บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

มายองเนสเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว เตรียมจากน้ำมันบริโภค (edible oil) กรดอะซิติก (acetic acid) ไข่แดง และอาจมีเกลือ ผงมัสตาร์ด สารให้ความหวาน เครื่องเทศ และสารแต่งกลิ่นรสอื่นๆ เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ปริมาณน้ำมันต้องมีไม่ต่ำกว่า 65% ไข่อาจใช้เฉพาะไข่แดงหรือไข่ทั้งฟอง ในรูปของเหลว ผง หรือแช่แข็ง กรดอะซิติกให้กลิ่นรสและช่วยป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ อาจใช้กรดซิตริก (citric acid) หรือกรดมาลิก (malic acid) แทนกรดอะซิติกได้แต่ต้องไม่เกิน 25% ของกรดอะซิติก (FDA,1992) เครื่องเทศที่ใช้ ได้แก่ แซฟฟรอน (saffron) ขมิ้น พริกหยวก และมัสตาร์ด ซึ่งมีข้อกำหนดว่าต้องไม่ทำให้สีของไข่แดงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้เอทธิลีนไดอะมีนเตตระอะซิเตต (ethylenediamine tetraacetate; EDTA) ซึ่งเป็นสารจับโลหะ (sequestrant) ในปริมาณ 75 ส่วนในล้านส่วน เพื่อชลอการเกิดออกซิเดชัน (oxidation) ของน้ำมัน และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตมายองเนส

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมายองเนส ได้แก่ น้ำมันบริโภค กรดอินทรีย์ ไข่แดง และเครื่องปรุงรส (seasoning) นอกจากนี้ในการผลิตมายองเนสไขมันต่ำอาจมีการใช้สารให้ความคงตัว (stabilizer) สารทดแทนไขมัน (fat substitute) และสารอิมัลซิไฟเออร์อื่นร่วมด้วย

น้ำมัน น้ำมันที่ใช้ผลิตมายองเนส ได้แก่ น้ำมันมะกอก น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันเมล็ดฝ้าย ที่อาจมีการผ่านกระบวนการไฮโดรจีเนชัน (hydrogenation) เพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นหืน และกระบวนการวินเทอร์ไรเซชัน (winterization) เพื่อแยกไตรกลีเซอร์ไรด์ (triglycerides) ที่หลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงออกไป ทำให้ได้น้ำมันที่ใส เมื่อเก็บไว้ในภาวะที่ 5-10 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิตู้เย็น (Weiss, 1970) การผลิตมายองเนสโดยทั่วไปนิยมใช้น้ำมันถั่วเหลือง เนื่องจากมีราคาถูกและไม่เป็นไขเมื่อเก็บที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส จากการที่น้ำมันถั่วเหลืองมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณมาก

จึงป้องกันการเสียสภาพอิมัลชันเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่ำ (Wiess, 1970) น้ำมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัวปริมาณมาก เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วลิสง มีการนำมาใช้น้อย เพราะให้อิมัลชันที่เสียสภาพได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำ (Allen et al.,1982) ปริมาณของน้ำมันเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อเสถียรภาพของอิมัลชัน การใช้น้ำมันมากหรือน้อยเกินไปจะทำให้อิมัลชันไม่คงตัว (Kare and Stig, 1990) ปริมาณน้ำมันที่มากเกินไปอาจทำให้อิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำเกิดการกลับวัฏภาค (phase reversion) ขณะที่ปริมาณน้ำมันซึ่งน้อยเกินไปทำให้ผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำมันในน้ำมีความหนืดต่ำและแยกชั้นได้ง่าย (Paul,1966)

ไข่ เป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตอิมัลชัน โดยไข่แดงทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ ไข่แดงประกอบด้วย ไตรกลีเซอร์ไรด์และฟอสโฟไลปิด (phospholipid) ในอัตราส่วน 2 : 1 ซึ่งเป็นไตรกลีเซอไรด์อิ่มตัว 30% ฟอสโฟไลปิดในไข่แดงซึ่งทำให้ไข่แดงมีสมบัติเป็นสารอิมัลซิไฟล์เออร์ ประกอบด้วยเลซิทิน (lecithin) 60% เซฟาลิน (cephalin) 25% (Matz, 1972) ไข่ขาวช่วยทำให้อิมัลชันคงตัวได้โดยการเกิดโครงสร้างโปรตีนที่แข็งแรงในภาวะที่มีกรด (Fluckiyer, 1966) ในทางอุตสาหกรรมเมื่อต่อยไข่แล้วจะแยกไข่แดงออกจากไข่ขาว เนื่องจากไข่ขาวให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นฟอง แต่เป็นการยากมากที่จะแยกไข่ขาวออกจากไข่แดงได้ทั้งหมด โดยปกติไข่แดงมีของแข็ง 43% การใช้ไข่ทั้งฟองจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนืดเพียงเล็กน้อย ถ้าสามารถควบคุมให้มีปริมาณของแข็งจากไข่แดงได้เท่ากัน (Wiess, 1970)

ไข่ที่ใช้อาจเป็นไข่สด ไข่ผง หรือไข่แช่แข็ง ไข่สดจะให้เนื้อสัมผัสอ่อน แต่อาจแข็งขึ้นเมื่อเก็บไว้นาน (Kilgore, 1935) โปรตีนของไข่แดงจะเป็นเจล (gel) เมื่อนำไปแช่แข็ง จะเกิดเจลเร็ว ถ้าเก็บไว้ที่ 29 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปแช่แข็งที่ –18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ไข่แดงที่เกิดเจลแล้วจะมีลักษณะเนื้อคล้ายยาง และกระจายตัวได้ไม่ดีในอิมัลชัน การป้องกันการเกิดเจลของไข่แดงแช่แข็งทำได้โดยการเติมสารละลายเกลือ 10 % และไข่ขาวเล็กน้อยก่อนนำไปแช่แข็ง นอกจากนี้เกลือยังทำให้ช่วยป้องกันการเสียจากจุลินทรีย์ได้ด้วย (Smittle,1977) ไข่แดงผงกระจายตัวค่อนข้างดีในอิมัลชัน และให้อิมัลชันที่มีความหนืดสูงกว่าเมื่อใช้ไข่แดงแช่แข็งที่มีของแข็งเท่ากัน โดยทั่วไปการใช้ไข่แดงผงที่มีของแข็งเพียง 95% ของของแข็งในไข่แดงแช่แข็งจะให้ความหนืดแก่อิมัลชันได้ในระดับใกล้เคียงกัน (Slosberg,1968) ไข่แดงให้สีเหลืองแก่อิมัลชัน ซึ่งสีของไข่แดงขึ้นกับอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ สีของไข่แดงจึงเปลี่ยนไปตามแหล่งผลิต วิธีการเลี้ยงและฤดูกาล ถ้าต้องการให้ไข่มีสีเหลืองเข้ม ผู้เลี้ยงจะใส่แซนโทฟิลล์ (xanthophyll) ลงในอาหารไก่ (Matz, 1972)

<u>กรดอินทรีย์</u> กรดอินทรีย์ที่ใช้ในมายองเนส นอกจากให้กลิ่นรสแล้วยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ป้องกันการเสียจากจุลินทรีย์ โดยทั่วไปนิยมใช้น้ำส้มสายชู ซึ่งมีกรดอะซิติกที่สามารถลดความต้านทานความร้อนของ *Salmonella sp.* ที่ปนเปื้อน (Weiss, 1983) แต่อาจทำให้สมบัติในการเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ของไข่แดงลดลง ในระหว่างกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชัน (pasteurization) น้ำส้มสายชูที่ใช้ควรมีการกำจัดโลหะออกไป เพราะโลหะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน น้ำส้มสายชูไซเดอร์ (cider vinegar) และน้ำส้มสายชูมอลท์ (malt vinegar) ให้กลิ่นรสที่ดีแต่มีราคาแพงและสีคล้ำกว่าน้ำส้มสายชูกลั่น เมื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์จะทำให้มีสีคล้ำ อาจใช้ถ่านผงกรองเพื่อฟอกสีน้ำส้มสายชูไซเดอร์และน้ำส้มสายชูมอลท์ แต่จะทำให้กลิ่นที่ดีถูกกำจัดออกไปบางส่วนด้วย (Weiss, 1970) นอกจากน้ำส้มสายชูแล้วยังอาจใช้กรดซิตริกหรือน้ำมะนาวซึ่งให้กลิ่นรสดีแทนกรดอะซิติกได้ แต่ต้องไม่เกิน 25% ของปริมาณกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชู (FDA,1992)

<u>สารอิมัลซิไฟเออร์</u> กลไกของสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ทำให้อิมัลชันมีความคงตัว ได้แก่ การลดความตึงผิวสัมผัสระหว่างหน้าของน้ำกับน้ำมัน (interfacial tension) ทำให้เกิดการกระจายตัวระหว่างกัน โมเลกุลของสารอิมัลซิไฟเออร์สามารถก่อตัวเป็นฟิล์ม (film) ที่ผิวของอนุภาคไขมัน ป้องกันการรวมตัวกันระหว่างอนุภาคไขมัน นอกจากนี้สารอิมัลซิไฟเออร์ชนิดที่มีประจุจะทำให้เกิดประจุไฟฟ้ารอบอนุภาคภายใน ทำให้เกิดแรงผลักกันเนื่องจากการมีประจุชนิดเดียวกัน จึงป้องกันการรวมตัวกันระหว่างอนุภาคภายในได้ โครงสร้างที่สำคัญของสารอิมัลซิไฟเออร์ คือ มีหมู่ที่ชอบน้ำ (hydrophilic group) และหมู่ที่ชอบน้ำมัน (lipophilic group) อยู่ภายในโมเลกุลเดียวกัน โดยที่สองหมู่นี้ไม่จำเป็นต้องมีประสิทธิภาพเท่ากัน (Matz,1972) สารอิมัลซิไฟเออร์แบ่งออกได้หลายประเภท โดยถือการเกิดประจุเมื่อละลายน้ำเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งได้เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ที่มีประจุบวก (cationic emulsifier) สารอิมัลซิไฟเออร์ที่มีประจุลบ (anionic emulsifier) สารอิมัลซิไฟเออร์ที่มีทั้งประจุบวกและประจุลบ (amphoteric emulsifier) และสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ไม่มีประจุ (non – ionic emulsifier) สารเหล่านี้จะทำงานได้ดีที่ pH ต่างกัน กล่าวคือประเภทที่มีประจุบวกทำงานได้ดีที่ pH เป็นกลางถึงกรด พวกที่มีประจุลบจะทำงานได้ดีที่ pH เป็นกลางถึงด่าง สารที่มีทั้งประจุบวกและลบจะทำงานได้ดีทุก pH แต่จะไม่มีประสิทธิภาพที่จุดไอโซอิเล็กตริก (isoelectric point) ส่วนสารตัวอย่างที่ไม่มีประจุจะทำงานได้ดีทุก pH (Kare and Stig, 1990) การใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ร่วมกันอาจมีประสิทธิภาพด้อยลง ถ้าสารเหล่านั้นมีประจุตรงข้ามกัน และเกิดการทำให้เป็นกลาง (Pomeranz, 1985) อิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำที่ใช้สแปน 80 (Span® 80; sorbitan monooleate) ผสมกับทวีน® 40

(Tween®40; polyoxyethylene sorbitan monopalmitate) จะมีความคงตัวดีกว่าอิมัลซันที่ใช้สแปน®20 (Span® 20; sorbitan monolaurate) ผสมกับทวีน®20 (Tween® 20; polyoxyethylene sorbitan monolaurate) เนื่องจากส่วนของโมเลกุลที่ละลายน้ำได้ดีในสแปน®80 จะทำให้โมเลกุลของทวีน®40 ถอนตัวจากหยดน้ำมันเล็กน้อย ทำให้โมเลกุลของสารอิมัลซิไฟเออร์ผสมสามารถเรียงตัวเป็นฟิล์มได้สมบูรณ์ (Dickinson and Stainsby,1982) การเลือกใช้สารอิมัลซิไฟเออร์จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของอิมัลซัน สารอิมัลซิไฟเออร์ที่มีสัดส่วนของส่วนชอบน้ำต่อส่วนชอบน้ำมัน (hydrophilic–lipophilic balance หรือ HLB) ต่ำเหมาะสมสำหรับอิมัลซันประเภทน้ำในน้ำมัน สารอิมัลซิไฟเออร์ที่มีค่า HLB ปานกลาง เหมาะสมสำหรับอิมัลซันประเภทน้ำมันในน้ำ และสารอิมัลซิไฟเออร์ที่มีค่า HLB สูง เหมาะสมสำหรับการละลายน้ำมันในน้ำ (Sherman, 1968) สารอิมัลซิไฟเออร์ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร ได้แก่ เลซิทิน โซเดียมสเตียโรอิล-แลกทิเลต (sodium stearoyl-lactylate) โพลีซอร์เบต (polysorbate) โมโนไดกลีเซอไรด์ (monodiglyceride) แคลเซียมสเตียโรอิล-แลกทิเลต (calcium stearoyl-lactylate) ซอร์บิแทนโมโนสเตียเรต (sorbitan monostearate)

<u>สารให้ความคงตัว</u> มีความจำเป็นต้องใช้ในการผลิตมายองเนสไขมันต่ำ เพื่อเพิ่มความหนืด และป้องกันการแยกชั้นน้ำกับน้ำมัน สารให้ความคงตัวตัวมีทั้งประเภทโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ประเภทโปรตีน ได้แก่ โปรตีนหางนม (whey protein) เคซีน (casein) โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (soy protein concentrate) โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (soy protein isolate) และอื่นๆ ประเภทคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาลี และแป้งข้าวโพด (Weiss,1970)

โปรตีนหางนมเป็นส่วนที่เหลือภายหลังจากการแยกเคซีนออกจากน้ำนม โปรตีนหางนมประกอบด้วย เบต้า-แลคโตโกลบูลิน (β-lactoglobulin) อัลฟา-แลคตัลบูมิน (α-lactalbumin) เอนไซม์ โปรทีโอส เปปโทน (proteose peptone) โปรตีนหางนมสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงถึง 63 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลา 30 นาทีหรือ 70องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที โดยไม่ถูกแปลงสภาพธรรมชาติ (denature) แต่อุณหภูมิสูงขึ้นโปรตีนหางนมจะเริ่มแปลงสภาพธรรมชาติ และถูกแปลงสภาพหมดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (Schmidt and Morris,1984)

เคซีนเป็นโปรตีนที่แข็งตัวได้ด้วยกรดและเอนไซม์ เรนเนท (rennet) เคซีนแบ่งได้เป็น อัลฟา-เคซีน (α-Casein) เบต้า-เคซีน (β-casein) และแคปปา-เคซีน (K-Casein) เคซีนอยู่ในรูปอนุภาคคอลลอยด์ขนาดค่อนข้างใหญ่ที่เรียกว่าไมเซลล์ (micelle) ประกอบด้วยไอออนโปรตีนและ

เกลือ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกลือแคลเซียมและฟอสฟอรัส เมื่อรวมกับไขมันในเซลล์จะทำให้น้ำมันมีสีขาวอมเหลือง (Schmidt and Morris,1984)

โปรตีนถั่วเหลืองมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบ 40-43% และคาร์โบไฮเดรต 34-36 % (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522: 11(4)) โปรตีนส่วนใหญ่ในถั่วเหลืองไม่ละลายน้ำที่จุดไอโซอิเล็กตริก(pH 5-4) เกลือช่วยทำให้โปรตีนละลายน้ำได้มากขึ้น โปรตีนถั่วเหลืองที่เข้มข้นได้จากแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน ที่แยกคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้และสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำออกไป ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองที่เข้มข้นมีโปรตีนประมาณ 70% โดยน้ำหนักแห้ง กระบวนการผลิตโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นมี 3 วิธี ได้แก่ การใช้สารละลายแอลกอฮอล์ละลายน้ำตาลซูโครส (sucrose) ราฟฟิโนส (raffinose) สตาชิโอส (stachyose) และส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนออกเหลือแต่ส่วนโปรตีนและพอลีแซคคาไรด์ วิธีที่สอง ได้แก่ การใช้สารละลายกรดเจือจางละลายน้ำตาลออก ทำให้เป็นกลางแล้วทำให้แห้ง วิธีที่สามได้แก่ การใช้ความชื้นหรือไอน้ำทำให้โปรตีนแปลงสภาพจนไม่ละลายน้ำแล้วใช้น้ำล้างน้ำตาลและสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำออก โปรตีนถั่วเหลืองอีกชนิดคือโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ซึ่งมีโปรตีนสูงถึง 90% โดยน้ำหนักแห้ง ได้จากการสกัดแยกโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมันด้วยสารละลายด่าง pH 10-11 แล้วตกตะกอนโปรตีนที่สกัดได้โดยปรับ pH ให้อยู่ในช่วงไอโซอิเล็กตริก (pH 4-5) แยกตะกอนโปรตีนออกแล้วทำให้แห้งหรือปรับ pH ให้เป็นกลางก่อนทำแห้ง (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522: 11(4)) โปรตีนถั่วเหลืองส่วนที่ละลายได้ในน้ำเกลือ มีสมบัติเป็นสารลดความตึงระหว่างหน้าของน้ำมันกับน้ำทำให้ของเหลวทั้งสองกระจายตัวอยู่ได้โดยไม่มีการแยกชั้น ความอยู่ตัวของอิมัลซัลประเภทน้ำมันในน้ำที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองแปรผันตามความสามารถในการละลายน้ำ (protein dispersibility index ;PDI) ของโปรตีนถั่วเหลือง, pH และอุณหภูมิ โดย pH ใกล้จุดไอโซอิเล็กตริก(pH 4.6) ความสามารถในการเป็นสารลดความตึงระหว่างหน้าของโปรตีนถั่วเหลืองจะต่ำสุด เพราะโปรตีนละลายได้น้อยแต่สมบัติดังกล่าวนี้จะสูงขึ้นเมื่อ pH เป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อย (Volkert and Klein ,1979 อ้างถึงในสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร,2522: 11(4)) การให้ความร้อนสารละลายโปรตีนถั่วเหลืองสกัดความเข้มข้นมากกว่า 7% ที่อุณหภูมิสูงกว่า 65 องศาเซลเซียสจะทำให้โปรตีนเกิดการแปลงสภาพและมีการเชื่อมกันระหว่างโมเลกุลมากขึ้น เมื่อทำให้เย็นจะเกิดการเป็นเจลหรือโครงสร้างตาข่าย ที่สามารถเก็บกักน้ำและไขมันได้ (Catsimpoolas and Meyer,1970 อ้างถึงใน สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร,2522: 11(4)) ความแข็งแรงของเจลขึ้นกับความเข้มข้นของสารละลายโปรตีน อุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน

ที่ความเข้มข้น 8-14 % โปรตีนเริ่มเกิดเจลได้เมื่อได้รับความร้อน 70-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-30 นาที หากสูงกว่า 125 องศาเซลเซียส การแปลงสภาพจะเกิดมากจนไม่สามารถเกิดเจลได้ สารละลายโปรตีนเข้มข้น 8,10,12% มีความหนืดสูงสุดเมื่อให้ความร้อน 80,100 และ 110 องศาเซลเซียส ตามลำดับเป็นเวลา 30 นาทีเท่ากัน สำหรับสารละลายโปรตีนเข้มข้น 8 % ถ้าให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีความหนืดจะลดลง ในทางตรงข้ามสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง 16-20% ถ้าให้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ก็เพียงพอที่จะทำให้เกิดเจลที่แข็งแรงได้ (Circle et al, 1964 อ้างถึงใน สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร,2522: 11(4)) pH มีผลต่อความแข็งแรงของเจลเช่นกัน ที่ pH 1.2, 2.0 และ 10.0 เจลมีความแข็งแรงต่ำ และสูงขึ้นเมื่อ pH เป็นกลางหรือด่างเล็กน้อย (Catsimpoolas and Meyer, 1970 อ้างถึงใน สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2522: 11(4)) หากมีสารที่สลายพันธะ ได้แก่โซเดี่ยมซัลไฟต์ (sodium sulfite) และซีสเตอีน (cysteine) จะทำให้ความหนืดของสารละลายลดลง (Circle and Meyer,1964 อ้างถึงใน สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร,2522: 11(4))

แป้งมันสำปะหลัง ผลิตจากส่วนหัวของมันสำปะหลัง ประกอบด้วยโมเลกุลของพอลีแซคคาไรด์ 2 ชนิด คือ อไมโลส (amylose) และอไมโลเพคติน (amylopectin) โมเลกุลอไมโลสละลายน้ำได้ดีขณะต้ม และมีลักษณะขุ่น ความหนืดต่ำ แต่เมื่ออุณหภูมิลดลงจะเกิดการคืนตัวได้มาก ส่วนโมเลกุลอไมโลเพคติน ขณะต้มในน้ำจะใสและเหนียวเหนอะ จึงมีความหนืดสูง เมื่ออุณหภูมิลดลงจะเกิดการคืนตัวน้อยเพราะโมเลกุลมีกิ่งก้านมากจึงรวมตัวกันได้ยาก

แป้งข้าวโพด ได้จากการบดเมล็ดข้าวโพดชนิดแข็งหรือนิ่ม เม็ดแป้งจากเมล็ดข้าวโพดที่แข็งมีขนาดเล็กและมีความกลมน้อยกว่าเม็ดแป้งจากเมล็ดข้าวโพดนิ่ม แป้งข้าวโพดมีระดับการเกิดพอลิเมอร์ (degree of polymerization) ของสายอไมโลสเท่ากับ 800 และระดับการเกิดพอลิเมอร์ของสายอไมโลเพคตินเท่ากับ 2,000,000 มีช่วงอุณหภูมิการเกิดเจล (gelatinization temperature) ที่ 61-70 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับแป้งชนิดอื่น โดยทั่วไปแป้งข้าวโพดมีอไมโลส 28% จึงต้องใช้อุณหภูมิสูงเพื่อเกิดเจล เพราะอไมโลสเป็นพอลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) สายตรง จึงมีการเรียงตัวของโมเลกุลแน่นมีช่องว่างน้อยน้ำจึงแทรกตัวเข้าไปได้ยากต้องใช้พลังงานความร้อนสูง เพื่อให้โมเลกุลแยกตัวออกให้น้ำแทรกตัวเข้าไปได้ สำหรับแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn starch) มีอไมโลสน้อยมากแต่มีอไมโลเพคตินถึง 99 % จึงเกิดเจลได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำกว่าแป้งข้าวโพดธรรมดา แป้งข้าวโพดธรรมดาที่ผ่านการเกิดเจลแล้วเมื่อทิ้งให้เย็นลงจนเกิดการคืนตัว ค่าความหนืดของแป้งที่คืนตัวจะมี

ค่าสูงขึ้น แต่ไม่พบลักษณะเช่นนี้ในแป้งข้าวโพดเหนียว (Dudley,Anderson and Yutzy,1958)

แป้งสาลี จำแนกออกเป็น 3 ชนิด คือ แป้งชนิดแข็ง (hard flour) มีโปรตีน 12-14% และเถ้า0.4-0.5% ชนิดที่สองคือแป้งชนิดอ่อน (soft flour) มีโปรตีนต่ำประมาณ 7-9 % และเถ้าต่ำกว่า 0.4 % แป้งสาลีชนิดสุดท้ายได้แก่แป้งเอนกประสงค์ (medium flour) มีโปรตีนปานกลาง 10-11 % เป็นแป้งที่เกิดจากการผสมระหว่างแป้งชนิดแข็งกับชนิดอ่อนในอัตราส่วนที่พอเหมาะ (Matz,1972) โปรตีนในแป้งสาลีที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ที่กำหนดคุณภาพของแป้งคือ ไกลอะดิน (gliadin) และกลูเตนิน (glutenin) เมื่อรวมตัวกับน้ำโปรตีนทั้งสองจะรวมตัวกันเกิดเป็นโครงสร้างกลูเตน (gluten) ที่มีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น (Pyler,1973)

<u>สารทดแทนไขมัน</u> เป็นสารที่ผลิตจากโปรตีนหรือคาร์โบไฮเดรตมีสมบัติให้ความลื่นความหนืด การปลดปล่อยกลิ่นรสภายในปาก แต่ให้พลังงานที่ต่ำกว่าไขมัน (Anon, 1989) การผลิตสารที่ใช้เป็นตัวแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำได้ค่อนข้างยาก เพราะนอกจากสมบัติที่กล่าวมาแล้ว ไขมันยังมีผลกระทบต่อสมบัติทางฟิสิกส์ของอาหารและปฏิกิริยาทางด้านเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตอาหาร อาทิ ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบมีความนุ่ม โดยทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่น (lubricant) ป้องกันไม่ให้เกิดการพัฒนาของกลูเตนมากไปในช่วงการขึ้นรูป และไขมันช่วยเพิ่มปริมาตรระหว่างการอบ โดยการช่วยกักเก็บฟองอากาศไว้ในก้อนโด (dough) นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเคลื่อนที่ของน้ำจากโปรตีนไปยังเม็ดแป้ง ซลอการสุกของแป้ง จึงป้องกันการแข็งตัวของผลิตภัณฑ์ได้ ไขมันสารทดแทนไขมันแบ่งตามแหล่งที่มาได้ 3 ประเภท คือ สารที่ผลิตจากโปรตีน (protein-based substitute) ไขมัน (fat-based substitute) และคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate-base substitute) แต่ที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัด ได้แก่ สารทดแทนไขมันจากโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต (Anon.1989)

สารทดแทนไขมันที่ทำมาจากโปรตีนชนิดที่ใช้กันแพร่หลาย คือ ซิมเพลส® (Simplesse®) ให้พลังงานเพียง 1-2 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม ผลิตมาจากไข่ขาวและ/หรือโปรตีนหางนมโดยกระบวนการไมโครพาติคูเลชัน (microparticulation) ซึ่งใช้ความร้อนและแรงเฉือนสูง ทำให้โปรตีนที่แข็งตัว เป็นรูปทรงกลมขนาดเล็กกว่าที่ลิ้นจะรู้สึกได้ จึงทำให้เกิดความรู้สึกข้นเป็นครีมเหมือนลักษณะที่ได้จากไขมัน ซิมเพลส® สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์นม รวมทั้งผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลัก ได้แก่ ไอศกรีม โยเกิร์ต ซีสสเปรด ครีมชีส ครีมเปรี้ยว น้ำสลัดชนิดใส มายองเนส และเนยเทียม (Anon., 1989) นอกจากนี้ยังมีไฟบริม® (Fibrime®) ที่ผลิตได้จากโปรตีนถั่วเหลืองและมีสมบัติเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ จึงเหมาะที่จะใช้ในอาหารที่มีปริมาณไขมันต่ำ (Buss, 1993)

สารทดแทนไขมันที่ทำมาจากคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ กัม (gum) แป้งดัดแปร (modified starch) และมอลโทเด็กซ์ทริน (maltodextrin) จากแป้งชนิดต่างๆ เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด (Hui,1996)

กัมเป็นอนุภาคที่กระจายตัวได้ดีได้ในน้ำและไม่ละลายในส่วนของน้ำมัน กัมจะให้ความหนืดแก่อิมัลชันและบางชนิดให้ลักษณะเจลแก่ผลิตภัณฑ์ ป้องกันไม่ให้สารแขวนลอยตกตะกอนและป้องกันไม่ให้อนุภาคภายในจับตัวกันทำให้อิมัลชันมีเสถียรภาพดี (Glicksman, 1982) กัมใช้แทนสารอิมัลซิไฟเออร์ได้ทั้งหมดไม่ได้ จึงต้องใช้ร่วมกับสารอิมัลซิไฟเออร์ที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดอิมัลชันที่ดี (Weiss,1970) กัมที่ใช้ได้ในอาหารมีหลายชนิด ได้แก่ กัวร์กัม (guar gum), โลคัสบีนกัม (locust bean gum) แซนแทนกัม (xanthan gum) กัมอะคาเซีย (gum acacia) และ กัมทาร์กาคานท์ (targacant) ชนิดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอิมัลชัน ได้แก่ แซนแทนกัม Tanaka และ Fukuda (1976) รายงานว่าสลัดครีมที่ใช้แซนแทนกัมมีความหนืดและความหยุ่น (elasticity) สูงกว่าสลัดครีมที่มีแป้งข้าวโพด กัวร์กัม หรือทาร์กาคานท์ เป็นส่วนผสม เมื่อใช้ในระดับความเข้มข้นเท่ากัน Hennock (1984) พบว่าอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำที่มีน้ำมันถั่วเหลืองเพียง 20% และแซนแทนกัม 1% ไม่เกิดการแยกชั้นน้ำกับน้ำมัน และกัมยังช่วยลดขนาดอนุภาคไขมันของอิมัลชันได้ จากการทดลองของ Pettitt และคณะ (1995) แสดงให้เห็นว่าอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำที่ผลิตจากน้ำมันถั่วเหลือง 40% ที่ใช้แซนแทนกัม 0.33% จะมีความหนืดสูงกว่าอิมัลชันที่ใช้โพรไพรีนไกลคอลอัลจิเนต (propylene glycol alginate) 0.55% และอิมัลชันที่ใช้ แซนแทนกัมร่วมกับโพรไพรีนไกลคอลอัลจิเนต ในอัตราส่วน 1:1 ทนแรงเฉือนได้ดีกว่าอิมัลชันที่ใช้ เฉพาะแซนแทนกัมหรือโพรไพรีนไกลคอลอัลจิเนต สารละลายแซนแทนกัมละลายได้ดีทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น และให้ความหนืดสูงแม้ใช้ปริมาณต่ำ สารละลายแซนแทนกัม 1% ให้ความหนืด 800-1,000 mPa.s เมื่อวัดด้วยเครื่องวัดความหนืดบรุคฟิวด์ (Brookfield) ความเร็ว 60 รอบต่อนาที (Rocks,1971) สารละลายแซนแทนกัมมีสมบัติการไหลแบบซูโดพลาสติก (pseudoplastic) คือถ้ามีแรงกระทำต่ำ จะมีแรงต้านสูงแต่เมื่อเพิ่มแรงกระทำขึ้นความหนืดจะลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเมื่อใช้ที่ความเข้มข้นเหมาะสม นอกจากจะช่วยป้องกันการแยกชั้นของอิมัลชันแล้วยังช่วยให้เคลื่อนย้าย (pump) และบรรจุได้สะดวก (Anon.,1974) ความหนืดของสารละลายแซนแทนกัมแปรตามปริมาณหมู่ไพรูวิค (pyruvic) ที่มีอยู่ในโมเลกุล โดยทั่วไปกัมมีหมู่ไพรูวิคในโมเลกุลเฉลี่ย 4-5% (Sandfold,1979) Betz (1979) ศึกษาความหนืดของสารละลายแซนแทนกัม และรายงานว่าสารละลายดังกล่าวมีความความหนืดคงที่ แม้เมื่อมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง โดยสารละลายแซนแทนกัม

1% ซึ่งมีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.1% มีความหนืดประมาณ 1,000 mPa.s เมื่อเติมลงในอาหาร จะทำให้อาหารมีความหนืดสูงและไม่เกิดการแยกชั้น ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ (hydrolyse) ในขณะแปรรูปหรือเก็บรักษา เมื่อผู้วิจัยนำสารละลายกัมดังกล่าวมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-30 นาที พบว่าความหนืดเปลี่ยนแปลงน้อยมาก นอกจากนี้การมีเกลือเล็กน้อยช่วยให้กัมมีความต้านทานต่อการแตกตัวสูงขึ้น Rocks (1971) รายงานว่ากัมหลายชนิดที่ละลายน้ำ จะมีความหนืดเปลี่ยนแปลงไปตาม pH ของตัวทำละลาย แต่สำหรับสารละลายแซนแทนกัมจะยังคงมีความหนืดคงที่แม้ pH ของตัวทำละลายเปลี่ยนแปลง จึงมีการใช้กัมชนิดนี้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม อาทิ เป็นสารให้ความเข้มข้นในสารละลายที่มีกรดไฮโดรคลอริกสูงถึง 8% และมีโซเดียมคลอไรด์สูงถึง 5% เกลือมีส่วนช่วยให้สารละลายแซนแทนกัมมีความความคงตัวเมื่อได้รับความร้อน และที่ความเข้มข้นมากกว่า 0.5% การเติมเกลือเพียงเล็กน้อยจะช่วยเพิ่มความหนืดได้ นอกจากนี้แซนแทนกัมยังมีสมบัติที่ผสมเข้ากันได้กับสารเพิ่มความหนืดชนิดอื่น เช่น คาราจีแนน (carageenan) โซเดียมอัลจิเนต (sodium alginate) กัวร์กัม และโลคัสบีนกัม ได้อีกด้วย Kovacs (1973) ศึกษาถึงการนำแซนแทนกัมผสมกับกัวร์กัม หรือโลคัสบีนกัม 0.1% พบว่าความหนืดสูงขึ้น เจลที่ได้จะมีความคงตัวสูงสุดเมื่อมีอัตราส่วนแซนแทนกัมต่อกัวร์กัม หรือแซนแทนกัมต่อโลคัสบีนกัมเป็น 75 ต่อ 25 หรือ 40 ต่อ 60 ตามลำดับ (Schuppner,1971)

มอลโทเด็กซ์ทรินทางการค้าที่ใช้ในอาหาร ผลิตจากแป้งชนิดต่าง ๆ ที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) กรดซัลฟุริก (sulfuric acid) หรือเอนไซม์ อไมเลส (amylase) จนมีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรส (dextrose equivalent ;DE) ไม่เกิน 15 จากนั้นจึงใช้เอนไซม์ ปรับสภาพสารละลายแป้งอีกครั้งจนมีค่า DE ตามต้องการ (Armbruster, 1974) มอลโทเด็กซ์ทรินมีทั้งที่เป็นผงละเอียดและของเหลว ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวช่วยลดข้อจำกัดเกี่ยวกับการกระจายตัวเมื่อผสมลงในอาหาร (Horn and Kimball, 1976) มอลโทเด็กซ์ทรินที่ผลิตทางการค้าและนิยมใช้ในสลัดได้แก่ มอลทริน® 040 (Maltrin® 040) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่มีรสหวาน ได้จากการย่อยแป้งข้าวโพดแล้วทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer) ไม่มีกลิ่นรส ให้ความรู้สึกเนียนในปาก ไม่เหนียวเหนอะหนะ และให้พลังงานเพียง 4 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม สมบัติของมอลโทเด็กซ์ทรินขึ้นอยู่กับค่า DE และวิธีในการย่อยสลายแป้ง Whistler (1984) อธิบายว่ามอลโทเด็กซ์ทรินที่มีค่า DE สูง ละลายน้ำได้ดีแต่ให้ความหนืดต่ำ เนื่องจากมีน้ำตาลที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมากกว่ามอลโทเด็กซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำ การผลิตมอลโทเด็กซ์ทรินด้วยเอนไซม์ อไมเลส ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง

ในปริมาณต่ำมีสมบัติการละลายดีกว่าตัวอย่างที่ย่อยสลายด้วยกรดไฮโดรคลอริกย่อยที่มีค่า DE เท่ากัน

แป้งดัดแปร คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้งธรรมชาติ (native starch) เช่นแป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่งมาเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและ/หรือ ฟิสิกส์ โดยใช้เอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่างๆ การดัดแปรแป้งด้วยกรด (acid hydrolysis) มักใช้สารละลายแป้งที่ความเข้มข้นประมาณ 36--40% จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเกิดเจลของแป้ง (ประมาณ 40-60 องศาเซลเซียส) แล้วเติมกรดซึ่งอาจเป็นกรดไฮโดรคลอริกหรือซัลฟุริก กวนจนได้ความหนืดตามต้องการจึงหยุดปฏิกิริยาโดยทำให้เป็นกลาง แป้งดัดแปรที่ได้จะถูกตัดพันธะกลูโคส (glucosidic bond) ทำให้เกิดอไมโลสสายสั้นเพิ่มขึ้น เป็นผลให้คืนตัวได้ง่ายเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิต่ำ มีความหนืดน้อยลงที่อุณหภูมิสูง จับโมเลกุลน้ำได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าเดิม คงรูปร่างหลังการพองตัวได้ดีขึ้น ไม่ละลายในน้ำเย็น มีความสามารถในการยึดเกาะกันได้ดีขึ้น เจลที่ได้มีลักษณะแข็งและทึบแสง การย่อยสลายแป้งด้วยเอนไซม์ เป็นที่นิยมใช้กันมากกว่าการย่อยสลายด้วยกรดเพียงอย่างเดียว เพราะจะให้ปริมาณกลูโคสมากกว่า ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นและมีสิ่งเจือปนอื่นๆน้อย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยแป้งที่สำคัญในอุตสาหกรรมเกษตร คือน้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) และน้ำเชื่อมฟรุกโทส (high-fructose syrup) โดยน้ำเชื่อมฟรุกโทสได้จากการเปลี่ยนรูปของกลูโคสเป็นฟรุกโทส โดยการทำงานของเอนไซม์ กลูโคสไอโซเมอเรส (glucose isomerase) ชนิดของเอนไซม์ ที่สำคัญที่ใช้ในการย่อยสลายแป้งมี 5ชนิด คือ อัลฟา-อไมเลส (α-amylase), เบต้า-อไมเลส (β-amylase), กลูโคอไมเลส (glucoamylase), ไอโซอไมเลส(isoamylase) และ พูลลูลาเนส (pullulanese) ดังนั้นเมื่อเลือกใช้เอนไซม์ ต่างกันก็จะได้ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมที่แตกต่างกันไป การใช้ อัลฟา-อไมเลสย่อยสลายในครั้งแรกส่วนมากจะมีอไมโลส อไมโลเพคตินและโอลิโกแซคคาไรด์ผสมอยู่ จะได้แป้งที่มีความหนืดลดลงอย่างรวดเร็ว แป้งดัดแปรอีกชนิดที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัด คือ แป้งดัดแปรจากการเชื่อมข้าม (crosslinked starch) ซึ่งได้จากการทำให้เกิดพันธะเชื่อมข้ามระหว่างโมเลกุลของแป้ง 2 สาย ด้วยฟอสฟอรัสออกซีคลอไรด์ (phosphorous oxychloride) หรือ โซเดียมไตรเมตาฟอสเฟต (sodium trimetraphosphate) แป้งดัดแปรที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอิมัลชัน คือ แป้งข้าวโพด ซึ่งประกอบด้วยอไมโลส 27% และอไมโลเพคติน 73% จะเกิดเจลที่มีความหนืดต่ำขณะร้อนและจะแข็งขึ้นเมื่อทำให้เย็น (Watson, 1967)

<u>เครื่องปรุงรส</u> เครื่องปรุงรสที่ใช้ ได้แก่ น้ำตาล เกลือและเครื่องเทศ เครื่องปรุงรสเหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์ เกลือนอกจากให้รสเค็มแล้วยังช่วยให้

อิมัลซันมีความคงตัวโดยทำให้ความแรงไอออน (ionic strength) ของอิมัลชันสูงขึ้น (Kare and Stig,1990) การใช้สารสกัดหรือโอลีโอเรซิน (oleoresin) จากเครื่องเทศช่วยลดปัญหาการเกิดผงสีดำจากเครื่องเทศผง แต่ถ้าใช้เครื่องเทศในปริมาณน้อยก็ควรใช้เครื่องเทศผง เนื่องจากมีกลิ่นแรงและมีราคาถูก แต่อย่างไรก็ตามต้องเลือกใช้เครื่องเทศที่สะอาด ปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อราและแบคทีเรีย การใส่ EDTA ปริมาณ 75 ส่วนในล้านส่วน ในเครื่องเทศเพื่อกำจัดโลหะช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจากการเร่งปฏิกิริยาด้วยโลหะที่ปนเปื้อนมากับเครื่องเทศ เครื่องเทศที่นิยมใช้ในมายองเนส ได้แก่ มัสตาร์ด กระเทียม หอม พริกไทย อบเชย และพริก อาจใช้ในรูปของของเหลว หรือผงละเอียดก็ได้ (Weiss, 1970)

มัสตาร์ดที่ใช้เป็นเครื่องปรุงรสมี 2 ชนิดชนิดแรก ได้แก่ มัสตาร์ดดำ เมล็ดมีสีน้ำตาลแดง มีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.7-1.3% มีกลูโคไซด์ (glucoside) ชนิดซินิกริน (sinigrin) มีกลิ่นหอมและรสไม่เผ็ดร้อน กับเอนไซม์ ไมโรซิน (myrosin) เมื่อมัสตาร์ดถูกความชื้นเอนไซม์ ไมโรซินจะไฮโดรไลซ์ สารซินิกรินไปเป็น อัลลิลไอโซไธโอไซยาเนต (allyl isothiocyanate) มีกลิ่นฉุนรสเผ็ดร้อนและระคายเคืองผิวหนัง ชนิดที่สอง ได้แก่ มัสตาร์ดขาว เมล็ดมีสีเหลืองไม่มีน้ำมันหอมระเหยจึงไม่มีกลิ่นแต่มีกลูโคไซด์ ชนิดซินาลบิน (sinalbin) กับเอนไซม์ ไมโรซิน เมื่อมัสตาร์ดถูกความชื้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของซินาลบินไปเป็น อครินีลไอโซไธโอไซยาเนต (acrinyl isothiocyanate) มีรสเผ็ดร้อนและแสบระคายเคืองแต่ไม่มีกลิ่นฉุนเหมือนมัสตาร์ดดำ มัสตาร์ดที่ขายในท้องตลาดมักอยู่ในรูปของผสมของมัสตาร์ดดำและมัสตาร์ดขาว อาจมีการแต่งสีด้วยผงขมิ้น เพื่อให้ได้ทั้งกลิ่นฉุนรสเผ็ดร้อนและมีสีเหลืองสวย นิยมใช้มัสตาร์ดแต่งกลิ่นรสน้ำสลัด น้ำซุปหรือน้ำจิ้ม และใช้ดับคาวของอาหารสด (Charalambous,1994) นอกจากนี้มัสตาร์ดยังทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ได้ด้วย (Weiss,1970)

กระเทียมมีสารประกอบกำมะถัน ชนิดอัลลิอิน (alliin) มีชื่อทางเคมีว่า เอส-อัลลีล-แอล-ซีสเตอีน ซัลฟอกไซด์ (s-allyl-L-cysteine sulphoxide) เป็นสารที่คงตัวไม่มีสีแต่มีกลิ่นเล็กน้อย ละลายน้ำได้ เมื่อกระเทียมถูกทุบหรือทำให้เนื้อเยื่อฉีกขาดจะปล่อยเอนไซม์ อัลลิเนส (allinase) ออกมาย่อยสารอัลลิอินไปเป็นสารอัลลิซิน (allicin) ไพรูเวท และแอมโมเนีย ซึ่งมีกลิ่นกระเทียมรุนแรง สารอัลลิซินเป็นน้ำมันเหลวมีกลิ่นเฉพาะของกระเทียมแต่ไม่คงตัว สลายได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน(Charalambous,1994)

หัวหอมมีน้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วยสารประกอบกำมะถัน ชนิด อัลลิลโปรพิลไดซัลไฟด์ (allyl propyldisulfide) กลิ่นฉุนรสจัดและระคายเคืองเยื่อตาทำให้แสบตา นิยมใช้ปรุงรสและดับกลิ่นคาวเนื้อในอาหารทั่วไป (Charalambous,1994)

พริกไทยที่ขายในท้องตลาดมี 2 ชนิด คือ พริกไทยดำและพริกไทยขาว พริกไทยดำได้จากผลแก่จัดแต่ยังไม่สุกตากแห้ง พริกไทยขาวได้จากผลที่สุกจัดนำมาแช่น้ำ ขยี้เปลือกออกแล้วตากแห้ง สารแอลคาลอยด์ ชนิดปิเปอรีน (piperine) และปิเปอริดีน (piperidine) ในน้ำมันหอมระเหยให้กลิ่นหอมฉุนและรสเผ็ดร้อนที่คงทน ซึ่งมีในพริกไทยดำมากกว่าพริกไทยขาว นิยมใช้แต่งกลิ่นอาหารให้หอมขึ้นหรือดับกลิ่นคาว (Charalambous,1994)

อบเชยที่ใช้ในอาหารมี 3 ชนิด ได้แก่อบเชยจีน อบเชยญวนและอบเชยเทศ ซึ่งมีสารซินนามอลแอลดีไฮด์ (cinnamonaldehyde) ที่ให้กลิ่นหอมในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยอบเชยญวนมีสารซินนามอลแอลดีไฮด์สูงที่สุดอยู่ประมาณ 2-6% กลิ่นหอมมากที่สุด รองลงมาเป็นอบเชยเทศและอบเชยจีนตามลำดับ (Charalambous,1994)

พริกที่ใช้ในอาหารทั่วไป ได้แก่ พริกขี้หนู พริกหยวก พริกตุ้ม และพริกหวาน มีความเผ็ดร้อนแตกต่างกันตามปริมาณของสารแคปซัยซิน (capsaisin) ซึ่งอยู่ที่ไส้หรือแกนพริก นอกจากรสเผ็ดร้อนแล้วพริกยังให้สีแดงจากแคโรทีนนอยด์ด้วย (Charalambous,1994)

<u>กลไกของการเกิดอิมัลชัน</u>

การทำให้ของเหลว 2 ชนิด ซึ่งปกติไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น น้ำกับน้ำมันรวมตัวกันเกิดเป็นอิมัลชันได้มีกลไก 2 อย่าง คือ การกระจายตัวของอนุภาคขนาดเล็ก (dispersion of droplets) และการทำให้อนุภาคขนาดเล็กมีความคงตัว (stabilization of droplets)

<u>การกระจายตัวของอนุภาคขนาดเล็ก</u> เมื่อนำน้ำกับน้ำมันมาผสมกันแล้วตั้งทิ้งไว้ จะเกิดการแยกเป็นชั้นขึ้น เนื่องจากมีความตึงผิวสัมผัสระหว่างหน้าของน้ำกับน้ำมัน ทำให้ของเหลวแต่ละชนิดแยกออกจากกัน แต่ถ้าให้พลังงานจากภายนอก โดยการเขย่า หรือการใช้แรงจากเครื่องมือจะทำให้ของเหลวทั้ง 2 กระจายในกันและกัน โดยของเหลวที่มีแรงตึงผิวสูงกว่าจะกระจายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็ก เรียกว่า วัฏภาคภายใน (internal phase) ซึ่งอยู่ในวัฏภาคภายนอก (external phase) หรือของเหลวที่มีแรงตึงผิวต่ำกว่า (Kare and Stig, 1990) พลังงานที่ใช้สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$W = \gamma . \Delta A$$

เมื่อ W = พลังงานที่ใช้กระจายของเหลวเป็นอนุภาคขนาดเล็ก

γ = ความตึงผิวสัมผัสระหว่างหน้าของน้ำกับน้ำมัน

$\triangle A$ = การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวของของเหลว

<u>การทำให้อนุภาคขนาดเล็กมีความคงตัว</u> การทำให้ของเหลวชนิดหนึ่งกระจายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่งได้ต้องสามารถลดความตึงผิวสัมผัสระหว่างหน้าให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยวัฏภาคภายในของอิมัลชันจะอยู่ในรูปทรงกลม เพราะทรงกลมมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรน้อยที่สุด ความพยายามลดพื้นที่ผิวจะทำให้อนุภาคขนาดเล็กรวมตัวกันเป็นอนุภาคใหญ่และมีแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคสูงทำให้อิมัลชันไม่คงตัว การป้องกันการรวมตัวกันทำได้โดยการใช้สารอิมัลซิไฟล์เออร์ (Kare and Stig, 1990) ซึ่งมีกลไกที่สามารถลดความตึงผิวและเกิดฟิล์มรอบอนุภาคภายในช่วยป้องกันการรวมตัวกันระหว่างผสม

<u>สมบัติของอิมัลชัน</u>

อิมัลชันที่มีส่วนประกอบและวิธีเตรียมแตกต่างกันจะมีสมบัติด้านความหนืด ความคงทนต่อการแช่แข็ง ความคงทนต่ออุณหภูมิสูง และความคงทนต่อแรงปั่นต่างกัน ดังต่อไปนี้

<u>ความหนืด</u> เมื่อผสมน้ำกับน้ำมันเข้าด้วยกันและทำให้เกิดอิมัลชัน ความหนืดของอิมัลชันจะเพิ่มขึ้นในขณะผสม เนื่องจากเกิดการเสียดสีกันของอนุภาคไขมันในกรณีที่เกิดอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ ด้วยเหตุนี้ถ้าอนุภาคไขมันมีปริมาณมากขึ้นความหนืดจะเพิ่มขึ้น โดยปริมาณอนุภาคไขมันจะแสดงด้วยค่าเศษส่วนของปริมาตร (volume fraction,$\varnothing$) ถ้าปริมาตรของอนุภาคไขมันเท่ากับ 0.74 แสดงว่าไขมันอยู่ในรูปทรงกลมและอยู่กันอย่างใกล้ชิด และมีความหนืดสูง แต่ถ้าสูงกว่านี้อนุภาคไขมันอาจแตกออกและเปลี่ยนเป็นอิมัลชันประเภทน้ำในน้ำมัน ความสัมพันธ์ปริมาตรกับความหนืด แสดงได้ตามสมการ Eistein limiting law ดังนี้ (Dickinson and Stainby,1982; Adamson,1990)

$$\eta = \eta_{\circ}(1+2.5\varnothing)$$

เมื่อ η = ความหนืดของอิมัลชัน

$\eta_{\circ}$ = ความหนืดของน้ำ

ความคงทนต่อการแช่แข็ง เมื่อแช่แข็งอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ น้ำบางส่วนจะเกิดผลึกก่อน และดันอนุภาคไขมันไปอยู่รวมกันเป็นผลให้ความเข้มข้นของอิเล็กโตรไลต์สูงมากขึ้น ทำให้ประจุบนอนุภาคไขมันลดลง น้ำบางส่วนจึงมีความเย็นตัวยิ่งยวดมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่มากพอ จะดันอนุภาคไขมันให้มีลักษณะเป็นรูปยาวตามลักษณะของผลึกน้ำแข็ง ในที่สุดอนุภาคไขมันจะถูกดันให้มาสัมผัสกัน และเมื่ออุณหภูมิของผิวอนุภาคไขมันใกล้จุดเยือกแข็งโมเลกุลของสารอิมัลซิไฟเออร์จะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจึงทำให้สารอิมัลซิไฟเออร์ที่ผิวอนุภาคไขมันให้หลุดออกไป ทำให้เกิดการรวมตัวของอนุภาคไขมัน ผลดังกล่าวนี้จะเกิดมากขึ้นเมื่อมีการกวนขณะแช่แข็ง ซึ่งการรวมตัวจะเกิดได้มากหรือน้อยขึ้นกับ ธรรมชาติของสารอิมัลซิไฟเออร์ ความเข้มข้น ปริมาณสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ถูกดูดซับบนผิวอนุภาคไขมัน และธรรมชาติของน้ำมัน ถ้าส่วนโมเลกุลที่ไม่ชอบน้ำมันของสารอิมัลซิไฟเออร์มีความยาวมาก การรวมตัวของอนุภาคไขมันจะมีโอกาสเกิดขึ้นมาก เนื่องจากสารอิมัลซิไฟเออร์แข็งตัวได้ง่าย และถ้าโมเลกุลสารอิมัลซิไฟเออร์มีส่วนคล้ายกับไตรกลีเซอไรด์ จะไม่เกิดความเย็นตัวยิ่งยวด อนุภาคไขมันจะตกผลึกง่าย (Sherman, 1986) อัตราเร็วของการแช่แข็งและอัตราการละลายน้ำแข็งมีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน โดยการแช่แข็งที่มีอัตราเร็วสูงมากจะเกิดช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่างอนุภาคไขมันและผลึกน้ำแข็ง เนื่องจากน้ำเคลื่อนที่ได้น้อยการทำลายอนุภาคไขมันไขมันจึงเกิดขึ้นน้อย การละลายน้ำแข็งอย่างช้าๆเป็นผลให้สารอิมัลซิไฟเออร์สามารถเข้าไปเกาะที่ผิวอนุภาคไขมันได้อีก ช่วยป้องกันการรวมตัวของอนุภาคไขมัน จุดหลอมเหลวของไขมันมีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน ไขมันที่มีจุดหลอมเหลวต่ำอิมัลชันมีความคงทนต่อการแช่แข็งสูงกว่าไขมันที่มีจุดหลอมเหลวสูง (Sherman,1968)

ความคงทนต่ออุณหภูมิสูง ความคงทนต่ออุณหภูมิสูงของอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำขึ้นอยู่กับจุดหลอมเหลวของน้ำมัน โดยน้ำมันที่มีจุดหลอมเหลวต่ำไม่คงทนต่ออุณหภูมิสูง โดยทั่วไปอิมัลชันคงตัวดีที่สุดที่อุณหภูมิระหว่าง 30-40 องศาเซลเซียส การเติมตัวทำละลายไขมันหรือสารอิมัลซิไฟเออร์ที่มีเวเลนซีมากกว่าหนึ่ง เช่นแคลเซียมโอลีเอต ขณะให้พลังงานความร้อน พร้อมกับมีการกวน จะทำให้อุณหภูมิที่ทำลายเสถียรภาพของอิมัลชันลดต่ำลง (Sherman,1968)

ความคงทนต่อแรงปั่น การปั่นทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ทำให้ของเหลวที่มีความถ่วงจำเพาะต่างกันแยกตัวออกจากกัน อิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำเมื่อได้รับแรงปั่นจะแยกตัวออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นบนสุดเป็นชั้นน้ำมัน ชั้นกลางเป็นอิมัลชันที่ยังไม่แตกตัว และชั้นล่างสุดเป็นน้ำ ในระยะแรกของการปั่นจะเกิดชั้นอิมัลชันกับน้ำ ต่อมาอนุภาคไขมันจะเบียดกัน

แน่นและยึดตัวออกเป็นทรงเหลี่ยม ในที่สุดจะแตกตัวและรวมกันเป็นชั้นน้ำมัน อิมัลชันที่มีปริมาณสารอิมัลซิไฟเออร์สูงถึงระดับทำให้เกิดไมเซล และมีปริมาตรวัฏภาคภายในไม่สูงจนเกินไป มีความคงตัวต่อแรงปั่นสูง (Sherman,1968) อิมัลชันที่มีวัฏภาคภายในสูง (ไม่เกิน 0.74) มีการเรียงตัวของอนุภาคไขมันหนาแน่น เคลื่อนที่ได้น้อย จึงคงทนต่อแรงปั่นได้ดี การใช้แรงปั่นสูงทำให้อิมัลชันแตกเนื่องจากฟิล์มรอบอนุภาคไขมันถูกทำลายไป การเติมเกลือลงไปช่วยทำให้อิมัลชันมีความคงตัวต่อแรงปั่นสูง เนื่องจากเกลือทำให้เกิดชั้นทวีคูณทางไฟฟ้า (electric double layer)

ผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

จากการตื่นตัวทางด้านอาหารเพื่อสุขภาพของผู้บริโภคน้ำมันและไขมันในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา และประเทศในแถบยุโรป ทำให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารประเภทไขมันต่ำขึ้น เช่น มาการีน ผลิตภัณฑ์นม และน้ำสลัดโดยเฉพาะมายองเนส ปัจจุบันประชากรของประเทศในทวีปยุโรปบริโภคมายองเนสสูงถึง 400,000 ตันต่อปี ซึ่งเป็นประเภทที่มีไขมันต่ำจำนวนมากกว่า 20% ของมายองเนสมีจำหน่าย ข้อกำหนดของมายองเนสไขมันต่ำยังมีความแตกต่างกันในแต่ละประเทศ อาทิประเทศฮอลแลนด์ กำหนดให้มีไขมันไม่เกิน 40% ประเทศเนเธอร์แลนด์กำหนดให้มีไขมันไม่เกินหนึ่งในสามของสูตรดั้งเดิม ประเทศอังกฤษและเยอรมันนีกำหนดให้มีไขมันไม่เกิน 50% และประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดให้มีไขมันไม่เกิน 43% (Lavers, 1991) ปริมาณของน้ำมันที่ FDA กำหนดให้ใช้ในมายองเนสต้องไม่ต่ำกว่า 65% ถ้าต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดจะมีชื่อเรียกต่างๆกัน ได้แก่ มายองเนสพลังงานต่ำ (low calorie mayonnaise) มายองเนสไขมันต่ำ (reduce fat mayonnaise, light mayonnaise) (Jonson, 1979) การพัฒนาผลิตภัณฑ์มายองเนสมุ่งเน้นการลดปริมาณน้ำมันลง แต่ยังคงรักษาเสถียรภาพและลักษณะของผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชันไว้ Jonson (1979) ผลิตมายองเนสไขมันต่ำที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับมายองเนสที่จำหน่ายในท้องตลาด โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ เนยสด 45-55% ไข่แดง 8-2% กรดอินทรีย์ 5.5-6.5% น้ำ 12–18% น้ำตาล 4.5–10% มัสตาร์ดผง 0.4–0.6% เครื่องเทศ 0.1–0.4% สารให้ความข้นหนืด (thickening agent) 1–2.5% เกลือ 1–2% และน้ำมันพืช 6–10% Schoenberg (1990) ผลิตมายองเนสไขมันต่ำ โดยใช้น้ำมันพืชตามมาตรฐานต่ำสุดของ FDA คือ 65% และใช้น้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) ที่มีค่า DE

เท่ากับ 43 ปริมาณ 5.79% ทดแทนน้ำมันพืช มายองเนสที่ได้มีความหนืดและเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับมายองเนสที่มีน้ำมันพืช 74% Dartery (1990) ผลิตมายองเนสคอเลสเทอรอลต่ำที่มีส่วนประกอบหลัก คือ น้ำมันคาโนลา (canola) 40% โพลีซอร์เบต 80 0.15% ไข่ขาว 10% และใช้ GFS® (ประกอบด้วยแซนแทนกัม กัวร์กัม และโลกัสบีนกัม) 0.4% เป็นสารเพิ่มความหนืด มายองเนสที่ได้มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับมายองเนสที่จำหน่ายในท้องตลาด Berjano และคณะ (1995) ศึกษาผลของการใช้ไข่แดงร่วมกับซูโครสสเตียเรต (sucrose stearate) ในมายองเนสไขมันต่ำมัน พบว่าอิมัลชันที่ใช้ปริมาณซูโครสสเตียเรตมากและผสมด้วยความเร็วสูง มีความหนืดสูงและมีขนาดอนุภาคไขมันเล็ก Acton และ Saffle (1970) ศึกษาการใช้โปรตีนสกัดจากเนื้อวัวส่วนขาหน้า เนื้อหัวใจวัวและเนื้อหมูส่วนขาหน้า ปริมาณ 0.1-7.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำจากน้ำมันข้าวโพดปริมาณ 20-50% พบว่าความคงตัวต่ออัตราการแยกชั้นของอิมัลชัน (stability rating) ไม่ขึ้นกับชนิดของโปรตีน แต่ขึ้นกับปริมาณของโปรตีนและน้ำมันที่ใช้ ซึ่งอิมัลชันมีค่า ความคงตัวต่ออัตราการแยกชั้นสูงขึ้นตามการเพิ่มปริมาณโปรตีนและน้ำมัน Tornberg และ Hermansson (1977) ศึกษาการใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัด เคซีเนต (caseinate) และโปรตีนหางนม ปริมาณ 2.5% ในอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำที่ใช้น้ำมันถั่วเหลือง 40% ผลิตอิมัลชันด้วยเครื่องผสมแบบใช้แรงเหวี่ยง (ultra-turrax) ความเร็วรอบ 15,000 รอบต่อนาที หรือเครื่องผสมแบบใบพาย (omni-mixer) ความเร็วรอบ 15,000 รอบต่อนาที หรือเครื่องผสมที่ใช้การสั่นสะเทือนด้วยคลื่นเสียง (ultrasonic) ความถี่ 20 kHz พบว่าผลิตภัณฑ์จากโปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่ผสมด้วยเครื่อง ultrasonic มีความคงตัวต่ออัตราการแยกชั้นสูงสุด รองลงมาคืออิมัลชันที่ใช้โปรตีนหางนมที่ผสมด้วยเครื่องผสมแบบใช้แรงเหวี่ยง และอิมัลชันที่ใช้เคซีเนตที่ผสมด้วยเครื่องผสมแบบใบพาย ตามลำดับ Gaonkar (1989) ศึกษาผลของการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงความตึงระหว่างหน้าของน้ำกับน้ำมัน ในอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำจากน้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะกอก และน้ำมันคาโนลา ผลการทดลองพบว่าการใช้น้ำมันที่ผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ทำให้อิมัลชันมีความตึงระหว่างหน้าของน้ำกับน้ำมันสูง เนื่องจากในการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ได้มีการกำจัดฟอสฟาไทด์ (phosphatides) ซึ่งมีสมบัติเป็นสารลดความตึงระหว่างหน้าของน้ำมันกับน้ำออกไป ในปี 1992 Dickinson และ Tanai ศึกษาการใช้กลีเซอรอลโมโนสเตียเรต(glycerolmonostearate; GMS) , กลีเซอรอลโมโนปาล์มิเตต (glycerol monopalmitate; GMP), ออกตะเอทธิลลีนโดดีซิลอีเทอร์ (octaethylene dodecyl ether ; $C_{12}E_8$) และ ทวีน® 20 ร่วมกับเบต้า-เคซีน ในอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำจากน้ำมันถั่วเหลือง ผลการทดลองพบว่าการใช้ GMS

และ GMP และการลดอุณหภูมิจาก 20 องศาเซลเซียส ไปเป็น 5-10 องศาเซลเซียส มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพของ $C_{12}E_8$ และทวีน®20 ในการขัดขวางการดูดซับที่ผิวอนุภาคไขมันของเบต้าเคซีน Dalgleish, Srinivasan และ Singh (1995) ศึกษาผลจากการใช้ ทวีน® 60 (polyoxyethylene sorbitan monostearate) ร่วมกับโซเดียมเคซีเนต ในอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำจากน้ำมันถั่วเหลือง ผลการทดลองพบว่าการใช้ ทวีน®60 ทำให้โซเดียมเคซีเนตดูดซับที่ผิวอนุภาคไขมันได้น้อยลง เนื่องจากโซเดียมเคซีเนต มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นสายยาวไม่สามารถการดูดซับที่ผิวอนุภาคไขมันได้แนบสนิท เมื่อใช้ร่วมกับ ทวีน®60 ซึ่งมีความสามารถในการละลายน้ำดีกว่า Dickinson และ Hong (1995) ศึกษาการใช้ ทวีน®20® ร่วมกับเบต้า-แลคโตโกลบูลิน ในอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำจากเอน-เตตตระเดกเคน (n-tetradecane) แปรอัตราส่วนโมลของ ทวีน®20 ต่อโปรตีน (surfactant/protein molar ratio ; R) เป็น 0-24 และแปรปริมาณเบต้า-แลคโตโกลบูลิน เป็น 6-14% ผลการทดลองพบว่าการใช้ ทวีน® 20 ที่มีค่า R ตั้งแต่ 4 ขึ้นไปและใช้เบต้า-แลคโตโกลบูลิน ตั้งแต่ 12-14% ทำให้อิมัลชันมีความหยุ่นสูง ในปี 1996 Chow และ Ho รายงานการใช้ ทวีน®40 ร่วมกับ สแปน®40 (sorbitan monopalmitate) ในอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำจากน้ำมันปาล์ม แปรค่า HLB ของสารอิมัลซิไฟเออร์ผสมเป็น 66.7, 15.6, 11.25 และ 7.59 และใช้ปริมาณ 0.1, 1 และ 5% พบว่าการใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ผสมที่มีส่วนผสมของ สแปน®40 สูง (มีค่า HLB ต่ำ) และใช้ปริมาณต่ำให้อิมัลชันที่มีอนุภาคไขมันขนาดเล็กจำนวนน้อยและมีขนาดไม่สม่ำเสมอ McClements และคณะ (1993) ศึกษาชนิดของสารอิมัลซิไฟเออร์ที่มีผลต่ออุณหภูมิในการเกิดผลึก (crystallization temperature) ของอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำจากเอน-เฮกซะเดกเคน (n–hexadecane) พบว่าอิมัลชันที่ใช้ ทวีน®20, ทวีน®80 (polyoxyethylene sorbitan monooleate), โซเดียมโดดิซิลซัลเฟต (sodium dodecyl sulfate), เคซีน และโปรตีนหางนม มีอุณหภูมิการเกิดผลึกใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง -2 องศาเซลเซียส ถึง -2.4 องศาเซลเซียส อิมัลชันที่ใช้ ทวีน®40 และ ทวีน®60 มีอุณหภูมิการเกิดผลึกสูงกว่าตัวอย่างอื่น คือ 1.1 องศาเซลเซียส และ 1.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เนื่องจาก ทวีน®40 และ ทวีน®60 มีสายโซ่ไฮโดรคาร์บอน คล้ายกับเอน-เฮกซะเดกเคน จึงชักนำให้เกิดผลึกได้ง่าย Dickinson และ Yamamoto (1996) ศึกษาชนิดและปริมาณของเลซิทิน ต่อการเพิ่มค่ามอดุลัส (modulus) ของอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำที่ผลิตจากเอน-เตตตระเดกเคน และใช้โปรตีนหางนมเข้มข้น (whey protein concentrate ; WPC) เป็นสารช่วยให้อยู่ตัวปริมาณ 3.5% เลซิทินที่ใช้มี 4 ชนิด ได้แก่ เลซิทินบริสุทธิ์จากไข่แดง

และถั่วเหลือง และเลซิทินที่ไม่ผ่านการทำให้บริสุทธ์จากไข่แดงและถั่วเหลือง แปรอัตราส่วนโมล ของเลซิทินต่อโปรตีน (lecithin/protein molar ratio; R) เป็น 0 - 30 ผลการทดลองพบว่าอิมัลชัน ที่ใช้เลซิทินจากไข่แดงมีค่ามอดุลัส สูงกว่าอิมัลชันที่ใช้เลซิทินจากถั่วเหลือง เนื่องจากเลซิทิน จากถั่วเหลืองเกิดการเชื่อมข้ามของพันธะได้ต่ำกว่าเลซิทินจากไข่ นอกจากนี้เลซิทินจากถั่วเหลือง ชนิดที่ไม่ผ่านการทำให้บริสุทธ์อาจมีอิออนของโลหะปนเปื้อน จึงทำให้อิมัลชันเกิดความไม่คงตัว เนื่องจากอิเล็กโตรไลต์ (electrostatic destabilization) และพบว่าการเพิ่มปริมาณเลซิทินจากไข่ ทำให้ค่ามอดุลัส สูงขึ้น เนื่องจากเพิ่มการสร้างพันธะเชื่อมข้ามระหว่างโมเลกุลและสร้างฟิล์ม โมเลกุลหลายชั้นรอบอนุภาคไขมันได้ Burgaud , Dickinson และ Nelson (1990) ศึกษา ความดันของเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ซึ่งมีขนาดช่องฉีดพ่น (jet hole) 0.033 มิลลิเมตร และ มีขนาดช่องปล่อยออก (outlet hole) 0.43 มิลลิเมตร ต่อขนาดอนุภาคไขมันของอิมัลชันจาก เอน-เดตตระเดกเคน 10% และโซเดียมเคซีเนต 0.25% เป็นสารให้ความคงตัว แปรความดันตั้ง แต่ 100-400 บาร์ พบว่าการใช้ความดันสูงทำให้อิมัลชันมีอนุภาคขนาดเล็กจำนวนมาก แต่ที่ ความดัน 400 บาร์ มีอนุภาคไขมันขนาดเล็กและใหญ่จำนวนมากที่สุด เนื่องจากการใช้ความดัน สูงทำให้เกิดการกระจายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กได้ดี ส่งผลให้มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมาก ทำให้ เกิดความไม่พอเพียงของสารอิมัลซิไฟล์เออร์ที่จะสร้างฟิล์ม รอบอนุภาค จึงเกิดอนุภาคขนาดใหญ่ ขึ้นได้ Das และ Kinsella (1993) ศึกษาอิทธิพลของการใช้สารอิมัลซิไฟล์เออร์ 2 ชนิด คือ ทวีน® 20 และโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (sodiumcarboxymethyl cellulose; Na-CMC) ในอิมัลชันที่ใช้น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันถั่วลิสง กับน้ำมันเนยเหลว (ส่วนใสที่ได้จากการหลอม ละลายเนยเหลว ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1ชั่วโมง แล้วนำไปเหวี่ยงแยกที่ 6,000xg นาน 10 นาที) และใช้ โปรตีนหางนมสกัด เป็นสารช่วยให้อยู่ตัว ผสมน้ำมันถั่วลิสงกับน้ำมันจาก เนยเหลว ให้มีสัดส่วนของน้ำมันถั่วลิสงเท่ากับ 0,0.2,0.4,0.6,0.8 และ 1.0 พบว่าอิมัลชันที่ใช้ ทวีน® 20 และมีสัดส่วนน้ำมันถั่วเหลืองสูง มีอนุภาคไขมันขนาดใหญ่จำนวนน้อยกว่าอิมัลชันที่ใช้ Na-CMC และอิมัลชันที่มีสัดส่วนของน้ำมันถั่วลิสงต่ำ เนื่องจากน้ำมันถั่วลิสงมีองค์ประกอบเป็น กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) สูงกว่าน้ำมันจากเนยเหลว ทำให้มีพันธะที่อาจเกิด ขั้วได้ (polaziable) สูงกว่า จึงมีแรงผลักกันระหว่างอนุภาคไขมันที่ช่วยป้องกันการเข้ารวมตัวกัน

การควบคุมคุณภาพของมายองเนส

มายองเนสเป็นอาหาร ที่เสื่อมคุณภาพได้เร็วปานกลาง จึงเก็บไว้ได้นานพอสมควรที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส) การเสีย ของมายองเนสเกิดได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และการแยกชั้นน้ำกับน้ำมัน ผลิตภัณฑ์มายองเนสเกิดกลิ่นหืนได้ง่าย เนื่องจากมีน้ำมันพืชเป็นองค์ประกอบสูง Allen และคณะ (1982) แนะนำให้ใส่สารกันหืนเทอร์เทียรี่ บิวทิล ไฮโดรควิโนน (tertialy butyl hydroquinone; TBHQ) 0.02% ในน้ำมันสลัด หรือน้ำมันบริโภคเพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชัน การผลิตมายองเนสในภาวะที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำโดยการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน จะเพิ่มอายุการเก็บของมายองเนสจาก 48 วันเป็น 240 วัน (Mccormick, 1982) ผลิตภัณฑ์มายองเนสเสียจากจุลินทรีย์น้อยมาก เนื่องจากมีส่วนประกอบของกรดอินทรีย์ในปริมาณมาก (Smittle, 1977) การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่มาจากส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ ไข่ เครื่องเทศ น้ำตาล น้ำ รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนภาชนะที่ใช้ในการผลิต องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกากำหนดว่าในกรณีที่ใช้ไข่ดิบเป็นส่วนประกอบในมายองเนสหรือน้ำสลัดครีม ผลิตภัณฑ์ต้องมีค่า pH ไม่เกิน 4.1 ค่าความเป็นกรดที่วัดในรูปกรดน้ำส้มต้องไม่ต่ำกว่า 1.4% ของส่วนที่เป็นน้ำ และต้องเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 72 ชั่วโมงพร้อมทั้งทดสอบแล้วว่าปลอดภัย จึงจะจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคได้ โดยทั่วไปค่า pH ของน้ำสลัดจะอยู่ในช่วง 3.2 – 3.9 สำหรับวัตถุกันเสียที่ใช้ในมายองเนส คือ กรดเบนโซอิค (benzoic acid) หรือ โซเดียมไดอะซิเตท (sodium diacetate) กรดเบนโซอิค 0.05–0.1% ยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์และราได้ และที่ความเข้มข้น 0.01 – 0.02% ยับยั้งการงอกของสปอร์แบคทีเรียได้ แต่ไม่อาจยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Thiobacillus thiooxidant* ซึ่งเจริญได้ดีที่ pH ของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการรักษาความสะอาดวัตถุดิบ ภาชนะบรรจุ และขั้นตอนการผลิตจึงมีความสำคัญมากต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Silliker และคณะ 1980)

ผลิตภัณฑ์อิมัลชันทั่วไปมีการเปลี่ยนแปลงขนาดอนุภาคภายในเสมอทั้งระหว่างการผสมและการเก็บรักษา ทำให้เกิดการแยกชั้นน้ำกับน้ำมัน ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการแยกชั้นคือ การรวมกลุ่มของส่วนกระจาย (flocculation) การรวมตัวของส่วนกระจายเป็นอนุภาคใหญ่ขึ้น (coalescence) และการกลับวัฏภาค (phase reversion) (Dickinson and Stainsby, 1982) การรวมกลุ่มของส่วนกระจายและการรวมตัวของส่วนกระจายเป็นอนุภาคใหญ่ เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก การใช้แรงผสมไม่เพียงพอ และอุณหภูมิขณะผสมและการเก็บรักษาไม่เหมาะสม การใช้แรงผสมต่ำทำให้อนุภาคภายในรวมตัวกันเร็วขึ้น เนื่องจากการใช้แรงผสมต่ำ

ทำให้อนุภาคภายในทั้งขนาดเล็กและใหญ่มีความเร็วไม่เท่ากัน อนุภาคขนาดใหญ่จะเข้าไปกระทบกับอนุภาคขนาดเล็กและจับตัวกันจากนั้นจะเกิดการรวมตัวกันเป็นอนุภาคใหญ่เนื่องจากฟิล์มรอบอนุภาคภายในถูกทำลาย แต่ถ้าใช้แรงผสมสูงพออิมัลชันจะคงตัวดี เนื่องจากสามารถกระจายวัฏภาคภายในให้แตกออกเป็นอนุภาคเล็กๆและมีความสม่ำเสมอ ส่วนการกลับวัฏภาคของอิมัลชันอาจเกิดได้จาก มีสัดส่วนของวัฏภาคภายในสูงเกินไป มีการใส่เกลือบางชนิดลงไป และการเก็บอิมัลชันในที่มีความร้อนสูงหรือมีอุณหภูมิต่ำเกินไป (Dickinson and Stainsby, 1982) ลำดับขั้นตอนในการใส่ส่วนผสมและเวลาที่ใช้ในการผสมมีความสัมพันธ์ต่อชนิดและความคงตัวของอิมัลชัน ถ้าต้องการอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำควรผสมสารอิมัลซิไฟเออร์ในน้ำแล้วค่อยๆ ผสมน้ำมันลงไป

น้ำมันปลา

น้ำมันปลาเป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (polyunsaturated fatty acid) อยู่ในปริมาณมากและมีกรดไขมันที่มีความยาวของสายโซ่คาร์บอนมากกว่า 18 อยู่ในสัดส่วนที่สูง น้ำมันปลาเฮอริ่ง น้ำมันปลาแมคเคอแรล น้ำมันปลาคอด และน้ำมันปลาเมนฮาเดน มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึง 45, 80, 79 และ 65% ตามลำดับ (Stansby, 1967) กรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันปลาที่มีความสำคัญทางด้านโภชนาการ คือ กรดไขมันโอเมกา-3 ซึ่งชนิดที่สำคัญคือ EPA และDHA ที่มีปริมาณแตกต่างกันในปลาแต่ละชนิด แหล่งของกรดไขมันโอเมกา-3 คือปลาทะเลและสัตว์ทะเลชั้นสูงอื่น ๆ เนื่องจากปลาและสัตว์ทะเลชั้นสูงมีกลไกการเปลี่ยนอาหารประเภทเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เช่น แพลงตอน และสาหร่ายทะเลไปเป็นกรดไขมันโอเมกา-3 กรดไขมันโอเมกาคือกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่เรียกตำแหน่งพันธะคู่โดยนับจากปลาย $-CH_3$ ในสายไฮโดรคาร์บอนของกรดไขมัน ซึ่งการระบุตำแหน่งพันธะคู่ในระบบนี้มีประโยชน์ เพราะทำให้ทราบว่ากรดไขมันชนิดใดอยู่ในกลุ่มเดียวกันและมีความสัมพันธ์ทางกระบวนการเมตาบอลิสมหรือไม่ กรดไขมันที่อยู่ในกลุ่มโอเมกา-3 ได้แก่ กรดไลโนเลอิก (linoleic acid) กรดโดโคซะเพนตะอิโนอิก (docosapentaenoic; DPA) และ DHA

บทบาทของน้ำมันปลาทางด้านโภชนาการ

การบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูงทำให้เกิดอาการเส้นเลือดตีบ และเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตตามมาเนื่องจากหัวใจขาดเลือด ได้มีการรณรงค์ให้หันมาบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวจากไขมันพืชเพื่อลดภาวะเสี่ยงต่อการเกิดเส้นเลือดตีบ แต่ในปัจจุบันได้มีการค้นพบว่าไขมันจากอาหารทะเล โดยเฉพาะปลาทะเลซึ่งมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมกา-3 ได้แก่ EPA และ DHA สามารถลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือดลดอาการเส้นเลือดตีบ เนื่องจากการแข็งตัวของเลือด (Kinsella, 1988) โดยทั่วไปในร่างกายของมนุษย์ที่แข็งแรงและมีสุขภาพดีทั่วไปจะมีไอโคซานอยด์ (eicosanoid) ชนิด TXA_2 และ PGI_2 ที่สร้างจากกรดอะราคิโดนิก (arachidonic acid) อยู่ในภาวะสมดุลย์จึงทำให้เลือดไม่แข็งตัว ถ้าเกิดภาวะหลอดเลือดขาดหรือผนังด้านในของเส้นเลือดถูกทำลาย จะให้ระดับของ PGI_2 ซึ่งร่างกายสร้างขึ้นบริเวณผนังเส้นเลือดลดลง มีผลกระทบต่อสมดุลย์ของ TXA_2 และ PGI_2 เกล็ดเลือดก็จะมารวมตัวกันเป็นก้อนเลือด (clot) การแข็งตัวของเลือดหากเกิดบริเวณบาดแผลภายนอกร่างกาย ก็จะช่วยทำให้เลือดหยุดไหลลดการเสียเลือด และถ้าเกิดขึ้นภายในร่างกายจะเป็นปรากฏการณ์เริ่มต้นของอาการเลือดคั่ง และการไหลของกระแสเลือดซึ่งจะมีคอเลสเทอรอลสูงจะสะดุดจนทำให้เลือดแข็งตัวและเส้นเลือดตีบ EPA จากน้ำมันปลาสร้างไอโคซานอยด์ชนิด TXA_3 ซึ่ง เป็นไอโคซานอยด์ ที่มีสมบัติทำให้เกล็ดเลือดไม่มารวมตัวกัน ดังนั้นถ้าในร่างกายมี EPA มาก ก็จะมีการสร้าง TXA_3 และลดระดับของไอโคซานอยด์ชนิด TXA_2 ที่สร้างจากกรดอะราคิโดนิกลง ทำให้โอกาสที่เกล็ดเลือดจะรวมตัวกันเกิดก้อนเลือดมีน้อยลง ซึ่งเท่ากับว่า TXA_3 เป็นตัวช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดเส้นเลือดตีบได้ จากการทดลองของ Harris และคณะ (1988) ที่ให้ผู้ป่วยชาย 8 คน รับประทานน้ำมันปลาเพิ่มจากอาหารปกติในปริมาณ 7 กรัมต่อวันเป็นเวลานาน 6 สัปดาห์ พบว่าลดระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้ 44% (1988:48 อ้างถึงใน วินัย ตะห์ลันและคณะ ,2534: 7(1)) Rogers และคณะ (1987) ให้อาสาสมัครชาย 60 คน รับประทานน้ำมันปลาเสริมลงในอาหารประจำวันในปริมาณ 10-16 กรัมต่อวันเป็นเวลานาน 3-6 สัปดาห์ พบว่าระดับไตรกลีเซอไรด์ของอาสาสมัครเหล่านั้นลดลง 54% (1987:63 อ้างถึงใน วินัย ตะห์ลันและคณะ ,2534: 7(1)) Nestel (1986) ทดลองให้อาสาสมัคร 6 คน รับประทานน้ำมันปลา 40 กรัมต่อวันเป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง 65% (1986:43 อ้างถึงใน วินัย ตะห์ลันและคณะ ,2534: 7(1)) กลไกที่กรดไขมันโอเมกา-3 สามารถลดระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้นั้นยังไม่ได้รับการพิสูจน์ทราบแน่ชัด แต่สมมติฐานได้รับการสนับสนุนมากคือ กรดไขมันโอเมกา-3 จะมีผลทำให้

กรดไขมันเข้าสู่กระบวนการออกซิเดชัน และคีโตจีเนซีส (ketogenesis) มากขึ้น และเข้าสู่กระบวนการไลโปจีเนซีส (lipogenesis) น้อยลง (Strum–Odin et al.,1987:921 อ้างถึงใน วินัย ดะห์ลันและคณะ ,2534: 7(1)) นอกจากนี้ยังพบอีกว่าเมื่อระดับของกรดไขมันโอเมกา-3 สูงขึ้น ไลโปจีเนซีสภายในตับจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากกรดไขมันโอเมกา-3 เป็นสารตั้งต้น ที่ไม่ดีสำหรับการสร้างไลโปโปรตีน (lipoprotein) ในตับเมื่อเปรียบเทียบกับกรดไขมันจากน้ำมันพืช (Wong, 1984 :792 ; Daggy, 1987:920 อ้างถึงใน วินัย ดะห์ลันและคณะ ,2534: 7(1)) การศึกษาของ Nestel (1984) ที่ให้อาสาสมัครรับประทานน้ำมันปลาปริมาณสูงถึง 40 กรัมต่อวันเป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าระดับคอเลสเทอรอลไม่ลดลง แต่เมื่อทดลองต่อโดยให้อาสาสมัครกลุ่มเดิมรับประทานน้ำมันปลาร่วมกับอาหารคอเลสเทอรอลสูงถึง 940 มิลลิกรัมต่อวัน ปรากฏว่าระดับคอเลสเทอรอลไม่เพิ่มสูงขึ้น ผู้วิจัยได้สรุปว่าการที่น้ำมันปลาไม่ลดระดับคอเลสเทอรอลที่มีอยู่เดิม แต่ก็ไม่ทำให้คอเลสเทอรอลในเลือดสูงขึ้นเมื่อเพิ่มระดับการบริโภค อาจเนื่องจากกรดไขมันโอเมกา-3 ลดการหลั่งไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำมาก (very low density lipoprotein; VLDL) จากตับ ซึ่ง VLDL เป็นแหล่งของไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (low density lipoprotein; LDL) ที่เป็นตัวพาคอเลสเทอรอลให้ไปเกาะตามผนังเส้นเลือดในกรณีที่มีระดับคอเลสเทอรอลในเลือดสูง มีผลให้เส้นเลือดตีบ (1984:74 อ้างถึงใน วินัย ดะห์ลันและคณะ ,2534: 7(1)) นอกจากนั้นมีรายงานว่าการรับประทานน้ำมันปลาสามารถลดระดับคอเลสเทอรอลได้ โดย DHA มีบทบาทเพิ่มการกำจัดคอเลสเทอรอลออกทางน้ำดี (Hartog, 1987 :46 อ้างถึงใน วินัย ดะห์ลันและคณะ ,2534: 7(1))

<u>การควบคุมคุณภาพของน้ำมันปลาและการใช้น้ำมันปลาในอาหาร</u>

น้ำมันปลามีองค์ประกอบเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวค่อนข้างมากและมีความไม่อิ่มตัวสูง จึงเกิดกลิ่นหืนได้ง่าย การเกิดกลิ่นหืนในน้ำมันปลาเกิดได้จากปฏิกิริยาไลโปไลซีส ปฏิกิริยาออกซิเดชัน และมียังเอนไซม์ ไลพอกซิเจนเนส (lipoxygenase) ซึ่งมีอยู่ในน้ำมันปลาเป็นสารเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันในน้ำมันปลา (Hsieh and Kinsella, 1976) วิธีป้องกันการเกิดกลิ่นหืนในน้ำมันปลาควรเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการจับปลาและการขนส่ง ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ อาจมีการเคลือบด้วยน้ำแข็ง (glazing) และมีการใช้สารกันหืนร่วมด้วย Hwang และ Regenstein (1988-) รายงานว่าการใช้ TBHQ 0.02% มีประสิทธิภาพป้องกันการเกิดกลิ่นหืนในเนื้อปลาเมนฮาเดนบด สูงกว่าการใช้สารกันหืนผสมระหว่างอัลฟา-โทโคฟีรอล (3.6%),

แกมม่า-โทโคฟีรอล (18.6%) และเดลต้า-โทโคฟีรอล (7.8%) ปริมาณ 0.1% และประสิทธิภาพของ TBHQ จะสูงขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) 0.5% และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ซึ่งเก็บไว้ได้นาน 60 วัน Keeton, Park และ Rhee (1989) ศึกษาผลของการทำไส้กรอกแฟรงค์เฟอเตอร์ (frankfurter) ไขมันต่ำ โดยใช้น้ำมันปลาที่ระดับ 2.5, 5.0 และ 7.5% หรือน้ำมันดอกทานตะวัน ที่ระดับ 2.5, 5.0, 7.5, 10.9 และ 12.8% ทดแทนไขมันหมู จากตัวอย่างควบคุมซึ่งใช้ไขมันหมู 30% พบว่าเสถียรภาพของอิมัลชันไม่แตกต่างกัน แต่ไส้กรอกที่ใช้น้ำมันปลาทุกตัวอย่าง มีคะแนนทางประสาทสัมผัสต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม และไส้กรอกจากน้ำมันดอกทานตะวัน เนื่องจากน้ำมันปลามีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค Schnepf, Spencen และ Cartat (1991) ผลิตน้ำสลัดแบบใสโดยใช้น้ำมันปลาเมนฮาเดนทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองในปริมาณ 10, 20 และ 30% บรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะที่ฉีดพ่นด้วยก๊าซอาร์กอน และเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่มืด พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำมันปลา 10% และ 20% มีคะแนนด้าน กลิ่น รสชาติ และกลิ่นตกค้างไม่แตกต่างกันภายใน 6 สัปดาห์ Young (1993) รายงานว่าการใช้โปรตีนหางนม 1% ทำให้น้ำสลัดครีมไขมันต่ำ (มีน้ำมันพืช 40%) ที่ทดแทนน้ำมันพืชด้วยน้ำมันปลาเมนฮาเดน 20% มีอายุการเก็บสั้นกว่าตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรตีนหางนม Bimbbo, Crowther และ Stauffer (1994) เปรียบเทียบผลการใช้ช็อทเทนนิ่ง (shortening) ที่ทำจากน้ำมันปลาเมนฮาเดนที่ผ่านกระบวนการไฮโดรจีเนชัน กับการใช้ช็อทเทนนิ่งที่ทำจากน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดฝ้าย ในผลิตภัณฑ์ไวร์คัตคุกกี้ (wire-cut cookies) ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 20 คน แยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บไว้นาน 2 สัปดาห์ และชอบผลิตภัณฑ์ที่ใช้ช็อทเทนนิ่งที่ทำจากน้ำมันปลามากกว่าตัวอย่างที่ใช้ช็อทเทนนิ่งที่ทำจากน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันเมล็ดฝ้าย ผู้ทดลองยังทดสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์แซนด์วิชคุกกี้ ที่ใช้ช็อทเทนนิ่งที่ทำจากน้ำมันปลาเมนฮาเดน และน้ำมันมะพร้าว พบว่าผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ภายใน 2 สัปดาห์ แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 2 ผลิตภัณฑ์แซนด์วิชคุกกี้ที่ใช้ช็อทเทนนิ่งจากน้ำมันมะพร้าวมีคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงกว่า และในการทดสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ริทซ์ไทพ์แค็รกเกอร์ (Ritz-type crackers) ที่ใช้ช็อทเทนนิ่งจากน้ำมันคาโนลาหรือน้ำมันปลาเมนฮาเดน พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้ภายในสัปดาห์แรก และชอบผลิตภัณฑ์ที่ใช้ช็อทเทนนิ่งที่ทำจากน้ำมันคาโนลามากกว่าน้ำมันปลาเมนฮาเดน Hsieh และ Regenstein (1991) รายงานว่ามายองเนสจากน้ำมันปลาเมนฮาเดน 70% ที่เก็บในภาชนะที่พ่นด้วยก๊าซไนโตรเจนก่อนการปิดฝา เก็บได้นาน

12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่สามารถแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส และ 30 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บนาน 5 สัปดาห์ แต่น้ำมันปลาที่นำมาใช้ต้องมีคุณภาพดีผ่านการกำจัดกลิ่นแล้ว และมีการเติมสารกันหืนที่มีประสิทธิภาพสูงต่อการเกิดปฏิกิริยายาออกซิเดชันของน้ำมันปลา ได้แก่ TBHQ อย่างน้อย 0.02% (Kaitaranta,1992)