บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

น้ำเวย์เป็นของเหลวที่ได้หลังจากการแยกเอาโปรตีนเคซีนและไขมันออกจากน้ำนมในกระบวนการผลิตเนยแข็ง โปรตีนจากน้ำเวย์หรือเรียกโดยรวมว่าเวย์โปรตีน ส่วนใหญ่ใช้เป็นส่วนผสมของอาหารและผลิตเป็นอาหารเสริมสุขภาพ เพราะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นและสำคัญต่อการสร้างและซ่อมแซมกล้ามเนื้อ นอกจากนี้แล้ว ยังมีการใช้เวย์โปรตีนเพื่อเสริมสูตรอาหารสำหรับวัยทารกเพื่อช่วยในการเจริญเติบโต (Wit, 1998) หรือสำหรับคนที่เกิดอาการแพ้โปรตีนจากนม อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อผลิตเป็นฟิล์ม และสารเคลือบผิว (coating) เพื่อป้องกันการสูญเสียสารให้กลิ่น (aroma) และน้ำมันได้ ทำให้สามารถนำมาใช้เคลือบผิวผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดเพื่อช่วยยืดอายุ เช่น ถั่วต่างๆ ผัก และผลไม้สดเป็นต้น (นิธิยา, 2541)

โปรตีนในน้ำเวย์โดยทั่วไปมีความสามารถในการทำให้สารละลายเกิดฟองที่มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ที่ภายในมีอากาศถูกบรรจุไว้ โดยการเกิดฟองจะเกิดได้ดีเมื่อ pH อยู่ที่ค่า pI ของโปรตีนเนื่องจากโมเลกุลของโปรตีนมีประจุสุทธิเป็นกลาง จึงไม่เกิดการผลักกัน โมเลกุลโปรตีนจึงรวมตัวกันได้ดี เกิดเป็นฟิล์มที่เหนียวและคงตัว จึงสามารถดักจับอากาศไว้ได้ โดยฟองจะมีเสถียรภาพได้ดีต้องมีความเข้มข้นของโปรตีนที่เพียงพอ มีการนำสมบัติการเกิดฟองมาประยุกต์ในการผลิตอาหารหลายประเภท เช่น การเกิดฟองของโปรตีนในไข่ขาวถูกนำมาใช้ในการขึ้นฟูของขนมเค้ก ขนมไข่และขนมสาลี่ เป็นต้น (ปราณี, 2549) ฟองที่เกิดจากโปรตีนจัดเป็นระบบคอลลอยด์ชนิดหนึ่ง โดยจะประกอบด้วยก๊าซ หรือก๊าซผสมกระจายตัวอยู่ในของเหลวที่มีความหนืดสูง โดยทั่วไปแล้วฟองอากาศจะมีการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน ทำให้ไม่ค่อยคงตัวต้องอาศัยสารลดแรงตึงผิว (surface-active agent) หรือสารช่วยทำให้เกิดฟอง (foaming agent) เพื่อช่วยให้ฟองมีความคงตัว (นิธิยา, 2545) สมบัติในการเกิดฟองของโปรตีนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยได้แก่ แรงตึงผิวของผิวสัมผัสระหว่างเฟสของก๊าซและของเหลว ตรงบริเวณผิวสัมผัสระหว่างทั้งสองเฟสจะมีพันธะของโปรตีนเกิดขึ้น ระหว่างกลุ่มพันธะไฮโดรฟิลิกและพันธะไฮโดรโฟบิกเข้าจับตัวรวมกัน ทำให้สามารถเกิดเป็นชั้นของแผ่นฟิล์มได้ (Borcherding *et al.,* 2008a) ซึ่งสมบัติการเกิดฟองของโปรตีน พิจารณาได้จากลักษณะพิเศษของการเกิดฟองและความคงตัวของฟอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถวัดผลในทางปฏิบัติได้จาก ปริมาตรของฟองที่เกิดขึ้น และปริมาตรของเหลวที่ได้จากหลังจากฟองมีการแตกตัว (drainage) (Ralet and Gueguen, 2001) อีกทั้งยังพบว่าการควบคุมการให้ความร้อนในระดับหนึ่ง จะช่วยเสริมให้การเกิดฟองและความคงตัวเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการเสียสภาพของโปรตีน (Tosi *et al.,* 2007) และยังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการเกิดฟองได้อีก เช่น ค่า pH ความดัน ค่า ionic strength และความเข้มข้นของโปรตีน เป็นต้น (Nicorescu *et al.,* 2008) อุณหภูมิ และปริมาณเกลือ (Agyare *et al.,* 2009) ที่สภาวะแวดล้อมต่างๆ จะทำให้เวย์โปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงเสียสภาพได้เช่นเดียวกัน

สมบัติเกี่ยวกับฟองของโปรตีนดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้เป็นแนวคิดในการแยกโปรตีนออกจากสารละลายโดยอาศัยการสร้างฟอง ซึ่งระบบที่ใช้ในการผลิตฟองจะมีส่วนสำคัญมากต่อการสร้างฟอง นอกเหนือจากสมบัติทางกายภาพและเคมีสารละลายโปรตีน นอกจากนี้อุณหภูมิของสารละลายโปรตีนก็จะมีผลต่อประสิทธิภาพการแยกโปรตีนเช่นกัน (Nicorescu *et al*., 2009) ฟองของโปรตีนบางชนิดสามารถคงตัวอยู่ได้ โดยไม่ต้องอาศัยสารช่วยทำให้เกิดฟอง (foaming agent) เช่น sodium dodecyl sulfate (Giroux and Britten, 2004) และคงอยู่ได้เป็นเวลานาน เพราะการทำให้เกิดฟองของสารละลายโปรตีนโดยการตี ปั่น หรือเป่าอากาศ ทำให้เกิดการรวมตัวกันของโปรตีนและช่วยทำให้เกิดโครงสร้างที่แข็งแรงของร่างแหโปรตีนที่ผิวของฟองอากาศทำให้ฟองมีความคงตัวมากขึ้น สมบัติของการเกิดฟองของโปรตีนจะพิจารณาจากความสามารถในการสร้างฟอง (foamability หรือ foam capacity) ของโปรตีน ซึ่งจะรายงานในรูป foam power หรือ foam expansion ความคงตัวของฟอง (foam stability) จะพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้ปริมาตรของฟองลดลง 50 % หรือมีของเหลวเกิดขึ้น 50 % (นิธิยา, 2545) ซึ่งความสามารถในการละลายของโปรตีนส่วนใหญ่จะละลายได้ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น และการเกิดฟองจะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก (Borcherding *et al.,* 2008b)

กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำนม โดยเฉพาะการผลิตเนยแข็งนั้นเป็นขั้นตอนการแยกโปรตีนจากน้ำเวย์ที่เกิดขึ้น จะมีค่าใช้จ่ายสูง อีกทั้งยังต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เฉพาะทางซึ่งมีราคาแพง เช่น อุปกรณ์ทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer) ทำให้ไม่เหมาะสมต่อโรงงานขนาดเล็ก ที่มีการผลิตน้ำเวย์ในปริมาณไม่มากนัก ดังนั้นโรงงานประเภทนี้จึงจำเป็นจะต้องมีการบำบัดน้ำเวย์ เพราะเป็นของเสียจากกระบวนการผลิต (อภิรักษ์ และคณะ, 2549) ในน้ำเวย์มีปริมาณสารอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เหมาะแก่การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ หากระบบการบำบัดมีการจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เมื่อปล่อยลงสู่แม่น้ำย่อมจะทำให้มีค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) และ COD (Chemical Oxygen Demand) สูงขึ้น เป็นผลให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง ก่อให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมด้านน้ำเสีย เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำทิ้งจากกระบวนการที่มีการผลิตน้ำเวย์ เช่นการลดค่า BOD จากน้ำทิ้งของน้ำเวย์เต้าหู้โดยการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพาะเลี้ยงเซลล์ยีสต์เป็นโปรตีนเซลล์เดียว (จารุวรรณ และนาตยา, 2549) และการนำน้ำทิ้งที่ได้จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แผ่นหรือที่เรียกว่าน้ำเวย์ มาใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อให้จุลินทรีย์ผลิตวุ้นมะพร้าว (เสาวลักษณ์, 2550) เป็นต้น

หนทางหนึ่งที่เป็นไปได้สำหรับการนำน้ำเวย์มาใช้ประโยชน์ ทั้งยังเป็นการลดปริมาณของเสียและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ คือการแยกเวย์โปรตีนออกจากน้ำเวย์โดยการใช้เทคนิคการสร้างฟอง (foam fractionation technique) ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดผลกระทบของน้ำเวย์ต่อสภาพแวดล้อมแล้ว ยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่น้ำเวย์อีกทางหนึ่งด้วย เนื่องจากน้ำเวย์มีสารที่มีคุณค่าอยู่มากโดยเฉพาะเวย์โปรตีน การแยกและทำให้เข้มข้น เพื่อนำเวย์โปรตีนออกมาโดยอาศัยเทคนิคการสร้างฟอง ซึ่งมีต้นทุนการผลิตที่ถูก ไม่ซับซ้อน สามารถบำรุงรักษาดูแลเครื่องได้ง่าย (Shea *et al*., 2009) และมีข้อดีในเรื่องของการลดการใช้สารเคมีในขั้นตอนการปฏิบัติงาน ไม่ต้องใช้สภาวะที่มีอุณหภูมิสูงมากเพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงาน และสามารถนำไปใช้ในระบบปฏิบัติการแบบต่อเนื่อง (Aksay and Mazza, 2007) อย่างไรก็ตามมีงานของการวิจัยค้นคว้าโดยเกี่ยวกับเรื่องนี้น้อยมากดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการเตรียมน้ำเวย์ที่มีต่อความสามารถในการเกิดฟองและความคงตัวของฟอง เพื่ออาศัยสมบัติเหล่านี้ในการแยกโปรตีนออกจากสารละลาย รวมทั้งศึกษาผลของตัวแปรด้านปฏิบัติการที่มีต่อประสิทธิภาพการแยกโปรตีนโดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการแยกโปรตีนจากน้ำเวย์ที่ได้จากกระบวนการผลิตเนยแข็งต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของการเตรียมน้ำเวย์ที่มีต่อสมบัติเกี่ยวกับฟองของน้ำเวย์

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของตัวแปรด้านการปฏิบัติการที่มีต่อประสิทธิภาพของกระบวนการแยกเวย์โปรตีนจากน้ำเวย์ โดยเทคนิคการสร้างฟองแบบต่อเนื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved