บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการการแยกเวย์โปรตีนจากน้ำเวย์โดยใช้เทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการนำน้ำเวย์จากที่เป็นของเสียในกระบวนการผลิตเนยแข็ง ที่อาจจะไม่ค่อยได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากเท่าไรนัก อีกทั้งยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ถ้ามีระบบการจัดการในการกำจัดของเสียเหล่านี้ไม่ดีพอ ย่อมจะมีผลกระทบตามมาอย่างมากมายการศึกษาในด้านนี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ และจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำเวย์ตัวอย่าง ที่นำมาจากโรงงานแปรรูปน้ำนมของ หน่วยวิจัยนมและผลิตภัณฑ์นม กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ถนนห้วยแก้ว อ.เมือง จ.เชียงใหม่ มาเป็นวัตถุดิบในการทดลอง พบว่าการตรวจสอบเบื้องต้นนั้นองค์ประกอบในน้ำเวย์ที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงกับน้ำเวย์อื่นๆ โดยทั่วไปจากแหล่งอื่น ซึ่งในการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพจะพิจารณาอยู่ด้วยกัน 4 อย่าง ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ คือ ค่าสี L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 56.76 ค่าสี a* (ค่าสีแดงและสีเขียว) เท่ากับ -1.32 และค่าสี b* (ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน) เท่ากับ -1.12 ค่าความหนืด มีค่าเท่ากับ 1.50 เซนติพอยส์ ที่ความเร็วรอบ 200 rpm ค่าความถ่วงจำเพาะ มีค่าเท่ากับ 1.02 และสุดท้ายคือค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับร้อยละโดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก (w/w) 7.14 ส่วนทางด้านเคมีก็พิจารณาด้วยกันอีก 4 อย่างเช่นกัน ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 4.78 ค่าปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ (w/w) 0.70 ค่าปริมาณน้ำตาลแลคโตสเท่ากับร้อยละ (w/w) 4.77 และสุดท้ายค่าปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร (w/v) 0.37 (จากน้ำเวย์เจือจาง 10 เท่า)

2. การศึกษาผลของการเตรียมน้ำเวย์ที่มีผลต่อสมบัติเกี่ยวกับฟองของสารละลายตัวอย่าง สำหรับการศึกษาในขั้นตอนนี้ จะใช้ระบบปฏิบัติการแบบกะ (batch system) ด้วยเครื่องสร้างฟอง (foam fractionater) เพื่อหาสภาวะของปัจจัยที่มีผลที่ดีต่อสมบัติการสร้างฟองในน้ำเวย์ โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัย คือ อุณหภูมิ ระยะเวลาในการคงอุณหภูมิให้แก่น้ำเวย์ และค่า pH พบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจัยของสภาวะที่เหมาะต่อการสร้างฟองได้อย่างเหมาะสมที่สุดคือ อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการคงอุณหภูมิของน้ำเวย์เป็น 300 วินาที หรือใน 5 นาที และมีค่า pH เท่ากับ 4 ซึ่งทำให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มากกว่าในสภาวะอื่นๆ เนื่องจากเมื่อทำการวัดผลตอบสนองของฟองที่เกิดขึ้นด้วยการวิธีวัดความนำไฟฟ้า (conductometric method) และวิธีวัดปริมาตร (volumetric method) โดยพิจารณาจากความสามารถในการเกิดฟอง (foamability) และความสามารถในการคงตัวของฟอง (foam stability) แต่ในแง่ของการที่จะทำให้โปรตีนมีการถูกดูดซับได้ดีจะต้องให้มีเวลาสัมผัสกับฟองอากาศได้นานขึ้น จึงพิจารณาความสำคัญของความสามารถในการคงตัวของฟองเป็นหลักก่อน ซึ่งแม้ในสภาวะอื่นนอกเหนือจากนี้ฟองที่เกิดขึ้นสามารถเกิดฟองได้ดีด้วยเช่นกันแต่มีความคงตัวของฟองน้อยกว่าในสภาวะอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการคงอุณหภูมิของน้ำเวย์เป็น 300 วินาที และค่า pH เท่ากับ 4 ดังนั้นจากปัจจัยที่กำหนดให้ สภาวะดังกล่าวจึงเหมาะที่จะนำไปใช้ในการทดลองตอนต่อไป

3. การศึกษาผลของตัวแปร ด้านการปฏิบัติการที่มีต่อประสิทธิภาพของกระบวนการแยกเวย์โปรตีนจากน้ำเวย์โดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง จากผลการทดลองในตอนก่อนหน้านั้นที่พบว่าสภาวะใดเหมาะที่จะนำมาใช้ในขั้นตอนนี้แล้ว จึงปรับเปลี่ยนจากการทดลองแบบเป็นกะ (batch system) ซึ่งเวลาในการสร้างฟองนาน 30 นาที มาเป็นการทดลองแบบต่อเนื่องและเพิ่มระยะเวลาในการสร้างฟองให้นานเป็น 60 นาทีเพื่อเพิ่มระยะเวลาของการดูดซับโปรตีนในสารละลาย โดยใช้ปัจจัยที่ทำการศึกษา 3 ปัจจัย คือ ความเร็วการไหลของอากาศ (superficial air velocity) ขนาดของคอลัมน์แก้วที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่แตกต่างกัน และสุดท้ายเป็นขนาดของรูพรุนของ glass filter ซึ่งเป็นตัวที่ใช้ในการสร้างเม็ดฟองอากาศเมื่อมีการให้อากาศผ่านเข้าไป เมื่อพิจารณาถึงสมบัติต่างๆทั้งทางด้านกายภาพและทางเคมีของน้ำเวย์ที่ได้จากฟองน้ำเวย์ที่แตกตัวเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำเวย์ที่ไม่ได้ผ่านการให้อากาศ (control) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของลักษณะทางกายภาพและปริมาณสาร ยกเว้นแต่โปรตีนที่มีปริมาณสารแตกต่างกับตัวอย่างน้ำเวย์ควบคุม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าสูงสุดที่ได้เท่ากับร้อยละ (w/v) 0.32 (จากน้ำเวย์เจือจาง 10 เท่า) จากปัจจัยที่ได้คือ ความเร็วไหลของอากาศเป็น 400 มิลลิลิตรต่อนาที เส้นผ่าศูนย์กลางของขนาดคอลัมน์แก้วเป็น 5.6 เซนติเมตร และขนาดรูพรุนของ glass filter เป็น 100-40 ไมโครเมตร แต่เมื่อทำการประเมินประสิทธิภาพการแยกของสารเปรียบเทียบในแต่ละสภาวะของปัจจัยที่ใช้ โดยหาจากค่า enrichment และค่า recovery ของไขมัน น้ำตาลแลคโตส และโปรตีน กลับพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเป็นเพราะปริมาณสารที่แยกได้จากน้ำเวย์ของฟองน้ำเวย์ที่แตกตัวในแต่ละสภาวะไม่ได้มีปริมาณที่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด แต่เมื่อสังเกตแนวโน้มที่ได้จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรด้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การปฏิบัติการทั้ง 3 ปัจจัยในแต่ละสภาวะนั้นมีแนวโน้มไปในทางที่เพิ่มขึ้น เมื่อใช้ขนาดคอลัมน์แก้วใหญ่ขึ้น มีความเร็วการไหลของอากาศมากขึ้น และรูพรุนที่ใช้มีขนาดกลาง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากตัวอย่างน้ำเวย์ที่ได้จากโรงงานแปรรูปน้ำนมของหน่วยวิจัยนมและผลิตภัณฑ์นมนั้น ไม่ได้ทำการผลิตอย่างต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับการสั่งซื้อจากลูกค้าจึงทำให้ไม่มีแผนการผลิตที่แน่นอน ส่งผลต่อการเก็บตัวอย่างไม่สม่ำเสมอและตัวอย่างที่เก็บไว้เป็นตัวอย่างน้ำเวย์สดอาจทำให้มีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนติดมาได้ ซึ่งจะมีผลต่อลักษณะทางกายภาพและทางเคมีให้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้ ดังนั้นการเตรียมน้ำเวย์เองอาจมีความเหมาะสมและสามารถควบคุมได้ง่ายกว่า

2. ควรมีการศึกษาสมบัติทางด้านจุลินทรีย์เพิ่มเติมเพื่อดูลักษณะทางกายภาพและทางเคมีที่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อน้ำเวย์ ซึ่งอาจมีผลต่อกระบวนการแยกของสารที่เกิดขึ้น

3. เนื่องจากในการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในสร้างฟองยังมีข้อจำกัดในหลายด้านๆ อยู่จึงส่งผลให้การทดลองยังไม่สมบรูณ์แบบมากนัก ยังต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง เช่นในส่วนของเครื่องมือวัดความนำไฟฟ้า การควบคุมอุณหภูมิของน้ำเวย์ซึ่งควรควบคุมได้จากภายในคอลัมน์ ส่วนของชุดการสร้างฟอง เป็นต้น

4. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของเติมสารช่วยในการสร้างฟองและสารเพิ่มความคงตัวของฟอง กับการใช้อุณหภูมิ เนื่องจากฟองจะเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสมแต่ความคงตัวของฟองที่ได้หลังจากหยุดการให้อากาศยังมีระยะเวลาในการคงตัวของฟองน้อยไป

5. เนื่องจากวิธีการแยกสารด้วยวิธีการสร้างฟองนี้สามารถช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์ได้ในระดับหนึ่งแต่ก็ยังมีสารอินทรีย์บางส่วนเหลืออยู่ด้วย จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการประยุกต์ใช้กับเครื่องมือบำบัดน้ำเสียชนิดอื่นร่วมด้วย เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ในอนาคตได้ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved