

Research article

A Head-To-Head Comparative Study on the Total Antioxidant Capacity of Matcha Latte with Various Milk Types

Ploypin Jurupan¹, Akkarach Bumrungpert¹

¹Graduate Program in Anti-Aging and Regenerative Medicine, College of Integrative Medicine,
Dhurakij Pundit University

ABSTRACT

Matcha latte is popular among health-conscious consumers because matcha contains catechins with strong antioxidant activity. However, the composition of different types of milk may influence the antioxidant capacity of matcha through protein–polyphenol interactions. This study aimed to compare the total antioxidant capacity (TAC) of matcha lattes prepared with various types of milk under conditions that mimic real-life consumption. This experimental laboratory study used a single commercial matcha powder prepared with cow's milk, oat milk, almond milk, and soy milk (three brands for each type), along with water-based matcha as the control, resulting in a total of 13 samples. TAC was measured using the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) assay, and group differences were analyzed using one-way ANOVA followed by Tukey's HSD test. Matcha lattes prepared with different types of milk showed significantly different ORAC values ($p < 0.05$). Cow's-milk matcha latte had the highest ORAC value (5,465 $\mu\text{mol TE/L}$), whereas water-based matcha had the lowest (2,192 $\mu\text{mol TE/L}$). Soy, oat, and almond milk lattes showed similar intermediate values. These findings indicate that milk type affects the antioxidant capacity of matcha latte and may help guide consumers and café operators in selecting milk options that better preserve the antioxidant potential of matcha beverages.

Key words: Matcha latte, Milk types, Total antioxidant capacity, ORAC, Tea polyphenols



บทความวิจัย

การเปรียบเทียบความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวมของมัทฉะลาเต้ที่ชงด้วยนมประเภทต่าง ๆ

พลอยพิน จุฑพันธุ์¹, เอกราช บำรุงพีชน^{1*}

¹หลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ วิทยาลัยการแพทย์แบบบูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

บทคัดย่อ

มัทฉะลาเต้เป็นเครื่องดื่มยอดนิยมในกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ เนื่องจากมัทฉะมีสารคาเทชินที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบของนมแต่ละประเภทอาจส่งผลต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของมัทฉะผ่านปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนกับโพลีฟีนอล งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวมของมัทฉะลาเต้ที่ชงด้วยนมประเภทต่าง ๆ ภายใต้สภาวะการชงใกล้เคียงการบริโภคจริง การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ผงมัทฉะยี่ห้อเดียวชงร่วมกับนมวัว นมโถง นมอัลมอนต์ และนมถั่วเหลือง ประเภทละ 3 ยี่ห้อ และมัทฉะที่ชงด้วยน้ำเป็นกลุ่มควบคุม รวมทั้งหมด 13 ตัวอย่าง ความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวมวัดด้วยวิธี Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) และวิเคราะห์ด้วยสถิติ one-way ANOVA และ Tukey's HSD ผลการศึกษาพบว่ามัทฉะลาเต้ที่ชงด้วยนมแต่ละประเภทมีค่า ORAC แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยนมวัวให้ค่า ORAC สูงที่สุด (5,465 $\mu\text{mol TE/L}$) ขณะที่มัทฉะที่ชงด้วยน้ำให้ค่าต่ำที่สุด (2,192 $\mu\text{mol TE/L}$) และนมถั่วเหลือง นมโถง และนมอัลมอนต์ให้ค่าใกล้เคียงกัน ผลการศึกษานี้ชี้ว่าประเภทของนมมีผลต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของมัทฉะลาเต้ และข้อมูลที่ได้อาจใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้บริโภคและผู้ประกอบการคาเฟ่ในการเลือกนมเพื่อคงคุณค่าด้านสารต้านอนุมูลอิสระของมัทฉะ

คำสำคัญ: มัทฉะลาเต้, นมประเภทต่าง ๆ, ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ, ORAC, โพลีฟีนอลในชา

*Corresponding author's email: abnutrition@yahoo.com

บทนำ

มัทฉะ (Matcha) เป็นชาเขียวบดละเอียดที่ได้จากใบชาที่ผ่านกระบวนการบดแสงก่อนการเก็บเกี่ยว ส่งผลให้มีระดับคลอโรฟิลล์ กรดอะมิโน และสารโพลีฟีนอล โดยเฉพาะกลุ่มคาเทชิน (Catechins) สูงกว่าชาเขียวทั่วไป¹⁻² สารสำคัญ เช่น (-)-Epigallocatechin gallate (EGCG) มีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระ ลดการอักเสบ และสนับสนุนสุขภาพหัวใจ³⁻⁴

ในปัจจุบัน มัทฉะถูกนำมาประยุกต์เป็นเครื่องดื่มมัทฉะลาเต้ (Matcha latte) ซึ่งโดยทั่วไปเตรียมโดยชงมัทฉะด้วยน้ำร้อนก่อนผสมกับนมเย็น และสามารถเลือกใช้นมได้หลากหลายประเภท เช่น นมวัว นมถั่วเหลือง นมโอ๊ต และนมอัลมอนต์ เครื่องดื่มนี้ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในร้านกาแฟและในกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบของนม โดยเฉพาะโปรตีน อาจเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารโพลีฟีนอลในชา ซึ่งอาจส่งผลต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มได้⁵

แม้ว่างานวิจัยก่อนหน้านี้จำนวนมากจะศึกษาผลของการเติมนมวัวต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชา แต่ผลการศึกษาให้ข้อสรุปที่แตกต่างกัน โดยบางการศึกษาพบว่า การเติมนมวัวอาจลดความสามารถต้านอนุมูลอิสระของชา⁶⁻⁷ ขณะที่บางการศึกษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ⁸ ขณะเดียวกัน การศึกษาที่เปรียบเทียบผลของนมหลายประเภทต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของมัทฉะลาเต้แบบเปรียบเทียบโดยตรงยังมีจำกัด โดยมีรายงานเพียงไม่กี่การศึกษา เช่น งานของ Alhazmy และคณะ⁷ ซึ่งศึกษาผลของนมวัว นมถั่วเหลือง นมโอ๊ต นมอัลมอนต์ และนมมะพร้าว ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมัทฉะ โดยประเมินด้วยวิธีวิเคราะห์หลายรูปแบบ เช่น DPPH และ FRAP พบว่าการเติมนมทุกประเภทส่งผลให้ค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระลดลง เมื่อเทียบกับมัทฉะที่ชงด้วยน้ำ และนมวัวส่งผลลดลงมากที่สุด

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวม

ของมัทฉะลาเต้เย็นที่ชงด้วยนมประเภทต่าง ๆ ภายใต้สภาวะการชงที่ใกล้เคียงกับการชงในร้านกาแฟ โดยประเมินด้วยวิธี Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC)

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Experimental laboratory study) เพื่อเปรียบเทียบค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวมของมัทฉะลาเต้เย็นที่ชงด้วยนมประเภทต่าง ๆ ภายใต้สภาวะการชงที่ใกล้เคียงกับการชงในร้านกาแฟ

โดยมีตัวแปรอิสระ (Independent variable) คือ นม 4 ประเภท ประเภทละ 3 ยี่ห้อ ได้แก่

(1) นมวัว (Cow Milk) จำนวน 3 ยี่ห้อ ให้เป็นรหัส A1-A3

(2) นมโอ๊ต (Oat Milk) จำนวน 3 ยี่ห้อ ให้เป็นรหัส B1-B3

(3) นมอัลมอนต์ (Almond Milk) จำนวน 3 ยี่ห้อ ให้เป็นรหัส C1-C3

(4) นมถั่วเหลือง (Soy Milk) จำนวน 3 ยี่ห้อ ให้เป็นรหัส D1-D3

ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวมที่วัดด้วยวิธี ORAC (Triplicate assay)

ตัวแปรควบคุม (Control variables) คือ ปริมาณและชนิดผงมัทฉะ, ปริมาณและอุณหภูมิของน้ำและนม, วิธีการชง และอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

กลุ่มควบคุม (Control group) คือ มัทฉะที่ชงด้วยน้ำ 1 ตัวอย่าง ให้เป็นรหัส E

ผงมัทฉะ (Premium grade Nishio Matcha Powder, Japan) จากรุ่นการผลิตเดียวกันถูกนำมาใช้ในการทดลองทั้งหมด และผลิตภัณฑ์นมที่ใช้ในการวิจัยคัดเลือกโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามโอกาสทางสถิติ (Non-probability Sampling) โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากผลิตภัณฑ์นมที่นิยมใช้จริงในคาเฟ่ชั้นนำใน



ประเทศไทย เพื่อให้ผลการศึกษากลี่ยกกับสภาวะการบริโภคจริงมากที่สุด

ในการเตรียมตัวอย่าง ผงมัทฉะ 5 กรัม ถูกนำมาร้อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh จากนั้นเติมน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 °C ปริมาตร 30 มิลลิลิตร และตีด้วยเครื่องตีมัทฉะเป็นเวลา 30 วินาทีเพื่อเตรียมสารละลายมัทฉะ หลังจากนั้นเติมนมเย็นอุณหภูมิ 5 °C ปริมาตร 120 มิลลิลิตร และตีต่ออีก 30 วินาทีเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากัน สำหรับตัวอย่างควบคุมใช้น้ำเย็นแทนนมในปริมาณเท่ากัน ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เตรียมเสร็จถูกบรรจุในหลอดพลาสติกทึบแสงที่ปิดฝาสนิท และเก็บในกล่องเก็บความเย็นร่วมกับเจลเย็นระหว่างการขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อการวิเคราะห์ โดยการเตรียมตัวอย่างทั้งหมดดำเนินการในที่พักอาศัยของผู้วิจัย โดยใช้ขั้นตอนและสภาวะการเตรียมเดียวกันทุกตัวอย่าง ซึ่งแต่ละสูตรถือเป็น Independent sample และให้บาร์ิสต์คนเดียวในการชั่งเครื่องดื่มทุกตัวอย่าง

ความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวมของตัวอย่างวิเคราะห์ด้วยวิธี Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC)¹¹⁻¹² แบบ Triplicate ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในการประเมินความสามารถในการทำจัด Peroxyl radicals ผ่านกลไก Hydrogen atom transfer (HAT) โดย peroxyl radicals เป็นอนุมูลอิสระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ Oxidative stress และ Lipid oxidation ในระบบชีวภาพ วิธี ORAC เหมาะสำหรับการประเมินสารกลุ่มโพลีฟีนอลและคาเทชินที่เป็นสารสำคัญในมัทฉะ และสามารถสะท้อนทั้งระดับและระยะเวลาของ Antioxidant activity ผ่านการวิเคราะห์ Area under the curve (AUC) จึงเหมาะสำหรับการประเมินระบบอาหารและเครื่องดื่มที่มีองค์ประกอบซับซ้อน เช่น มัทฉะลาเต้ที่มีนมผสม โดยรายงานผลในรูปของค่า

เทียบเท่า Trolox ($\mu\text{mol TE/L}$) การวิเคราะห์ทั้งหมดดำเนินการที่สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล อย่างไรก็ตาม วิธีประเมิน Antioxidant assay มีหลายวิธี ซึ่งอาศัยกลไกการเกิดปฏิกิริยาที่แตกต่างกัน ดังนั้น การศึกษานี้จึงมิได้มีวัตถุประสงค์เพื่ออ้างอิงค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดของเครื่องดื่ม แต่เป็นการประเมิน Peroxyl radical scavenging capacity ภายใต้ระบบ ORAC โดยเฉพาะ

การวิเคราะห์ทางสถิติดำเนินการด้วยโปรแกรม R statistic software version 4.5.0 โดยวิธี One-way analysis of variance (ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม และวิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่ด้วย Tukey's HSD กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการวิจัย

จากผลการศึกษา พบว่ามัทฉะลาเต้ที่ชงด้วยนมวัว (กลุ่ม A) ให้ค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวมเฉลี่ยสูงที่สุด ($5464.53 \pm 850.59 \mu\text{mol TE/L}$) รองลงมาคือมัทฉะลาเต้ที่ชงด้วยนมถั่วเหลือง (กลุ่ม D) ($3677.21 \pm 574.08 \mu\text{mol TE/L}$) ในขณะที่มัทฉะลาเต้ที่ชงด้วยนมโอ๊ต (กลุ่ม B) และนมอัลมอนด์ (กลุ่ม C) มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน (3116.21 ± 522.29 และ $3113.97 \pm 504.06 \mu\text{mol TE/L}$ ตามลำดับ) ส่วนมัทฉะที่ชงด้วยน้ำ (กลุ่ม E) ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ให้ค่าต่ำที่สุด ($2192.46 \pm 179.05 \mu\text{mol TE/L}$) โดยกลุ่ม E มีตัวอย่างเพียง 1 ตัวอย่างจึงรายงานผลในเชิงพรรณนาโดยไม่ทำการเปรียบเทียบทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 1

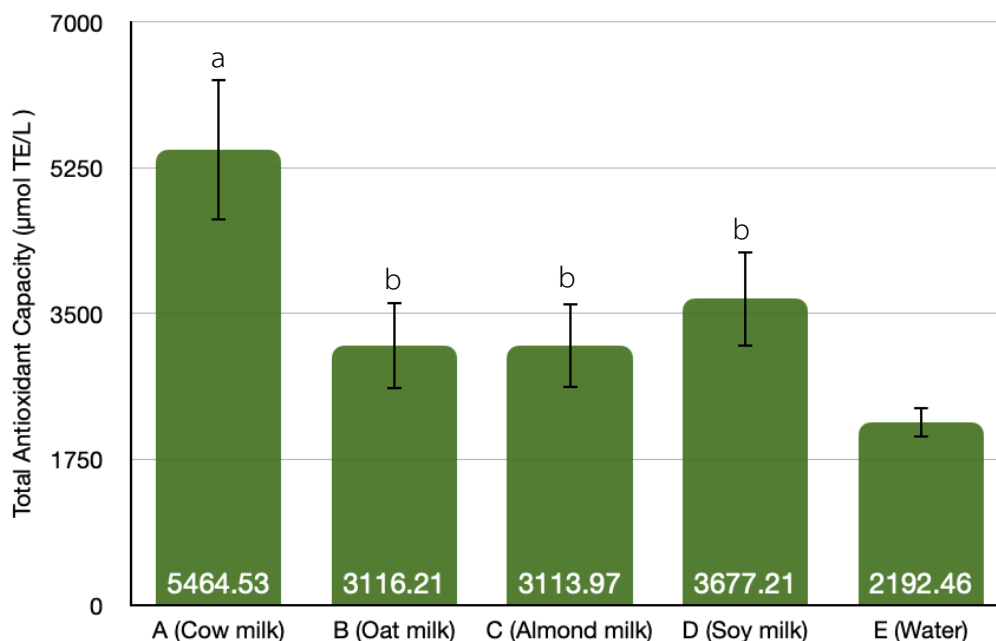
ตารางที่ 1 ค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวม (TAC) ของมีหะลาเต้ที่ชงด้วยนมประเภทต่างๆ

ชนิดของ เครื่องดื่มที่ ชงกับมีหะ	รหัส	ค่า Total Antioxidant Capacity (ORAC, $\mu\text{mol TE/L}$)					
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	SD	Mean $\pm$ SD
นมวัว (A)	A1	4459.19	4872.94	4683.40	4671.84	207.12	5464.53 $\pm$ 850.59 ^a
	A2	6640.20	6198.49	6250.66	6363.12	241.37	
	A3	5557.76	5396.90	5121.26	5358.64	220.75	
นมโธิต (B)	B1	2762.13	2430.09	2940.94	2711.05	259.23	3116.21 $\pm$ 522.29 ^b
	B2	2689.82	3078.65	3027.26	2931.91	211.22	
	B3	3974.80	3600.99	3541.20	3705.66	234.99	
นมอัลมอนต์ (C)	C1	3406.87	3123.55	3007.67	3179.36	205.37	3113.97 $\pm$ 504.06 ^b
	C2	2722.03	2678.78	2340.40	2580.40	208.97	
	C3	3354.24	3595.64	3796.53	3582.14	221.45	
นมถั่วเหลือง (D)	D1	2932.81	3298.64	2842.24	3024.56	241.64	3677.21 $\pm$ 574.08 ^b
	D2	3907.48	4004.79	4399.85	4104.04	260.76	
	D3	4162.20	3654.70	3892.21	3903.04	253.92	
น้ำ (E)	E	2380.11	2023.47	2173.81	2192.46	179.05	2192.46 $\pm$ 179.05

การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วย One-way ANOVA พบว่าค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวมของตัวอย่างแต่ละกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 9.409$, $p = 0.005$)

ผลการเปรียบเทียบรายคู่ด้วย Tukey's HSD แสดงให้เห็นว่ามีหะลาเต้ที่ชงด้วยนมวัวมีค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวมสูงกว่าสูตรที่ใช้นม

โธิต นมอัลมอนต์ และนมถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสูตรที่ใช้นมโธิต นมอัลมอนต์ และนมถั่วเหลือง ($p \geq 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ORAC ของมัทฉะลาเต้ที่ชงด้วยนมประเภทต่างๆ แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) โดยใช้น้ำเป็นกลุ่มควบคุม แต่ละประเภทนม ประกอบด้วยตัวอย่างอิสระ 3 ตัวอย่างจาก 3 ยี่ห้อ และแต่ละตัวอย่างวิเคราะห์ค่า ORAC แบบทำซ้ำ 3 ครั้ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p < 0.05$) จากการวิเคราะห์ One-way ANOVA ร่วมกับ Tukey's HSD test

การวิจารณ์ผล

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามัทฉะลาเต้เย็นที่ชงด้วยนมวัวให้ค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวม (TAC) สูงที่สุดเมื่อประเมินด้วยวิธี ORAC และมีค่าสูงกว่าสูตรที่ใช้นมพืชทั้งสามชนิด ได้แก่ นมถั่วเหลือง นมโอ๊ต และนมอัลมอนต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่นมพืชทั้งสามชนิดให้ค่า ORAC ใกล้เคียงกัน และมัทฉะลาเต้ที่ชงด้วยนมทุกประเภทให้ค่า TAC สูงกว่ามัทฉะที่ชงด้วยน้ำเพียงอย่างเดียว ผลลัพธ์นี้สะท้อนว่าองค์ประกอบของนมอาจมีบทบาทต่อศักยภาพต้านอนุมูลอิสระของระบบเครื่องดื่ม โดยเฉพาะโปรตีนในนมวัว เช่น เคซีน ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยสัมพันธ์กับโพลีฟีนอลจากชาและอาจส่งผลต่อการแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ⁹⁻¹⁰ ที่ตรวจวัดด้วยวิธี ORAC

ผลการศึกษานี้แตกต่างจากงานวิจัยบางการศึกษา เช่นการศึกษาของ Alhazmy และคณะ⁷ ที่รายงานว่าการเติมนมมีผลลดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ของมัทฉะเมื่อประเมินด้วยวิธี DPPH และ FRAP⁷ ผลที่ไม่สอดคล้องกันอาจอธิบายได้จากความแตกต่างของวิธีประเมิน โดย ORAC ซึ่งใช้ในงานวิจัยนี้เป็น HAT assay ที่วัดความสามารถของระบบทั้งหมดในการกำจัด Peroxyl radical¹¹⁻¹² ขณะที่ DPPH และ FRAP เป็น ET-based assays ซึ่งเน้นประเมินสารต้านอนุมูลอิสระในรูปอิสระเป็นหลัก¹³⁻¹⁴ ทำให้คาเทชินที่จับกับโปรตีนในรูป Complex แสดงสัญญาณการต้านอนุมูลอิสระลดลง แม้ว่าสารจะยังคงอยู่ในระบบ

ในเชิงกลไก การเกิด Protein–polyphenol complexes ระหว่างเคซีนกับคาเทชินอาจไม่จำเป็นต้องทำให้ศักยภาพต้านอนุมูลอิสระลดลง งานวิจัยจากแบบจำลองการย่อยรายงานว่าการห่อหุ้มโพลีฟีนอล เช่น EGCG ในโครงสร้าง Casein micelle สามารถช่วยเพิ่มความเสถียรของสารต่อการเสื่อมสลายและคงฤทธิ์ทางชีวภาพได้ใกล้เคียงกับสารในรูปอิสระ¹⁵⁻¹⁶ สนับสนุนแนวคิดว่าการเกิด

complex อาจมีบทบาทเชิงปกป้องมากกว่าทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูญหายไป นอกจากนี้ การศึกษาในมนุษย์โดย Leenen และคณะ⁸ ยังพบว่าการดื่มชาไม่ว่าจะเติมนมหรือไม่เติมนมสามารถเพิ่มความสามารถต้านอนุมูลอิสระในพลาสมาได้อย่างมีนัยสำคัญ และการเติมนมไม่ได้ลดการเพิ่มขึ้นดังกล่าว⁸

ภายใต้ปริมาณผงมัทจะที่เท่ากัน ค่าศักยภาพต้านอนุมูลอิสระ ORAC ที่วัดได้ในมัทจะลาเต้จึงน่าจะเป็นผลรวมของสารต้านอนุมูลอิสระจากมัทจะและจากนมแต่ละชนิด อีกทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในนม เช่น โปรตีนและไขมันกับโพลีฟีนอลในมัทจะ อาจช่วยคงเสถียรภาพของคาเทชิน¹⁵ ทำให้มัทจะลาเต้ทุกสูตรให้ค่า ORAC สูงกว่ามัทจะที่ชงด้วยน้ำเพียงอย่างเดียว

เมื่อเปรียบเทียบนมวัวกับนมถั่วเหลือง แม้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการศึกษาทั้งสองชนิดจะมีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกันตามข้อมูลโภชนาการบนฉลากผลิตภัณฑ์ (ประมาณ 6–7 และ 5–8.2 กรัมต่อ 200 มิลลิลิตร ตามลำดับ) แต่นมวัวให้ค่า ORAC สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ สะท้อนว่าศักยภาพต้านอนุมูลอิสระของระบบเครื่องดื่มอาจไม่ได้ขึ้นกับปริมาณโปรตีนเพียงอย่างเดียว แต่ยังเกี่ยวข้องกับชนิดและโครงสร้างของโปรตีน โดยเฉพาะ Casein ซึ่งเป็นโปรตีนหลักในนมวัว และมีบริเวณที่อุดมด้วยกรดอะมิโน Proline ซึ่งมีรายงานว่าสามารถเกิดปฏิสัมพันธ์กับ Catechins และสารโพลีฟีนอลได้ดี^{9,17-18} นอกจากนี้ องค์ประกอบอื่นในเมทริกซ์ของนม เช่น ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และแร่ธาตุ อาจมีบทบาทต่อเสถียรภาพและความสามารถต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มรวมด้วย รวมถึงเคซีนและเปปไทด์ที่ได้จากเคซีน ซึ่งมีรายงานว่าสามารถแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ในบางสภาวะ¹⁹ อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของนมแต่ละชนิดหรือของเคซีนโดยตรง จึงยังไม่สามารถสรุปบทบาทดังกล่าวได้อย่างชัดเจน

ในทางกลับกัน มัทจะลาเต้ที่ชงด้วยนมพืชทั้งสามชนิดมีค่า ORAC ไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญ แม้ว่าข้อมูลโภชนาการจะแสดงความแตกต่างของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ผลดังกล่าวอาจสะท้อนว่า ภายใต้เงื่อนไขการทดลองของการศึกษานี้ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจากมัทจะอาจเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดค่า ORAC อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้วัดค่า TAC ของนมแต่ละชนิดแยกเดี่ยวหรือวิเคราะห์โครงสร้างของ complex อย่างละเอียด จึงยังไม่สามารถสรุปผลดังกล่าวได้โดยตรง และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

นอกจากนี้ การศึกษานี้ใช้การประเมิน Antioxidant capacity ด้วยวิธี ORAC เพียงวิธีเดียวซึ่งสะท้อน Peroxyl radical scavenging capacity ภายใต้ระบบ ORAC โดยเฉพาะ และอาจไม่ครอบคลุมกลไกการต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดเนื่องจาก Antioxidant assays แต่ละวิธีอาศัยกลไกการเกิดปฏิกิริยาที่แตกต่างกัน การศึกษาในอนาคตอาจใช้วิธีเพิ่มเติม เช่น DPPH, ABTS หรือ FRAP เพื่อให้ครอบคลุมกลไกการต้านอนุมูลอิสระในหลายมิติมากยิ่งขึ้น

ในเชิงปฏิบัติ ผลการศึกษานี้สะท้อนว่า ภายใต้สภาวะการชงที่ใกล้เคียงกับการบริโภคจริงในคาเฟ่ การเลือกชนิดนมอาจมีผลต่อค่าศักยภาพต้านอนุมูลอิสระของมัทจะลาเต้ โดยสูตรที่ใช้นมวัวให้ค่า ORAC สูงที่สุดในการศึกษานี้ อย่างไรก็ตาม หากผู้บริโภคเลือกบริโภคมัทจะลาเต้ที่ใช้นมพืช เครื่องดื่มดังกล่าวยังคงให้ค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ามัทจะที่ชงด้วยน้ำเพียงอย่างเดียว และเนื่องจากไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างนมพืชแต่ละชนิด การเลือกใช้นมพืชจึงอาจพิจารณาจากปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น รสชาติ คุณค่าทางโภชนาการ หรือข้อจำกัดด้านสุขภาพของผู้บริโภค

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระรวมด้วยวิธี ORAC ของมัทจะลาเต้เย็นที่ชงด้วยนมประเภทต่าง ๆ ภายใต้สภาวะการชงที่ใกล้เคียงกับการบริโภคจริงใน



คาเฟอีน ผลการศึกษาพบว่าประเภทของนมมีผลต่อค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระของมัทฉะลาเต้ โดยสูตรที่ใช้นมวัวให้ค่า ORAC สูงที่สุด ขณะที่มัทฉะลาเต้ที่ชงด้วยนมพืช ได้แก่ นมถั่วเหลือง นมโอ๊ต และนมอัลมอนต์ มีค่า ORAC ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมัทฉะลาเต้ที่ชงด้วยนมทุกประเภทให้ค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ามัทฉะที่ชงด้วยน้ำเพียงอย่างเดียว ผลการศึกษานี้สะท้อนว่าองค์ประกอบของนมและปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนกับโพลีฟีนอลในมัทฉะอาจมีบทบาทต่อศักยภาพต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่ม อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ประเมินผลในระดับระบบเครื่องดื่มเท่านั้น งานวิจัยในอนาคตควรศึกษากลไกของปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนกับโพลีฟีนอล รวมถึงการประเมินความคงตัวและการเข้าถึงทางชีวภาพของสารต้านอนุมูลอิสระในระบบย่อยอาหารหรือในมนุษย์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Chen X, Ye K, Xu Y, Zhao Y, Zhao D. Effect of shading on the morphological, physiological and biochemical characteristics as well as the transcriptome of matcha green tea. *Int J Mol Sci*. 2022;23(22):14169. doi:10.3390/ijms232214169
2. Kochman J, Jakubczyk K, Antoniewicz J, Mruk H, Janda K. Health benefits and chemical composition of matcha green tea: a review. *Molecules*. 2021;26(1):85. doi:10.3390/molecules26010085
3. Graham HN. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. *Prev Med*. 1992;21(3):334–350. doi:10.1016/0091-7435(92)90041-F
4. Khan N, Mukhtar H. Tea polyphenols for health promotion. *Life Sci*. 2007;81(7):519–33. doi:10.1016/j.lfs.2007.06.011
5. Haratifar S, Corredig M. Interactions between tea catechins and casein micelles and their impact on antioxidant activity. *Food Chem*. 2014;155:346–52. doi:10.1016/j.foodchem.2013.07.092.
6. Bourassa P, Cote R, Hutchandani S, Samson G, Tajmir-Riahi HA. The effect of milk alpha-casein on the antioxidant activity of tea polyphenols. *J Photochem Photobiol B*. 2013;128:43–49. doi:10.1016/j.jphotobiol.2013.07.021
7. Alhazmy S, Omar UM, Alhoraibi H, Alshareef NO. Harnessing antioxidants: investigating plant and animal milk variants in matcha tea's health benefits. *Mod Phytomorphol*. 2025;19:107–15. doi:10.5281/zenodo.15300499
8. Leenen R, Roodenburg AJC, Tijburg LBM, Wiseman SA. A single dose of tea with or without milk increases plasma antioxidant activity in humans. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54(1):87–92. doi:10.1038/sj.ejcn.1600900.
9. Xiao J, Kai G. A review of dietary polyphenol–protein interactions. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2012;52(1):85–101. doi:10.1080/10408398.2010.499017.
10. Yildirim-Elikoglu S, Erdem YK. Interactions between milk proteins and polyphenols: binding mechanisms, related changes and future trends in the dairy industry. *Food Rev Int*. 2018;34(7):665–97. doi:10.1080/87559129.2017.1377225
11. Prior RL, Wu X, Schaich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food*

- Chem.* 2005;53(10):4290–302. doi: 10.1021/jf0502698.
12. Ou B, Hampsch-Woodill M, Prior RL. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *J Agric Food Chem.* 2001;49(10):4619–26. doi: 10.1021/jf010586o.
 13. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Anal Biochem.* 1996;239(1):70–6. doi: 10.1006/abio.1996.0292.
 14. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Sci Technol.* 1995;28(1):25–30. doi:10.1016/S0023-6438(95)80008-5
 15. Zhou F, Lu B, Chen X, Zhu L, Meng M, Li B. Interaction of major tea polyphenols with bovine milk proteins and its effect on in vitro bioaccessibility of tea polyphenols. *J Sci Food Agric.* 2014;94(9):1771–8. doi:10.1016/j.foodchem.2025.143341
 16. Sharma A, Zhou W, Shah NP. Bioefficacy of tea catechins encapsulated in casein micelles tested on a normal mouse cell line (4D/WT) and its cancerous counterpart (D/v-src) before and after in vitro digestion. *Food Funct.* 2014;5(4):671–83. doi:10.1039/C3FO60343A
 17. Zhang H, Yu D, Sun J, Liu X, Jiang L, Guo H, et al. Interaction of plant phenols with food macronutrients: characterisation and nutritional–physiological consequences. *Nutr Res Rev.* 2014;27(1):1–15. doi: 10.1017/S095442241300019X.
 18. Ma B, Al-Wraikat M, Shu Q, Yang X, Liu Y. An overview of interactions between goat milk casein and other food components: polysaccharides, polyphenols and metal ions. *Foods.* 2024;13(18):2903. doi:10.3390/foods13182903
 19. Zhang H, Nakamura S, Kitts DD. Antioxidant properties of casein phosphopeptides (CPP) and Maillard-Type Conjugated Products. *Antioxidants (Basel).* 2020;9(8):648. doi: 10.3390/antiox9080648