

ชื่อโครงการ “ การศึกษาการลดความเค็มในซีอิ๊ว ”

Study On Salt Reduction In Soy Souse

กฤษณา ปานหอ¹⁾ สุรีย์พร กังสนันท์¹⁾ และ อรัญ หันพงศ์กิตติกุล^{*1)}

ชื่อผู้วิจัย^{1),2)} และชื่อหัวหน้าโครงการ^{*3)}

1) ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ * Email : haran@ratree.psu.ac.th

บทคัดย่อ

จากปัญหาความเค็มของซีอิ๊วที่มีมากเกินไปซึ่งพบในระดับอุตสาหกรรม จนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ปัจจุบันผู้ประกอบการส่วนใหญ่มักจะแก้ปัญหาโดยการเติมสารบดบังความเค็ม แต่ปริมาณเกลือที่ผู้บริโภคได้รับยังคงมีปริมาณสูง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยเฉพาะผู้บริโภคที่เป็นโรคไต โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ เป็นต้น จึงเป็นสาเหตุให้มีการศึกษาการลดความเค็มในซีอิ๊วโดยวิธีทางกายภาพ ซึ่งเป็นวิธีที่ปลอดภัยเพราะไม่มีการเติมวัตถุเจือปนที่อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้ โดยได้ทำการศึกษาการลดความเค็มด้วยไดอะไลซิส, อัลตราฟิวเตรชัน และการตกผลึก โดยพบว่าไดอะไลซิสโดยใช้ถุงกรองเซลลูโลสขนาดรูพรุน 3,500 ใช้เวลา 15 นาที สามารถลดเกลือได้เหลือ $14.62 \pm 0.00\%$ อัลตราฟิวเตรชัน โดยการใช้แผ่นกรองขนาด 10 kilodaltan สามารถลดเกลือเหลือ $22.38 \pm 0.2\%$ และการตกผลึกก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ลดความเค็มในซีอิ๊วได้ จากปริมาณเกลือเริ่มต้น $23.11 \pm 0.17\%$ สามารถลดลงเหลือ 18.38 ± 0.48 จากการศึกษาทั้งสามวิธี วิธีตกผลึกเป็นแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้ดีกว่าไดอะไลซิสและอัลตราฟิวเตรชัน ทั้งนี้เนื่องจากเป็นวิธีที่ประหยัด ไม่ยุ่งยาก

คำสำคัญ : ซีอิ๊ว, ไดอะไลซิส, ตกผลึก, อัลตราฟิวเตรชัน, การลดความเค็ม

1. บทนำ

ปัจจุบันซีอิ๊วเป็นเครื่องปรุงรสที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีสีและกลิ่นรสที่ทำให้ผู้บริโภคมีความพึงพอใจ และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับอาหารหลายประเภททั้งยังเป็นเครื่องปรุงที่สามารถทดแทนน้ำปลา ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ดังนั้นซีอิ๊วจึงเป็นเครื่องปรุงรสที่มีความนิยมมากเป็นอันดับ 1 ของผู้ที่บริโภคมังสวิรัต ซีอิ๊วเป็นเครื่องปรุงรสที่ให้สารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิดซึ่งสารอาหารส่วนใหญ่จะได้จากถั่วเหลืองโดยมีวิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิดอีกด้วยโดยทั่วไปในซีอิ๊ว จะมีเกลืออยู่ 17-23% (มอก.)

มีงานวิจัยทางการแพทย์พบว่า สารโซเดียม หรือ "เกลือ" เป็นสาเหตุของโรคความดันโลหิตสูงมีผลร้ายแรงอย่างต่อเนื่องกับโรคหัวใจ และอัมพฤกษ์ ปริมาณโซเดียมที่มากเกินไปความต้องการของร่างกายจะทำให้ปริมาณน้ำของเนื้อเยื่อภายใน และภายนอกเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดอาการบวมหรือปริมาณของเหลวในร่างกายที่มากเกินไปทำให้เกิดอาการเส้นเลือดตึง และหัวใจวายได้ (www.thaihealth.com)

วิเชียร (2525) พบว่าองค์ประกอบของซีอิ๊วจะมีเกลืออยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีความจำเป็นต้องใช้เป็นตัวจำกัดชนิดของการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการ ขณะเดียวกันก็ใช้เป็นสารช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาให้มีอายุการเก็บยาวนานขึ้นด้วย

อย่างไรก็ตามการควบคุมเกลือในอาหารก็มีความจำเป็นต่อบุคคลที่จะบริโภคด้วย โดยเฉพาะบุคคลที่มีความดันโลหิตสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของ ปัญหาที่จึงทำการทดลองลดความเค็มในซีอิ๊วด้วยการกรองด้วยไดอะไลซิส อัลตราฟิวดเรชั่น และการตกผลึก เมื่อได้ซีอิ๊วที่มีความเค็มต่ำก็จะทำให้มีการขยายตลาดสู่กลุ่มผู้บริโภคและผู้ที่มีความระมัดระวังเกี่ยวกับสุขภาพ

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบ

ซีอิ๊วขาวสูตร 1 ได้รับความเอื้อเฟื้อจากโรงงานซีอิ๊วนิยามสินธุ์

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

โปรตีน (A.O.A.C1990)

เกลือ (A.O.A.C1990)

น้ำตาล (A.O.A.C1990)

ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (A.O.A.C1990)

ความเป็นกรด-ด่าง (A.O.A.C1990)

ปริมาณกรดทั้งหมด (A.O.A.C1990)

2.2.2 ไดอะไลซิส

นำซีอิ๊วปริมาตร 50 มิลลิลิตร บรรจุลงในถุงไดอะไลซิส ขนาด 6,000-8,000 และ 3500 Dalton นำถุงไปแช่ในภาชนะที่บรรจุน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร นำภาชนะไปวางบน Magnetic stirrer เป็นเวลา 15, 30 และ 60 นาที ตามลำดับ วัดปริมาตรสุดท้ายที่ได้และนำซีอิ๊วที่ผ่านการกรองไปวิเคราะห์องค์ประกอบตาม 2.2.1

2.2.3 อัลตราฟิวดเรชั่น

วิเคราะห์องค์ประกอบเริ่มต้นของซีอิ๊ว จากนั้นนำซีอิ๊ว ปริมาตร 3 ลิตรมาทำการกรองด้วยแผ่นกรองอัลตราฟิวด

เรชั่นขนาด 10 kilodaltan ใช้ความดันเข้า 5 Bar ความดันส่วน Retentate 3 Bar และ Pressure drop 2 Bar หลังจากนั้นนำซีอิ๊วที่ผ่านการกรองไปวิเคราะห์องค์ประกอบตาม 2.2.1

2.2.4 การตกผลึก

นำซีอิ๊วปริมาตร 200 มิลลิลิตร บรรจุลงในบีกเกอร์แก้ว นำไปให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า จนซีอิ๊วมีปริมาตรประมาณ 140 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำซีอิ๊วที่ผ่านการให้ความร้อนไปวางในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 2, 4, 6, 8 และ 16 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองผลึกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 อบและชั่งน้ำหนักที่คงที่ของผลึก และวัดปริมาตรของซีอิ๊วที่ผ่านการกรอง นำซีอิ๊วที่ผ่านการกรองผลึกมาปรับปริมาตรให้ได้ 200 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น หลังจากนั้นนำซีอิ๊วที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบตาม 2.2.1

3. ผลการทดลอง

3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเริ่มต้นของซีอิ๊ว

ตารางที่ 1 องค์ประกอบเริ่มต้นของซีอิ๊ว

การวิเคราะห์	ผลการทดลอง
1. ปริมาณโปรตีน	6.82±0.77 %
2. ปริมาณเกลือ	23.11± 0.17%
3. ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์	2.49±0.01%
4. Total Soluble Solid	33.6 °Brix
5. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	4.3±0.00%
6. ปริมาณกรดทั้งหมด	0.87±0.03%
7. ตะกั่ว	3.10±0.22 mg/L
8. อาร์เซนิก	0.03±1.39 mg/L
9. ทองแดง	0.80±0.03 mg/L

3.2 ไดอะไลซิส

ตาราง 2 การวิเคราะห์หาค่าประกอบของซีอิ๊วที่ผ่านการกรองแบบไดอะไลซิสขนาด 6,000-8,000 MWCO

การวิเคราะห์	ผลการทดลอง		
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง
1. โปรตีน	2.84±0.31%	1.00±0.02%	0.35±0.03%
2. เกลือ	6.69±0.29%	1.16±0.00%	0.46±0.00%
3. น้ำตาลรีดิวซ์	1.44±0.01%	0.75±0.03%	0.60±0.01%
4. ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	15.0±0.00°B	5.0±0.00°B	2.8±0.00°B
5. ความเป็นกรด-ด่าง	4.8±0.00%	4.8±0.00%	4.8±0.00%
6. กรดทั้งหมด	0.22±0.00%	0.22±0.02%	0.22±0.02%
7. ปริมาตรเพิ่มขึ้น	20 %	36 %	52 %

จากการทดลองพบว่าปริมาณเกลือ, โปรตีน, ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลง ซึ่งจุดประสงค์หลักของการทดลองต้องการลดเกลือลงให้เหลือประมาณ 17% แต่องค์ประกอบอื่นๆ ควรจะมีปริมาณเท่าเดิม จึงได้ทำการทดลองโดยใช้ระยะเวลาที่น้อยลงและลดขนาดไดอะไลซิสให้มีขนาดเล็กลง เพื่อป้องกันการลดลงขององค์ประกอบอื่นๆ ที่ต้องการ

ตาราง 3 การวิเคราะห์หาค่าประกอบของซีอิ๊วที่ผ่านการกรองแบบไดอะไลซิสขนาด 3,500 MWCO

การวิเคราะห์	ผลการทดลอง		
	15 นาที	30 นาที	60 นาที
1. โปรตีน	6.28±0.01%	5.54±0.02%	4.31±0.01%
2. เกลือ	14.62±0.00%	13.17±0.08%	8.70±0.33%
3. น้ำตาลรีดิวซ์	2.19±0.01%	1.53±0.01%	0.97±0.03%
4. ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	20.8±0.00%	19.0±0.00%	13.0±0.00%
5. ความเป็นกรด-ด่าง	4.5±0.00%	4.5±0.00%	4.5±0.00%
6. กรดทั้งหมด	0.82±0.07%	0.65±0.00%	0.54±0.00%

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าที่เวลา 15 นาทีปริมาณเกลือลดลงอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับจุดประสงค์หลักของการทดลองนั่นคือต้องการลดเกลือลงให้เหลือประมาณ 17% แต่ควรจะทำการศึกษาทดลองที่ใช้ระยะเวลาที่น้อยลงเพื่อเปรียบเทียบผลให้มีค่าใกล้เคียง 17% มากที่สุด

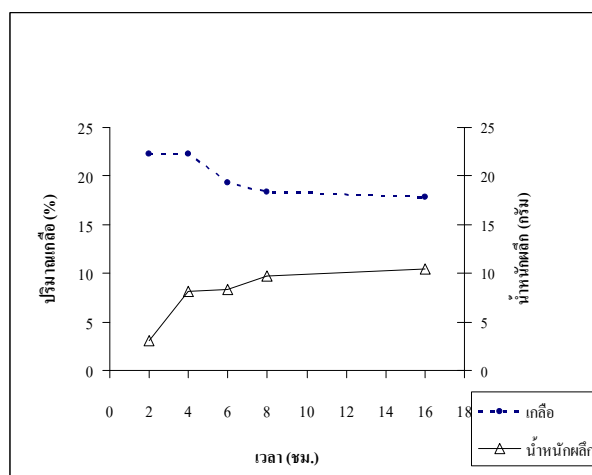
3.3 อัลตราฟิวเตรชัน

ตาราง 4 การวิเคราะห์องค์ประกอบของซีวที่ผ่าน การกรองแบบอัลตราฟิวเตรชันขนาด 10 K โดยใช้ความดันเข้า 5 Bar ความดันส่วน Retentate 3 Bar และ Pressure drop 2 Bar

การวิเคราะห์	ผลการทดลอง	
	Retentate	Permeate
1. โปรตีน	5.87±0.0 %	5.68±0.0 %
2. เกลือ	22.38± 0.2%	22.54± 0.1%
3. ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	32.0 °Brix	32.2 °Brix

จากการทดลองพบว่าปริมาณเกลือในส่วน Retentate ซึ่งเป็นส่วนที่ต้องการให้ปริมาณเกลือลดลงแต่จากการทดลองพบว่าปริมาณเกลือ 22.38± 0.2% และปริมาณเกลือ ปริมาณโปรตีนและของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในส่วนของ Permeate มีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน จะเห็นได้ว่าการกรองด้วยอัลตราฟิวเตรชันไม่สามารถลดความเค็มได้

3.4 การตกผลึก



รูปที่1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือ, น้ำหนักผลึก และเวลาที่ใช้ในการตกผลึก

จากรูปที่1 พบว่า ปริมาณเกลือลดลงเมื่อใช้เวลาในการตกผลึกเพิ่มขึ้น โดยปริมาณเกลือจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 4-8 ชั่วโมง โดยที่เวลา 8 ชั่วโมงสามารถลดปริมาณเกลือลงได้เหลือ 18.38 ± 0.48 หลังจาก 8 ชั่วโมงจนถึง 16 ชั่วโมงพบว่าปริมาณเกลือลดลงน้อยมากเกือบคงที่และจากรูปที่1 พบว่า น้ำหนักผลึกเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เวลาในการตกผลึกเพิ่มขึ้นโดยน้ำหนักผลึกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 2-4 ชั่วโมงโดยที่เวลา 8 ชั่วโมงมีน้ำหนักผลึกมากที่สุดคือ 9.74 ± 0.27 และที่เวลา 16 ชั่วโมงพบว่าน้ำหนักผลึกเพิ่มขึ้นน้อยมาก ซึ่งจากการทดลองดังกล่าว ทำให้สามารถกล่าวได้ว่า ปริมาณเกลือที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักผลึกที่เพิ่มขึ้น

4. สรุปผลการทดลอง

ไดอะไลซิสสามารถลดเกลือลงได้ $14.62 \pm 0.00\%$, อัลตราฟิวเตรชันสามารถลดปริมาณเกลือลงได้ $22.38 \pm 0.2\%$ การลดความเค็มของซีวด้วยวิธีการตกผลึกสามารถลดปริมาณเกลือลงได้ $18.38 \pm 0.48\%$ ซึ่งจากการทดลองพบว่าวิธีการตกผลึกโดยใช้เวลาในการตกผลึก 8 ชั่วโมงเป็นวิธีการที่เหมาะสมในกาตกผลึกมากที่สุดเนื่องจากสามารถลดปริมาณเกลือลงได้ใกล้เคียงกับปริมาณเกลือที่ต้องการมากที่สุดคือ 17 % นอกจากนี้วิธีการตกผลึกยังเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยาก ประหยัด และสามารถลดปริมาณเกลือได้เป็นปริมาณมาก ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ การศึกษาการลดความเค็มในซีว ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546, ได้รับความเอื้อเฟื้อซีวจากคุณพิทยา หงส์อมตะ โรงงานซีวนิคมสินธุ์

เอกสารอ้างอิง

A.O.A.C.1990

Janzow, E.F. and Chao, B.T., Induced crystallization of large free ice crystals in slowly flowing brine. J.Desalination. 1973, 12 : 163-175

Knighton, R., Development of a marine osmotic solar still for sea water desalination. J.Desalination. 1981, 39 : 173

Morton, A.J., Callister, I.K., and Wade, N.M., Environmental impacts of seawater distillation and reverse osmosis process. J.Desalination. 1996, 108 : 1-10

Mullin, J.W. and Sohnel, O., Expressions of supersaturation in crystallization studies. J.chemical engineering science. 1977, 32 : 683-686

www.thaihealth.com.

วิเชียร ลีลาวัชรมาศ. 2525. ซีอีว. เล่ม1-2. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2530. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำซีอีว. กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ