บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

พลาสมา คือส่วนที่เป็นของเหลวใสในน้ำเลือด มีประมาณ 65% พลาสมาประกอบด้วย โปรตีน 6.7% ซึ่งเป็นโปรตีนจาก fibrinogen และ serum แร่ธาตุ 1.2% ไขมัน 0.15% คาร์โบไฮเดรต น้อยกว่า 1.0% และส่วนที่เป็นน้ำ 91% (Gordon,1971; Price และ Schweigert, 1971; Donnelly, Delaney และ Hurley, 1979; Howell และ Lawrie,1983)

คุณค่าทางโภชนาการของพลาสมาโปรตีน

โปรตีนในพลาสมา มีมากกว่า 100 ชนิด แต่ที่มีอยู่ในปริมาณค่อนข้างมาก ได้แก่ albumin, globulin และfibrinogen นอกจากโปรตีนแล้ว ในพลาสมายังมีเกลืออนินทรีย์ต่างๆ ได้แก่ sodium, potassium, calcium, magnesium, chloride, bicarbonate และphosphate เป็นต้น รวมทั้งสิ้น 1.2% กับสารอินทรีย์พวก glucose, vitamins และไขมัน อีกประมาณ 1-2% (Berezenko และคณะ,1975; Donnelly และ Delaney,1977; Donnelly และคณะ,1979; Danishefasky,1980) พลาสมาแห้งมีโปรตีน 70.88% (รัตนา จิระรัตนานนท์, สัจรินทร์ ภูมิรัตน์ และคุษฎี อุดมภาพ,2528) จากการวิเคราะห์กรดอะมิโนของโปรตีนในพลาสมา โดย Tybor และคณะ (1975) พบว่า มีกรดอะมิโนชนิดจำเป็นครบทุกตัว และส่วนใหญ่มีปริมาณสูงกว่ามาตรฐานที่ FAO กำหนดไว้ จะมีเฉพาะ methionine กับ isoleucine เท่านั้นที่มีเพียง 1.0 และ 2.9 กรัม/100กรัมโปรตีน ตามลำดับ ซึ่งตามมาตรฐาน FAO กำหนดว่า ในอาหารโปรตีนจะต้องมีปริมาณ methionine กับ isoleucine ไม่ต่ำกว่า 2.2 และ 4.2 กรัม/100 กรัมโปรตีน ตามลำดับ นอกจากนั้นโปรตีนในพลาสมายังย่อยง่าย

และร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับ casein ซึ่งเป็นโปรตีนหลักในนม (Delaney,1975)

สมบัติทางกายภาพและสมบัติด้านการใช้งานของพลาสมา

พลาสมาโปรตีนนอกจากจะให้คุณค่าทางโภชนาการแล้ว ยังมีสมบัติ และหน้าที่ ที่ช่วยให้อาหารมีลักษณะ และคุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภคได้ สมบัติอันแรก ได้แก่ ความสามารถในการละลาย เนื่องจากพลาสมาโปรตีนมีโครงสร้างโมเลกุลเป็นแบบมีขั้ว จึงสามารถละลายได้ดีทั้งในสารละลายที่เป็น กรด และ ด่าง ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการละลาย ได้แก่ pH อุณหภูมิ และ ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยความสามารถในการละลายลดลงที่ภาวะต่อไปนี้ คือ ที่ pH ใกล้ 4.8 ซึ่งเป็น isoelectric point (Tybor และคณะ,1975; del Rio de Reys และคณะ,1980; Etheridge และคณะ,1981) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจากอุณหภูมิห้อง ถึงประมาณ 70°C (Tybor และคณะ,1970) และเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในระบบมากกว่า หรือเท่ากับ 0.8 M ในทางตรงข้ามหากมีเกลือโซเดียมคลอไรด์ในระบบอยู่ในช่วง 0.1-0.5 M จะทำให้ความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้น (del Rio de Reys และคณะ,1980)

พลาสมาโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือ มีสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิว ระหว่างน้ำมันหรือไขมัน และน้ำ จึงทำให้สารทั้ง 2 ชนิด กระจายเป็นเนื้อเดียวกันโดยไม่มีการแยกชั้น emulsion แบบน้ำมันในน้ำที่มีสารละลายพลาสมาอยู่ด้วยจึงมีเสถียรภาพเพิ่มมากขึ้น (Altschul, 1974) การ emulsify ไขมันของพลาสมามีค่าสูง เพราะโปรตีนละลายได้ดี และจะเพิ่มสูงมากขึ้น เมื่อ pH เป็นกลาง หรือเป็นด่างเล็กน้อย ที่อุณหภูมิในช่วง 4-10°C พลาสมาโปรตีน emulsify ไขมันได้สูงสุด และลดต่ำลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น สำหรับในการเติมน้ำมัน และน้ำก็มีความสำคัญ ถ้าเติมน้ำมันก่อนปริมาณน้ำมันที่ emulsify ได้จะเพิ่มมากขึ้น และหากมีเกลือโซเดียมคลอไรด์อยู่ในระบบในปริมาณ 0.35% emulsifying capacity ของพลาสมาโปรตีนจะเพิ่มขึ้น (del Rio de Reys และคณะ,1980; Kramlich,Pearson และTauber,1980; Caldironi และOckerman,1982)

Hickson และคณะ(1982) รายงานว่าถ้าให้ความร้อนสารละลายพลาสมา เข้มข้น 8 % โปรตีน ที่อุณหภูมิสูงกว่า 80°C จะทำให้โปรตีนเกิดการแปลงสภาพ และมีการเชื่อมกันระหว่างโมเลกุล ทำให้สารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น เมื่อทำให้เย็นจะเกิดเป็นเจล หรือโครงสร้างตาข่ายที่สามารถกักเก็บน้ำ และไขมันได้ ความแข็งแรงของเจลขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความเข้มข้นของโปรตีน อุณหภูมิ เวลาในการให้ความร้อน และ pH ที่ความเข้มข้น 3.2-8.0% pH 7.0 จะเกิดเจลได้เมื่อให้ความร้อนที่ 75-77°C นาน 10 นาที หากอุณหภูมิสูงถึง 80°C จะได้เจลที่มีเสถียรภาพมากที่สุด และลดต่ำลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (Knipe และFrye, 1990) สารละลายพลาสมา เข้มข้น 8.0% โปรตีน ที่ pH 7.0 เมื่อให้ความร้อนที่ 80°C นาน 60-70 นาที จะเกิดเจลที่มีเสถียรภาพดี มีความแข็งแรงคงรูป และยืดหยุ่นดีมากที่สุด (Hickson และคณะ,1982) pH ของสารละลาย มีผลต่อความแข็งแรงของเจล สารละลายที่มีค่าpHเป็นกลาง หรือเป็นด่างเล็กน้อย ให้เจลมีความแข็งแรงมากที่สุด (O'Riordan, และคณะ,1989)

Tybor และคณะ(1975) รายงานว่าพลาสมามีสมบัติเป็นสารช่วยทำให้ฟู (leavening agents) ที่ดีเมื่อเทียบกับโปรตีนไข่ขาว เนื่องจากพลาสมามีความสามารถในการจับอากาศและให้ฟองที่มีความเสถียรใกล้เคียงกับโปรตีนไข่ขาว ภาวะที่มีผลต่อการฟูของสารละลายพลาสมา ได้แก่ ความเข้มข้นของพลาสมา และ pH ที่ความเข้มข้น 1.75% pH ในช่วง 3.9 - 5.8 พลาสมามี foaming property ดีที่สุด ในทางตรงข้ามถ้าความเข้มข้นต่ำกว่า 1.75 % และ pH เพิ่มขึ้น จะทำให้สมบัติด้าน foaming property ลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การผลิตพลาสมาผง

ในการผลิตพลาสมาผง เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร มีขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือการแยกพลาสมาจากเลือด การทำพลาสมาเหลวให้เข้มข้น และการทำแห้ง

การแยกพลาสมาจากเลือด

การแยกพลาสมาจากเลือด เริ่มจากการเก็บรวบรวมเลือดจากโรงงานฆ่าสัตว์ ซึ่งต้องใช้วิธีที่ถูกต้องตามสุขลักษณะที่ดี เนื่องจากเลือดเป็นสารอาหารที่เน่าเสียได้ง่าย เพราะมี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารอินทรีย์อยู่ในปริมาณสูง วิธีหนึ่งในการเก็บเลือดที่ถูกสุขลักษณะคือใช้มีดที่มีรูกลวงภายในที่ผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แล้ว แทงบริเวณลำคอสัตว์ให้ตัดเส้นเลือดใหญ่ เลือดจะไหลผ่านท่อกลวงของมีดลงสู่ภาชนะสะอาดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว หลังจากเลือดไหลลงสู่ภาชนะเป็นเวลา 30-60 วินาที เติมสารกันการแข็งตัวของเลือด เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดแยกตัวออกเป็นส่วนของ serum ซึ่งเป็นของเหลวใส กับส่วนก้อนเลือดที่แข็งตัว (Aker,1973) กลไกการแข็งตัวของเลือดเกิดจาก prothrombin ในเลือดทำปฏิกิริยากับ Ca^{++} ได้เป็น thrombin ซึ่งมีผลทำให้ fibrinogens ในเลือด เปลี่ยนโครงสร้างเป็น fibrin monomer ที่เกิด polymerization ต่อไปได้ fibrin polymer มีลักษณะเป็นร่างแหที่จับเม็ดเลือดแดง ให้รวมตัวกันจนเห็นเป็นก้อนเลือดแข็ง ส่วนที่เป็นของเหลวใสหรือ serum มิใช่พลาสมาที่สมบูรณ์เพราะไม่มี fibrinogens รวมอยู่ด้วย (West และคณะ,1970) การแยกพลาสมาจึงต้องใช้เลือดที่ยังไม่แข็งตัวเท่านั้น การป้องกันการแข็งตัวของเลือด โดยทั่วไปใช้สารละลาย sodium citrate ซึ่งแตกตัวให้ citrate ion ที่มีประจุลบ citrate ion ทำปฏิกิริยากับ Ca^{++} ได้ calcium citrate จึงไม่มี Ca^{++} อิสระเหลือพอที่จะทำปฏิกิริยากับ prothrombin จนเกิดเป็น thrombin ได้ del Rio De Reys และคณะ(1980) แนะนำให้ใช้สารละลาย sodium citrate เข้มข้น 5 % ในปริมาณ 1 ลิตร/เลือด 10 ลิตร ในการป้องกันการแข็งตัวของเลือดได้ ขณะที่ King, de Pablo และ de Oca (1989) ใช้ sodium citrate ผง ในปริมาณ 3 กรัม/เลือด 1 ลิตร วิธีที่นิยมในการแยกพลาสมาจากเลือด คือ การปั่นแยกเม็ดเลือด กับพลาสมาออกจากกันด้วยเครื่องปั่นแยกพลาสมาที่สามารถแยกเลือดออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเม็ดเลือด และส่วนที่เป็นพลาสมา โดยอาศัยแรงหนีสู่ศูนย์กลางและความแตกต่างของน้ำหนักของพลาสมา และเม็ดเลือด โดยส่วนเม็ดเลือดจะถูกแยกออกมาทางด้านล่างของเครื่อง และส่วนพลาสมาจะถูกแยกออกทางด้านบนของเครื่อง เลือดขณะปั่นแยกควรมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10°C ปั่นนาน 10-15 นาที ที่ความเร็วรอบ 6300 รอบ/นาที วิธีนี้สะดวกไม่ยุ่งยาก หลังจากได้พลาสมาเหลวแล้ว นำไปใช้เป็นสารเชื่อมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชั่นได้ทันที หรือเก็บถนอมไว้ใช้ในรูปของพลาสมาผงโดยทำแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจายโดยตรง หรือเก็บไว้ในรูปพลาสมาเหลวแช่เยือกแข็งก็ได้ (Pedersen,1979)

การทำพลาสมาเหลวให้เข้มข้น

ก่อนการทำแห้งจำเป็นที่จะต้องทำพลาสมาเหลวให้เข้มข้นขึ้น เนื่องจากพลาสมาที่แยกได้จากเลือดมีส่วนของน้ำถึง 90% ถ้านำมาทำแห้งโดยตรง ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง จึงต้องทำให้เข้มข้นก่อน ซึ่งโดยทั่วไปจะกำจัดน้ำในพลาสมาออกบางส่วนจนเข้มข้นขึ้นอย่างน้อย 2 เท่า วิธีการทำให้สารละลายโปรตีนเข้มข้นขึ้น จำแนกเป็นประเภทใหญ่ตามกรรมวิธีในการกำจัดน้ำได้เป็น กระบวนการซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสถานะ กับกระบวนการซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารละลายโปรตีน (Karel,1975) กระบวนการที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ ได้แก่ การระเหย (evaporation) และการทำให้เข้มข้นโดยการแช่แข็ง (freeze concentration) ส่วนกระบวนการซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะ ได้แก่ การกรองผ่าน membrane แบบ ultrafiltration

การระเหย เป็นการทำให้สารละลายโปรตีนเข้มข้นขึ้น ด้วยความร้อนภายใต้ภาวะสุญญากาศ วิธีนี้โดยทั่วไปใช้ในการผลิตนมผง โดยการระเหยน้ำออกจากนม ทำให้นมมีปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 40% ก่อนทำเป็นผงด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย (Karel, 1975) การทำให้เข้มข้นโดยการแช่แข็ง ทำให้น้ำในสารละลายโปรตีนเป็นน้ำแข็งบางส่วน แล้วแยกผลึกน้ำแข็งบริสุทธิ์ออก การทำให้เข้มข้นโดยวิธีนี้ให้ผลิตภัณฑ์คุณภาพดีกว่าการระเหย Ahmed และคณะ (1990) ทำน้ำนมให้เข้มข้นขึ้นจนมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 20% ด้วยวิธีทำให้เข้มข้นแบบแช่แข็ง ก่อนการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย พบว่า นมผงที่ได้มีคุณภาพดีกว่าตัวอย่างที่ทำให้เข้มข้นโดยการระเหยใน vaccum pan ที่อุณหภูมิ 40°C การทำให้เข้มข้นโดยวิธี ultrafiltration ใช้ความดันขนาด 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว บังคับให้สารละลายโปรตีนไหลผ่าน membrane ซึ่งมี pore size ตั้งแต่ 0.1 ถึง 270 ไมโครเมตร คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นกับลักษณะของ membrane Hill (1965) ทำพลาสมาเข้มข้นด้วยวิธี ultrafiltration โดยใช้ membrane ที่มีรูเปิดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 - 250 ไมโครเมตร กรองภายใต้ความดัน 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่ภาวะดังกล่าวกรองสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 50,000 ดาลตัน ไว้ได้ พลาสมามีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น 30% การทำให้พลาสมาเหลวเข้มข้นโดยวิธีนี้ ได้ผลิตภัณฑ์คุณภาพดีกว่า การระเหยที่ภาวะสุญญากาศ เนื่องจากไม่มีปัญหาจากการสะสมของเกลือ โครงสร้างของโปรตีนไม่เปลี่ยนแปลง และไม่เกิดการตก

คะกอนโปรตีน (Delaney,1975)

การทำแห้งพลาสมา

ด้วยวิธีทำแห้งที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน มีผลต่อสมบัติด้านการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ในการทำแห้งผลิตภัณฑ์โปรตีนชนิดต่าง ๆ เช่น นมผง เคซีน และพลาสมานั้น นิยมใช้วิธีทำแห้งแบบพ่นกระจายเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากในการทำแห้งด้วยวิธีนี้ โปรตีนจะสัมผัสอุณหภูมิสูงในเวลาสั้น ทำให้คงสมบัติต่างๆ ในด้านการใช้งานไว้ได้ดี Tybor และคณะ (1975) รายงานว่า พลาสมาที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย ที่อุณหภูมิลมร้อนเข้า 160°C และ 193°C อุณหภูมิลมร้อนออก 107°C มีลักษณะเป็นผงสีขาวนวล และมีสมบัติด้านความสามารถในการละลาย ความจุอิมัลชั่น และการเกิดฟองดี โดยความสามารถในการละลายขึ้นกับภาวะในการทำแห้ง และค่า pH ที่ pH ในช่วง 3-9 ภาวะในการทำแห้งที่อุณหภูมิลมร้อนเข้า 160°C พลาสมามีความสามารถในการละลายประมาณ 55 - 85% เมื่ออุณหภูมิลมร้อนเข้าเพิ่มขึ้นเป็น 193°C ความสามารถในการละลายลดลง เหลือประมาณ 52 - 78% และที่ pH 4.8 พลาสมามีความสามารถในการละลายต่ำสุด สมบัติด้านความจุอิมัล-ชั่น และการเกิดฟอง ขึ้นกับ ความเข้มข้นของโปรตีน และ pH ที่ pH 9.4 ความเข้มข้นของโปรตีน 0.8 กรัม/น้ำ 100 มิลลิลิตร พลาสมามีค่าความจุอิมัลชั่นสูงสุด คือ มีส่วนที่เป็นน้ำมันกระจายอยู่ในสารละลายอิมัลชั่นได้ถึง 80% ในทางตรงข้าม ที่ pH 9.4 ความเข้มข้นของโปรตีนต่ำกว่า 0.8 กรัม/น้ำ 100 มิลลิลิตร จะทำให้สมบัติด้านความจุอิมัลชั่นลดลง ที่ pH 4.0 ความเข้มข้นของโปรตีน 1.7 กรัม/น้ำ 100 มิลลิลิตร พลาสมามีค่าความจุฟองสูงสุด คือ มีปริมาตรฟอง เท่ากับ 133 มิลลิลิตร ในทางตรงข้าม ถ้า pH มากกว่า 4.0 จะทำให้สมบัติด้านการเกิดฟองลดลง เพ็ญศิริ ธารงลักษณ์ (2534) ศึกษาวิธีการทำแห้งเลือดสดด้วยเครื่องทำแห้ง 2 ชนิด คือ ตู้อบแห้งแบบลมเป่า และเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ โดยแปรอุณหภูมิในการทำแห้งเป็น 60, 70 และ 80°C เพื่อใช้เป็นสารเชื่อมในอาหารกุ้ง พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อสมบัติการเป็นสารเชื่อมของผลิตภัณฑ์ แต่การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติในการเป็นสารเชื่อมดีกว่าการทำแห้งด้วยตู้อบแห้งแบบลมเป่า

การใช้พลาสมาในผลิตภัณฑ์อาหาร

จากการที่พลาสมามีโปรตีนเป็นองค์ประกอบสูง เป็นของเหลือทิ้งจากโรงฆ่าสัตว์ และมีสมบัติที่ช่วยให้อาหารมีลักษณะและคุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภค จึงมีผู้นิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เพื่อลดต้นทุนการผลิต เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ลดการหดตัวของผลิตภัณฑ์ระหว่างให้ความร้อน และทำให้อิมัลชั่นเสถียรมากขึ้น Gordon(1971) รายงานว่า hamburger ที่ผลิตโดยใช้พลาสมาเหลว แทนน้ำแข็งในปริมาณ 10% ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น และมีการเกาะตัวดีขึ้น Caldironi และ Ockerman(1982) ผลิตไส้กรอกอิมัลชั่น โดยใช้พลาสมาผง ทดแทนเนื้อสัตว์ ในปริมาณ 12 และ 20% ตามลำดับ พบว่าสูตรที่มีพลาสมาผสมอยู่ด้วยมีเสถียรภาพของอิมัลชั่น ดีกว่าสูตรที่ใช้เฉพาะเนื้อสัตว์ นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีพลาสมาผงเป็นส่วนผสม ยังมีการสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกต่ำกว่าอีกด้วย ปริมาณสูงสุดของพลาสมาผงที่ใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ได้ คือ 12% ที่ 20% ผลิตภัณฑ์ที่ได้สีซีด และผู้บริโภคไม่ยอมรับ Seideman และคณะ (1979) ศึกษาการใช้พลาสมาผงปริมาณ 1% ในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ ground beef patties และรายงานว่าพลาสมาช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านลักษณะ เนื้อสัมผัสและกลิ่น โดยทำให้ชิ้นเนื้อบดยึดติดกันแน่นดีขึ้น Terrell และคณะ (1979) ทดลองใช้พลาสมาผงผสมเนื้อบดในการทำไส้กรอก frankfurter ในปริมาณ 1% และ 5% พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้แตกต่างกันมาก ในด้านความรู้สึกระหว่างเคี้ยว ความชุ่มน้ำ และ ความยืดหยุ่น (elasticity) แต่ไม่แตกต่างในด้านสี กลิ่นรส ตัวอย่างที่มีพลาสมาผง 5 % มีคุณภาพดีกว่า และผู้บริโภคยอมรับมากกว่า

พลาสมา นอกจากใช้ได้ดีในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แล้ว ยังมีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เพื่อช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ลดต้นทุนการผลิต และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏดีอีกด้วย Bates,Fan และMurphy (1974) ผลิตขนมปังโดยใช้เลือดสุกรสด ทดแทนส่วนที่เป็นน้ำในสูตรขนมปังในปริมาณ 1/3 และ 2/3 และรายงานว่าขนมปังที่ได้สีคล้ำ ค่าการขึ้นฟูต่ำ ผู้บริโภคไม่ยอมรับ แต่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่า โดยตัวอย่างที่มีเลือดสุกรผสมอยู่ในปริมาณ 1/3 มีค่า Protien Efficiency Ratio (PER)เพิ่มขึ้นจาก 0.75 เป็น 1.79 เมื่อเทียบกับขนมปังธรรมดา และปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 11.5 % เป็น 19.2 % Khan,Rooney และDill

(1979) ผลิตขนมปัง และเค้ก โดยใช้พลาสมาผงทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมของขนมปัง ในปริมาณ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 % ตามลำดับ และใช้พลาสมาผงทดแทนไข่ขาวผงในส่วนผสมของ angel cake ในปริมาณ 0, 10, 20 และ 30 % ตามลำดับ พบว่าพลาสมาผงช่วยทำให้ขนมปัง และเค้กขึ้นฟูดี ในขนมปังใช้พลาสมาผงทดแทนแป้งสาลีได้ 6 % โดยผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ถ้าใช้มากกว่า 6 % ขนมปังที่ได้จะมีเปลือก (crust) สีเข้มเกินไป และขึ้นฟูมากเกินไปจนผู้บริโภคไม่ยอมรับ การใช้พลาสมาผงในขนมปังนอกจากจะช่วยในด้านการขึ้นฟูแล้ว ยังช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีน และไลซีน (lysine)ในผลิตภัณฑ์ด้วย โดยขนมปังที่มีพลาสมาโปรตีนผง 2 % มีโปรตีนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับขนมปังธรรมดา จาก 9 % เป็น 15 % และไลซีนเพิ่มขึ้นจาก 3 % เป็น 75 % สำหรับในผลิตภัณฑ์เค้กใช้พลาสมาผงทดแทนแป้งได้ 20% โดยผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค Johnson,Havel และHoseney (1979) เปรียบเทียบการใช้พลาสมาสด กับไข่ขาว ในการผลิต white layer cake พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้พลาสมาสดมีคุณภาพ และการยอมรับจากผู้บริโภค ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่ขาว ที่ทุก ๆ ปริมาณโปรตีนที่ใช้ นอกจากนั้นราคาของผลิตภัณฑ์ที่ใช้พลาสมาสดเป็นส่วนผสมยังถูกกว่าอีกด้วย

ไส้กรอกอิมัลชั่น

ไส้กรอกอิมัลชั่น เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ไม่ใช่ emulsion ที่แท้จริง การที่เรียกผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ว่า ไส้กรอกอิมัลชั่น ก็เพราะเนื้อสัมผัสมีลักษณะคล้าย emulsion ชนิดไขมันในน้ำ โดยโปรตีน actin และ myosin ในเนื้อสัตว์ซึ่งละลายในน้ำเกลือ เมื่อผ่านกรรมวิธีในกระบวนการผลิตที่ภาวะเหมาะสม จะละลายออกจากเนื้อเยื่อในปริมาณมากพอที่จะหุ้มอนุภาคไขมันซึ่งกระจายตัวอยู่ทั่วไปในส่วนผสม (sausage batter) โครงสร้างดังกล่าวเมื่อผ่านการให้ความร้อน ในขั้นตอนการรมควัน และการทำให้สุก โปรตีนจะ coagulate ได้ protein matrix ที่เสถียร และมีอนุภาคไขมันกระจายอยู่ภายใน matrix ในการผลิตไส้กรอกอิมัลชั่น ปริมาณโปรตีนที่สกัดออกจากเนื้อเยื่อได้มีความสำคัญกับคุณภาพผลิตภัณฑ์ ปัจจัยที่มีผลกับการสกัดโปรตีน ได้แก่ ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ มีรายงานว่าเกลือ 4% สกัดโปรตีนออกได้สูงสุด แต่รสชาติผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเค็มจัดเกินไป จึงนิยมใช้ในปริมาณ 2-3% โปรตีนที่สกัดได้นี้หา

หน้าที่เป็นสาร emulsifier นอกจากปริมาณเกลือแล้ว ปัจจัยอื่นที่มีผล ได้แก่ pH, ionic strength และอุณหภูมิระหว่างการสกัด (Kramlich, Pearson และ Tauber,1980) Swift และSulzbacher(1963) พบว่า sarcoplasmic proteins ซึ่งเป็นโปรตีนละลายได้ในน้ำ มีสมบัติเป็นสาร emulsifier ที่ดีที่สุด ที่ pH 5.2 ส่วน myofibrillar proteins ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือ สกัดออกจากเนื้อเยื่อได้ดีที่สุดที่ pH 5.4-6.2 และทำหน้าที่เป็น สาร emulsifier ที่ดีได้ในช่วง pH 6.0-6.5

อุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการสกัดโปรตีน และความคงตัวของ emulsion ในช่วงการสับเนื้อกับเกลือบริเวณอุณหภูมิของส่วนผสมไม่ควรเกิน 4°C ที่อุณหภูมิ 4°C จะสกัด myofibrillar proteins ออกจากเนื้อเยื่อได้มากที่สุด ในช่วงหลังของการสับ เมื่อเติมเครื่องปรุง และไขมันลงในส่วนผสมอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้น การ emulsify ไขมันของโปรตีนจะเกิดได้ดีขึ้น และในช่วงสุดท้ายของการสับอุณหภูมิไม่ควรสูงเกิน 16°C เพราะอิมัลชั่นที่ได้จะไม่เสถียรและแตกตัวได้ ในขั้นตอนการให้ความร้อนระหว่างและหลังการรมควัน เนื่องจากโปรตีนและน้ำแยกออกจากกัน ไม่สามารถสร้างตาข่ายล้อมอนุภาคไขมันไว้ได้ (Frank,1960)

สาร emulsifiers ที่ใช้เป็นสารเจือปนในไส้กรอกอิมัลชั่น เพื่อช่วยเพิ่มเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนจากพืชและสัตว์ที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ (non meat proteins) สารเหล่านี้ ได้แก่ โปรตีนถั่วเหลืองชนิดต่าง ๆ sodium caseinate นมผงขาดมันเนย โปรตีนข้าวสาลี โปรตีนจากเลือด และพลาสมาโปรตีน โปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ และสามารถเกิดการดูดซับอยู่ระหว่างผิวของน้ำมันและน้ำได้ โดยโปรตีนใช้ส่วนที่เป็นหางยาว (train) ซึ่งเป็นส่วนที่ชอบน้ำมันยึดติดกับผิวของหยดน้ำมัน และเหลือส่วนหาง (tail) และวง (loop) ซึ่งเป็นส่วนที่ชอบน้ำเคลื่อนไหวอิสระในน้ำ เมื่อหยดน้ำมันเคลื่อนเข้าชิดกัน จะเกิดแรงกระทำระหว่างส่วนหางและวง ทำให้เกิดโครงสร้างของอิมัลชั่นแบบน้ำมันในน้ำได้ (Friberg,1976)

Pearson และคณะ (1965) ศึกษาความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชั่น และความคงตัวของอิมัลชั่น ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ซึ่งใช้ soy sodium proteinate, potassium caseinate และนมผงปราศจากไขมัน เป็นสาร emulsifiers พบว่า soy sodium proteinate และ potassium caseinate ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ที่ pH 10.5 และค่า

ionic strength 0.05 Janky และ Riley (1977) ศึกษาผลของ structured soy protein (SSP) ต่อความคงตัวของอิมัลชั่น 2 ชนิด ที่ผลิตจากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องจากส่วนคอไม่รวมหนัง (UCN) ซึ่งประกอบด้วย ไขมัน 23% โปรตีน 12% และเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องจากส่วนคอรวมหนัง (SCN) ซึ่งประกอบด้วย ไขมัน 11% โปรตีน 16% ร่วมกับ SSP ในปริมาณ 19% พบว่า การเติม SSP มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชั่นจาก UNC แต่ไม่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชั่นจาก SCN โดยที่ SSP ในอิมัลชั่นช่วยลดอุณหภูมิระหว่างสับและเวลาในการผสม Inklaar และ Fortuin (1969) อธิบายว่า ในการผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นไขมันจะแยกตัวออกมา 8.2% เมื่อไม่ได้เติมโปรตีนจากแหล่งอื่น แต่เมื่อเติม ISP 2 % ไขมันจะแยกตัวออกมาเพียง 0.4% และเมื่อเติม sodium caseinate 2% ไขมันจะแยกตัวออกมาเพียง 2.3% Lin และ Zayas (1987) พบว่าในการผลิตไส้กรอก frankfurter ไขมันและน้ำจะแยกตัวออกจากอิมัลชั่น 4.77% และ 20.43% ตามลำดับ เมื่อไม่ได้เติมโปรตีนจากแหล่งอื่น แต่เมื่อเติม corn germ protein powder ในปริมาณ 2% ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีไขมันและน้ำแยกตัวออกจากอิมัลชั่น 4.57% และ 16.57% ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่า corn germ protein powder ช่วยทำให้เม็ดไขมัน (fat globules) ในไส้กรอก frankfurter กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ โดยโปรตีนจะไปล้อมรอบเม็ดไขมันไว้ ทำให้ไขมันไม่เกิดการจับเกาะกัน (coalescense) เป็นเม็ดขนาดใหญ่ จะเห็นได้ว่าการเติมโปรตีนจากแหล่งอื่น ได้แก่ SSP, soy sodium proteinate, ISP, potassium caseinate, corn germ protein powder และแป้งปราศจากไขมัน ช่วยปรับปรุงความคงตัวของอิมัลชั่น ความสามารถในการอุ้มน้ำ และปริมาณผลผลิตในไส้กรอกอิมัลชั่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย