



บทที่ 1

บทนำ

น้ำตาลมะพร้าวและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับน้ำตาลมะพร้าว ถือเป็นเศรษฐกิจสำคัญของเกษตรกรชาวสวนมะพร้าวในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงครามและบางส่วนของจังหวัดราชบุรี การบริโภคน้ำตาลมะพร้าวพบเห็นได้ในรูปแบบทั้งน้ำตาลมะพร้าวสด และน้ำตาลมะพร้าวแปรรูป น้ำตาลมะพร้าวมีสมบัติที่ดีกว่าน้ำตาลจากอ้อยเพราะให้กลิ่นและรสที่ดีกว่า โดยเฉพาะอาหารหรือขนมหวานหลายชนิด จะมีกลิ่นและรสที่ดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเมื่อนำน้ำตาลมะพร้าว แต่อย่างไรก็ตาม น้ำตาลมะพร้าวที่ใช้ในอาหารหรือขนมหวาน มักผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน ทำให้เกิดการสูญเสียหรือเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น และรส ตลอดจนสารอาหารตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าว

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

น้ำตาลมะพร้าวสดและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำตาลมะพร้าวสดมี ความสำคัญทางเศรษฐกิจต่อพื้นที่จังหวัดสมุทรสงครามและพื้นที่บางส่วนของจังหวัดราชบุรี เป็นสินค้าส่งออกกระจายไปทั่วประเทศและทำรายได้ที่สำคัญให้กับเกษตรกรชาวสวนมะพร้าว นอกเหนือไปจากอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว อาหารทะเลและผลิตภัณฑ์อาหารทะเล ฯลฯ นอกจากนี้ น้ำตาลมะพร้าว และผลิตภัณฑ์มะพร้าวยังมีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของประชากรในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดราชบุรี คู่แข่งสำคัญของน้ำตาลมะพร้าวคือน้ำตาลจากอ้อยและน้ำตาลจากตาลโตนด โดยเฉพาะน้ำตาลจากอ้อยที่มีตลาดกว้างและราคาที่ถูกกว่า แต่ประสบปัญหาเรื่องกลิ่นและรสของน้ำตาลซึ่งด้อยกว่าน้ำตาลมะพร้าวโดยเฉพาะความเหมาะสมกับธรรมชาติเฉพาะของอาหารหวานบางชนิด

การแปรรูปน้ำตาลมะพร้าวสดเป็นน้ำตาลมะพร้าวด้วยความร้อน ถือเป็นการเก็บถนอมอาหารวิธีหนึ่ง แต่การผลิตน้ำตาลมะพร้าวต้องใช้เวลา แรงงานและพลังงานความร้อนค่อนข้างมาก อีกทั้งยังมีความยุ่งยาก ในการรักษามาตรฐานการผลิต นอกจากนี้การใช้ความร้อนจากฟืนทำให้เกิดควันและเขม่า เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกเหนือไปจากการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสตามธรรมชาติขณะเดียวกัน ถ้าไม่แปรรูปน้ำตาลสด กล่าวคือใช้น้ำตาลสดเพื่อการบริโภคหรือจำหน่ายโดยตรงจะประสบปัญหาสำคัญคือบางช่วงฤดู ผลผลิตอาจไม่ได้คุณภาพ (ความหวานและกลิ่นไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเท่าที่ควร) และบ่อยครั้งเกิดสถานะล้มตลาด การเก็บรักษาน้ำตาลสดค่อนข้างยุ่งยากเพราะเกิดการบูดเน่าได้ง่าย (กรณีไม่เติมสารเคมีกันบูดซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค) เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ถ้ากำจัดของเสียไม่ถูกต้อง นอกจากนี้การเก็บรักษาด้วยการกรองและต้มเพื่อยืดระยะเวลาในการเก็บถนอมอาหารที่ใช้กันโดยทั่วไป ผลเสียคือความ

ร้อนทำให้กลิ่นและรสชาติของน้ำตาลมะพร้าวสดเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ไม่สามารถรักษาสัมบัติตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าวสดไว้ได้

การแปรรูปน้ำตาลมะพร้าวสดให้เป็นน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น โดยไม่อาศัยความร้อน ด้วยเทคนิคเยือกแข็ง (freeze concentration) ช่วยแก้ไขและหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวได้ดี แต่ปัญหาคือ กลิ่นและรสของน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้นไม่เป็นไปอย่างหลากหลาย และผู้บริโภคบางส่วนไม่ยอมรับกลิ่นและรสตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการทำวิจัย เพื่อเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสของน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น โดยอาศัยสารแต่งสี รสและกลิ่นที่ได้จากธรรมชาติประเภทอาหารหรือสมุนไพร เช่น ใบเตย กระเจี๊ยบ มะนาวและชาเขียว เป็นต้น เชื่อว่าแนวทางดังกล่าวจะช่วยเพิ่มความหลากหลายของการบริโภคน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ยาหรือคุณค่าทางสมุนไพรได้ ซึ่งจะส่งผลในทางส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค ตลอดจนการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่น้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้นได้

1.2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

เพ็ญพักตร์ อรรถธิ์โชค กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ได้ศึกษาผลของการผลิตน้ำตาลสดโดยใช้หม้อ 2 ชั้นเปรียบเทียบกับการผลิตน้ำตาลสดโดยใช้หม้อชั้นเดียว(แบบดั้งเดิม)ที่มีผลต่อประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ด้านกายภาพ การให้ความร้อนที่น้อยกว่า (หม้อ 2 ชั้น) สามารถคงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เทียบเท่ากับวัตถุดิบเริ่มต้น(น้ำตาลสดจากต้น) ได้มากกว่าการให้ความร้อนด้วยหม้อชั้นเดียวที่ให้ความร้อนสูงกว่า โดยสีที่ได้เป็นสีเหลืองออกน้ำตาล ซึ่งกระบวนการผลิตด้วยหม้อชั้นเดียว (วิธีที่ 3 และ 4) จะมีสีเข้มกว่ากระบวนการผลิตด้วยหม้อ 2 ชั้น (วิธีที่ 1 และ 2) ด้านประสาทสัมผัส ผู้บริโภคนิยมบริโภค แบบผ่านการต้มหลายๆ ครั้ง ผู้บริโภคเคยชิน และชอบในกลิ่นและรสชาติของน้ำตาลที่มีกลิ่นไหม้ ซึ่งผ่านการต้มหลายๆ ครั้ง (Browning reaction) ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพของการผลิตน้ำตาลสดโดยใช้หม้อ 2 ชั้นเปรียบเทียบกับการผลิตโดยใช้หม้อชั้นเดียว ทราบถึงผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคน้ำตาลสด และเป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อทราบถึงเทคนิคการใช้หม้อ 2 ชั้นอาจไม่เหมาะสมกับการผลิตน้ำตาลสด

ศยามล เนตรประภา (2544) ได้ศึกษาพัฒนาเครื่องคั้นข้าวหอมมะลิกลั่นใบเตย ซึ่งพบว่า ผู้บริโภค เพศหญิง อายุ 30 ปีขึ้นไป ต้องการให้เครื่องคั้นข้าวหอมมะลิกลั่นใบเตยมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้นหรือตกตะกอน มีสีเขียวและมีกลิ่นใบเตย มีรสหวานและขึ้นหนืดคล้ายนมถั่วเหลือง และควรบรรจุในขวดแก้ว ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นจึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยใช้วัตถุดิบพื้นฐานคือ แป้งปลายข้าวหอมมะลิ และน้ำใบเตยเข้มข้นอัตราส่วน 1 : 23 น้ำตาลทราย 8%น้ำมันดอกทานตะวัน 2% emulsifier Tween-60 0.2% และแคลเซียมแลคเตท 0.92% ของน้ำแป้ง จากนั้น



ทดสอบการยอมรับโดยนำผลิตภัณฑ์ให้กลุ่มเป้าหมาย พบว่า อยู่ในระดับ 7 คือชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ขณะที่ เครื่องดื่มนมข้าวในท้องตลาดอยู่ในระดับไม่ชอบถึงไม่ชอบเล็กน้อย

สมิต อินทร์ศิริพงษ์ และคณะ (2549) ได้ศึกษาเทคนิคและวิธีการทำให้น้ำตาลสดจากมะพร้าวมีความเข้มข้นเทียบเคียงน้ำผึ้ง โดยไม่อาศัยความร้อน หรือเทคนิควิธีเยือกแข็ง ร่วมกับการเหวี่ยงแยกของผสม และวิธีระเหิดน้ำแข็ง พบว่า สามารถรักษาสารอาหาร รสและกลิ่นตามธรรมชาติของน้ำตาลสดไว้ได้ จากการนำน้ำตาลสด 17.8 °Brix RDS ความหนืด 20.3 centipoise และปริมาณจุลินทรีย์ 5.0×10^5 CFU มาทำให้เข้มข้นโดยการเยือกแข็งน้ำและเหวี่ยงแยกจะมีค่าความหวาน 38 °Brix RDS ความหนืด 43.7 centipoise และปริมาณจุลินทรีย์ 0.4×10^5 CFU จากนั้นนำน้ำตาลสดเข้มข้นที่ได้มาผ่านการระเหิดน้ำแข็งจะมีค่าความหวาน 57 °Brix RDS ความหนืด 116.4 centipoise และปริมาณจุลินทรีย์ 0.20×10^5 CFU ขณะที่น้ำผึ้งแท้เจือจาง 50% มีค่าความหวาน 50.5 °Brix RDS ความหนืด 39.8 centipoise และไม่พบจุลินทรีย์ น้ำตาลสดเข้มข้นที่ได้ยังคงมีกลิ่นและรสชาติของน้ำตาลสดแต่หวานกว่าเดิม

สมิต อินทร์ศิริพงษ์ และคณะ (2550) ศึกษาและสร้างเครื่องต้นแบบอย่างง่ายสำหรับการผลิตน้ำตาลสดเข้มข้น บนพื้นฐานของเทคนิคเยือกแข็งเพื่อการถนอมสารอาหาร รสชาติและกลิ่นตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าวโดยเฉพาะ ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับระยะเวลาในการเก็บรักษา และแสวงหาแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของน้ำตาลมะพร้าวสด นอกเหนือไปจากการแปรรูปทั่วไป ผลการศึกษาพบว่า การทำให้น้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้นในระดับใกล้เคียงกับน้ำผึ้ง โดยไม่อาศัยความร้อนสามารถเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องได้กว่าปกติ เพราะเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี สามารถรักษากลิ่นและรสชาติตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าวสดได้ ตลอดจนประยุกต์ใช้ถนอมผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรหรือสมุนไพรได้หลายชนิด

นิธิ ไชยสงคราม, อภิชัย เทพมณีรัตน์ และอนุวัฒน์ วงศ์อำมาตย์ จากภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (2549) ได้คิดค้นเครื่องระเหยน้ำตาลสด โดยใช้ น้ำเป็นตัวกลางส่งผ่านความร้อนจากฮีตเตอร์ไปสู่ น้ำตาลสด ทำให้น้ำตาลสดไม่ต้องรับความร้อนจากฮีตเตอร์โดยตรงขึ้น เพื่อคงคุณค่ารสชาติน้ำตาลสดได้นานถึงครึ่งปีด้วยระบบไอน้ำ โดยน้ำตาลสดที่ชาวบ้านทำออกจำหน่ายนั้น ส่วนใหญ่นำมาผลิตจากลูกตาลมาใส่เคียวในกระทะด้วยความร้อนสูงและความร้อน ทำให้คุณค่าทางอาหาร สี กลิ่นและรสชาติของน้ำตาลสดหายไปบางส่วน ดังนั้นคณะทีมงาน ได้ออกแบบเครื่องระเหยน้ำตาลสดขึ้น เพื่อหาวิธีคงคุณค่าทางอาหาร รสชาติ รวมทั้งหาทางเก็บรักษาน้ำตาลสดไว้ให้ได้ยาวนานที่สุด ส่วนประกอบหลักของเครื่องระเหยน้ำตาลสด ได้แก่ ให้ความร้อน ถึงแลกเปลี่ยนความร้อน ถึงแยกไอน้ำและถึงควบแน่น ขั้นตอนการทำงานของเครื่องเริ่มจาก เปิดเครื่องให้ได้ภาวะสุญญากาศ ประมาณ 30 นาที จากนั้นเทน้ำตาลสดลงไปจนถึงให้ความร้อน แล้วน้ำตาลสดก็จะส่งผ่านมายังท่อเล็กๆ เพื่อรับความร้อนจากฮีตเตอร์ โดยมีน้ำเป็นตัวพาความร้อน และน้ำตาลสดจะถูกส่งผ่านไปยังถังแยกไอน้ำ ซึ่งจะ



ทำการแยกไอที่เกิดจากการเดือดของน้ำ โดยน้ำตาลสดนั้นจะเดือดอยู่ที่ 60 องศาเซลเซียส แล้วไอน้ำที่เดือดนี้ จะถูกแยกไปที่ถังควบแน่น จากนั้นแวกคัมปั๊มแยกไอน้ำออกไปนอกระบบ ส่วนน้ำตาลสดก็จะหมุนเวียนเข้าสู่ด้านล่างของถังให้ความร้อน กลับเข้าสู่ขั้นตอนของเครื่องอีกครั้งหนึ่ง หมุนเวียนไปเช่นนั้นได้ระดับความหวานที่เหมาะสม (โดยตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความหวานทุกครั้งชั่วโมง) ผลผลิตที่ได้ก็จะป็นน้ำตาลล้วนๆ มีลักษณะข้นหนืดคล้ายน้ำผึ้ง โดยแต่ละครั้งใช้น้ำตาลสด 100 ลิตร เมื่อผ่านกรรมวิธีการแยกน้ำและน้ำตาล ด้วยเครื่องระเหยน้ำตาลสดนี้แล้ว จะได้น้ำตาลเข้มข้น 16 ลิตร มีลักษณะเป็นน้ำเชื่อมผลไม้ เก็บไว้ได้นานถึง 6 เดือน

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเทคนิคและวิธีการคัดแปลงกลั่นและรสของน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น ให้เกิดความหลากหลายและเป็นทางเลือกแก่ผู้บริโภคน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ยา หรือคุณค่าทางสมุนไพร โดยไม่อาศัยความร้อน ตลอดจนการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ น้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น

1.4 สมมุติฐานการวิจัย

การคัดแปลงกลั่นและรสของน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น ช่วยเพิ่มความหลากหลายของการบริโภคน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ น้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น ตลอดจนเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคเมื่อคัดแปลงกลั่นและรสด้วยสารจากธรรมชาติหรือสมุนไพรซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของประเทศไทย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การคัดแปลงกลั่นและรสของน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น จะอาศัยสารตัวอย่างที่ได้มาจากพืชในธรรมชาติหรือสมุนไพรไทยที่มีในท้องถิ่น โดยปราศจากการแต่งกลิ่นและรสจากสารเคมีสังเคราะห์ และไม่อาศัยความร้อน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความหลากหลายของผลิตภัณฑ์น้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น
2. ได้ข้อมูลเชิงตัวเลขเกี่ยวกับการคัดแปลงกลั่น และรสของน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น ตลอดจนเทคนิคและกระบวนการผลิต
3. ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ น้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น



บทที่ 2

หลักการ/ทฤษฎี

น้ำตาลมะพร้าวสดที่ถูกทำให้เข้มข้นโดยไม่อาศัยความร้อนด้วยเทคนิคเยือกแข็ง นอกจากจะมีสารอาหารตามธรรมชาติของน้ำตาลแล้ว การเติมกลิ่นหรือดัดแปลงสี กลิ่นและรสซึ่งได้จากสารธรรมชาติหรือพืชประเภทสมุนไพร นอกจากจะช่วยเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์แล้ว ยังช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณทางยาได้อีกแนวทางหนึ่ง การดัดแปลงดังกล่าว นำไปสู่การเก็บรักษาและสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่น้ำตาลมะพร้าวสดได้แนวทางหนึ่ง รวมไปถึงเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค เมื่อดัดแปลงกลิ่นและรสด้วยสารจากธรรมชาติหรือสมุนไพรซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของประเทศไทย

2.1 น้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น

น้ำตาลสดหรือน้ำตาลมะพร้าวสด หมายถึงของเหลวที่ได้มาจากจั่นมะพร้าว (จั่นมะพร้าวเป็นช่อดอกของมะพร้าวที่จะพัฒนาไปเป็นทะลายมะพร้าว) น้ำตาลสดที่ดีต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมประเภทเส้นผม ชิ้นส่วนของแมลงหรืออื่นๆ ไม่ควรพบวัตถุกันเสียหรือถ้าพบต้องเป็นวัตถุกันเสียประเภทใช้ได้ตามชนิดและปริมาณตามที่กฎหมายกำหนด เชื้อจุลินทรีย์ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่มีปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน โดยทั่วไปแล้วเมื่อกกล่าวถึงน้ำตาลมะพร้าว จะหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเคี่ยวน้ำตาลสด มีลักษณะข้นเหนียวหรือเป็นก้อน มีสีตามธรรมชาติ สีมัวเสมอและมีรสหวานหอมเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าว นอกจากคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมันแล้วน้ำตาลมะพร้าวยังประกอบด้วยวิตามินและเกลือแร่ต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี ไนอะซิน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก เป็นต้น

น้ำตาลสดที่เกษตรกรชาวสวนมะพร้าวเก็บมาได้ ส่วนใหญ่จะถูกนำมาแปรรูปเป็นน้ำตาลมะพร้าว โดยอาศัยกระบวนการเคี่ยวด้วยความร้อน เริ่มจากนำน้ำตาลสดที่ได้จากต้นมาผ่านการกรองเอาสิ่งเจือปนออก แล้วนำไปเคี่ยวน้ำตาลเดือดงวด จากนั้นยกลงจากเตาใช้เหล็กกระทู้จกเนื้อน้ำตาลเริ่มแข็ง นำมาเทลงในภาชนะรูปร่างต่างๆ น้ำตาลมะพร้าวถ้าไม่ถูกเจือปน (ใส่สารกันบูดหรืออื่นๆ) จะมีลักษณะหอม หวาน มัน ฯลฯ การแปรรูปน้ำตาลมะพร้าวโดยใช้ความร้อนอาจเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และรสชาติ/กลิ่นของน้ำตาลสดก็เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เราสามารถผลิตน้ำตาลสดเข้มข้นโดยใช้เทคนิคเยือกแข็งได้ วิธีนี้ไม่ต้องอาศัยความร้อน ซึ่งจะนำไปสู่การสูญเสียกลิ่นรสและสารอาหารตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าว



2.2 มะตูม

มะตูม (Bael) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Aegle marmelos* เป็นไม้ผลยืนต้นพื้นเมืองในพื้นที่ป่าดิบแล้งบนเนินเขาและที่ราบในอินเดียตอนกลางและตอนใต้ พม่า ปากีสถาน บังกลาเทศ เนปาล เวียดนาม ลาว และกัมพูชา มีการนำไปเพาะปลูกทั่วไปในอินเดีย รวมทั้งในศรีลังกา แหลมมลายูตอนเหนือ เกาะชวา และฟิลิปปินส์ จัดเป็นพืชเพียงสปีชีส์เดียวที่อยู่ในจีนัส *Aegle* ลำต้นความสูง 18 เมตร มีหนามแหลมอยู่ทั่วไป ดอกมีกลิ่นหอม ผลมีเปลือกแข็งเรียบและมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-15 เซนติเมตร บางผลมีเปลือกแข็งมากจนต้องกะเทาะเปลือกออกโดยใช้ค้อนทุบ เนื้อผลเหนียวข้น มีกลิ่นหอม และมีเมล็ดจำนวนมาก โดยเมล็ดจะมีขนหนาปกคลุม ผลมะตูมใช้รับประทานได้ทั้งแบบสดและแบบแห้ง น้ำจากผลเมื่อนำไปกรองและเติมน้ำตาลจะได้เครื่องดื่มคล้ายน้ำมะนาว และยังใช้ในการทำ Sharbat ซึ่งเป็นเครื่องดื่มที่ได้จากการนำเนื้อผลมะตูมไปผสมกับมะขาม ใบบอนและยอดอ่อน ใช้รับประทานเป็นผักสลัด นอกจากนี้ ผลยังใช้ในพิธีกรรมทางศาสนา และใช้เป็นยารักษาอาการท้องร่วง ท้องเดิน โรคลำไส้ ตาแห้ง ไข้หวัดธรรมดา และยังใช้รักษาอาการท้องผูกเรื้อรังได้เป็นอย่างดี

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะตูมเป็นไม้ขนาดกลางสูงถึง 15 เมตร ตามลำต้นและกิ่งมีหนามแข็งแหลมคมอยู่มากระยะสั้นๆ เปลือกลำต้นเรียบ สีน้ำตาล ใบเป็นใบประกอบชนิด มีใบย่อย 3 ใบ ออกเวียนเป็นเกลียวรอบกิ่ง ใบย่อย รูปไข่หรือรูปหอกแกมรูปไข่ปลายเรียวแหลมกว้าง 1.75-7.5 ซม. ยาว 4-13.5 ซม. ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ฐานใบมน ก้านใบยาว ใบมีกลิ่นหอม หากนำใบสับสดจะเห็นเนื้อใบมีต่อมน้ำมันจุลใดๆ กระจายอยู่ ดอกเป็นดอกช่อ ออกตรงปลายกิ่งหรือซอกใบ ดอกย่อยสีขาว หรือขาวปนเขียว มีกลิ่นหอม กลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 4-5 กลีบ เกสรตัวผู้มีหลายอัน เกสรตัวเมีย 1 อัน ผลเป็นรูปไข่หรือรูปกลม เปลือกผลจะหนาแข็ง ผลอ่อนจะมีเปลือกสีเขียว เมื่อแก่จะกลายเป็นสีเหลืองอมเหลือง ภายในผลมีเนื้อสีส้ม ปนเหลือง ภายในผลมีเนื้อนี้มีเมล็ดจำนวนมาก แทรกอยู่ในเนื้อผล การปลูกมะตูม ขยายพันธุ์ได้โดยการเพาะเมล็ดและการตอนกิ่ง มะตูมเป็นไม้ปลูกกลางแจ้งและทนต่อความร้อนได้ดี ส่วนต่างๆ ของมะตูมที่ใช้เป็นยา ได้แก่ ราก ใบ ผลแก่และผลสุก มะตูมมีสมบัติช่วยขับลมพาย ช่วยเจริญอาหาร ผลมะตูมแก่ทั้งลูกขูดผิวให้หมด ทบพอรีๆ ดมน้ำเติมน้ำตาลเล็กน้อยใช้สำหรับดื่มแทนน้ำ น้ำที่ได้มีรสหอม เรียกว่า "น้ำอชบาล" แก้กะหายน้ำ แก่ลม แก่เสมหะ การรับประทานเนื้อผลมะตูมสุก แก่พิษไข้ แก่ไข้แก่ลมหืดหอบ ไอ นำรากไปคั่วไฟให้เหลือง แล้วนำไปคองสุราเพื่อกลบกลิ่น แก่โรคลำไส้ แก่ท้องเดินแก่หัววัด ใช้ใบรับประทานเป็นผัก แก่ปวดศีรษะ ตาลาย ลดความดันโลหิตสูง ใช้ทั้ง 5 ดมรับประทานแก่ธาตุพิการ แก่ท้องเสีย ใช้ผลอ่อนหั่นฝอยให้แห้งบดเป็นผงหรือดมรับประทาน โดยใช้ด้วยยา 1 กำมือดมกับน้ำ 5 แก้ว นานประมาณ 10-30 นาที ดมครั้งละ 1 แก้ว ทุก 2 หรือ 4 ชั่วโมง แล้วแต่ว่าเป็นมากหรือน้อย อาจชื้อมะตูมแห้งจากร้านขายยา 5-6 แวน ดมกับน้ำประมาณ 2 ถ้วยแก้ว เดือดแล้วเคี้ยวต่อไปเล็กน้อย ยกลง ตั้งไว้ให้เย็นดมครั้งละครั้งแก้วเติมน้ำตาล แก่หัววัดแก่หลอดลมอักเสบ แก่บวม ใช้ใบสดคั้นเอาน้ำรับประทานได้



2.3 เตย

เตยเป็นพืชจำพวกหญ้า แตกเป็นกอใหญ่ มีเหง้าและลำต้นอยู่ใต้ดิน มีก้านและใบที่โผล่ขึ้นมาเหนือพื้นดิน ใบออกจากลำต้น เรียงเวียนรอบลำต้นอย่างหนาแน่น ใบมีสีเขียว รูปรียาวประมาณ 8-10 นิ้ว ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ

วงศ์ : Pandanaceae

วงศ์เตยมีประมาณ 300 ชนิด ขึ้นบริเวณแถบเส้นศูนย์สูตรทั้งเอเชีย แอฟริกา และแปซิฟิก วงศ์เตยมีทั้งไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม และไม้เลื้อย เตยที่พบในประเทศไทย ได้แก่ เตยเหาะ (*Pandanus atropurpureus* Griff.) เตยเกลียว (*Pandanus furcatus* Roxb.) เตยต่าง (*Pandanus Veitchii*) เตยทะเล (*Pandanus helicopus* Kurz) และเตยหอม (*Pandanus odoratus* Ridi)

เตยที่ใช้ประกอบอาหารในประเทศไทยคือ เตยหอม ชื่ออื่น ๆ ของ เตยหอม ได้แก่ ลำเจียก หวานข้าวไหม้ ปาเบ๊ะอริง พังลั้ง เตยใหญ่ ปาเนาะวงจิง เป็นต้น เมื่อขยี้ใบสดจะมีกลิ่นหอมเย็น คล้ายดอกขมนาค ชาวชนบทนิยมนำใบเตยสดเพื่อแต่งกลิ่นและสีในขนมต่างๆ เมื่อนำใบเตยมากลั่นด้วยไอน้ำพบสารสำคัญ คือ Linalyl acetate, Benzyl acetate, Linalool และ Geraniol

คุณค่าทางอาหารและสรรพคุณ

เตย (*Pandanus odoratissimus* L.f. Pandanaceae) เป็นไม้ต้นขนาดเล็ก ใบรูปขอบขนานรียาว หวานข้าวไหม้ ปลายใบแหลมสีเขียวเข้ม กลางใบเป็นร่องตามยาว ขอบมีหนามแหลมคม ถัดจากใบมีรากอากาศงอกออกมาจากลำต้น ดอกมีลักษณะเป็นช่อออกที่ปลายยอด ใบประดับสีขาวเรียวยาวเป็นกาบหุ้ม ดอกสีขาวอัดตัวกันแน่น ลำต้นกลมเป็นข้อถี่ๆ ผลรวมทรงกลมสีแดง เตยชอบขึ้นตามที่ชุ่มน้ำหรือมีน้ำขัง ขยายพันธุ์ด้วยการแยกหน่อ ใบใช้ในการทำสาด (เลื้อ) สรรพคุณทางสมุนไพรของเตย ได้แก่ รากอากาศ แก้กษัยไตฟิการ ขับปัสสาวะ แก้ไข้ ขับน้ำ แก้หนองใน แก้หมาดขาว (ระดูขาว) ขับเสมหะ ราก แก้พิษเสมหะ ขับปัสสาวะ ดอกแก้ลม บำรุงหัวใจ แก้ไข้ ฯลฯ ใบเตยสดมีน้ำมันหอมระเหย รสหวาน กลิ่นหอม และมีสีเขียว คนไทยนิยมนำมาใช้แต่งสีหรือกลิ่นอาหาร ขนมหวาน หรืออื่นๆ ใบเตยมีสารคลอโรฟิลล์ช่วยลดอาการกระหายน้ำ บำรุงหัวใจ และช่วยทำให้สดชื่น อีกทั้งมีเกลือแร่ แคลเซียม และฟอสฟอรัส ฯลฯ

สมุนไพรเตยหอม มีสรรพคุณเป็นยาสมุนไพร ส่วนที่นำมาใช้เป็นยาคือ ใบ โดยใบเตยประกอบไปด้วยน้ำมันหอมระเหยและมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ ซึ่งในน้ำมันหอมระเหยประกอบไปด้วยสารหลายชนิด เช่น ลินาลิลอะซิเตต (Linalyl acetate) เบนซิลอะซิเตต (Benzyl acetate) ลินาลูล (Linalool) และเจอราเนียม (Geraniol) เป็นต้น สารที่ทำให้มีกลิ่นหอมคือ คูมาริน (Coumarin) และเอทิลวานิลลิน (Ethyl vanillin) ในตำราแผนโบราณกล่าวไว้ว่า ใบเตยใช้เป็นยาบำรุงหัวใจ ช่วยลดอาการกระหายน้ำ ซึ่งเมื่อเรารับประทานน้ำใบเตยจะรู้สึกชื่นใจและชุ่มคอ ส่วนรากใช้เป็นยาขับ



ปัสสาวะและรักษาโรคเบาหวาน ในปัจจุบัน ได้มีการทำศึกษาวิจัย โดยนำน้ำต้มรากเตยหอมไปทดลองในสัตว์ทดลองเพื่อดูฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด ปรากฏว่าสามารถลดน้ำตาลในเลือดของสัตว์ทดลองได้ จึงนับได้ว่าสมุนไพรรากเตยหอมเป็นสมุนไพรมีคุณค่าอีกชนิดหนึ่ง สามารถนำมาทำเป็นเครื่องดื่มรับประทานเองได้ โดยนำใบเตยหอมมาล้างให้สะอาดแล้วหั่นบางๆ ตากแดดให้แห้งนำไปชงกับน้ำร้อนดื่มได้ตลอดเวลา หรือนำใบเตยที่หั่นเรียบร้อยแล้วไปคั่วในกระทะโดยใช้ไฟอ่อนๆ จนแห้งดีแล้วจึงเก็บในภาชนะที่ปิดให้สนิท เมื่อจะรับประทานก็นำมาชงกับน้ำร้อนดื่มแทนน้ำชาหรือน้ำอัดลม

2.4 กลิ่นและกระบวนการรับกลิ่น

กลิ่น หมายถึง สิ่งที่ถูกสามารถรับรู้ความรู้สึกได้โดยตรง โดยทั่วไปกลิ่นที่ได้รับมาจากสารหอมระเหย (aroma) เนื่องจากสารหอมระเหยสามารถเกิดปฏิกิริยสัมพันธ์กับอวัยวะรับกลิ่นได้ เมื่อมีการศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสารที่ให้กลิ่น ผู้ผลิตอุตสาหกรรมเกี่ยวกับอาหารจึงนิยมใช้กลิ่นจากสารสังเคราะห์ผสมลงในอาหารและเครื่องดื่ม แทนกลิ่นจากธรรมชาติ เนื่องจากสามารถควบคุมความเข้มข้นได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม กลิ่นสังเคราะห์ยังมีความแตกต่างจากกลิ่นธรรมชาติ โดยเฉพาะผลต่อสุขภาพหรืออนามัยซึ่งกลิ่นจากธรรมชาติมีความปลอดภัยมากกว่า

สารหอมระเหยมีหลายประเภท ได้แก่

สารหอมระเหยธรรมชาติ เป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ เช่น เครื่องเทศ ใบพืชที่มีกลิ่นหอม หรือน้ำมันหอมระเหย เป็นต้น

สารหอมระเหยสังเคราะห์ เป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้น และเป็นชนิดเดียวกับที่ได้จากธรรมชาติ เช่น วานิลลาสังเคราะห์ เป็นต้น

สารหอมระเหยเทียม เป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้น และมีกลิ่นคล้ายกับสารที่มีในธรรมชาติ แต่ไม่ใช่สารชนิดเดียวกัน เช่น เอทิล วานิลลิน ในธรรมชาติสามารถสกัดได้จาก เมล็ด วานิลลา วานิลลินสังเคราะห์ใช้เป็นตัวแทนกลิ่นใน อาหาร เครื่องดื่ม และยา สารสกัดวานิลลา ในธรรมชาติจะมีสารประกอบแตกต่างกันเป็นร้อยชนิด เนื่องจากวานิลลินที่ได้จากธรรมชาติมีราคาแพงมาก ดังนั้น วานิลลินที่ใช้ในอุตสาหกรรมจึงได้จากการสังเคราะห์ การสังเคราะห์เพื่อการค้าครั้งแรกตั้งต้นจาก ยูจีนอล (eugenol) เมื่อผ่านกระบวนการ ไอโซเมอร์ชันจะได้ ไอโซยูจีนอล (isoeugenol) และตามด้วยกระบวนการออกซิเดชันจะได้วานิลลินแต่ปัจจุบันได้จากการฟอร์มิลเลชัน (formylation) กัวไอเอคอล (guaiacol) หรือเรียกว่า ปฏิกิริยา ไรเมอร์-ไทมานน์ (Reimer-Tiemann reaction) หรือโดยการหมักลิกนิน (lignin) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมกระดาษ



สารเคมีบางชนิดสามารถนำมาใช้แทนกลิ่นของอาหาร ผลไม้ หรือพืชบางชนิดได้ เช่น

Benzyl propionate , $C_{10}H_{12}O_2$		แทนกลิ่นกล้วย
Eugenol , $C_{10}H_{12}O_2$		แทนกลิ่นกานพลู
Cineole หรือ Eucalyptol , $C_{10}H_{18}O$		แทนกลิ่นยูคาลิปตัส
Methyl anthranilate , $C_8H_9NO_2$		แทนกลิ่นองุ่น
Benzyl acetate , $C_9H_{10}O_2$		แทนกลิ่นมะลิ
p-Cresyl phenyl acetate , $C_{15}H_{14}O_2$		
Linalool หรือ Linalyl alcohol $C_{10}H_{18}O$		แทนกลิ่นลาเวนเดอร์
Citral หรือ Lemonal , $C_{10}H_{16}O$		แทนกลิ่นมะนาว
C-16 Aldehyde หรือ Ethyl methyl phenyl glycidate $C_{12}H_{14}O_3$		แทนกลิ่นสตรอว์เบอร์รี่
Phenethyl salicylate , $C_{15}H_{14}O_3$		แทนกลิ่นท้อ

กระบวนการรับกลิ่น

เส้นประสาทรับกลิ่น หรือ เส้นประสาทสมองเส้นที่ 1 หรือ เส้นประสาทโอลแฟกทอรี

(Olfactory nerve) เป็นเส้นประสาทสมองคู่แรกจากทั้งหมด 12 คู่ เซลล์ประสาทรับรู้กลิ่นของเส้นประสาทนี้อยู่ในเยื่อเมือกรับรู้กลิ่น (olfactory mucosa) ที่อยู่ด้านบนของโพรงจมูก เส้นประสาทรับกลิ่นประกอบด้วยใยประสาทรับความรู้สึกที่มาจากเซลล์เนื้อเยื่อรับรู้กลิ่น (olfactory



epithelium) ไปยังออลแฟกทอรี บัลบ์ (olfactory bulb) โดยผ่านรูเปิดเล็กๆ จำนวนมากที่มีลักษณะเหมือนตะแกรงที่เรียกว่าแผ่นครีบิฟอร์มของกระดูกเอทมอยด์

เซลล์ประสาทรับรู้กลิ่นเกิดขึ้นตลอดช่วงชีวิต และยืดแอกซอนใหม่ๆ ไปยังออลแฟกทอรี บัลบ์ เซลล์ Olfactory ensheathing glia ห่อหุ้มมัดของแอกซอนเหล่านี้และเชื่อว่าช่วยลำจุนให้เข้าไปยังระบบประสาทกลางได้สะดวกขึ้น

ความรู้สึกลิ่นกลิ่นมาจากการกระตุ้นของตัวรับกลิ่น (olfactory receptor) โดยการกระตุ้นของโมเลกุลแก๊สซึ่งผ่านเข้าไปในจมูกระหว่างการหายใจเข้า ผลจากกลไกทางไฟฟ้าจะนำกระแสประสาทไปยังออลแฟกทอรี บัลบ์ ซึ่งต่อมาจะส่งกระแสประสาทไปยังส่วนต่างๆ ของระบบรับรู้กลิ่น (olfactory system) และส่วนอื่นๆ ของระบบประสาทกลางผ่านทางออลแฟกทอรี แพทริกซ์ (olfactory tract) เส้นประสาทรับรู้กลิ่นเป็นเส้นประสาทสมองที่สั้นที่สุด และเป็นหนึ่งในสองเส้นประสาทสมองที่ไม่เชื่อมต่อกับก้านสมอง (อีกเส้นหนึ่งคือเส้นประสาทตา)

การทดสอบเส้นประสาทรับรู้กลิ่น

การทดสอบการทำงานของเส้นประสาทรับรู้กลิ่นทำได้โดยให้แพทย์อุดจมูกของผู้ป่วยไว้ข้างหนึ่ง และให้กลิ่นที่ฉุน เช่น กลิ่นกาแฟเข้มข้น (damp coffee essence) ไว้ได้จมูกข้างที่เปิด สังเกตการตอบสนองการรับรู้กลิ่นของผู้ป่วย และให้ทดสอบแบบนี้กับจมูกอีกข้างหนึ่ง

2.5 การใช้ประโยชน์สารแต่งกลิ่น

หลักการใช้ประโยชน์จากสารเติมแต่งอาหาร มีหลักในการพิจารณาใช้ 4 ข้อ ดังต่อไปนี้

(1) ความปลอดภัยของสารเติมแต่งกลิ่นอาหาร

สารเติมแต่งกลิ่นอาหารที่ถูกนำมาใช้ ทั้งในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์ลูกกวาด ของหวาน เค้ก อาหารกึ่งสำเร็จรูป เหล่านี้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ รวมทั้งมีส่วนผลักดันต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศอีกด้วย ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยต่อการใช้สารเติมแต่งกลิ่นอาหาร จะต้องถูกกำหนดมาจากรัฐบาลของประเทศนั้นๆ ในการออกเป็นข้อกำหนดบังคับไม่ว่าจะเป็นสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน ญี่ปุ่น จีน ฮอลแลนด์ หรือ สวิตเซอร์แลนด์ โดยเริ่มจากสำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยา (Food and Drug Administration, FDA) สมาคมผู้ผลิตสารเติมแต่งอาหาร (Flavourings and Extrat Manufacturer's Association, FEMA)

ข้อกำหนดความปลอดภัยขององค์การนานาชาติว่าด้วย Generally Recognized As Safe (GRAS) เลขที่ 1-15 และวัตถุเติมแต่งกลิ่นอาหาร (International Organization of the Flavour Additive (CFA), ด้วยความร่วมมือจากองค์การอาหารและเกษตรกรรมโลก (FAO) กับองค์การอนามัยโลก



(WHO) ที่ระบุในพันธสัญญามาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentary Commission) เหล่านี้ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ นำมาใช้เพื่อสร้างความปลอดภัยต่อการใช้วัตถุเติมแต่งกลิ่นอาหาร กฎหมาย และข้อบังคับต่างๆ จากองค์กรดังกล่าว ได้รับการยอมรับและนำไปใช้ในระดับนานาชาติ ซึ่งจะระบุว่าวัตถุเติมแต่งกลิ่นอาหารสกัดจากธรรมชาติชนิดใด ที่อยู่ใน "Negative list" และไม่ได้มีชื่อบรรจุอยู่ใน "Positive list" ของจำพวกสารเติมแต่งกลิ่นอาหารเลียนแบบธรรมชาติ วัตถุนั้นๆ จะถูกห้ามใช้ในอาหารอย่างเด็ดขาด

(2) ศิลปะและเทคโนโลยีของการใช้สารแต่งเติมกลิ่นอาหาร

สารแต่งเติมกลิ่นอาหารนั้นเป็นการผสมผสานกันอย่างกลมกลืนระหว่างศิลปะและเทคโนโลยี หรือเป็นส่วนควบกันระหว่างวิทยาศาสตร์ และทักษะความชำนาญเฉพาะตัวโดยเริ่มจากการผสมวัตถุดิบหรือสารให้กลิ่นที่มีลักษณะกลิ่นและรสต่างๆ กัน เพื่อที่จะผสมสร้างกลิ่นอันพึงปรารถนาเพียงกลิ่นเดียว และใกล้เคียงกับกลิ่นและรสของอาหารตามธรรมชาติ หลังกระบวนการผลิต และเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย ในอดีต Flavourists (ผู้คิดและสร้างสรรค์กลิ่น) จะต้องประมวลใช้ประสบการณ์ และความรู้จากการทำงานมาเป็นเวลานาน เพื่อที่จะใช้ธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์อธิบาย ทฤษฎีกลิ่นได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว หากที่จะบันทึกถ้อยคำหรืออธิบายเป็นภาษาเกี่ยวกับกลิ่นและรสได้ เพราะว่า มนุษย์ไม่ได้รับรู้กลิ่นและรสทางกายเท่านั้น หากแต่จิตใจของมนุษย์เอง มีส่วนในการรับรู้กลิ่นและรสด้วย

ในช่วง 30 ปี ที่ผ่านมา กลิ่นและรสของสารเติมแต่งกลิ่นเพียงจะได้รับการอธิบาย โดยหลักทางฟิสิกส์และเคมีเพื่อสร้างคำอธิบายต่อนวัตกรรมใหม่ๆ สำหรับสารให้กลิ่นมีการวิเคราะห์ โดยการใช้อุปกรณ์ทาง Spectrum ของสารและเทคนิคการวิเคราะห์แบบ Chromatography เข้ามาช่วยในการแยกแยะสารหอมระเหยจากธรรมชาติ เพื่อที่จะสามารถเลียนแบบกลิ่นและรสธรรมชาติได้ ซึ่งแตกต่างจาก Flavourists ในยุคก่อนที่จะใช้เพียงประสาทการรับรู้ทางกลิ่น และประสบการณ์เพื่อแต่งกลิ่นสังเคราะห์เลียนแบบธรรมชาติ

สารเติมแต่งกลิ่นอาหารจะต้องมีกลิ่นและรสสัมผัส เหมือนหนึ่งได้รับจากธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัย "Key Volatile Compounds" และหากจะมีการวิเคราะห์กลิ่นชนิดใด มักจะมุ่งไปที่การสร้างกลิ่นของสารหอมระเหยของ Key Volatile Compounds นั้น โดยพื้นฐานของการแบ่งแยกกลิ่นโดยความรู้สึกร่วมกับการวิเคราะห์โดยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สารประกอบในอาหารที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้กลิ่นของมนุษย์ จะต้องได้รับการคัดสรรหลายๆ ทาง อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากการผสมผสานกลิ่นเฉพาะต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดกลิ่นใหม่ที่ต้องการแล้ว วิธีการสร้างกลิ่นอีกลักษณะคือ การใช้ปฏิกิริยาทางเคมี ที่เรียกว่า "Maillard Reaction" หรือปฏิกิริยาที่ต้องใช้เอนไซม์ (Enzymatic Reaction) เช่น การสร้างกรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรต น้ำมัน ไขมัน และสารสกัดจากธรรมชาติอื่นๆ เป็นต้น ทั้งจากพืชและสัตว์ ซึ่งจะถูกลำดับไปทำปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิและ

สภาวะที่จำเพาะ Maillard Reaction อาจจะเป็นปฏิกิริยา Oxidation, decarboxylation, Condensation หรือ Cyclization เพื่อสร้างลักษณะสารประกอบที่เป็นวง (Heterocyclic) ที่มีส่วนประกอบของ ไนโตรเจน ออกซิเจน หรือสารประกอบซัลเฟอร์ ปฏิกิริยาเหล่านี้จะผลิตสารที่ให้กลิ่นเนื้อ สัตว์ปีก อาหารทะเล และนัท (Nut)

(3) การทดสอบกลิ่น

จุดประสงค์หลักในการเติมสารเติมแต่งกลิ่นในผลิตภัณฑ์อาหารนั้น เพื่อให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่พึงปรารถนาของอาหาร เนื่องจากว่าผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป (processed food products) นั้น สารประกอบที่ให้กลิ่นในอาหาร มักจะสูญหายหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในระหว่างกระบวนการผลิต หรือบางครั้งก็ใช้เพื่อ การกระตุ้นให้กลิ่นเดิมที่มีอยู่แล้วมีความเด่นชัดยิ่งขึ้น เพราะโดยปกติ กลิ่นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารตามธรรมชาติมักจะมีกลิ่นอ่อน (weak) นอกจากนั้นแล้ว การเติมสารเติมแต่งกลิ่นอาหาร ยังถูกใช้เพื่อสร้างกลิ่นให้กับอาหาร เพราะผลิตภัณฑ์อาหารบางประเภทจะไม่มีกลิ่นเลย การเติมสารเติมแต่งกลิ่นเพื่อสร้างกลิ่นของอาหารชนิดนั้นให้มีลักษณะเฉพาะตัว อีกจุดประสงค์หนึ่งของการใช้สารเติมแต่งกลิ่นอาหาร คือ ใช้เพื่อกลบกลิ่นอันไม่พึงปรารถนา (off-odour) ของผลิตภัณฑ์อาหารชนิดนั้นๆ ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์อาหารต่างชนิดจากวัตถุดิบที่แตกต่างกัน และกระบวนการแปรรูปแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะมีการใช้สารเติมแต่งกลิ่น ชนิดเดียวกัน แต่จะให้ลักษณะการแสดงออกของกลิ่นที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะสร้างสรรค์กลิ่นที่ต้องการของ flavourist สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ต้องตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค และเหมาะสมต่อกระบวนการผลิตเป็นอย่างดี เพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้น พิจารณาตัวอย่างการใช้สารเติมแต่งกลิ่นอาหารในเครื่องดื่ม ที่เติมคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณการใช้สารเติมแต่งกลิ่นอยู่ที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ หลังจากที่มีการละลายน้ำตาล และผสมกรดซิตริกเรียบร้อยแล้ว และอยู่ในสภาพ "ไซรัป" สำหรับไอศกรีมนั้นมีสิ่งที่พิเศษกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ ก็จะต้องหาจุดสมดุลของกลิ่นที่สามารถระเหยหอมได้ ณ อุณหภูมิต่ำๆ หากใช้สารเติมแต่งกลิ่นในผลิตภัณฑ์ลูกกวาด จะต้องมั่นใจว่าสารที่ให้กลิ่นนั้นมีความเสถียรที่อุณหภูมิสูงถึง 100 องศาเซลเซียส และไม่ก่อให้เกิดกลิ่นอันไม่พึงปรารถนาด้วย และหากใช้กับลูกกวาดที่มีลักษณะใส จะต้องทนอุณหภูมิสูงมากถึง 130 องศาเซลเซียส เป็นต้น

มีบางกรณี เช่น ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว นมหมัก อาจเติมสารให้กลิ่นหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ การทำให้เย็นและการเติมกล้าเชื้อ (inoculating) รวมทั้งกระบวนการหมักและกระบวนการโฮโมจีไนซ์แล้ว หรืออาจเติมสารให้กลิ่นลงไปในน้ำตาลไซรัป แล้วค่อยผสมลงไปในอาหารก่อนจะเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อเป็นครั้งสุดท้าย



(4) มาตรฐานการใช้สารให้กลิ่นอาหาร

หลักความปลอดภัยในการใช้สารให้กลิ่นอาหาร ไม่ใช่แค่เพียงการปฏิบัติตามข้อกำหนดของกฎหมายหรือข้อบังคับขององค์กรระหว่างประเทศ หรือข้อบังคับต่างๆ ที่รัฐบาลแต่ละประเทศกำหนดออกมาเท่านั้น แต่จะต้องคำนึงถึงคุณภาพตามระดับมาตรฐาน เนื่องด้วยสารให้กลิ่นอาหารมีมากมายหลากหลายชนิดมาก เพราะฉะนั้นคุณภาพมาตรฐานของสารให้กลิ่นอาหาร จะต้องได้รับการรับรองจากองค์กรว่าด้วยอาหารระหว่างประเทศ เช่น FCC, EOA, ISO, EEC เป็นต้น สารให้กลิ่นอาหารทุกชนิด จะต้องแบ่งว่าเป็น "เครื่องหอม" หรือ "สารให้กลิ่นอาหาร" และต้องกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในเรื่องของกลิ่น รส ลักษณะปรากฏ ค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) หรือความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าดัชนีหักเหแสง (Refractive index) ค่าความเป็นกรด (Acid value) เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสะอาดและการสุขาภิบาล มีการตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียปนเปื้อนจำนวน E. coli ปริมาณโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว สารหนูหรืออาร์เซนิก เป็นต้น การรับกลิ่นและรสชาติของลิ้นจะมีกลิ่น top note ผสมผสานกันระหว่าง ชูโครส กลิ่นผลไม้และกลิ่นคาราเมลหวาน และมี body note เป็นกลิ่นผลไม้ กลิ่นพฤษยา และกลิ่นสัมผัสสดชื่น เป็นกลิ่นคล้ายกับกลิ่นของยางไม้หอม และเครื่องยาสมุนไพรแต่เป็นกลิ่นเล็ก ๆ เพราะโครงสร้างขององค์ประกอบของกลิ่นลิ้นจี่ที่ให้กลิ่นหวานของชูโครสหรือกลิ่นคาราเมลหวานมาจาก Dimethyl sulfide, Ethyl maltol และ phenethyl formate เป็น top note ส่วน body note จะเป็นกลิ่นผลไม้ กลิ่นพฤษยา หรือกลิ่นกุหลาบ จะใช้ Linalool, Citronellol และเอสเทอร์ของมัน น้ำมันกุหลาบ Geraniol และเอสเทอร์ Nerol และเอสเทอร์, 2-Phenethanol และ เอสเทอร์ของมัน น้ำมัน lemon รวมทั้ง Carveol esters, Cinnamyl esters และ Terpinol แต่สำหรับกลิ่นคล้ายกับข้าวโพดคั่วหรือกลิ่นคล้ายนม จะเป็นส่วนของ 2-Acetyl pyrazine และ 3-Hydroxybutan-2-one ฯลฯ

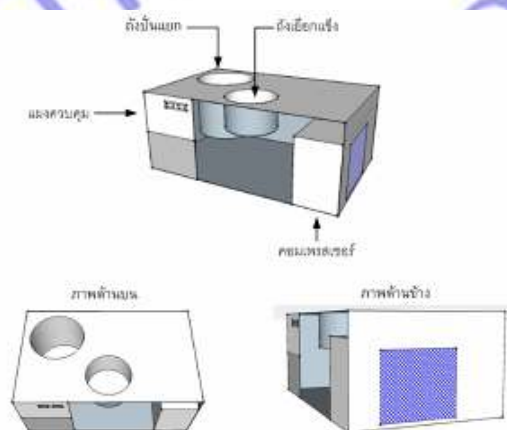


การให้น้ำตาลสดมีความเข้มข้นมากขึ้น โดยไม่อาศัยความร้อน มีข้อดีประการสำคัญคือ ช่วยรักษาสสมบัติกายภาพตามธรรมชาติของน้ำตาลสดไว้ได้ โดยงานวิจัยนี้อาศัยเทคนิคและวิธีการทำให้น้ำตาลสดจากมะพร้าว มีความเข้มข้นขึ้นได้โดยไม่อาศัยความร้อน ด้วยเทคนิควิธีเยือกแข็ง (freeze concentration) ร่วมกับการเหวี่ยงแยกของผสม วิธีการเริ่มต้นจากการให้ความเย็นกับน้ำตาลมะพร้าวสด โดยการดึงความร้อนออก ในขณะที่ดึงความร้อนออกนั้น จะทำการกวนน้ำตาลมะพร้าวสดตลอดเวลา เพื่อให้น้ำตาลสดกลายเป็นเกล็ดน้ำแข็งเล็กๆ ที่มีลักษณะเป็นของผสมคล้ายโคลนหรือสเลอรี (slurry) และเป็นเนื้อเดียว จากนั้นจึงนำของผสมที่ได้มาปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกของเหลว (น้ำตาลมะพร้าวสด) ออกจากน้ำแข็ง วิธีนี้สามารถรักษาสารอาหาร รสและกลิ่นตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าวสดไว้ได้ดี จากนั้นจะทำการศึกษาวิจัยการดัดแปลงกลิ่นและรสของน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้นด้วยสารธรรมชาติหรือพืชสมุนไพร

3.1 พัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับทำน้ำตาลสดเข้มข้น

ตามที่คณะผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนเครื่องแช่แข็งและส่วนเครื่องเหวี่ยงแยก ดังต่อไปนี้

โครงสร้างของเครื่องต้นแบบสำหรับการผลิตน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างของเครื่องต้นแบบสำหรับการผลิตน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น



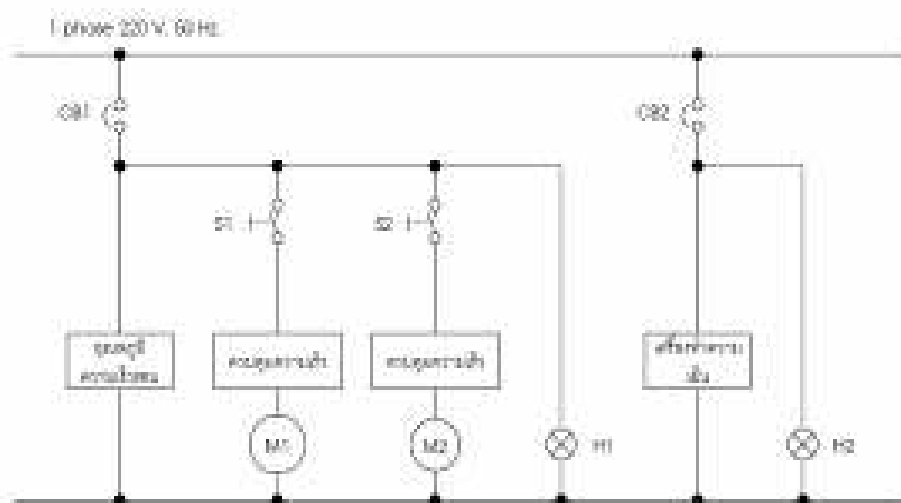
การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้าง เครื่องต้นแบบ อย่างง่ายสำหรับ การผลิตน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้น โดยเครื่องที่ออกแบบมี คุณลักษณะทางกายภาพ ดังต่อไปนี้

ถังเยือกแข็งทำด้วยโลหะไร้สนิมมีลักษณะเป็นถังรูปทรงกระบอก ขนาดความจุประมาณ 20 ลิตร ทำอุณหภูมิได้ต่ำสุด -20°C ถังปั่น สำหรับการเหวี่ยงแยกน้ำตาลมะพร้าวสดทำด้วยโลหะไร้สนิม มีลักษณะเป็นถังรูปทรงกระบอกความจุประมาณ 20 ลิตร เจาะเป็นรูพรุน

ภาชนะส่วนที่สัมผัสกับน้ำตาลมะพร้าวเป็นโลหะไม่เกิดสนิมหรือสเตนเลสทั้งหมด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสนิมหรืออื่นๆ ใบชุดของผสมที่อยู่ในถังเยือกแข็ง สามารถถอดแยกทำความสะอาดได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน รวมทั้งสามารถปรับอัตราเร็วในการหมุนของใบชุดได้ ฐานของตัวเครื่องติดตั้งล้อเลื่อนเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการขนย้าย

ระบบทำความเย็นของเครื่องประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ (1) คอมเพรสเซอร์ชนิดลูกสูบแบบหุ้มปิดขนาด 25,000 BTU (2) คอนเดนเซอร์หรือคอยล์ร้อนเป็นชนิดท่อทองแดงและครีบอลูมิเนียม ระบายความร้อนด้วยอากาศ (3) เครื่องระเหยหรือคอยล์เย็นเป็นชนิดเปลือกละเอียดท่อกล่าวคือใช้ท่อทองแดงพันรอบบริเวณที่ต้องการทำความเย็น ซึ่งในที่นี้ คือ ถังสเตนเลสที่บรรจุน้ำตาลสดนั่นเอง ทั้งนี้ได้เลือกแบบที่ป้อนสารทำความเย็นเป็นแบบแห้ง และ(4) วาล์วลดความดันเป็นชนิดควบคุมด้วยความร้อน (TEV หรือ TXV) โดยใช้เซ็นเซอร์ความร้อนแบบคงที่ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้นประมาณ -20°C อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมประมาณ 800 วัตต์ สำหรับอุปกรณ์ในการสัณเฑาะของเหลวออกจากของแข็งนั้นใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ $\frac{1}{4}$ แรงม้า ควบคุมแบบสตาร์ทโดยตรง



ภาพที่ 3.2 วงจรควบคุมเครื่อง



ด้วยกระแสไฟฟ้ามีความไม่คงที่สูง ทำให้เครื่องได้รับความเสียหาย ผู้วิจัยจึงปรับปรุงซ่อมแซมใหม่ โดยติดตั้งระบบป้องกันไฟเกิน และปรับปรุงอุปกรณ์ประกอบให้มีลักษณะที่มีมาตรฐานมากขึ้น ทั้งระบบล็อกแกนใบพัดสำหรับชุดรอบถ่วง และระบบกดปุ่มควบคุมอัตราการหมุน



ภาพที่ 3.3 ถังเขี่ยก้างและถังปั่น เดิม (ซ้าย) ปรับใหม่ (ขวา)



ภาพที่ 3.4 ถังเขี่ยก้างและใบชุดสำหรับชุดเกล็ดน้ำแข็งด้านข้างถัง เดิม (ซ้าย) ปรับใหม่ (ขวา)



ภาพที่ 3.5 มอเตอร์และระบบลือกแกนใบพัดสำหรับชุดเกล็ดน้ำแข็งรอบถัง



ภาพที่ 3.6 แผงควบคุมและแสดงผลอุณหภูมิและความเร็วรอบ เดิม (ซ้าย) ปรับใหม่ (ขวา)



ภาพที่ 3.7 การประกอบถังเยือกแข็ง



ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวสดเข้มข้นและผลึกน้ำแข็ง

3.2 ดัดแปลงกลั่นน้ำตาลสดเข้มข้นด้วยน้ำใบเตยและผลมะตูม

วัตถุดิบ

น้ำตาลสดจากมะพร้าว

ใบเตย

มะตูมแห้ง



อุปกรณ์

เครื่องเขี่ยน้ำ และเหยียงแยก

Brookfield viscometer

อาหารเลี้ยงจุลินทรีย์เพื่อการวิเคราะห์เชื้อรา จุลินทรีย์ทั้งหมด และจุลินทรีย์ก่อโรค

เครื่องมือทดสอบทางประสาทสัมผัส

เครื่องมือวัดความหวาน ยี่ห้อ ATAGO รุ่น N-1E (0-32 %Brix)

เครื่องชั่งระบบดิจิทัล ยี่ห้อ Precisa รุ่น 6200D

อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Memmert

วิธีการทดลอง

3.2.1 วิธีเตรียมน้ำมะตูมและน้ำใบเตย (In-house methods)

1. เตรียมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 5% W/V ปริมาตร 5 ลิตร
2. นำตัวอย่าง (ใบเตยหรือมะตูมแห้ง) แช่ในสารละลายข้อ 1 เป็นเวลา 20 นาทีแล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาดหลายรอบ
3. สับตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็กจากนั้นบดด้วย Blender จนแหลกละเอียด
4. ผสมตัวอย่างที่บดแล้วจากข้อ 3 กับน้ำสะอาดด้วยอัตราส่วนเท่ากับตัวอย่างเปียก 0.5 กิโลกรัมและน้ำ 3 ลิตร
5. ต้มส่วนผสมในข้อ 4 จนเดือดจากนั้นเปิดไฟปานกลางเคี่ยวจนสารละลายมีปริมาตรลดลงเหลือประมาณ 1 ลิตร
6. กรองสารละลายที่ได้จากข้อ 5 ด้วยผ้าขาวบาง จะได้น้ำกลั่น (ใบเตยหรือมะตูม) ตามต้องการ
7. เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้ประมาณ 3-4 วัน

3.2.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลสดเข้มข้นแช่เยือกแข็งกลั่นใบเตยและกลั่นมะตูม

1. แบ่งการทดลองออกเป็นสองชุดการทดลอง
2. ชุดที่ 1 นำน้ำตาลสดมาผสมกับน้ำมะตูมหรือน้ำใบเตยที่ได้จากข้อ 3.2.1 ในอัตราส่วน 4:1
3. คนให้เข้ากัน จากนั้นนำมาทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องทำเยือกแข็ง
4. ชุดที่ 2 ให้ทำน้ำตาลมะพร้าวสดให้เข้มข้นก่อน
5. จากนั้นจึงนำน้ำมะตูมหรือน้ำใบเตยที่ได้จากข้อ 3.2.1 มาผสมในอัตราส่วน 10:1
6. คนให้เข้ากัน และทำการเปรียบเทียบลักษณะด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม



3.3 การทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้

3.3.1 ทดสอบความชอบในผลิตภัณฑ์ โดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยการยอมรับแบบ 7 คะแนน (7-hedonic scale)

3.3.2 ทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย

1. ค่าความหวาน (Brix)
2. ความหนืด
3. การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ต่างๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏ
หมู่บ้านจอมบึง