

ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของไช้
Effect of temperature and storage time on the composition changes of *Wolffia arrhiza* (Linn) Wimm

อุมาพร นิยณัฐ¹ และ รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย²
Umaporn Niyanuch¹ and Ratchada Tangwongchai²

Abstract

Water meal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) was composed of 24.31% protein, 3.04% fat, 12.68% crude fiber and 19.97% ash (dry matter). The water meal also contained chlorophyll (30.17 mg/100g), total phenolic content (21.14 mg/g), antioxidant activity (65.91% inhibition by ABTS method and 70.12% inhibition by DPPH method) and total dietary fiber (14.87%). The insoluble dietary fiber in water meal was higher than soluble dietary fiber. The 150g water meal was packed in each polyethylene bag and stored at 4, 10°C and room temperature (~28±2°C), to investigate the change in compositions. It was found that storage temperature and time caused the moisture content, green value (-a*), total color difference (ΔE) and total plate count increased ($p \leq 0.05$) while the lightness (L*), yellow value (+b*), chlorophyll content, firmness, total phenolic content, ABTS and DPPH antioxidant activity decreased ($p \leq 0.05$) during storage. Storage temperature and time did not affect the insoluble, soluble, and total dietary fiber and coliform ($p > 0.05$). The initial microbial load of fresh water meal was 5.54 log CFU/g and increased to more than 7 log CFU/g after storage at room temperature for adays. However, the water soaking appearance, dark-green colour and muddy-odor of fresh water meal were noticed on the next day after storage at room temperature. The fresh water meal stored at 4 and 10°C had the microbial loads over the standard after storage for 14 and 12 days, respectively. However, the appearance deteriorations were noticed after storage for 10 and 8 days, respectively. Storage temperature at 4 and 10°C significantly affected the chemical composition changes ($p \leq 0.05$) of water meal.

Key word: *Wolffia arrhiza*, storage, composition change

บทคัดย่อ

ไช้หรือผำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm) ประกอบด้วยโปรตีน 24.31% ไขมัน 3.04% เส้นใย 12.68% และเถ้า 19.97% (น้ำหนักแห้ง) ไช้ยังมีปริมาณคลอโรฟิลล์ สารฟีนอลทั้งหมด กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (ร้อยละการยับยั้งโดยวิธี ABTS และ DPPH) และเส้นใยทั้งหมด เป็น 30.17 มก/100ก, 21.14 มก/ก, 65.91%, 70.12% และ 14.87% ตามลำดับ โดยมีปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำมากกว่าเส้นใยที่ละลายน้ำได้ เมื่อนำไช้ 150 กรัมบรรจุถุงโพลีเอทิลีน และเก็บรักษาที่ 4, 10°C และที่อุณหภูมิห้อง (~28±2°C) แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบของไช้ทุก 2 วัน พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้น ความเป็นสีเขียว (-a*) ความแตกต่างของสี (ΔE) และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของไช้ในระหว่างการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ความสว่าง (L*) ความเป็นสีเหลือง (+b*) ความแน่นเนื้อ ปริมาณคลอโรฟิลล์ สารฟีนอลทั้งหมด กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันวิธี ABTS และวิธี DPPH ลดลง ($p \leq 0.05$) อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ใยอาหารทั้งหมด และโคลิฟอร์ม ($p > 0.05$) ไช้สดมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นเป็น 5.54 log CFU/g และเพิ่มจำนวนเกินกว่า 7 log CFU/g เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 4 วัน แต่อย่างไรก็ตามไช้ที่อุณหภูมิห้องแสดงการเสื่อมคุณภาพด้านลักษณะปรากฏหลังการเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน โดยมีลักษณะและน้ำ สีเขียวคล้ำ มีกลิ่นโคลน ในขณะที่ไช้ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 10°C มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินกว่า 7 logCFU/g ในวันที่ 14 และ 12 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ โดยมีการเสื่อมลักษณะปรากฏหลังการเก็บรักษาในวันที่ 10 และ 8 ตามลำดับ อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ 4 และ 10°C มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางเคมีของไช้อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ ไช้, การเก็บรักษา, การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

² Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khonkaen University, Muang, Khonkaen, 40002

คำนำ

ไชน้ำหรือดำ (*Wolffia arrhiza* (Linn) Wimm) เป็นพืชลอยน้ำ มีลักษณะเป็นเม็ดกลมเล็กๆ คล้ายไขปลา สีเขียวอ่อน พบทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ไชน้ำเป็นอาหารธรรมชาติและเป็นอาหารพื้นบ้านของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีการบริโภคทั้งในรูปสดและนำมาประกอบเป็นอาหาร สิริภาวี และคณะ (2544) รายงานว่า ไชน้ำที่มีความชื้น 5.18% ประกอบด้วยโปรตีน 20.32% ไขมัน 4.80% เส้นใย 11.81% และเถ้า 17.21% นอกจากนี้ไชน้ำสดมีลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบกรอบเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของอาหารมังสวิรัตและสามารถใช้เป็นส่วนเสริมคุณลักษณะเนื้อสัมผัสอาหารอื่นได้ อย่างไรก็ตาม ไชน้ำสดมีอายุการเก็บรักษาสั้นและยังมีการบริโภคในวงจำกัดไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากไชน้ำมีโปรตีนสูง เป็นแหล่งคลอโรฟิลล์ และสามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย หากมีการส่งเสริมและให้ข้อมูลเชิงคุณค่าทางโภชนาการ การใช้ประโยชน์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากไชน้ำเพื่อเป็นแนวทางในการขยายการบริโภคไชน้ำให้แพร่หลายมากขึ้น งานวิจัยเกี่ยวกับไชน้ำส่วนใหญ่เป็นการวิจัยสายพันธุ์ การเพาะเลี้ยง และการใช้ประโยชน์ในเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ สำหรับงานวิจัยถึงสารพฤกษเคมีหรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของไชน้ำ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว และการใช้ประโยชน์ไชน้ำเป็นอาหารสำหรับมนุษย์ยังมีน้อยมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด เบต้าแคโรทีน โรโบฟลาวิน สารฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน และใยอาหารในไชน้ำ และศึกษาถึงผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาไชน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และปริมาณสารสำคัญในไชน้ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

นำไชน้ำสดจากตลาดใน จ. ขอนแก่น มาล้างน้ำ 3 ครั้ง โดยครั้งแรกล้างแบบน้ำไหลผ่านนาน 30 นาที ล้างครั้งที่ 2 และ 3 ด้วยน้ำที่มีความเข้มข้นคลอรีนอิสระ 100 และ 5 ppm (อัตราส่วนไชน้ำต่อน้ำเป็น 1:4) ตามลำดับ จากนั้นนำขึ้นมาสะเด็ดน้ำ แล้วบรรจุไชน้ำ 150 กรัมในถุงโพลีเอทิลีนและเก็บรักษาที่ 4, 10°C และที่อุณหภูมิห้อง ($-28 \pm 2^{\circ}\text{C}$) สุ่มตัวอย่างไชน้ำมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน และเถ้า (AOAC, 1999) คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (ดัดแปลงจาก Simon and Helliwell, 1998) สารฟีนอลทั้งหมด (Singleton and Rossi, 1965) กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS และวิธี DPPH (กันยนา, 2548) เส้นใยทั้งหมด เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ เส้นใยที่ละลายน้ำได้ (AOAC, 1999) ความแน่นเนื้อใช้หัววัด back extrusion ด้วยเครื่อง TA XT Plus (Stable Micro System, UK) ความแตกต่างของสี (Hunter L*, a*, b*) จุลินทรีย์ทั้งหมด และโคลิฟอร์ม (Ana et al., 2008) โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุก 2 วัน วางแผนการทดลองแบบ Split-plot design และวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยโปรแกรมสถิติ SPSS v17 (SPSS Inc., USA)

ผล

ไชน้ำมีปริมาณโปรตีนและแร่ธาตุสูง ในขณะเดียวกันก็มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น คลอโรฟิลล์ สารฟีนอลทั้งหมด และมีกิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันสูงเช่นกัน (Table 1) อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้น ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) ความแตกต่างของสี (ΔE) และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของไชน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (ค่า b^* ที่เป็นบวก) ความแน่นเนื้อ ปริมาณคลอโรฟิลล์ สารฟีนอลทั้งหมด กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันวิธี ABTS และวิธี DPPH ลดลง ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ใยอาหารทั้งหมด และโคลิฟอร์ม ($p > 0.05$) ไชน้ำสดมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นเป็น $5.54 \log \text{CFU/g}$ และเพิ่มจำนวนเกินกว่า $7 \log \text{CFU/g}$ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 4 วัน (Table 2) อย่างไรก็ตาม ไชน้ำที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้องแสดงการเสื่อมคุณภาพด้านลักษณะปรากฏหลังการเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน โดยมีลักษณะและน้ำ มีสีเขียวคล้ำ มีกลิ่นโคลน ในขณะที่ไชน้ำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 10°C มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินกว่า $7 \log \text{CFU/g}$ ในวันที่ 14 และ 12 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ โดยมีการเสื่อมลักษณะปรากฏหลังการเก็บรักษาในวันที่ 10 และ 8 ตามลำดับ

Table 1 Component of fresh *Wolffia arrhiza*

Component			
Moisture (%)	95.01	L*	48.07
Protein (% dry matter)	24.31	a*	-7.55
fat (% dry matter)	3.04	b*	22.81
carbohydrate (% dry matter)	33.85	firmness (g)	9,741.19
crude fiber (% dry matter)	12.68	Microorganism (log CFU/g)	5.47
Ash (% dry matter)	19.97	Coliform	not detect
Total chlorophyll (mg/100 g DW)	30.17	Total phenolic content (mg/g DW)	21.14
Betacarotene (mg/100g DW)	3.43	Antioxidant activity (ABTS method) (%)	65.91
Riboflavin (mg/100 g DW)	0.40	DPPH method (%)	70.12
% Insoluble dietary fiber	11.05		
% Soluble dietary fiber	3.82		
% Total dietary fiber	14.87		

Table 2 Changes of components of *Wolffia arrhiza* stored at 4, 10 and 28±2°C

Components	Temperature (°C)	Storage time (Days)									
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
Total chlorophyll contents (mg/100 g DW.)	28	30.17 ^a	18.64 ^d	2.55 ^j							
	4	30.17 ^a	23.48 ^b	20.65 ^c	19.13 ^d	13.50 ^e	12.80 ^{ef}	10.45 ^g	8.25 ^h	6.82 ⁱ	
	10	30.17 ^a	24.00 ^b	18.74 ^d	13.95 ^e	11.80 ^f	11.66 ^f	10.25 ^g	5.84 ⁱ	3.34 ^j	
Total phenolic contents (mg/g DW.)	28	21.14 ^a	14.71 ^{gh}	15.02 ^{fg}							
	4	21.14 ^a	20.80 ^a	17.38 ^{cd}	16.96 ^d	17.33 ^{cd}	17.03 ^d	16.44 ^{de}	15.77 ^{ef}	14.31 ^h	
	10	21.14 ^a	20.89 ^a	19.14 ^b	19.05 ^b	18.79 ^b	18.25 ^{bc}	17.18 ^d	15.69 ^{ef}	15.27 ^{fg}	
Antioxidant activity (% inhibition)	ABTS method	28	65.91 ^a	30.16 ⁱ	28.96 ⁱ						
		4	65.91 ^a	61.34 ^b	39.48 ^{de}	37.93 ^{ef}	37.15 ^{fg}	35.98 ^g	33.36 ^h	30.65 ⁱ	29.18 ⁱ
		10	65.91 ^a	64.59 ^a	54.48 ^c	53.19 ^c	41.38 ^d	38.46 ^{ef}	36.95 ^{fg}	33.11 ^h	22.56 ^j
DPPH method	28	70.12 ^a	39.95 ^f	27.27 ⁱ							
	4	70.12 ^a	67.64 ^a	50.15 ^d	50.38 ^d	49.31 ^d	50.65 ^d	44.64 ^e	30.87 ^h	23.75 ^j	
	10	70.12 ^a	62.63 ^b	57.11 ^c	57.81 ^c	46.31 ^e	38.46 ^f	34.60 ^g	30.78 ^h	25.55 ^{ij}	
Moisture content (%)	28	95.01 ^k	96.43 ^g	96.98 ^a							
	4	95.01 ^k	96.23 ^j	96.26 ^{ij}	96.37 ^{gh}	96.41 ^{gh}	96.54 ^f	96.69 ^{cd}	96.78 ^{bc}	96.84 ^b	
	10	95.01 ^k	96.32 ⁱ	96.44 ^g	96.60 ^{ef}	96.63 ^{ef}	96.66 ^{de}	96.74 ^{cd}	96.86 ^b	97.00 ^a	
Total plate count (log CFU/g)	28	5.54 ^h	5.59 ^h	7.48 ^a							
	4	5.54 ^h	5.74 ^g	5.88 ^f	6.00 ^f	6.54 ^d	6.74 ^c	6.90 ^b	7.48 ^a	7.48 ^a	
	10	5.54 ^h	5.88 ^f	5.95 ^f	6.30 ^e	6.60 ^d	6.82 ^{bc}	7.48 ^a	7.48 ^a	7.48 ^a	
Total color difference (ΔE)	28	0.00 ^k	9.56 ^f	17.40 ^{ab}							
	4	0.00 ^k	2.45 ^j	4.44 ⁱ	3.92 ⁱ	5.75 ^h	7.32 ^g	11.94 ^e	14.29 ^d	17.07 ^{ab}	
	10	0.00 ^k	2.70 ^j	4.08 ⁱ	5.43 ^h	6.20 ^h	12.31 ^e	15.94 ^c	16.57 ^{bc}	17.71 ^a	

The different characters in the same row mean the significant difference ($p \leq 0.05$)

วิจารณ์และสรุป

ไข่น้ำเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สามารถเทียบได้กับถั่วเหลืองซึ่งมีโปรตีนร้อยละ 39 (สมศักดิ์, 2542) แต่มีไขมันต่ำกว่าถั่วเหลือง ไข่น้ำสดมีเนื้อสัมผัสที่กรุบกรอบเนื่องจากปริมาณน้ำสูงถึง 95% ไข่น้ำที่เก็บที่อุณหภูมิห้องมีลักษณะและน้ำ มีสีคล้ำขึ้น และมีกลิ่นโคลนหลังการเก็บนาน 1 วัน ไข่น้ำที่อุณหภูมิ 10°C มีปริมาณคลอโรฟิลล์ สารฟีนอลทั้งหมด กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันวิธี ABTS และวิธี DPPH เส้นใยที่ละลายน้ำ เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ และเส้นใยทั้งหมดสูงกว่าที่อุณหภูมิ 4°C โดยไข่น้ำเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 10°C มีอายุการเก็บนาน 10 และ 8 วัน ตามลำดับ ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากกระบวนการหายใจซึ่งให้โมเลกุลน้ำอิสระ เป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนในระหว่างการเก็บรักษาได้ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเสียสารที่ละลายน้ำได้และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของสารต่างๆ ในเซลล์ และการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เป็นต้น นอกจากนี้การลดลงของปริมาณสารฟีนอลทั้งหมดสอดคล้องกับการลดลงของกิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน Boateng et al. (2008) รายงานว่า สารฟีนอลมีความสัมพันธ์โดยตรงกับกิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน Paull and Chen (2008) รายงานว่า อุณหภูมิ 15-17°C ในการเก็บรักษาช่วยคงคุณภาพของสาหร่ายสีแดง (*Gracilaria* spp.) แต่ไม่สามารถยืดอายุการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยวได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนวิจัยจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว เครือข่ายมหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- กันยนา กรณ์เกษม. 2548. ความคงตัวของไลโคปีนที่สกัดได้จากกากมะเขือเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- สมศักดิ์ สันวิลาส. 2542. การเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (Linn) Wimm) ที่เพาะปลูกด้วยสูตรอาหารและระดับความเข้มข้นของแสงต่างกันในสภาพกลางแจ้ง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริภาวี ศรีเจริญ, นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์, วิรัช จิวแหยม, สมสมร แก้วบริสุทธิ์, ธงชัย จำปาศรี และสำเนา ช้องสาย. 2544. การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*) สำหรับลดต้นทุนค่าอาหารปลา. รายงานการวิจัยหมวดการอุดหนุนทั่วไป.
- Ana, A., Maria, V.S, Francisco, L.G., Raquel, V. and Maria, I.G. 2008. Role of commercial sanitizers and washing systems on epiphytic microorganisms and sensory quality of fresh-cut escarole and lettuce. *Postharvest Biology and Technology*. 49: 155–163.
- A.O.A.C. 1999. Official Methods of Analysis. 16th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Inc. Washington D.C.
- Boateng, J., Verghese, M., Walker, L.T. and Ogotu, S. 2008. Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus* spp.L). *Food Science and Technology*. 41: 1541-1547.
- Simon D, Helliwell S. 1998. Technical Note : Extraction and Quantification of Chlorophyll A from Freshwater Green Algae. *Wat. Res.* 32(7) : 2220-2223.
- Paull R.E. and Chen N.J. 2008. Postharvest handling and storage of the edible red seaweed *Gracilaria*. *Postharvest Biology and Technology*. 48: 302-308.
- Singleton, V.L, and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16: 144–158.