ผลของการทำแห้งต่อคุณลักษณะทางเคมีและประสาทสัมผัสของชาอ้อยดำ

Effect of drying on chemical and sensory characteristics of noble sugarcane tea

ดุลย์จิรา สุขบุญญสถิตย์[1*], ปัทมา แจ้งไพร[1], ศศิธร เชื้อขุนทด[1] และ อัจฉรา ชีหรั่ง[1]

Duljira Sukboonyasatit[1*], Pattama Jeangprai[1], Sasithorn Cheungkuntod[1] and Autchara Cheerang[1]

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทำแห้งต่อคุณลักษณะทางเคมีและทางประสาทสัมผัสของชาอ้อยดำ โดยแยกวิเคราะห์ระหว่างส่วนเปลือกและส่วนเนื้ออ้อย การทำแห้งด้วยการตากแดดและทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ผลในด้านคุณลักษณะทางเคมีของชาอ้อยดำนั้น การทำแห้งส่วนเปลือกอ้อยด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสมีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด และมีปริมาณสารฟีนอลิกสูงสุดที่ แต่สำหรับส่วนเนื้ออ้อยที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรดทั้งหมด และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุด ซึ่งการทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสใช้เวลาการทำแห้งน้อยที่สุดและมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่า นอกจากวิธีการทำแห้งมีผลต่อการยอมรับในด้านสีของชาอ้อยดำ แต่ไม่มีผลต่อการยอมรับในด้านอื่นๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

คำสำคัญ: คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ, สารฟีนอลิก, น้ำตาลรีดิวซ์

ABSTRACT: The purpose of this study was to investigate the effect of drying methods on chemical and sensory characteristics of noble sugarcane tea. Pith and rind of sugarcane were investigated. Sun-drying method and tray-dry oven (60 and 70°C) were used. Tray-dried rind tea at 70°C showed the lowest IC_{50} and the highest phenolic contents. Dried pith tea at 70°C showed the highest content of reducing sugar, total acid content and total soluble solid. Drying temperature at 70°C used less time and had better antioxidant activity. Furthermore, drying methods had affected on colour acceptance of the tea, but had no effect on other organoleptic properties at $p<0.05$.
Keywords: antioxidant properties, phenolics, reducing sugar

บทนำ

เครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมแพร่หลายรองลงมาจากน้ำดื่มก็คือชา ทั้งนี้เนื่องจากชามีสารสำคัญหลายชนิด เช่น สาร Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) ซึ่งเป็นสารป้องกันและรักษาการเกิดมะเร็งในมนุษย์และช่วยป้องกันไม่ให้ร่างกายได้รับความเสียหายจากอนุมูลอิสระ (Kanwar et al., 2012) สารคาเฟอีน (caffeine) ทำให้สมองสดชื่นซึ่งคาเฟอีนนั้นเป็นสารที่มีฤทธิ์กระตุ้นประสาท และยังมีผลต่อสมรรถภาพของร่างกาย เช่น ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (McLellan et al., 2016) แต่อย่างไรก็ตามการได้รับสารคาเฟอีนในปริมาณที่มากเกินไปอาจส่งผลเสียต่อการทำงานของหัวใจ และระบบประสาท บางคนอาจมีอาการแพ้สารคาเฟอีนจึงไม่สามารถเครื่องดื่มประเภทนี้ได้ ดังนั้นจึงมีงานวิจัยหลายๆ งานวิจัยที่

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University

* Corresponding author: duljira.s@gmail.com

ศึกษาการกำจัดคาเฟอีนออกจากชา (Liang et al., 2007) และนอกจากนั้นยังมีการผลิตชาจากสมุนไพร (herbal tea) ชนิดต่างๆ เช่น ชาใบหม่อน ชาตะไคร้ ชาใบเตย เป็นต้น รวมไปถึงชาจากผลไม้ ได้แก่ ชาแอป-เปิ้ล ชาบูลเบอร์รี่ ชากุหลาบ เป็นต้น (ณรงค์ชัย ปัญญานนทชัย, 2548)

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกกันอย่างกว้างขวาง เพื่อใช้ในการผลิตน้ำตาล ได้มีการรายงานถึงคุณสมบัติทางชีวภาพของใน อ้อยและส่วนต่างๆ เช่น ในไขอ้อย มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระจากแอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (Noa et al., 2002; Molina et al., 2005) นอกจากนี้มีรายงานว่า พบกรดฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิกอื่นๆ ในอ้อยอีกด้วย (Paton and Duong, 1992; McGhie, 1993) Duarte-Almeida et al. (2006) รายงานคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำอ้อย จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟี ของเหลวสมรรถนะสูง พบฟลาโวน (ได้แก่ อนุพันธ์ของอาพิจินิน (apigenin derivatives) ลูติโอลิน (luteolin derivatives) และทริซิน (tricin derivatives) และฟลาโวนอยด์ กรดคาเฟอิก (caffeic acid) กรดซิแนพพิก (sinapic acid) และไอโซเมอร์ของกรดคลอโรจินิก (chlorogenic) Duarte-Almeida et al. (2011) รายงานว่า ในส่วนลำต้นของอ้อย น้ำอ้อยดิบ น้ำเชื่อม กากน้ำตาล น้ำตาลทรายดิบคุณภาพสูง (VHP sugar) ของอ้อยหลายสายพันธุ์ พบสารประกอบฟีนอลิก ได้แก่ ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoids ได้แก่ caffeic, chlorogenic และ coumaric acids) ในขณะที่พบฟลาโวน (apigenin, tricin และ luteolin derivatives) จำนวนน้อย ปริมาณสารที่พบแตกต่างกันไประหว่างส่วนลำต้นและผลิตภัณฑ์จากอ้อย โดยกิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระในเกือบทุกตัวอย่างสูงกว่า 80 μM Trolox ของสารละลาย ในปี ค.ศ. 2014 Feng et al. ศึกษาคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและสารพฤกษเคมี (phytochemicals) ได้แก่ ฟีนอลิก (phenolics) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ไตรเทอร์พีนอยด์ (triterpenoids) และไฟโตสเตอรอล (phytosterols) จากส่วนต่างๆ ในอ้อย 2 สายพันธุ์ โดยพบว่าบริเวณเปลือกของอ้อยจะมีฟีนอลลิก ฟลาโวนอยด์ และไฟโตสเตียรอลสูง ในอ้อยแดงจะพบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์สูงกว่าอ้อยเขียว

จากการใช้สารสกัดฟีนอลิกจากน้ำอ้อยกับหนูทดลอง พบว่า สามารถป้องกันความเป็นพิษของเมทิลเมอคิวรี่คลอไรด์ (MeHgCl) และยับยั้งการเกิด lipoperoxidation ในสมองหนู (*ex vivo*) (Duarte-Almeida et al., 2006) และ Duarte-Almeida et al. (2007) รายงานการศึกษาความสามารถในการยับยั้งการแบ่งเซลล์มะเร็งและการต้านอนุมูลอิสระของสาร tricin acylated glycoside จากน้ำอ้อย (*Saccharum officinarum*) โดย tricin-7-*O*-β-(6''-methoxycinnamic)-glucoside เป็นสารที่แยกออกจากสารโอเรียนทิน (orientin) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ในน้ำอ้อย และจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH พบว่าสารทริซิน (tricin) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารมาตรฐาน Trolox ในขณะที่ β-carotene/linoleic acid มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าสารมาตรฐาน และสารทริซินยังช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้อีกด้วย

จากการรายงานของ Kadam et al. (2008) พบว่าน้ำอ้อยมีคุณสมบัติในการป้องกันการเสียหายของดีเอ็นเอจากการฉายรังสี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Abbas et al. (2014) ที่รายงานการวิเคราะห์ใบและน้ำอ้อยจากอ้อยจำนวน 13 สายพันธุ์ พบว่า มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี (วิธี DPPH) และมีค่า IC_{50} ของใบอ้อยอยู่ระหว่าง 20.82-27.47 μg/ml และค่า IC_{50} ของน้ำอ้อย ระหว่าง 63.95 μg/ml จนถึงมากกว่า 200 μg/ml และพบว่ามีกรดฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ในใบ ส่วนในน้ำอ้อยพบกรดเฟอรูริก (ferulic acid) กรดคูมาริก (coumaric acid) เควอซิทิน (quercetrin) กรดคาเฟอิก และ กรดเอลลาจิก (ellagic acid) นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการป้องกันการเสียหายของดีเอ็นเอ (DNA damage) อีกด้วย ในการนำอ้อยมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ชา จึงต้องมีการทำแห้ง ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงผลของวิธีการในการทำแห้งต่อคุณลักษณะทางเคมีและประสาทสัมผัส งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของการทำแห้งต่อ

คุณลักษณะทางเคมีและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของชาอ้อยดำ

วิธีการศึกษา

วัตถุดิบ

อ้อยดำ (อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น) อายุประมาณ 8-12 เดือน สูง 2-3 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-5 เซนติเมตร แต่ละปล้องยาว 10-15 เซนติเมตร ตัดลำต้นของอ้อยให้สูงจากพื้นดินมาประมาณ 5 เซนติเมตรหรือเกือบติดพื้นดิน ตัดใบอ้อยออกให้หมด

การเตรียมตัวอย่าง

แยกอ้อยเป็นส่วนเปลือก (rind) และส่วนเนื้อ (pith) จากนั้นตัดอ้อยเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 0.5x0.5 cm^2 แล้วทำแห้งด้วยวิธีการตากแดด โดยเกลี่ยชิ้นอ้อยที่ตัดแล้วบนถาดและนำไปตากแดด (อุณหภูมิระหว่าง 30-40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างร้อยละ 68-72) และวิธีการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ระหว่างทำแห้งจะวิเคราะห์ปริมาณความชื้นทุก 30 นาที จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายไม่เกินร้อยละ 12 จากนั้นบรรจุเปลือกและเนื้อของชิ้นอ้อยดำในถุงปิดสนิท เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

วิธีการสกัดตัวอย่าง

บดส่วนของเปลือกหรือเนื้ออ้อยที่ได้จากการทำแห้งด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช จากนั้นนำผงชาอ้อยดำส่วนเปลือก และส่วนเนื้อมาชั่งน้ำหนักจำนวน 2 กรัม แล้วชงด้วยน้ำร้อน (อุณหภูมิ 85-95 องศาเซลเซียส) ทิ้งไว้ประมาณ 30 วินาทีจากนั้นเทน้ำแรกทิ้งไป จากนั้นเติมน้ำร้อนปริมาณ 30 ml ตั้งทิ้งไว้ 1-2 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง แล้ววิเคราะห์ทันที

วิเคราะห์ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH โดยดัดแปลงจากวิธีของ Dasgupta and De (2006) วิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin ciocalteu (Wolfe et al., 2003) วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ดัดแปลงจากวิธีของ Somogyi-Nelson (Somogyi, 1952) วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด วัดค่าความเป็นกรด-ด่างโดยใช้เครื่อง pH meter และวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยใช้ Hand refractometer

การประเมินทางประสาทสัมผัสของชาอ้อยดำ

การเตรียมตัวอย่างชาอ้อยดำสำหรับการประเมินผลทางประสาทสัมผัส โดยการชงจำนวน 2 กรัม ต่อน้ำร้อน 100 มิลลิลิตร (อุณหภูมิน้ำประมาณ 90-95 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 นาที ใส่รหัสเลขสามตัว และเสริฟตัวอย่าง ประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้วยการให้ความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ การยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

การวิเคราะห์สถิติ

การวิเคราะห์ทางเคมีของวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์สถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ทำการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

การทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์สถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการศึกษาและวิจารณ์

Table 1 แสดงเวลาในการอบชาอ้อยดำจนกระทั่งได้ความชื้นร้อยละ 7 เมื่อทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ (อุณหภูมิประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส) ซึ่งใช้เวลาในการทำแห้งนานที่สุด เมื่ออบชาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทำแห้งส่วนเนื้อและเปลือกอ้อยเป็นเวลา 146 และ 66 นาที ตามลำดับ ส่วนการทำแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทำแห้งต่ำที่สุด

Table 1 Drying time (min) of sugarcane at each condition [A]

Sugarcane parts	Sun drying	Drying temperature	
		60C	70C
Pith	1780.00±34.64	146.00±30.78	106.00±24.24
Ring	142.00±34.64	66.00±10.39	60.00±2.04

[A] Values are expressed as the mean ± standard deviation.

ข้อมูลใน **Table 2** แสดงค่ากิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารฟีนอลิก ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรดทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของชาอ้อยดำ พบว่าค่า IC_{50} มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยเมื่อสารประกอบฟีนอลิกสูงจะมีค่า IC_{50} ต่ำ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรดทั้งหมด และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในเปลือกอ้อยมีปริมาณน้อยกว่าในเนื้ออ้อยมาก และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่า IC_{50} ต่ำแสดงถึงประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูง เนื่องจากค่า IC_{50} แสดงถึงปริมาณสารที่มีความเข้มข้นน้อยที่สุดที่สามารถลดความเข้มข้นของสาร DPPH ลงได้ 50% หรือมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ 50% นั่นหมายถึงชาอ้อยดำในส่วนของเปลือกที่ทำแห้งที่ 70 องศาเซลเซียสมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยพบว่าในส่วนของเปลือกอ้อยดำจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในส่วนเนื้ออ้อย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Feng et al. (2014)

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในชาอ้อยดำที่แตกต่างกันนั้นเป็นผลมาจากส่วนของอ้อยและอุณหภูมิในการทำแห้ง ซึ่งในเนื้อของอ้อยจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าส่วนของเปลือก เนื่องจากในเนื้ออ้อยยังมีของแข็งที่ละลายได้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลเป็นองค์ประกอบอยู่ (เพ็ญนภา, 2542) โดยส่วนของเนื้ออ้อยที่อบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงที่สุด

จากการศึกษาปริมาณกรดทั้งหมดในชาอ้อยดำ พบว่า เนื้ออ้อยมีปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบเท่าร้อยละของกรดซิตริก) สูงกว่าในเปลือกอ้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่า pH ของชาอ้อยดำจะสอดคล้องกับปริมาณกรดซิตริกที่พบ ทั้งนี้การรายงานของ เพ็ญนภา (2542) ว่าในเนื้ออ้อยและน้ำอ้อยมีกรดอะมิโน (glutamic acid, lysine, glutamine) และกรดอื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น citric acid, oxalic acid, fumaric acid เป็นองค์ประกอบอยู่ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะพบมากในเนื้ออ้อยมากกว่าเปลือกอ้อยทั้งนี้เนื่องจากในเนื้ออ้อยมีปริมาณน้ำตาลซึ่งเป็นของแข็งที่ละลายได้สูงกว่าในเปลือกอ้อย (เพ็ญนภา, 2542)

Table 2 IC_{50}, phenolic contents, reducing sugar, total acid, pH and total soluble solid of sugarcane tea [A]

Parts	Drying temperature	IC_{50} (μg/ml)	Phenolic contents	Reducing sugar (μg/ml)	Total acid	pH	Total soluble solid (°Brix)
Pith	Sun drying	67.63±0.02^{a}	41.66±1.35^{f}	57.82±3.13^{b}	0.41±0.00^{c}	5.58±0.01^{d}	1.80±0.00^{b}
	60	61.56±0.02^{b}	50.57±0.61^{d}	60.57±1.03^{b}	0.42±0.00^{b}	5.13±0.01^{e}	2.36±0.05^{a}
	70	50.46±0.02^{c}	56.22±1.16^{c}	87.34±2.14^{a}	0.46±0.00^{a}	4.88±0.01^{f}	2.43±0.05^{a}
Rind	Sun drying	40.33±0.02^{e}	48.21±0.33^{e}	15.36±0.59^{d}	0.23±0.00^{f}	6.16±0.01^{a}	0.56±0.05^{d}
	60	42.70±0.02^{d}	59.15±0.54^{b}	11.56±0.79^{c}	0.26±0.00^{e}	5.90±0.00^{b}	0.66±0.11^{cd}
	70	38.46±0.02^{f}	70.84±0.28^{a}	27.73±0.69^{c}	0.28±0.00^{d}	5.71±0.01^{c}	0.76±0.05^{c}

[A] Values are expressed as the mean ± standard deviation. Different letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$).

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของชาอ้อยดำ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาอ้อยดำแสดงใน Table 3 โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ และการยอมรับรวมของชาอ้อยดำ พบว่าคะแนนในด้านกลิ่นรส รสชาติและการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างของคะแนนความชอบด้านสี โดยคะแนนความชอบของสีของชาอ้อยดำจากส่วนเนื้อและทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ได้คะแนนความชอบสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Table 3 Sensory characteristics of sugarcane tea [A]

Parts	Drying temperature	Colour	Flavour [NS]	Taste [NS]	Overall acceptability [NS]
Pith	60	5.46 ± 1.72^{ab}	4.87 ± 1.84	3.80 ± 1.37	4.80 ± 1.52
	70	5.73 ± 1.94^{a}	4.60 ± 1.35	4.13 ± 1.92	4.60 ± 1.40
	Sundry	4.20 ± 1.85^{bc}	4.27 ± 1.71	3.80 ± 1.65	4.40 ± 1.24
Rind	60	4.53 ± 2.06^{abc}	4.33 ± 1.34	4.13 ± 1.64	4.53 ± 1.55
	70	4.13 ± 1.88^{bc}	4.60 ± 1.76	4.60 ± 1.99	4.73 ± 1.48
	Sundry	4.06 ± 1.98^{c}	5.20 ± 2.00	4.66 ± 1.87	4.93 ± 1.83

[A]Values are expressed as the mean ± standard deviation. Different letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$). NS=non-significant differences. Sensory score was the average of 30 panel members using 9 point hedonic scale as follows: 9—like extremely, 8—like very, 7—like moderately much, 6—like slightly, 5—neither like nor dislike, 4—dislike slightly, 3—dislike moderately, 2—dislike very much, and 1—dislike.

สรุป

วิธีและอุณหภูมิในการทำแห้งมีผลต่อคุณลักษณะทางเคมีของชาอ้อยดำที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยส่วนเปลือกอ้อยดำที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและมีปริมาณสารฟีนอลิกมากที่สุด ในขณะที่พบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ กรดทั้งหมด (เทียบเท่าร้อยละของกรดซิตริก) และของแข็งทั้งหมดมาก ในส่วนเนื้ออ้อยดำที่อบด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส คะแนนการยอมรับด้านสีของชาอ้อยดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยได้รับการยอมรับสูงสุดสำหรับชาอ้อยดำที่ทำแห้งที่ 60 และ 70 องศาเซลเซียส

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ชัย ปัญญานนทชัย. 2548. ชา ใบไม้มหัศจรรย์. สำนักพิมพ์ดอกหญ้ากรุ๊ป, กรุงเทพฯ.

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2542. อ้อยในฐานะเป็นสมุนไพร. ใน: พิพัฒน์ พงศ์รพีพร. สหวิทยาการของอ้อยและน้ำตาล. โรงพิมพ์ตะวันออก.

Abbas, S.R., S.M. Sabir, S.D. Ahmad, A.A. Boligon, and M.L. Athayde. 2014. Phenolic profile, antioxidant potential and DNA damage protecting activity of sugarcane (*Saccharum officinarum*). Food Chem. 147: 10-16.

Dasgupta, N. and B. De. 2007. Antioxidant activity of some leafy vegetables of India: A comparative study. Food Chem. 101(2): 471-474.

Duarte-Almeida, J.M., A. Salatino, M.I. Genovese, and F.M. Lajolo. 2011. Phenolic composition and antioxidant activity of culms and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) products. Food Chem. 125: 660-664.

Duarte-Almeida, J.M., A.V. Novoa, A.F. Linares, F.M. Lajolo, and M.I. Genovese. 2006. Antioxidant activity of phenolics compounds from sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) juice. Plant Foods for Human Nutrition. 61: 187-192.

Duarte-Almeida, J.M., G. Negri, A. Salatino, J.E de Carvalho, and F.M. Lajolo. 2007. Antiproliferative and antioxidant activites of a tricin acylated glycoside from sugarcane (*Saccharum officinarum*) juice. *Phytochem*. 68: 1165-1171.

Feng, S., Z. Luo, Y. Zhang, Z. Zhong, and B. Lu. 2014. Phytochemical contents and antioxidant capacities of different parts of two sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) cultivars. Food Chem. 151: 452-458.

Kadam, U.S., S.B. Ghosh, S. De, P. Suprasanna, T.P.A. Devasagayam, and V.A. Bapat. 2008. Antioxidant activity in sugarcane juice and its protective role against radiation induced DNA damage. Food Chem. 106: 1154-1160.

Kanwar, J., M. Taskeen, I. Mohammad, C. Huo, T.H. Chan, and Q.P. Dou. 2012. Recent advances on tea polyphenols. Front Biosci. (Elite Ed). 4: 111-131.

Liang, H., Y. Liang, J. Dong, J. Lu, H. Xu, and H. Wang. 2007. Decaffeination of fresh green tea leaf (*Camellia sinensis*) by hot water treatment. Food Chem. 101(4): 1451-1456.

McGhie, T.K. 1993. Analysis of sugarcane flavonoids by capillary zone electrophoresis. J. Chromatrogr. 634: 107-112.

McLellan, T.M., J.A. Caldwell, and H.R. Lieberman. 2016. A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 71: 294-312.

Molina, V., M. Noa, L. Arruzazabala, D. Carbajal, and R. Mas. 2005. Effect of D-003, a mixture of very-long-chain aliphatic acids purified from sugarcane wax, on cerebral ischemia in *Mongolian gerbils*. J Med Food. 8(4): 482-487.

Noa, M., S. Mendoza, R. Mas, and N. Mendoza. 2002. Effect of D-003, a mixture of high molecular weight primary acids from sugar cane wax, on CL4C-induced liver acute injury in rats. Drugs Exp Clin Res. 28(5): 177-183.

Paton, N.H., and M. Duong. 1992. Sugar-cane phenolics and 1st expressed juice colour-Part III. Role of chlorogenic acid and flavonoids in enzymatic browning of cane juice. Intern Sugar J. 94: 170-176.

Somogyi, M. 1952. Note on sugar determination. J. Biol. Chem. 195: 19-23.

Wolfe, K., X. Wu, and R.H. Liu. 2003. Antioxidant activity of apple peals. J of Agri. Food Chem. 51: 609-614.