บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

กระเทียมเป็นพืชผักล้มลุกประเภทใบเลี้ยงเดี่ยว เช่นเดียวกับ หอมหัวใหญ่ หอมแดง กุยช่าย และกระเทียมใบ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium sativum* Linn. กระเทียมมีถิ่นกำเนิดในทวีปยุโรปและทวีปเอเชียตอนกลาง นอกจากนั้นยังเป็นพืชที่มีผู้นำไปปลูกในหลายภูมิภาค เช่น บริเวณอเมริกาเหนือ เอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และบริเวณโอเชียนเนีย สำหรับประเทศไทยนำกระเทียมเข้ามาปลูกเมื่อใดไม่ปรากฏหลักฐานแน่ชัด โดยระยะแรกเป็นการเพาะปลูกในครัวเรือน และปลูกกันมากบริเวณภาคกลางแถบจังหวัดราชบุรี และแถบชานกรุงเทพฯ ต่อมามีผู้นำไปปลูกทางภาคเหนือ ซึ่งมีสภาพดินฟ้าอากาศเหมาะสมกว่า และให้ผลผลิตดีกว่าการปลูกในภาคกลาง ทำให้มีการปลูกอย่างแพร่หลายในภาคเหนือ และบางจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปัจจุบัน.

ลำต้นของกระเทียมเป็นลำต้นแปรรูป (bulb-like root) มีลักษณะเป็นหัว แต่ละหัวประกอบด้วยกลีบเรียงซ้อนกันเป็นชั้น บางพันธุ์แต่ละหัวมีเพียงกลีบเดียว หรือเรียกว่า กระเทียมโทน กลีบของกระเทียมจะมีเปลือกหรือกาบหุ้มโดยรอบ และสามารถแยกเป็นอิสระออกจากหัวได้ เปลือกที่หุ้มกลีบกระเทียมมีหลายสี เช่น ขาว ชมพู หรือม่วง แตกต่างกันไปตามพันธุ์

พันธุ์ของกระเทียม

กระเทียมที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ อาจจำแนกโดยอาศัยอายุการเก็บเกี่ยว และแหล่งที่มาของพันธุ์ ได้เป็นพันธุ์เบา พันธุ์กลาง และพันธุ์หนัก. (จันทร กรองทอง, 2526)

กระเทียมพันธุ์เบา เป็นกระเทียมที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 75 วัน เมื่อปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และประมาณ 80-90 วันในภาคเหนือ มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น พันธุ์ศรีสะเกษของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือกระเทียมดอ

ในภาคเหนือ หัวมีขนาดปานกลาง บริเวณปลายกลีบมีลักษณะเป็นเส้นยาว คล้ายมีหางที่กลีบ ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของกระเทียมพันธุ์นี้ สีของหัวแตกต่างกันไปตามสภาพการเพาะปลูก มีตั้งแต่สีขาวอมชมพู ขาวอมม่วง หรือขาวอมเหลือง เนื้อในแน่นแข็งมีสีขาว มีกลิ่นฉุน และรสจัด.

กระเทียมพันธุ์กลาง ชนิดที่นิยมปลูกมากในปัจจุบันมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 100-120 วัน กระเทียมประเภทนี้มีหลายพันธุ์และหลายชื่อ เช่น กระเทียมพื้นเมืองของเชียงใหม่ เรียกกระเทียมเชียงใหม่ กระเทียมพื้นเมืองของภาคกลาง เรียกกระเทียมบางช้าง หัวมีขนาดใหญ่กว่ากระเทียมพันธุ์เบา กลีบรูปร่างเป็นเหลี่ยมและโค้งงอ สีของเปลือกหุ้มหัวมีสีม่วงปนแดง หรือสีชมพูอ่อน เนื้อมีกลิ่นฉุนปานกลาง.

กระเทียมพันธุ์หนัก ปลูกในประเทศไทยในปริมาณน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นกระเทียมจากต่างประเทศ มีอายุการเก็บเกี่ยวนานกว่า 150 วันขึ้นไป ตัวอย่างได้แก่ กระเทียมพันธุ์จีน ซึ่งหัวและกลีบมีขนาดใหญ่ อวบอ้วนเกือบกลม และไม่มีเหลี่ยมตามสันกลีบ เปลือกหุ้มหัวมีสีขาวหรือขาวปนม่วง เนื้อกระเทียมมีกลิ่นฉุนปานกลาง.

สารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นรสในกระเทียม

ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ของกระเทียม คือหัวทั้งสดและแห้ง สารประกอบชนิดที่ทำให้เกิดกลิ่นรสในกระเทียม เป็นประเภทที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งชนิดที่สำคัญ ได้แก่ alkylcystein sulfoxides หรือ alliin ซึ่งประกอบด้วย (+)-S-allyl-L-cystein sulfoxide (alliin), (+)-S-methyl-L-cystein-sulfoxide (methyl alliin) และ (+)-S-propyl-L-cystein-sulfoxide (propyl alliin) นอกจากนั้นยังมีสาร thiolether ได้แก่ thiolether ของ (+)-S-(propenyl)-L-cystein (Stoll and Seebeck, 1951;. Sugii, Nagasawa and Suzuki, 1963)

alliinเป็นสารประกอบสำคัญในกระเทียมสดซึ่งมีอยู่ในปริมาณมากกว่า 2.5 กรัมต่อกระเทียม 1 กิโลกรัม alliin เป็นสารตั้งต้นของสารประกอบอื่นอีกหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ สารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และสารที่ให้กลิ่นรสในกระเทียม โดยทั่วไปเมื่อเนื้อของกระเทียมเกิดตำหนิ หรือเกิดรอยแผลขึ้น เอนไซม์

allinase [alliin alkyl-sulfenate-lyase (EC 4.4.1.4)] ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในกระเทียม จะเร่งปฏิกิริยา hydrolysation ของ alliin ทำให้เกิดสารประกอบ แอมโมเนีย กรด pyruvic และ 2-propene sulfenic acid จากนั้น 2-propene sulfenic acid เกิดปฏิกิริยา condensation ได้สารประกอบ allicin (allyl-2-propene thiosulfinate) ซึ่งโมเลกุลใหญ่ขึ้นและมีลักษณะเป็นน้ำมันสีเหลือง allicin มีสมบัติละลายได้เล็กน้อยในน้ำ ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ benzene, ether และเป็นสารซึ่งทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะของกระเทียมสด (Maarse, 1991) จากปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดกลิ่นในกระเทียมอาจสรุปได้ดังนี้ คือ alliin 2 โมเลกุล สลายตัวโดยเอนไซม์ allinase แล้วเกิดปฏิกิริยาได้สารประกอบ allicin 1 โมเลกุล กับแอมโมเนีย และกรด pyruvic อย่างละ 2 โมเลกุล (Whitaker, 1976)

การเปลี่ยนแปลงของ allicin เป็นสารอื่น เกิดได้หลายรูปแบบ เช่น allicin 3 โมเลกุล เกิดปฏิกิริยา condensation เป็นสาร ajoene (4,5,9 - trithiadodeca-1,6,11-triene-9-oxide) 2 โมเลกุล (Bock, 1985) ajoene เป็นสารระเหยได้ในกระเทียมสด ที่มีฤทธิ์ต่อต้านการจับตัวของเกร็ดเลือด (antithrombotic) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการอุดตันของหลอดเลือด (Toyoshiko, Susumn, and Terumi, 1981)

การเปลี่ยนแปลงอีกแบบหนึ่งเกิดโดย allicin สลายตัวที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในเวลา 20 ชั่วโมง ได้สาร diallyl disulfide (66 %), diallyl sulfide (14 %), diallyl trisulfide (9 %) และ sulfur dioxide นอกจากนี้ยังเกิดสาร 3-vinyl-1,2 -dithienes ปริมาณเล็กน้อย (Brodnitz, Pascale, and Derslice, 1971) สารประกอบที่เกิดขึ้นเหล่านี้ให้กลิ่นของกระเทียมที่ผ่านความร้อน (cooked garlic odor) ในขณะที่ allicin ให้กลิ่นของกระเทียมสด (Saghir et al., 1964) ถ้าเอนไซม์ allinase ถูกทำลายระหว่างกระบวนการผลิต กลิ่นกระเทียมจะเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ (Kenneth, 1985)

รูปแบบของกระเทียมที่ใช้ในปัจจุบัน

รูปแบบของกระเทียมที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน ได้แก่ กระเทียมสด กระเทียมแห้ง (กระเทียมผง) เกลือกระเทียม น้ำมันหอมระเหยจากกระเทียม โอลีโอเรซินส์จากกระเทียม และกระเทียมผงชนิดดิสเพอร์ส ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้.

กระเทียมผงหรือกระเทียมแห้ง เตรียมได้โดย นำกระเทียมสดมาปอกเปลือก หั่นเป็นแว่นบางหรือสับเป็นชิ้นเล็ก วางเกลี่ยบนตะแกรง นำไปตากแดดจนแห้ง หรืออบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 45-60 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2533) ก่อนตากหรืออบ ถ้าแช่กระเทียมในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก จะทำให้กระเทียมตากแห้งที่ได้มีสีดีขึ้น และเก็บได้นานขึ้น หลังทำแห้งลดขนาดตามชนิดของกระเทียมผง ได้แก่ powdered garlic ต้องร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 45 ได้อย่างน้อยร้อยละ 98, granulated garlic ผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 140 ไม่เกินร้อยละ 1 และ coarsed garlic ผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 100 ได้ไม่เกินร้อยละ 10 หลังลดขนาดอาจเติมสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อน ได้แก่ magnesium stearate หรือ calcium stearate ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก กระเทียมที่ผ่านการลดขนาดแล้วต้องบรรจุในภาชนะสะอาดแล้วปิดสนิททันที เนื่องจากดูดความชื้นง่าย โดยทั่วไปกระเทียมผง 1 กิโลกรัม มีความแรงของกลิ่นกระเทียมเทียบเท่ากับกระเทียมสด 5 กิโลกรัม และมีที่ใช้อย่างแพร่หลายในเครื่องปรุงรสอาหาร โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป เช่น Italian-type sausages และ salami อาหารกระป๋อง อาหารแห้ง อาหารแปรรูปแช่แข็ง และผลิตภัณฑ์ขนมอบบางชนิด (Joseph, 1968; Kenneth, 1985) กระเทียมผงเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส ในภาชนะปิดสนิทที่กันการซึมผ่านของอากาศและความชื้นได้ จะมีอายุการเก็บ 7-10 สัปดาห์. โดยยังคงคุณภาพที่ดีอยู่ (Pruthi et al., 1959)

เกลือกระเทียม (garlic salt) เตรียมโดยผสม powdered garlic ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก กับเกลือแกงบริสุทธิ์ ที่ปนเป็นผงละเอียด อาจเติม calcium stearate ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก (Military Specification, 1973) เกลือกระเทียมต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก และร่อนผ่านตะแกรง

มาตรฐานเบอร์ 30 ได้อย่างน้อยร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก นิยมใช้เป็นเครื่องปรุงรสสำหรับประกอบอาหารในครัวเรือนมากกว่ากระเทียมผง เนื่องจากผ่านการเจือจางด้วยเกลือป่นแล้ว ทำให้ความฉุนของกลิ่นและรสชาติของกระเทียมเบาบางลง ใช้งานสะดวก นิยมใช้แทนเกลือป่นในน้ำมะเขือเทศ สเต็คเนื้อแกะ เนื้อวัว และเนื้อปลา แต่สำหรับผู้ป่วยที่ไม่ต้องการปริมาณโซเดียมสูง ไม่ควรใช้เกลือกระเทียมแทนกระเทียมผง (Kenneth, 1985)

น้ำมันหอมระเหยจากกระเทียม (garlic oil) มีอยู่ในปริมาณร้อยละ 0.1-0.2 โดยน้ำหนักเปียก เตรียมได้โดยบดกระเทียมสดให้มีขนาด 2-3 มิลลิเมตร แล้วกลั่นภายใต้ไอน้ำ (steam distillation) จะได้ของเหลวซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำมันสีเหลืองมีกลิ่นฉุนของ mercaptan เด่นกว่ากลิ่นกระเทียมสด (Ragharan, Abraham and Shakaranayana, 1983) น้ำมันหอมระเหยจากกระเทียม ประกอบด้วยสาร diallyl disulfide (60 %), diallyl trisulfide (20 %), allyl propyl disulfide (6 %) และสารประกอบอื่น ๆ (ในปริมาณเล็กน้อย) ได้แก่ diethyl disulfide, diallyl polysulfide, alliin และ allicin (Guenther, 1964) น้ำมันหอมระเหยจากกระเทียม 1 กิโลกรัม มีความแรงของกลิ่นกระเทียมเทียบเท่ากับกระเทียมผง 200 กิโลกรัม หรือเทียบเท่ากับกระเทียมสด 900 กิโลกรัม ในทางการค้าได้มีการเจือจางน้ำมันหอมระเหยจาก กระเทียมด้วยน้ำมันพืช และใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรส สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ซุป อาหารกระป๋อง และซอสชนิดต่าง ๆ (Kenneth, 1985)

โอลีโอเรซินส์ของกระเทียม (garlic oleoresins) เตรียมโดยบดกระเทียมสดให้มีขนาดอนุภาค 30 mesh สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น acetone, trichlorofluoromethane และ diethyl ether หรือ methanol (Tae-Jin Bae et al., 1993) และระเหยตัวทำละลายออกจากสารสกัดโดยวิธีลดความดัน. ได้โอลีโอเรซินส์ซึ่งประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่ให้กลิ่นกระเทียม และสารประกอบที่ไม่ระเหยแต่ให้รสชาติ ได้แก่ cystein, alkyl cystein และ ɣ-glutamyl peptides (Whitaker, 1976) โอลีโอเรซินส์จึงมีกลิ่นและรสชาติใกล้เคียงกับกระเทียมสดมากที่สุด และใช้ทดแทนกระเทียมสดในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้ดีที่สุด (Robert, 1983) โอลีโอเรซินของกระเทียมมีลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืด สีน้ำตาล

เหลือง กระจายตัวได้ทั้งในน้ำและน้ำมัน ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก โดยทั่วไปโอลีโอเรซินส์ 3-4 กิโลกรัม ให้กลิ่นรสเทียบเท่ากับกระเทียมแห้งประมาณ 45 กิโลกรัม หรือโอลีโอเรซินส์ประมาณ 1 กิโลกรัม ใช้ประโยชน์ได้เทียบเท่ากับกระเทียมสดประมาณ 45 กิโลกรัม (Kenneth, 1985) โอลีโอเรซินของกระเทียมมีที่ใช้ในเครื่องปรุงรสอาหารชนิดต่าง ๆ ได้แก่ frankfurter seasoning, bologna seasoning และ polish sausage seasoning (Hill, 1985) นอกจากนั้นยังมีที่ใช้ในซุปไก่ข้นชนิดผง ในน้ำเกรวี (gravy) สำหรับสัตว์ปีก และซุปผงสำหรับบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (Binsted, Devey and Dakin, 1971)

<u>กระเทียมผงชนิดดิสเพอร์ส</u> (garlic dispersed spice) เตรียมโดยผสมโอลีโอเรซินของกระเทียมกับสารเพิ่มปริมาณที่เหมาะสม เช่น เกลือแกง หรือ dextrose และอาจเติมสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อน เช่น tricalcium phosphate, calcium stearate หรือ sodium silicate ปริมาณรวมกันไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก (Kenneth, 1985) เกลือแกงที่ใช้ต้องมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว บริสุทธิ์ และไม่ผสมไอโอดีน ส่วน dextrose ต้องเป็นชนิดปราศจากน้ำ (anhydrous) และใช้ได้ในอาหาร (food grade) ปริมาณของโอลีโอเรซินกระเทียมที่ใช้ คือ ร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ซึ่งจะได้กระเทียมผงชนิดดิสเพอร์สที่มีกลิ่นและรสชาติเทียบเท่ากับกระเทียมสด ถ้าเพิ่มโอลีโอเรซินส์เป็นร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก จะได้กระเทียมผงชนิดดิสเพอร์สที่มีกลิ่นและรสชาติเทียบเท่ากับกระเทียมผง กระเทียมผงชนิดดิสเพอร์สที่เตรียมได้ถ้าเพิ่มปริมาณด้วย dextrose ต้องร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 30 ได้อย่างน้อยร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก และร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 60 ได้อย่างน้อยร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก ถ้าเพิ่มปริมาณด้วยเกลือแกง

คุณภาพของกระเทียมผงชนิดดิสเพอร์ส ขึ้นกับระยะเวลาในการเก็บและอุณหภูมิในการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด polyethylene และถังโลหะปิดสนิท เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บ 7-10 สัปดาห์, 0-4 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 10-12 สัปดาห์, และ -18 องศาเซลเซียส เก็บได้ 14-16 สัปดาห์ (Quality Control Co. Inc., 1959) กระเทียมผงชนิดดิสเพอร์สใช้ทดแทนกระเทียมผงในส่วนผสมของเครื่องปรุงรสได้ง่าย โดยใช้กระเทียมผง

ชนิดดิสเพอร์ส 1 ส่วนแทนกระเทียมผง 1 ส่วน โดยน้ำหนัก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหาร ที่ใช้กระเทียมผงชนิดนี้ปรุงแต่งกลิ่นรส ได้แก่ ซุบผง น้ำสลัดชนิดต่างๆ และเครื่องปรุงรสสำหรับขนมอบกรอบและบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (Kenneth, 1985)

การผลิตโอลีโอเรซินส์จากเครื่องเทศ

บริษัท Stange และ Griffith Laboratory เป็นสองบริษัทแรกที่เริ่มสกัดโอลีโอเรซินส์จากเครื่องเทศในเชิงการค้า โดยได้สกัดโอลีโอเรซินส์จากพริกไทยดำและขิงก่อน การสกัดโอลีโอเรซินส์จากขิงทำโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม คือ acetone ใช้อัตราส่วนตัวทำละลายต่อเครื่องเทศ 3:1 ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากระเหยตัวทำละลายออก จะได้โอลีโอเรซินส์ซึ่งมีลักษณะข้นหนืด สีดำคล้ายยางมะตอย ร้อยละ 8-10 โดยน้ำหนักเปียก (Sabel and Warren, 1972) ต่อมาได้มีการพัฒนาโอลีโอ-เรซินส์ในรูปแบบใหม่ โดยบริษัท Friitzsche Dodge & Olcott ผลิต Superesin® ซึ่งเป็นสารผสมระหว่างโอลีโอเรซินส์ กับน้ำมันหอมระเหยของเครื่องเทศชนิดเดียวกัน ได้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีศักยภาพสำหรับการใช้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น เพราะกลิ่นรสใกล้เคียงกับเครื่องเทศสดมากที่สุด สำหรับบริษัท Kalsec ได้พัฒนาโอลีโอเรซินส์จากเครื่องเทศภายใต้เครื่องหมายการค้า Aquaresin® ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่กระจายตัวได้ทั้งในน้ำและน้ำมัน โดยการเติม mono-acylglycerols, di-acylglycerols, lecithin และกรดแลกติค (Kenneth, 1985)

กระบวนการผลิตโอลีโอเรซินส์จากเครื่องเทศ

กระบวนการผลิต ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ หลายขั้นตอน โดยเริ่มจากการเตรียมวัตถุดิบก่อนการสกัด การสกัด และการกำจัดตัวทำละลาย ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้.

การเตรียมวัตถุดิบก่อนการสกัด เครื่องเทศส่วนใหญ่ไม่สามารถนำมาสกัดได้โดยไม่ผ่านขั้นตอนการลดขนาดให้มีอนุภาคเล็กเพียงพอ ที่ตัวทำละลายจะแพร่กระจาย และละลายสารประกอบที่อยู่ในเครื่องเทศจนถึงสภาวะสมดุล นอกจากนั้น การลดขนาดเครื่องเทศให้เล็กลงยังเป็นการทำลายผนังเซลให้แตกออก ทำให้สกัดได้ง่าย และเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างตัวทำละลายกับสารประกอบในเครื่องเทศ

อย่างไรก็ตาม ถ้าขนาดอนุภาคเล็กมากเกินไป อาจทำให้อัตราการไหลเวียนของตัวทำละลายในอุปกรณ์สกัด ช้าลง และอาจมีการอุดตันเกิดขึ้นได้ เนื่องจากเครื่องเทศมีการอัดตัวแน่นมากขึ้น ทำให้กำจัดตัวทำละลายออกจากกากในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตได้ยาก ขนาดของอนุภาคที่เหมาะสม ช่วยให้ได้ผลผลิตสูงสุด ในเวลาที่เหมาะสม โดยใช้ปริมาณตัวทำละลายน้อยที่สุด เครื่องเทศแต่ละชนิดมีขนาดอนุภาคที่เหมาะสมแตกต่างกัน จึงไม่สามารถระบุขนาดที่แน่นอนได้ การลดขนาดอนุภาคเป็นขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก และอาจทำได้โดยใช้วิธี บด (grinding), ย่อย (crushing), สี (milling), หรือ บีบอัด (impact) (Heath,1981)

<u>การสกัด</u> หลังจากลดขนาดแล้ว บรรจุเครื่องเทศในเครื่องมือสกัด กลไกในการสกัดประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การเติมและแพร่กระจายของตัวทำละลายในเครื่องเทศบด การละลายของสารประกอบในเครื่องเทศจนถึงจุดสมดุล และการแทนที่สารสกัด (marc) ด้วยตัวทำละลายใหม่ การละลายของสารในตัวทำละลาย เกิดจากการที่โมเลกุลของตัวทำละลายเข้าล้อมรอบโมเลกุลของตัวถูกละลาย ทำให้โมเลกุลดังกล่าวเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นตัวถูกละลายที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่จะละลายได้น้อยกว่าพวกโมเลกุลเล็ก เพราะตัวทำละลายทำให้โมเลกุลขนาดใหญ่เคลื่อนที่ได้ยากกว่า (Seckner, McClellan, and McHugh, 1988)

ตัวทำละลายที่ใช้ทั่วไปในการสกัดโอลีโอเรซินส์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดมีขั้ว และชนิดไม่มีขั้ว ตัวทำละลายชนิดมีขั้ว ประกอบด้วยหมู่ hydroxyl (-OH) หรือหมู่ carboxyl (-COOH) ซึ่งมีค่า dielectric constant สูง และละลายน้ำได้ ตัวอย่างของตัวทำละลายเหล่านี้ ได้แก่ น้ำ และแอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ตัวทำละลายอีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นประเภทไม่มีขั้ว จะเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี มีค่า dielectric constant ต่ำ และส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ benzene, petroleum ether, และ hexane (Heath,1981)

ในการอธิบายการละลายของสารใช้กฎเกณฑ์ของการละลายที่เรียกว่า "like dissolves like" คือ สารชนิดหนึ่งจะละลายในอีกชนิดหนึ่งได้ต้องมีค่า polarity ใกล้เคียงกัน นอกจากนั้นควรเกิดพันธะไฮโดรเจน ระหว่างตัวถูกละลายกับตัวทำละลาย เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะการละลายได้ ตัวอย่างเช่น แอลกอฮอล์ละลายในน้ำได้ดี เพราะเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของ

หมู่ -OH ในโมเลกุลแอลกอฮอล์กับอะตอมออกซิเจนของน้ำ สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ -OH หนึ่งหมู่หรือมากกว่าหนึ่งหมู่ ได้แก่ phenol, glycerine และ แอลกอฮอล์ ล้วนละลายในน้ำได้ดี (Morrison and Boyd, 1987)

ตัวทำละลายที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรม ได้แก่ acetone, hexane และแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ ตัวทำละลายเหล่านี้ติดไฟและระเบิดได้ ถ้าขาดความระมัดระวังในการใช้ นอกจากนั้นยังเป็นพิษ (ยกเว้น ethanol บริสุทธิ์) เมื่อสูดดม สัมผัส หรือ บริโภคเข้าสู่ร่างกาย ปัจจุบันในอุตสาหกรรมได้หันมาสนใจตัวทำละลายประเภท chlorinated hydrocarbons ได้แก่ ethylene dioxide และ methylene dichloride ซึ่งมีจุดเดือดต่ำ ไม่ติดไฟ และกำจัดออกจากสารสกัดได้ง่าย แต่ตัวทำละลายประเภทนี้มีความเป็นพิษสูงเมื่อบริโภคเข้าสู่ร่างกาย และมีขั้วน้อยกว่าแอลกอฮอล์ จึงสกัดสารประเภท hydrophilic ได้ไม่ดีเท่าแอลกอฮอล์ (Kenneth, 1985) นอกจากตัวทำละลายที่กล่าวมาแล้ว ในปัจจุบันยังมีการนำคาร์บอนไดออกไซด์เหลวมาใช้ในการสกัด และมีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ ultrasonics เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดอีกด้วย (Heath, 1981)

วิธีสกัดโอลีโอเรซินส์จากเครื่องเทศมีหลายวิธี ได้แก่ การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยวิธี percolation การสกัดแบบแยกส่วน การสกัดด้วย supercritical gas และการสกัดด้วยน้ำมันบริโภคแบบ 2-stage batch countercurrent ในแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยวิธี percolation นิยมใช้ในการศึกษาวิจัยเนื่องจากไม่ยุ่งยาก การสกัดทำโดยแช่เครื่องเทศบดในตัวทำละลายอินทรีย์ จนการละลายของสารประกอบในเครื่องเทศถึงจุดสมดุล อาจใช้ระบบการหมุนเวียนของตัวทำละลายในการสกัด ซึ่งคล้ายกับการสกัดน้ำมันบริโภคได้ ตัวอย่างงานวิจัยที่ศึกษาผลการสกัดโอลีโอเรซินส์จากเครื่องเทศโดยวิธีนี้ ได้แก่ Huh et al (1990) สกัดโอลีโอเรซินส์จาก paprika ด้วย ตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ acetone, ether, และ ethanol ใช้อัตราส่วนตัวทำละลายต่อ paprika 4:1 โดยน้ำหนัก พบว่าเอทธานอลให้ผลผลิตสูงสุดคือร้อยละ 26 โดยน้ำหนักแห้ง ใช้เวลาในการสกัดนาน 5 ชั่วโมง Tae-Jin Bae et al. (1993) ศึกษาตัวทำละลาย 11 ชนิด ในการสกัดโอลีโอเรซินส์จากกระเทียม พบว่า methanol ให้ผลผลิตสูงสุดคือร้อยละ 21.3 โดย

น้ำหนักแห้ง เมื่อใช้กระเทียมบดขนาด 30 mesh อัตราส่วนตัวทำละลายต่อกระเทียม 3:1 โดยน้ำหนัก สกัดนาน 4 ชั่วโมง ที่ 25 องศาเซลเซียส

การสกัดแบบแยกส่วน มีขั้นตอนดังนี้ คือ บดเครื่องเทศที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส แล้วเพิ่มอุณหภูมิขึ้นจนถึง 20 องศาเซลเซียส เพื่อให้เครื่องเทศปลดปล่อยสารที่ระเหยได้ง่าย จากนั้นใช้กาซเฉื่อยเป็นพาหะในการนำสารเหล่านี้ออกมาแล้วลดความดันลง 10-12 มิลลิเมตรปรอท เป็นเวลา 2-12 ชั่วโมง เพื่อให้สารระเหยกลั่นตัวเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส ได้สารประกอบส่วนที่หนึ่งประมาณร้อยละ 1-6 โดยน้ำหนักเปียก กากเครื่องเทศที่เหลือสกัดต่อด้วยตัวทำละลายไม่มีขั้ว ได้แก่ pentane, hexane, cyclohexane, และ petroleum ether ที่ 15-35 องศาเซลเซียส ใช้ตัวทำละลาย 2-6 ลิตร ต่อเครื่องเทศ 1 กิโลกรัม ได้สารสกัดส่วนที่สองประมาณร้อยละ 2-20 โดยน้ำหนักเปียก สกัดกากเครื่องเทศจากส่วนที่สองด้วยตัวทำละลายมีขั้ว ได้แก่ acetone, methanol, ethanol, และ isopropanol ภาวะการสกัดเช่นเดียวกับตัวทำละลายชนิดไม่มีขั้ว ได้สารสกัดส่วนที่สามประมาณร้อยละ 1-15 โดยน้ำหนักเปียก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่สกัดด้วยวิธีนี้ ได้แก่ ลูกจันทน์เทศ ซึ่งบดที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส จนมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 0.8 มิลลิเมตร เก็บในถังและเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 20 องศาเซลเซียส ผ่านกาซไนโตรเจน และลดความดันในถังลง 12 มิลลิเมตรปรอท นาน 12 ชั่วโมง ทำให้กลั่นตัวเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส ได้สารระเหยในส่วนที่หนึ่ง 6.2 กิโลกรัม (จากลูกจันทน์เทศน้ำหนักตั้งต้น 350 กิโลกรัม) สกัดกากด้วย petroleum ether 500 ลิตร เปลี่ยนตัวทำละลายทุก 3 ชั่วโมง ทำเช่นนี้ 3 ครั้ง กรองและระเหยตัวทำละลายออกบางส่วน ได้สารสกัดส่วนที่สอง สกัดกากอีกครั้งด้วย ethanol ภาวะการสกัดเช่นเดียวกับครั้งที่ 2 ระเหยตัวทำละลายออกบางส่วน ได้สารสกัดส่วนที่สาม ผสมสารสกัดจากลูกจันทน์เทศทั้งสามส่วน ระเหยตัวทำละลายออก ได้โอลีโอเรซินส์จากลูกจันทน์เทศ 97.9 กิโลกรัม การลดขั้นตอนการสกัดด้วยตัวทำละลาย ทำได้โดยผสมตัวทำละลายชนิดมีขั้ว และไม่มีขั้วเข้าด้วยกันเป็นสารผสม azeotropic mixture เช่น hexane ร้อยละ 85, ethanol ร้อยละ 12.5 และน้ำร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก มีจุดเดือด 56 องศาเซลเซียส สารผสมนี้ใช้สกัดโอลีโอเรซินส์จากพริกไทยดำ และขมิ้นได้เป็นอย่างดี วิธีสกัดแบบแยกส่วนเหมาะสำหรับใช้กับเครื่องเทศที่มีปริมาณสารระเหย

ง่ายสูงซึ่งสารเหล่านี้สูญเสียง่ายระหว่างบด โอลีโอเรซินส์ที่สกัดได้มีคุณภาพด้านกลิ่นรสชาติสมบูรณ์ และผลผลิตสูง แต่การสกัดวิธีนี้มีหลายขั้นตอน จึงสิ้นเปลืองเวลา และค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธี percolation (Chiovini, Marion, and Adamer, 1979)

การสกัดโดยใช้ supercritical gas ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ สกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยกาซแห้ง และสกัดส่วนที่ไม่ระเหยแต่ให้รสชาติด้วยกาซเปียกซึ่งอยู่ในภาวะ supercritical โดยเพิ่มอุณหภูมิและความดันให้เหมาะสมด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) และเครื่องอัดอากาศ (air compressor) ผสมสารสกัดทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน แล้วแยกตัวทำละลายออกจากสารสกัด โดยปรับอุณหภูมิและความดันให้ต่ำกว่าจุดวิกฤต ได้โอลีโอเรซินส์ของเครื่องเทศชนิดนั้น กาซที่ใช้มากในการสกัด คือ คาร์บอนไดออกไซด์ เพราะ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค เฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี และทำให้บริสุทธิ์ได้ง่าย ภาวะที่ใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัดทำได้โดยปรับอุณหภูมิเป็น 31.6-80 องศาเซลเซียส และความดัน 74.3-400. บรรยากาศสัมบูรณ์ (absolute atmosphere)

กาซเมื่ออยู่ในภาวะ supercritical ประกอบด้วย 2 วัฏภาค คือ กาซ และของเหลว สำหรับการสกัดโอลีโอเรซินส์จากเครื่องเทศ วัฏภาคกาซมีประสิทธิภาพสูงกว่าของเหลว จึงสกัดสารให้กลิ่นด้วยกาซแห้งซึ่งอยู่ในภาวะ supercritical ก่อน จากนั้นจึงสกัดสารที่ไม่ระเหยแต่ให้รสชาติด้วยกาซเปียกซึ่งอยู่ในภาวะ supercritical ตัวอย่างการสกัดด้วยวิธีนี้ ได้แก่ การใช้ supercritical carbondioxide สกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์แห้ง ที่ความดัน 350 บรรยากาศ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สกัดน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ (200 กรัม) สกัดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นใช้กาซเปียก สกัดส่วนที่ให้รสชาติต่อโดยใช้ ภาวะสกัดเช่นเดียวกับกาซแห้ง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ระเหยตัวทำละลายออกโดยปรับความดันลงที่ 65 บรรยากาศ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้โอลีโอเรซินส์จากพริกไทยดำ (14 กรัม) ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวกึ่งแข็ง สีเหลือง มีกลิ่นและรสชาติของพริกไทยแรงจัด การสกัดโอลีโอเรซินส์ด้วยวิธีนี้มีข้อได้เปรียบหลายประการ อาทิ ตัวทำละลายที่ไม่เป็นพิษ ราคาถูก เฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี, ไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์เหลือตกค้างในโอลีโอเรซินส์ เนื่องจากมีวิธีการแยกวัฏภาคที่มีประสิทธิภาพ ข้อเสียเปรียบที่สำคัญ

สำหรับการสกัดวิธีนี้ คือ ต้องใช้ความดันสูงในกระบวนการสกัด ต้นทุนในการลงทุน และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ สูง (Vitzthum and Hubert, 1987)

การสกัดด้วยน้ำมันบริโภคแบบ 2-stage batch countercurrent นิยมใช้กับเครื่องเทศที่มีสี เช่น พริก ขมิ้นและ paprika น้ำมันที่ใช้สกัดเป็นน้ำมันพืชหรือน้ำมันจากสัตว์บริโภคได้ และมีสมบัติเป็นของเหลวในช่วงอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ที่นิยมใช้มากได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดคำฝอย และน้ำมันถั่วลิสง ขั้นตอนการสกัดมีดังนี้ คือ ใช้น้ำมันที่ผ่านการสกัดกากเครื่องเทศมาแล้ว 1 ครั้ง นำมาบดรวมกับเครื่องเทศรุ่นใหม่ ใช้อัตราส่วนน้ำมันต่อเครื่องเทศ 1:6 โดยน้ำหนัก ขนาดอนุภาคเครื่องเทศควรอยู่ระหว่าง 3-40 mesh อุณหภูมิขณะสกัด 25-30 องศาเซลเซียส และไม่ควรสูงเกิน 38 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสหรือสีได้ จากนั้นแยกกากเครื่องเทศออกโดยผ่านเครื่องบีบอัด จะได้ fortified oil ที่มีโอลีโอเรซินส์ของเครื่องเทศและสารให้สีรวมกันอยู่ กากที่เหลือนำมาสกัดด้วยน้ำมันใหม่ (fresh oil) อีกครั้ง จะได้ fortified oil สำหรับใช้สกัดเครื่องเทศใหม่ในครั้งต่อไป กากเครื่องเทศที่เหลือจากการสกัดแล้วสองครั้ง ใช้ผสมกับเครื่องเทศบดเป็นเครื่องเทศที่มีกลิ่นรสอ่อน เช่น พริกผงชนิดเผ็ดปานกลาง ตัวอย่างการสกัดด้วยวิธีนี้ ได้แก่ การสกัดโอลีโอเรซินส์จากพริกที่มีค่าสี 150 ASTA ด้วยน้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดกากพริกมาแล้วหนึ่งครั้ง (น้ำมันดังกล่าวมีค่าสี 500 ASTA) ใช้น้ำมันต่อพริก 1:8 โดยน้ำหนัก ผสมนาน 15 นาที บีบอัดจนได้สารสกัดที่มีค่าสี 1000 ASTA กากพริกที่เหลือจากการสกัดแล้วสองครั้งมีค่าสี 60 ASTA การสกัดเครื่องเทศด้วยน้ำมันบริโภคไม่ใช้ความร้อน ไอน้ำ หรือตัวทำละลายที่เป็นพิษ วิธีการสกัดไม่ยุ่งยาก ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในกระบวนการผลิต (Bennett and Wagner, 1987)

<u>การกำจัดตัวทำละลาย</u> ก่อนระเหยแยกตัวทำละลายออกจากสารสกัด ต้องกรองแยกเครื่องเทศออกเสียก่อน โดยปกติชั้นของเครื่องเทศบดจะทำหน้าที่เป็นชั้นกรองด้วยตัวของมันเอง สารสกัดที่ได้จึงใสพอที่จะผ่านเข้าสู่เครื่องระเหย เพื่อกำจัดตัวทำละลายได้เลย เนื่องจากเครื่องเทศส่วนใหญ่มีสารระเหยง่ายในปริมาณสูง การระเหยตัวทำละลายจึงควรทำที่ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ เพื่อลดจุดเดือด และเร่งอัตราการระเหย เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสีย หรือการสลายตัวของสารให้กลิ่นรส การระเหยตัวทำละลายในระดับอุตสาหกรรมโดยทั่วไป มี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรก

กำจัดตัวทำละลายร้อยละ 95 โดยน้ำหนัก ออกจากสารสกัดด้วยเครื่องระเหยชนิด falling-film, rising-film หรือ calandria type ก่อน ต่อมาในขั้นที่สองจึงผ่านสารสกัดเข้มข้นไปยังเครื่องมือพิเศษที่ประกอบด้วย การใช้ความดัน การใช้ประจุไฟฟ้า และระบบสุญญากาศ ในการกำจัดตัวทำละลายตกค้างที่ยังเหลืออยู่จนมีปริมาณต่ำกว่าที่กฎหมายกำหนด (Heath, 1981)

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัดโอลีโอเรซินส์จากเครื่องเทศ

ปัจจัยในกระบวนการผลิตที่มีผลต่อผลผลิต และคุณภาพของโอลีโอเรซินส์ ได้แก่ การเลือกพันธุ์เครื่องเทศ ความชื้นในเครื่องเทศ การเตรียมเครื่องเทศก่อนการสกัด การเลือกชนิดตัวทำละลาย ภาวะในการสกัด วิธีสกัด และการระเหยตัวทำละลาย ในแต่ละปัจจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้.

การเลือกพันธุ์เครื่องเทศ เครื่องเทศต่างพันธุ์กัน จะให้ผลต่างกันด้านกลิ่นรส ปริมาณของน้ำมันหอมระเหย และโอลีโอเรซินส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องเทศที่ปลูกในประเทศอินเดีย ได้แก่ กระวาน พริก ขิง พริกไทย และขมิ้น (Lewis, 1972) ขิงที่นิยมซื้อขายกันในตลาดโลกมี 4 พันธุ์ ได้แก่ Cochin, Jamaician, Sierra Leone และ Nigerian ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ปริมาณสารระเหยได้ และสารที่ไม่ระเหยแต่ให้รสชาติ เช่นเดียวกับวานิลลาจากแหล่งผลิตต่างๆกัน อาจมีปริมาณโอลีโอเรซินส์แปรได้จากร้อยละ 48.9 ถึง 64.8 โดยน้ำหนักแห้ง (Cowley, 1972) นอกจากนั้นโอลีโอเรซินส์ในเครื่องเทศแต่ละชนิดยังมีปริมาณแตกต่างกันอีกด้วย ตัวอย่างเช่น พริกไทย ขิง ขมิ้น และพริก มีโอลีโอเรซินส์ร้อยละ 10-12, 5-7, 4-7 และ 12-16 โดยน้ำหนักเปียก ตามลำดับ การเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับนำมาสกัดโอลีโอเรซินส์ ต้องพิจารณาทั้งปริมาณน้ำมันหอมระเหย ปริมาณสารที่ไม่ระเหยแต่ให้รสชาติซึ่งมีผลต่อกลิ่นรส และสารประกอบที่สำคัญในเครื่องเทศแต่ละชนิด เช่น vanillin ใน vanilla, capsaisin ในพริก และ piperin ในพริกไทย เป็นต้น นอกจากนั้นราคาต่อหน่วยน้ำหนัก และความยากง่ายในการจัดหาก็เป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกพันธุ์เครื่องเทศเช่นกัน (Lewis, Krishnamurthy, and Shivashangar, 1974)

ความชื้นในเครื่องเทศ เครื่องเทศที่คัดเลือกแล้วต้องทำความสะอาด และลดปริมาณความชื้นลง เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อราระหว่างเก็บเพื่อรอการสกัดในขั้นต่อไป ความชื้นในเครื่องเทศที่เหมาะสมขึ้นกับชนิดของเครื่องเทศ และชนิดของตัวทำละลายที่เลือกใช้ สำหรับตัวทำละลายชนิดมีขั้ว น้ำในเครื่องเทศจะผสมรวมออกมาในสารสกัดด้วย จึงมีผลทำให้ตัวทำละลายเจือจาง และความสามารถในการละลายสารประกอบที่ให้กลิ่นลดลง นอกจากนั้นน้ำในเครื่องเทศยังละลายสารที่ไม่ต้องการ ได้แก่ เกลือแร่ และกัม ออกมาพร้อม ๆ กับตัวมันอีกด้วย (Pruthi, 1980; Heath, 1981)

การเตรียมเครื่องเทศก่อนการสกัด เครื่องเทศส่วนมากต้องลดขนาดก่อนสกัด บางชนิดต้องมีการตัดแต่งก่อน เช่น พริกควรเด็ดก้านเมล็ดออกก่อน มิฉะนั้นโอลีโอเรซินส์ที่สกัดได้จะมีกลิ่นเหม็นเขียว ส่วนขิงและขมิ้นต้องบดหยาบก่อนที่จะเข้าเครื่องบดให้เป็นผงขนาด 30-40 mesh สำหรับขิงและพริกไทย ขนาดของอนุภาคยิ่งเล็กมากจะสกัดโอลีโอเรซินส์ได้ในปริมาณมาก แต่มักเกิดปัญหาการจับตัวเป็นก้อนหรืออุดตันในเครื่องมือสกัด (Heath, 1981) พริกเมื่อบดจนได้อนุภาค 0.5 และ 0.35 มิลลิเมตร ให้ผลผลิตโอลีโอเรซินส์ร้อยละ 12 และ 16 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (Nambudiri et al., 1970; Mathew et al., 1971) ลูกจันทน์เทศประกอบด้วยไขมันร้อยละ 30 โดยน้ำหนักแห้ง และน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 10 ถึง 15 โดยน้ำหนักแห้ง เมื่อบดเป็นผงละเอียดจะเกิดลักษณะเป็นของเหลวกึ่งแข็ง ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการสกัด จึงควรบดให้เป็นชิ้นเล็กเท่านั้นเพื่อให้สะดวกในการสกัด และลดการสูญเสียสารระเหยได้ระหว่างการลดขนาด ขนาดอนุภาคที่เหมาะสมสำหรับการสกัดโอลีโอเรซินส์ แปรตามชนิดของเครื่องเทศ (Heath, 1981)

การเลือกชนิดตัวทำละลาย ปัจจัยสำคัญในการเลือกชนิดตัวทำละลาย คือ ความสามารถในการละลายสารประกอบในเครื่องเทศ ส่วนมากตัวทำละลายชนิดมีขั้วละลายสารประกอบในเครื่องเทศได้มากชนิดกว่าตัวทำละลายไม่มีขั้ว นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาถึงความไวไฟ และความเป็นพิษของตัวทำละลายที่จะเลือกใช้ด้วย สารให้กลิ่นรสในเครื่องเทศโดยทั่วไปมีทั้งประเภท hydrophilic และ hydrophobic ตัวทำละลายที่ใช้ได้กับสารทั้ง 2 ประเภท คือ acetone และแอลกอฮอล์ แต่ acetone ติดไฟง่าย จึงต้องใช้เครื่องมือสกัดที่ป้องการเกิดประกายไฟ ขณะที่แอลกอฮอล์ราคาแพง

กว่า (ถ้าไม่ได้รับการยกเว้นภาษีสรรพสามิตร) ทั้ง acetone และแอลกอฮอล์ละลายน้ำในเครื่องเทศออกมาด้วย การกำจัดออกจากโอลีโอเรซินส์จึงต้องใช้เวลานานเพราะต้องระเหยน้ำออกด้วย สำหรับ hexane และ methylene dichloride เป็นตัวทำละลายที่สกัดน้ำมันหอมระเหย และไขมันได้ดี แต่โอลีโอเรซินส์ที่ได้ขาดส่วนที่ให้รสชาติของเครื่องเทศ นอกจากนั้น hexane ยัง ติดไฟง่าย จึงต้องใช้อย่างระมัดระวัง ขณะที่ methylene dichloride ไม่ติดไฟ แต่มีความเป็นพิษสูงเมื่อเข้าสู่ร่างกาย มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกใช้ตัวทำละลายในการสกัดโอลีโอเรซินส์ดังนี้ คือ Sabel และ Warren (1972) รายงานว่าตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ acetone, ethanol, และ isopropanol เมื่อใช้สกัดโอลีโอเรซินส์จากขิงในอัตราส่วนตัวทำละลายต่อขิง 3:1 โดยน้ำหนัก ให้ผลผลิตโอลีโอเรซินส์ในปริมาณใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 8-10 โดยน้ำหนักเปียก แต่คุณภาพโอลีโอเรซินส์ที่สกัดด้วย acetone มีคุณภาพด้านกลิ่นและรสชาติดีที่สุด Mathew et al. (1971) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการสกัดโอลีโอเรซินส์จากพริกด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ hexane acetone และ ethylene dichloride ใช้อัตราส่วนตัวทำละลายต่อพริก 3:1 โดยน้ำหนัก พบว่า hexane สกัด capsaicin จากพริกได้ต่ำสุด ส่วน ethanol มีประสิทธิภาพต่ำสุดในการสกัดสี โอลีโอเรซินส์ที่สกัดได้มีลักษณะกึ่งแข็ง และผลจากงานวิจัยนี้อาจสรุปได้ว่า ethylene dichloride เป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด โดยให้ผลผลิตร้อยละ 13-14 โดยน้ำหนักเปียก

<u>ภาวะในการสกัด</u> ปัจจัยที่สำคัญได้แก่ วิธีสกัด เวลาในการสกัด และอัตราการหมุนเวียนของตัวทำละลาย ซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของอนุภาค ความหนาแน่น และความสูงของชั้นเครื่องเทศบด ภาวะที่เหมาะสมซึ่งรวดเร็วและให้ประสิทธิภาพในการสกัดสูง ต้องศึกษาวิจัยสำหรับเครื่องเทศ และระบบสกัดแต่ละชนิด โดยทั่วไปเวลาในการสกัดเป็นปัจจัยที่สำคัญในเชิงพาณิชย์ (Pruthi, 1980) วิธีสกัด เป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิต และคุณภาพโอลีโอเรซินส์ที่สกัดได้ ดังได้อธิบายแล้วในหน้า 11-14

<u>การกำจัดตัวทำละลายออกจากสารสกัด</u> ปัจจัยที่สำคัญในการกำจัดตัวทำละลายออกจากสารสกัด ได้แก่ อุณหภูมิในการระเหยซึ่งโดยทั่วไปควรใช้อุณหภูมิต่ำ Connel (1970) รายงานว่าการใช้อุณหภูมิสูงเกินไประหว่างการระเหย acetone ออกจากสารสกัดโอลีโอเรซินส์ของขิง เป็นผลให้เกิดสาร shogaol,

zingerone, และ aliphatic aldehyde ซึ่งทำให้โอลีโอเรซินส์ที่ได้เผ็ดน้อยลง และมีกลิ่นรสต้อยลง กองควบคุมอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 1980 ระบุชนิดและปริมาณสูงสุดของตัวทำละลาย ที่ยอมให้มีเหลือตกค้างในโอลีโอเรซินส์ไว้ ดังนี้คือ acetone, methanol, isopropanol, hexane และ chlorinated hydrocarbons ทุกชนิด มีได้ในปริมาณไม่เกิน 30, 50, 50, 25, และ 30 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ

รูปแบบของโอลีโอเรซินส์

ได้มีการพัฒนาโอลีโอเรซินส์ให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สะดวกต่อการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารมากยิ่งขึ้น รูปแบบที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่ เครื่องเทศเหลวชนิดละลายได้ เครื่องเทศเหลวชนิดละลายในไขมัน เครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์ส และเครื่องเทศผงชนิด encapsulate มีรายละเอียดของโอลีโอเรซินส์แต่ละรูปแบบดังต่อไปนี้

เครื่องเทศเหลวชนิดละลายได้ (liquid soluble spice) เตรียมโดยเจือจางโอลีโอเรซินส์ด้วยตัวทำละลาย ได้แก่ propylene glycol, glycerine ในปริมาณร้อยละ 45 โดยน้ำหนัก เพื่อลดความข้นหนืดของโอลีโอเรซินส์ลง และเติมสาร polysorbate-80 ร้อยละ 5-10 โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยให้ละลายในน้ำได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้กลิ่นและรสชาติของเครื่องเทศกระจายตัวได้สม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เครื่องเทศเหลวชนิดละลายได้เป็นสารแต่งกลิ่นรส ได้แก่ ซุปกระป๋อง น้ำเกลือสำหรับผักดอง (pickled brine) และซอสมะเขือเทศ (Pruthi, 1980)

เครื่องเทศเหลวชนิดละลายในไขมัน (fat-based soluble spice) เตรียมโดยผสมโอลีโอเรซินส์กับน้ำมันบริโภคหรือไขมัน ในปริมาณซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นรสของเครื่องเทศแรงกว่าเครื่องเทศสด 3-4 เท่า (Kenneth, 1985) เครื่องเทศเหลวชนิดนี้ใช้มากในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก อาทิ มายองเนส น้ำสลัด น้ำมันสลัด หรือบิสกิต (biscuit) โดยฉีดพ่นบนผิวขนมที่อบเสร็จใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มกลิ่นรส และเคลือบให้ผิวเงาน่าบริโภค (Belshaw, 1969)

เครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์ส (dispersed spice) เตรียมโดยผสมโอลีโอเรซินส์กับสารเพิ่มปริมาณที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ เกลือแกง น้ำตาลซูโครส dextrose lactose หรือ maltodextrin โดยให้มีความแรงของกลิ่นรสเครื่องเทศเท่ากับเครื่องเทศสดที่มีคุณภาพดี อาจมีการเติมสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อน ได้แก่ tricalcium phosphate, calcium stearate หรือ sodium silicate ปริมาณรวมกันไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก สมบัติที่ต้องการสำหรับสารเพิ่มปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์ส ได้แก่ บริโภคได้ ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย สะอาดบริสุทธิ์ ไม่มีกลิ่นและรสชาติ และไม่เป็นแหล่งอาหารของแมลง (Kenneth, 1985) เครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์สใช้ได้สะดวกในการทดแทนเครื่องเทศผงในผลิตภัณฑ์หลายชนิด ได้แก่ เครื่องปรุงรสสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป ซุปผง และเครื่องปรุงรสสำหรับขนมอบกรอบ นอกจากเครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์สจะมีกลิ่นรสสม่ำเสมอ สะอาดปราศจากสิ่งแปลกปลอม สะดวกในการใช้แล้ว ยังมีราคาต่ำกว่าเครื่องเทศผงประมาณร้อยละ 30 แต่จะมีการสูญเสียสารให้กลิ่นได้ง่าย ถ้าเก็บรักษาในที่อุณหภูมิสูง หรือใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งในกระบวนการผลิตต้องใช้อุณหภูมิสูง (Heath, 1972)

เครื่องเทศผงชนิด encapsulate เตรียมโดยผสมโอลีโอเรซินส์กับสารละลายกัม ได้แก่ กัม arabic หรือเจลลาติน เข้มข้นร้อยละ 30 ในอัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก ทำแห้งโดยวิธีฉีดพ่น แล้วผสมกับสารเพิ่มปริมาณ ได้แก่ dextrose หรือ maltodextrin โดยทั่วไปมักเตรียมเครื่องเทศผงชนิด encapsulate ให้มีความแรงมากกว่าเครื่องเทศสด 5-10 เท่า หรือมีโอลีโอเรซินส์ประมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก (Heath, 1981) ในระหว่างการทำแห้งโดยวิธีฉีดพ่น น้ำจะระเหยออกจากสารละลายและกัมจะสร้างฟิล์มคลุมหรือล้อมรอบโอลีโอเรซินส์ในลักษณะที่จับหรือยึดไว้ในแค็ปซูล (Neale and Klis, 1964) แค็ปซูลจะช่วยป้องกันการระเหยของสารให้กลิ่นจากเครื่องเทศ และการสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสและอายุการเก็บสั้นลง แค็ปซูลมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 ไมครอน ภายในประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ ของโอลีโอเรซินส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ไมครอน เมื่อแคปซูลละลายน้ำจะปลดปล่อยโอลีโอเรซินส์ออกมาเป็นหยดขนาดเล็กมาก จึงกระจายตัวและละลายน้ำดียิ่งขึ้น ส่วนมากนิยมใช้เครื่องเทศชนิดนี้ในผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปชนิดผง เช่น ซุป ซอส และเครื่องดื่มผงสำเร็จรูป (Maleeny, 1961) เครื่องเทศผงชนิด

encapsulate ราคาแพง และมีสมบัติซึ่งไม่เหมาะสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งในกระบวนการผลิตใช้ความร้อนสูง นอกจากนั้นเครื่องเทศผงชนิดนี้ยังเกิดการแยกตัวในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปชนิดผง ซึ่งมีขนาดอนุภาคไม่สม่ำเสมอได้อีกด้วย (Kenneth, 1985)

สารเพิ่มปริมาณสำหรับเครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์ส

สมบัติที่ต้องการสำหรับสารเพิ่มปริมาณ ที่ใช้ในการผลิตเครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์ส คือ ต้องบริโภคได้ สะอาด บริสุทธิ์ เฉื่อยต่อปฏิกิริยา คุณภาพดี ไม่ดูดความชื้นง่าย ไม่เป็นแหล่งอาหารของแมลง และปราศจากกลิ่นรสแปลกปลอม (Kenneth, 1985) กองควบคุมอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (1980) ได้ระบุสมบัติของเกลือแกง (sodium chloride) น้ำตาลซูโครส และ dextrose ที่ใช้เป็นสารเพิ่มปริมาณในเครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์สไว้ดังต่อไปนี้ คือ เกลือแกงต้องเป็นชนิดขาว มีความบริสุทธิ์สูง (ร้อยละ 99.99) อาจเติมสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อน ได้แก่ tricalcium phosphate, calcium stearate หรือ sodium silicate ปริมาณไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ไม่ควรใช้เกลือแกงชนิดเสริมไอโอดีน เนื่องจากมีผลต่อกลิ่นรสของเครื่องเทศชนิดดิสเพอร์สที่เตรียมได้ น้ำตาล sucrose เป็นผลึกสีขาว บริสุทธิ์ (ร้อยละ 99) ได้จากอ้อยหรือหัวบีท ถ้าบดเป็นผงจะเรียกว่า castor sugar ถ้าผสมแป้งข้าวโพดร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก จะเรียกว่า icing sugar และ dextrose ควรเป็นชนิดผงปราศจากน้ำ (anhydrous) บริโภคได้ และร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 30 ได้อย่างน้อยร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก

Hofhof (1954) แนะนำให้ใช้เกลือแกงหรือน้ำตาล sucrose เป็นสารเพิ่มปริมาณในเครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์ส ที่จะใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปชนิด cured meat และ dry sausage ส่วนไส้กรอกชนิดเนื้อละเอียด (battered types) ควรใช้เกลือแกง dextrose หรือ corn syrup solid, ผลิตภัณฑ์ขนมอบใช้แป้งสาลี น้ำตาลซูโครส หรือ dextrose, ผลิตภัณฑ์ลูกกวาดใช้น้ำตาลซูโครส หรือผงโกโก้ เป็นสารเพิ่มปริมาณเครื่องเทศ นอกจากนั้นอาจใช้ กัม, hydrolyzed vegetable protein และนมผงขาดมันเนย สำหรับเครื่องเทศที่จะใช้

ในซอสชนิดต่าง ๆ และ ขนมหวาน

ปัจจุบันวงการอุตสาหกรรมอาหารหันมานิยมใช้ maltodextrin เป็นสารเพิ่มปริมาณมากยิ่งขึ้น เนื่องจาก ละลายน้ำได้ง่าย ไม่มีรสหวาน และดูดกลืนความชื้นได้ช้า (Cerestar, 1990) maltodextrin เป็นผลิตภัณฑ์จากแป้งซึ่งผลิตโดย hydrolyse แป้งด้วยกรดเกลือ และ/หรือเอนไซม์ α-amylase จนมีค่า Dextrose Equivalent (DE.) ต่ำกว่า 20 (Reichelt, 1983) ผลิตภัณฑ์ที่ได้ประกอบด้วยส่วนที่เหลือจากการย่อย ได้แก่ amylose และ amylopectin ที่มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง oligomers จนถึง macromolecules (Mora-Gutierrez and Baianu, 1990) การจำแนกประเภทของ maltodextrin โดยทั่วไปมักพิจารณาที่ค่า DE. ซึ่งแสดงถึงปริมาณร้อยละของ reducing sugar โดยน้ำหนักแห้งในผลิตภัณฑ์ ค่า DE. ที่ต่างกันทำให้ maltodextrin มีสมบัติด้าน ความหวาน และการดูดกลืนความชื้นต่างกัน ส่วนความหนืดของสารละลาย maltodextrin แปรผกผันกับค่า DE. maltodextrin มีค่า DE. 15-19 เหมาะสำหรับเป็นสารเพิ่มปริมาณในเครื่องเทศเทศผงชนิดดิสเพอร์ส (Avebe, 1989)

การใช้โอลีโอเรซินส์และเครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์สในผลิตภัณฑ์อาหาร

การใช้โอลีโอเรซินส์ทดแทนเครื่องเทศผง ส่วนใหญ่ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการให้มีเชื้อจุลินทรีย์หรือสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เจือปน เช่น สลัดครีม ซุปใส และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภท dried sausage ซึ่งในกระบวนการผลิตไม่ผ่านการให้ความร้อนและใช้เวลาในการผลิตและทำแห้งนานถึง 1-3 เดือน (Ingolf and Reidar, 1982) สมบัติด้านการกระจายตัวที่ดีในน้ำ ทำให้โอลีโอเรซินส์เหมาะสำหรับนำมาใช้ในกระบวนการผลิตแบบใหม่ ที่ใช้เทคนิคการให้ความร้อนโดยฉีดไอน้ำลงในผลิตภัณฑ์อาหารโดยตรง นอกจากนั้นการใช้โอลีโอเรซินส์ยังให้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสดีกว่าการใช้เครื่องเทศสดหรือผง เพราะกระบวนการผลิตที่กล่าวนี้ใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนสั้น โอลีโอเรซินส์ปลดปล่อยสารให้กลิ่นได้ง่ายและเร็ว ขณะที่ ถ้าใช้เครื่องเทศสดหรือผงต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่า และหรือใช้เวลาในการให้ความร้อนนานกว่าจึงจะเกิดกลิ่นรสได้ในระดับเดียวกัน (Anderson, 1961)

เครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์สใช้มากในซุปผงสำเร็จรูปโดยส่วนใหญ่ใช้เกลือเป็นสารเพิ่มปริมาณ ซึ่งนอกจากช่วยให้สะดวกในการผลิตแล้ว ยังช่วยให้ขนาดอนุภาคของซุปผงสม่ำเสมอ ไม่เกิดปัญหาการแยกตัวของส่วนผสม สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน เช่น dry sausage การใช้เครื่องเทศผงชนิดดิสเพอร์สจะทำให้ผลิตภัณฑ์เก็บได้นานกว่าเมื่อใช้เครื่องเทศผง เพราะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์หรือสปอร์ของแบคทีเรีย (Heath, 1978)

โอลีโอเรซินส์จากเครื่องเทศนอกจากใช้เป็นสารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภทแล้ว ยังอาจใช้เป็นสารให้สีธรรมชาติในผลิตภัณฑ์อาหารได้อีกด้วย เช่น โอลีโอเรซินส์จากขมิ้นให้สีเหลือง โอลีโอเรซินส์จาก paprika ให้สีส้ม และโอลีโอ-เรซินส์จากหญ้าฝรั่น (saffron) ให้สีส้ม นอกจากนั้นโอลีโอเรซินบางชนิดยังมีสมบัติในการชลอการเกิดกลิ่นหืนของไขมัน (antioxidant) ในผลิตภัณฑ์อาหารได้อีก อาทิ โอลีโอเรซินส์จากขิงชลอการเกิดกลิ่นหืนในขนมคุกกี้ หรือโอลีโอเรซินส์จากกานพลูช่วยให้เก็บมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบได้เป็นเวลานานขึ้น (Kihara and Inoue, 1962) Revenkar and Sen (1974) ศึกษาสมบัติในการชลอการเกิดกลิ่นหืนของเครื่องเทศในน้ำมันปลา sardine โดยใช้ อบเชย พริก ขมิ้น ขิงแห้ง พริกไทยดำ กานพลู และมัสตาด ผสมในปริมาณอย่างละเท่า ๆ กัน เปรียบเทียบกับโอลีโอเรซินส์ซึ่งสกัดจากเครื่องเทศผสมนี้ด้วย ethanol พบว่าทั้งเครื่องเทศผงและโอลีโอเรซินส์ช่วยชลอการเกิดกลิ่นหืนของน้ำมันได้ แต่โอลีโอเรซินส์ให้ผลดีกว่าเครื่องเทศผง เมื่อใช้โอลีโอเรซินส์ในปริมาณร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนักน้ำมัน มีผลเทียบเท่ากับการใช้ butylated hydroxy anisole (BHA) ร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนักน้ำมัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย