงเข้ม

ข้อดี

1. มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ
2. เมื่อนำไปหุงสุก จะมีกลิ่นหอม ลักษณะเนื้อสัมผัสจะเคี้ยวกรุบ หนึบ นุ่มภายใน
3. เป็นยารักษาโรคต่าง ๆ ได้ดี ปัจจุบันนิยมไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เชิงการค้า
4. ลำต้นมีความแข็งเนื่องจากเป็นปล้อง ๆ ไม่ล้มง่าย เจริญเติบโตได้ดี แทบในทุกสภาพพื้นที่มีความสามารถในการทนแล้งดี

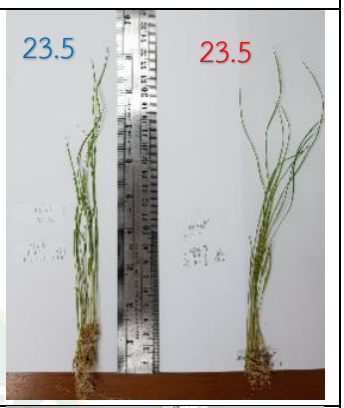
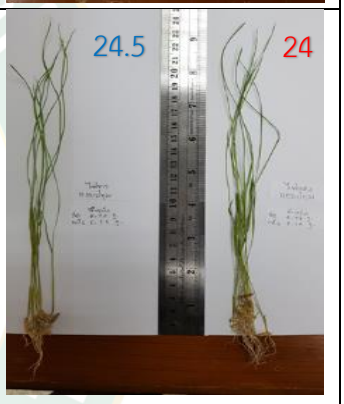
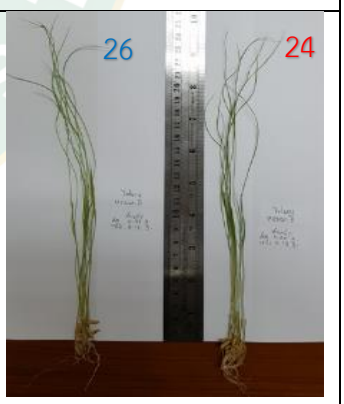
ข้อจำกัด

1. ในประเทศไทยไม่นิยมปลูกกันมากเท่าที่ควร เนื่องจากไม่ได้เป็นพันธุ์ข้าวที่ใช้บริโภคเป็นอาหารหลัก
2. ลำต้นมีความอ่อน และล้มได้ง่าย

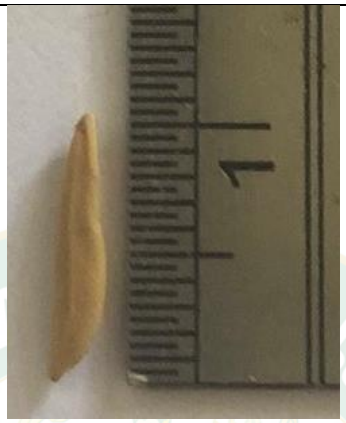
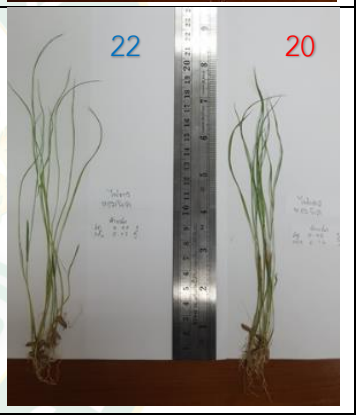
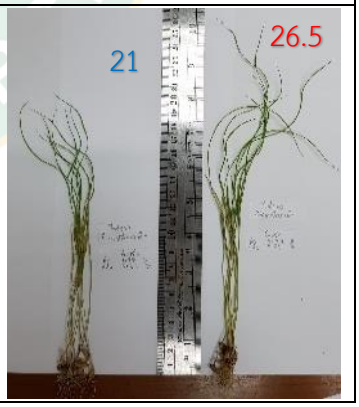
(จรัญจิต และสุวัฒน์, 2552)

ตารางที่ 1 ลักษณะเมล็ด และต้นข้าวอายุ 11 วัน (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 18/5/2560)

ต้นข้าวภายใต้ไฟขาว และ ต้นข้าวภายใต้ไฟแดง

พันธุ์ข้าว สายพันธุ์ไม่มีสี	เมล็ดข้าว	ต้นอ่อนอายุ 14 วัน (cm.)
ข้าวกข 10 (RD10)		
ข้าวปทุมธานี 1 (TPFR)		
ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105)		

ตารางที่ 1 (ต่อ) ลักษณะเมล็ด และต้นข้าวอายุ 11 วัน (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 18/5/2560) ต้นข้าวภายใต้ไฟขาว และ ต้นข้าวภายใต้ไฟแดง

พันธุ์ข้าว สายพันธุ์มีสี	เมล็ดข้าว	ต้นอ่อนอายุ 14 วัน
ทับทิมชุมแพ (RD 69)		
หอมนิล (BJR)		
เหนียวดำ (BGR)		

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิต และส่งออกข้าวเป็นอันดับต้นๆ ของโลกซึ่งปริมาณการส่งออกข้าวไทย ปัจจุบันมูลค่ากว่า 6 หมื่นล้านบาทต่อปี (สมัคร และคณะ, 2552) ในการปลูกข้าวในพื้นที่ขนาดเล็กเพื่อง่ายต่อการดูแล ซึ่งการปลูกข้าวในพื้นที่ใหญ่หลังจากที่ปักชำกล้าแล้วต้องได้ระยะการปลูกของข้าวที่เหมาะสม เพื่อการแตกกอเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ระยะที่เหมาะสมคือ 25x25 เซนติเมตร และควรมีปริมาณน้ำเหนือหน้าดินประมาน 5-10 เซนติเมตร ซึ่งต้องใช้การดูแลให้ทั่วถึง หากไม่ทั่วถึงก็จะได้การดูแลแบบหยาบๆ หรืออาจใช้วิธีที่ช่วยในการดูแลโดยการพึ่งพาสารเคมีเข้าช่วยเพื่อป้องกันโรค แมลง และช่วยในการเจริญเติบโต (สมัคร และคณะ, 2552)

ข้าวมีหลากหลายสายพันธุ์ ซึ่งในประเทศไทยนั้นมีสายพันธุ์ข้าวเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้แต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันในทางสรีระวิทยา และทางวิทยาศาสตร์เคมี ซึ่งความแตกต่างของแต่ละสายพันธุ์นี้ สามารถแยกแยะออกได้จากตั้งแต่การเป็นเมล็ดข้าว ซึ่งความแตกต่างนั้นบางสายพันธุ์สามารถแยกแยะกันได้อย่างชัดเจน ด้วยความสูงของเมล็ด ความเพรียว เรียว บาง รวมไปถึงรูปร่างอ้วนกลม และสีของเมล็ด แต่ก็มีบางสายพันธุ์ที่ลักษณะหน้าตาคล้ายคลึงกันมากทำให้แยกแยะออกได้ยาก เนื่องจากอาจมีพันธุกรรมแต่เดิมคล้ายคลึงกัน

ฉะนั้นแล้วในการผลิตชาใบข้าวในช่วงต้นอ่อนข้าวเพื่อที่จะให้ใบข้าวมีคุณภาพจึงใช้การดูแลเป็นพิเศษแบบควบคุมปัจจัยในพื้นที่ระบบกึ่งปิดเพื่อง่ายต่อการดูแล และมีการใช้พื้นที่น้อยต่อการเพาะปลูก เพื่อต้องการสร้างมูลค่าของใบชาข้าว

2. การปลูกข้าวแบบควบคุมปัจจัย

2.1 ปลูกแบบไม่ใช้สารเคมี

ปลูกแบบไม่ใช้สารเคมีหรือที่รู้จักกันคือปลูกระบบอินทรีย์ ซึ่งในประเทศไทยปัจจุบันนิยมปลูกข้าวอินทรีย์กันอย่างมากขึ้น ซึ่งในการปลูกข้าวอินทรีย์นั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของการปลูกเป็นอย่างมาก เนื่องจากการปลูกข้าวปลูกเป็นบริเวณกว้างยากต่อการดูแลรักษา เพื่อที่จะลดต้นทุนการผลิตในการทำข้าวแบบอินทรีย์จึงต้องมีการศึกษาสภาพพื้นที่ปลูกว่า พื้นที่ที่ใช้ปลูกมีปริมาณแร่ธาตุในพื้นที่มากน้อยอย่างไร แหล่งน้ำที่ใช้ปลอดภัยจากสารพิษหรือไม่ และปุ๋ยที่ใช้ควรเป็นส่วนประกอบที่ได้มาจากธรรมชาติ ทั้งนี้อาจมีการใช้ร่วมกับการทำวิธีเขตกรรมเพื่อการป้องกันโรคและแมลง มีการพึ่งพาธรรมชาติในการเข้าช่วยการป้องกัน (สุขวิทย์, 2011) ข้าวอินทรีย์ในประเทศไทยส่วนใหญ่จำหน่ายไปยังตลาดต่างประเทศโดยเฉพาะในแถบยุโรป ซึ่งราคาของข้าวเปลือกอินทรีย์จะมีราคาสูงกว่าข้าวเปลือกทั่วไปมีหลักการผลิตดังนี้

2.1.1 การเลือกพื้นที่ปลูก

พื้นที่ต้องมีขนาดติดต่อกัน มีความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติ ซึ่งก่อนการปลูกจำเป็นต้องตรวจสอบหาปริมาณแร่ธาตุในดิน และน้ำที่ใช้ปลูกเพื่อให้ข้าวที่ปลูกนั้นได้รับปริมาณธาตุอาหารในการเติบโตอย่างเพียงพอ มีแหล่งน้ำเพาะปลูกที่เพียงพอ ซึ่งพื้นที่ในการปลูกไม่ควรเป็นพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีปริมาณมากมากก่อน

2.1.2 การเลือกใช้พันธุ์ข้าว

พันธุ์ที่นำมาใช้ควรมีคุณสมบัติการเจริญเติบโตให้เหมาะสมตรงกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ที่ปลูก และต้องได้ผลผลิตดีแม้การเจริญเติบโตในสภาพดินที่ค่อนข้างมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนทานต่อโรคแมลง

2.1.3 การเตรียมดิน และปลูก

ดินที่ใช้ควรมีการกำจัดวัชพืช และศัตรูพืชก่อนการไถ ซึ่งสามารถเตรียมดินได้ด้วยการไถดะไถแปร และทำเทือก ซึ่งการปลูกข้าวอินทรีย์ในพื้นที่นั้น การทำเทือกจะให้ผลดีที่สุดเพราะจะช่วยรักษาระดับน้ำที่ขังในนา จะช่วยควบคุมวัชพืชได้ กล้าที่ใช้ควรมีอายุ 30 วัน ระยะการปลูกข้าวอินทรีย์ควรใช้ระยะปลูกที่ 20x20 เซนติเมตรซึ่งน้อยกว่าระยะปลูกข้าวทั่วไป จำนวนกล้าที่ใช้ปลูกควร 5 ต้นกล้าต่อหลุม

2.1.4 การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การปลูกข้าวอินทรีย์ต้องหลักเลี่ยงการใช้ปุ๋ยหรือสารเคมีใดๆ ดังนั้นดินที่ปลูกจึงต้องมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ การจัดการในดินก่อนปลูกควรมีการเพิ่มอินทรียวัตถุโดยการปลูกพืชตระกูลถั่วก่อนการปลูกหรือปลูกไปพร้อมกับข้าวในบริเวณที่ว่างตามพื้นที่นา การใช้ปุ๋ยซึ่งปุ๋ยที่นำมาใช้ควรมาจากธรรมชาติเช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด หรือปุ๋ยหมัก

2.1.5 การป้องกันศัตรูพืช

หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีทุกชนิด ต้องหาวิธีการป้องกัน และจัดการที่เหมาะสมแต่ละสาเหตุไป หากเป็นวัชพืชอาจมีการใช้พืชหรือวัสดุคลุมดินเพื่อป้องกันการงอก มีการทำวิธีเขตกรรมปลูกพืชหมุนเวียนลดสาเหตุของการก่อโรค ใช้แมลงตัวห้ำตัวเบียน เข้าช่วยในการกำจัดแมลง ใช้พืชที่มีกลิ่นแรงเช่น สะเดา ใช้วิธีกลกับดักล่อแมลง กาวเหนียวต่างๆ

2.1.6 การจัดการน้ำ

ระดับน้ำในช่วงของการปลูกควรรักษาระดับให้อยู่ที่ 5-10 เซนติเมตร หากสูงหรือต่ำกว่านี้อาจทำให้ต้นข้าวตายได้ ก่อนการเก็บเกี่ยว 7-10 วัน ระบายน้ำออกเพื่อให้ข้าวสุกแก่พร้อมกัน และให้ระยะเวลาของพื้นที่นาแห้งง่ายต่อการเก็บเกี่ยว

2.1.7 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวข้าวที่ประมาณความสุก 75 เปอร์เซ็นต์ เพื่อลดความเสียหายทางปริมาณที่ได้จากต้น จากนั้นนำเมล็ดข้าวไปลดความชื้นโดยการจากแดด เพื่อให้ง่ายแหละเหมาะสมต่อการเก็บรักษาต่อไป ควรมีการเก็บในภาชนะที่ดีมิดชิด เก็บในยุ้งฉางที่มีการป้องกันโรค และแมลง มีอุณหภูมิของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

2.2 การใช้แสงเทียม

พืชได้ใช้แสงแดดเพื่อใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นขบวนการที่ก่อให้เกิดแป้ง และน้ำตาลแก่พืช ช่วยให้เกิดการเจริญเติบโตของพืช การออกดอก แสงสีขาวที่ตามนุษย์มองเห็น เป็นแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 400-800 นาโนเมตร ขณะที่พืชสามารถดูดกลืนแสงได้มากเป็นพิเศษที่ 2 ช่วงความยาวคลื่นคือ แสงช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 400-500 นาโนเมตร ซึ่งประกอบด้วยแสงสีม่วง สีน้ำเงิน และสีเขียว กับแสงสีแดงที่มีความยาวช่วงคลื่นระหว่าง 600-800 นาโนเมตร โดยแสงสีแดงเป็นแสงที่พืชสามารถดูดกลืนไว้ได้มากที่สุด และมีอิทธิพลต่อการออกดอกของพืชด้วย (สังคม, ม.ป.ป) ทั้งนี้พืชแต่ละชนิด และสายพันธุ์จะตอบสนองต่อช่วงความยาวคลื่นแสงแตกต่างกัน

ปัจจุบันมนุษย์สามารถสร้างแสงสว่างที่ใช้ในการผลิตพืชได้เหมือนแสงอาทิตย์ คือ หลอดไฟ ซึ่งหลอดไฟนี้จะให้พลังงานแสงเทียมที่เหมือนกับพลังงานจากแสงอาทิตย์ มีงานวิจัยว่าแสงเทียมจากหลอดที่ได้มีความยาวคลื่นแตกต่างกันตามชนิดของหลอดไฟที่ประดิษฐ์ขึ้น ซึ่งย่านสีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับสารที่ฉาบภายในหลอดไฟ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับความต้องการของแสงของพืชได้ ซึ่งหลอดไฟเทียมพวกนี้มักใช้ในการผลิตพืชที่มีช่วงอายุวันเกี่ยวข้องกับเรื่องของแสง หรือการผลิตพืชแบบมีพื้นที่การปลูกจำกัด หรือมีการบังคับให้พืชได้รับแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในตัวของพืช (อนนท์ และคณะ, 2555) โดยหลอดไฟเทียมแบ่งตามชนิดได้ดังนี้

2.2.1 หลอดไฟ Incandescent

เป็นหลอดไฟที่เราใช้กันทั่วไปอยู่ในหลอดแก้ว พลังงานของแสงที่ได้จากหลอดไฟชนิดนี้จะอยู่ในรูปของความร้อน ซึ่งคุณภาพแสงที่เปล่งออกมาให้แก่พืชนั้นมีคุณภาพแย่มากๆ

2.2.2 หลอดไฟ Halogen

เป็นหลอดไฟที่จัดในประเภทแสงเดียวกับหลอดธรรมดา จะส่งพลังงานความร้อนออกมา หลอดจำพวกนี้จะเปล่งแสงไปย่านสีแดง มีคุณสมบัติแสงสีเหมาะสมกับพืชมากกว่า

2.2.3 หลอดไฟ Fluorescent

ปัจจุบันเป็นหลอดไฟที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพง ประสิทธิภาพดีกว่าหลอดธรรมดาถึง 4 เท่า ใช้เพื่อให้แสงสว่างในบ้าน ที่ทำงานหรือโรงงาน หลอดไฟชนิดนี้จะเปล่งแสงออกมาในย่านสีเขียว มีผลที่ดีต่อพืชพอสมควร

2.2.4 หลอดไฟชนิด Plant Growth Lights

เป็นหลอดไฟที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นแสงในการปลูกพืชโดยเฉพาะ โดยหลอดนี้จะเปล่งแสงสีในย่านของสีแดง และสีน้ำเงิน ซึ่งสีที่ออกมาจะได้เป็นสีม่วงๆ

2.2.5 หลอดไฟ Light Emitting Diode

มีชื่อเรียกเป็นที่รู้จักกันว่า ไดโอดเปล่งแสงย่อว่า (LED) แสงที่เปล่งออกมาในคลื่นความถี่เดียวและต่อเนื่องกัน สามารถเปล่งแสงออกมาได้เพียงจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และยังให้แสงสว่างมากกว่าหลอดแบบธรรมดา (นภัทร และไชยยันต์, 2560)

ประเทศไทยมีการนำเอาแสงเทียมไปใช้ประโยชน์ เพื่อทดแทนแสงจากธรรมชาติ ทั้งการเกษตรกรรมในการปลูกดอกไม้ หรือการปลูกผักสลัดต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่จะใช้จากหลอด Fluorescent และ LED เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาได้ตามท้องตลาดทั่วไป และมีราคาไม่แพง หรือการนำไปใช้ในเชิงวิชาการโดยมีงานวิจัยที่ได้นำเอาแสงเทียมไปใช้ในการศึกษาความเจริญเติบโตของพืช หรือการเพาะเลี้ยงเยื้อเยื้อเช่น กล้วยไม้ หรือเร่งการเจริญเติบโตของดอกไม้ ซึ่งในงานวิจัยที่มีความเฉพาะจะมีการเลือกใช้ไฟที่มีความพิเศษเฉพาะ มีปริมาณความเข้มแสงที่สูง หายาก และมีราคาค่อนข้างแพง

แสงเทียมในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่าง ๆ มากมาย สาหร่ายเป็นอีกหนึ่งสิ่งที่ปัจจุบันมีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในการปลูกแบบระบบปิดด้วยเทคนิคการใช้แสงเพื่อเพิ่มปริมาณสารในตัวของสาหร่าย และเพื่อหาเทคนิคการเลี้ยงสาหร่ายให้ได้อย่างมีคุณภาพ ความเข้มของแสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจิญเติบโตทั้งของพืช และสาหร่าย งานวิจัยที่ศึกษาเรื่องของแสงสีแดง และสีขาวเพื่อเพิ่มปริมาณสารไฟโคไซยานินที่มีคุณสมบัติเป็นต้านอนุมูลอิสระ และเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีน ด้วยเทคนิคการเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า (*spirulina platensis*) ในระบบปิด พบว่าการให้แสงสีแดงมีผลทำให้สารไฟโคไซยานิน และโปรตีน เพิ่มขึ้น นอกจากนี้สาหร่ายสไปรูลิน่า ยังเติบโตได้ดีในภาวะแสงสีขาว (จตุพล, 2561) เช่นเดียวกับ (Jittanan et al., 2017) ที่ศึกษาการเพิ่มปริมาณสารไฟโคไซยานินในสาหร่าย *Nostoc commune* ด้วยเทคนิคการใช้แสงสีแดงในการเลี้ยงระบบปิด

พบปริมาณสารไฟโคไซยานินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แสงสีขาวยังมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในสาหร่าย *Nostoc sphaeroides* และยังเพิ่มปริมาณสารไฟโคบิลิโปรตีนด้วย (Rui Ma et al., 2015)

การปลูกพืชโดยใช้แสงเทียม ในการปลูกพืชนั้นต้องมีความแม่นยำ เช่น ช่วงเวลาของการให้แสง ซึ่งแสงที่นำมาใช้ในการเจริญเติบโตของพืชนั้น สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของการเติบโตพืชนั้น ๆ ซึ่งถ้าหากเป็นการปลูกพืชในระบบปิด สามารถทำได้ นอกจากนี้ยังมีการปลูกโดยการทำร่วมกับการปลูกแบบอินทรีย์ มีการควบคุมอุณหภูมิ น้ำ และความชื้น รวมไปถึงสารอาหารต่าง ๆ ในดินเรียกว่าเกษตรแม่นยำ และการใช้แสงเพื่อความคุมการเจริญเติบโตของพืชได้ (นภัทร และไชยยันต์, 2560)

ปัจจุบันไดโอดเปล่งแสง (LED) ได้รับความนิยมอย่างมากในการใช้เป็นแหล่งกำเนิดของแสงที่ทำการปลูกพืชแบบควบคุมในระบบปิด เนื่องจากมีการใช้พลังงานที่น้อย และยังมีประสิทธิภาพสูง มีรายงานวิจัยว่าอิทธิพลของแสง LED นั้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชดอก Petunia (Sakhonwasri et al. 2017) การนำมาใช้ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของข้าวด้วยแสง LED เนื่องจากต้นอ่อนข้าวได้นำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งให้พลังงาน และสร้างอาหาร ซึ่งแสงนั้นมีผลต่อการเจริญเติบโต และการออกดอกของข้าว โดยข้าววันสั้นจำเป็นต้องใช้ปริมาณแสงที่พอเหมาะเพื่อการออกดอก (สมัคร และคณะ, 2552)

3. ชาใบข้าวคุณภาพ และรอบรู้เรื่องของชา

ชาใบข้าวคุณภาพคือ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตที่มีการควบคุมการปลูกแบบไม่ใช้สารเคมี หรืออินทรีย์วิธี และให้แสงเทียมจากนั้นนำมาแปรรูป โดยใบอ่อนข้าวที่นำมาแปรสภาพเป็นใบชาเพื่อใช้ชงดื่มสำเร็จรูป ปัจจุบันกำลังเป็นที่นิยมในหมู่คนรักสุขภาพ เนื่องจากสรรพทางการแพทย์และคุณค่าทางโภชนาการที่มีในใบอ่อนข้าวนั้น ซึ่งการแปรรูปของใบอ่อนข้าวเพื่อมาผลิตเป็นชา ทำให้มีอรรถรสที่แปลกใหม่ สี รสชาติ กลิ่นที่หอมต่างจากชาอื่นๆ อันเป็นสิ่งจูงใจให้กับผู้ดื่มทั้งหลาย และยังพบว่าไม่มีสารคาเฟอีน ซึ่งเหมาะสมกับผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะวัยเด็ก กลุ่มผู้สูงอายุ และสตรีมีครรภ์ เนื่องจากพบว่าในใบอ่อนของข้าวนั้นมีสารคลอโรฟิลที่มีคุณประโยชน์ และสารเบต้ากลูแคน ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีคุณสมบัติต้านการก่อตัวของมะเร็ง และยังมีสมบัติช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมอาหารของลำไส้เล็ก ซึ่งในปัจจุบันมีการสกัดสารดังกล่าวไปใช้ในเชิงพาณิชย์มากมาย (จรัญจิต และสุวัฒน์, 2552) ซึ่งในการผลิตชาจากใบข้าวนั้นมีหลากหลากหลายรูปแบบวิธีการให้เราเลือกใช้ที่จะแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้ได้มาเป็นชา และเพื่อที่จะผลิตใบอ่อนของข้าวให้มีคุณภาพดังนั้นจึงต้องมีการกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นอ่อนข้าวเพื่อผลิตสารดังกล่าวขึ้น

3.1 น้ำชา และมาตรฐานของชา

3.1.1 น้ำชา

จัดเป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ในทางการแพทย์คือช่วยบรรเทาอาการเจ็บป่วย เพราะมีสาระสำคัญ เช่น แทนนิน, คาเฟอิน, วิตามิน และคาเตชิน (Catechin) ซึ่งเครื่องดื่มชามีหลายประเภทขึ้นอยู่กับการนำมาแปรรูปของแต่ละกระบวนการ มีทั้ง ชาเขียว ชาขาว ชาดำ ชาจีน เป็นต้น ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่บอกถึงสรรพคุณในตัวของใบชาที่นำมาสกัดดื่มบริโภคว่าการดื่มชาเพื่อให้ได้ประโยชน์อย่างเต็มคือ ที่ไม่ควรดื่มเกินวันละ 3 แก้ว บุคคลที่เป็นโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง โรคกระเพาะอาหาร และหญิงมีครรภ์ควรระวังในการดื่มชา และถ้าหากใบชามีคุณภาพต่ำจะส่งผลต่อกระเพาะอาหาร และลำไส้ทำให้ดูดซึมอาหารได้ไม่เต็มที่ นอกจากนี้ไม่ควรดื่มชาหลังจากรับประทานอาหารเสร็จทันที เพราะร่างกายดูดซึมวิตามินบีได้น้อย สำหรับน้ำชาที่ชงไว้นานหากรับประทานจะทำให้มีผลต่อระบบย่อยอาหารทำให้เกิดอาหารท้องผูกได้ (ชุติภัสร์, 2009) และยังพบว่าในใบชานั้นมีสารกระตุ้นประสาทอ่อน ๆ อาทิคาเฟอีนที่มีใบชาอู่หลงประมาน 23.51 มิลลิกรัม/100 มิลลิตร (เอกราช,2556) ซึ่งสารกระตุ้นประสาทเหล่านี้มีผลทำให้ประสาทเราเกิดการตื่นตัว ไม่ง่วงซึม ซึ่งในการบริโภคผู้ดื่มบางรายไม่ต้องการดื่มกาแฟแต่หันมาดื่มน้ำชาแทนเนื่องจากเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ และต้องดำรงชีวิตประจำวันให้มีการตื่นตัวเสมอ แต่นั้นก็ย่อมมีผลทำให้ผู้ที่รักในการดื่มเครื่องดื่มชาเพื่อสุขภาพไม่ต้องการที่จะได้รับสารกระตุ้นประสาทดังกล่าว จึงได้มีการผลิตผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวขึ้นมาเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภค

3.1.2 มาตรฐานของชา

ในประเทศไทยกระทรวงอุตสาหกรรมได้มีการประกาศเรื่องมาตรฐานกำหนดผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกี่ยวกับเครื่องดื่มชาไว้ ณ วันที่ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2556 เพื่อให้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจของผู้บริโภค ซึ่งมาตรฐานนั้นใช้ได้เฉพาะชาที่ปลูกขึ้นในไทยเท่านั้น ซึ่งได้ประกาศไว้ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไป ชาที่ได้มาตรฐานต้องแห้ง สะอาด ปราศจากสิ่งแปลกปลอม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะอยู่ในรูปของการม้วนเมื่อตอนบรรจุภัณฑ์ แต่เมื่อนำมาคืนรูปโดยการชงในน้ำเดือดจะต้องคืนรูปกลับเป็นสภาพเต็มใบเหมือนเดิม

2. สีของน้ำชา ชาที่ได้ต้องมีสีเขียวหรือสีน้ำตาลธรรมชาติ ซึ่งโดยการทดสอบนั้นเราสามารถทำได้โดยการตรวจพินิจ

3. กลิ่นของน้ำชา กลิ่นที่ได้จากน้ำชานั้นจะต้องได้กลิ่นที่มีเฉพาะตามธรรมชาติของชนิดชาที่บริโภคเท่านั้น หรือในกรณีที่มีการเพิ่มเติมกลิ่นให้มีความหอมมากยิ่งขึ้นก็ต้องเป็นกลิ่นที่ได้หอมตามธรรมชาติ และต้องปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งโดยการทดสอบนั้นเราสามารถทำได้โดยการตรวจพินิจ

4. รสชาติ รสชาติของน้ำชาที่ได้นั้น จะต้องเป็นไปตามธรรมชาติกลิ่นรสของชนิดชาที่นำมาชง อาจมีรสชาติเพิ่มเติมในส่วนของการปรุงแต่งด้วยกลิ่นด้วยก็ได้ ซึ่งในการกำหนดถึงคุณภาพและมาตรฐานที่ดีของรสชาตินั้น จะมีการทดสอบโดยผู้ที่มีความชำนาญ 5 บุคคล และมีเกณฑ์การให้คะแนน โดยที่คะแนนต้องมากกว่า 70 คะแนน จากคะแนนรวมเฉลี่ยของผู้ตรวจสอบทุกคน (ราชกิจจานุเบกษา, 2556)

5. การบรรจุ ชาที่ผลิตนั้นจะต้องบรรจุอยู่ในภาชนะที่สะอาด และต้องแห้งสนิท สามารถปิดได้ และยังต้องคงการรักษาสภาพไว้ให้ได้นาน ทั้งในเรื่องของสี และกลิ่น ซึ่งในการบรรจุนั้นจะต้องกำหนดปริมาณน้ำหนักของแต่ละผลิตภัณฑ์ไว้อย่างชัดเจน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวคุณภาพได้มีการบรรจุน้ำหนักเฉพาะอยู่ที่ 0.5 กรัม ต่อ 1 ถุงชา หากไม่ได้มีการกำหนดปริมาณการบรรจุอย่างเฉพาะเจาะจง จะต้องบรรจุที่เป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้ 50, 60, 120, 150, 250, 300, 500 และ 600 กรัม ตามลำดับ และที่สำคัญต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุปริมาณน้ำหนักไว้ที่ฉลากผลิตภัณฑ์ (ราชกิจจานุเบกษา, 2556)

6. เครื่องหมาย และฉลาก ในเรื่องของเครื่องหมาย และฉลาก จะต้องมีการระบุข้อมูลไว้ที่ภาชนะ ตัวเลข อักษร และที่สำคัญจะต้องเห็นได้ง่าย และชัดเจน และข้อมูลทั้งหมดหากมีการใช้ภาษาต่างประเทศ จะต้องมีความหมายที่แปลตรงกับภาษาที่ระบุไว้ที่ฉลาก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 ชื่อของผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานนั้น ๆ

6.2 ส่วนประกอบที่เพิ่มเติมเข้ามาที่มีจุดประสงค์เพื่อแต่งกลิ่น (ถ้ามี)

6.3 ปริมาณน้ำหนักสุทธิ ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจจะมีหน่วยเป็น กรัมหรือกิโลกรัมก็ได้

6.4 วันที่ผลิตสินค้า เดือน ปี จะต้องระบุไว้ชัดเจน

6.5 ชื่อบริษัทที่ผลิตหรือผู้ทำการค้า หรือเครื่องหมายการค้าที่มีการจดทะเบียน

นอกจากนี้ยังมีเรื่องของการหาปริมาณคุณลักษณะทางเคมี และปริมาณสารตกค้างที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งรายละเอียดส่วนใหญ่ในเรื่องของมาตรฐานสินค้าชานั้น จะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบของชา ที่ถูกระบุไว้ในประกาศจากกระทรวงอุตสาหกรรม เนื่องจากในส่วนของชาใบข้าวนี้

ยังไม่มีมาตรฐานที่ถูกกำหนดออกมาอย่างถูกต้อง และเป็นทางการ จึงได้ยึดมาตรฐานชาที่ระบุไว้มาปรับใช้ในบางประการ ซึ่งข้อกำหนดมาตรฐานในชานี้ จะใช้เป็นมาตรฐานของชาใบข้าวที่เป็นเกณฑ์กลางในการสร้างมูลค่าเพื่อเปรียบเทียบในตัวผลิตภัณฑ์ (ราชกิจจานุเบกษา มาตรฐานผลิตภัณฑ์อตุสาหกรรมชาจีน, 2556)

3.2 สถานการณ์การบริโภคชา และชาใบข้าว

นับตั้งแต่ที่มีการบันทึกถึงการกำเนิดของชาเมื่อหลายพันปีก่อนก็มีความนิยมการบริโภคชามาเรื่อย ๆ ซึ่งในประเทศจีน และญี่ปุ่น อาจเรียกได้ว่ากลายเป็นวิถีชีวิต และวัฒนธรรมประจำวันเลยก็ว่าได้ ซึ่งพื้นที่ของการปลูกชานั้นปัจจุบันมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั้งในกลุ่มประเทศแถบทะเลจีนใต้ในบางมลฑลของอินเดีย และในกลุ่มประเทศแถบอินโดจีนทั้ง พม่า ไทย อินโดนีเซีย หรือแม้กระทั่งทางยุโรป และอเมริกาก็มีการปลูกกันอย่างมาก หากแบ่งตามลักษณะทางพฤษศาสตร์แล้วนั้นสายพันธุ์ชาประกอบไปด้วย กลุ่มชาอัสสัม กลุ่มชาจีน และกลุ่มชาเขมร แต่ถ้าในแง่ของการแบ่งประเภทชาในเชิงการค้านั้น สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม หลักดังนี้

1. กลุ่มชาอัสสัม เป็นกลุ่มชาที่นำเอาส่วนยอดชามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชาฝรั่งต่าง ๆ
2. กลุ่มชาจีน เป็นกลุ่มชาที่นำเอาส่วนใบมาแปรรูปเป็นสินค้า
3. กลุ่มชาลูกผสม เป็นกลุ่มชาที่นำเอาสายพันธุ์ชาทั้ง 3 สายพันธุ์ มาแปรรูปเป็นได้ทั้งชาใบและชาฝรั่ง ซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มชาที่ปัจจุบันเป็นที่นิยมมากที่สุด (ชุติภัสร์, 2009)

ในส่วนในประเทศไทยแม้จะยังนิยมบริโภคชากันได้ไม่นาน แต่ก็นับว่าการเจริญเติบโตในด้านของการบริโภคถือว่ารวดเร็ว เนื่องจากด้วยความหอมที่โดดเด่น รสชาติที่ดี และอรรถรสในการดื่มในขณะอุ่น ๆ ทำให้ได้ความสดชื่น และผ่อนคลายอย่างดี ซึ่งจากนั้นมาก็ได้มีการพัฒนาถึงรูปแบบของชากันต่อ ๆ มา โดยที่ประเภทของชานั้นก็จะขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตชาที่แตกต่างกัน เช่น ชาเขียว ชาขาว ชาดำ ชาแดง ชาอู่หลง เป็นต้น (เอกราช, 2556) ในสถานการณ์ปัจจุบันประเทศไทยมีแนวโน้มการบริโภคชาเขียวเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการแปรรูปของชาเขียวที่สามารถทำได้หลากหลายเมนูและมีสีสันที่สวยงาม ประกอบกับรสชาติที่หอมหวานตามวิธีชาวไทย

ชาข้าวที่มีการบริโภคกันในปัจจุบันแล้วส่วนใหญ่จะเป็นใบข้าวสาลีที่ได้ใบสดจากการคั้นใบอ่อนของข้าวสาลี ซึ่งมีความหอม และอรรถรสที่แปลกใหม่ ทั้งยังมีประโยชน์ขับสารพิษออกจากร่างกาย ทำให้เป็นที่รู้จักกันมากขึ้น หลังจากนั้นได้มีการศึกษาทางด้านการนำสายพันธุ์ข้าวเด่นๆ ของประเทศไทยมาผลิตเป็นชา ซึ่งผลเป็นที่น่าพึงพอใจว่า ใบอ่อนจากข้าวสามารถสร้างความพึงพอใจ และปลูกกระแสของการดื่มชาข้าวให้เป็นที่รู้จักกันมากขึ้น (สุนันท์ และคณะ, 2555) อุตสาหกรรมการผลิตชาใบข้าวกลายเป็นที่รู้จัก และทำให้ผู้ดื่มทั้งหลายหันมาสนใจ และเกิดการเปรียบเทียบระหว่างชาจีนและชาใบข้าวในด้าน คุณประโยชน์ และเนื้อสัมผัส ตามแต่ความนิยมของแต่ละบุคคล (กฤษณา และคณะ, 2551)

3.3 ประเภทของเครื่องดื่มชา

ชาที่เรารู้จักนั้นมีด้วยกันอยู่หลายประเภท ซึ่งการแบ่งประเภทของชานั้นขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต และวัตถุดิบที่นำมาแปรรูป สามารถแบ่งได้หลายประเภทคือ

3.3.1 ชาเขียว

เป็นชาที่ไม่ผ่านกระบวกการหมักใด ๆ เพราจะทำให้สารคุณประโยชน์ที่มีสูญเสียไปในระหว่างการหมัก ชานั้นสามารถทำได้ด้วยการคั่วแห้งหรือการอบด้วยไอน้ำ ทั้งนี้การคั่วใบชานั้นจะต้องทำด้วยอุณหภูมิที่สูงมาก ซึ่งน้ำชาเขียวที่ได้นั้น จะมีกลิ่นที่หอมมากกว่าชาดำ และชาจีนปัจจุบันชาเขียวที่นิยม และรู้จักกันอย่างแพร่หลายได้แก่ชาเขียวญี่ปุ่น และชาเขียวจีน (สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2542)

3.3.2 ชาจีน

หรือที่เรารู้จักกันอีกชื่อว่า ชาอู่หลง ชาชนิดนี้นั้นจะมีความแตกต่างกันกับชาชาเขียว ซึ่งชาประเภทนี้จะใช้ส่วนของยอดชาเป็นหลัก ชาจีนนี้เป็นชาที่ต้องใช้กระบวนการกึ่งหมักในการผลิต แน่นอนว่าเมื่อเกิดการหมักคุณสมบัติทางเคมีก็จะเปลี่ยนแปลงไปบ้างเล็กน้อย และแตกต่างกับชาเขียวที่ใช้ส่วนของใบมาผลิตชาเป็นหลัก (เชษฐา, 2550) ความแตกต่างของชาจีนนี้จะทำให้ลักษณะของสีน้ำจะมีสีเข้มกว่าชาเขียว โดยทั่วไปแล้วชาจีนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ชากลิ่น และชาคอ โดยที่ชากลิ่นนั้นจะมีกลิ่นที่หอมมาก ซึ่งทั่วไปเรามักจะพบว่าเป็นชามะลิโดยที่มีการเติมในส่วนของมะลิเข้าไปเพื่อเพิ่มกลิ่นหอมให้มากขึ้น ส่วนชาคอนั้นจะมีคุณสมบัติเมื่อดื่มแล้วจะทำให้ชุ่มคอ และออกจะมีรสฝาด (ปลายปีก, 2539)

3.3.3 ชาขาว

เป็นชาที่ผ่านวิธีการตากให้แห้งสนิทตามธรรมชาติ ซึ่งจะต้องเป็นยอดชาที่มีความเจริญเติบโตสมบูรณ์อย่างเต็มที่ และต้องใช้มือเท่านั้นในการเก็บยอดอ่อนมาผลิต และเนื่องด้วยการผลิตนั้นเป็นไปตามธรรมชาติประกอบกับต้องใช้ยอดอ่อนที่ดีจริงๆ จึงทำให้ชาชนิดนี้นั้นมีความบริสุทธิ์ของชา และคงคุณสมบัติเอาไว้ได้อย่างเต็มที่ ทำให้ชาชนิดนี้หายาก และมีราคาที่แพงกว่าชาชนิดอื่น ๆ (ชุติภัสร์, 2552)

3.3.4 ชาฝรั่ง

หรือที่เรารู้จักกันในนามของชาดำ ชาชนิดนี้เป็นชาที่ผ่านกระบวนการหมักอย่างเต็มรูปแบบ โดยจะมีส่วนประกอบทางเคมีที่เปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งชาชนิดนี้มีวิธีการหมักที่ต้องมีการตัดยอดของชาในขั้นตอดการหมักเพื่อให้เกิดเอนไซม์ออกซิเจน และให้เข้าทำปฏิกิริยากับเทนนิน ลักษณะของใบชานั้นจะมีสีคล้ำ ส่วนสีของน้ำชาที่ได้ก็จะมีสีดำไปจนถึงน้ำตาลอ่อน แต่ข้อเสียของชาชนิดนี้จะมีกลิ่นที่หอมน้อยกว่าชาอื่น ๆ แต่ก็จะมีรสฝาดที่น้อยกว่าชาอื่น ๆ เช่นกัน (สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2542)

3.3.5 ชาสมุนไพร

หรือ ทิซาน เป็นชาที่มีการนำเอาส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้นมาผลิต และแปรรูปเป็นชา ซึ่งพบว่ามีพืชหลายชนิดที่มีคุณสมบัติที่ให้ความหอม และรสชาติที่ดีเมื่อผลิตเป็นชา และยังมีสารคุณประโยชน์ต่าง ๆ พร้อมทั้งยังช่วยรักษาโรคได้อย่างดี ตัวอย่างเช่น ใบหม่อน เยื่อไผ่ ดอกบัว ดอกคำฝอย ดอกกุหลาบ ดอกคาโมมายล์ และดอกเก๊กฮวย เป็นต้น ซึ่งชาสมุนไพรนี้ เป็นชาที่ไม่จำกัดผู้บริโภคสามารถดื่มได้ทุกวัย จะแตกต่างกับในส่วนชองชาเขียว ชาจีน ซึ่งชาจำพวกนี้นั้นจะมีส่วนของสารคาเฟอินที่อยู่ในต้นชา ทำให้ผู้ที่ป่วยเป็นโรคบางโรค อย่างหัวใจ และความดัน ต้องระมัดระวังอย่างมากในการดื่ม ชาสมุนไพรส่วนใหญ่นั้น จะมีคุณสมบัติช่วยในการรักษาโรค ขับลม และช่วยย่อยอาหาร (สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2542) นอกจากนี้ชาสมุนไพรยังนิยมนำมาเติมส่วนประกอบอื่นเพิ่มเติมเข้าไป ทั้งในเรื่องของช่วยให้รสชาติที่ดีอร่อยยิ่งขึ้น หรือแม้แต่กลิ่นหอมที่มากขึ้นด้วย ยังมีชาในกลุ่มชาสมุนไพรบางชนิดที่สามารถนำมาชงดื่มคู่กับน้ำเย็นได้ เป็นรูปแบบอรรถสที่แปลกใหม่ยิ่งขึ้น

3.4 รูปแบบการแปรรูปชาใบข้าว

ใบข้าวที่มีการนำมาผลิตเป็นชาใบข้าวนี้ มีลักษณะเป็นใบอ่อนขนาดเล็ก สีเขียวอ่อนสวยงาม ซึ่งในการผลิตนั้นจะต้องมีการแปรรูปโดยที่จะทำการตัดใบข้าวเป็นเป็นชิ้นเล็ก ๆ พอประมาณเพื่อที่จะทำให้ใบข้าวนั้นมีความแห้งได้ง่ายขึ้น และเพื่อบรรจุเข้าใส่ในถุงชาอีกด้วย ใบข้าวอ่อนข้าวที่ผ่านการเก็บเกี่ยวมานั้น มีหลากหลายรูปแบบที่จะนำมาผลิตเป็นชา ซึ่งในการผลิตเป็นชานั้นผลิตภัณฑ์จะอยู่ในรูปแบบใด มีชื่อเรียกว่าอย่างไร อยู่ที่ขั้นตอนระหว่างกระบวนการแปรรูป ซึ่งมีรูปแบบการแปรรูปอยู่หลายประเภทได้แก่

3.4.1 ชาใบข้าวเพื่อเป็นชาเขียว

การผลิตเป็นชาเขียวนั้นจะต้องเป็นใบชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักใด ๆ ทั้งสิ้น เพื่อที่จะทำให้องค์ประกอบทางเคมีทุกอย่างไม่สูญเสียไป (ชุติภัสร์, 2009) ในขั้นตอนการแปรรูปจะเป็นการอบหรือคั่วให้แห้งแล้วในใบชาข้าวที่ได้มาทำการแช่ในน้ำร้อนในอุณหภูมิ และอัตราส่วนของใบชาข้าวกับปริมาตรน้ำที่เหมาะสม

3.4.2 ชาใบข้าวเพื่อเป็นชาผง

ชาผงหรือที่รู้จักกันในชื่อของชามัทฉะ ในการแปรรูปชาใบข้าวนั้นเพื่อให้มีอรรถรสมากขึ้นมีวิธีการแปรรูปเพื่อให้เป็นชาผงโดยการนำใบอ่อนข้าวที่ได้นั้น มากการตากแห้งแล้วนำมาบดเป็นผงโดยเครื่องบดหรือใช้ครกหินตามความสะดวก

3.4.3 ใบชาข้าวใบคั้นสด

ใบข้าวสดนั้นมีการบริโภคกันที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายคือข้าวสาลี ซึ่งใช้ใบอ่อนของข้าวที่ได้ตัดเป็นท่อนแล้วในไปบด และคั้นออกมาซึ่งทั้งนี้อาจมีการปรุงแต่งเพิ่มเติมเช่น การปั่นเย็นให้น่ารับประทาน

3.5 ข้อควรปฏิบัติในการดื่มชา

ชาถือว่าเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ แต่การดื่มชาให้ได้ประโยชน์อย่างมากที่สุดควรจะมีวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้องดังนี้

1. ไม่ควรดื่มชาที่มีความร้อนที่มากเกินไปเนื่องจากสารเคมีบางอย่างในน้ำชาจะไม่สามารถละลายน้ำได้ และทำให้มีผลแต่ระบบหลอดอาหาร
2. การดื่มชาในปริมาณที่เหมาะสมต่อวันนั้น ควรดื่มในปริมาณไม่เกินวันละ 3 แก้ว เนื่องจากสารบางบางที่มีในตัวชา เมื่อได้รับในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้ระบบต่าง ๆ ในร่างกายผิดปกติเช่น อาการหัวใจสั่น เกิดอาการท้องผูก และนอนไม่หลับ เป็นต้น
3. หากต้องการดื่มชาในตอนเช้า ควรดื่มชาหลังจากที่มีการปฏิบัติกิจวัตรเข้าเสร็จเรียบร้อย และไม่ควรดื่มชาขณะก่อนเข้านอน ยกเว้นชาสมุนไพรที่สามารถดื่มได้ทุกเวลา
4. บุคคลที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง หัวใจ โรคกระเพาะอาหาร และหญิงมีครรภ์ ควรระวังในการดื่มชาเป็นอย่างมาก เนื่องจากสารในชานั้นจะมีผลต่อระบบความดันโลหิต และทำให้เกิดการหลั่งกรดในกระเพาะอาหาร และสารจำพวกคาเฟอินนั้นจะส่งผลต่อประสาทของทารกในครรภ์
5. ไม่ควรดื่มชาในขณะที่รับประทานอาหารเสร็จทันที เพราะจะทำให้ร่างกายนั้นดูดซึมวิตามินบีได้น้อย เนื่องจากสารแทนนินเข้าไปขัดขวางการดูดซึม ควรจะเว้นระยะห่างการดื่มชาไว้สักครู่เพื่อให้เกิดการดูดซึมได้ดี

(ชุติภัสร์, 2009), (นิศารัตน์, 2559) และ (ปลายปีก, 2539)

3.6 ข้อควรระวังในการดื่มชา

อย่างที่ทราบกันดีว่าสารแทนนินนั้นเป็นสารที่สามารถพืชได้ใน พืช ผัก และผลไม้ เป็นต้น เป็นสารที่มีรสฝาด ซึ่งชาเองก็เช่นกัน ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของไม้ผลยืนต้น ชาเองมีสารจำพวกแทนนินนี่อยู่ในปริมาณที่มากพอสมควร สารแทนนินมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้อย่างดี ป้องกันโรคมะเร็ง และช่วยลดอาการท้องเสีย แต่ว่าสารแทนนินเองก็ยังมีผลเสียในด้านของไปยับยั้งการดูดซึมของวิตามิน และแร่ธาตุบางชนิด (นิศารัตน์, 2559) รวมไปถึงโปรตีน และกรดอะมิโนที่จำเป็นจากอาหารที่เรารับประทานเข้าไป

สำหรับหญิงมีลูกอ่อน การดื่มชาในปริมาณที่มากเกิดไปนั้น จะทำให้ได้รับผลทั้งของแทนนินที่สูง และคาเฟอินที่สูงด้วย สำหรับหญิงที่ต้องให้นมแก่บุตร จะทำให้สารเหล่านี้นั้น

แพร่ไปสู่ลูกผ่านน้ำนมได้ ซึ่งจะทำให้เด็กได้รับสารพวกนี้เข้าไปด้วย ซึ่งจะทำให้เด็กนั้น มีอาการท้องผูก ท้องอืด และร้องงอแง นอนไม่หลับ กระสับกระส่าย นอกจากนี้สารแทนนินยังยับยั้งการดูดซึมของธาตุเหล็กที่สำคัญด้วย เด็กที่ต้องดื่มนมจากแม่ตลอดจะทำให้ไม่ได้รับธาตุเหล็กเข้าไปจะส่งผลเสียต่อพัฒนาการ และการเรียนรู้ อาจจะทำให้มีความคิดที่ช้า และเรียนรู้ได้ไม่ทันเพื่อนหรือตามวัยที่ควรจะเป็น (นิศารัตน์, 2559)

หากแม่ที่ให้ลูกต้องการดื่มชาจริงๆ ก็สามารถดื่มได้เช่นกัน แต่ต้องรู้จักวิธีการหลีกเลี่ยงสารจำพวกแทนนิน ซึ่งในขั้นตอนของการชงชานั้น ไม่ควรชงชาทิ้งเอาไว้ในน้ำร้อนนาน เพราจะทำให้สารแทนนินออกมาในปริมาณที่มาก จะสังเกตปริมาณของแทนนินออกมาในปริมานที่มากคือ สีของน้ำชาจะมีสีเข้มกว่าปกติ และรสชาติของน้ำชาที่ได้จะมีความฝาดและเฝื่อนมากขึ้น หากต้องการให้สารแทนนินช่วยวัตถุประสงค์เพื่อรักษาโรคอย่างช่วยลดอาการท้องเสีย ก็สามารถทำได้โดยการชงชาไว้ในน้ำร้อนในระยะเวลาที่นานขึ้น เพื่อให้สารแทนนินออกมาในปริมาณที่มาก แต่หลังจากที่ดื่มเสร็จแล้วควรเว้นระยะการให้นมแก่ลูกไปอย่างต่ำ 2-3 ชั่วโมง (นิศารัตน์, 2559)

4. ส่วนประสมทางการตลาด 4P สำหรับชาใบข้าวคุณภาพ

ชาใบข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ที่เกิดขึ้นมาในยุคที่ได้รับความนิยมในด้านสุขภาพ ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม หรืออาหารเสริมมากมายที่ผลิตออกมาตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่มีอย่างไม่จำกัด จึงเป็นเหตุที่ต้องมีการดำเนินในด้านผลิตภัณฑ์สินค้าชาใบข้าวเพื่อที่จะให้ไปยังผู้บริโภค และเกิดเป็นมูลค่าของสินค้า ให้เป็นที่รู้จัก และยอมรับในปัจจุบัน การศึกษาแผนการตลาดนั้นมีอยู่หลายประเภทซึ่งในผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวได้เลือกใช้แผนการตลาดในด้านส่วนประสมการตลาดหรือ 4P เข้ามาช่วยในการจัดการสินค้า

ส่วนประสมทางการตลาด 4P ประกอบด้วย Product, Price, Place และ Promotion ซึ่งแต่ละตัวมีความเกี่ยวพันธ์กัน เพื่อให้เป้าหมายสินค้าเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคต้องต้องมีการใช้หลักการนี้เข้าช่วย ทั้งนี้ก็แล้วแต่ว่าตัวผู้ประกอบการนั้นจะเน้นไปที่ส่วนใดใน 4 นี้มากกว่ากัน เพื่อที่จะขับเคลื่อนไปยังผู้บริโภคโดยตรงจึงต้องมีการศึกษาถึงแต่ละด้านของผลิตภัณฑ์สินค้า

สำหรับสินค้าชาข้าวคุณภาพจากงานวิจัยนี้ก็ได้มีการวางแผนการใช้วิธีการทาง 4P เอาไว้เช่นกันเนื่องจาก ปัจจุบันมีหลายสินค้าที่มีคุณสมบัติ และลักษณะการแปรรูปที่คล้าย ๆ กัน เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และสร้างมูลค่าได้ในอนาคตจึงต้องมีการใช้จุดเด่นต่างจากสินค้าอื่น (กฤษชนก, 2557)

4.1 ผลิตภัณฑ์ (Product)

ด้านผลิตภัณฑ์ของสินค้า ปัจจุบันรูปลักษณ์ออกแบบของสินค้านั้น เป็นที่สร้างแรงจูงใจอย่างสำคัญให้กับผู้ซื้อ ด้วยภาชนะที่บรรจุที่มีความโดดเด่น มีความดึงดูดใจ และมีเอกลักษณ์ที่ไม่เหมือนใคร ทำให้กลายเป็นสิ่งที่เป็นคุณค่าได้ประเภทหนึ่ง ซึ่งด้านบรรจุภัณฑ์นั้นแน่นอนว่าจะหน้าตาดีอย่างเดียวคงไม่เพียงพอ จะต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายในเช่นกันว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เช่น สามารถเก็บรักษาคุณภาพได้ดี มีสัดส่วนปริมาณที่เหมาะสมต่อบรรจุภัณฑ์ ง่ายต่อการใช้งานหรือการบริโภค มีคุณค่าหรือประโยชน์บ่อบอกไว้ให้ทราบ ซึ่งทั้งนี้ล้วนแล้วแต่รูปแบบของสินค้าว่าจะทำออกมาในด้านใด ซึ่งการทำผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวมีเลือกใช้บรรจุภัณฑ์อย่างดีที่มีการบรรจุที่มิดชิดป้องกันแสง ไม่มีความชื้นในภาชนะ และให้คงคุณค่าทางสารอาหารไว้ ที่สำคัญนำไปสกัดเป็นเครื่องดื่มได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก สะดวก และรวดเร็ว โดยในการทำบรรจุภัณฑ์นี้เบื้องต้นยังเน้นการนำเสนอของตัวผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวไปในเชิงวิชาการมากกว่าเชิงการค้า

4.2 ราคา (Price)

ราคาของสินค้าเป็นสิ่งสำคัญอีกอย่างที่ช่วยประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เนื่องจากหากมีสินค้าที่ใกล้เคียงกันทั้งในด้านคุณภาพ และกายภาพแล้ว หากมีราคาที่เกินกันมากก็จำเป็นที่จะต้องเลือกซื้อสินค้าที่มีราคาที่ถูกกว่า ปัจจุบันกำลังซื้อของผู้บริโภคนั้นต่างกัน เพื่อที่จะให้ผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวนั้นเข้าถึงผู้บริโภคได้อย่างทั่วถึง ทุกเพศวัย จำเป็นต้องมีราคาสินค้าอยู่ในเกณฑ์ที่บุคคลทั่วไปสามารถซื้อได้ หากจำเป็นต้องมีมูลค่าที่สูงจริง ๆ ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ จะต้องมีศักยภาพ และคุณประโยชน์ที่มากกว่า และบ่งบอกถึงความเป็นเอกลักษณะในตัวของสินค้านั้น ๆ ซึ่งในการผลิตชาใบข้าวคุณภาพได้มีการใช้วิธีการปลูกแบบไม่ใช้สารเคมี ที่ปลูกแบบปลอดภัยจากสารพิษและเพื่อเป็นการสร้างมูลค่าให้กับสินค้าให้มีราคาที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีการนำเอาการทดลองทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องโดยการให้ไฟแสง เพื่อกระตุ้นสารพฤกษเคมีที่มีประโยชน์ออกมาในปริมาณที่มากขึ้น เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเลือกซื้อชาใบข้าว

ซึ่งชาใบข้าวที่ผลิตขึ้นมานี่ได้มีการกำหนดราคาขายเบื้องต้นในตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการแจ้งให้กับผู้บริโภคทราบ ได้มีการคำนวณต้นทุนที่ใช้ในการผลิต และจัดทำบรรจุภัณฑ์ และกำไรที่ได้จากการขายไว้ โดยได้มีการเปรียบเทียบกับสินค้าบางผลิตภัณฑ์ที่มีในท้องตลาด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวมีราคาอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกัน และอยู่ในราคาที่พอเหมาะต่อกำลังซื้อของผู้บริโภค

4.3 สถานที่ (Place)

สถานที่ของสินค้าแน่นอนว่าทุกผลิตภัณฑ์หลังจากมีการกำหนดในเรื่องของราคาสินค้าแล้วจำเป็นต้องมีการกำหนดในเรื่องของสถานที่จำหน่ายสินค้าด้วย เพื่อให้เกิดความสะดวก และไม่ยุ่งยากในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันมีร้านค้าที่บ่งบอกถึงการขายสินค้าแบบเฉพาะเจาะจง เช่น ร้านขายเครื่องสำอาง ร้านขายอาหารสำเร็จรูป หรือร้านขายผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เป็นต้น ซึ่งชาใบข้าวจัดอยู่ในกลุ่มของเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเหมาะสมที่จะอยู่ในร้านขายผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในอนาคต เพื่อให้สินค้าได้เป็นที่รู้จัก และหาซื้อได้ง่าย หรือจะอยู่ในส่วนของร้านกาแฟ หรือชา ที่นิยมขายกันโดยทั่วไป ซึ่งตัวผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวนี้สามารถประทานได้ทั้งในรูปแบบเครื่องดื่มอุ่น ๆ และเครื่องดื่มเย็น ๆ ได้เช่นกัน

4.4 การส่งเสริมผลิตภัณฑ์ (Promotion)

ต่อจากในเรื่องของสถานที่การขายคงต้องกล่าวถึงด้าน การส่งเสริมผลิตภัณฑ์ของสินค้า ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยในการเลือกซื้อสินค้าเช่นกัน ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทมักจะมีการสร้างสิ่งจูงใจเพื่อที่ให้ลูกค้าสนใจเลือกซื้อ โดยการมอบสิทธิพิเศษในการซื้อเช่น การซื้อ 1 แถม 1 หรือการลดราคาสินค้า ซึ่งสิ่งเหล่านี้หากตัวผลิตภัณฑ์สินค้าใดให้การส่งเสริมการขายที่ดีกว่าแน่นอนว่าต้องเป็นที่สนใจให้กับผู้บริโภค โดยผลิตภัณฑ์สินค้าชาใบข้าวก็เช่นกัน เมื่อเป็นสินค้าใหม่เพื่อต้องการให้เป็นที่รู้จัก ซึ่งก็ได้มีการจัดทำการส่งเสริมทางตลาดไว้ในช่วงของการทดลองขั้นตอนทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค ซึ่งตัวผู้วิจัยเองได้ลงพื้นที่จริง และมีการพบปะพูดคุย แนะนำผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวพร้อมกันนำเสนอเห็นถึงคุณค่า และความน่าสนใจเพื่อให้เกิดการตัดสินใจซื้อสินค้า แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวนี้ ยังเป็นงานวิจัยในขั้นทดลองต้นแบบ แม้จะมีการกำหนดราคาสินค้าจริง ส่งเสริมการตลาดนำเสนอจริง แต่ก็ยังมิได้มีการจำหน่ายแต่อย่างใด เป็นเพียงผลิตภัณฑ์ทดลองเพื่อให้ทราบ และเป็นที่รู้จักเท่านั้น

5. การทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค

การทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคเป็นการศึกษาถึงลักษณะของแต่ละกลุ่มบุคคลในการตลาดของผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว เพื่อที่จะทราบถึงข้อมูลรายละเอียดของกลุ่มคนที่มาบริโภค เช่น เพศ ช่วงอายุ พฤติกรรมการดื่ม และความนิยมชอบในการดื่มชา รวมไปถึงความพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ทั้งในด้านรูปลักษณ์สินค้า และประสิทธิภาพของสินค้า

5.1 การสำรวจผู้บริโภค

คือการศึกษาว่าผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวที่ผลิตออกไป ผู้ซื้อจะเป็นใคร มีคุณสมบัติอย่างไร อายุเท่าใด ซึ่งจะทำให้เราทราบว่าความต้องการของลูกค้ากลุ่มใดถึงจะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ของเรา เพื่อที่จะง่ายต่อการกำหนดเป้าหมายทางการตลาด

5.2 มูลเหตุจูงใจเลือกซื้อ

เป็นการศึกษาเพื่อหาสาเหตุที่แน่ชัดของผู้บริโภค ซึ่งจะทำให้เราได้ทราบว่าผู้บริโภคนั้น เลือกซื้อสินค้าแล้วนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะใด ข้อมูลที่เราได้จะเป็นประโยชน์แก่ผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวในด้านของการส่งเสริมทางการตลาด และด้านโฆษณา

5.3 การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์จากพฤติกรรม

เป็นการศึกษาที่บอกว่าการใช้ผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวนี้ นำไปใช้กับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ร่วมด้วยหรือไม่ หรือว่าในตอนที่บริโภคนั้นมีการปฏิบัติกิจกรรมอื่น ๆ ควบคู่ไปด้วยหรือไม่ ทั้งในเรื่องของสถานที่ และปริมาณการบริโภค ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ทำให้เราได้วางแผนถึงการกำหนดขนาดบรรจุภัณฑ์และลักษณะบรรจุภัณฑ์

5.4 ศึกษาเพื่อหาทำสถานที่ในการค้า

เป็นการศึกษาถึงอุปนิสัยของผู้เลือกซื้อสินค้าของกลุ่มคน แต่ละวัย ซึ่งจะทำให้เราทราบถึงพฤติกรรมการเลือกซื้อในแต่ละวัน ข้อมูลที่ได้จะนำไปสู่แหล่งขายผลิตภัณฑ์ในอนาคต ทั้งในเรื่องของความสะดวกในการซื้อ และการดึงดูดความสนใจแก่ลูกค้าที่เข้ามาในร้าน (ศิริวรรณ และคณะ, 2540)

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) สุพัตรา เลิศวณิชย์วัฒนา (2546) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวงอก ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 51, ช่วงอายุที่นิยมบริโภคมากที่สุดร้อยละ 44 ช่วงอายุ 21-30 ปี และกลุ่มการระดับการศึกษาของตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ใยระดับปริญญาตรี ร้อยละ 50 ผลการศึกษาพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และมีการยอมรับเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 70.9 ไปเป็น 87.5 เมื่อทราบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวงอกเป็นแหล่งของโปรตีน วิตามินบี1 และบี2 จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการใส่ใจในสุขภาพของผู้บริโภคที่ทำการศึกษา อีกทั้งในด้านการตัดสินใจซื้อซึ่งมีค่าร้อยละ 82.5 ยังแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการผลิตเพื่อจำหน่ายในอนาคต แต่ทั้งนี้คงต้องทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในปริมาณที่มากขึ้นต่อไป

2) พีร์นิธิ โชคธนพัธนันท์ (2555) ศึกษาเรื่อง พฤติกรรมผู้บริโภคเครื่องดื่มชาเขียวในเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร พบความถี่ในการเลือกซื้อเครื่องดื่มชาเขียว 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ ยี่ห้อที่มากที่สุดคือ โออิชิ ในส่วนปัจจัยส่วนประสมการตลาดต่อการเลือกซื้อเครื่องดื่มชาเขียวภาพรวมอยู่ในระดับที่มาก โดยด้านความสำคัญทางการส่งเสริมการตลาดเป็นอันดับแรก เนื่องจากมีการประชาสัมพันธ์สินค้าและมีการให้เข้าการมีส่วนร่วม ช่องทางจำหน่ายมีการจำหน่ายได้ง่าย และทั่วถึงต่อผู้บริโภค สิ้นค้าไม่ขาดตลาด และราคาเหมาะสมกับประโยชน์ที่ผู้บริโภคได้รับ และผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ให้อรรถรสในการดื่ม ตามลำดับ

3) กฤษณา สุดทะสาร และคณะ (2551) ศึกษาเรื่อง การวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเขียวจากต้นอ่อนข้าวหอม พบว่าการลองผลิตชาเขียวจากต้นอ่อนข้าวหอม ช่วงอายุของกล้าที่เหมาะสมที่นำมาผลิตนั้นอยู่ในช่วง 14-21 กรรมวิธีที่สามารถผลิตเป็นชาเขียวได้ดีที่สุดคือการคั้วด้วยไฟ หรืออบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ใบชาที่ได้จะมีสีเขียวแก่ๆ มีกลิ่นที่หอม และมีรสฝาดเล็กน้อย แต่ไม่มีรสขม จากการทดลองโดยใช้สายพันธุ์ดอกมะลิ105, ปทุมธานี1 และสกลนคร พบว่าข้าวดอกมะลิ105 มีกลิ่นที่หอมมากที่สุด และมีปริมาณสารวิตามินซีพบที่ 4.42-6.60 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม คลอโรฟิลล์พบที่ 7.68-8.69 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และเบต้ากลูแคนพบที่ 4.01-4.16 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

4) ชัญญรินทร์ สมพร และคณะ (2561) ศึกษาเรื่อง การศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของชาเขียวจากต้นอ่อนข้าว พบว่าจากการศึกษาต้นอ่อนข้าวของทั้ง 3 สายพันธุ์คือดอกมะลิ105 เหนียวก่ำใหญ่ และหอมนิล ที่ผ่านกรรมวิธีการอบด้วยอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 180 นาที พบว่าดอกมะลิ105 ที่ผ่านการอบมีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดมากที่สุดคือ 151.03 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และยังพบว่าการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความใส ผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับที่มาก

บทที่ 3
อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

ในการทดลองนี้ได้ทำการปลูกข้าวทั้ง 6 สายพันธุ์ ในระดับห้องปฏิบัติการภายใต้แสงเทียมสีขาว และสีแดง โดยนำข้าวทุกสายพันธุ์มาวิเคราะห์หาปริมาณสารคุณประโยชน์ และเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต เมื่อได้ผลการศึกษาปริมาณสารคุณประโยชน์ที่สำคัญแล้วจึงนำมาสู่การคัดเลือก และนำมาผลิตเป็นชาใบข้าวในลำดับต่อไป โดยมีรายละเอียดขั้นตอน และวิธีการวิจัยดังนี้

วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมี

วัสดุ

(ก) เมล็ดข้าวจำนวน 6 สายพันธุ์ ชนิดมีสี และไม่มีสีอย่างละ 3 สายพันธุ์

- ข้าวชนิดเมล็ดไม่มีสีได้แก่ สายพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105), สายพันธุ์ปทุมธานี1 (TPFR) และสายพันธุ์ กข10 (RD10)
- ข้าวชนิดเมล็ดสีได้ได้แก่ สายพันธุ์ข้าวหอมนิล (BJR), สายพันธุ์ข้าวทับทิมชุมแพ (RD69) และสายพันธุ์ข้าวเหนียวดำ (BGR)

(ข) ดินดำอินทรีย์

(ค) น้ำกลั่น

อุปกรณ์

(ก) วัสดุปลูก ถาดเพาะกล้าทานตะวัน ขนาด 30x60x3.5 เซนติเมตร จำนวน 12 ถาด

(ข) หลอดไฟ LED แสงสีขาว และสีแดง ขนาดกำลังไฟ 18 วัตต์ จำนวนอย่างละ 6 หลอด

(ค) ถุงซิปสำหรับเก็บใบข้าว

(ฆ) ไม้บรรทัด

(ง) ถ้วยพลาสติกใส ขนาดเล็ก

(จ) กระบอกฉีดน้ำ

(ฉ) กรรไกร

(ช) ชั้นวางถาดเพาะ

(ซ) ผ้าคลุมทึบแสง

(ฌ) ถุงบรรจุชาชนิดปิรามิด

(ญ) ซองพลาสติกบรรจุถุงชา

(ฎ) ซองกระดาษชนิดมีซิปสีน้ำตาลสำหรับบรรจุชา

(ฏ) สติ๊กเกอร์สำหรับแปะบรรจุภัณฑ์

(ฐ) กาน้ำขนาดเล็ก สำหรับชงชา

(ฑ) กระดาษกรอง

(ฒ) หลอดทดลอง

(ณ) ชวดรูปชมพู่

(ด) บีกเกอร์

(ต) ช้อนคนสาร

(ถ) ปิเปต

เครื่องมือ

(ก) เครื่องตู้อบลมร้อนไฟฟ้า

(ข) เครื่องชั่งวิเคราะห์น้ำหนัก ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

(ค) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแดง (Spectro photometer)

(ฆ) กระทะไฟฟ้าสำหรับคั่วใบข้าว 50 องศาเซลเซียส

(ง) เครื่องปั่นผลไม้ สำหรับปั่นชา

(จ) เครื่องปั่นเหวี่ยง

(ฉ) กล้องถ่ายรูปโทรศัพท์มือถือ

(ช) เครื่องดูดความชื้นอาหาร ปรับอุณหภูมิได้

สารเคมี

(ก) Sodium chloride

(ข) Iodine

(ค) Hydrogen chloride

(ฆ) Ethanol

(ง) acetone

(จ) Folin-Denis'reagent

(ฉ) Ascobic acid (Vitamin C)

(ช) Sodium hydroxide

(ซ) Sodium sulfate

(ฌ) Tannic acid

(ญ) Caffeine acid

(ฎ) 1-propanal

(ฏ) Reagent (Solutions A, B และ C)

(ฐ) Sodium Carbonate

วิธีการวิจัย

1. การปลูกข้าว

1.1 การทดสอบความงอก

ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี และกลุ่มค้าข้าววิสาหกิจชุมชน จังหวัดสุโขทัย ในการสนับสนุนเมล็ดข้าวสายพันธุ์ที่ต้องการ ทั้งกลุ่มมีสี และไม่มีสี โดยกลุ่มมีสี ได้แก่ ข้าวหอมนิล ข้าวเหนียวดำ และข้าวทับทิมชุมแพ และกลุ่มไม่มีสี ได้แก่ ข้าวปทุมธานี1 ข้าวกข10 และข้าวดอกมะลิ105 นำเมล็ดข้าวทุกสายพันธุ์ทดสอบความงอก ในเพจทดลอง (ดังภาพที่ 4) แบ่งออกเป็น 3 ซ้ำ นับจำนวนเมล็ดที่งอกในแต่ละวัน เพื่อใช้ ในการคำนวณปริมาณเมล็ดที่ใช้ในการปลูกชาข้าว ในการควบคุมความหนาแน่นของต้น

ภาพที่ 4 การทดสอบความงอก (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 18/5/2560)

1.2 การวัดการเจริญเติบโต

หลังจากที่มีการทดสอบความงอกของเมล็ดในทุก ๆ สายพันธุ์ข้าวแล้ว ในมาสู่กระบวนการปลูกข้าวในห้องปฏิบัติการ

1.2.1 เตรียมเมล็ดข้าวทั้ง 6 สายพันธุ์ แช่ทิ้งไว้ในน้ำ 1 คืน เพื่อเพาะเป็นต้นอ่อนข้าวในถาดเพาะกล้า โดย 1 สายพันธุ์ต่อ 2 ถาดเพาะ วางแผนการทดลองแบบ RCBD (ดังภาพที่ 8)

1.2.2 ใส่ดินดำอินทรีย์ปริมาตร 3 กิโลกรัม ลงในถาดเพาะกล้าเพื่อเตรียมการปลูกข้าว (ดังภาพที่ 5)

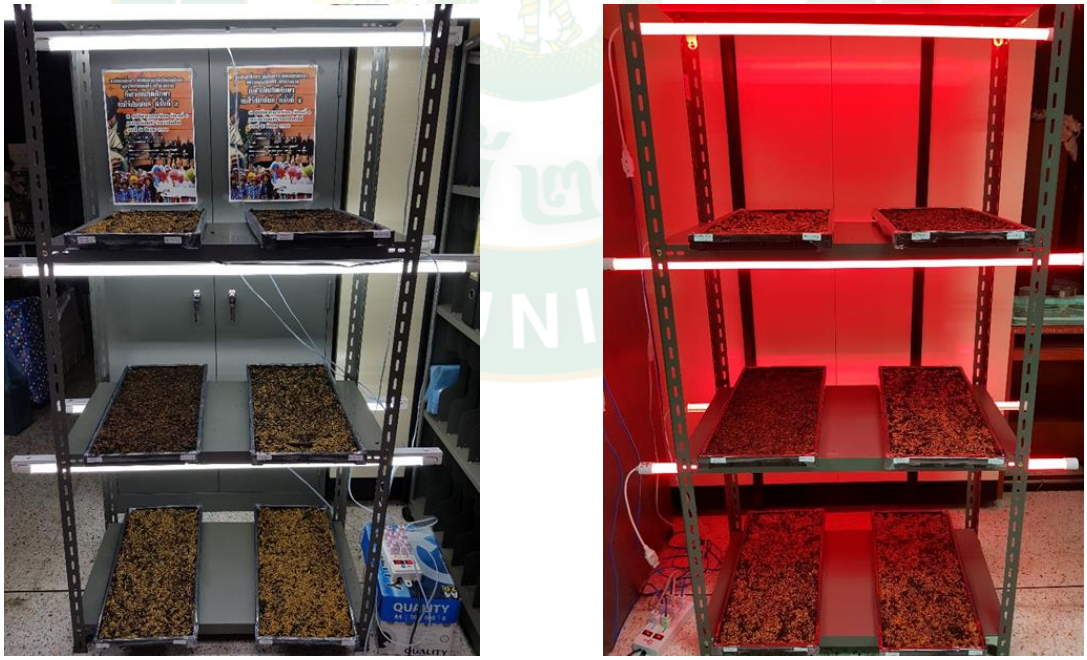
ภาพที่ 5 การเตรียมดินปลูก (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 25/8/2560)

1.2.3 จากการทดลองการทดสอบความงอกทำให้ได้ผลสัดส่วนของเมล็ดแต่ละสายพันธุ์ที่ต้องใช้ในการปลูกแตกต่างกัน ซึ่งก่อนหน้านี้ได้มีการทดสอบปลูกหลายครั้ง เพื่อหาปริมาณน้ำหนักเมล็ดที่เหมาะสมต่อพื้นที่การปลูก ซึ่งน้ำหนักของเมล็ดที่เหมาะสมอยู่ที่ 150 กรัม โดยผลจากการคำนวณน้ำหนักเมล็ดที่ใช้ปลูกของแต่ละสายพันธุ์เป็นดังนี้

1) ข้าวกข10 (RD10) ใช้น้ำหนักปลูก 192 กรัม
2) ข้าวปทุมธานี1 (TPFR) ใช้น้ำหนักปลูก 167 กรัม
3) ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) ใช้น้ำหนักปลูก 211 กรัม
4) ข้าวทับทิมชุมแพ (RD69) ใช้น้ำหนักปลูก 156 กรัม
5) ข้าวหอมนิล (BJR) ใช้น้ำหนักปลูก 172 กรัม
6) ข้าวเหนียวดำ (BGR) ใช้น้ำหนักปลูก 211 กรัม

1.2.4 นำเมล็ดข้าวโรยลง และเกลี่ยให้ทั่วถาดทุกสายพันธุ์ (ดังภาพที่ 6) และนำไปวางไว้บนชั้นวางที่จัดเตรียมไว้ แบ่งถาดปลูกข้าวออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 1 ถาด ต่อ 1 สายพันธุ์ จัดวางบนชั้นโดยให้แสงสีขาว 1 ชุด และแสงสีแดง 1 ชุด (ดังภาพที่ 7)

ภาพที่ 6 การเพาะต้นอ่อนข้าวในห้องทดลอง (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 25/8/2560)



ภาพที่ 7 ชุดทดลองการเพาะต้นอ่อนข้าวในห้องทดลองภายใต้แสงสีขาว และแสงสีแดง (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 25/8/2560)

กำหนดให้ A B C เป็นสายพันธุ์มีสี

A คือ ข้าวหอมนิล

B คือ ข้าวเหนียวดำ (ลืมผัว)

C คือ ข้าวทับทิมชุมแพ

กำหนดให้ D E F เป็นสายพันธุ์ไม่มีสี

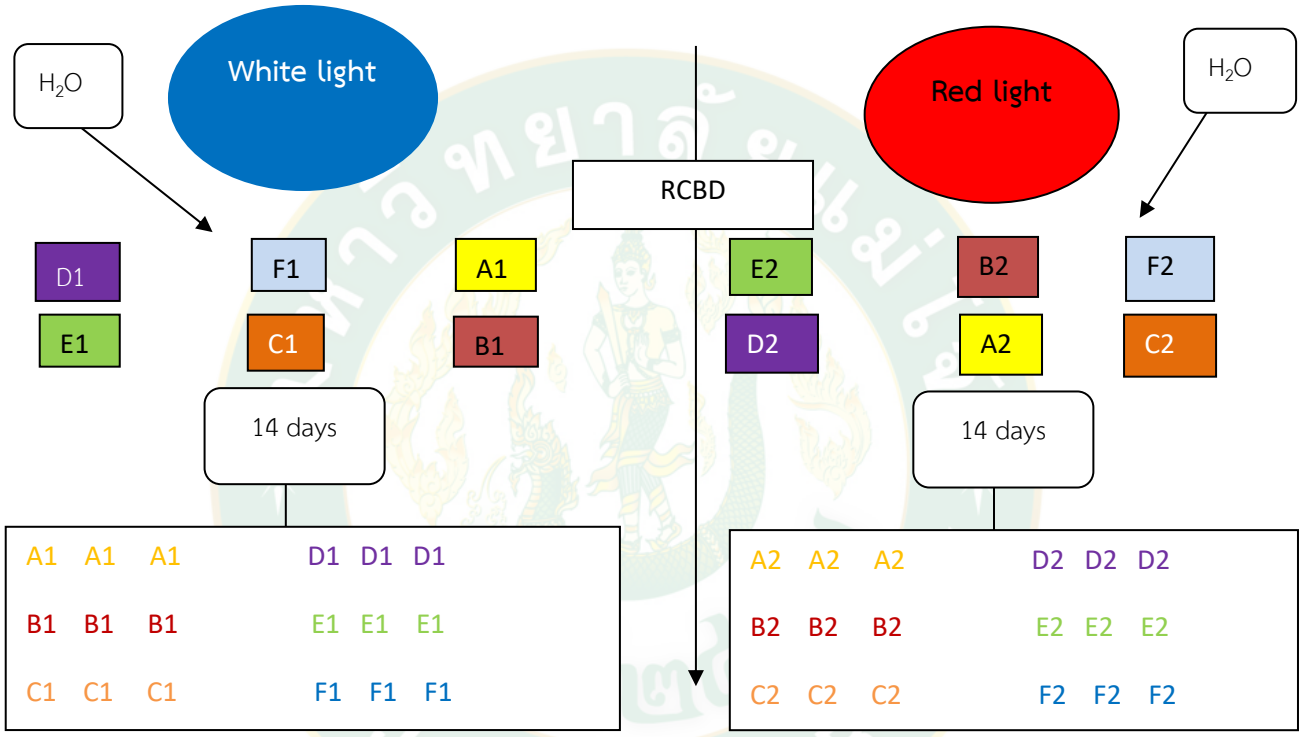
D คือ ข้าวปทุมธานี1

E คือ ข้าวกข10

F คือ ข้าวดอกมะลิ 105

ชุดทดลองที่ 1 ใช้แสงสีขาว

ชุดทดลองที่ 2 ใช้แสงสีแดง



ภาพที่ 8 การวางถาดทดลองแบบ RCBD

1.2.5 การเลือกใช้เทคนิคการให้แสง ในการทดลองการปลูกข้าวเพื่อทำชาใบข้าวนี้ได้ทำการเพิ่มปัจจัยเรื่องการใช้แสง โดยการเลือกใช้แสงสีขาว และแสงสีแดงเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของแสงที่จะสามารถช่วยเพิ่มสารพฤกษเคมีที่สำคัญในใบอ่อนของข้าว (อนนท์ และคณะ, 2555) เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยการเลือกใช้แสงในการทดลองระดับห้องปฏิบัติการซึ่งทำการทดลองโดยใช้แสงสีขาว 250 µmol m^{-2} s^{-1} และแสงสีแดง 50 µmol m^{-2} s^{-1} ในการปลูกข้าวเป็นเวลา 14 วันตลอด 24 ชั่วโมง

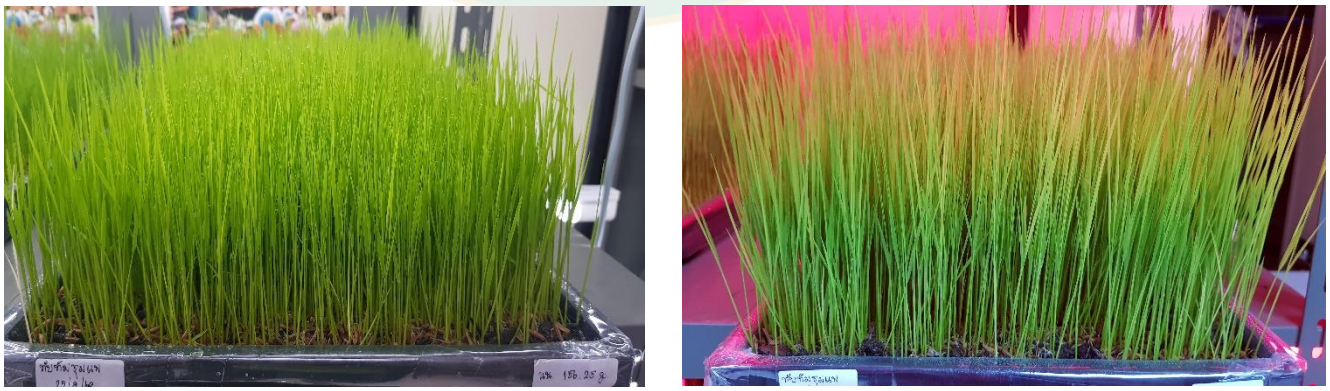
1.2.6 ควบคุมความชื้น และรดน้ำโดยการฉีดน้ำทุกวัน สังเกต และวัดการเจริญเติบโต โดยวัดความสูงของต้นข้าวทุกๆ วัน (ดังภาพที่ 9 ก. และ ข.)

1.2.7 เพาะกล้าข้าวโดยเปิดไฟตลอด 14 วัน (ดังภาพที่ 9 ค.) เก็บต้นกล้าเฉพาะส่วนใบเหนือข้อ นำไปสู่กระบวนการผลิตชาข้าว

ก

ข

ค



ภาพที่ 9 (ก)แสดงวิธีการเพาะ ถ่ายเมื่อ 27/8/2560, (ข)การวัดความสูงของต้น ถ่ายเมื่อ 29/8/2560 และ (ค) แสดงการเติบโตกล้าข้าวอายุ 14 วัน ถ่ายเมื่อ 3/9/2560

1.3 การหาปริมาณน้ำหนักใบสด

1.3.1 เก็บเกี่ยวใบอ่อนที่อายุ 14 วัน ทำการตัดโดยตัดให้เหนือข้อ (ภาพที่ 10 ก และข)

1.3.2 ชั่งหาน้ำหนักสดที่ได้ของใบข้าวทุกสายพันธุ์ และจดบันทึกข้อมูล และเปรียบเทียบค่าสถิติ (ภาพที่ 10 ค)

ก ข ค

ภาพที่ 10 ถ่ายเมื่อ 8/9/2560 (ก)ตัดใบข้าวโดยตัดเหนือข้อ (ข)ส่วนของใบข้าวที่ถูกตัดออกมา (ค)ชั่งหาน้ำหนักสดของใบข้าวด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง

ระยะต้นกล้าข้าวที่มีการเจริญเติบโตอายุ 14 วัน พบว่าเป็นช่วงที่ใบของข้าว มีปริมาณสารพฤกษเคมีอยู่มากที่สุด (วริพัสย์ และคณะ, 2558) จึงให้สนใจที่จะนำใบของข้าวในช่วงเวลาดังกล่าวไปสู่กระบวนการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (ชัญญรินทร์ และคณะ, 2561) คือชาใบข้าว แบ่งใบข้าวออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรก นำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบ และส่วนที่สองนำมาผลิตเป็นชา

1.3.3 ใบสดส่วนแรก นำใบข้าวไปวิเคราะห์หาปริมาณสารในชาข้าว ดังนี้

1) โปรตีน (Protein)
2) เทนนิน (Tannin)
3) คลอโรฟิลล์ เอ และ บี (Chlorophyll a และ b)
4) เบต้ากลูเคน (Beta glucan)
5) วิตามิน ซี (Vitamin C)
6) คาเฟอิน (Caffeine)

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

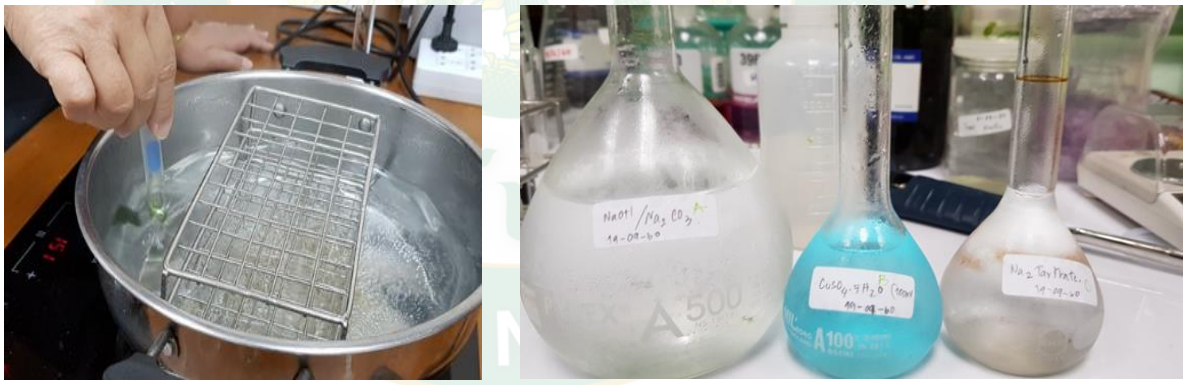
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์สารในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ได้ทำการทดลองขึ้นที่สาขาสหวิทยาการเกษตร ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของ ผู้ช่วยศาสตร์ตราจารย์ชลิดดา อริยเดช อาคาร 60 ปี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ใบข้าวจากส่วนแรกที่ได้มีการแบ่งไว้มาเพื่อตรวจหาวิเคราะห์สารในชาใบข้าวดังนี้

2.1 การวิเคราะห์โปรตีน โดยวิธี Lowry's Method (Lowry et al., 1951)

ชั่งตัวอย่างข้าวน้ำหนัก 1 กรัม เติม 0.1N NaOH ลงไปในตัวอย่าง จากนั้นให้ความร้อน 100°C ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเติมสารประกอบ รีเอเจนต์ ที่ประกอบด้วย (Solutions A 2% Na_2CO_3 ปริมาตร 5ml.), (Solution B 1% $CuSO_4$ ปริมาตร 1 ml.) และ (Solution C 2% Sodium potassium tartarate 1 ml.) ลงไปในตัวอย่างทิ้งไว้ 20 นาทีในที่มืด จากนั้นเติม folin 0.1 ml. เขย่าให้เข้ากัน และทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 660 nm. เปรียบกับค่ามาตรฐาน

ก ข



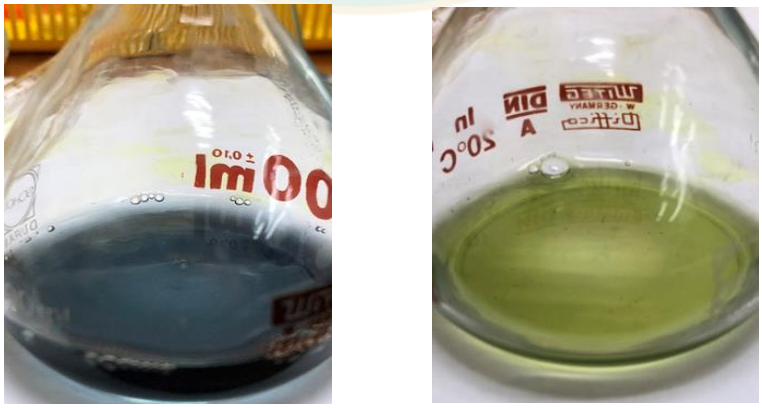
ภาพที่ 11 การวิเคราะห์โปรตีน (ก) ขั้นตอนการสกัดโปรตีน (ข) สารประกอบ Reagent Solutions A,B and C) (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 23/9/2560)

2.2 การวิเคราะห์หาแทนนิน โดยวิธีของ Broadhurst and Jones (Broadhurst and Jones, 1978) เตรียมตัวอย่างใบข้าวที่จะนำมาทดสอบ ซึ่งสามารถทำได้โดย

2.2.1 นำตัวอย่างใบข้าวมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ บด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และเก็บตัวอย่างไว้ในขวดทึบ แสงปิดฝาให้สนิท หุ้มด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ และเก็บไว้ ในโถดูดความชื้น

2.2.2 การสร้างกราฟมาตรฐาน ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 0, 0.5, 1, 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร 8 ขวด เติมสารละลายโฟลิน - เดนนีส รีเอเจนต์ 5 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตอิ่มตัว 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectro photometer และเขียนกราฟมาตรฐานของ กรดแทนนิก

2.2.3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง ใช้สกัดแบบแช่ครั้งเดียว โดย ชั่งตัวอย่างชาใบข้าว 1 กรัม (อัตราราส่วน 1 : 10) เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ใส่ในขวดทึบแสง จากนั้น ปิเปตสารสกัด ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมโฟลิน - เดนนีส รีเอเจนต์ 5 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตอิ่มตัว 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้เป็น 100 มิลลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี - วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ และเทียบหาปริมาณ สารแทนนินจากกราฟมาตรฐาน



ภาพที่ 12 การสกัดแทนนิน (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 9/2/2561)

2.3 หาคลอโรฟิลล์ เอ และ บี โดยวิธีที่ใช้ สัณห์ ละอองศรี, 2551

ตัดใบข้าวเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยใช้ใบข้าวปริมาณ 0.1 กรัม นำมาสกัดด้วยอะซิโตนปริมาตร 20 มิลลิลิตร จนเนื้อเยื่อของใบเปลี่ยนสีเป็นสีขาวใส จากนั้นนำมากรอกกากออก และปรับปริมาตรของสารละลายด้วยอะซิโตนให้เป็น 30 มิลลิลิตร เทใส่ภาชนะบรรจุสารละลาย และห่อด้วยฟรอยด์มิให้โดนแสง เพื่อป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลในสารละลาย นำสารละลายคลอโรฟิลล์ที่สกัดด้วยอะซิโตนไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectro photometer ที่ความความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี จากสูตร ของ (Arnon, 1949)

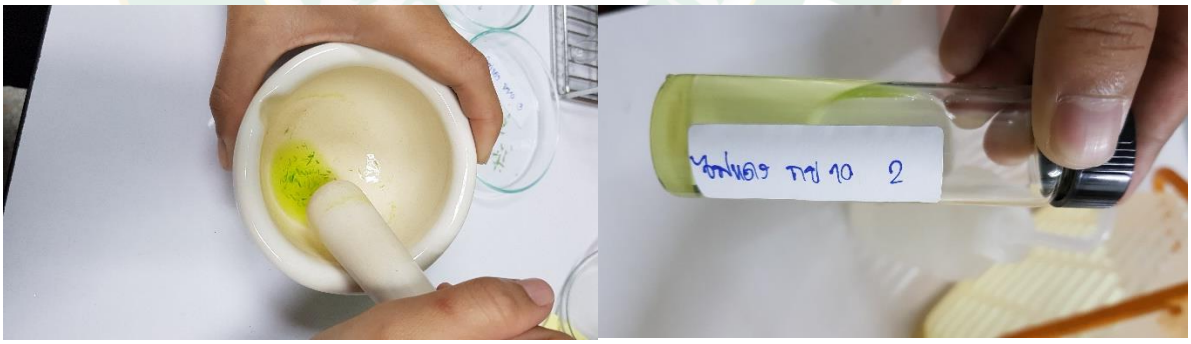
$$\text{คลอโรฟิลล์ เอ (a)} = [12.7\ (OD663) - 2.69\ (OD645)] \times \frac{V}{1{,}000 \times m}$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ บี (b)} = [22.9\ (OD645) - 4.68\ (OD663)] \times \frac{V}{1{,}000 \times m}$$

V = ปริมาตรของสารละลายที่ตรวจวัดคลอโรฟิลล์

m = น้ำหนักตัวอย่าง

OD = ค่าการดูดกลืนแสง



ภาพที่ 13 การสกัดคลอโรฟิลล์ (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 9/9/2560)

2.4 การหาเบต้ากลูเคน โดยวิธีของ Benito-Román, 2011

โดยนำชาข้าวบดละเอียด และกรองผ่านตะแกรงเพื่อให้ขนาดใกล้เคียงกัน ใช้จำนวน 1 กรัม มาสกัดเบต้ากลูแคนด้วยน้ำกลั่นปรับค่า pH ให้เป็นเบสด้วย Na_2CO_3 หรือให้เป็นกรดด้วย HCl นำมาเขย่าที่ความเร็ว 150 rpm ที่อุณหภูมิห้อง และระยะเวลา 5 นาที จากนั้นปรับ pH เท่ากับ 4.5 และนำไปปั่นเหวี่ยงเพื่อตกตะกอนโปรตีน และแยกสารละลายส่วนใสที่มีเบต้ากลูแคน นำสารส่วนใสมาปรับค่า pH เท่ากับ 7 โดยปั่นเหวี่ยงแยกตะกอนที่เหลืออีกครั้ง และนำมาตกตะกอนด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ในอัตราส่วน 1:1 ตั้งทิ้งอุณหภูมิ 4 °C นาน 1 คืน เพื่อตกตะกอนเบต้ากลูแคน แยกตะกอนเบต้ากลูแคนด้วยการปั่นเหวี่ยงทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 °C จะได้สารสกัดเบต้ากลูแคน

ภาพที่ 14 การทำให้ตะกอนเบต้ากลูแคนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศา
(ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 1/11/2560)

2.5 วิตามินซี โดยวิธีของ นิตยา, ม.ป.ป การหาปริมาณวิตามินซีน้ำชาใบข้าว ทำได้โดย

2.5.1 ใส่น้ำแป้งสุกความเข้มข้น 0.1% ปริมาตร 2 cm^3 ลงในหลอดทดลอง

2.5.2 จากนั้นหยดสารละลายไอโอดีนลงไป 2 หยด และสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง

2.5.3 หยดสารละลายวิตามินซี 0.01% ลงในหลอดทดลอง และเขย่าหลอดทุกครั้งที่หยดไปเรื่อยๆ จนของเหลวในหลอดนั้นไม่มีสีน้ำเงินเหลือ นับจำนวนหยด และบันทึกผล

2.5.4 ในการวิเคราะห์หาวิตามินซี ในใบข้าว ทำการทดลองซ้ำขั้นตอนที่ (2.5.1 – 2.5.4) โดยเปลี่ยนสารละลายวิตามินซีเป็นน้ำชาใบข้าว

ก

ข

ภาพที่ 15 การหาวิตามินซี (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 29/10/2560)

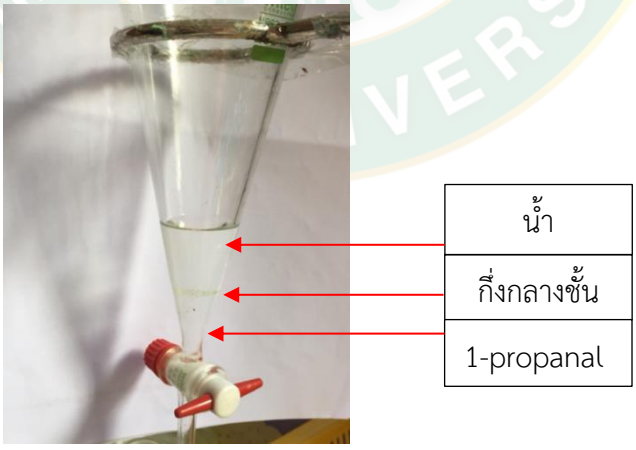
(ก) หยดสารละลายใบข้าวลงในสารละลายทดสอบ

(ข) การเปลี่ยนแปลงของสารละลายทดสอบเมื่อถูกหยดด้วยสารละลายใบข้าว

2.6 การวิเคราะห์หาคาเฟอิน โดยวิธีของ ไพรัตน์ (การหาปริมาณคาเฟอินจากเครื่องดื่มโค้ก, 2548)

2.6.1 เตรียมสารละลาย caffeine ทั้งหมด 4 ความเข้มข้น 5, 10, 20 และ 30 ppm ตามลำดับ โดยที่ใช้ caffeine เข้มข้นปริมาตร 0.5, 1.0, 2.0 และ 3.0 ml. ตามลำดับ มาละลายใน 1-propanol ปริมาตร 9.5, 9.0, 8.0 และ 7.0 ตามลำดับ จะได้ความเข้มข้นละ 10 ml. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 250-300 nm. เพื่อหาค่าสูงสุด

2.6.2 นำตัวอย่างใบข้าว 1 g. ต่อ น้ำกลั่น 100 ml. ละลายให้เข้ากัน จากนั้นตวงมา 2 ml. เติม 1-propanol ลงไป 5 ml. แกว่งสารให้เป็นเนื้อเดียวกันนาน 1 นาที เติมสารละลาย NaCl ลงไป 2 ml. แกว่งให้เป็นเนื้อเดียวกันนาน 1 นาที ให้แยกเป็นชั้นเนื้อสารอย่างสมบูรณ์ แยกชั้นที่เป็น 1-propanol ใส่บีกเกอร์ขนาด 50 ml. ไว้ แล้วนำชั้นส่วนที่เป็นน้ำไปสกัดซ้ำอีกครั้งด้วย 1-propanol ปริมาตร 5 ml. แยกเก็บชั้น 1-propanol มารวมในบีกเกอร์เดิม แล้วกำจัดน้ำที่ปะปนมาด้วยการเติมสาร Na_2SO_4 ลงไป จากนั้นนำสาร 1-propanol ที่สกัดได้ในบีกเกอร์มาใส่ในขวดขนาด 10 ml. เติมสาร 1-propanol จนปริมาตรครบ 10 ml. เขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำสารละลายที่สกัดได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว 275 nm. (ได้มากจากขั้นตอนที่แล้ว 250-300 nm.) แล้วเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานจากขั้นตอนแรก และคำนวณหาปริมาณ caffeine ในใบข้าวหน่วยเป็น mg. / 100 ml.



ภาพที่ 16 การวิเคราะห์หา Caffein การแยกชั้นระหว่างชั้นของน้ำ และชั้น 1-propanol (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 14/3/2561)

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การใช้สถิติในการวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม Excel เปรียบเทียบสถิติองค์ประกอบทางเคมี ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของปริมาณสาร และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = Standard Deviation) ระหว่างสายพันธุ์ภายใต้ปัจจัยแสงสีต่างกัน ระหว่างแสงสีแดง และแสงสีขาว เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีสารเบต้า-กลูแคน มากที่สุดนำมาสู่กระบวนการผลิตชา และเปรียบเทียบผลทางสถิติความพึงพอใจต่อชาใบข้าว โดยมีการเปรียบเทียบดังนี้

2.7.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบสารองค์ประกอบทางเคมีของชาใบข้าว

2.7.1.1 เปรียบเทียบความสูงต้นข้าวภายใต้ 2 แสงไฟ

2.7.1.2 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนของข้าวทุกสายพันธุ์ภายใต้ 2 แสงไฟ

2.7.1.3 เปรียบเทียบปริมาณแทนนินของข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) ระหว่าง 2 ภายใต้แสงไฟ และเปรียบเทียบปริมาณแทนนินกับทุก ๆ สายพันธุ์ภายใต้ไฟสีแดง

2.7.1.4 เปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี ของข้าวทุกสายพันธุ์ภายใต้ 2 แสงไฟ

2.7.1.5 เปรียบเทียบปริมาณเบต้ากลูแคนของข้าวดอกมะลิ (KDM105) ระหว่าง 2 ภายใต้แสงไฟ และเปรียบเทียบปริมาณเบต้ากลูแคนกับทุก ๆ สายพันธุ์ภายใต้ไฟสีแดง

2.7.1.6 เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซี ของข้าวทุกสายพันธุ์ภายใต้ 2 แสงไฟ

2.7.1.7 เปรียบเทียบปริมาณคาเฟอินของข้าวดอกมะลิ (KDM105) ระหว่าง 2 ภายใต้แสงไฟ และเปรียบเทียบปริมาณคาเฟอินกับทุก ๆ สายพันธุ์ภายใต้ไฟสีแดง

2.7.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ 105 ด้วยโปรแกรมประมวลผลทางคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2.7.2.1 เปรียบเทียบผลทางสถิติด้านข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่มีต่อชาใบข้าว

2.7.2.2 เปรียบเทียบผลทางสถิติด้านพฤติกรรมการดื่มของผู้บริโภคที่มีต่อชาใบข้าว

2.7.2.3 เปรียบเทียบผลทางสถิติด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อชาใบข้าว

3. ขั้นตอนผลิตชาใบข้าว และการศึกษาความพึงพอใจ

จากการนำใบข้าวทุกสายพันธุ์ไปวิเคราะห์หาสารคุณประโยชน์ที่มีต้องการ ได้มีการคัดเลือกสายพันธุ์ และภายใต้แสงไฟที่มีปริมาณสาร Beta-glucan มากที่สุดมาผลิตเป็นชา ซึ่งจากผลการศึกษาพบปริมาณสาร Beta-glucan ที่ได้ (ดังภาพที่ 30) พบว่าปริมาณสาร Beta-glucan ที่ถูกพบมากที่สุดคือ ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) ภายใต้การปลูกด้วยไฟสีแดง นอกจากนี้ยังพบปริมาณสารอื่น ๆ อยู่ในระดับที่พอเหมาะ จึงได้นำข้าวสายพันธุ์ดังกล่าวมาผลิตเป็นชาใบข้าวคุณภาพ

3.1 ขั้นตอนการผลิตใบชาข้าว

3.1.1 ใบอ่อนข้าวสายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ภายใต้ไฟสีแดง มาล้าง และตากให้แห้ง

3.1.2 อบด้วยตู้ดูดความชื้นไฟฟ้าอุณหภูมิ 65 องศา นาน 180 นาที (ชัญญรินทร์ และคณะ, 2561) (ภาพที่ 16 ก)

3.1.3 ตัดใบข้าวออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ และนำไปคั่วในกระทะไฟฟ้าด้วยไฟอ่อน ๆ เพื่อให้มีกลิ่นหอม (ภาพที่ 16 ข)

3.1.4 เมื่อคั่วจนรู้สึกว่ามีกลิ่นหอมคือสิ้นสุด นำออกมาวางทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้เย็นขึ้น

3.1.5 นำใบชาข้าวที่ได้มาบรรจุใส่ถุงชาทรงปิรามิดปริมาตร 0.5 กรัมต่อถุง แล้วบรรจุใน (ภาพที่ 16 ค) ซองพลาสติก และซีลปิดทับเพื่อรักษาคุณภาพ จากนั้นใส่ในซองกระดาษแบบซิปเพื่อนำไปสู่กระบวนการตลาดในลำดับต่อไป (ภาพที่ 16 ง)

3.1.6 ขั้นตอนการชงชาใบข้าว

3.1.6.1 ฉีกซองชาออกมา และจุ่มลงในน้ำร้อนโดยที่ จุ่มให้ตัวถุงชาจมนั้นทั้งหมด และนำส่วนจับออกมาห้อยไว้ตรงขอบภาชนะที่ใช้ชง

3.1.6.2 แช่ซองชาข้าวในน้ำร้อนประมาน 5 นาที

3.1.6.3 ได้ผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวคุณภาพพร้อมดื่ม

ก ข ค ง

ภาพที่ 17 การผลิตใบชาข้าว (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี)

ก อบใบข้าวด้วยตู้ดูดความชื้นอาหาร (8/9/2560)

ข คั่วใบข้าวในกระทะ (9/9/2560)

ค ชาใบข้าวที่ผ่านการคั่วมาบรรจุในถุงชา (6/6/2561)

ง บรรจุภัณฑ์ชาใบข้าว (14/6/2561)

3.2 การศึกษาความพึงพอใจ

ขั้นตอนการศึกษาความพึงพอใจ ได้จัดนำในรูปแบบด้านการตลาดโดยสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นโดยใช้แนวคิดด้านวิธีการประสมส่วนทางการตลาด (4P) เมื่อได้เป็นผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวคุณภาพ จึงนำมาศึกษาด้วยการทดสอบความพึงพอใจโดยการทำแบบสอบถามในลำดับต่อไป

3.2.1 ด้านผลิตภัณฑ์ของชาใบข้าว (Product)

นำผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวเข้าสู่กระบวนการด้านผลิตภัณฑ์ เลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ให้มีความง่ายสะดวกต่อการบริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวจะใช้เป็นถุงชาแบบใยฝ้ายรูปทรงปิรามิด ที่ช่องเล็ก ๆ อยู่รอบถุงชา ทั้งนี้เพื่อให้น้ำร้อนสามารถซึมผ่านถุง และสัมผัสกับตัวใบข้าวที่อยู่ภายในได้ง่าย นอกจากนี้รูปลักษณ์ถุงชายังมีหน้าตาที่แปลกใหม่ และง่ายต่อการชงดื่มเนื่องจากมีที่จับหิ้วติดไว้ที่ก้นถุง นอกจากนนี้ตัวถุงชาชนิดนี้ยังมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาคุณภาพชาไว้ภายใน และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ดี ในกรณีที่แกะออกจากซองชามา แต่ยังมิได้มีการชงชาโดยทันที นอกจากนี้ถุงชายังถูกบรรจุด้วยพลาสติกทึบแสงขนาด 6x9 เซนติเมตร พร้อมกับคุณสมบัติสามารถปิดปากซองได้ด้วยการซีล เพื่อให้เก็บคุณภาพของชาใบข้าวไว้อย่างดี พร้อมทั้งติดโลโก้ของผลิตภัณฑ์ชาในข้าวที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโลโก้ในเบื้องต้นแปะไว้ที่ซองชา และด้านหลังติดฉลากวิธีการชงชา

ใบข้าวไว้ด้วย ในลำดับต่อไปบรรจุซองชาใส่ซองกระดาษขนาดที่ใหญ่ขึ้น มีซิปเปิดปิด และสามารถมองเห็นสินค้าภายในได้ชัดเชน ซึ่งซองกระดาษที่ว่านี้สามารถบรรจุซองชาพลาสติกลงไปได้ 5 ซอง พร้อมทั้งแปะฉลากชาอย่างละเอียดไว้ที่ข้างซอง ทั้งเครื่องหมายการค้า ปริมาณ และน้ำหนักที่บรรจุ พร้อมทั้งสรรพคุณ และคุณประโยชน์ที่มีในตัวของสินค้า เป็นการประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภค จัดว่าเป็นการทำผลิตแบบจำหน่ายหลายชิ้น แต่ทั้งนี้ผู้บริโภคก็สามารถเลือกซื้อได้เพียงทีละชิ้นได้เช่นกัน มีการหนดราคาไว้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เพื่อให้เห็นถึงผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวมีบรรจุภัณฑ์ที่รูปลักษณ์ดี และปลอดภัย และสร้างความแปลกใหม่ให้กับผู้บริโภค

ภาพที่ 18 ซองพลาสติกบรรจุถุงชา และซองกระดาษบรรจุภัณฑ์ชาใบข้าว
(ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 1/6/2561)

3.2.2 ด้านราคาของผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว (Price)

เมื่อได้มีการบรรจุผลิตภัณฑ์แล้ว ขั้นต่อเป็นเป็นการกำหนดราคาของสินค้า เนื่องจากชาใบข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ และยังไม่มีสินค้ามากมายนักมาแข่งขัน แต่เพื่อต้องทำการเสนอในตลาดสินค้าเพื่อสุขภาพ ต้องมีการกำหนดราคาให้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกันเช่น ชาจีน หรือชาเขียว แต่เนื่องด้วยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตแบบอินทรีย์วิธีอาจจะมีมูลค่าที่สูงกว่าทั่วไป ราคาของชาใบข้าวอยู่ในเกณฑ์ที่มีมูลค่าสูงกว่าชาทั่วไปเนื่องจากมีกรรมวิธีการผลิตแบบออกแกนิก ทางผู้วิจัยได้คำนวณราคาของส้นค้า และต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตชาใบข้าวคุณภาพนี้ขึ้นคิดจากการปลูกในขั้นตอนหลังจากที่ได้มีการคัดเลือกสายพันธุ์เป็นที่เรียบร้อย และนำมาปลูกดังนี้ (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดการคำนวนต้นทุนการผลิตชาใบข้าวคุณภาพ

รายละเอียดการคำนวน	**เป็นเงิน (บาท)**
1. การคำนวณหาค่าไฟต่อปริมาณน้ำหนักใบข้าวที่ได้ 360 กรัม / 1 รอบ	45.7
2. การคำนวณค่าวัสดุ และบรรจุภัณฑ์ต่อใบข้าวที่ได้ 360 กรัม / 1 รอบ	780
3. การคำนวณราคาขายผลิตภัณฑ์ 45.7 + 780 บาท	825.7
3.1 ราคาต้นทุนซองเล็ก	8.25
3.2 ราคาต้นทุนซองใหญ่ (บรรจุ 5 ซอง)	41.25

* หมายเหตุ แสดงการคำนวณอย่างละเอียดไว้ที่ภาคผนวกท้ายเล่ม

การคำนวณราคาขายนี้เป็นการคำนวณค้นทุนในราคาเบื้องต้น ยังมิได้มีการคำนวณถึงราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกเนื่องจากคิดเป็นการลงทุนระยะยาว และหากมีการผลิตเพื่อการจำหน่ายจริงในอนาคต ต้นทุนที่ใช้จะมีราคาที่ถูกกว่าเนื่องจากฐานการผลิตนั้นใช้ปริมาณที่มากขึ้น

3.2.3 ด้านสถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว (Place)

สถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว ได้มีการสำรวจพื้นที่ที่คาดว่าสามารถใช้เป็นสถานที่การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวได้ โดยในขั้นตอนของการออกพื้นที่หากลุ่มเป้าหมายทำแบบสอบถามเพื่อศึกษาความพึงพอใจ ได้มีการทดลองที่จะวางขายในพื้นที่ของร้านกาแฟ 2 แห่ง ได้แก่ร้านกาแฟย่านสถานีขนส่งช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ และอีกร้านกาแฟย่านหลังห้างสรรพสินค้าบิ๊กซี แยกศาลเด็ก อำเภอเมืองเชียงใหม่ ซึ่งได้มีการจัดวางตำแหน่งของสินค้าให้กับลูกค้าที่มาซื้อเครื่องดื่มเห็นชัดเจน เพื่อให้เป็นที่สะดุดตากับการเลือกซื้อสินค้า

ภาพที่ 19 การวางจำหน่ายในร้านค้า (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 15/6/2561)

3.2.4 การส่งเสริมผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว (Promotion)

การดำเนินการด้านการส่งเสริมหลังจากที่กำหนดราคาและวางจำหน่ายแล้ว ผลิตภัณฑ์มีวิธีการทางด้านการจำหน่ายเพื่อที่จะให้สินค้าจำหน่ายได้และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ซึ่งชาใบข้าวมีการดำเนินงานแนะนำ และนำเสนอให้กับผู้บริโภคทุกคนฟัง และรับทราบถึงประโยชน์ของชาใบข้าว พร้อมทั้งอธิบายถึงคุณสมบัติของสารที่ผู้วิจัยได้เน้นในการสร้างในชาใบข้าว นอกจากนี้ให้ผู้บริโภคชิมฟรี และดมกลิ่นความหอมของชาใบข้าวที่มีเพื่อประกอบการตัดสินใจ และหากผลิตภัณฑ์ได้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อาจมีการสร้างหรือผลักดันให้มีการผลิตกันในครัวเรือน เพื่อเป็นอุตสาหกรรมรายได้เสริม

3.3 การสำรวจพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อชาใบข้าว

หลังจากที่ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสร้างโดยแนวคิดส่วนประสมทางตลาด 4P แล้ว และได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวคุณภาพในลักษณะของผลิตภัณฑ์ 4P ในลำดับต่อมา โดยสร้างแบบสอบถามขึ้นเพื่อใช้ทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายที่มีพฤติกรรมการดื่มชาอยู่เป็นประจำ สถานที่ทำการศึกษาภายในร้านกาแฟ 2 แห่ง โดยแห่งแรกคือบริเวณย่านสถานีขนส่งผู้โดยสารช้างเผือก อำเมืองเชียงใหม่ และแห่งที่ 2 บริเวณย่านมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งกำหนดจำนวนตัวอย่างประชากรที่ 201 คน ในการทดสอบใช้ชาใบข้าว 1.5 กรัม ชงต่อน้ำ 350 มิลลิลิตร และทำการรินใส่แก้วให้ผู้ทดสอบชิมน้ำชาใบข้าวปริมาตร 50 มิลลิลิตรต่อผู้ทดสอบ 1 คน (สุพัตรา, 2546) จากนั้นรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้อง และประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ภาพที่ 20 ขั้นตอนการเตรียมชาให้ผู้ทดสอบดื่ม และการผู้ทดสอบทำการทดสอบความพึงพอใจ (ภาพโดยนักวิจัย ฐิติวัฒน์ รัตนมณี 6/6/2561-1/7/2561)

บทที่ 4
ผลการวิจัย และวิจารณ์

การทดลองเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ชาจากข้าวที่มีคุณภาพสูง และตลาดต้องการ โดยการคัดเลือกชาจากต้นอ่อนของข้าวอายุ 14 วัน ที่ปลูกในระบบกึ่งปิดภายใต้แสงเทียมสีแดง และสีขาว จำนวน 6 สายพันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์กข10 (RD10) ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 (TPFR) พันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) ข้าว ข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) ข้าวพันธุ์หอมนิล (BJR) และ พันธุ์ข้าวเหนียวดำ (BGR) คัดเลือกโดยเปรียบเทียบรสชาติ กลิ่น องค์ประกอบทางเคมีบางประการ นำไปทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการสร้างผลิตภัณฑ์ชาคุณภาพสู่การตลาดต่อไป โดยมีผลการทดลองจากขั้นตอนดังนี้

1. การปลูกข้าว
2. การวิเคราะห์สารองค์ประกอบ
3. การศึกษาความพึงพอใจ
4. เหตุผลการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเพื่อนำมาผลิตเป็นชาใบข้าวคุณภาพ

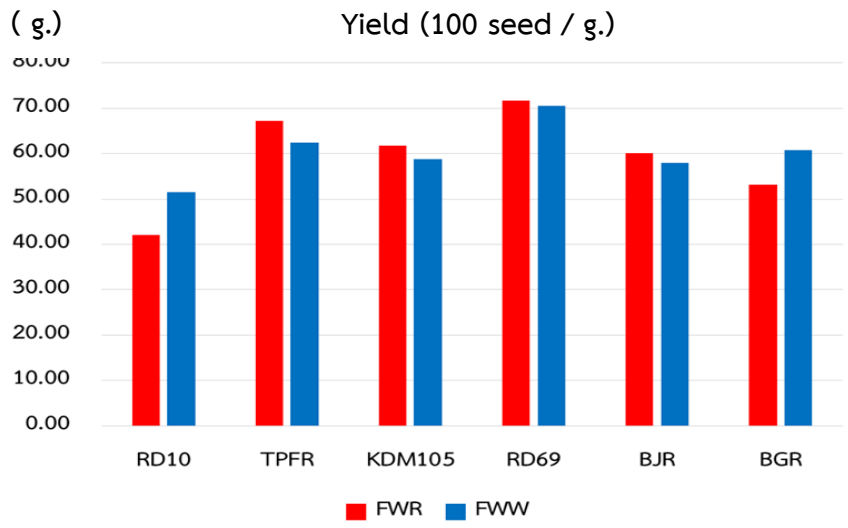
1. การปลูกชาใบข้าว

การปลูกข้าวเพื่อผลิตชาข้าวใช้เมล็ดพันธุ์ 6 สายพันธุ์ที่ได้รับการอนุเคราะห์มาจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และกลุ่มค้าข้าววิสาหกิจชุมชนจังหวัดสุโขทัย โดย 3 สายพันธุ์สีเมล็ดเป็นสีขาว คือ ข้าวพันธุ์กข10 (RD10) ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 (TPFR) พันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) และ 3 สายพันธุ์สีเมล็ดเป็นสีแดง คือ ข้าว ข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) ข้าวพันธุ์หอมนิล (BJR) และ พันธุ์ข้าวเหนียวดำ (BGR) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1.1 การทดสอบความงอก

ได้ทดสอบความงอกของแต่ละสายพันธุ์ เพื่อใช้ในการคำนวนหาปริมาณน้ำหนักที่ใช้ในการปลูกพบว่า ข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) มีอัตราการงอกสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 96 รองลงมาคือ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 (TPFR) (ร้อยละ 90) ข้าวพันธุ์หอมนิล (BJR) (ร้อยละ 87) ข้าวพันธุ์กข10 (RD10) (ร้อยละ 78) ข้าวพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) และพันธุ์ข้าวเหนียวดำ (BGR) มีอัตราการงอกเท่ากันคือต่ำที่สุดคิดเป็นร้อยละ 71 แต่น้ำหนักเมล็ดของข้าวพันธุ์ดอกมะลิ105 และพันธุ์ข้าวเหนียวดำ (BGR) มีค่าสูง และมีค่าเท่ากับข้าวพันธุ์กข10 (RD10) คือ 3.3 กรัม ต่อ 100 เมล็ด (ตารางที่ 3) แสดงผลผลิตน้ำหนักสดส่วนเหนือข้อแรก 100 / กรัม พบว่าข้าวทับทิมชุมแพ (RD69) มีน้ำหนักมากที่สุดทั้งสองภายใต้แสงไฟ 71.62 กรัม ไฟสีแดง และ 70.53 กรัม ไฟสีขาว ตามลำดับ น้อยที่สุดในข้าวกข10 (RD10) ภายใต้ไฟสีแดงมีค่า 42.11 กรัม (ดังภาพที่ 21 และตารางที่ 3)

ผลผลิตน้ำหนักสดส่วนเหนือข้อแรกต่อ 100 เมล็ด / (กรัม) ใช้ในการคำนวนหาจำนวนต้นต่อพื้นที่การปลูก จากน้ำหนักจริงที่ใช้ปลูก 150 กรัมต่อถาด



YWR ผลผลิตน้ำหนักสดส่วนเหนือข้อแรกต่อ 100 เมล็ด / กรัม ภายใต้ไฟแดง

YWW ผลผลิตน้ำหนักสดส่วนเหนือข้อแรกต่อ 100 เมล็ด / กรัม ภายใต้ไฟขาว

ภาพที่ 21 แสดงผลผลิตน้ำหนักสดส่วนเหนือข้อแรกต่อ 100 เมล็ด

ตารางที่ 3 แสดงร้อยละของการงอก น้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด และน้ำหนักผลผลิตต่อ 100 เมล็ด / กรัม

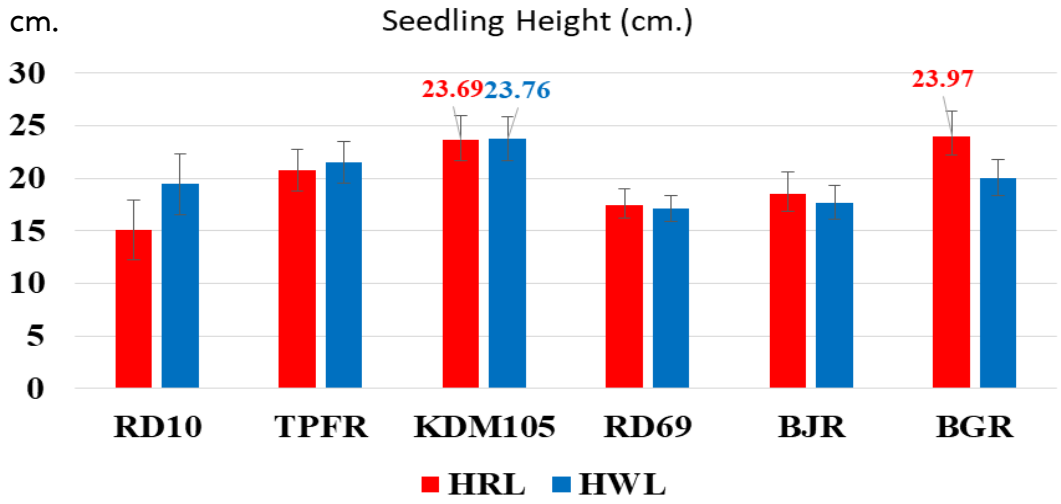
พันธุ์ข้าว	ร้อยละการงอก	น้ำหนักต่อ100เมล็ด (กรัม)	ผลผลิตน้ำหนักสดส่วนเหนือข้อแรกต่อ 100 เมล็ด / (กรัม)	
			ไฟแดง	ไฟขาว
กข.10 (RD10)	78.0	3.3	42.11	51.57
ประทุมธานี1 (TPFR)	90.0	2.8	67.23	62.42
หอมมะลิ (KDM105)	71.0	3.3	61.79	58.79
ทับทิมชุมแพ (RD69)	96.0	2.2	71.62	70.53
หอมนิล (BJR)	87.0	2.2	60.17	57.95
เหนียวดำ (BGR)	71.0	3.3	53.17	60.74

1.2 การวัดการเจริญเติบโต

มีการวัดความสูงต้นข้าว พบว่าในการปลูกข้าวเพื่อการผลิตชานี้มีการเก็บข้อมูลความสูงของต้นข้าวทุก ๆ สายพันธุ์ จากการปลูกข้าวภายใต้ไฟทั้งสีขาว และสีแดง ตลอดอายุปลูก 14 วัน ได้ผลดังนี้

การปลูกข้าวภายใต้แสงเทียม อายุต้นข้าว 14 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยว พบข้าวสายพันธุ์เหนียวดำ (BGR) ภายใต้ไฟสีแดง มีความสูงต้นมากที่สุดคือ 23.970±2.43 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) ทั้ง 2 ภายใต้แสงไฟ โดยที่ภายใต้ไฟขาวคือ 23.760±2.06 เซนติเมตร และภายใต้ไฟแดงคือ 23.690±2.25 เซนติเมตร ตามลำดับ และความสูงต้นข้าวที่น้อยที่สุดคือพันธุ์กข10 (RD10) ภายใต้ไฟแดง 15.100±2.85 (ดังภาพที่ 22 และตารางที่ 4) พบว่าความสูงต้นข้าวในสายพันธุ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง 2 แสงไฟ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากการวัดความสูงต้นข้าวทำให้พบว่า การเติบโตของข้าวทุก ๆ สายพันธุ์ เมื่อถูกกระตุ้นด้วยไฟสีแดง และไฟสีขาว มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน สังเกตได้จากข้าวสายพันธุ์ที่เมล็ดที่มีสีนั้นทับทิมชุมแพ (RD69), หอมนิล (BJR) และเหนียวดำ (BGR) ถูกกระตุ้นด้วยแสงไฟสีแดง ทำให้ต้นข้าวมีความสูงต้นข้าวที่ดีกว่าเมื่อได้รับแสงสีขาว (ดังภาพที่ 22) นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวสายพันธุ์ดอกมะลิ 105 (KDM105) เมื่อได้รับการกระตุ้นจากทั้งไฟขาว และไฟแดง ความสูงต้นอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน



HRL แสดงความสูงต้นข้าวภายใต้ไฟสีแดง,

HWL แสดงความสูงต้นข้าวภายใต้ไฟสีขาว

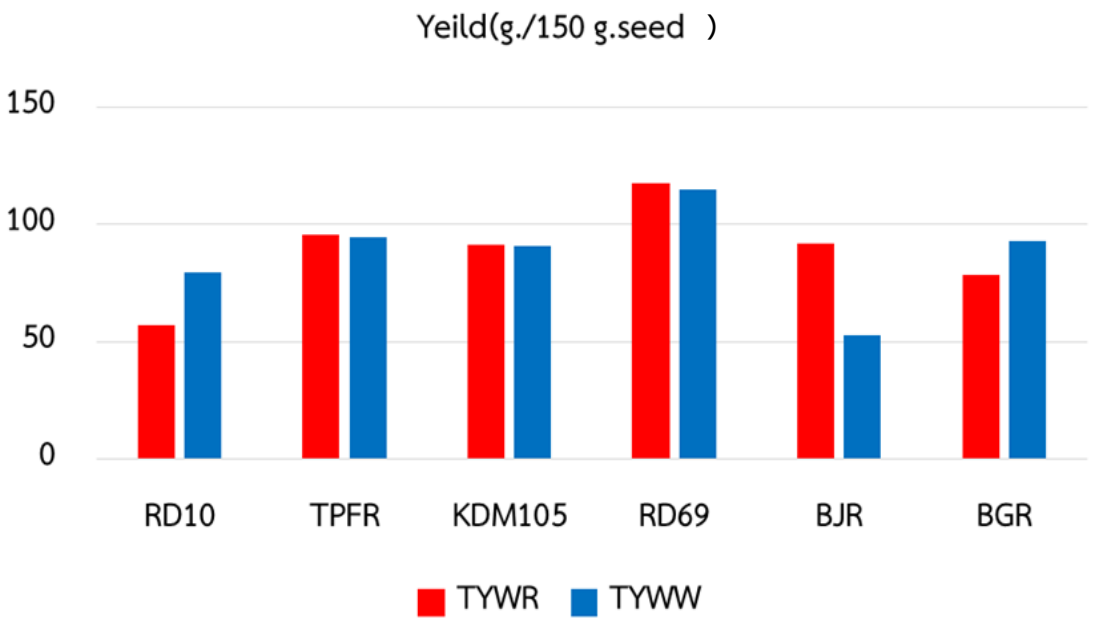
ภาพที่ 22 แสดงความสูงต้นข้าวภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

ตารางที่ 4 แสดงความสูงต้นข้าวภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

พันธุ์ข้าว	แสงสีแดง (ซม.)	แสงสีขาว (ซม.)
กข10 (RD10)	15.100±2.85	19.440±2.91
ปทุมธานี1 (TPFR)	20.800±1.94	21.510±2.022
หอมมะลิ105 (KDM105)	23.690±2.25	23.760±2.06
ทับทิมชุมแพ (RD69)	17.470±1.47	17.100±1.27
หอมนิล (BJR)	18.500±2.09	17.660±1.60
เหนียวดำ (BGR)	23.970±2.43	20.050±1.74

1.3 การหาปริมาณน้ำหนักใบสด

การปลูกเก็บเกี่ยวข้าวอายุ 14 วัน ได้มีการตัดใบข้าวโดยทำการตัดเหนือข้อ และทำการชั่งหาปริมาณน้ำหนักใบสด โดยทำการชั่งหาน้ำหนักทั้งหมดเพียงครั้งเดียวในทุก ๆ สายพันธุ์ จากผลการทดลองพบว่าปริมาณน้ำหนักใบสดที่ได้ข้าวสายพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) ได้ปริมาณน้ำหนักใบสดมากที่สุด ทั้งภายใต้ 2 แสดงไฟ โดยที่มากที่สุดคือไฟสีแดง 117.709 กรัม รองลงมาไฟสีขาว 114.918 กรัม ตามลำดับ และน้อยที่สุดคือสายพันธุ์หอมนิล (BJR) 52.770 กรัม จะเห็นได้ว่าข้าวสายพันธุ์เดียวกันถูกกระตุ้นด้วยไฟที่ต่างกัน ทำให้ปริมาณของน้ำหนักใบข้าวสดที่ได้ ได้ในปริมาณที่ต่างกันไปด้วยประมาน (ดังภาพที่ 23)



TYWR แสดงปริมาณน้ำหนักใบสดภายใต้ไฟสีแดง,

TYWW แสดงปริมาณน้ำหนักใบสดภายใต้ไฟสีขาว

ภาพที่ 23 แสดงน้ำหนักสดของใบข้าวภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

ตารางที่ 5 ตารางแสดงน้ำหนักสดของใบข้าวภายใต้ไฟสีสีแดง และสีขาว

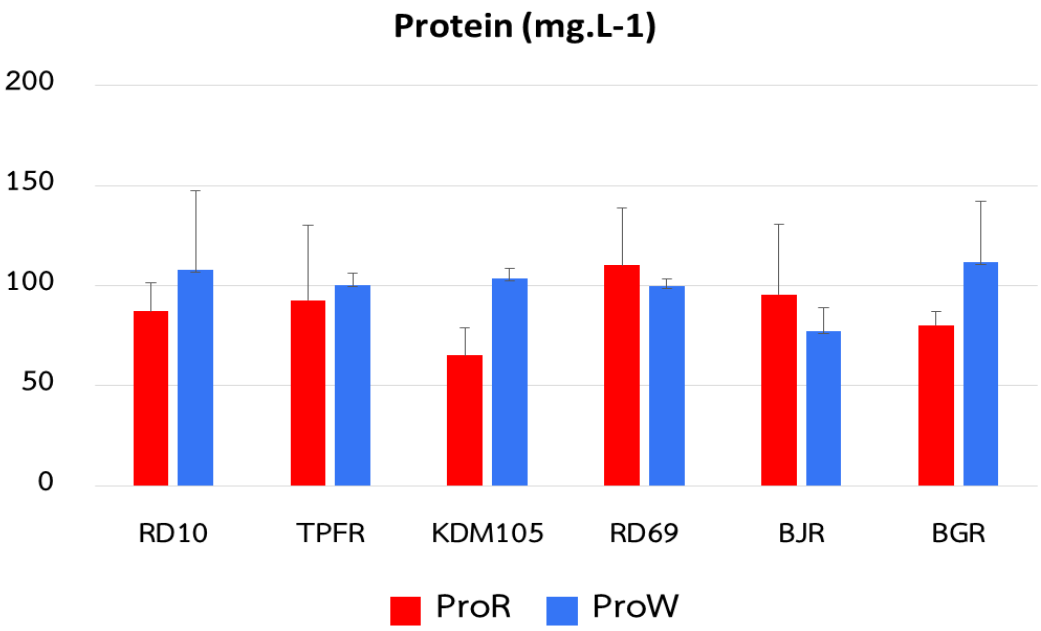
พันธุ์ข้าว น้ำหนักใบข้าวทั้งหมดต่อถาด (กรัม / เมล็ดเพาะ 150 กรัม)	**ผลผลิตใบสด 14 วัน**	
	แสงสีแดง	**แสงสีขาว**
กข.10 (RD10)	56.861	79.632
หอมประทุม (TPFR)	95.356	94.558
หอมมะลิ (KDM105)	91.116	90.770
ทับทิมชุมแพ (RD69)	117.709	114.918
หอมนิล (BJR)	91.839	52.770
เหนียวดำ (BGR)	78.610	92.791

2. การวิเคราะห์สารองค์ประกอบ

จากขั้นตอนการผลิตชาใบข้าวใบสดส่วนแรกนี้ถูกนำมาเตรียมใช้เพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณสารองค์ประกอบที่มีในใบข้าวเพื่อการผลิตชาใบข้าวคุณภาพ โดยจะคัดเลือกจากปริมาณสารที่มีความพึงพอใจที่ดีที่สุดมา 1 สายพันธุ์ ซึ่งการวิเคราะห์หาสารองค์ประกอบนั้นได้ทำการวิเคราะห์หาสารทั้ง 6 อย่าง ดังนี้

2.1 โปรตีน (Protein)

ในการวิเคราะห์หาโปรตีนในชาใบข้าวนั้นเนื่องจากโปรตีนเป็นสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และเป็นสารที่ผู้บริโภคต้องการจากการดื่มชา จึงได้วิเคราะห์หาสารนี้ขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการผลิตชาใบข้าวคุณภาพ ได้ผลดังนี้ ในการทดลองวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบโปรตีนผลของแสงต่อโปรตีน ต่อน้ำชาใบข้าว ของกล้าอ่อนต้นข้าวอายุ 14 วัน พบว่า ไม่แตกต่างกันมากในแต่ละสายพันธุ์ ส่วนระหว่างสายพันธุ์ พบว่า ข้าวพันธุ์เหนียวดำ (BRG) มีค่าสูงมากที่สุดภายใต้แสงสีขาว มีค่า 111.533±30.60 มิลลิกรัม.ลิตร$^{-1}$ ต่ำสุดใน พันธุ์ดอกมะลิ (KDM105) มีค่า 65.067±14.09 มิลลิกรัม.ลิตร$^{-1}$ ภายใต้แสงสีแดง ซึ่งโปรตีนทุกสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง 2 แสงไฟ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (ภาพที่ 24 และตารางที่ 6)



ProR แสดงปริมาณโปรตีนของข้าวภายใต้ไฟสีแดง,

ProW แสงปริมาณโปรตีนของข้าวภายใต้ไฟสีขาว

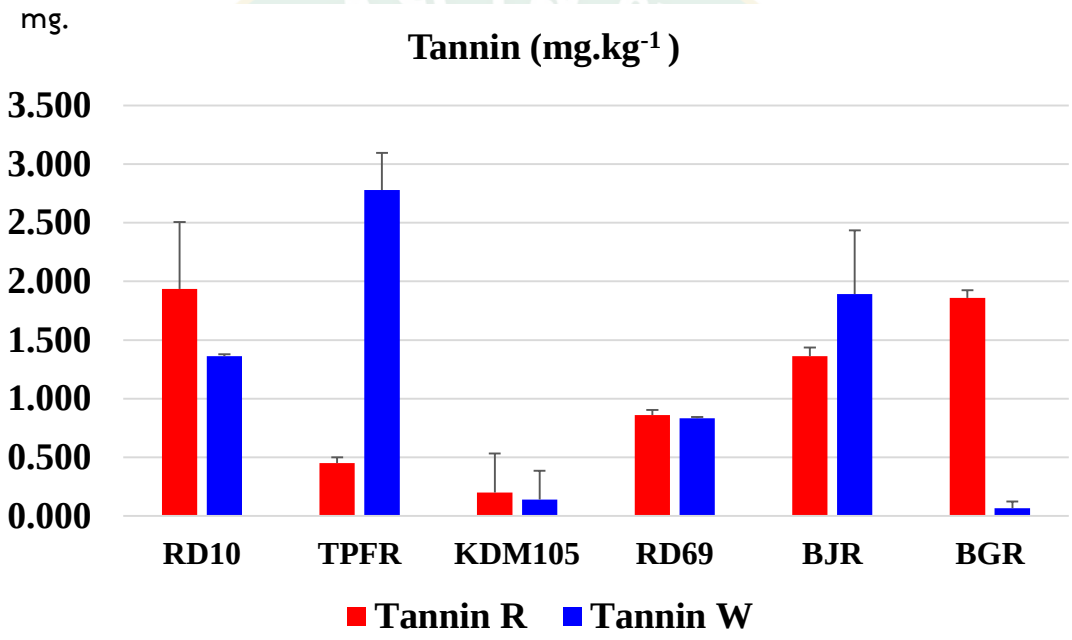
ภาพที่ 24 แสดงปริมาณโปรตีนของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณโปรตีนของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

พันธุ์ข้าว	**โปรตีน (มิลลิกรัม.ลิตร$^{-1}$ / น้ำชาใบข้าว)**	
	แสงสีแดง	**แสงสีขาว**
กข.10 (RD10)	87.067±14.58	107.933±39.47
หอมประทุม (TPFR)	92.667±37.35	100.400±5.92
หอมมะลิ (KDM105)	65.067±14.09	103.467±5.14
ทับทิมชุมแพ (RD69)	110.267±28.69	99.733±3.41
หอมนิล (BJR)	95.667±34.96	77.067±12.03
เหนียวดำ (BGR)	80.133±6.70	111.533±30.60

2.2 เทนนิน (Tannin)

จากการศึกษาวิเคราะห์หาแทนนินในห้องปฏิบัติการ พบว่าปริมาณแทนนิน ต่อน้ำหนักแห้งที่พบน้อยที่สุดคือสายพันธุ์ข้าวเหนียวดำ (BGR) ภายใต้ไฟสีขาวที่ 0.066±0.06 มิลลิกรัม.กิโลกรัม$^{-1}$ ส่วนปริมาณสารแทนนินที่พบมากที่สุดคือสายพันธุ์ปทุมธานี1 (TPFR) ภายใต้ไฟสีขาวที่ 2.778±0.32 มิลลิกรัม.กิโลกรัม$^{-1}$ และในข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) ทั้ง 2 ภายใต้แสงไฟไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และดอกมะลิ (KDM105) ภายใต้แสงสีแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุก ๆ สายพันธุ์ภายใต้ไฟสีแดง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (ดังภาพที่ 25 และตารางที่ 7)



TanninR แสดงค่าแทนนินภายใต้ไฟสีแดง,

TanninW แสดงค่าแทนนินภายใต้ไฟสีขาว

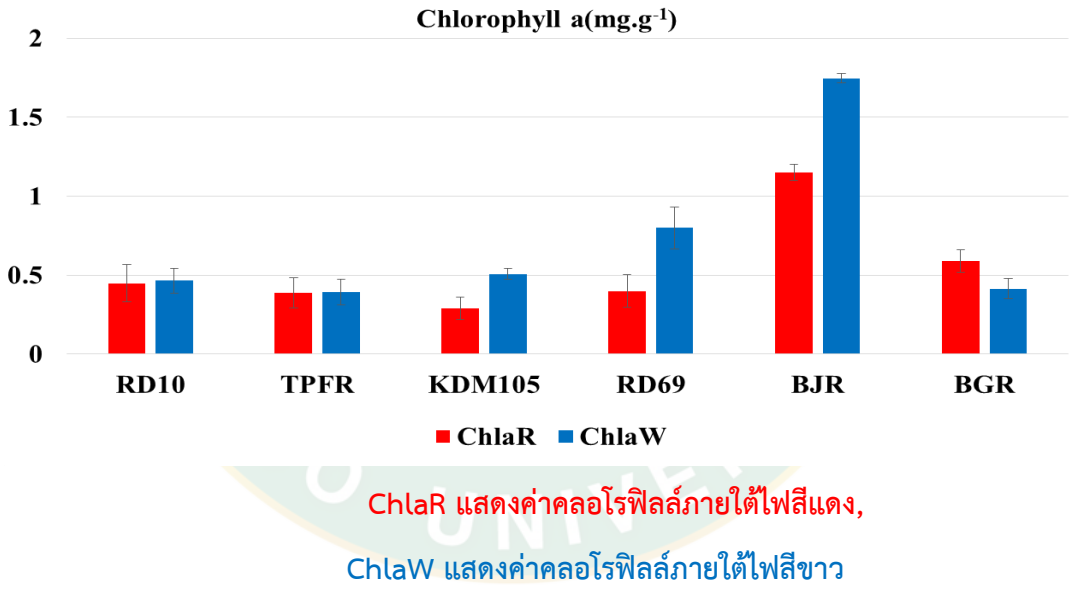
ภาพที่ 25 แสดงปริมาณเทนนินของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

ตารางที่ 7 แสดงค่าแทนนินภายใต้ไฟสีแดง

พันธุ์ข้าว	ปริมาณเทนนิน (มิลลิกรัม.กิโลกรัม$^{-1}$ / น้ำหนักแห้ง)	
	แสงสีแดง	แสงสีขาว
กข10 (RD10)	1.936±0.57	1.363±0.02
ปทุมธานี1 (TPFR)	0.450±0.05	2.778±0.32
หอมมะลิ (KDM105)	0.201±0.33	0.141±0.24
ทับทิมชุมแพ (RD69)	0.861±0.40	0.834±0.01
หอมนิล (BJR)	1.363±0.07	1.892±0.54
เหนียวดำ (BGR)	1.860±0.07	0.066±0.06

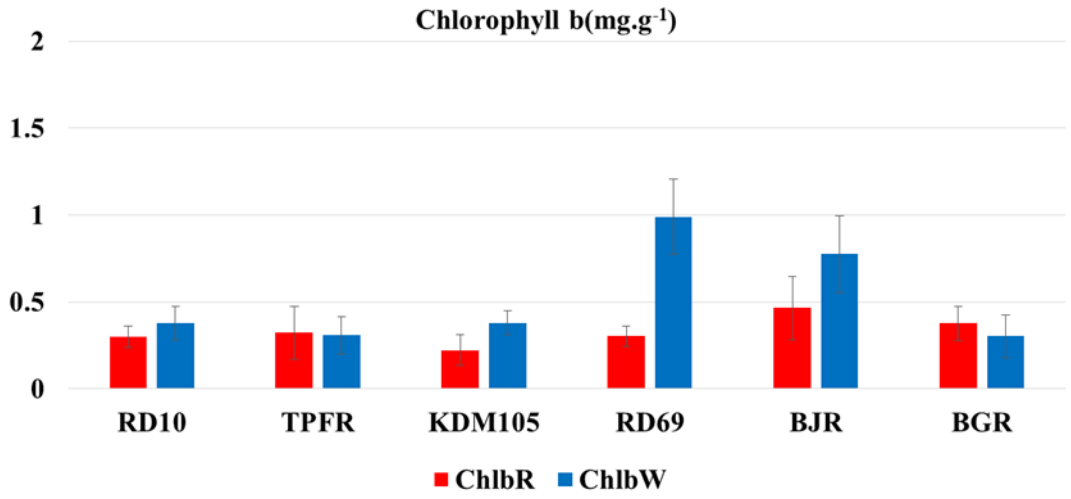
2.3 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll a และ b)

จากผลการศึกษาการวิเคราะห์หาคลอโรฟิลล์ เอ ในห้องปฏิบัติการพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ต่อน้ำหนักแห้ง ถูกพบมากที่สุดคือสายพันธุ์หอมนิล (BJR) ทั้ง 2 ภายใต้แสงไฟเมื่อเทียบกับทุกๆ สายพันธุ์ ซึ่งภายใต้ไฟสีขาวพบมากที่สุด 1.747±0.03 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$ รองลงภายใต้ไฟสีแดง 1.149±0.05 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$ และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ที่พบน้อยที่สุดคือสายพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) ภายใต้ไฟสีแดงที่ 0.289±0.07 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$ ซึ่งสายพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105), ทับทิมชุมแพ (RD69), หอมนิล (BJR) และเหนียวดำ (BGR) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง 2 แสงไฟ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ดังภาพที่ 26 และตารางที่ 8)



ภาพที่ 26 แสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

จากผลการศึกษาการวิเคราะห์หาคลอโรฟิลล์บี ในห้องปฏิบัติการพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ต่อน้ำหนักแห้ง ที่พบมากที่สุดคือไฟสีขาวทับทิมชุมแพ (RD69) 0.990±0.2 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$ และสายพันธุ์ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี น้อยที่สุดคือดอกมะลิ105 (KDM105) ภายใต้ไฟสีแดง 0.222±0.09 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$ ซึ่งพบว่า ทับทิมชุมแพ (RD69) และหอมนิล (BJR) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง 2 แสงไฟ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนสายพันธุ์อื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ดังภาพที่ 27 และตารางที่ 8)



ChlbR แสดงค่าคลอโรฟิลล์ภายใต้ไฟสีแดง, ChlbW แสดงค่าคลอโรฟิลล์ภายใต้ไฟสีขาว

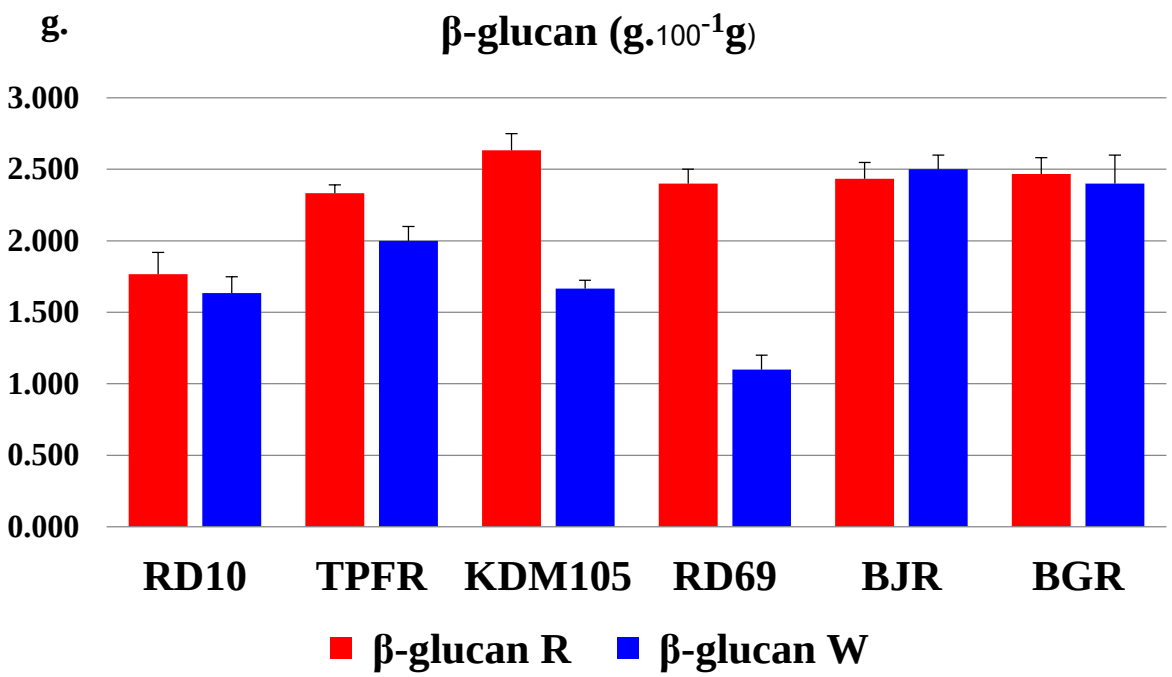
ภาพที่ 27 แสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

ตารางที่ 8 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของชาข้าวพันธุ์ต่าง ๆ

พันธุ์ข้าว/ คลอโรฟิลล์	คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$/ น้ำหนักแห้ง)		คลอโรฟิลล์ บี (มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$/ น้ำหนักแห้ง)	
	แสงสีแดง	แสงสีขาว	แสงสีแดง	แสงสีขาว
กข10 (RD10)	0.448±0.12	0.465±0.08	0.300±0.06	0.379±0.10
ปทุมธานี1 (TPFR)	0.387±0.10	0.393±0.08	0.322±0.15	0.307±0.11
ดอกมะลิ105 (KDM105)	0.289±0.07	0.506±0.03	0.222±0.9	0.378±0.07
ทับทิมชุมแพ (RD69)	0.400±0.10	0.799±0.13	0.302±0.06	0.990±0.22
หอมนิล (BJR)	1.149±0.05	1.747±0.03	0.464±0.18	0.774±0.22
เหนียวดำ (GBR)	0.589±0.07	0.410±0.06	0.377±0.10	0.301±0.12

2.4 เบต้ากลูเคน (Beta glucan)

สารเบต้ากลูแคนปัจจุบันในการตรวจวัดปริมาณสารนี้ในชายังมีน้อย แต่เนื่องจากเป็นที่มีประโยชน์อย่างมาก และผู้วิจัยเห็นควรญว่าจะนำสารชนิดนี้มาเป็นจุดเด่นในผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว ในการทดลองวิเคราะห์ค่าปริมาณเบต้ากลูเคน ผลของแสงต่อปริมาณเบต้ากลูเคนของกล้าอ่อนต้นข้าวอายุ 14 วัน พบว่าผลของแสงมีผลต่อปริมาณเบต้ากลูเคน ต่อน้ำหนักแห้ง โดยในสีแดงให้ปริมาณเบต้ากลูเคน สูงกว่าในแสงสีขาว ข้าวพันธุ์ดอกมะลิ (KDM105) มีค่าเบต้ากลูเคน สูงมากที่สุดภายใต้แสงสีแดง มีค่า 2.633 กรัม.100^{-1}กรัม ต่ำสุดใน พันธุ์ ทับทิมชุมแพ (RD69) มีค่า 1.1 กรัม.100^{-1}กรัม ภายใต้แสงสีขาว ซึ่งพบว่าปริมาณเบต้ากลูแคนของดอกมะลิ105 (KDM105) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญภายใต้ 2 แสงไฟ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับทุกสายพันธุ์ภายใต้ไฟสีแดง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ส่วนกข10 (RD10), หอมนิล (BJR) และเหนียวดำ (BGR) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 28 และตารางที่ 9)



β-glucan R แสดงปริมารสารภายใต้การปลูกด้วยไฟสีแดง,

β-glucan W แสดงปรมาณสารภายใต้การปลูกด้วยไฟสีขาว

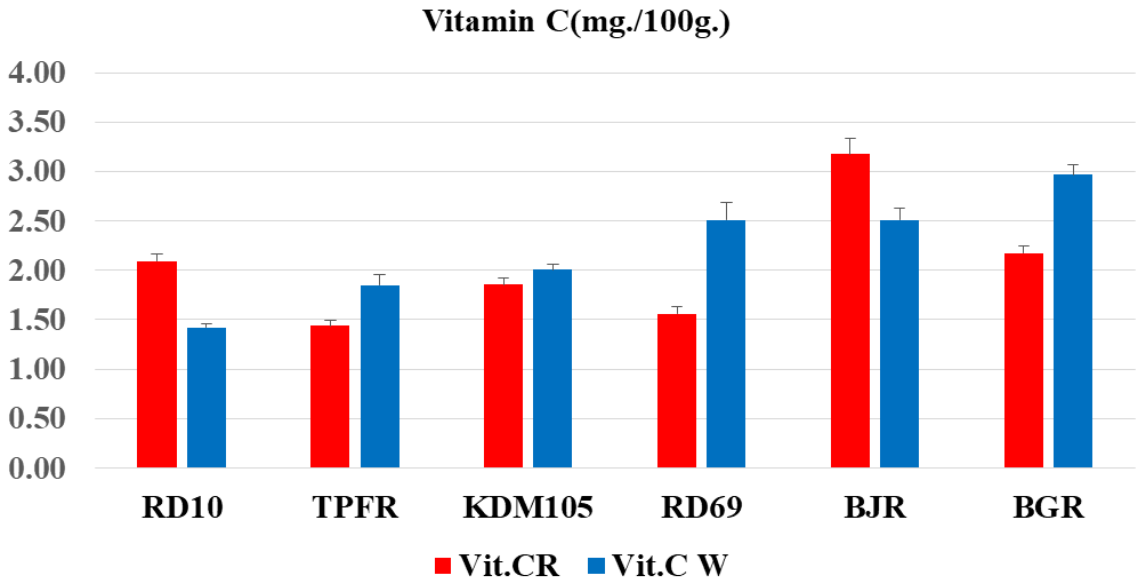
ภาพที่ 28 แสดงปริมาณเบต้ากลูแคนของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

ตารางที่ 9 ปริมาณเบต้ากลูแคนของชาข้าวพันธุ์ต่าง ๆภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

พันธุ์ข้าว	Beta glucan (กรัม.100^{-1}กรัม / น้ำหนักแห้ง)	
	แสงสีแดง	แสงสีขาว
กข10 (RD10)	1.767±0.15	1.633±0.12
ปทุมธานี1 (TPFR)	2.333±0.06	2.000±0.10
ดอกมะลิ105 (KDM105)	2.633±0.12	1.667±0.06
ทับทิมชุมแพ (RD69)	2.400±0.10	1.100±0.10
หอมนิล (BJR)	2.433±0.12	2.500±0.10
เหนียวดำ (BGR)	2.467±0.12	2.400±0.20

2.5 วิตามิน ซี (Vitamin C)

สารคุณประโยชน์ชื่อดังที่ช่วยทำให้ดูอ่อนเยาว์ ผิวพรรณดี และยังต้านอนุมูลอิสระ **mg.** ำมาวิเคราะห์ใบชาใบข้าว ในการทดลองวิเคราะห์ค่าปริมาณของวิตามิน ซี ผลของแสงตอบรมาณของวิตามิน ซี ต่อน้ำหนักแห้ง ในกล้าอ่อนต้นข้าวอายุ 14 วัน พบว่า มีความแตกต่างกันมากในบางสายพันธุ์ เช่น ข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) และข้าวพันธุ์เหนียวดำ (BGR) โดยในเมล็ดสีขาวมีองค์ประกอบของวิตามิน ซี ต่ำกว่าในเมล็ดสีแดงยกเว้นทับทิมชุมแพ (RD69) ไฟแดง ส่วนระหว่างสายพันธุ์ก็ความแตกต่างกันไม่มาก โดยพบว่าข้าวพันธุ์หอมนิล (BJR) มีค่าสูงมากที่สุดภายใต้แสงสีแดง มีค่า 3.177±0.16 มิลลิกรัม.100^{-1}กรัม ต่ำสุดในพันธุ์กข.10 (RD10) มีค่า 1.422±0.03 มิลลิกรัม.100^{-1}กรัม ภายใต้แสงสีขาว พบว่าข้าวทุกสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ภายใต้ 2 แสงไฟที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ยกเว้นพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 29 และตารางที่ 10)



Vit.CR แสดงปริมาณวิตามินซีในใบข้าวภายใต้ไฟแดง,

Vit.CW แสดงปริมาณวิตามินซีในใบข้าวภายใต้ไฟขาว

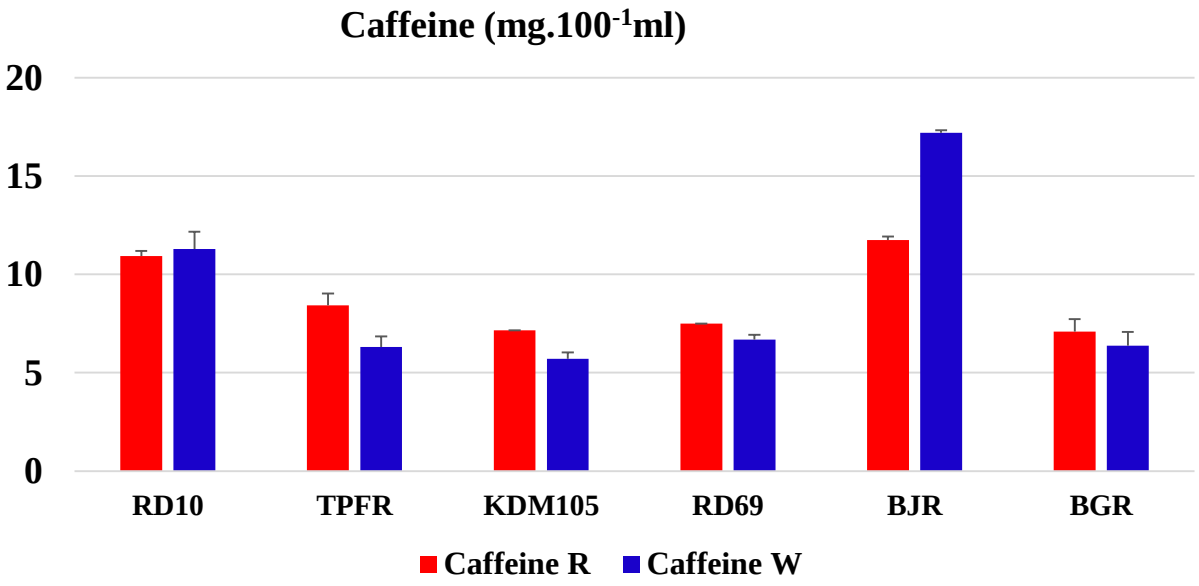
ภาพที่ 29 แสดงปริมาณวิตามินซีของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

ตารางที่ 10 ปริมาณวิตามินซี ของชาข้าวพันธุ์ต่าง ๆภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

พันธุ์ข้าว	**วิตามิน ซี (มิลลิกรัม.100^{-1}กรัม / น้ำหนักแห้ง)**	
	แสงสีแดง	**แสงสีขาว**
กข.10 (RD10)	2.09±0.07	1.422±0.03
หอมประทุม (TPFR)	1.439±0.05	1.848±0.11
หอมมะลิ (KDM105)	1.855±0.07	2.007±0.05
ทับทิมชุมแพ (RD69)	1.561±0.08	2.511±0.17
หอมนิล (BJR)	3.177±0.16	2.507±0.12
เหนียวดำ (BGR)	2.174±0.08	2.969±0.09

2.6 คาเฟอิน (Caffeine)

คาเฟอินเป็นอีกหนึ่งสารสำคัญที่ช่วยในการคัดเลือดสายพันธุ์ของการนำมาผลิตเป็นชาใบข้าวคุณภาพเนื่องจาก ชาใบข้าวคุณภาพมีด้านความปลอดภัย และบริโภคได้ทุกเพศวัย ในการทดลองวิเคราะห์ค่าปริมาณของคาเฟอิน ผลของแสงต่อปริมาณของคาเฟอิน ในกล้าอ่อนต้นข้าวอายุ 14 วัน พบว่า มีความแตกต่างกันไม่มากในแต่ละสายพันธุ์ ยกเว้น ข้าวพันธุ์เหนียวดำ (BGR) โดยในแสงสีขาวมีองค์ประกอบของคาเฟอินสูงกว่าในแสงสีแดง ส่วนระหว่างสายพันธุ์ก็มีความแตกต่างกันไม่มาก โดยพบว่า ข้าวพันธุ์หอมนิล (BJR) มีค่าสูงมากที่สุดภายใต้แสงสีขาว มีค่า 17.197±0.13 มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร ต่ำสุดในพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่า 5.708±0.33 มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร ภายใต้แสงสีขาว ซึ่งพบว่าดอกมะลิ105 (KDM105) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญภายใต้ทั้ง 2 แสงไฟ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าคาเฟอินดอกมะลิ105 (KDM105) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับทุกสายพันธุ์ภายใต้ไฟแดง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพที่ 30 และตารางที่ 11)



CaffeinR แสดงปริมาณคาเฟอินในใบข้าวภายใต้ไฟแดง,

CaffeinW แสดงปริมาณคาเฟอินในใบข้าวภายใต้ไฟขาว

ภาพที่ 30 แสดงปริมาณคาเฟอินของข้าวภายใต้ภายใต้ไฟสีแดง และไฟสีขาว

ตารางที่ 11 ปริมาณคาเฟอิน ในชาใบข้าวภายใต้ไฟแดง และสีขาว

พันธุ์ข้าว	ปริมาณคาเฟอิน (มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร / น้ำชาใบข้าว)	
	แสงสีแดง	แสงสีขาว
กข10 (RD10)	10.937±0.25	11.287±0.88
ปทุมธานี1 (TPFR)	8.422±0.60	6.313±0.53
หอมมะลิ (KDM105)	7.152±0.00	5.708±0.33
ทับทิมชุมแพ (RD69)	7.501±0.00	6.685±0.24
หอมนิล (BJR)	11.750±0.18	17.197±0.13
เหนียวดำ (BGR)	7.099±0.62	6.370±0.70

จากการตรวจหาวิเคราะห์องค์ประกอบในใบข้าวพบว่า เมื่อข้าวถูกกระตุ้นด้วยแสงไฟในขั้นตอนการปลูกนั้นทำให้ปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้มีความแตกต่างกันกัน ทั้งในส่วนของสายพันธุ์ และส่วนของชนิดแสงไฟ ซึ่งในกระบวนการผลิตชาใบข้าวคุณภาพนั้นได้มีการคัดเลือกข้าวเพียง 1 สายพันธุ์ที่นำมาผลิต โดยคัดเลือกจากความความพึงพอใจในด้านสารคุณประโยชน์เบต้ากลูแคน และด้านรสชาติ เนื่องจากเป็นสารที่ผู้วิจัยเลือกใช้เป็นจุดเด่นที่มีปริมาณมากขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงไฟ โดยสายพันธุ์ที่ได้มีการคัดเลือกเพื่อนำมาผลิตเป็นชาใบข้าวคุณภาพนั้น คือสายพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) ภายใต้ไฟสีแดงที่มีปริมาณเบต้ากลูแคนมากที่สุด (ภาพที่ 28 และตารางที่ 9) และใช้ชื่อว่า “ชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105”

และนอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารอื่น ๆ ในข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) ภายใต้ไฟสีแดง ที่วิเคราะห์ออกมา พบว่าปริมาณสารอื่น ๆ ที่เป็นที่น่าพึงพอใจได้แก่ แทนนิน และคาเฟอิน ซึ่งปริมาณแทนนินที่พบนั้นอยู่ในระดับที่น้อย จะทำให้รสชาติของชาใบข้าวนั้นมีความฝาดน้อย ดื่มง่าย (ภาพที่ 25 และตารางที่ 7) และเช่นกันในปริมาณคาเฟอินที่พบอยู่ในระดับที่น้อยเพียง 7.1 (มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร) ซึ่งหากเทียบกับปริมาณที่พบในชาจีนทั่วไปแล้ว ชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 นั้นมีปริมาณที่น้อยกว่าชาจีนทั่วไปอยู่ในระดับที่ 1 ส่วน 4 เมื่อเทียบกับปริมาณคาเฟอินในชาทั่วไป (ชุติภัสร์, 2009)

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจ

จากที่ได้มีการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวมาผลิตเป็นชาคุณภาพที่ผ่านวิธีการ และรวบรวมผลจากแนวคิดส่วนประสมทางการตลาด (4P) มาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใช้ชื่อว่า “ชาใบข้าวุณภาพจากข้าวดอกมะลิ105” และนำมาสู่การทดสอบความพึงพอใจ หลังจากที่ผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้น โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามขึ้นใช้ชื่อชุดแบบสอบถามว่า “การศึกษาความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างต่อชาใบข้าวคุณภาพจากข้าวดอกมะลิ105 ที่ให้แสง LED สีแดงในระบบกึ่งปิด” เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาในลำดับต่อไป

จากผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวุณภาพจากข้าวดอกมะลิ105 ให้แสง LED สีแดงในระบบกึ่งปิดมาทำการศึกษาความพึงพอใจนี้ได้ทำการศึกษาด้วยการทำแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างที่ร้านกาแฟ 2 แห่ง เพื่อที่จะนำผลจากการตอบแบบสอบถามมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบ 4P โดยภายในแบบสอบถามได้แบ่งประเภทของข้อมูลไว้ 4 ตอน โดยที่ข้อมูลในตอนที่ 4 จะอยู่ในบทที่ 5 ข้อเสนอแนะ โดยผลข้อมูลทั้ง 3 ตอนแรก ประกอบไปด้วยตอนที่ 1 ด้านข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ตอนที่ 2 ด้านพฤติกรรมการดื่มของผู้บริโภค และตอนที่ 3 ด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อชาใบข้าว

ผลจากการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 201 คน ประกอบด้วย นักศึกษา ข้าราชการ นักธุรกิจ แม่บ้าน และผู้ประกอบการอิสระ มีผู้ดื่มกาแฟร้อยละ 22.8 ดื่มเครื่องดื่มชาร้อยละ 21.1 และดื่มเครื่องดื่มทุกวันร้อยละ 55.7 ผลการวิจัยพบ มีความพึงพอใจต่อความปลอดภัย 4.48 ± 0.68 คะแนน รองลงมาเป็นองค์ประกอบที่มีในชาข้าวดอกมะลิ105 4.52±0.63 และประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ 4.51±0.72 กลิ่น และรสชาติ 4.12±0.79 และ 4.05±0.89 ตามลำดับ มี สามารถเป็นผลิตภัณฑ์สู่ตลาดได้ 3.81±0.72 โดยมีความโดดเด่นในบรรจุภัณฑ์ด้านสะดวกในการชง และดูดี โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่ทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าว

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ได้มีการจำแนกตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา และอาชีพ มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. เพศ

จากการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคที่ทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวส่วนใหญ่ร้อยละ 65.2 เป็นผู้หญิง และอีกร้อยละ 34.8 เป็นผู้ชาย (ดังตารางที่ 12) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (สุพัตรา, 2546) ที่ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาผลิตฑ์เครื่องดื่มจากข้าวงอก พบว่ากลุ่มที่นิยมบริโภคเครื่องดื่มผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพชาข้าวเพาะงอก ส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง

2. อายุ

จากผลการศึกษาพบว่าผู้บริโภคที่ทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวมีอายุเฉลี่ย 35 ปี (X = 35.06, SD = 14.97, Max = 83, Min = 14) ผู้บริโภคชาใบข้าวส่วนใหญ่ร้อยละ 33.8 มีอายุ 22-35 ปี รองลงมาร้อยละ 23.9 อายุน้อยกว่า 21 ปี ร้อยละ 21.9 มีอายุ 36-49 ร้อยละ 16.9 มีอายุ 50-63 ปี และน้อยที่สุดร้อยละ 3.5 มีอายุ 64 ปีขึ้นไป (ดังตารางที่ 12) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (สุพัตรา, 2546) ที่ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาผลิตฑ์เครื่องดื่มจากข้าวงอก พบว่ากลุ่มอายุที่นิยมบริโภคเครื่องดื่มผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพชาข้าวเพาะงอก ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 22-30 ปี

3. สถานภาพ

จากผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคที่ทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวร้อยละ 54.7 สมรสแล้ว รองลงมาร้อยละ 44.3 สถานภาพโสด และร้อยละ 1 สถานภาพอื่น ๆ หย่าร้าง หม้าย แยกกันอยู่ ตามลำดับ (ดังตารางที่ 12)

4. ระดับการศึกษา

จากผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวร้อยละ 60.2 จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีขึ้นไป รองลงมาร้อยละ 16.4 จบการศึกษาในระดับ ปวส./ปวช. ร้อยละ 15.9 จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา และร้อยละ 7.5 จบการศึกษาในระดับต่ำว่ามัธยมศึกษา ตามลำดับ (ดังตารางที่ 12) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (สุพัตรา, 2546) ที่ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาผลิตฑ์เครื่องดื่มจากข้าวงอก พบว่าระดับการศึกษาของกลุ่มคนที่นิยมบริโภคเครื่องดื่มผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพชาข้าวเพาะงอก มีระดับการศึกษาในระดับปริญญาตรีขึ้นไป

5. อาชีพ

จากการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาในข้าวร้อยละ 35.3 เป็นนักเรียน/นักศึกษา รองลงมาร้อยละ 19.9 ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 16.4 ประกบอาชีพรับราชการ และวิสาหกิจ ร้อยละ 15.4 ประกอบอาชีพพนักงานบริษัท ร้อยละ 8.0 ประกอบอาชีพพ่อบ้าน/แม่บ้าน และร้อยละ 5.0 มีอาชีพอื่น ๆ (ดังตารางที่ 12) แสดงให้เห็นถึงกลุ่มคนที่นิยมบริโภคอาหารประเภทเครื่องดื่มนั้น ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มคนที่เป็นนักเรียน นักศึกษาเนื่องจาก เป็นกลุ่มวัยรุ่น ที่มีรสนิยมตามกระแสสังคม และกิจวัตรประจำวันที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 12 จำนวน และค่าร้อยละของผู้ให้ข้อมูลความพึงพอใจต่อชาใบข้าวจำแนกตามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)	
	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	70	34.8
หญิง	131	65.2
รวม	**201**	**100.0**
	$\overline{X}$ = 35.06 , S.D. = 14.97 , Max = 83 , Min = 14	
อายุ		
น้อยกว่า 21 ปี	48	23.9
22 – 35 ปี	68	33.8
36 – 49 ปี	44	21.9
50 – 63 ปี	34	16.9
64 ปีขึ้นไป	7	3.5
รวม	**201**	**100.0**
สถานภาพสมรส		
โสด	89	44.3
สมรส	110	54.1
อื่นๆ	2	1.0
รวม	**201**	**100.0**
ประวัติการศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยม	15	7.5
ปวส./ปวช.	33	16.4
มัธยม	32	15.9
ปริญญาตรีขึ้นไป	121	60.2
รวม	**201**	**100.0**

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	ผู้ชิมชาใบข้าว (n=201)	
	จำนวน	ร้อยละ
อาชีพ		
นักศึกษา / นักเรียน	71	35.3
พนักงานบริษัท	31	15.4
ข้าราชการ / วิสาหกิจ	33	16.4
ธุรกิจส่วนตัว	40	19.9
พ่อบ้าน / แม่บ้าน	16	8.0
อื่นๆ	10	5.0
รวม	**201**	**100.0**

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มของผู้ทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าว

จากการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคของเครื่องดื่มของผู้ทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าว ได้มีการแบ่งคำถามออกเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ในหนึ่งวัน ผู้บริโภคชอบดื่มเครื่องดื่มอะไรบ้าง

จากการศึกษาพบว่าผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวร้อยละ 22.8 ชอบดื่มกาแฟมากที่สุด รองลงมาร้อยละ 21.1 ชอบดื่มน้ำชา ร้อยละละ 20.6 ชอบดื่มน้ำผลไม้ ร้อยละ 18.1 ชอบดื่มน้ำอัดลม ร้อยละ 12.3 ชอบดื่มน้ำสมุนไพร และร้อยละ 5.1 ชอบดื่มเครื่องดื่มชนิดอื่น ๆ จากผลการศึกษาพบว่า พฤติกรรมการดื่มชาของผู้ให้ข้อมูลนั้น อยู่ในช่วงเกณฑ์ที่มีแนวโน้มที่ผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวจะเป็นที่พึงพอใจ (ดังตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 แสดงข้อมูลผู้บริโภคชอบดื่มเครื่องดื่มอะไรบ้าง

พฤติกรรมการบริโภค	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**	
	จำนวน	**ร้อยละ**
ในหนึ่งวัน ผู้บริโภคชอบดื่มเครื่องดื่มอะไรบ้าง		
กาแฟ	93	22.8
น้ำชา	86	21.1
น้ำอัดลม	74	18.1
น้ำผลไม้	84	20.6
น้ำสมุนไพร	50	12.3
อื่นๆ	21	5.1
รวม	**408**	**100.0**

* ตัวเลือกสามารถตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก

2. ผู้บริโภคมีพฤติกรรมการบริโภคบ่อยเท่าใด

จากการศึกษาพบว่าผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวส่วนใหญ่ร้อยละ 55.7 มีพฤติกรรมการบริโภคทุกวัน รองลงมาร้อยละ 30.3 มีพฤติกรรมการบริโภค 2-3 วันครั้ง ร้อยละ 8.5 มีพฤติกรรมการบริโภคอาทิตย์ละหนึ่งครั้ง และร้อยละ 5.5 พฤติกรรมการบริโภคมากกว่าอาทิตย์ละครั้งที่จะบริโภค (ดังตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 แสดงข้อมูลผู้บริโภคมีพฤติกรรมการบริโภคบ่อยเท่าใด

พฤติกรรมการบริโภค	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**	
	จำนวน	**ร้อยละ**
ผู้บริโภคมีพฤติกรรมการบริโภคบ่อยเท่าใด		
ทกุวัน	112	55.7
2 – 3 วัน/ครั้ง	61	30.3
อาทิตย์ละครั้ง	17	8.5
มากกว่าอาทิตย์ละครั้ง	11	5.5
รวม	**201**	**100.0**

3. วัตถุประสงค์หลักในการดื่มของผู้บริโภค

จากการศึกษาพบว่าวัตถุประสงค์หลักการดื่มของผู้บริโภคร้อยละ 33.9 เป็นการดื่มเพื่อแก้กระหายมากที่สุด รองลงมาร้อยละ 28.2 ดื่มเพื่อความเคยชิน ร้อยละ 20.4 ดื่มเพื่อเป็นอาหารว่าง ร้อยละ 14.9 ดื่มเพื่อเป็นอาหารเช้า และน้อยที่สุดร้อยละ 2.6 ดื่มด้วยวัตถุประสงค์อื่น ๆ (ดังตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 แสดงข้อมูลวัตถุประสงค์หลักในการดื่มของผู้บริโภค

พฤติกรรมการบริโภค	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**	
	จำนวน	**ร้อยละ**
วัตถุประสงค์หลักในการดื่มของผู้บริโภค		
ดื่มเพื่อเป็นอาหารเช้า	52	14.9
ดื่มเพื่อเป็นอาหารว่าง	71	20.4
ดื่มเพื่อแก้กระหาย	118	33.9
ดื่มเพื่อความเคยชิน	98	28.2
อื่นๆ	9	2.6
รวม	**348**	**100.0**

* ตัวเลือกสามารถตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก

4. พฤติกรรมที่ผู้บริโภคโปรดปราน และมักทำควบคู่ขณะดื่มชา

จากการศึกษาพบว่าผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวส่วนใหญ่ร้อยละ 41.1 มักทำควบคู่กับการดูโทรทัศน์ ฟังเพลง หรือเล่นคอมพิวเตอร์ รองลงมาร้อยละ 19.0 มักทำควบคู่กับการรับประทานขนม และของหวาน ร้อยละ 17.3 มักทำควบคู่กับการชมวิว สัมผัสบรรยากาศ ร้อยละ 14.7 พบว่าผู้บริโภคมักทำควบคู่กับการอ่านหนังสือ หรืออยู่เงียบทำสมาธิ ร้อยละ 6.5 มักทำควบคู่กับการทำกิจกรรมนันทนาการ และน้อยที่สุดที่ร้อยละ 1.3 มักทำควบคู่กับการทำกิจกรรมอื่น ๆ (ดังตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 แสดงข้อมูลพฤติกรรมที่ผู้บริโภคโปรดปราน และมักทำควบคู่ขณะดื่มชา

พฤติกรรมการบริโภค	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**	
	จำนวน	**ร้อยละ**
พฤติกรรมที่ผู้บริโภคโปรดปราน และมักทำควบคู่ขณะดื่มชา		
ดูโทรทัศน์/ฟังเพลง/เล่นคอมพิวเตอร์	95	41.1
ชมวิว/สัมผัสบรรยากาศ	40	17.3
บริโภคขนมคบเคี้ยว/อาหารของหวาน	44	19.0
ทำกิจกรรมนันทนาการ	15	6.5
อยู่เงียบ ๆ/อ่านหนังสือ/นั่งสมาธิ	34	14.7
อื่นๆ	3	1.3
รวม	**231**	**100.0**

* ตัวเลือกสามารถตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก

5. ผู้บริโภคเคยดื่ม หรือรู้จักชาประเภทใดมาก่อน

จากการศึกษาพบว่าผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวส่วนใหญ่ร้อยละ 43.5 รู้จักหรือเคยดื่มชาเขียวมาก่อน รองลงมาร้อยละ 23.7 รู้จักหรือเคยดื่มชาดำมาก่อน ร้อยละ 19.1 รู้จักหรือเคยดื่มชาอูหลงมาก่อน ร้อยละ 10.2 รู้จักหรือเคยดื่มชาขาวมาก่อน และน้อยที่สุดร้อยละ 3.5 รู้จักหรือเคยดื่มชาชนิดอื่น ๆ มาก่อน (ดังตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 แสดงข้อมูลผู้บริโภคเคยดื่ม หรือรู้จักชาประเภทใดมาก่อน

พฤติกรรมการบริโภค	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**	
	จำนวน	**ร้อยละ**
ผู้บริโภคเคยดื่มหรือรู้จักชาประเภทใดมาก่อน		
ชาขาว	38	10.2
ชาเขียว	162	43.5
ชาดำ	88	23.7
ชาอูหลง	71	19.1
อื่นๆ	13	3.5
รวม	**372**	**100.0**

* ตัวเลือกสามารถตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก

6. รสชาติของชาที่ผู้บริโภคต้องการเป็นแบบใด

จากการศึกษาพบว่าผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าว มีความต้องการรสชาติในชาที่บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 46.8 ต้องการชาที่มีรสชาติจาง ๆ แต่ให้ความกลมกล่อม รองลงมาร้อยละ 40.3 ต้องการชาที่มีรสชาติหวานนิด ๆ ร้อยละ 11.9 ต้องการชาที่มีรสชาติขมแบบเข้มข้น และน้อยที่สุดร้อยละ 1.0 ต้องการชาที่มีรสชาติอื่น ๆ (ดังตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 แสดงข้อมูลรสชาติของชาที่ผู้บริโภคต้องการ

พฤติกรรมการบริโภค	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**	
	จำนวน	**ร้อยละ**
รสชาติของชาที่ผู้บริโภคต้องการเป็นแบบใด		
หวานนิดๆ	81	40.3
จางๆ กลมกล่อม	94	46.8
ขม เข้มข้น	24	11.9
อื่นๆ	2	1.0
รวม	**201**	**100.0**

7. ผู้บริโภคเคยบริโภคส่วนใดของชา

จากการศึกษาพบว่าผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวส่วนใหญ่ร้อยละ 48.3 บริโภคส่วนชาชนิดผง (มัทฉะ) รองลงมาร้อยละ 28.5 บริโภคในส่วนของใบ ร้อยละ 18.6 บริโภคในส่วนของก้านอ่อน ร้อยละ 4.1 บริโภคในส่วนของเมล็ด และน้อยที่สุดร้อยละ 0.4 บริโภคในส่วนอื่น ๆ (ดังตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 แสดงข้อมูลผู้บริโภคเคยบริโภคส่วนใดของชา

พฤติกรรมการบริโภค	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**	
	จำนวน	**ร้อยละ**
ผู้บริโภคเคยบริโภคส่วนใดของชา		
ก้านอ่อน	45	18.6
ผง (มัจฉะ)	117	48.3
ใบ	69	28.5
ส่วนเมล็ด	10	4.1
อื่นๆ	1	0.4
รวม	**242**	**100.0**

* ตัวเลือกสามารถตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก

8. ผู้บริโภครู้จักชาจากพืชอื่น ๆ ชนิดใดบ้าง

จากการศึกษาพบว่าผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวร้อยละ 19.2 รู้จักชาดอกคำฝอยมากที่สุด รองลงมาร้อยละ 18.3 รู้จักชาใบหม่อน ร้อยละ 17.8 รู้จักชาดอกเก๊กฮวย ร้อยละ 15.0 รู้จักชาดอกกุหลาบ ร้อยละ 10.8 รู้จักชาข้าว ร้อยละ 8.8 ชาดอกคาโมมายล์ ร้อยละ 6.0 รู้จักชาดอกบัว ร้อยละ 3.3 รู้จักชาไผ่ และน้อยที่สุดร้อยละ 0.7 รู้จักชาอื่น ๆ (ดังตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 แสดงข้อมูลผู้บริโภครู้จักชาจากพืชอื่น ๆ ชนิดใดบ้าง

พฤติกรรมการบริโภค	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**	
	จำนวน	**ร้อยละ**
ผู้บริโภครู้จักชาจากพืชชนิดอื่นๆใดบ้าง		
ชาขาว	59	10.8
ชาใบหม่อน	100	18.3
ชาไผ่	18	3.3
ชาดอกบัว	33	6.0
ชาดอกคำฝอย	105	19.2
ชาดอกกุหลาบ	82	15.0
ชาดอกคาโมมายล์	48	8.8
ชาดอกเก๊กฮวย	97	17.8
อื่นๆ	4	0.7
รวม	**546**	**100.0**

* ตัวเลือกสามารถตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก

9. ผู้บริโภคชอบรูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์ชาแบบใด

จากการศึกษาพบว่าผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวส่วนใหญ่ร้อยละ 59.7 ชอบบรรจุภัณฑ์แบบซองเยื้อกระดาษ รองลงมาร้อยละ 28.9 ชอบบรรจุภัณฑ์ชาแบบขวดโหล และน้อยที่สุดร้อยละ 11.4 ชอบบรรจุภัณฑ์ชาแบบห่อพลาสติก (ดังตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 แสดงข้อมูลผู้บริโภคชอบรูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์ชาแบบใด

พฤติกรรมการบริโภค	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**	
	จำนวน	**ร้อยละ**
ผู้บริโภคชอบรูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์ชาแบบใด		
บรรจุใส่ซองเยื่อกระดาษ	120	59.7
บรรจุขวดโหล	58	28.9
บรรจุห่อพลาสติก	23	11.4
รวม	**201**	**100.0**

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่ดื่มผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว

จากการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่ดื่มผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว ที่ได้มีการหนดระดับคะแนนความชอบไว้ ได้มีการแบ่งประเภทของความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ทั้งหมด 3 ด้าน 1. ด้านประสาทสัมผัส และอรรรส 2. ด้านบรรจุภัณฑ์ และ 3. ด้านผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลรวมความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้บริโภคที่ดื่มผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวทั้ง 3 ด้าน แสดง (ดังตารางที่ 22) พบว่าความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้บริโภคที่ดื่มผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวทั้ง 3 ด้าน มีค่า 4.12 และมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่ มากที่สุด

ตารางที่ 22 แสดงผลรวมความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้บริโภคที่ดื่มผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว

ความพึงพอใจต่อชาใบข้าว	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**		
	$\overline{X}$	S.D.	**ระดับความคิดเห็น**
1. ด้านประสาทสัมผัส และอรรถรส	3.89	.906	มาก
2. ด้านบรรจุภัณฑ์	4.30	.694	มากที่สุด
3. ด้านผลิตภัณฑ์	4.19	.716	มากที่สุด
รวม	4.12	**.757**	**มากที่สุด**

1. ด้านประสาทสัมผัส และอรรถรส

จากการศึกษาของผู้ทดสอบความพึงพอใจชาใบข้าวในด้านประสาทสัมผัส และอรรถรสพบว่าผู้บริโภคให้ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด แบ่งออกเป็นรสชาติ กลิ่น สี และลักษณะของผลิตภัณฑ์ ซึ่งความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมากที่สุดอันดับแรกได้แก่ กลิ่นของน้ำชาใบข้าว มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.12 ต่อมาคือ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.05 และความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมากอันดับแรกได้แก่รสชาติ มีความพึงพอใจเฉลี่ย 3.71 และต่อมาคือสีของน้ำชาใบข้าว มีความพึงพอใจเฉลี่ย 3.66 จะเห็นได้ว่าระดับความคิดเห็นในความพึงพอใจในด้านประสาทสัมผัส และอรรถรสที่มีต่อชาใบข้าวมีค่าเฉลี่ย 3.89 อยู่ในระดับที่มาก ซึ่งผลสอดคล้องกับ ชัญญรินทร์ และคณะที่ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของชาเขียวจากต้นอ่อนข้าว ที่คะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับที่มาก (ดังตารางที่ 23) สรุปได้ว่าผู้บริโภคทสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวมีความพึงพอใจในด้านอรรถรส และประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่มาก

ตารางที่ 23 แสดงข้อมูลในด้านประสาทสัมผัส และอรรถรส

ความพึงพอใจต่อชาใบข้าว	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**		
	$\overline{X}$	**S.D.**	**ระดับความคิดเห็น**
ด้านประสาทสัมผัส และอรรถรส			
รสชาติ	3.71	.962	มาก
กลิ่น	4.12	.787	มากที่สุด
สี	3.66	.987	มาก
ลักษณะของผลิตภัณฑ์	4.05	.890	มากที่สุด
รวม	**3.89**	**.906**	**มาก**

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

2. ด้านบรรจุภัณฑ์

จากการศึกษาของผู้ทดสอบความพึงพอใจชาใบข้าวในด้านบรรจุภัณฑ์พบว่า ผู้บริโภคให้ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด แบ่งออกเป็นความสะดวกในการชง บรรจุภัณฑ์เหมาะสม และบรรจุภัณฑ์เรียบง่าย/ดูดี ตามลำดับ ซึ่งความพึงพอใจอันดับแรกได้แก่ บรรจุภัณฑ์เหมาะสม มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.32 ต่อมาความสะดวกในการชง มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.28 และบรรจุภัณฑ์เรียบง่าย/ดูดี มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.28 ซึ่งจะเห็นได้ว่าระดับความคิดเห็นในความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ของชาใบข้าวมีค่าเฉลี่ย 4.30 อยู่ในระดับที่มากที่สุด (ดังตารางที่ 24) สรุปได้ว่าผู้บริโภคทสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวมีความพึงพอใจในด้านบรรจุภัณฑ์อยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 24 แสดงข้อมูลในด้านบรรจุภัณฑ์

ความพึงพอใจต่อชาใบข้าว	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**		
	$\bar{X}$	**S.D.**	**ระดับความคิดเห็น**
ด้านบรรจุภัณฑ์			
ความสะดวกในการชง	4.28	.666	มากที่สุด
บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม	4.32	.684	มากที่สุด
บรรจุภัณฑ์เรียบง่าย / ดูดี	4.28	.731	มากที่สุด
รวม	**4.30**	**.694**	**มากที่สุด**

3. ด้านผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาของผู้ทดสอบความพึงพอใจชาใบข้าวในด้านผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้บริโภคให้ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดเป็นส่วนใหญ่ แบ่งออกเป็นความปลอดภัย องค์ประกอบชาใบข้าว ระบบจำหน่าย ความเหมาะสมของราคา ความสมบูรณ์ของฉลาก ผู้บริโภคได้รับประโยชน์ และการส่งเสริมการตลาด ซึ่งความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมากที่สุดอันดับแรกได้แก่ องค์ประกอบในชาใบข้าว มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.52 ต่อมาคือผู้บริโภคได้รับประโยชน์ มีความพึงพอใจเฉลี่ยคือ 4.51 ความปลอดภัยในการผลิต มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.48 ความสมบูรณ์ของฉลาก มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.32 ความเหมาะสมของราคา มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.02 และความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมาก อันดับแรกคือการส่งเสริมการตลาด มีความพึงพอใจเฉลี่ย 3.81 และต่อมาระบบจำหน่าย มีความพึงพอใจเฉลี่ย 3.59 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พีร์นิธิ โชคธนพัธนันท์ ที่ได้ศึกษาเรื่อง พฤติกรรมผู้บริโภคเครื่องดื่มชาเขียวในเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีช่องทางการจำหน่ายในด้านระบบจำหน่าย และการประชาสัมพนธ์สินค้าในด้านการส่งเสริมการตลาดอยู่ในระดับที่มาก จะเห็นได้ว่าระดับความคิดเห็นในความพึงพอใจด้านผลิตภัณฑ์ของชาใบข้าวมีค่าเฉลี่ย 4.19 อยู่ในระดับมากที่สุด (ดังตารางที่ 25) สรุปได้ว่าผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อชาใบข้าวมีความพึงพอใจในด้านผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 25 แสดงข้อมูลในด้านผลิตภัณฑ์

ความพึงพอใจต่อชาใบข้าว	**ผู้ชิมชาใบข้าว (n = 201)**		
	$\bar{X}$	S.D.	**ระดับความคิดเห็น**
ด้านผลิตภัณฑ์			
ความปลอดภัยในการผลิต	4.48	.679	มากที่สุด
ผลิตภัณฑ์			
องค์ประกอบในชาใบข้าว	4.52	.633	มากที่สุด
ระบบจำหน่าย	3.69	.738	มาก
ความเหมาะสมของราคา	4.02	.707	มากที่สุด
ความสมบูรณ์ของข้อมูลในฉลาก	4.32	.799	มากที่สุด
ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จาก	4.51	.715	มากที่สุด
ผลิตภัณฑ์			
การส่งเสริมการตลาด	3.81	.740	มาก
รวม	**4.19**	**.716**	**มากที่สุด**

4. ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) ปัจจัยสู่การผลิตเป็นชาใบข้าวคุณภาพ

จากผลการทดลองที่ได้ทั้งในด้านการวิเคราะห์สารองค์ประกอบ ล้านการศึกษาความพึงพอใจ ทำให้ได้คัดเลือกข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) มาผลิตเป็นชาใบข้าว ซึ่งสามารถวิจารณ์ผลออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) มีการเจริญเติบโตดีทั้งภายใต้ไฟขาว และไฟแดง สูงสุดใน 6 สายพันธุ์

2. ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) มีผลผลิตไม่แตกต่างกับสายพันธุ์อื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกันทั้งไฟขาว และไฟแดง

3. ค่าโปรตีนของ ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่าใกล้เคียงกันในข้าวทั้ง 6 สายพันธุ์ ทั้งไฟขาว และไฟแดง

4. ค่าแทนนินของ ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่าที่ต่ำกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทั้งไฟขาว และไฟแดง ซึ่งทั้ง 2 แสงไฟมีค่าใกล้เคียงกัน

5. สามารถปลูกในระบบกึ่งปิด ใช้ระยะเวลาในการปลูก 14 วัน อาจมีข้อแตกต่างกันด้านความปลอดภัยหรือการเจือปนจากสารพิษ เช่น การปลอดสาร และแมลงรบกวน

6. ข้าวดอกมะลิ105(KDM105) ค่าองค์ประกอบของ คลอโรฟิลล์ เอ และบี ไม่แตกต่างกันกับข้าวทั้ง 6 สายพันธุ์ ทั้งไฟขาว และไฟแดง

7. เบต้ากูลแคน ของข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่าสูงภายใต้ไฟสีแดงในข้าวทุกสายพันธุ์และสูงกว่าไฟขาว

8. สารวิตามินซีใน ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่าใกล้เคียงกันในทุกสายพันธุ์

9. สารคาเฟอินมีค่าในระดับที่ต่ำ ซึ่งในข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่าต่ำกว่าข้าวทั้ง 6 สายพันธุ์

10. ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) มีกลิ่นที่หอมที่ดี และคงกลิ่นไว้ได้นานในผลิตภัณฑ์

11. จากการทดสอบผู้บริโภคชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 มีคะแนนความเห็นอยู่ในระดับที่ดี-ดีมาก ทั้งในด้านประสาทสัมผัส และอรรถรส ด้านผลิตภัณฑ์ และด้านบรรจุภัณฑ์ แสดงให้เห็นถึงการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

12. ผู้บริโภคมีการแนะนำ และต้องการที่อยากจะส่งเสริมชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 ให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในอนาคตอย่างจริงจัง และเพื่อต้องการได้รับประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ชาใบข้า

บทที่ 5
สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

การทดลองเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ชาจากข้าวที่มีคุณภาพสูง และตลาดต้องการ โดยการคัดเลือกชาจากต้นอ่อนของข้าวอายุ 14 วัน ที่ปลูกในระบบกึ่งปิดภายใต้แสงเทียมสีแดง และสีขาว จำนวน 6 สายพันธุ์ ที่ได้รับการอนุเคราะห์มาจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และกลุ่มค้าข้าววิสาหกิจชุมชนจังหวัดสุโขทัยคือ ข้าวพันธุ์ กข10 (RD10) ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 (TPFR) พันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) ข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) ข้าวพันธุ์หอมนิล (BJR) และ พันธุ์ข้าวเหนียวดำ (BGR) คัดเลือกโดยเปรียบเทียบรสชาติ กลิ่น องค์ประกอบทางเคมีบางประการ นำไปทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคเพื่อการสร้างผลิตภัณฑ์ชาคุณภาพสู่การตลาดต่อไป ได้ทดสอบความงอกของแต่ละสายพันธุ์ เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำหนักที่ใช้ในการปลูกพบว่า ข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) มีอัตราการงอกสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 96 รองลงมาคือ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 (TPFR) (ร้อยละ 90) ข้าวพันธุ์หอมนิล (BJR) (ร้อยละ 87) ข้าวพันธุ์กข10 (RD10) (ร้อยละ 78) ข้าวพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) และพันธุ์ข้าวเหนียวดำ (BGR) มีอัตราการงอกเท่ากันคือต่ำที่สุดคิดเป็นร้อยละ 71 แต่น้ำหนักเมล็ดของข้าวพันธุ์ดอกมะลิ105 และพันธุ์ข้าวเหนียวดำ (BGR) มีค่าสูง และมีค่าเท่ากับข้าวพันธุ์ กข 10 คือ 3.3 กรัม ต่อ 100เมล็ด การวัดการเจริญเติบโต มีการวัดความสูงต้นข้าว (Rice Height) พบว่า ในการปลูกข้าวเพื่อการผลิตชานี้มีการเก็บข้อมูลความสูงของต้นข้าวทุก ๆ สายพันธุ์ ผลของแสงต่อความสูงของกล้าอ่อนต้นข้าวอายุ 14 วัน พบว่า ไม่แตกต่างกันมากในแต่ละสายพันธุ์ ส่วนระหว่างสายพันธุ์ พบว่าข้าวพันธุ์เหนียวดำ (BRG) มีค่าสูงมากที่สุดภายใต้แสงสีแดง มีค่า 23.970±2.43 เซนติเมตร ต่ำสุดในพันธุ์กข. 10 (RD10) มีค่า15.100±2.85 เซนติเมตร น้ำหนักใบข้าว จะเก็บเกี่ยวเฉพาะใบที่อยู่เหนือข้อขึ้นมาได้น้ำหนักสดของข้าวแต่ละสายพันธุ์ ในการทดลองผลของแสงต่อน้ำหนักของกล้าอ่อนต้นข้าว พบว่าไม่แตกต่างกันมากในแต่ละสายพันธุ์ ส่วนระหว่างสายพันธุ์ พบว่าทับทิมชุมแพ (RD69) มีค่าสูงที่สุดภายใต้แสงสีแดง มีค่า 117.709 กรัม ต่ำสุดใน พันธุ์ หอมนิล (BJR) มีค่า 52.770 กรัม

ผลการวิเคราะห์หาสารคุณประโยชน์ ผลของแสงต่อปริมาณโปรตีนของกล้าอ่อนต้นข้าว พบว่าไม่แตกต่างกันมากในแต่ละสายพันธุ์ ส่วนระหว่างสายพันธุ์ พบว่า ข้าวพันธุ์เหนียวดำ (BRG) มีค่าสูงมากที่สุดภายใต้แสงสีขาว มีค่า 111.533±30.60 มิลลิกรัม.ลิตร$^{-1}$ ต่ำสุดใน พันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่า65.067±14.09 มิลลิกรัม.ลิตร$^{-1}$ ภายใต้แสงสีแดง ผลของแสงต่อปริมาณของแทนนิน ในต้นข้าว พบว่ามีความแตกต่างกันมากในบางสายพันธุ์ ส่วนระหว่างสายพันธุ์ก็เช่นกัน โดยพบว่าข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) มีค่าสูงมากที่สุดภายใต้แสงสีขาว มีค่า 2.778±0.32 มิลลิกรัม.กิโลกรัม$^{-1}$ ต่ำสุดในพันธุ์เหนียวดำ (BGR) มีค่า 0.066±0.06 มิลลิกรัม.กิโลกรัม$^{-1}$ ภายใต้แสงสีขาว ผลของแสงต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ a, b พบว่าไม่แตกต่างกันมากในแต่ละสายพันธุ์ ยกเว้นในพันธุ์หอมนิล (BJR) และทับทิมชุมแพ (RD69) ที่แตกต่างกันทั้งในส่วนระหว่างสายพันธุ์ และชนิดแสง พบว่าข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) มีค่าคลอโรฟิลล์ a สูงมากที่สุดภายใต้แสงสีขาว มีค่า 1.747±30.03 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$ ต่ำสุดใน พันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่า 0.289±0.07 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$ ภายใต้แสงสีแดง ส่วนค่าคลอโรฟิลล์ b สูงมากที่สุดภายใต้แสงสีขาว ในทับทิมชุมแพ (RD69) มีค่า 0.99±30.22 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$ ต่ำสุดใน พันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่า 0222±0.97 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$ ภายใต้แสงสีแดง ผลของแสงต่อปริมาณเบต้ากลูเคน พบว่าผลของแสงมีผลต่อปริมาณเบต้ากลูเคน โดยในสีแดงให้ปริมาณเบต้ากลูเคน สูงกว่าในสงสีขาว ข้าวพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่าเบต้ากลูเคนสูงมากที่สุดภายใต้แสงสีแดง มีค่า 2.633±0.12 กรัม.100^{-1}กรัม สอดคล้องกับผลการวิจัยของ (กฤษณา และคณะ, 2551) พบว่าข้าดอกมะลิ105 มีปริมาณสารเบต้ากลูแคนมากที่สุด (ซึ่งในงานวิจัยชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 จากการปลูกด้วยการกระตุ้นด้วยแสงพบว่ามีปริมาณเบต้ากลูแคนสูงมากกว่าหลายเท่า) ต่ำสุดใน พันธุ์ ทับทิมชุมแพ (RD69) มีค่า 1.1±0.10 กรัม.100^{-1}กรัม ภายใต้แสงสีขาว ผลของแสงต่อปริมาณของวิตามิน ซี ในกล้าอ่อนต้นข้าวอายุ 14 วัน พบว่า มีความแตกต่างกันมากในบางสายพันธุ์ เช่น ข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ (RD69) และข้าวพันธุ์เหนียวดำ (BGR) โดยในเมล็ดสีขาวมีองค์ประกอบของวิตามิน ซี สูงกว่าในเมล็ดสีแดง ส่วนระหว่างสายพันธุ์ก็ความแตกต่างกันไม่มาก โดยพบว่า ข้าวพันธุ์หอมนิล (BJR) มีค่าสูงมากที่สุดภายใต้แสงสีแดง มีค่า 3.177±0.16 มิลลิกรัม.100^{-1} กรัม ต่ำสุดใน พันธุ์กข.10 (RD10) มีค่า 1.422±0.03 มิลลิกรัม.100^{-1}กรัม ภายใต้แสงสีขาว ผลของแสงต่อปริมาณของคาเฟอิน มีความแตกต่างกันไม่มากในแต่ละสายพันธุ์ ยกเว้นข้าวพันธุ์หอมนิล (BJR) โดยในแสงสีขาวมีองค์ประกอบของคาเฟอินสูงกว่าในแสงสีแดง ส่วนระหว่างสายพันธุ์ก็มีความแตกต่างกันไม่มาก โดยพบว่าข้าวพันธุ์หอมนิล (BJR) มีค่าสูงมากที่สุดภายใต้แสงสีขาว มีค่า

17.197±0.13 มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร ต่ำสุดในพันธุ์ดอกมะลิ105 (KDM105) มีค่า 5.707±0.33 มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร ภายใต้แสงสีขาว ซึ่งจัดอยู่ในระดับที่ปลอดภัย (ชุติภัสร์, 2009) ข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) ได้ถูกเลือกจากคุณสมบัติที่มีกลิ่นหอม และองค์ประกอบที่ให้ประโยชน์สูงเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวสู่การตลาดโดยการผลิตเป็นใบชาผ่านกรรมวิธีการอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 180 นาที ทำให้ใบชามีความหอม (ชัญญรินทร์ และคณะ, 2561) โดยการทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ชาข้าว ในกลุ่มตัวอย่าง 201 คน ประกอบด้วย นักศึกษา ข้าราชการ นักธุรกิจ แม่บ้าน และผู้ประกอบการอิสระ มีผู้ดื่มกาแฟร้อยละ 22.8 ดื่มเครื่องดื่มชาร้อยละ 21.1 และดื่มเครื่องดื่มทุกวันร้อยละ 55.7 ผลการวิจัยพบมีความพึงพอใจต่อความปลอดภัย 4.48 ± 0.68 คะแนน รองลงมาเป็นองค์ประกอบที่มีในชาข้าวดอกมะลิ105 (KDM105) 4.52±0.63 และประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ 4.51±0.72 กลิ่น และรสชาติ 4.12±0.79 และ 4.05±0.89 ตามลำดับ สามารถเป็นผลิตภัณฑ์สู่ตลาดได้ 3.81±0.72 โดยมีความโดดเด่นในบรรจุภัณฑ์ด้านสะดวกในการชง และดูดี

การคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อผลิตชาใบข้าว และการสำรวจความพึงพอใจจากแบบสอบถาม จากการวิเคราะห์หาสารคุณประโยชน์เบต้ากลูแคน ทำให้ได้ทราบว่าปริมารเบต้ากลูแคนถูกพบมากที่สุดในข้าวดอกมะลิ105 ภายใต้ไฟสีแดง มีค่า 2.63 กรัมต่อ 100 กรัม$^{-1}$ อาจกล่าวได้ว่าปริมาณสารเบต้ากลูแคนเพิ่มขึ้นจากการที่ข้าวถูกกระตุ้นด้วยไฟสีแดง ในระหว่างขั้นตอนการปลูก และยังพบว่ามีปริมาณองค์ประกอบสารอื่น ๆ อยู่ในระดับที่ดี และเป็นที่น่าพึงพอใจ เนื่องจากมีปริมาณสารแทนนินอยู่ในระดับที่ต่ำ 0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้รสชาติของชาใบข้าวที่ได้มีความฝาดน้อย และปริมาณสารคาเฟอินถูกพบว่าอยู่ในระดับที่ต่ำเพียง 7.1 มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร และปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทั้งนี้เพราะปัจจัยที่ทำให้ได้รับการคัดเลือกมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวคุณภาพจากข้าวดอกมะลิ105 แสดงข้อมูลโภชนาการที่มีประโยชน์ในชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 เมื่อเปรียบเทียบกับชาจีนทั่วไปได้ดังนี้

ตารางที่ 26 แสดงข้อมูลโภชนาการของสารที่มีประโยชน์ในชาใบข้าว

ข้อมูลโภชนาการ		
องค์ประกอบ	**ชาใบข้าวดอกมะลิ105**	**ชาจีนทั่วไป**
คลอโรฟิลล์ เอ	0.29 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$	2.78 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$
คลอโรฟิลล์ บี	0.22 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$	2.31 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$
โปรตีน	73.8 มิลลิกรัม.ลิตร$^{-1}$	70-80 มิลลิกรัม.ลิตร$^{-1}$
วิตามิน ซี	1.85 มิลลิกรัม.100^{-1}กรัม	4.42 มิลลิกรัม.100^{-1}กรัม
เบต้า กลูแคน	2.633 กรัม.100^{-1}กรัม	4.1 มิลลิกรัม.100^{-1}กรัม
แทนนิน	0.19 มิลลิกรัม.กิโลกรัม$^{-1}$	0.2 – 0.3 มิลลิกรัม.กิโลกรัม$^{-1}$
คาเฟอิน	7 มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร (อยู่ในระดับที่ปลอดภัย) (ชุติภัสร์, 2009)	30 มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร (ชุติภัสร์, 2009)

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการผลิต และการตลอดชาคุณภาพจากข้าวภายใต้แสงเทียม และทำการผลิตผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 มีความเห็นดังนี้

1. ในการปลูกข้าวนั้นข้าวแต่ละสายพันธุ์การงอกมีความแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละสายพันธุ์จะมีช่วงที่เมล็ดพักตัว ซึ่งเป็นอุปสรรค์ต่อการปลูกจะทำให้ระยะเวลาการวิจัยล้าช้าออกไป จึงต้องมีการศึกษาช่วงเวลาการพักตัวของเมล็ดก่อนปลูก หรือหาวิธีการกระตุ้นการงอกของเมล็ดเพื่อให้ปลูกได้เป็นปกติ

2. ข้าวแต่ละสายพันธุ์มีการตอบสนองต่อแสงไม่เหมือนกัน จึงทำให้ปริมาณสารที่ได้จากการกระตุ้นด้วยไฟสีขาว และสีแดงมีปริมาณไม่เท่ากัน ถึงแม้สายพันธุ์เดียวกันแต่หากได้ชนิดของแสงที่ต่างกันก็ทำให้ปริมาณของสารต่างกันด้วย

3. การปลูกข้าวภายใต้แสงเทียมใช้เวลาปลูกอายุ 14 วัน และตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งข้าวมีความสามารถในการสังเคราะห์แสงที่แตกต่างกัน ปกติแล้ว 8-12 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับแต่ละสายพันธุ์ (สมัคร และคณะ, 2552) การให้แสงตลอด 14 วันเป็นการกระตุ้นข้าวอย่างเต็มที่เพื่อให้ข้าวสามารถสังเคราะห์แสง และสร้างเป็นสารให้มากที่สุด จะไม่เหมาะกับการปลูกข้าวเพื่อหวังผลผลิตจากเมล็ด เพราะจะทำให้ข้าวเหนื่อยล้า เนื่องจากกว่าจะได้เมล็ดใช้เวลานาน และทำให้ได้ผลิตน้อยกว่าที่ควร

4. ในการวิเคราะห์หาสารคุณประโยชน์ ควรจะใช้ใบข้าวที่มีความใหม่โดยหลังจากเก็บเกี่ยวได้ไม่นาน เพราะจะไม่ทำให้สารเกิดการสูญเสีย (กฤษณา และคณะ, 2551) หากจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์ นำใบข้าวมาอบแห้งด้วยเครื่องดูดความชื้น และเก็บไว้ในภาชนะที่ป้องกันอากาศเข้า

5. ข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้บริโภคปัจจุบันใส่ใจในเรื่องของรสชาติ และกลิ่นเป็นสำคัญ เนื่องจากจะต้องคำนึงถึงรสชาติแล้ว ยังต้องคำนึงถึงสารคุณประโยชน์ในตัวผลิตภัณฑ์ด้วยเช่นกัน (สุพัตรา, 2546)

6. ผู้บริโภคมีความเห็น และต้องการอยากให้มีการส่งเสริมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชาใบข้าวดอกมะลิ105 ในอนาคต เนื่องจากมีสรรพคุณที่ดี ช่วยรักษาโรค และยังสร้างความแปลกให้ในการบริโภคชา

7. สารแทนนินเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย แต่หากร่างกายได้รับในปริมาณที่มากก็จะทำให้เกิดผลเสีย ซึ่งในทางเดียวกันหากในตัวของชาใบข้าวนี้พบปริมาณสารชนิดนี้มาก ก็จะทำให้รสชาติของชามีความฝาด หรือขมมากขึ้น จะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการบริโภค (สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2542) จึงได้มีการเลือกใช้สายพันธุ์ที่มีปริมาณแทนนินต่ำเพื่อมาผลิตชา

8. ชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 พบปริมาณสารคุณประโยชน์หลายชนิด แต่สิ่งที่นำมาคัดเลือกเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์คือการมีสารเบต้ากลูแคนที่มาก ปริมาณแทนนิน และคาเฟอินน้อย เนื่องจากการวิจัยเป็นงานทดลองในระดับบัณฑิตศึกษาจึงยังไม่มีทุนสนับสนุนมากนัก ซึ่งทั้งนี้การเพิ่มปริมาณความเข้มแสง หรือคุณภาพแสงสีที่ดีขึ้น จะช่วยให้ข้าวนั้นสามารถให้ปริมาณสารที่มากขึ้นกว่านี้ แต่เนื่องจากราคาของอปุกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยมีราคาค่อนข้างแพง และหายาก ทางผู้วิจัยจึงเลือกใช้ในวัสดุ และอุปกรณ์ที่หาง่าย และไม่แพง อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตชาใบข้าว

9. ต้นทุนในการสร้างบรรจุภัณฑ์ของชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 ยังคงอยู่ในราคาที่สูงกว่าการผลิตทั่วไป ซึ่งหากในอนาคตมีการผลิตในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้มีต้นทุนที่ต่ำลง

10. การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ถุงชาใบข้าว ปัจจุบันมีวัสดุที่หลากหลาย และคุณภาพต่างกัน ในการชงดื่ม หากต้องการให้น้ำร้อนสามารถแทรกซึมเข้าไปในถุงชาเพื่อสัมผัสกับเนื้อใบชาข้าวได้ดี ควรเลือกใช้บรรจุถุงชาที่มีความละเอียดมาก พื้นผิวอ่อน และมีรูเพื่อให้น้ำสามารถแทรกซึมเข้าไปได้ง่าย อีกทั้งยังต้องควรมีเชือกสำหรับจับถุงชาจุ่มลงไป และถุงชายังต้องสามารถปิดปากได้ เพื่อป้องกันมิให้เนื้อชาหลุดออกมาจาถุงชา

11. ในตัวของผลิตภัณฑ์ข้าวใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 ในด้านของรูปลักษณ์ และฉลากของบรรจุภัณฑ์สร้างขึ้นในรูปแบบเชิงวิชาการ หากต้องการทำเพื่อการค้าจะต้องมีการผลิต และพัฒนาแบบรูปแบบฉลาก และบรรจุภัณฑ์ของใชใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105 ใหม่เพื่อให้สินค้ามีความน่าสนใจมากขึ้นในอนาคต

12. ในอนาคตรูปแบบในการผลิตชาใบข้าวสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ชนิดผง (มัจฉะ) หรือ การใช้เทคนิคการปั่นเย็น แทนการดื่มแบบร้อน เพื่อสร้างอรรถรสที่แปลกใหม่

บรรณานุกรม

กฤษชนก จงใจรักษ์. 2557. **ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อเครื่องปรับอากาศของผู้บริโภคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. สารนิพนธ์ บธ.ม.

กฤษณา สุดทะสาร, สุภาณี จงดี และรานี เคนเหลื่อม. 2551. **การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเขียวจากต้นอ่อนข้าวหอม**. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์ และ บูรฉัตร ศรีทองแท้. 2557. การดัดแปรสมบัติของโปรตีนโดยใช้เอนไซม์โปรติเอสและการประยุกต์ใช้. **วารสารวิทยาศาสตร์ มข**. ปีที่ 42 ฉบับที่ 2. หน้า 274-288.

คณาฉันท์ อินอ่อน, วนิดา พันธ์สอาด และนฤมล นันทพล. 2552. **การสร้างเสริมสุขภาพด้วยการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์การกีฬา**. สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา : กรุงเทพมหานคร.

จตุพล มีสวัสดิ์. 2561. **การใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่าเพื่อเพิ่มสารไฟโคไซยานินโดยการทดสอบในอาร์ทีเมีย**. วิทยานิพนธ์สาขาสหวิทยาการเกษตร คณะบัณฑิวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

จรัญจิต เพ็งรัตน์ และ สุวัฒน์ เจียระคงมั่น. 2552. **ข้าวเหนียวดำ หลากประโยชน์ หลายแนวคิดเสริมเศรษฐกิจไทยสู่สากล**. กรุงเทพฯ: กรมการข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว.

จิตรกัญญา ยืนยง และ ชุติมา คงจรูญ. 2559. **การกระตุ้นการสร้างพฤกษเคมีของต้นกล้าข้าวเหนียวสันป่าตองโดยใช้โปรตีนไฮโดรไลเสทจากปลา**. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ. ครั้งที่ 26.

ฉัตรชัย ไตรทอง. 2553. วิตามินซี. บทความพิเศษ. **แพทยสารทหารอากาศ**. ปีที่ 55 ฉบับที่ 1 มรกราคม – เมษายน.

ชลธิศ ดาราวงษ์. 2556. ผลิตภัณฑ์ใหม่และกลยุทธ์ทางธุรกิจ. **วารสารวิชาการศรีปทุม**. ชลบุรี. หน้า 44-52.

ชัญญรินทร์ สมพร, ชินานาตย์ ไกรนารถ และเจนจิราพร โทบุตร. 2561. การศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของชาเขียวจากต้นอ่อนข้าว. **การเกษตรราชภัฏ**. 17 (1) : 27-33.

ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี. 2557. **ชาเขียวข้าวหอมมะลิ**. เอกสารประกอบความรู้. ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

ชุติภัสร์ เรืองวุฒิ. 2552. มหัศจรรย์เครื่องดื่มชาเพื่อสุขภาพ. **RAJABHAT AGRIC**. 8 (2) : 36-46.

เชษฐา ใจใส. 2550. **สูตรสำเร็จความร่ำรวย (การผลิตเครื่องดื่ม)**. กรุงเทพฯ : ซิตี้พริ้นท์. หน้า 22.

ศูนย์วิจัยข้าวทับทิมชุมแพ. 2558. **ทับทิมชุมแพ**. เอกสารประกอบความรู้. ศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ กรมการข้าว. พิมพ์ครั้งที่ 2.

ทาดาโย วาตาเบะ. 2541. **แหล่งกำเนิดและการแพร่กระจาย ของข้าวปลูกในทวีปเอเชีย** (แปลโดย สมศรี พิทยากร). หน้า 75-109. ใน : ญี่ปุ่น-ไทย อุษาคเนย์. ชาญวิทย์ เกษตรศิริ และ ฮายาโอะ ฟูกุย (บรรณาธิการ). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ธนกร เหล่าโรจน์ภิญโญ และคณะ. 2557. **ผลของสายพันธุ์และระยะเวลาต่อปริมาณสารพฤกษเคมีและความสามารถในการต้านออกซิเดชันในต้นข้าวอ่อนสายพันธุ์ต่างๆ**. การประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติครั้งที่ 3 โรงแรมมิราเคลแกรนด์คอนเวนชัน. 11-12 กันยายน พ.ศ. 2557.

ธีรพร บุศยอังกูร. 2543. **ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1**. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืชครั้งที่ 13: เทคโนโยลีใหม่-พันธุ์พืชใหม่. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

นภพรรณ นันทพงษ์ และวีรพล ตันอุ๋ย. 2558. **คู่มือวิชาการเรื่องแนวทางการควบคุมการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประเภทการปลิต สะสม หรือแบ่งบรรจุใบชาแห้ง ชาผง หรือเครื่องดื่มชนิดผงอื่นๆ**. สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 1 : เอ็นซี คอนเซ็ปต์.

นภัทร วัจนเทพินทร์ และไชยยันต์ บุญมี. 2560. ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช?. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. ปีที่ 25 ฉบับที่ 1. หน้า 158-176.

นิตยา อ่องทอง. (ม.ป.ป.). **อาหารกับการดำรงชีวิต**. เอกสารประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์. โรงเรียนพิชัย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1.

นิศารัตน์ ศิริวัฒนเมธานนท์. 2559. **ผลของสารฝาดในใบชาต่อสุขภาพแม่และเด็ก**. บทความวิชาการ. ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ปลายปีก. 2539. **ชาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ไม่ควรมองข้าม**. เคหการเกษตร 20 (3) มีนาคม. กรุงเทพฯ : เจริญรัฐการพิมพ์.

พนิดา อากาศวิภาต. 2558. การนำกากใบชามาใช้ซ้ำเพื่อผลิตเครื่องดื่มชา. **วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์**. Vol. 14 (No. 1): 45-57.

พัตราพร จอมเมืองบุตร. 2557. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดเบต้ากลูแคนจากข้าวเหนียวดำ. **ว.วิทยาศาสตร์เกษตร**. ปีที่ 45 ฉบับที่ 2 (พิเศษ). พฤษภาคม-สิงหาคม. หน้า 153-156.

พีร์นิธิ โชคธนพัธนันท์. 2555. **พฤติกรรมผู้บริโภคเครื่องดื่มชาเขียวในเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร**. เอกสารรายงานผลการวิจัยหลักสูตรบริหารธรุกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกริก.

รัชนี ไสยประจง และ สุรพงษ์ พินิจกลาง. 2555. การศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนและส่วนประกอบกรดอะมิโนในข้าวหลายสายพันธุ์จากประเทศไทย. **ว. วิทยาศาสตร์เกษตร**. ปีที่ 43 ฉบับที่ 2 (พิเศษ). หน้า 277-280.

ราชกิจจานุเบกษา. 2556. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชาจีน. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. **ว. วิทยาศาสตร์เกษตร**. ปีที่ 45 ฉบับที่ 2 (พิเศษ). หน้า 5-17.

วรรณฤดี หิรัญรัตน์. 2552. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากราเอนโดไฟต์. บทความทางวิชาการ. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษัณ**. ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 (ก.ค.-ธ.ค. 2552). หน้าที่ 35-45.

วริพัสย์ อารีกุล และคณะ. 2558. **ปริมาณฟีนอลิก คลอโรฟิล และความสามารถในการต้านออกซิเดชันของต้นอ่อนข้าวดำ**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วิไลภรณ์ ชนกนำชัย. (ม.ป.ป.). **การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ105**. กรมส่งเสริมการเกษตร. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์และคณะ. 2540. **การวิจัยการตลาด ฉบับมาตรฐาน**. บริษัทเอเอ็นการพิมพ์ : กรุงเทพฯ.

สมพร อิศวิลานนท์. 2559. **ตลาดข้าวโลกและสถานการณ์ราคาข้าวของไทย**. เอกสารประกอบความรู้ คณะทำงานด้านการเกษตร.

สมัคร ยิ่งยง, ลือชัย อารยะรังสฤษฎ์ และสมทรง โชติชื่น. 2552. **สุดยอดข้าวไทย**. พระราชดำรัส ในโอกาสครบรอบ 10 ปี บริษัท ข้าวรัชมงคลจำกัด**.**

สังคม เตชะวงศ์เสถียร. (ม.ป.ป.). **ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช**. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สัณห์ ละอองศรี. 2551. **การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบชาสด**. โครงการวิจัยชาน้ำมัน ในพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สุขวิทย์ โสภาพล. 2554. ข้าวอินทรีย์. แนวคิดและแนวทางการผลิต. **RAJABHAT AGRIC**.10 (2) : 43-53

สุนันท์ บุตรศาสตร์, มนชวัน วังกุลางกูร, อรุณรัตน์ อุทัยคู และประจวบ บุตรศาสตร์. 2555. **การพัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากใบข้าว**. สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา.

สุพัตรา เลิศวณิชย์วัฒนา. 2546. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวงอก**. โครงการคลังความรู้ดิจิทัล สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนนท์ นำอิน, จัจจุฤทธิ์ ทองปรอน, ธรียุทธ์ เจนวิทยา, ชาย ชีวะเกตุ และกฤษณพงศ์ กีรติกร. 2555. แหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์เทียมสำหรับการทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์. **วารสารงานวิจัย**ปีที่ 5 ฉบับที่ 2.

เอกราช บำรุงพืชน์. 2556.ชาอู่หลงกับสุขภาพ. **วารสารพยาบาลทหารบก**. ปีที่ 14 ฉบับที่ 3. หน้า 203-206.

สาขาคหกรรม. 2542. **เทคโนโลยีอาหารและเครื่องดื่ม Food and beverage technology**. สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. พิมพ์ครั้งที่2. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

APHA. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, **American Water Works Association**, Water Environment Federation.

Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. **Plant physiology**, 24 (1), 1.

BAM. 2009. Bacteriological Analytical Manual. {ระบบออนไลน์}. แหล่งที่มา Http: //www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManaul BAM/default.htm (1 สิงหาคม 2561).

Benito-Román, O., Alonso, E. and Lucas, S. (2011). Optimization of the β-glucan Extraction Conditions from Different Waxy Barley Cultivar, **Cereal Science**, 53: 271-276.

Broadhurst, R.B., Jones, W.T. 1978. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. **The Science of Food and Agriculture**, 48 (3), 788-794.

Kaewmaneesuk, J., Ariyadet, C., Thirabunyanon, M., Jaturonglumlert, S., & Daengprok, W. (2018). Influence of led red-light intensity on phycocyanin accumulation in the cyanobacterium Nostoc commune Vaucher**.** **Fundamental and Applied Sciences**, 10 (3S), 457-467.

Ma, R., Lu, F., Bi, Y., & Hu, Z. 2015. Effects of light intensity and quality on phycobiliprotein accumulation in the cyanobacterium Nostoc sphaeroides Kützing. **Biotechnology letters**, *37* (8), 1663-1669.

Rattanamanee, T., Ariyadet, C., Sakhonwasee, S., & Daengprok, W. (2018). Influences of LED light quality to rice seedlings green tea grown in a semi-closed system. **Fundamental and Applied Sciences**, 10 (3S), 468-481.

Sakhonwasee, S., Tummachai, K., & Nimnoy, N. 2017. Influences Of Led Light Quality And Intensity On Stomatal Behavior Of Three Petunia Cultivars Grown In A Semi-Closed System. **Environmental Control In Biology**, 55 (2), 93-103.

Waterborg, J. H. 2002. The Lowry method for protein quantitation. In The protein protocols handbook (pp. 7-9). **Humana press**.

ภาคผนวก

ข้อมูลแสดงการคำนวณต้นทุนการผลิตชาใบข้าวคุณภาพอย่างละเอียด

1. การคำนวณหาค่าไฟต่อปริมาณน้ำหนักใบข้าวที่ได้

- หลอดไฟสีขาวกำลังไฟ 18 วัตต์, จำนวนใช้ 6 หลอด เปิดเป็นเวลา 24 ชั่วโมงทุกวัน

- การคำนวณค่าไฟที่มีการให้แสงแก่ข้าวตลอดอายุ 14 วัน ดังนี้ 18x6/1000x24 เป็น 2.592 หน่วย

ปลูกระยะเวลา 14 วัน 2.592x14 = 36.288 บาท

นำมาคำนวณร่วมกับหน่วยของค่าไฟบ้านที่ใช้ 36.288x3.5 = 127.008 บาท

- ค่าไฟทั้งหมดที่ใช้ในการปลูกตลอดเก็บเกี่ยว 14 วัน เป็นเงิน 127.008 บาท

- ผลผลิตของใบข้าวที่มีการเก็บเกี่ยวได้ต่อรอบ 360 กรัม

คำนวณค่าไฟที่ใช้ต่อผลผลิตที่ได้ 127.008x360/1000 = 45.723 บาท

- ค่าไฟที่ใช้ในการผลิตทั้งหมดต่อปริมาณผลผลิตที่ได้เป็นเงิน ประมาน 45.7 บาท

2. การคำนวณร่วมกับวัสดุและบรรจุภัณฑ์

- ราคาเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูก น้ำหนัก 1.5 kg ราคา 60 บาท

- จำนวนดินที่ใช้ปลูกกระสอบละ 25 บาท ใช้จำนวน 2 กระสอบ เป็นเงิน 50 บาท

คิดเป็นเงิน 45.7+50+60 = 155.7 บาท

- ค่าถุงบรรจุเนื้อชารูปทรงปิรามิดราคา 150 บาท

- ค่าซองพลาสติกบรรจุถุงชนิดทึบแสงชาราคา 250 บาท

- ค่าซองกระดาษบรรจุซองชาสีน้ำตาลชนิดมีซิปเปิดปิดราคา 70 บาท

- ค่าสติ๊กเกอร์เพื่อเป็นฉลากชารวมที่ใช้ติดผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวทุกขนาดราคา 200 บาท

คิดเป็นเงิน 155.7+150+250+70+200 = 825.7 บาท

- ราคาต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตเป็นเงิน 825.7 บาท

3. การคำนวณราคาขายผลิตภัณฑ์ชาใบข้าว

- จากจำนวนเงินต้นทุนนั้น สามารถแบ่งราคาขายของสินค้าได้เป็น 20 ซองใหญ่

- ภายในซองใหญ่นั้น จะถูกบรรจุด้วยซองชาเล็ก จำนวน 5 ซอง

คิดเป็นเงิน 825.7/20 = 41.25 บาท

หรือราคาต่อซองเล็ก 1 ซอง เป็นเงิน 41.25/5 = 8.25 บาท

ราคาต้นทุนต่อ 1 ซองใหญ่เป็นเงิน 41.25 บาท และจำหน่ายในราคา 50 บาท

ราคาต้นทุนต่อ 1 ซองเล็กเป็นเงิน 8.25 บาท และจำหน่ายในราคาซองละ 10 บาท

แบบสอบถาม
ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ 105

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เรื่อง “การผลิตและการตลาดชาคุณภาพจากข้าวภายใต้แสงเทียม” ในระดับการศึกษาปริญญาโทสาขาสหวิทยาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อชาใบข้าวคุณภาพในด้านประสาทสัมผัสและอรรถรส ด้านบรรจุภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ ผลการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำชาใบข้าวพันธุ์หอมมะลิ 105 ที่ได้ผ่านการคัดเลือกมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ “เครื่องดื่มชาใบข้าว” เพื่อให้มีอรรถรสที่เหมาะกับผู้ดื่มทุกเพศทุกวัย และผู้ที่มีใจรักในสุขภาพ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดตอบแบบสอบถามตามความพึงพอใจของท่านอย่างรอบคอบให้ครบทุกข้อ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลที่ได้รับจากท่านไว้เป็นความลับ โดยจะนำไปใช้เพื่อสรุปผลการวิจัยเท่านั้น ขอขอบพระคุณในความร่วมมือของท่านเป็นอย่างสูง

แบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามเครื่องดื่มชาใบข้าวคุณภาพหอมมะลิ105

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ตอบแบบสอบถามชาใบข้าวคุณภาพดอกมะลิ105

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องดื่มชาใบข้าวคุณภาพหอมมะลิ 105

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u> กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความจริงมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ..... ปี (ถ้ามากกว่า 6 เดือน ให้นับเป็น 1 ปี)

3. สถานภาพ

☐ โสด ☐แต่งงาน ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4. ประวัติการศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ☐ ปวส. / ปวช.

☐ มัธยมศึกษา ☐ ปริญญาตรีขึ้นไป

5. อาชีพ

☐ นักเรียน / นักศึกษา ☐ พนักงานบริษัท

☐ ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ ☐ ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว

☐ พ่อบ้าน / แม่บ้าน ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ในหนึ่งวัน ท่านชอบดื่มเครื่องดื่มประเภทใดบ้าง (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ กาแฟ ☐ น้ำชา ☐ น้ำอัดลม

☐ น้ำผลไม้ ☐ น้ำสมุนไพร ☐อื่น ๆ โปรดระบุ.....

2. จากข้อ 1 ท่านบริโภคบ่อยแค่ไหน

☐ ทุกวัน ☐ 2-3 วันครั้ง

☐ อาทิตย์ละครั้ง ☐ มากกว่าอาทิตย์ละครั้ง

3. วัตถุประสงค์หลักในการดื่มของท่านคือ (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ดื่มเพื่อเป็นอาหารเช้า ☐ ดื่มเพื่อเป็นอาหารว่าง ☐ ดื่มเพื่อแก้กระหาย

☐ ดื่มเพื่อความเคยชิน ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4. พฤติกรรมที่ท่านโปรดปรานที่มักทำควบคู่ในขณะดื่มชา

☐ ดูโทรทัศน์/ฟังเพลง/เล่นคอมพิวเตอร์ ☐ ชมวิว/สัมผัสบรรยากาศ

☐ บริโภคขนมคบเคี้ยว/อาหารของหวาน ☐ ทำกิจกรรมนันทนาการ

☐ อยู่เงียบ ๆ/อ่านหนังสือ/นั่งสมาธิ ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. ท่านเคยดื่มชาหรือรู้จักเครื่องดื่มชาประเภทใดมาก่อนบ้าง

☐ ชาขาว ☐ ชาเขียว ☐ ชาดำ

☐ ชาอูหลง ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

6. รสชาติของชาที่ท่านต้องการเป็นแบบไหน

☐ หวานนิด ๆ ☐ จาง ๆ แต่กลมกล่อม

☐ ขมแบบเข้มข้น ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

7. โดยปกติแล้วชนิดของชาที่ท่านบริโภคมีลักษณะแบบใด

☐ ก้านอ่อน ☐ ผง (มัทฉะ) ☐ ใบ

☐ ส่วนเมล็ด ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

8. ท่านรู้จักชาจากพืชชนิดอื่น ๆ ใดบ้าง (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ชาข้าว ☐ ชาใบหม่อน ☐ ชาไผ่ ☐ ชาดอกบัว

☐ ชาดอกคำฝอย ☐ ชาดอกกุหลาบ ☐ ชาดอกคาโมมายล์ ☐ ชาดอกเก๊กฮวย

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ .....

9. ท่านชอบรูปลักษณ์ผลิตภัณฑ์ชาที่ดื่มรูปแบบใด

☐ บรรจุใส่ซองชาเยื้อกระดาษ ☐ บรรจุใส่ขวด โหลสำหรับชา

☐ บรรจุใส่ห่อพลาสติก ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ..... .....

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องดื่มชาใบข้าวคุณภาพหอมมะลิ 105

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความจริงมากที่สุด

ความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องดื่มชาใบข้าวคุณภาพหอมมะลิ 105	**ระดับความพึงพอใจ เครื่องดื่มชาใบข้าวหอมมะลิ 105**				
	มากที่สุด	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
ด้านประสาทสัมผัสและอรรถรส					
1. รสชาติ					
2. กลิ่น					
3. สี					
4. ลักษณะของผลิตภัณฑ์					
ด้านบรรจุภัณฑ์					
1. ความสะดวกในการชงดื่ม					
2. บรรจุภัณฑ์ผงชาเหมาะสม					
3. บรรจุภัณฑ์เรียบง่าย / ดูดี					
ด้านผลิตภัณฑ์					
1. ความปลอดภัยในการผลิตผลิตภัณฑ์					
2. องค์ประกอบในชาใบข้าว					
3. ระบบจำหน่าย					
4. ความเหมาะสมของราคา					
5. ความสมบูรณ์ของข้อมูลในฉลาก					
6. ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากผลิตภัณฑ์					
7. การส่งเสริมการตลาด					

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามอย่างครบถ้วน

เครื่องดื่มชาใบข้าว

เป็นชาที่ผลิตจากต้นอ่อนข้าวสายพันธุ์หอมมะลิ 105 ซึ่งผ่านกรรมวิธีการปลูกในระบบปิด คือการปลูกแบบไม่ใช้สารเคมี ควบคุมปัจจัยการปลูกตลอดจนดูแลอย่างพิถีพิถัน และเก็บเกี่ยวแต่เฉพาะใบอ่อนในระยะเวลาที่เหมาะสมมาผลิตเป็นชา จึงจัดเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เหมาะสมกับผู้รักสุขภาพ ทุกเพศทุกวัย

สารคุณประโยชน์

ชาใบข้าวที่ผลิตขึ้นผ่านกรรมวิธีการปลูกแบบเฉพาะ ทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการและมีสารคุณประโยชน์บางชนิดมากขึ้น เช่น เบต้า กลูแคน และมีสารไม่พึงประโยชน์น้อยกว่าชาอื่น ๆ จึงเกิดเป็นชาใบข้าวคุณภาพ ซึ่งมีสารคุณประโยชน์ดังนี้

องค์ประกอบ	ปริมาณต่อ 100 กรัม	ชาทั่วไป ต่อ 100 กรัม
คลอโรฟิลล์ เอ	0.29 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$	2.78 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$
คลอโรฟิลล์ บี	0.22 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$	2.31 มิลลิกรัม.กรัม$^{-1}$
โปรตีน	73.8 มิลลิกรัม.ลิตร$^{-1}$	70-80 มิลลิกรัม.ลิตร$^{-1}$
วิตามิน ซี	1.85 มิลลิกรัม.100^{-1}กรัม	4.42 มิลลิกรัม.100^{-1} กรัม
เบต้า กลูแคน	2.633 กรัม.100^{-1}กรัม	4.1 มิลลิกรัม.100^{-1}กรัม
แทนนิน	0.19 มิลลิกรัม.กิโลกรัม$^{-1}$	0.2 – 0.3 มิลลิกรัม. กิโลกรัม$^{-1}$
กาเฟอีน	7 มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร (อยู่ในระดับที่ปลอดภัย)	30 มิลลิกรัม.100^{-1} มิลลิลิตร

สารองค์ประกอบ

คลอโรฟิลล์

- ช่วยกระตุ้นการเจริญและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ
- ช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง

โปรตีน

- เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ เช่น กรดอะมิโน
- ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต สร้างกล้ามเนื้อ

วิตามิน ซี

- ช่วยเสริมภูมิต้านทานแก่ร่างกาย
- เสริมสร้างผิวหนัง ฟัน และหลอดเลือด

เบต้า กลูแคน

- ช่วยลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย เป็นสารต้านมะเร็ง
- ช่วยปรับระดับน้ำตาลในเลือด ลดความดันโลหิต

แทนนิน

- คือสารที่ให้ความฝาดและให้รสขม สารชนิดนี้และกาเฟอีนหากร่างกายได้รับในปริมาณที่มากอาจทำให้เกิดอาการท้องผูก

กาเฟอีน

- เป็นสารกระตุ้นประสาท ทำให้ร่างกายตื่นตัวและลดความง่วง ซึ่งในเครื่องดื่มชาใบข้าวคุณภาพตรวจพบเจอน้อย และยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัย

Journal of Fundamental and Applied Sciences

ISSN 1112-9867

Available online at http://www.jfas.info

Research Article

Special Issue

INFLUENCES OF LED LIGHT QUALITY TO RICE SEEDLINGS GREEN TEA GROWN IN A SEMI-CLOSED SYSTEM

T. Rattanamanee[1], C. Ariyadet[1,*], S. Sakhonwasee[2], W. Daengprok[3]

[1]Program in Agricultural Interdisciplinary, Maejo University, Chiangmai, Thailand

[2]Program in Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

[3]Div. of Food Technology, Fac.of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

Published online: 24 February 2018

ABSTRACT

To assess the effects of light quality on 6 variety rice seedlings of *Oryza sativa* Linn. for develop the green tea product. Investigate the %germination for consistency of rice seedling per area. Using 14 days after germination of 3 white seed cultivars RD10, Thai Pathumthani fragrant, Khao Dawk Mali 105 and 3 red seed cultivars, RD69, Black Jasmin rice and Black Gluten Rice. The methods of green tea processing were studied in order to find out the most suitable way to produce green tea product under light quality control. The results showed that green tea products from all 6 rice cultivars were almost similar in term of color and size. Khao Dawk Mali 105 was greater aroma taste and β-glucan (2.7 g./100g.) under red light condition content than others. The seedling height yield, %dry weight and vitamin C content were varies in stain and have a little effect from light quality. Chlorophyll a and chlorophyll b content were show higher in red seedling green tea under white light condition with the highest value of 1.75±0.03 mg.g-1 in Black Gluten Rice and 0.99±0.2 $mg.g^{-1}$ in Thai Pathumthani fragrant rice for chlorophyll b. Protein analysis of those of 6 rice cultivars showed that the highest value in white rice seed under red light condition with the value of 110.08±14.6 $mg.L^{-1}$. The red light was shown more effect to red seedling cultivars than white seedling cultivars.

Author Correspondence, e-mail: chalinda.bio@gmail.com

doi: http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v10i3s.40

Journal of Fundamental and Applied Sciences is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Libraries Resource Directory. We are listed under Research Associations category.

In conclusion the influences of LED light quality to rice seedlings green tea grown in a semi-closed system have seem to be clear in chlorophyll a and chlorophyll b content in red rice seedling under white light condition.

Keywords: LED Light Quality, Rice seedling, Green tea

INTRODUCTION

The agriculture in Thailand is highly competitive, diversified and specialized and its exports are very successful internationally. Rice is the country's most important crop, with some 60 percent of Thailand's 13 million farmers growing it (Bangkok Post. 2017). The farm value in real dollars (adjusted by the Consumer Price Index, with 1982-1984 being the base years) has remained nearly constant, but the costs of processing and marketing have continued to increase. The global demand for rice is in direct consumption and in the form of processed products. Increasing the value of rice by way of nutrition. It's an important choice. Currently, people are more interested in health care than waiting for treatment when they are sick from the concept of Thailand 4.0, which is a development strategy. The Sufficiency Economy Philosophy (SEP) is a decision-making framework that can guide us in living sustainably, using both knowledge and virtues. SEP is based on the principles of moderation, reasonableness and prudence. They translate into appropriate ways to solve problems or take action in different situations. Thailand 4.0, which is an economic model based on creativity, innovation and high-level services, reflects SEP's focus on preparing for the future and is designed to transform the kingdom into a valued-based economy (Ministry of Foreign Affairs of the Kingdom of Thailand. 2016). Create value with interdisciplinary science. Effect on health. Livelihood and income Rice Tea is a popular and researched rice product. Value added with growth factors that increase nutritional value, safety, age and health benefits. Several studies have shown that β-glucan have positive effects on cholesterol, glucose and insulin metabolism (Traore et al., 2009). Unlimited drink Reduce production costs by using technology to control main growth factors and increase the amount of compounds in rice tea. This is a concept in this research. The objective is to obtain more nutritious and nutritious tea products. Tea is a well-known and popular product. Some countries have become a tradition or a social culture. And to the present. Tea production has been continuously studied. From cultivars, harvesting care and products, tea ingredients are well-studied and reported. Some substances in tea such as tannin and caffeine are restricted to people and ages. The idea is to find the tea that can solve the problem. Including increasing the value of tea. Rice tea is a new alternative and has been widely studied in the present. Rice leaf tea has been reported in many

flavors and flavors, such as jasmine rice 105, Pathum Thani 1 and Sakon Nakhon. It has been found to be rich in vitamins, minerals, and antioxidants, such as beta glucan. Useful compounds in rice leaves. To add value and it is useful to increase the ratio of valuable substances and reduce the bad substance. The use of certain environmental factors in the production of tea leaves. This is because of the composition and the process involved in the production of the desired substance, such as pigment in rice leaves. Together with the selection of quality rice varieties. And consumer satisfaction. Health is important and is something that everyone must pay attention to as a factor in order to live a long life. Health refers to the body without disease. No physical illness. Mental and behavioral In order to have good health, care must be taken. Health care is easy to do. From the need to consume 5 meals to exercise regularly. Get enough sleep and know how to deal with stress that is not what makes our health deteriorate. (Kannaud et al., 2009). The above mentioned factors help us to have good health. In addition to consuming five meals, we must consider whether the nutrients we consume each day are properly nutritional. In order not to deprive the body of food from the diet each day, they are supplemented with nutrients to replace what is missing. At present, there are many supplements to meet the needs of consumers because of the changing social times. The lifestyle of people who want to be convenient, fast, hassle, haste, easy and cheap, so it turned to the food for health. The tea leaves are an interesting and appropriate choice to consume.

Nowadays, light emitting diodes (LED) has been increasing used as a source of artificial light in controlled environmental system due to its energy-efficiency. LED light quality and intensity have an effect to the growth of plant in semi-closed system. (Sakhonwasri et al. 2017). Artificial light to rice because light affects plant growth. Because plants are used in the process of photosynthesis, which provides energy. Rice and light are related because light is the medium that causes rice to thrive and flowering and sunlight from day to day. The short and long days of daytime also affect the reproductive development of rice. White light is the light that human eyes see wavelengths between 400-800 nm and red light is the light that plants absorb most.

Artificial Light is a light that is invented to replace sunlight. It emits light in the same way as the sun. Nowadays, it is widely used in growing plants that require light as a result of some of the world's growing areas. There are problems and limitations in the sun, such as growing crops in winter with very little sunlight. Currently, artificial lighting is used in areas where production control or use is restricted. The use of artificial light is why it is used to stimulate the growth of seedlings in controlled-growing systems. Different artificial lighting will affect

the growth. And the nutritional value of the leaves of the rice. This problem was developed by using artificial light from the lamp to light the plant. (Anon Numin. 2012).

Production of rice in closed systems could be produce tea in the form of non-chemical control. Or organic. This may be called organic, ie, non-chemical planting that requires special care to ensure quality production. By using various inputs. The natural way to deal with the soil, fertilizer, water that needs to be sterilized before it is used in planting. Rice leaf tea was used as an organic grower for a period of 14 days. The value of tea leaf tea is higher. It also helps to ensure the safety of toxic residues and lead to the current popularity. Marketing education, as it currently produces more and more quality products. Although until now, there are a few similar studies systematically reporting the effects of light intensity and quality on the growth and PBP accumulation in some organism, the study provides a better understanding of light requirements that can be used to enhance the yield and quality of rice leaf green tea in industrial production.

The aim of this work was to investigate the influences of LED light quality to 6 red and white rice seeds (3 for each) green tea grown in a semi-closed system. The purpose was along with the study of the growth in term of high yield and % dry weight and also compare the effect of red light and white light on protein content.

II. MATERIAL AND METHODS

A. Green tea cultivation

This study was carried out at Maejo University, Interdisciplinary agriculture laboratory, Chiangmai Province, Thailand. The 6 variety rice seedlings of *Oryza sativa* Linn. 3 white seed cultivars RD10, Thai Pathumthani fragrant, Khao Dawk Mali 105 and 3 red seed cultivars: RD69, Black Jasmin rice and Black Gluten Rice. The rice seeds were planted in 30 x 60 x 4 cm. PVC trays and media was using 2 kg./tray compost soil and seed weight was follow the %germination off each variety under the purpose of the consistency of plant density(Fig.1). The irradiance source were LED with the intensity of 50 μmol m^{-2} s^{-1} in Red light and 250 μmol m^{-2} s^{-1} in white light by mean to focus the lower energy to compare higher energy in white light source which could to save the cost and may be high quality income. The treatments include watering a 100 ml. water once a day. The parameters measured include height, wet weight, dry weight, chlorophyll a, chlorophyll b, protein vitamin C and β-glucan content.

Fig.1. The cultivation shelf of rice under LED red light and white light condition

B. Weight measurements

The %germination was investigated to prepare the seed weight for cultivated. 14 days after germination of 10 rice seedlings were random to find the % dry weight. Weight the fresh sample and then to keep dry by heat in oven-dried of 60 °C for 1 hour or dry weights were determined when the specimens were at constant weights after continuous drying, and the dry matter content was calculated as a ratio of dry to fresh weight, expressed as percentage. The method for green tea products were done by cut the upper part of lowest node and use the same process as making dry weight.

C. Chlorophyll content determination

Chlorophyll is green pigment found in plants. Chlorophyll has the function of synthesizing or converting light energy into starch and sugar helping the human body to reduce its energy supply. The risk of liver cancer. Breast tumor Increase the number and performance of white blood cells. It also helps to detoxify (Laaosri. 2008). Chlorophyll content was determined on the flag leaf using methods of Arnon (1949) and Coombs et al (1987). One gram of the fresh leaf tissue was cut into small pieces and placed into a specimen bottle containing 10 ml of absolute ethanol and stored in the dark for two weeks. 1 ml of the filtered extract was then diluted with 6 ml of absolute ethanol and the absorbance of the chlorophyll solution measured using a spectrophotometer at 645 and 663 nm. The chl.a and chl. b content in milligrams (mg) were estimated using the formula of Arnon (1949).

D. Determination of total protein

Proteins are organic compounds that are essential to living organisms because they are structures of living cells. It consists of subunits of amino acids. (Duamala and Sritontae, 2014). Proteins can be found in meat, eggs and milk, and in plants such as wheat, soybeans, and other foods. It is found in a small proportion. In rice, different protein content was observed for each variety of rice. (Saiprajong and Pinitglang. 2012). It is a great help in the growth of life and a muscle-strengthening. Protein Estimation by Lowry's Method (Lowry et al., 1951) One gram of the sample powder was weighed then mixed with 10 ml of 2% anhydrous Sodium Carbonate in 0.1M NaOH and stored overnight. 0.5 ml. protein suspension extracted was mixed with 0.5 ml. of reagent containing 48 ml. of 2% anhydrous Na_2CO_3 in 0.1M NaOH, 1 ml of 0.5% $CuSO_4$, and 1 ml. of 1% Sodium potassium tartrate. The solution was allowed to stand at room temperature for 15 minutes after with 0.5 ml of folin-Ciocalteau reagent was added and vortexed and the mixer were allowed to stand at room temperature for 30-60 minutes. The absorbance of protein solution was measured using a spectrophotometer at 660 nm. The Standard curve of absorbance was plotted as a function of initial protein concentration and use it to determine the unknown protein concentration. Bovine serum albumin was used as a standard.

E. Vitamin C analyses

Vitamin C (l-ascorbic acid, ascorbate, AsA) is the most abundant water-soluble antioxidant in eukaryotes where it is vital whether obtained by synthesis or consumption (Dowdle et al.2007, Fukunaga et al. 2010). While humans rely on fresh produce as the main source of vitamin C, much of its metabolism and functions in plants are poorly understood (Wheeler and Smirnoff. 2000, Lorence and Nessler. 2007). Ascorbate also serves as a cofactor for numerous enzymatic processes and is a modulator of plant development, senescence, cell division, and growth (Wheeler and Smirnoff. 2000, Olmos et al. 2008). In plants, AsA is involved in electron transport and is considered to be an electron donor during photosynthesis (Wheeler and Smirnoff. 2000). It has been reported that AsA is found in all plant tissues but is higher in photosynthetic tissues and young leaves (Dowdle et al.2007, Smirnoff. 1996).

F. β-glucan analyses

Although all the possible mechanisms explaining the cholesterol-lowering effect of beta-glucans are not well known, the most likely explanation is that water-soluble fibers lower the re-absorption of bile acids (Kirby et al., 1981; Lia et al., 1995). As a result, the hepatic

conversion of cholesterol into bile acids increases and the hepatic pools of free cholesterol decrease. The β-glucan analyses, water was used as the extraction solvent at a temperature of 55.7 °C and pH 6.6 were found to be optimal for delivering a high yield (81.5%) and high MW (351.6 kDa) β-glucan product from barley (Gangopadhyay et al,. 2014). The extraction method procedure was modified from methods of Wood et al.(1989) and Ahmad et al.Ahmad et al.(2010). 20 g of rice green tea powder were suspended in the desired volume of water, adjusting pH by 2 M (basic pH) at various extraction time and temperature. Mixture was continuously shacked at 200 rpm in a incubator shaker. The resultant mixture was added 2 M HCl to bring the pH to 5.0 to precipitate protein and centrifuged for 10 min at 6000 rpm. Solid material was separated and supernatant was adjusted to pH 7.0 by addition of 2 M NaOH. The residue in supernatant was removed by centrifuging. Beta-glucan was precipitated from the supernatant by the addition of the equal volume of ethanol (99.9% v/v) and left overnight at 4^0C. The precipitate was collected after centrifugation for 15 min at 6000 rpm and dried in the vacuum oven at 50^0C for 48 h. The dried rice bran beta-glucan extracts were weight and stored in a sealed plastic tube and kept in desiccators until the next process analysis.

G. Analytical procedures and Statistical analysis

To validate the results reproducibility, each treatments was done in triplicate. Statically of compare mean between treatments was done. All analyses were performed considering a level of 95% of confidence ($p<0.05$). The correlation of yield, %Dry weight chlorophyll a, chlorophyll b and protein content between different light conditions in each varieties also discuss.

RESULT

The Biomass

The results of %germination was done to calculate among of seed cultivated for the consistency of plant density in the planting area. The highest %germination was RD69 with 97% and lowest at KDM105 and BGR with the value of 71 %(Fig. 2). The height of 6 variety rice seedlings of *Oryza sativa* Linn. for develop the green tea product. Using 14 days after germination of 3 white seed cultivars RD10, Thai Pathumthani fragrant, Khao Dawk Mali 105 and 3 red seed cultivars, RD69, Black Jasmin rice and Black Gluten Rice. The green tea product were carried to taste the odor and taste by 10 volunteers. KDM105 was the most prefer from the volunteers for both test. The results of height was show that Black Gluten Rice (BGR) green tea have the maximum height value as 23.97$\pm$2.4 cm. under red light

condition and was the significant difference at .01 between red light and white light condition. The lowest height was shown in RD10 with the value of 15.1±2.9 under red light condition (Fig 3). The total yield weight of RD69 green tea have the maximum yield value of 117.71 g.100g.$^{-1}$ under red light condition. The lowest yield was shown in Black Jasmin rice (BJR) with the value of 50.77 under white light condition (Fig 4).

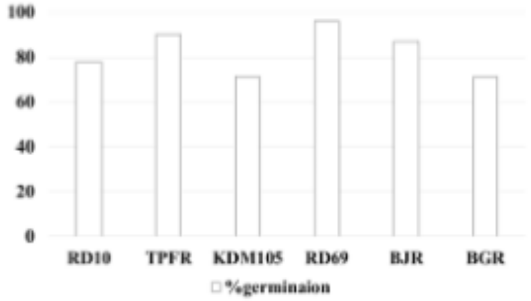
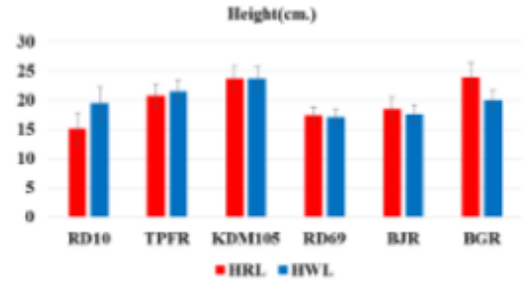
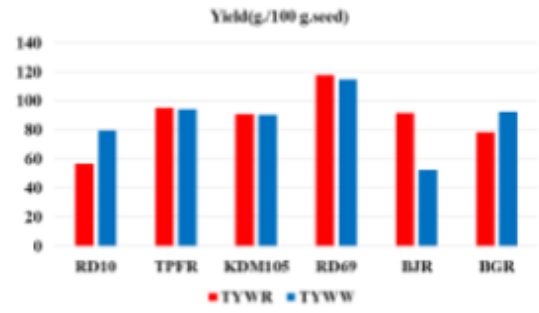


Fig.2. The % germination of rice



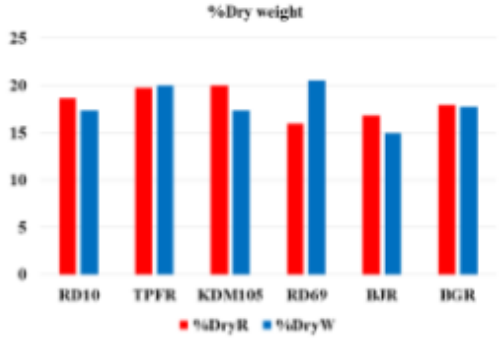
HRL =Height of Red light condition, HWL=Height of White light condition

Fig.3. The height of 14 days 6 rice seedling in red light and white light condition



TYWR =Total yield weight under Red light condition, TYWW= Total yield weight under white light condition

Fig.4. The total yield weight of 14 days 6 rice seedling in red light and white light condition



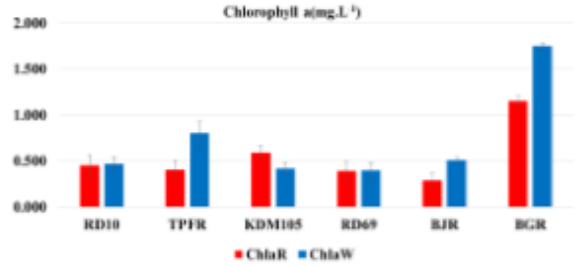
%DryR =%Dry weight under red light condition, %DryW =%Dry weight under white light condition

Fig.5. The %Dry weight of 14 days 6 rice seedling in red light and white light condition

In Black Gluten Rice (BGR) %Dry weight was significant similarly ($p>0.01$) between red light and white light condition. RD69 green tea have the maximum %dry weight of 20.59% under white light condition. The lowest %Dry weight was shown in Black Jasmin rice (BJR) with the value of 15% under white light condition. The dry weight of Black Gluten Rice (BGR) was shown the high significance similarity ($p>0.01$) between red light and white condition with (Fig 5).

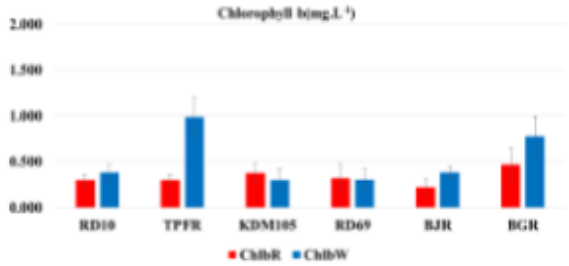
The chlorophyll content

Black Gluten Rice (BGR) green tea have the maximum chlorophyll a value of 1.75 ± 0.03 $mg.g^{-1}$. in white light condition and red light also show the high value than those of others samples in same red light condition with the value of 1.15 ± 0.05 $mg.g^{-1}$. The lowest chlorophyll a was shown in BJR with the value of 0.2 ± 0.07 $mg.g^{-1}$. under red light condition. TPFR, BJR, KDM105, BGR Chlorophyll a were significant difference at .05 between red light and white light condition (Fig 6). The chlorophyll b content was significant difference ($p>0.01$) in Thai Pathumthani fragrant (TPFR) between red light and white light condition. Thai Pathumthani fragrant (TPFR) green tea have the maximum chlorophyll b with the value of 0.99 ± 0.2 $mg.g^{-1}$. in white light condition 1. The lowest chlorophyll b was shown in BJR with the value of 0.22 ± 0.09 $mg.g^{-1}$. under red light condition. TPFR Chlorophyll b were significant difference at .05 between red light and white light condition. (Fig 7).



chlaR =chlorophyll a under red light condition, chlaW chlorophyll a under white light condition

Fig.6. The chlorophyll a of 14 days 6 rice green tea in red light and white light condition

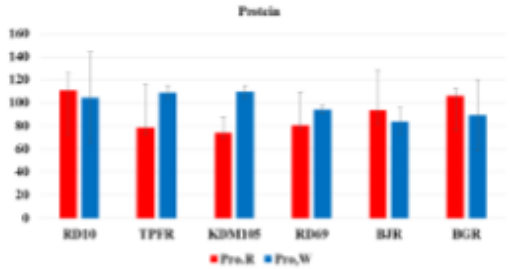


chlbW chlorophyll a under white light condition

Fig.7. The chlorophyll b of 14 days 6 rice green tea in red light and white light condition

The Protein content

The protein content of RD10 green tea have the maximum protein value of 110.8±14.6 mg.L^{-1} under red light condition. The lowest protein concentration was shown in (KDM105) with the value of 73.8±14.1 mg.L^{-1} under red light condition. Khao Dawk Mali 105 (KDM105) protein content was significant difference ($p>0.01$) between red light and white light condition (Fig 8).



Pro.R =Protein under red light condition, Pro.W =Protein under white light condition

Fig.8. The Protein of 14 days 6 rice green tea in red light and white light condition

Vitamin C content

The vitamin C content of BJR green tea have the maximum value of 3.18 mg./100g. under red light condition. The lowest vitamin C content was shown in TPFR with the value of 1.42 mg./100g. under white light condition. The vitamin C content under difference light quality was varied in type of rice, although however the red rice green tea was seen more content or vitamin C than white rice green tea in this experiment (Fig 9).

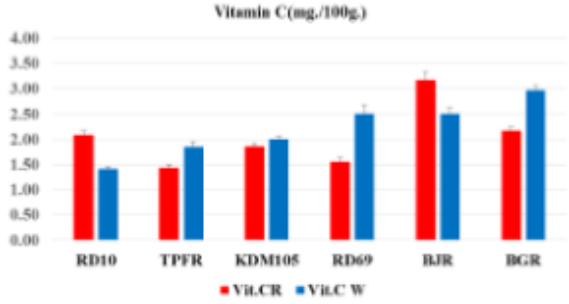


Fig.9. Vitamin C of 14 days 6 rice green tea in red light and white light condition

β-glucan content

The β-glucan content of KMD105 green tea have the maximum β-glucan content value of 2.7 g./100g. under red light condition. The lowest β-glucan content was shown in RD69 with the value of 1.1 g./100g. under white light condition. The β-glucan content under red light condition was shown the high volume than white light condition at all type of products. The difference of β-glucan content between red light and white was shown maximum at RD69 with the value of 2.5 and 1.1 g./100g. respectively (Fig 10).

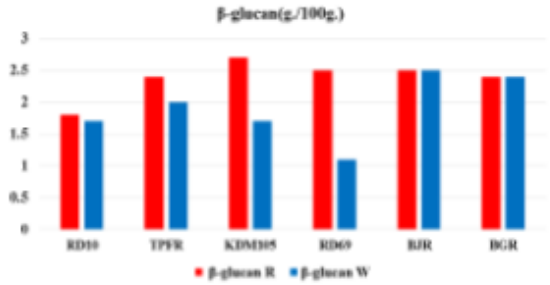


Fig.10. The β-glucan content of 14 days 6 rice green tea in red light and white light condition

CONCLUSION

In conclusion the influences of LED light quality to rice seedlings green tea grown in a semi-closed system have seem to be clear in chlorophyll a and chlorophyll b content in red rice seedling under white light condition. The present study have shown the similarity result to the previous study that the effects of light intensity on effect to chlorophyll and protein content in algae (Rui et al. 2015). The light effect could be useful for the purpose of product the white light could be significance increase the protein, vitamin C and the antioxidant in the form of beta-glucan under red light condition. The further study is analyses the chemical content as the form of amino acid.

ACKNOWLEDGMENT

We are grateful to the editor and the anonymous referees for their expert assistance and comments on this manuscript. This work was supported by Agricultural Interdisciplinary program and Maejo graduated school for support to join the conferences and also thanks to committee of the 4TH International conference on aquaculture, agribusiness industry and agrotourism, Osaka, japan.

REFERENCES

Ahmad A., Anjum F.M., Tahir Z., Haq N. and Zaheer A.. 2010. Extraction and characterization of β-D-Glucan from oat for industrial utilization. International Journal of Biological Macromolecules. vol.46, pp.304-309.

Arnon D.I. 1949. Copper enzyme in isolated chloroplast polyphenoloxidase in Beta vulgaris L. Plant physiol. 24: 1-15.

Bangkok Post. 2017. Thai organic foods have healthy growth potential. SCB Economic Intellignce Center. 6 February 2017. Retrieved 7 February 2017.

Coombs J., Hind G., Leegood R.C., Tieszen L.L. and Vonshak A. 1985. Analytical Techniques. In: Techniques in Bioproductivity and photosynthesis 2nd edition. (Eds) J. Coombs, D.O. Hall, S.P. Long and J.M.O. Scurlock. pp. 219-220, Pergamon Press.

Duamala G. and Sritontae B., 2014. Modification of Protein Properties by Protease and Its Applications. Dissertation (from: the Graduate School of KU and KU Library) Journal of Science, Vol. 42, No. 2.(In Thai)

Dowdle J, Ishikawa T, Gatzek S, Rolinski S. and Smirnoff N. 2007. Two genes in Arabidopsis thaliana encoding GDP-L-galactose phosphorylase are required for ascorbate biosynthesis and seedling viability. Plant J. 48:909–930.

Fukunaga K, Fujikawa Y. and Esaka M. 2010. Light regulation of ascorbic acid biosynthesis in rice via light responsive cis-elements in genes encoding ascorbic acid biosynthetic enzymes. Biosci. Biotechnol. Biochem. 74:888–891.

Gangopadhyay, N.; Hossain, M.B.; Rai, D.K.; Brunton, N.P. 2015. Optimisation of yield and molecular weight of β-glucan from barley flour using response surface methodology. J. Cereal Sci. 2015, 62, 38–44.

Kirby RW, Anderson JW, Sieling B, Rees ED, Chen WJ. and Miller RE (1981). Oat-bran intake selectively lowers serum low-density lipoprotein cholesterol concentrations of hypercholesterolemic men. Am J Clin Nutr 35, 824–829.

Laaosri,S. 2008. Study on chlorophyll content in fresh tea leaves. Oil Tea Research The Royal Princess Maha Chakri Sirindhorn. Maejo University.(in Thai)

Lia A, Hallmans G, Sandberg AS, Sundberg B, Aman P. and Andersson H (1995). Oat beta-glucan increases bile acid excretion and a fiber-rich barley fraction increases cholesterol excretion in ileostomy subjects. Am J Clin Nutr 62, 1245–1251.

Lorence A. and Nessler CL. 2007. Pathway engineering of the plant vitamin C metabolic network. In: Verpoorte R, Alfermann AW, Johnson TS, editors. Applications of Plant Metabolic Engineering. Dordrecht: Springer; pp. 197–217.

Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L. and Randall R.J., 1951. Protein measurement with the folin phenol reagentB. J. Biol. Chem., 193: 267–275.

Ministry of Foreign Affairs of the Kingdom of Thailand. www.mfa.go.th. 2016. A PRACTICAL APPROACH TOWARD SUSTAINABLE DEVELOPMENT. First printed in 2016.

Numin A. 2012. Source of solar photovoltaic for solar cell testing. Journal of Research Vol. 5 No. 2.

Olmos E, Kiddle G, Pellny TK, Kumar S. and Foyer CH. 2008. Modulation of plant morphology, root architecture, and cell structure by low vitamin C in Arabidopsis thaliana. J. Exp. Bot. 57:1645–1655.

Rui Ma., Fan Lu., Yonghong Bi and Zhengyu Hu. 2015. Effects of light intensity and quality on phycobiliprotein accumulation in the cyanobacterium *Nostoc sphaeroides* Ku¨tzing. Biotechnol Lett. DOI 10.1007/s10529-015-1831-3.

Saiprajong, R. and Pinitglang, S (2012). A study on the comparison of protein and amino acid content in various rice varieties from Thailand. Kasetsart Univ., Bangkok (Thailand). Agricultural Science. Year 2 (Special).(in Thai)

Sakhonwasee S., Tummachai K. and Nimlawan N. 2017. Influences of LED Light Quality and Intensity on Stomatal Behavior of Three Petunia Cultivars Grown in a Semi-closed System. Environ. Control Biol., 55 (2), 93-103.

Sophapon S. 2011. Organic Rice. Concepts and guidelines for production. RAJABHAT AGRIC.10 (2): 43-53 (in Thai)

Smirnoff N. 1996. The function and metabolism of ascorbic acid in plants. Ann. Bot. 78:661–669.

Traore D., Ndoye A, Hamaker B. R., Stoecker B, Betts N. and Guiro A. (2009). Food forms and beta glucans contents in sorghum, fonio and rice can influence their glycemic indexes. The FASEB Journal.vol. 23 no. 1 Supplement 563.28.

Wheeler GL and Smirnoff N. 2000. Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function. Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol. 4:291–314.

Wood P.J., Weisz J., Fedec, P.n, and Burrows V.D. 1989. "Largescale preparation and properties of oat fractions enriched in (1-3)(1-4)-beta-D-glucan.", Cereal Chemistry, vol.66, pp.97-103.

How to cite this article:
Rattanamanee T, Ariyadet C, Sakhonwasee S, Daengprok W. Influences of led light quality to rice seedlings green tea grown in a semi-closed system. J. Fundam. Appl. Sci., 2018, *10(3S), 468-481.*

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายฐิติวัฒน์ รัตนมณี

เกิดเมื่อ 25 ตุลาคม 2535

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2558 จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจาก หลักสูตรพืชไร่ 4 ปี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ. 2553 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนนิยมศิลป์อนุสรณ์ อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์