รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปี 2563

1. **แผนงานวิจัย** : แผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชสวนอุตสาหกรรม
2. **โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาชา
   กิจกรรม : เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต
   กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : การศึกษาอิทธิพลของการพรางแสงที่มีผลต่อการแปรรูปชามัทฉะ
   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study of The Effect of Shading on Matcha Tea Processing.
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
   หัวหน้าการทดลอง : นางสาวนาราญ์ โชติอิ่มอุดม[1/]
   ผู้ร่วมงาน : นายสุเมธ พากเพียร[1/]
   นายสมพล นิลเวศน์ [2/]
5. **บทคัดย่อ**

การศึกษาอิทธิพลของการพรางแสงที่มีผลต่อการแปรรูปชามัทฉะ เพื่อทราบวิธีการพรางแสงยอดชาที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นชามัทฉะในแต่ละฤดูกาล ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (โป่งน้อย) จ.เชียงใหม่ ในปี 2561- 2563 พบว่า การไม่พรางแสงในทุกฤดูทำให้ผงชามัทฉะมีสีเขียวอมเหลืองมากกว่าทุกกรรมวิธี (RHS2015 144A Strong Yellow Green) ส่วนผงชาที่พรางแสงทุกกรรมวิธี จัดอยู่ในกลุ่มสีเขียว (RHS2015 Green group 143 Strong Yellow Green ABC) ซึ่งการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ สีดำสองชั้นและผ้าคลุมดิน Polyester spun bond สีดำ 70 แกรม โดยยอดชาได้รับปริมาณแสงอาทิตย์ที่ 1.6-7.2 วัตต์/ตารางเมตร ให้ผงชามัทฉะสีเขียวเข้ม มีคุณภาพการชิมที่ดี ในส่วนปริมาณสารสำคัญและสารอาหารในชามัทฉะที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสองชั้น พบคาเฟอีน (Caffeine) สูงสุด เท่ากับ 4.07 กรัม/100กรัม รองลงมาได้แก่ การพรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงหนึ่งชั้น และไม่พรางแสง เท่ากับ 3.88 กรัม 3.05 และ 2.72 กรัม/100กรัม ตามลำดับ ในส่วนของกลุ่มสารคาเทชิน (Catechin Group) พบว่า พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น มีสาร EGCG และ ECG สูงสุดเท่ากับ 49,922.00 และ

กรมวิชาการเกษตร

17,262.50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ชามัทฉะที่พรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน มีปริมาณโปรตีนสูงสุด 37.07 กรัม ให้พลังงานต่ำสุด 368.74 kcal มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำสุด 45.92 กรัม มีปริมาณไขมัน 4.10 กรัม และให้พลังต่ำสุด 368.74 kcal ผงชาที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงหนึ่งชั้น มีปริมาณไขมันและให้พลังงานสูงสุด เท่ากับ 4.41 กรัม และ380.29 kcal ตามลำดับ

คำสำคัญ : การพรางแสง ชาจีน ชามัทฉะ

รหัสการทดลอง 01-53-59-01-03-00-04-61

1/ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 2/สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1

Abstract

Study of the effect of shading on Matcha tea processing to known properly shading on tea buds for Matcha tea processing each season. Experiments were conducted at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (Pong Noi), Chiang Mai Province in 2018-2020. The results found that lack of shading in all seasons made the Matcha tea more yellowish-green (RHS2015 144A Strong Yellow Green) than the shading process that ranked in green (RHS2015 Green group 143 Strong Yellow Green ABC). The sun net 80% black double layer and polyester spun bond with 70 grams black received sunlight amount 1.6-7.2 watts/square meter which made dark green Matcha tea and good-tasting quality. As for extract and nutrient content of Matcha tea by shading with sun net 80% double layers found Caffeine maximum 4.07 g/100g follow by polyester spun bond, sun net 80% one layer and unshading were 3.88, 3.05 and 2.72 g/100 g respectively. Catechin group, Matcha tea was found that shading with sun net 80% double layers contains the highest EGCG and ECG of 49,922.00 and 17,262.50 mg/kg. Matcha tea that shading with polyester spun bond has the highest protein contains 37.07 grams, the lowest energy 368.74 kcal, the lowest carbohydrate 45.92 grams, fat 4.10 grams, and the lowest energy 368.74 kcal. Matcha tea that shading with sun net 80% one layer found highest fat and energy were 4.41 g and 380.29 kcal respectively.

Key words : Shading, Tea *(Camellia sinensis)*, Matcha tea

กรมวิชาการเกษตร

6. คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเข้าสินค้าประเภทชา 625 เมตริกตัน เป็นชาชนิดผง 437.50 เมตริกตัน และชาใบ 187.50 เมตริกตัน (กรมการค้าต่างประเทศ, 2559) ผลผลิตชาของโลกเป็นชาดำหรือชาฝรั่งประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ อีก 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นชาใบซึ่งรวมถึงชาจีนและชาเขียว ชาเขียวมักมีการผลิตที่ประเทศญี่ปุ่นและประเทศจีน ซึ่งมีกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

การบริโภคชาเขียวได้รับความสนใจในเรื่องประโยชน์ต่อสุขภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับศักยภาพในการป้องกันและรักษาโรคมะเร็งโรคหัวใจ หลอดเลือดโรคอักเสบและโรคเกี่ยวกับระบบประสาทในมนุษย์ (Hollman et al.,1999; Yang et al.,1998; Weinreb et al.,2004) ชาเขียวมัทฉะเป็นชาที่ได้จากยอดชาที่พรางแสงก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อที่จะควบคุมปริมาณแสงแดดที่สัมผัสกับใบชากับ ระดับของการพรางแสงและระยะเวลาก่อนที่จะเก็บเกี่ยวจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเกษตรกร / บริษัท โดยทั่วไปจะมีการพรางแสงประมาณ 2 สัปดาห์ขึ้นไปก่อนการเก็บเกี่ยว จากนั้นนำยอดชามานึ่ง อบแห้งและบดละเอียด ใบชาที่ปลูกในที่ร่มระยะเวลานานจะมีระดับกรดอะมิโนและคลอโรฟิลล์ที่สูงขึ้นของ ชาที่ปลูกในร่มจึงมีสีเขียวสดใส ระยะเวลาการพรางแสงจะเพิ่มระดับของคาเฟอีนและ theanine ซึ่งเป็นส่วนประกอบในชาเขียว ทำให้มีรสชาติหวาน ชาที่มี theanine สูง จะมีรสชาติหวานและจะเป็นชาเกรดที่สูงขึ้น และมีสารคาเทชิน ที่ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระและลดการเกิดโรคมะเร็ง อีกทั้งยังมีสารอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และวิตามินหลายชนิด ชามัทฉะมีความนิยมบริโภคทั้งในและในประเทศ เป็นชาที่ใช้ในพิธีการชงชาของประเทศญี่ปุ่น สามารถนำมาทำเครื่องดื่มชนิดร้อนและเย็นได้ ส่วนยอดชาที่สัมผัสกับแสงแดดจะเพิ่มระดับของวิตามินซีและแทนนิน แทนนินเป็นส่วนประกอบในชาเขียว ที่ทำให้ชามีรสฝาดและขม เพราะฉะนั้นชาโดยทั่วไปจะมีรสที่เข้มมากกว่าชาที่ได้จากการพรางแสง (Aiya co., LTD, 2559)

ปัจจุบันประเทศไทยต้องนำเข้าชาเขียวมัทฉะจากต่างประเทศ จึงทำให้มีราคาสูง โดยชามัทฉะทีผลิตในเมืองUji ประเทศญี่ปุ่น มีราคาตั้งแต่ 2,900-6,000 บาท/กิโลกรัม (Matchazuki shop, 2559) ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาวิธีการพรางแสงที่เหมาะสมเพื่อนำยอดชาจีนมาแปรรูปเป็นชามัทฉะ เพื่อเพิ่มมูลค่าของชาจีนที่เกษตรกรปลูกในประเทศไทย เพิ่มความสะดวกในการดื่มชาเขียวให้กับผู้บริโภค และลดการนำเข้าสินค้าเครื่องดื่มประเภทชาจากต่างประเทศในอนาคต

กรมวิชาการเกษตร

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

- ต้นชาจีน เบอร์12 (*Camellia sinensis* var.sinensis)
- ตาข่ายพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ สีดำ
- ผ้าคลุมดิน Polyester spun bond สีดำ ความหนา 70 แกรม
- ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และ 46-0-0
- เครื่องวัดความเข้มแสง
- เครื่องบดผงละเอียด ขนาด 1 กิโลกรัม
- เครื่องบดเครื่องบดขนาดเล็ก Kyocera ceramic tea mill CM-45GT
- เครื่องวัดสี Chorma meter รุ่น CR-400
- อุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ

- วิธีการ

การศึกษาอิทธิพลของการพรางแสงที่มีผลต่อการแปรรูปชามัทฉะ มีการวางแผนการทดลองแบบ RCBD 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่พรางแสง

กรรมวิธีที่ 2 พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ สีดำ 1 ชั้น

กรรมวิธีที่ 3 พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ สีดำ 2 ชั้น

กรรมวิธีที่ 4 พรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน Polyester spun bond สีดำ

แบ่งการทดลองแปรรูปออกเป็น 3 ช่วง ในฤดูหนาว (ตุลาคม-มกราคม) ฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม) และฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน) แปรรูปฤดูละ1ครั้ง หลังจากตัดยอดเพื่อนำไปแปรรูปในการทดลองแล้ว จะเปิดที่พรางแสงเพื่อให้ต้นชาได้สังเคราะห์แสงตามปกติ และเริ่มทำการทดลองใหม่ในทุกกรรมวิธีพร้อมกันในฤดูถัดไป โดยเปรียบเทียบคุณภาพและค่าวิเคราะห์สารสำคัญจากการแปรรูป ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เตรียมแปลงชาจีน เบอร์12 โดยการให้น้ำ สัปดาห์ละ 3 วัน (ในฤดูหนาวและฤดูร้อน) ใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 และ สูตร 15-15-15

2. ตัดยอดชาในแถวที่ต้องการทดลอง จากนั้นคลุมด้วยตาข่ายพรางแสงและผ้าคลุมดิน บนโครงไม้ซึ่งสูงจากยอดชาประมาณ 30 ซม. วัดแสงภายใต้ตาข่ายพรางแสงและผ้าคลุมดิน เพื่อบันทึกปริมาณแสงที่ผ่านลงมาบนยอดชา

3. หลังจากพลางแสงได้ 21 วัน เก็บยอดชาในแต่ละกรรมวิธี (1ยอดตูม 2-4 ใบบาน) นำไปแปรรูป

4. นำยอดชาที่เก็บ ไปอบไอน้ำด้วยเครื่องอบไอน้ำ ตามแบบสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม นำมาผึ่งให้เย็น จากนั้นเด็ดเฉพาะส่วนยอดและใบ แล้วนำไปอบแห้งทันที ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 2.5-3 ชั่วโมง จากนั้นนำยอดชาออกมาจากเครื่องและผึ่งให้เย็น จะได้ผลิตภัณฑ์ชาเขียวมีความชื้นไม่เกิน 13 %

กรมวิชาการเกษตร

5. นำยอดชาและใบชา ที่ผ่านการอบแห้งมาบดให้ได้เป็นผงละเอียด ด้วยเครื่องบดผงละเอียด ขนาด 1 กิโลกรัม

6. นำผงชาที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญเช่น Caffeine, Catechin (C) Epigallocatechin gallate (EGCG), Epigallocatechin (EGC), Epicatechin (EC), Epicatechin gallate (ECG) และสารอาหาร เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน พลังงาน เป็นต้น

7. นำตัวอย่างไปให้กับผู้ผลิตที่มีความเชียวชาญเกี่ยวกับชามัทฉะ ทดสอบการชิม เพื่อประเมินคุณภาพการชิมของชามัทฉะ

- การบันทึกข้อมูล

- วัดปริมาณแสงใต้ตาข่ายพรางแสง เปรียบเทียบสียอดชา ความยาวของยอดชา น้ำหนักสดก่อนอบ น้ำหนักแห้งหลังอบ สียอดชาก่อนอบ สียอดชาหลังอบ สีผงชาหลังการบด ปริมาณสารสำคัญในผงชา
- วัดอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน
- วัดการเจริญเติบโตความยาวของยอดชา วัดน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในการแปรรูป

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา เริ่มต้น ปี 2561 สิ้นสุด ปี 2563

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ หน่วยย่อยโป่งน้อย

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณแสงอาทิตย์ภายใต้วัสดุพรางแสง

ปริมาณแสงที่ยอดชาได้รับในฤดูร้อนมีปริมาณสูงที่สุดในทุกกรรมวิธี รองลงมาได้แก่ฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ พบว่ายอดชาที่ไม่พรางแสงในฤดูร้อนได้รับแสงสูงสุดเท่ากับ 829.0 วัตต์ต่อตารางเมตร และยอดชาที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางสองสองชั้นในฤดูฝนได้รับแสงต่ำสุดเท่ากับ 1.6 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยวิธีการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงหนึ่งชั้น ผ้าคลุมดิน และตาข่ายพรางแสงสองชั้น จะได้รับปริมาณแสงจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ซึ่งปริมาณแสงดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1)จากการทดลอง พบว่ายอดชาที่ได้รับแสงตั้งแต่ 1.6-36.0 วัตต์ต่อตารางเมตร สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ซึ่งมีความแตกต่างกันตามกรรมวิธี จากการศึกษาเรื่องความเครียดจากการพรางแสงต่อชามัทฉะ พบว่าเมื่อทำการทดลองต่อเนื่องทำให้ ขนาดของยอดชาและปริมาณผลผลิตลดลง แสดงให้เห็นว่าการพรางแสงต้นชาอย่างต่อเนื่องมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ซึ่งเมื่อทำการทดลองพรางแสงต้นชาอย่างต่อเนื่องสองปี ทำให้จำนวนความยาว จำนวนตายอดและน้ำหนักของชาลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผลผลิตลดลงในที่สุด (Sanoและคณะ, 2020)

กรมวิชาการเกษตร

ไม่พรางแสง ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น ผ้าคลุมดิน

ภาพที่ 1 การพรางแสงยอดชาด้วยวัสดุพรางแสงต่างๆตามกรรมวิธี

ตารางที่ 1 ปริมาณแสงอาทิตย์ที่วัดบริเวณยอดชาภายใต้วัสดุพรางแสงของแต่ละกรรมวิธี ในฤดูต่างๆ ณ แปลงทดลองภายในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ หน่วยย่อยโป่งน้อย

	ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับ (วัตต์/ตารางเมตร)		
กรรมวิธี	**ฤดูหนาว**	**ฤดูร้อน**	**ฤดูฝน**
ไม่พรางแสง	776.0 b	829.0 d	673.8 d
ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น	31.4 b	36.0 c	18.2 c
ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น	2.6 a	3.1 a	1.6 a
ผ้าคลุมดิน	5.8 a	7.2 b	4.5 b
C.V.%	3.9	1.0	1.6

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การเจริญเติบโตของยอดชาภายใต้วัสดุพรางแสง

ยอดชาหลังจากพลางแสง 21 วัน ก่อนการแปรรูป การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น ยอดชามีความยาวเฉลี่ยสูงสุด 14.54 เซนติเมตร และไม่พรางแสงยอดชามีความกว้างและความยาวใบสูงสุดเท่ากับ 2.60 เซนติเมตรและ 5.46 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) (ภาพที่ 2)

สีใบชามีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี RHS Colour Chart พบว่า ใบชาที่ไม่พรางแสง มีสีเขียวอมเหลือง (RHS2015 141A Deep Yellowish Green) พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงหนึ่งชั้น ใบมีสีเขียวเข้ม (RHS2015 136A Dark Green) พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสองชั้นและผ้าคลุมดิน

กรมวิชาการเกษตร

ใบมีสีเขียวอ่อนอมเหลือง (RHS2015 143A Strong Yellow Green, RHS2015 143B Strong Yellow Green) (ภาพที่ 3) ซึ่งหลังจากผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำทำให้สียอดชามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน (ภาพที่5) โดยสาเหตุที่ทำให้ใบชาภายใต้การพรางแสงมีสีเขียวเข้มมากกว่าใบชาที่ภายใต้แสงปกติ เนื่องจากการเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเป็นกลไกหนึ่งในการปรับตัวของพืชเมื่ออยู่ในสภาพที่ได้รับความเข้มแสงน้อยลง เพื่อให้สามารถดูดซับและนำพลังงานแสงที่ได้รับมาใช้ประโยชน์มากขึ้น โดยลดการสูญเสียพลังงานที่จะส่งผ่านและสะท้อนกลับจากใบ (Hale and Orcutt,1987)

ปริมาณน้ำหนักยอดชาสดต่อน้ำหนักแห้งหนึ่งกิโลกรัม ที่นำมาแปรรูป ในฤดูหนาวใช้ยอดชาสดน้อยสุดเฉลี่ย 4.36 กิโลกรัม จะได้ยอดชาอบแห้ง 1 กิโลกรัม ยอดชาที่ไม่พรางแสง ในฤดูหนาวและฤดูร้อน ใช้น้ำหนักต่ำสุดเท่ากับ 3.98 และ 4.52 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในฤดูฝน ยอดชาที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงหนึ่งชั้น มีน้ำหนักต่ำสุด เท่ากับ 4.77 กิโลกรัม (ภาพที่ 4) (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักยอดชาสดต่อน้ำหนักแห้งหนึ่งกิโลกรัมในฤดูหนาว พบว่า ยอดชาที่ไม่พรางแสง ใช้น้ำหนักยอดชาในการแปรรูปต่ำสุดเท่ากับ 3.98 กิโลกรัม ส่วนพรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน ใช้ยอดชา 4.66 กิโลกรัม เนื่องจากหลังการอบแห้ง ทำให้ความชื้นลดลง เหลือเพียงเส้นใย สารอาหารและสาระสำคัญในยอดชา พบว่าหลังจากนำยอดชาอบแห้งไปบดละเอียด ผงชาที่ไม่พรางแสง มีปริมาณเส้นใยที่มีขนาดใหญ่กว่า 180 ไมครอน เท่ากับ 55.19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่า ผงชาที่พรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน ซึ่งมีเส้นใยขนาดใหญ่กว่า 180 ไมครอน เพียง 27.96 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้มีน้ำหนักที่ใช้ในการแปรรูปแตกต่างกัน (ตารางที่ 7) นอกจากองค์ประกอบของเส้นใยที่ต่างกัน ขนาดของใบชาที่ไม่พรางแสงและพรางแสงด้วยผ้าคลุมดินยังแตกต่างกัน ซึ่งขนาดความกว้างใบและความยาวของใบชาที่ไม่พรางแสง เท่ากับ 2.60 ซม. และ 5.46 ซม. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า ความกว้างและความยาวของใบชาที่พรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน ที่มีขนาด 2.14 และ 5.10 อย่างมีนัยสำคัญ

ยอดชาช่วงฤดูร้อนมักจะได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศร้อนจัดในเวลากลางวัน และอากาศเย็นในเวลากลางคืน ทำให้ยอดชาบางส่วนเสียหาย และมีพายุลูกเห็บในช่วงฤดูร้อนที่ทำให้ยอดชาหักฉีดขาดขาด เกิดอาการไหม้และแห้งเป็นสีน้ำตาล ไม่สามารถนำยอดชามาทำการแปรรูปได้ ซึ่งทำให้ผลผลิตในช่วงฤดูร้อนน้อยกว่าผลผลิตในฤดูหนาวและฤดูฝน (ตารางที่ 4)

กรมวิชาการเกษตร

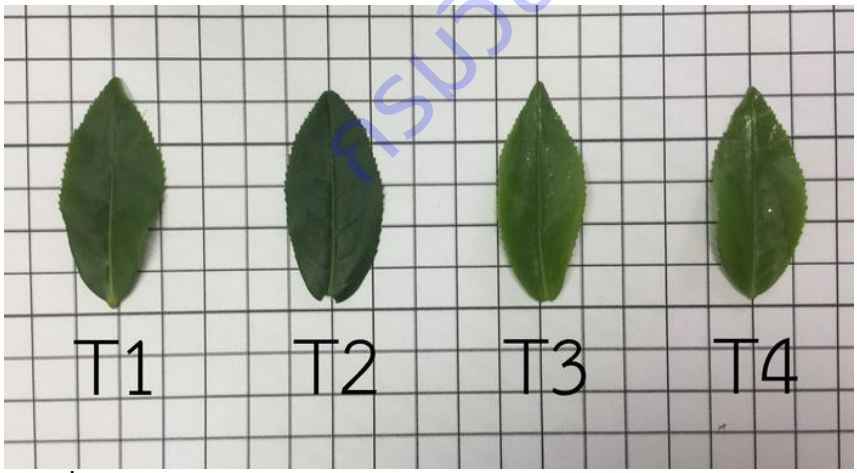
ไม่พรางแสง

พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น

พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น

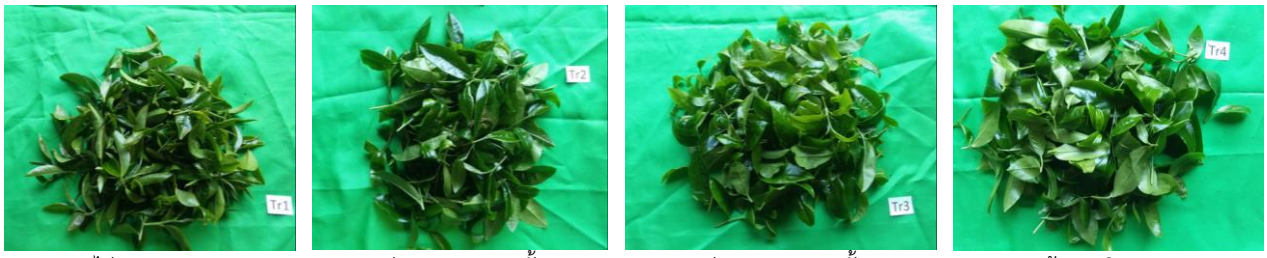
พรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน

ภาพที่ 2 ลักษณะยอดชาในแต่ละกรรมวิธีหลังการพลางแสงตามกรรมวิธี 21 วัน



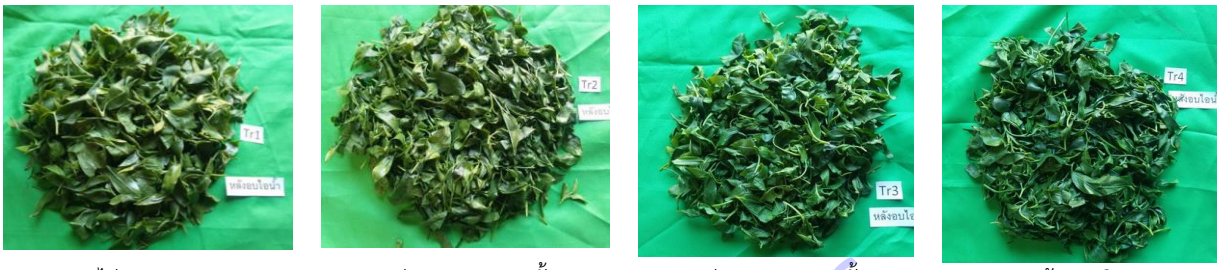
ภาพที่ 3 สีใบชาหลังการพลางแสงตามกรรมวิธี 21 วัน

กรมวิชาการเกษตร



ไม่พรางแสง ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น ผ้าคลุมดิน

ภาพที่ 4 ยอดชาที่เก็บเกี่ยวหลังการพลางแสง 21 วัน ตามกรรมวิธี ก่อนการนึ่งไอน้ำ



ไม่พรางแสง ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น ผ้าคลุมดิน

ภาพที่ 5 ยอดชาหลังผ่านการนึ่งไอน้ำ 50 วินาที ก่อนนำไปอบแห้ง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความยาวยอด ความกว้างใบและความยาวใบชา ในฤดูหนาว หลังจากพรางแสงตามกรรมวิธี 21วัน

กรรมวิธี	**การเจริญเติบโตของยอดชา**		
	ความยาวยอดชา	ความกว้างใบ	ความยาวใบ
ไม่พรางแสง	11.46 c	2.60 a	5.46 a
ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น	12.56 b	2.23 b	5.11 c
ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น	14.54 a	2.08 c	5.30 b
ผ้าคลุมดิน	9.80 d	2.14 bc	5.10 c
C.V.%	6.1	4.0	1.3

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้ง 1 กิโลกรัม ของชาที่แปรรูปในแต่ละฤดู

กรรมวิธี	น้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้ง 1 กิโลกรัม		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
ไม่พรางแสง	3.98 a	4.52 a	5.25 b
ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น	3.96 a	4.83 a	4.77 a
ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น	4.83 b	4.65 a	5.47 b
ผ้าคลุมดิน	4.66 b	5.35 b	5.20 b
C.V.%	5.4	4.3	4.6

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4 ปริมาณผลผลิตของชามัทฉะจากการแปรรูปด้วยวิธีการพรางแสงตามกรรมวิธีในแต่ละฤดู

กรรมวิธี	ผลผลิตชามัทฉะต่อไร่ (กิโลกรัม)		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
ไม่พรางแสง	11.64 b	4.52 a	10.08 b
ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น	12.25 a	2.63 b	11.20 a
ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น	5.80 d	1.04 d	5.80 c
ผ้าคลุมดิน	7.80 c	1.18 c	5.28 c
C.V.%	1.9	3.1	4.9

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

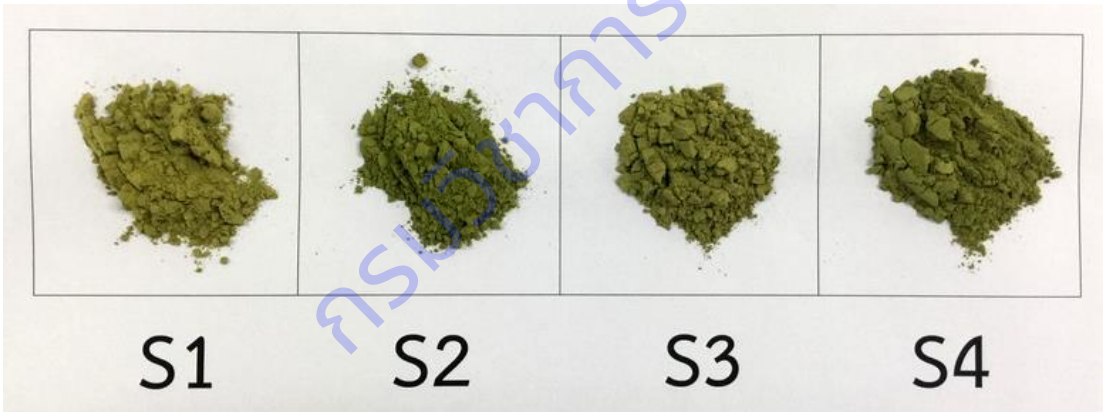
ลักษณะผงชาจากการแปรรูป

นำใบชาอบแห้งมาบดด้วยเครื่องบดผงละเอียด ขนาด 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทดแทนเครื่องบดที่ทำจากหินจากต่างประเทศ สีของผงชามัทฉะ ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกัน การไม่พรางแสง ผงชาจะมีค่าความสว่างสูงสุดทั้งสามฤดู มีสีอมเหลืองมากกว่าทุกกรรมวิธี (RHS2015 144A Strong Yellow Green) ส่วนผงชาที่พรางแสง จัดอยู่ในกลุ่มสีเขียว (RHS2015 Green group 143 Strong Yellow Green ABC) (ภาพที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับสีของยอดชาก่อนการแปรรูป เมื่อนำตัวอย่างในแต่ละกรรมวิธีไปวัดด้วยเครื่องวัดสี Chorma meter รุ่น CR-400 โดยใช้ตัวอย่างจากกรรมวิธี ไม่พรางแสง เป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทั้งความสว่างของสี ปริมาณสีเขียวและสีเหลืองในผงชา (ตารางที่ 5-7) และสีน้ำชาหลังจากการชงก็มีความแตกต่างกันสอดคล้องกับสีผงชาและปริมาณสีที่วัดได้ (ภาพที่ 8)

หลังจากบดเป็นผงออกมาแล้วนำมาแยกขนาดด้วยเครื่องเขย่าตะแกรงร่อน ซึ่งสามารถแยกผงชาออกเป็น 6 ขนาด ตั้งแต่ผงขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน ถึง ขนาดใหญ่กว่า 250 ไมครอน ซึ่งผงขนาดเล็กว่า 75 และ 75-125 ไมครอน มีความละเอียดคล้ายแป้ง สีผงชามีความสม่ำเสมอ และจะมีความหยาบของผงชาเพิ่มขึ้นตามขนาดไมครอนที่กรองได้ (ภาพที่ 7) ซึ่งผงชาจากการพรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน มีปริมาณผงชาขนาดเล็กกว่า75 ไมครอน

สูงสุด 5.55 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณรวมของผงชาขนาดเล็กไม่เกิน 180 ไมครอน สูงสุดเท่ากับ 71.32 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) จากการศึกษาเรื่องขนาดและความเข้มข้นของผงชาเขียวพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์พืชมักจะอยู่ในช่วง 10–20 ไมครอน การบดละเอียดให้ได้ขนาดผงชาที่มีขนาดเล็กที่สุดจะได้ส่วนประกอบที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มขึ้นและพบว่าผงชาที่มีขนาดอนุภาคเล็กลงปริมาณฟีนอลลิกจะยิ่งสูงขึ้น (Yu, 2020) นอกจากนี้ยังพบว่า การคัดแยกขนาดของผงชาจะเป็นประโยชน์สำหรับการเลือกนำไปบริโภคและประกอบอาหารได้ตามความเหมาะสม ขนาดผงชาที่เล็กละเอียดมากเหมาะสำหรับการชงดื่มหรือเครื่องดื่มต่างๆ ขนาดที่ใหญ่กว่าสามารถนำไปประกอบอาหารต่างๆ เช่น เบเกอรี่ ไอศกรีม ขนมหวานต่างๆ เป็นต้น

ฤดูหนาว



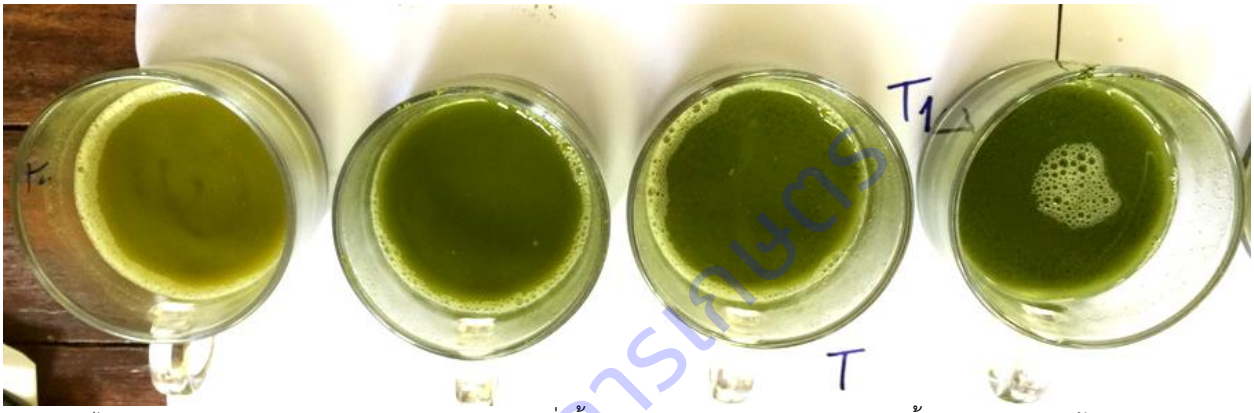
ฤดูร้อน

ฤดูฝน

ภาพที่ 6 ลักษณะสีผงชามัทฉะที่แปรรูปในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 7 ขนาดของผงชามัทฉะหลังจากคัดแยกด้วยเครื่องเขย่าตะแกรงร่อน



ไม่พรางแสง ตาข่ายพรางแสงหนึ่งชั้น ตาข่ายพรางแสงสองชั้น ผ้าคลุมดิน

ภาพที่ 8 เปรียบเทียบสีน้ำชามัทฉะจากผงชาที่ได้จากการพรางแสงภายใต้วัสดุต่างๆตามกรรมวิธี

ตารางที่ 5 ค่าสีและค่าความแตกต่างของสีผงชาที่แปรรูปในฤดูหนาว

กรรมวิธี	L*	a*	b*	Δ*E*
ไม่พรางแสง	36.15	-2.11	8.45	0.00
ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น	34.72	-2.51	7.38	1.83
ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น	34.45	-2.41	7.33	2.06
ผ้าคลุมดิน	34.98	-2.94	7.79	1.58

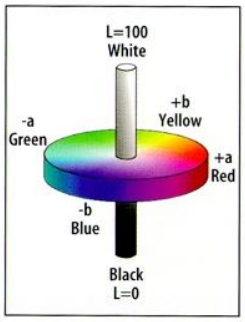
ตารางที่ 6 ค่าสีและค่าความแตกต่างของสีผงชาที่แปรรูปในฤดูร้อน

กรรมวิธี	L*	a*	b*	Δ*E*
ไม่พรางแสง	35.63	-2.34	8.20	0.00
ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น	33.87	-2.75	7.07	2.13
ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น	35.04	-2.26	7.59	0.85
ผ้าคลุมดิน	34.20	-2.55	6.90	1.94

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7 ค่าสีและค่าความแตกต่างของสีผงชาที่แปรรูปในฤดูฝน

กรรมวิธี	L*	a*	b*	ΔE
ไม่พรางแสง	35.40	-2.46	8.25	0.00
ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น	33.51	-2.72	7.55	2.032
ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น	35.13	-2.32	7.63	0.691
ผ้าคลุมดิน	32.79	-2.65	6.99	2.904



Lab model

L* = ความสว่าง

a* = แกนสีเขียว(-a*) จนถึงสีแดง(+a*)

b* = แกนสีน้ำเงิน(-b*) จนถึงสีเหลือง(+b*)

ΔE= ค่าความต่างของสีเมื่อเทียบจากสีอ้างอิง ถ้าค่าของสีที่นำมาเปรียบเทียบมีค่ามากกว่า 1 จะสามารถแยกความแตกต่างของสีได้ด้วยสายตา

ตารางที่ 8 ปริมาณโดยเฉลี่ยของผงชาขนาดต่างๆ หลังจากคัดแยกด้วยเครื่องเขย่าตะแกรงร่อน

กรรมวิธี	<75 ไมครอน	75-125 ไมครอน	126-150 ไมครอน	151-180 ไมครอน	181-250 ไมครอน	>251 ไมครอน
ไม่พรางแสง	0.30	9.10	12.24	23.17	27.06	28.13
ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น	4.54	15.11	18.15	30.96	15.90	15.35
ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น	5.18	15.89	19.60	23.44	18.09	17.80
ผ้าคลุมดิน	5.55	15.81	20.41	29.55	12.80	15.88

หน่วย: เปอร์เซ็นต์

ปริมาณสารสำคัญและสารอาหารในชามัทฉะ

ปริมาณสารสำคัญ Caffeine และ กลุ่มสาร Catechin ในผงชามัทฉะ (ตารางที่ 8) พบว่า ชาที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสองชั้น มีปริมาณคาเฟอีน (Caffeine) สูงสุด เท่ากับ 4.07 g/100g รองลงมาได้แก่ การพรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงหนึ่งชั้น และไม่พรางแสง เท่ากับ 3.88 3.05 และ 2.72 g/100g ตามลำดับ ในส่วนของกลุ่มสารคาเทชิน (Catechin Group) พบว่า พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น มีสาร EGCG (Epigallocatechin gallate) และ ECG (Epicatechin gallate) สูงสุดเท่ากับ 49,922.00 และ 17,262.50 mg/kg ตามลำดับ ส่วนในกรรมวิธีที่ไม่พรางแสง มีสาร EC (Epicatechin) และ C (Catechin) สูงสุด

กรมวิชาการเกษตร

เท่ากับ 6,022.50 และ 3,022.12 mg/kg ตามลำดับ สอดคล้องกับ Liu และคณะ(2018) พบว่า การพรางแสงยอดชาจะเกิดการสะสมคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น ส่วนคาเทชินที่สำคัญ ได้แก่ C, EC, GC และ EGC นั้นจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดช่วงการพรางแสง

Catechin เป็นสารที่ให้สีขาวเหลือง ให้รสชาติฝาด (Haslam, 2003) พบว่าชาเขียวจะมีสารเคมีออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด ประกอลด้วยฟลาโวนอยด์ประมาณ 30% รวมทั้งคาเทชินและอนุพันธ์อื่นๆ โดยสารประกอบโพลีฟีนอลิกที่มีอยู่มากที่สุดคือ EGCG 40-60% ซึ่งมีประโยชน์ในการต้านมะเร็งและเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่า catechins สามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิตามิน e และ c (Pannala et al., 1997 และ Nanjo et al.,1996) ยังพบว่า Catechin ในชาเขียวมีปริมาณที่สูงกว่าในชาดำ เนื่องจากความแตกต่างในการแปรรูปของใบชาหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกนึ่งและอบแห้งทันทีเพื่อยับยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส กระบวนการที่ทำให้สารโพลีฟีนอลอยู่ในรูปแบบโมโนเมอริก (Graham,1992) ส่วนชาดำมีขั้นตอนหมักใบชาเป็นเวลานานซึ่งส่งผลให้เกิดสารประกอบฟีนอลแบบโพลีเมอริก ได้สาร Thearubigins และ Theaflavins เป็นสารที่ให้สีเหลืองส้มและน้ำตาลแดง ให้รสชาติเข้มข้น ฝาดเล็กน้อย (Haslam, 2003 และ Kuhnert,2010)

ปริมาณสารอาหารในผงชาที่พรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน มีปริมาณโปรตีนสูงสุด 37.07 กรัม ให้พลังงานต่ำสุด 368.74 kcal มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำสุด 45.92 กรัม มีปริมาณไขมัน 4.10 กรัม และให้พลังต่ำสุด 368.74 kcal ผงชาที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงหนึ่งชั้น มีปริมาณไขมันและให้พลังงานสูงสุด เท่ากับ 4.41 กรัม และ380.29 kcal ตามลำดับ ส่วนผงชาที่ไม่พรางแสง มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุด 58.71 กรัม มีปริมาณโปรตีนต่ำสุด 27.93 กรัม ปริมาณไขมันต่ำสุด 3.62 กรัม (ตารางที่ 9) สอดคล้องกับ Kolácˇkováและคณะ (2020) พบว่าโปรตีนในชามัทฉะ จะมีปริมาณ 20.3–35.0% ของผงชาทั้งหมด ซึ่งการผลิตชามัทฉะโดยทั่วไปจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเกษตรกร /บริษัท ทั้งกรรมวิธีการพรางแสง ระยะเวลาการพรางแสงและการแปรรูป ขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาล จึงมีความแตกต่างกันในเรื่ององค์ประกอบทางเคมีและสารอาหารในผงชา (Aiya co., LTD, 2559)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 8 ค่าวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ Caffeine และ กลุ่มสาร Catechin ในผงชามัทฉะที่ผลิตในฤดูหนาว

กรรมวิธี	ปริมาณสารสำคัญ				
	Caffeine	Catechin Group (mg/kg)			
	(g/100g)	EGCG	ECG	EC	C
ไม่พรางแสง	2.72	47,720.00	15,365.00	6,022.50	3,022.12
ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น	3.05	49,440.50	14,871.00	5,810.50	2,348.28
ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น	4.07	49,922.00	17,262.50	5,173.00	2,076.99
ผ้าคลุมดิน	3.88	47,458.00	15,654.50	5,079.00	2,206.45

ตารางที่ 9 ค่าวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร ในผงชามัทฉะที่ผลิตในฤดูหนาว

กรรมวิธี	ปริมาณสารอาหาร					
	Carbohydrate	Energy	Fat	Protein	Ash	Moisture
	(g/100g)	(kcal/100g)	(g/100g)	(g/100g)	(g/100g)	(g/100g)
ไม่พรางแสง	58.71	379.14	3.62	27.93	5.18	4.56
ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น	52.49	380.29	4.41	32.66	6.35	4.09
ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น	50.07	374.39	4.15	34.19	6.87	4.72
ผ้าคลุมดิน	45.92	368.74	4.10	37.04	7.57	5.37

กรมวิชาการเกษตร

ทดสอบคุณภาพการชิม

คะแนนการทดสอบคุณภาพชาด้วยการชิม จากตัวแทนบริษัท มารุเซ็น ฟู้ด (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัทสุวิรุฬห์ชาไทย จำกัด ในจังหวัดเชียงราย ซึ่งได้ผลิตและจำหน่ายชามัทฉะ ในประเทศไทย ได้ประเมินราคาจำหน่าย 600-1500 บาทต่อกิโลกรัม ขึ้นอยู่กับสีผงชา สีน้ำชา โดยชาที่แปรรูปในช่วงฤดูหนาว จะมีความเข้มของรสชาติมากกว่าชาที่ผลิตในช่วงฤดูฝน ชาที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสองชั้นจะมีความหวานมากกว่าชาที่พรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในผงชาที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตแตกต่างกัน (ตารางที่7) กลิ่นและรสชาติของน้ำชา ได้คะแนน ระหว่าง 65-83 คะแนน เฉลี่ย 74.63 คะแนน ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผงชาว่า มีรสชาติชาเขียว มีกลิ่นหอม ผงชามีความสากและมีตะกอน จึงจำเป็นต้องมีการร่อนแยกขนาด เพื่อให้ได้ผงชาที่เล็กละเอียดสำหรับการชงเป็นเครื่องดื่ม

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การพรางแสงมีผลต่อคุณภาพชามัทฉะ เนื่องจากปริมาณแสงอาทิตย์ที่ยอดชาได้รับภายใต้วัสดุพรางแสงมีผลต่อการเจริญเติบโต ปริมาณสารอาหาร ปริมาณสารสำคัญในผงชา และคุณภาพการชิม การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสองชั้นและพรางแสงด้วยผ้าคลุมดิน ให้ผงชาที่มีสีเขียวเข้ม มีคุณภาพการชิมที่ดีใกล้เคียงกัน ซึ่งตาข่ายพรางแสงมีความทนทานมากกว่าและราคาที่ต่ำกว่าผ้าคลุมดิน โดยการแปรรูปในฤดูหนาวและฤดูฝนมีความเหมาะสมมากกว่าการแปรรูปในฤดูร้อน เนื่องจากได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศและปริมาณน้ำซึ่งอาจจะขาดแคลนในบางพื้นที่ โดยหลังจากขั้นตอนการแปรรูปด้วยการบดละเอียดควรมีการแยกขนาดด้วยเครื่องตะแกรงร่อนเพื่อให้ได้คุณภาพเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน ซึ่งการพรางแสงเพื่อแปรรูปชามัทฉะ ควรมีการเว้นระยะเวลาหรือเปลี่ยนแปลงปลูกชาที่ใช้ในการแปรรูปเพื่อให้ต้นชาได้รับแสงแดดเพื่อสังเคราะห์แสงและสะสมอาหารเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีสม่ำเสมอ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตชามัทฉะ ในโครงการการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ชาเขียว ในแผนงานวิจัยและพัฒนาพืชที่มีศักยภาพในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (ปี พ.ศ.2565-2567) ด้วยวิธีการพรางแสงยอดชาที่เหมาะสมเพื่อผลิตชามัทฉะให้ได้คุณภาพ ตามแบบเทคโนโลยีกรมวิชาการเกษตร ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมาย คือ เกษตรกรผู้ปลูกชาและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ ที่ต้องการแปรรูปชาให้มีความหลากหลายเพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตร

11. คำขอบคุณ

กรมวิชาการเกษตร

12. เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าต่างประเทศ. 2559. ผลการจัดสรรปริมาณชาที่จะออกหนังสือรับรองแสดงการได้รับสิทธิชำระ ภาษีโควตาตามพันธกิจตามความตกลงการเกษตรภายใต้องค์การการค้าโลก (WTO) สำหรับปี 2559. แหล่งที่มา: http://www.dft.go.th/Portals/0/Legal/ประกาศผลการจัดสรรชา59@25590224-1049178500.pdf, 31 มีนาคม 2559.

นิรัชรา เลาหประสิทธิ์. คุณประโยชน์ของคาเทชินมีสารต้านมะเร็งชะลอความเสื่อม. แหล่งที่มา: http://www.thairath.co.th/content/402394, 8 มกราคม 2559

บริษัท เออีซี ฟาร์มา จำกัด. การผลิตชาเขียวmatcha. แหล่งที่มา:http://www.ujizen.com/blog/matcha, 30 มีนาคม 2559.

Aiya co., LTD. Matcha production process. แหล่งที่มา: http://www.matcha.co.jp/english/maccha/index.html, 29 มีนาคม 2559.

Graham, H.N. 1992. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. Preventive Medicine 21 (3): 334-350.

Hale, M.G. and D.M. Orcutt. 1987. The Physiology of Plant under Stress. USA: Wiley and Sons.

Haslam, E. 2003. Thoughts on thearubigins. Phytochemistry, 64: 61-73.

Hollman, P.C., E.J. Feskens and M.B. Katan. 1999. Tea Flavonols in cardiovascular disease and cancer epidemiology. Proc Soc Exp Biol Med 220: 198-202.

Ipodo tea co. How matcha is processed. แหล่งที่มา: http://www.ippodo-tea.co.jp/en/tea/matcha_04.html, 1 เมษายน 2559.

Kolácˇková, T., K. Kolofiková, I. Sytarˇová, L.D. Sumczynski . 2020. Matcha Tea: Analysis of Nutritional Composition, Phenolics and Antioxidant Activity. Plant foods for human nutrition 75 1: 48-53

Kuhnert, N. 2 0 1 0 . Unraveling the structure of the black tea thearubigins. Archives of Biochemistry and Biophysics 501: 37-51.

Liu L., Y. Li, G. She, X. Zhang, B. Jordan, Q. Chen, J. Zhao and X. Wan. 2018. Metabolite profiling and transcriptomic analyses reveal an essential role of UVR8mediated signal transduction pathway in regulating flavonoid biosynthesis in tea plants (Camellia sinensis) in response to shading. BMC Plant Biology 18:233.

Matchazuki shop. แหล่งที่มา: http://www.matchazuki.com/uji-matcha/, 26 เมษายน 2559.

Nanjo F., K Goto, R. Seto, M. Suzuki, M. Sakai and Y. Hara.1996. Scavenging effects of tea catechins and their derivatives on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. Free Radic Biol Med 21: 895-902.

Pannala A.S., C.A. Rice-Evans, B. Halliwell and S. Singh. 1997. Inhibition of peroxynitrite-mediated tyrosind nitration by catechin polyphenols. Biochem Biophys Res Commun 232:164-8.

Sano S, T. Takemoto, A. Ogihara, K. Suzuki, T. Masumura, S. Satoh, K. Takano, Y. Mimura and S. Morita. 2020. Stress Responses of Shade-Treated Tea Leaves to High Light Exposure after Removal of Shading. Plants 9 3:302.

Weinreb O, S. Madel, T. Amit, M.B.H. Youdim. 2004. Neurological mechanisms of green tea polyphenols in Alzheimer's and Parkinson's diseases. J Nutr Biochem 15: 506-16.

กรมวิชาการเกษตร

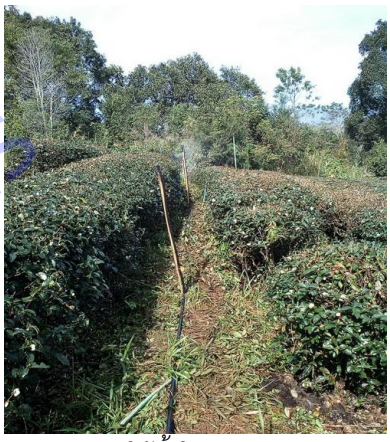
Yang F, W.J. de Villiers, C.J. McClain and G.W. Varilek. 1998. Green tea polyphenols block endotoxin-induced tumor necrosis factor-production and lethaliry in a murine model. J Nutr 128: 34-40.

Yu, K., Hui-Ming, Z., Ke-Xue, Z., Xiao-Na, G. and Peng, W. 2020. Water cooking stability of dried noodles enriched with different particle size and concentration green tea powders. Foods *9*(3): 298.

13. ภาคผนวก

ตัดแต่งกิ่งและใบเก่าเพื่อให้แตกยอดใหม่

ใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีบำรุงต้นชาจีน


ให้น้ำในแปลง

ตัดแต่งกิ่งและใบเก่าเพื่อให้แตกยอดใหม่

แปลงชาสำหรับการทดลอง

แปลงชาสำหรับการทดลอง

วางโครงไม้เพื่อคลุมตาข่ายพรางแสง

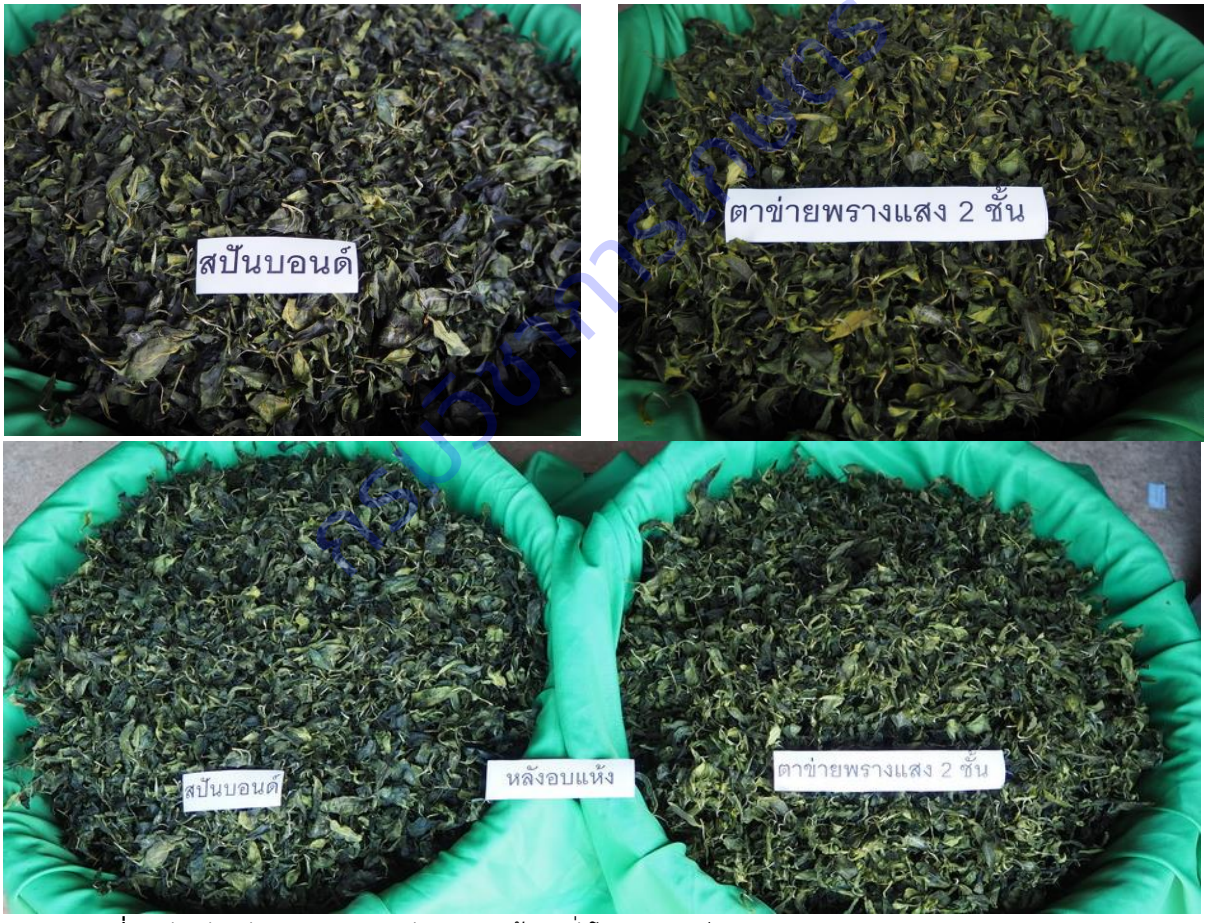
วางโครงไม้เพื่อคลุมตาข่ายพรางแสง

พรางแสงยอดชา

ภาพผนวกที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมแปลงชาจีนเบอร์ 12 เพื่อใช้ในการทดลอง โดยทำการตัดใบเก่า บำรุงต้นชาด้วยปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมี ต่อระบบน้ำ เตรียมโครงหลังคาไม้เพื่อคลุมตาข่ายพรางแสง สำหรับใช้ในการทดลองตามกรรมวิธี

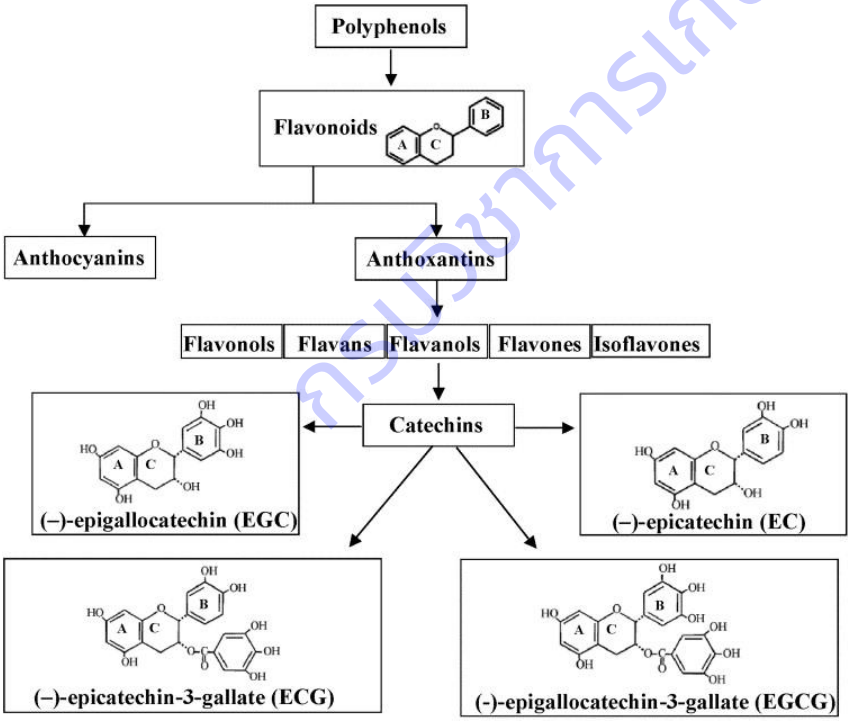
ไม่พรางแสง ตาข่ายพรางแสง 1 ชั้น ตาข่ายพรางแสง 2 ชั้น ผ้าคลุมดิน

ภาพผนวกที่ 2 ลักษณะยอดชาหลังการพรางแสงตามกรรมวิธี 21 วัน และลักษณะแปลงชาหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ หน่วยย่อยโป่งน้อย



ภาพผนวกที่ 3 ตัวอย่างลักษณะยอดชาหลังการอบแห้ง 2 ชั่วโมง 30 นาที

ภาพผนวกที่ 4 ยอดชาที่ได้รับผลกระทบจากพายุลูกเห็บในช่วงฤดูร้อน ทำให้ใบและยอดชาที่แตกออกใหม่เสียหาย



ภาพผนวกที่ 5 แผนภาพการจำแนกโพลีฟีนอลตามธรรมชาติและโครงสร้างทางเคมีของคาเทชินใน ชาเขียว (Weinreb et al.,2004)

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เดือนตุลาคม 2561-กันยายน ปี 2562 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

กรมวิชาการเกษตร

เดือน	อุณหภูมิ		อุณหภูมิเฉลี่ย		ปริมาณน้ำฝน	ความชื้น (%)
	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	(มม.)	
ตุลาคม	27.5	12.6	23.6	15.0	318.3	87.8
พฤศจิกายน	25.5	10.0	23.1	14.5	52.8	86.1
ธันวาคม	24.2	9.3	22.1	13.1	25.6	86.1
มกราคม	23.9	8.0	22.2	10.8	52.7	89.8
กุมภาพันธ์	27.1	11.0	24.8	15.0	0	72.4
มีนาคม	30.3	15.1	25.7	16.6	0	72.9
เมษายน	32.9	15.60	31.5	19.7	2.1	72.2
พฤษภาคม	33.0	16.0	32.3	19.3	307.4	77.3
มิถุนายน	32.8	15.5	27.0	17.6	201.5	85.0
กรกฎาคม	26.9	15.3	25	18.4	150.3	87.2
สิงหาคม	26.8	15.0	25.0	18.6	546.0	87
กันยายน	25.1	13.5	23.9	16.6	200.2	86.1

กรมวิชาการเกษตร