

ความแปรปรวนของปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในใบชา ที่ปลูกในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย

Variation of Antioxidant in Tea Leaves Grown in Chiang Mai and Chiang Rai

ปิยวรรณ มาตราช^{1/} บันฑูรย์ วาฤทธิ^{1,2/} อุดมภักดิ์ ขาลสุวรรณ^{3/} และประวิตร พุทธานนท์^{4/}
Piyawan Matarach^{1/}, Bantoon Warrit^{1,2/}, Udompan Khansuwan^{3/} and Prawit Puddhanon^{4/}

Abstract: The purpose of this experiment is to study the variation of the antioxidant, Epigallocatechin gallate (EGCG) levels in tea leaves of different tea varieties, environment and cultivation practices in four selected sites of Chiang Mai and Chiang Rai provinces. The different responses among tea varieties were slightly found under the same season but clearly found under the different seasons. A peak of EGCG substance appeared in hot season and the substances decreased in rainy season but increased again in cool season. Negative correlations were found between EGCG and the moisture of tea leaves, relative humidity of the air and elevations. Therefore, the EGCG substance will drop down when the moisture of tea leaves increased during rainy season and when the elevations increased. In addition, the elevations showed the negative correlation with pH ($P \leq 0.01$) and the pH showed the positive correlation with phosphorus and potassium levels in soil. In conclusion, high level of EGCG substance can be found in hot season and it promote the taste and quality of the tea leaves. To pluck high level of EGCG quantity and good quality of tea leaves, tea leaves must be processed during hot season, followed with cool and rainy season. Finally, EGCG substance negatively varied with elevation levels.

Keywords: Tea (*Camellia sinensis* L.), environment, antioxidant, EGCG (Epigallocatechin gallate)

^{1/}ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{2/}ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{3/}ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{4/}ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ. เชียงใหม่

^{1/}Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

^{2/}Highland Research and Training Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200. Thailand.

^{3/}Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

^{4/}Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

บทคัดย่อ: การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความแปรปรวนของสาร Epigallocatechin gallate (EGCG) ต่อพันธุ์ชา สภาพแวดล้อม และการจัดการในสภาพการปลูกชาใน 4 พื้นที่ที่เลือกในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดเชียงราย พบว่าปริมาณสาร EGCG ในชา ทั้ง 4 พื้นที่และแต่ละฤดูกาลมีการตอบสนองแทบไม่แตกต่างกันระหว่างพันธุ์ โดยทั่วไปปริมาณสาร EGCG ของทุกพันธุ์จะมีมากในฤดูร้อน แล้วลดลงในฤดูฝน และเพิ่มอีกครั้งหนึ่งในฤดูหนาว สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นลบระหว่างสาร EGCG กับความชื้นในใบชา ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและพิกัดความสูง ดังนั้นเมื่อ ความชื้นในใบชาเพิ่มขึ้นในฤดูฝน ค่า EGCG ลดลง ส่วนพิกัดความสูงที่เพิ่มขึ้น ค่า EGCG จะลดลง นอกจากนี้พิกัดความสูงยังมีความสัมพันธ์ทางลบกับความเป็นกรดเป็นด่าง ($P \leq 0.01$) และทางบวกกับอินทรีย์วัตถุในดินและธาตุไนโตรเจน ($P \leq 0.01$) ส่วนความเป็นกรดเป็นด่างมีความสัมพันธ์ทางบวกกับธาตุฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในดิน สรุปแล้วในช่วงฤดูร้อน EGCG จะมีปริมาณสูงยังส่งผลให้คุณภาพของชาดีกว่าในช่วงฤดูฝนด้วย ดังนั้น เมื่อต้องการเก็บใบชาเพื่อให้ได้ปริมาณสาร EGCG ในใบสูง ควรเก็บชามายได้สภาพแวดล้อมในช่วงฤดูร้อน ตามด้วย ฤดูหนาว และฤดูฝน ตามลำดับ อีกประการหนึ่งพบว่าปริมาณของสาร EGCG แปรผกผันกับความสูง

คำสำคัญ: ชา สภาพแวดล้อม แอนติออกซิแดนซ์ EGCG

คำนำ

ปัจจุบันกระแสนิยมในการบริโภคเครื่องดื่มชามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยชาที่นิยมดื่มในปัจจุบันอาจแบ่งได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ชาจีน (Chinese tea) ชาเขียว (green tea) และชาฝรั่ง (black tea) (พร้อมลักษณะ, 2547) ทั้งนี้เพราะในใบชามีองค์ประกอบทางเคมี คือ สารโพลีฟีนอล (polyphenol) กลุ่มที่มีชื่อว่า ฟลาโวนอล (flavonols) หรือ คาเทชิน (catechin) (สมพล, 2545) ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมีสรรพคุณเป็นสารแอนติออกซิแดนซ์ (antioxidant) (ศักดิ์, 2543) ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและเชื่อว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดมะเร็ง (Yang et al., 2000) ปริมาณสารโพลีฟีนอลที่อยู่ในใบชา ยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อคุณภาพของชา นั่นก็คือ สี กลิ่น และรสชาติของชา ซึ่งปริมาณสารจะแปรผันตามฤดูกาล สภาพแวดล้อม ระดับความสูงของพื้นที่ปลูกชา วิธีการปลูก และความแก่อ่อนของใบ เป็นต้น (ไพโรจน์, 2532)

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างทางด้านพันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการแปลงปลูกชาบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดเชียงราย

ที่มีผลต่อปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในใบชา โดยเฉพาะสาร EGCG ทั้งนี้เพื่อนำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางในการส่งเสริมการปลูกชา ในลักษณะที่ช่วยการเพิ่มคุณภาพของชา และการปรับปรุงรูปแบบการเกษตรให้เหมาะสมต่อการปลูกชาต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ทำการทดลอง ประกอบด้วย สวนชาในจังหวัดเชียงใหม่ 3 พื้นที่ ได้แก่ ศูนย์บริการวิชาการ เชียงใหม่ 3 อำเภอฝาง ที่ระดับความสูง 500 เมตรจากระดับน้ำทะเล สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล และสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ที่ระดับความสูง 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล และในจังหวัดเชียงราย 1 พื้นที่ ได้แก่ ดอยแม่สลอง ที่ระดับความสูง 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล ส่วนการวิเคราะห์ผลได้ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการภาคิวิชาพืชสวนและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทั้งนี้โดยเก็บใบชาทั้งหมด 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อัสสัม พันธุ์อุหลง และพันธุ์ชิงชิง เบอร์ 12 ใน 3 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน ในช่วงเดือน

มีนาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2547 ฤดูฝน ในช่วงเดือน
กรกฎาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2547 และฤดูหนาว ในช่วง
เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

สำหรับการเก็บใบชาได้ใช้วิธีการสุ่มกลุ่ม
ตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster sampling) (มยุรี, 2539)
จาก 4 พื้นที่ในแปลงปลูกชาทั้ง 3 พันธุ์ โดยสุ่มจำนวน 7
จุดในแต่ละพันธุ์ แล้วทำการเก็บยอดชา 1 ยอดกับ 2 ใบ
ก่อนนำใบชาไปอบด้วยเตาอบความร้อน (microwave
oven) ทันที ที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ นานประมาณ 1-2
นาทีก่อนการเก็บตัวอย่างดิน ได้เก็บดินบริเวณรอบ ๆ จุด
ที่เก็บตัวอย่างพืช โดยทำการขุดดินลึกประมาณ 20
เซนติเมตร จำนวน 4 จุดรวมกันในแต่ละตัวอย่าง ตาม
กรรมวิธีของทัศนีย์ (2542)

ส่วนการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับแปลงปลูกชา ได้ใช้
เครื่อง GPS วัดพิกัดความสูงในทุก ๆ จุดที่ทำการเก็บ
ตัวอย่าง ทุกครั้งก่อนการเก็บตัวอย่างพืช ใช้เทอร์โมมิเตอร์
และกระเปาะเปียก กระเปาะแห้ง วัดอุณหภูมิและ
ความชื้นของอากาศและใช้แบบสอบถามในการสัมภาษณ์
เกษตรกรที่ปลูกชาเกี่ยวกับการจัดการสวนชา

หลังจากนั้นจะนำใบชามาวิเคราะห์ใน
ห้องปฏิบัติการ โดยเตรียมตัวอย่างพืช ด้วยวิธีนำใบชา
แห้ง 10 กรัมมาบด แล้วชั่งมา 10 กรัม นำไปต้มในน้ำกลั่น
100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน
ประมาณ 15 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman
เบอร์ 1 นำมาต้มซ้ำอีกรอบแล้วกรองให้ได้น้ำสกัดชา แล้ว
นำไปทำให้แห้งด้วยความเย็น (freeze-dry) ส่วนการ
เตรียมตัวอย่างดิน จะใช้วิธีของทัศนีย์ (2542) เสร็จแล้วนำ
ตัวอย่างพืชและดินมาวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป ซึ่ง
ประกอบด้วย การวิเคราะห์หาความชื้นใบชา การวิเคราะห์
หาปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในใบชาโดยใช้เครื่อง
HPLC ตามกรรมวิธีของ Chen *et al.* (2001) การหา pH
ของดิน การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic
matter) ในดิน โดยวิธี Walkley and Black (ทัศนีย์, 2542)
การหาปริมาณฟอสฟอรัสในดิน โดยวิธี Bray II (ทัศนีย์,
2542) การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total
nitrogen) โดยวิธี Micro Kjeldahl ตามกรรมวิธีของ
Bremer and Mulvaney (1978) และการวิเคราะห์ปริมาณ
โพแทสเซียมในดิน (ทัศนีย์, 2542)

ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ
ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 6.0 วิเคราะห์หา
ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ด้วย
วิธีการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation
coefficient analysis)

ผลการทดลองและวิจารณ์

สภาพแวดล้อมของสถานที่

ค่าพิกัดความสูงจากระดับน้ำทะเล ค่าเฉลี่ย
เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิและ
เปอร์เซ็นต์ความชื้นใบชาตัวอย่าง แสดงไว้ในภาพที่ 1
สำหรับภาพที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดเป็นด่าง
เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ เปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจน ธาตุ
ฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียมในดิน จาก 4 สถานที่
ได้แก่ ศูนย์บริการวิชาการเชียงใหม่ 3 อำเภอฝาง ดอยแม่
สลอง สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง และสถานี
เกษตรหลวงอ่างขาง

ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์และพันธุ์ชา

ในตารางที่ 1 แสดงปริมาณสาร EGCG ในชา
พันธุ์อัสสัม พันธุ์อุหลงและชิงชิง เบอร์ 12 ในแต่ละพื้นที่
และฤดูกาล ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ในทั้ง 3
ฤดูกาล บนพื้นที่อำเภอฝาง ชาพันธุ์ชิงชิง เบอร์ 12 มี
ปริมาณสารมากที่สุด รองลงมาคือชาพันธุ์อุหลง
และอัสสัม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.54, 6.49 และ 5.79
มก./ก. น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ บนพื้นที่แม่สลอง ชาพันธุ์
ชิงชิง เบอร์ 12 มีปริมาณสารมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์
อัสสัมและอุหลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.94, 4.53 และ
4.46 มก./ก. น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ สำหรับพื้นที่แม่จอน
หลวง ชาพันธุ์อุหลงมีปริมาณสารมากที่สุด รองลงมาคือ
ชาพันธุ์อัสสัมและชิงชิง เบอร์ 12 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
6.78, 6.43 และ 5.85 มก./ก. น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และ
บนพื้นที่อ่างขาง ชาพันธุ์ อุหลง มีปริมาณสารมากที่สุด
รองลงมาคือชาพันธุ์อัสสัมและชิงชิง เบอร์ 12 โดยมี
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16, 4.07 และ 3.81 มก./ก. น้ำหนักแห้ง
ตามลำดับ

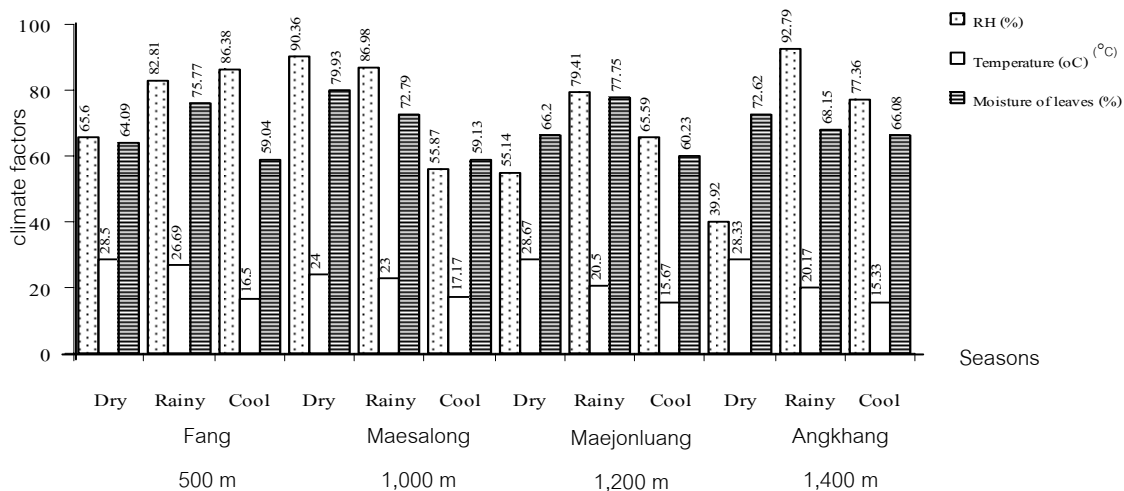


Figure 1 Elevation and climate factors in 3 seasons at 4 sites.

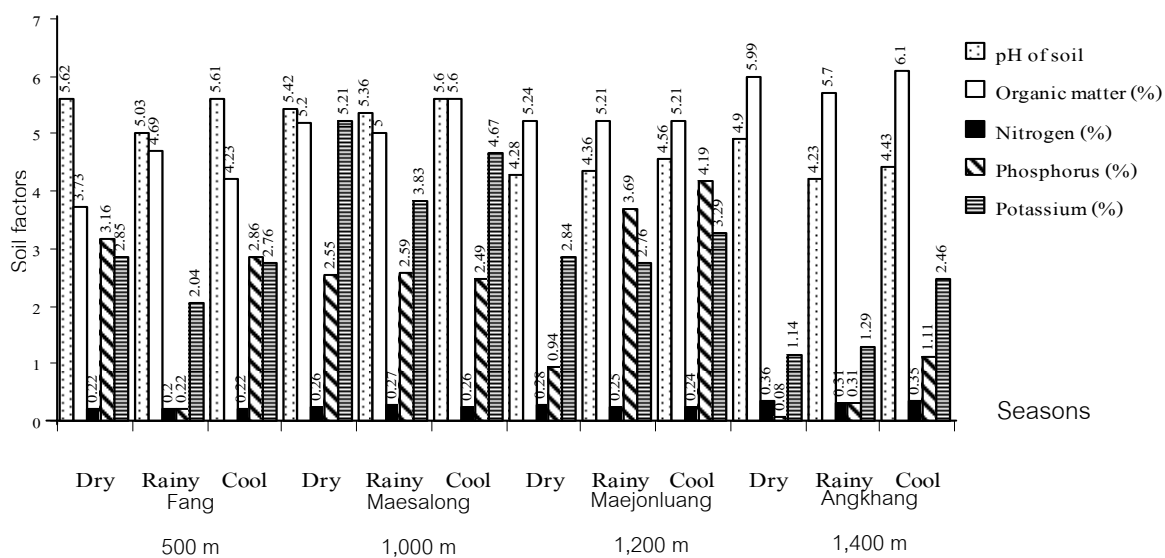


Figure 2 Soil factors in 3 seasons at 4 sites.

Table 1 Average of EGCG substances in 3 varieties of each site in 3 seasons.

Site	Season	Average of EGCG substances (mg/g Dry weight)			
		Assam	Oolong	Chingching 12	Average
Fang	Dry	8.92	11.50	13.05	11.16
	Rainy	4.47	3.04	1.79	3.10
	Cool	3.97	4.94	4.78	4.56
	Average	5.79	6.49	6.54	6.27
Maesalong	Dry	7.83	7.59	11.07	8.83
	Rainy	1.11	0.62	0.24	0.66
	Cool	4.64	5.18	6.52	5.45
	Average	4.53	4.46	5.94	4.98
Maejonluang	Dry	9.94	10.90	8.46	9.77
	Rainy	3.28	3.26	3.92	3.49
	Cool	6.08	6.18	5.17	5.81
	Average	6.43	6.78	5.85	6.35
Angkhang	Dry	5.69	5.68	5.03	5.47
	Rainy	0.58	1.42	1.22	1.07
	Cool	5.95	5.39	5.19	5.51
	Average	4.07	4.16	3.81	4.02

ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์และสภาพแวดล้อม

บนพื้นที่ทั้ง 4 ตามตารางที่ 1 พบว่าสาร EGCG ในใบ ชาทั้ง 3 พันธุ์ ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของแต่ละฤดูกาลคล้ายคลึงกัน โดยแปรผันไปตามฤดูกาล พบว่าในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณสารสูงที่สุด ที่พื้นที่อำเภอฝาง ดอยแม่สลอง และแม่จอนหลวง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.16, 8.83 และ 9.77 มก./ก. น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ แล้วลดต่ำลงมากในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10, 0.66 และ 3.49 มก./ก. น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56, 5.45 และ 5.81 มก./ก. น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ แต่บนพื้นที่อ่างขางมีปริมาณสารสูงที่สุดในช่วงฤดูหนาว รองลงมาคือฤดูร้อน และฤดูฝน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.51, 5.47 และ 1.07 มก./ก. น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 3 A - D)

ภายใต้สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่แสดงในภาพที่ 1 และ 2 ผลจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของสาร EGCG แปรผันไปกับพิกัดความสูง โดยมีค่ากลับกันเล็กน้อยระหว่างพื้นที่ดอยแม่สลองและแม่จอนหลวง แต่ที่พื้นที่ดอยอ่างขางมีค่าเฉลี่ยลดลงมาก โดยมีค่าเฉลี่ยของพื้นที่อำเภอฝาง แม่สลอง แม่จอนหลวงและดอยอ่างขางเท่ากับ 6.27, 4.98, 6.35 และ 4.02 มก./ก. น้ำหนักแห้งตามลำดับ

กิสณะและศุภนารถ (2543) กล่าวว่า ชาสามารถปลูกได้ดีในพื้นที่สูง มีพิกัดความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยประมาณ 200-2,000 เมตร พื้นที่ที่ปลูกชาทั้ง 4 พื้นที่ ที่มีพิกัดความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยประมาณ 500 เมตรถึง 1,400 เมตร (ภาพที่ 1) ถือได้ว่าเป็นระดับที่ชาสามารถขึ้นได้ดี ถึงแม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์

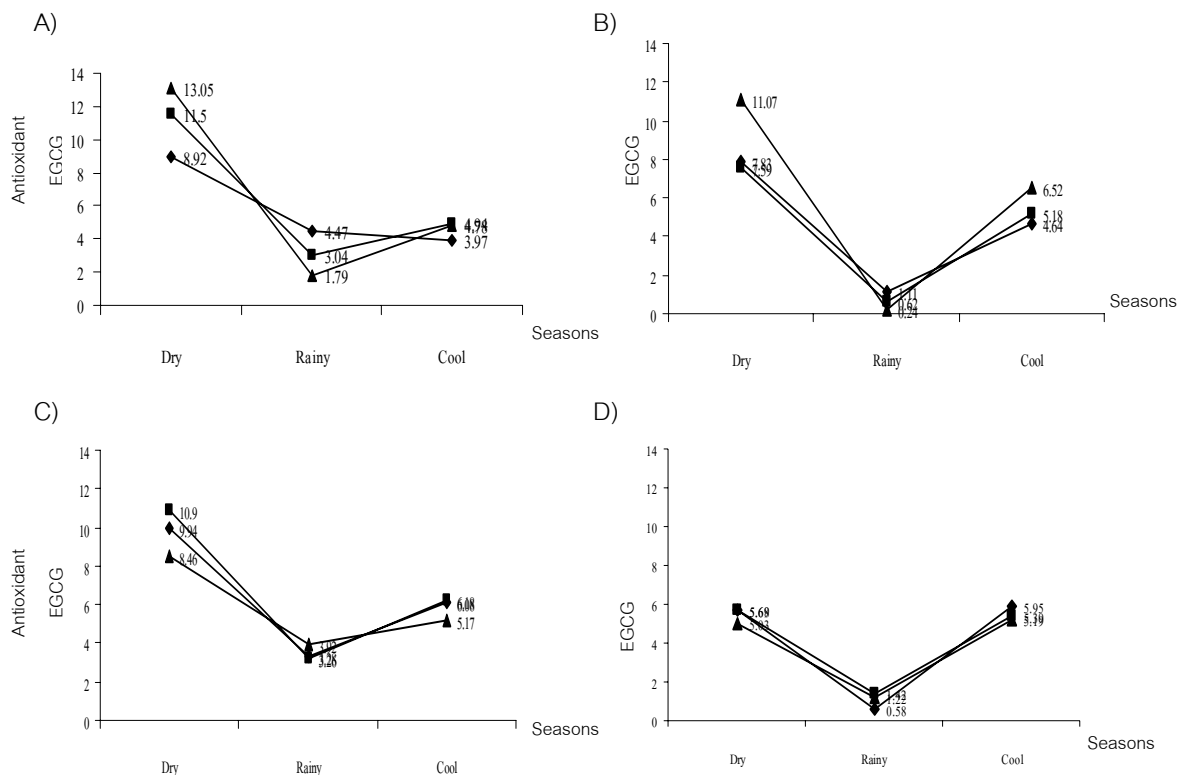


Figure 3 Effect of EGCG in 3 varieties of tea, Assam (◆), Oolong (▶) and Chingching12 (●) in 3 seasons from Fang (A), Maesalong (B), Maejonluang (C) and Angkhang (D) sites.

สหสัมพันธ์ระหว่างสาร EGCG กับระดับความสูงก็มีค่าเป็นลบ (ตารางที่ 2) แต่ชาก็สามารถขึ้นได้ดี เพราะยังอยู่ในพื้นที่ที่ ทัศนและศุนการถ (2543) กล่าวอ้าง

การรายงานของ TRIEA (1953) และ Ramaswamy (1964) อ้างโดย Eden (1976) ที่รายงานว่าจากการวิเคราะห์ปริมาณสารคาเทชินและกิจกรรมของเอนไซม์ในใบชา พบว่าปริมาณของสารคาเทชินและกิจกรรมของเอนไซม์ในช่วงฤดูร้อน มีปริมาณสูงมาก และในช่วงฤดูร้อนนี้ยังส่งผลให้คุณภาพของชาดีกว่าในช่วงฤดูฝนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลของสาร EGCG ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมด้านภูมิอากาศและด้านดินบนพื้นที่ทั้ง 4 ทั้งนี้สามารถกล่าวได้ว่าเมื่อต้องการเก็บใบชาเพื่อให้ได้ปริมาณสาร EGCG ในใบสูง ควรเก็บชา ภายใต้สภาพแวดล้อมในช่วงฤดูร้อน ตามด้วย ในช่วงฤดูหนาว และฤดูฝนตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ พบว่า พิกัดความสูงมีความสัมพันธ์ทางลบกับความเป็นกรดเป็นด่าง ($P \leq 0.01$) แต่เป็นบวกกับอินทรีย์วัตถุในดิน และ ธาตุไนโตรเจน ($P \leq 0.01$) นั่นคือ เมื่อระดับความสูงลดต่ำลงทำให้ธาตุไนโตรเจนในดินลดลงด้วย ส่วนความเป็นกรดเป็นด่างมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ ธาตุฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในดิน ในขณะที่ธาตุฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในดินมีความสัมพันธ์กันเป็นบวก ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 2) นั่นคือ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินลดต่ำลงทำให้ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดินลดลงด้วย สำหรับสภาพของดินที่ปลูกชา จากการรายงานของ Eden (1976) รายงานว่า ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกชา ควรเป็นดินกรดเล็กน้อยแต่ถ้าช่วง pH ของดินเป็นกรดรุนแรง เป็นผลทำให้กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์

Table 2 Correlation coefficient of 9 factors on EGCG from 4 sites.

Factors	Tea leaves moisture (%)	Altitude (m)	RH (%)	Temperature (°C)	Soil pH	O.M. (%)	Nitrogen (%)	Phosphorus (%)	Potassium (%)	EGCG (mg/g Dry Weight)
Tea leaves moisture (%)	1.00									
Altitude (m)	0.12	1.00								
RH (%)	0.32	-0.25	1.00							
Temperature (°C)	0.53	-0.12	-0.28	1.00						
Soil pH	-0.15	-0.72**	0.04	0.02	1.00					
O.M. (%)	0.14	0.88**	-0.23	-0.16	-0.56	1.00				
Nitrogen (%)	0.09	0.81**	-0.30	0.01	-0.45	0.83**	1.00			
Phosphorus (%)	-0.23	-0.21	0.14	-0.47	0.30	-0.43	-0.52	1.00		
Potassium (%)	-0.009	-0.17	0.14	-0.21	0.51	-0.15	-0.35	0.59*	1.00	
EGCG (mg/g Dry weight)	-0.16	-0.14	-0.44	0.31	0.19	-0.24	-0.09	0.18	0.31	1.00

* Significant 0.05

** Significant 0.01

ดินดำเนินไปค่อนข้างจำกัด (สรสิทธิ์, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับสภาพดินบนพื้นที่ทั้ง 4 เช่นกัน

เมื่อนำปัจจัยเหล่านี้มาหาความสัมพันธ์กับสาร EGCG พบว่า พิกัดความสูง อินทรีย์วัตถุและธาตุไนโตรเจนในดิน มีความสัมพันธ์ทางลบกับสาร EGCG ในขณะที่ความเป็นกรดเป็นด่าง ธาตุฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในดิน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับสาร EGCG นั่นคือ เมื่อระดับความสูงลดต่ำลง ทำให้อินทรีย์วัตถุและธาตุไนโตรเจนลดลงด้วย แต่ทำให้ความเป็นกรดเป็นด่าง ธาตุฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในดินเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณสาร EGCG เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ความสัมพันธ์เหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อความแปรปรวนของสาร EGCG

สรุป

การวิเคราะห์ใบชาทั้ง 3 พันธุ์ ให้ปริมาณสาร EGCG ของแต่ละพื้นที่และฤดูกาลแตกต่างกันน้อยมาก ดังนั้นจะวิเคราะห์เฉพาะแค่สายพันธุ์อย่างเดียวไม่ได้ การ

วิเคราะห์จึงจำเป็นต้องนำสิ่งแวดล้อมอันประกอบด้วยสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และสภาพดินเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ต่อสภาพแวดล้อม ปริมาณสาร EGCG ที่ตรวจพบจะตอบสนองคล้ายคลึงกันทั้ง 4 พื้นที่ โดยแปรผันไปตามฤดูกาล ทั้งนี้โดยทั่วไป ปริมาณสาร EGCG จะมีมากในฤดูร้อนยกเว้นบริเวณดอยอ่างขาง จากนั้นจะลดลงในฤดูฝน แล้วจะเพิ่มอีกครั้งหนึ่งในฤดูหนาว ดังนั้น เมื่อต้องการเก็บใบชาเพื่อให้ได้ปริมาณสาร EGCG ในใบสูง ควรเก็บชาภายใต้สภาพแวดล้อมในช่วงฤดูร้อน ตามด้วยฤดูหนาว และฤดูฝน ตามลำดับ

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสาร EGCG กับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและความชื้นในใบชา มีค่าเป็นลบ ดังนั้นจึงชี้ให้เห็นว่าเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นในฤดูฝน อาจทำให้ค่า EGCG ลดลง อย่างไรก็ตาม สำหรับอุณหภูมิในอากาศ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับสาร EGCG เป็นบวก ก็ไม่ได้ทำให้ปริมาณสาร EGCG ลดลง ตรงกันข้ามกลับเพิ่มขึ้นในฤดูหนาว นอกจากนั้น สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างพิกัดความสูงกับความเป็น

กรดเป็นต่าง มีค่าเป็นลบ ($P \leq 0.01$) และบวกกับ อินทรีย์วัตถุและธาตุไนโตรเจนในดิน ($P \leq 0.01$) ตามลำดับ และยังพบว่า ความเป็นกรดเป็นต่าง มีค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ทางบวกกับธาตุฟอสฟอรัสและธาตุ โพแทสเซียม นั่นคือ เมื่อค่าความเป็นกรดต่ำลง ส่งผลให้ ธาตุฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมลดลงด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงาน กองทุนสนับสนุนการวิจัยภายใต้โครงการทุนวิจัย มหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี พ.ศ. 2548

เอกสารอ้างอิง

- กิสนะ ดันเจริญ และ ศุภนารถ เกตุเจริญ. 2543. ชา (Tea). หน้า 161-163. ใน: กองส่งเสริมพืชสวน (บก.). คู่มือพืชสวน เศรษฐกิจ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์. 2542. การวิเคราะห์ดิน. หน้า 1-172. ใน: ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรัสจักร์ จันทรเจริญสุข (บก.). การ วิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พร้อมลักษณ์ สรรพอดำ. 2547. ชาเขียว...เพื่อสุขภาพ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet4/july8/grn_tea.htm (22 สิงหาคม 2547).
- ไพโรจน์ พงศ์สุสมิทธิ. 2532. เทคโนโลยีการผลิตชา เล่ม 1. ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, เชียงใหม่. 47 หน้า.

- มยุรี ศรีชัย. 2539. เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง พิมพ์ครั้งที่ 2. ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เจ. พรินติ้ง, กรุงเทพฯ. 257 หน้า.
- ศักดิ์ บวร. 2543. ชาเขียว. โอเอ็นจี, กรุงเทพฯ. 96 หน้า.
- สมพล นิลเวศน์. 2545. ชาเขียว. สถานีทดลองเกษตรที่สูง แม่จอนหลวง สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่. 77 หน้า.
- สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2544. ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ย. หน้า 211-222. ใน: คณะจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (บก.). ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Bremer, J.M. and C.S. Mulvaney 1982. Total Nitrogen. pp. 595-624. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney. (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed. Agronomy Monograph No. 9. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Chen, Z.Y., Q. Y. Zhu, D. Tsang and Y. Huang. 2001. Degradation of green tea catechins in tea drinks. J. Agric. Food Chem. 49: 477-487.
- Eden, T. 1976. Tea. 3rd ed. Lowe and Brydone (Printers) Ltd., Thetford. 236 pp.
- Yang, G.Y., J. Liao, C. Li, J. Chung, E.J. Yurkow, C.T. Ho and C.S. Yang. 2000. Effect of black and green tea polyphenols on c-jun phosphorylation and H_2O_2 production in transformed and non-transformed human bronchial cell lines: Possible mechanisms of cell growth inhibition and apoptosis induction. Carcinogenesis 21: 2035-2039.