บทที่ 4
กลิ่นรส
(Flavor)

กลิ่นรส (Flavor) เป็นลักษณะเฉพาะตัวที่สำคัญมากอย่างหนึ่งของอาหารและผลิตภัณฑ์อาหาร และสามารถใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งแสดงถึงการยอมรับหรือไม่ยอมรับของผู้บริโภค คำว่า "กลิ่นรส" เป็นการรวมความรู้สึก 2 อย่างคือ ความรู้สึกต่อรส (Taste) และความรู้สึกต่อกลิ่น (odor) ของสาร ในปากและคอหอย (Pharynx) มีต่อมรับรส (Taste buds) เป็นจำนวนมากสามารถรับรสหวาน รสเปรี้ยว รสเค็ม และรสขม ส่วนในจมูกก็มีปลายประสาทรับกลิ่น (Olfactory nerve endings) ซึ่งสามารถรับกลิ่นต่าง ๆ ได้ อาหารไม่ว่าจะลื่นหรือหนืด นุ่มหรือแข็ง เมื่อสัมผัสกับลิ้นและเพดานปากและผ่านเข้าสู่ลำคอ สามารถทำให้เกิดความรู้สึกต่อรสชาติของอาหารนั้นได้ ความรู้สึกหลังลิ้มรส (Aftertaste) จะยังคงมีอยู่หลังจากกลืนอาหารแล้ว เพราะอาหารบางส่วนที่เหนียวและมันยังคงติดที่ปากและฟันอยู่

4.1 รส (Taste)

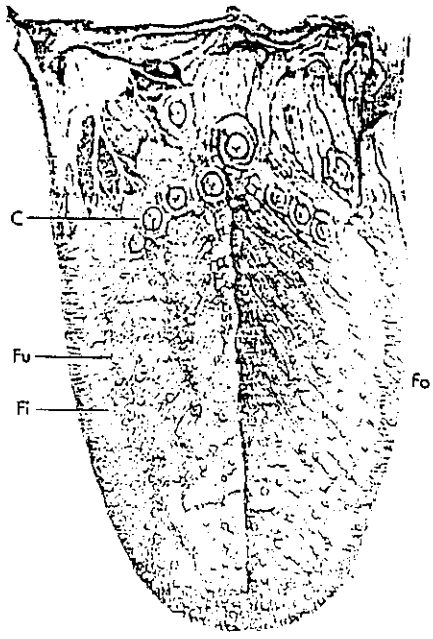
รส (Taste) คือความรู้สึกเมื่อต่อมรับรสบนลิ้นได้สัมผัสกับสารละลายอาหารที่เข้าไปในปาก การที่จะรู้รสอาหารได้นั้น อาหารนั้นจะต้องอยู่ในรูปสารละลายหรือสามารถละลายได้ในน้ำลาย ภายในปากมีต่อมรับรสอยู่ที่ลิ้น, เพดานปาก (soft palate), คอหอย, ฝาปิดกล่องเสียง (epiglottis) และหนึ่งในสามส่วนแรกของหลอดอาหาร (esophageus)

บนลิ้น ต่อมรับรสฝังอยู่ในปาปิลล่า (papillae) หนึ่งปาปิลล่าประกอบด้วยต่อมรับรสตั้งแต่ 33 ถึง 508 หน่วย ต่อมรับรสที่อยู่ด้านหน้าของลิ้น (ประมาณสองในสามส่วนของลิ้น) ฝังอยู่ใน fungiform (Fu) papillae ต่อมรับรสที่โคนลิ้นอยู่ใน foliate (Fo) papillae และ circumvallate (C) papillae แต่มิได้อยู่ใน filiform (Fi) papillae (รูปที่ 4.1 และ 4.2)

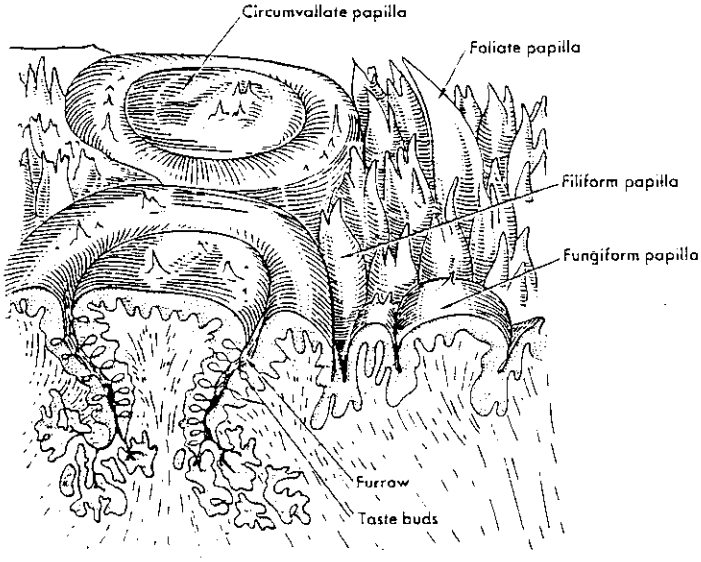
Taste buds ประกอบด้วย neuroepithelial sensory cells ซึ่งมีรูปร่างเหมือนขวดก้นโป่ง (flask) ติดกับประสาทรับความรู้สึก และห้อมล้อมด้วยเซลล์ค้ำจุน (supporting cell) (รูปที่ 4.3) gustatory cells ซึ่งอยู่ในต่อมรับรสเป็นตัวรับความรู้สึกที่แท้จริง

CM 480 95

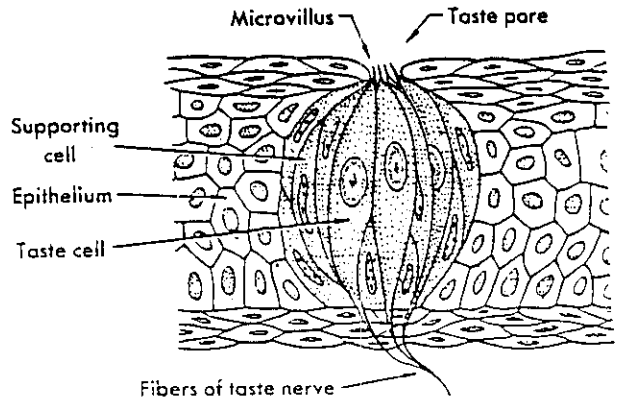
(flask) ... gustatory cells ซึ่งอยู่ในต่อมรับรสเป็นตัวรับความรู้สึกที่แท้จริง



รูปที่ 4.1 ลิ้นแสดง papillae : Fu คือ fungiform papillae; Fo คือ foliate papillae, C คือ circumvallate papillae และ Fi คือ filiform papillae



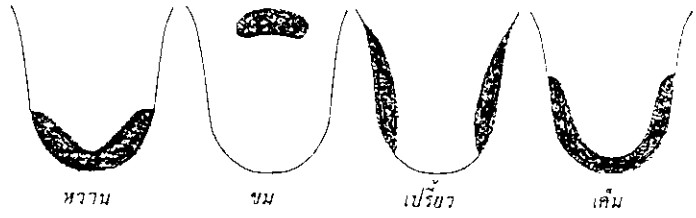
รูปที่ 4.2 เยื่อมิวคัส (mucous membrane) ที่ปกคลุมลิ้นขยายใหญ่เพื่อแสดง papillae และต่อมรับรสใน circumvallate papillae อันหนึ่ง



รูปที่ 4.3 เซลล์ของต่อมรับรสในเยื่อบุผิวของลิ้น

ต่อมรับรสประกอบด้วยปลายประสาทยื่นออกตามผิวของลิ้น เพื่อให้สัมผัสกับอาหารที่เข้ามาในปาก การตอบสนองของต่อมรับรสจะเกิดขึ้นเมื่อปลายประสาทถูกกระตุ้น และจะส่งรหัสไปตามเส้นประสาทไปสู่สมองซึ่งจะแปรรหัสเหล่านี้ออกมาเป็นความรู้สึกต่อรส ต่อมรับรสสามารถรับรสได้ดีที่สุดในช่วงอุณหภูมิ 68°ฟ-86°ฟ(20°ซ-30°ซ) ในช่วงอุณหภูมินี้ความรู้สึกต่อรสของอาหารจะมีมากที่สุด

รสของอาหารเป็นการรวมของรสสำคัญ 5 แบบ คือ รสหวาน ขม เค็ม เปรี้ยว และรสใหม่คือรสอูมามิ (Umami) รสเหล่านี้มีความซับซ้อนและยากต่อการอธิบายให้เข้าใจได้อย่างถ่องแท้ ต่อมรับรสบนลิ้นที่รับรสหวานอยู่ที่ส่วนปลายของลิ้น รสเปรี้ยวที่ด้านข้างของลิ้น รสขมที่โคนลิ้นและรสเค็มที่ปลายและด้านข้างของลิ้น (รูปที่ 4.4)



รูปที่ 4.4 ส่วนต่าง ๆ ของลิ้นที่รับรสหวาน, ขม, เปรี้ยวและเค็ม

รสหวานและรสเค็มรับได้ดีที่ปลายลิ้น เราจึงรู้สึกต่อรส 2 แบบนี้ได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่รสขมรับได้ดีที่โคนลิ้น เราจึงรู้สึกต่อรสขมช้ากว่ารสอื่นๆ แต่รสขมจะอยู่ในปากได้นานกว่า อูมามิเป็นรสกระตุ้นความอยากอาหาร (appetite) ซึ่งเป็นรสที่ได้จากสารปรุงแต่งรสอาหาร เช่น โมโนโซเดียมกลูตาเมท(monosodium glutamate) และสารปรุงรสอื่นๆ อูมามิเป็นรสสำคัญของอาหารญี่ปุ่น และอาหารประเภทขบเคี้ยวชนิดแผ่นรสทาโก้ (Taco-flavored chip)

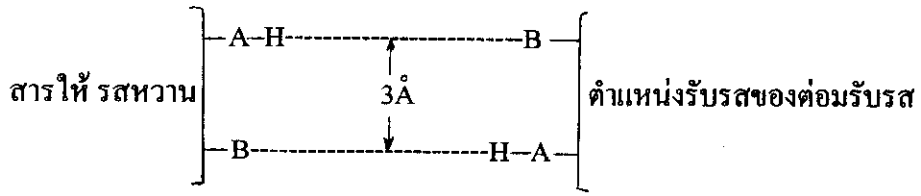
4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างเคมีของสารและรสของอาหาร

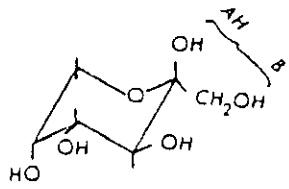
การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของโครงสร้างของสารกับรสพื้นฐาน 4 แบบคือรสหวาน ขม เค็ม เปรี้ยวของอาหารเท่าที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันพบว่า รสหวานได้รับความสนใจอย่างมากเนื่องจากความพยายามที่จะหาสารหวานที่มีแคลอรี่ต่ำมาทดแทนน้ำตาล ความรู้สึกต่อรสขมพบว่า มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับรสหวานในแง่ความสัมพันธ์โครงสร้างโมเลกุลกับการรับรส ด้วยเหตุนี้ ทำให้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับความขมจากการศึกษาเกี่ยวกับความหวาน มีการวิจัยเกี่ยวกับการเกิดรสขมในเปปไทด์ ส่วนความสนใจต่อรสเค็มก็เนื่องจากมีนโยบายเกี่ยวกับการลดปริมาณของโซเดียมในอาหาร ทำให้เกิดความสนใจในการศึกษาเกี่ยวกับกลไกของรสเค็ม

ก่อนที่มีทฤษฎีใหม่ๆเกี่ยวกับรสหวาน มักนิยมสรุปว่ารสหวานมีส่วนเกี่ยวข้องกับหมู่ OH ทั้งนี้เพราะน้ำตาลส่วนใหญ่มักมีรสหวาน อย่างไรก็ตาม สารประกอบที่มีหมู่ไฮดรอกซิลหลายๆหมู่ก็มีความแตกต่างกันมากในเรื่องความหวาน นอกจากนี้ กรดอะมิโนจำนวนไม่น้อย และเกลือของโลหะบางชนิด คลอโรฟอร์มและแซกคารีนก็มีรสหวานเช่นกัน เป็นเวลากว่า 75 ปีที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับสารที่ให้รสหวาน จึงได้มีการค้นพบทฤษฎีที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของสารและความหวาน

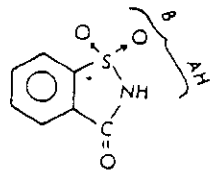
ในปี 1967 Shellenberger และ Acree ได้เสนอทฤษฎี AH/Bซึ่งกล่าวว่า สารที่ให้รสหวานประกอบด้วยหมู่ AH และB โดย A และ B เป็นอิเลคโตรเนกาทีฟอะตอม(electro-negative atoms) AH ทำหน้าที่เป็นตัวให้โปรตอน (proton donor) AH อาจเป็นหมู่ OH , COOH ,NH_3 ,-NH- และ–CH- เป็นต้น ส่วน B ทำหน้าที่เป็นตัวรับโปรตอน(Proton acceptor) ซึ่งอาจเป็น OH, NH_2 , -C=O, $-NO_2$,$-SO_2$,-C=C-, และ Cl เป็นต้น ตัวอย่างสารประกอบรสหวานที่ประกอบด้วยหมู่ AH และ B แสดงอยู่ในรูปที่ 4.5

การรับรสหวานของต่อมรับรสนั้น จำเป็นที่ตำแหน่งรับรส(receptor site)ของต่อมรับรสจะต้องมีระบบที่คล้ายคลึงกับสารที่ให้รสหวาน และสองระบบนี้เกิดแรงกระทำต่อกันโดยพันธะไฮโดรเจน ลักษณะดังกล่าวเป็นคำอธิบายของ Beider (1954) และแสดงได้ดังนี้

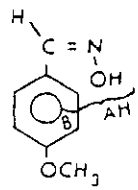




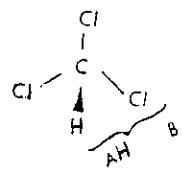
β-D-fructopyranose



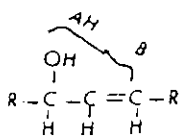
saccharin



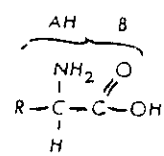
anti-anisaldehyde oxime



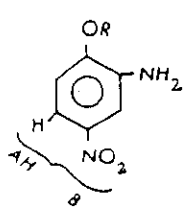
chloroform



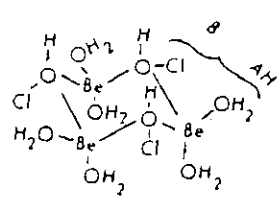
unsaturated alcohol



α-amino acid

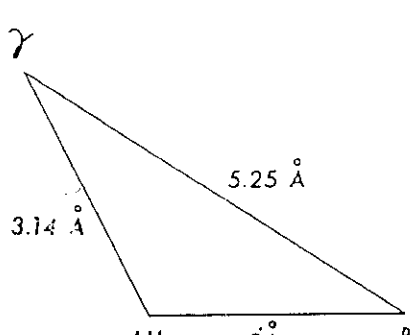


2-amino-4-nitrobenzene



Beryllium hydroxo-chloride

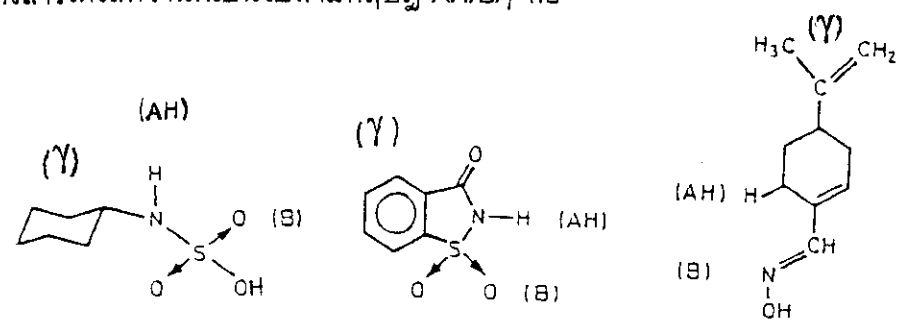
รูปที่ 4.5 หน่วย AH และ B ในสารประกอบที่มีรสหวาน



รูปที่ 4.6 ระบบ AH/B/γ

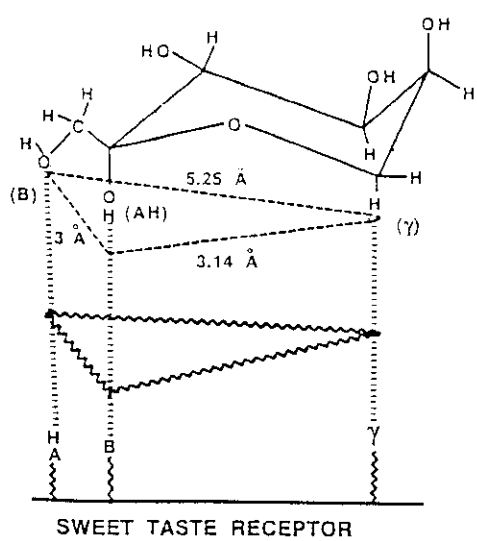
ทฤษฎีอีกแบบซึ่งเสนอโดย Kier คือ ทฤษฎี AH/B/γ ซึ่งกล่าวว่า นอกเหนือจากหมู่ AH และ B แล้ว สารให้รสหวานยังมีหมู่ไฮโดรโฟบิก (hydrophobic group)อีกหมู่หนึ่งซึ่งแทนด้วย γ อยู่ที่ตำแหน่งห่างจาก AH และ B ดังแสดงในรูปที่ 4.6

หมู่ไฮโดรฟิลิกของสารให้รสหวานมักเป็นหมู่ -CH-, $-CH_3$, หรือ $-C_6H_5$ ตัวอย่างสารให้รสหวานที่เป็นไปตามทฤษฎี AH/B/γ คือ



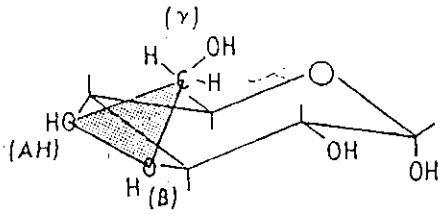
Cyclamate Saccharin anti-aldoxime of perillaldehyde

การจัดตัวรูปสามมิติหรือสเตอริโอเคมีของสารที่ให้รสหวานมีความสำคัญเนื่องจากการวางตัวของหมู่ AH , B และ γ ภายในตำแหน่งรับรสของต่อมรับรส ทำให้สามารถเกิดแรงกระทำแบบพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่ AH และ B ขณะเดียวกัน หมู่ไฮโดรฟิลิกของสารให้รสหวานก็ถูกดึงดูดโดยย่านไลโปฟิลิกของตำแหน่งรับรสดังแสดงในรูปที่ 4.7

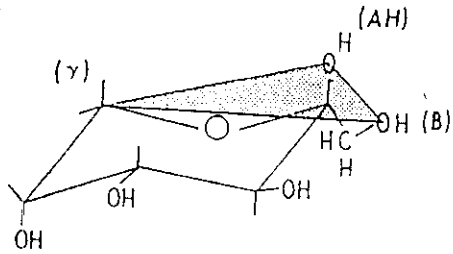


รูปที่ 4.7 แผนภาพแสดงแรงกระทำระหว่างหมู่ AH , B และ γ ของ β-D-fructopyranose และระบบที่คล้ายคลึงกันภายในตำแหน่งรับรสของต่อมรับรส

ระบบ AH/B/γ ของสารประกอบประเภทน้ำตาล เช่น β-D-glucopyranose และ β-D-fructopyranose คือ

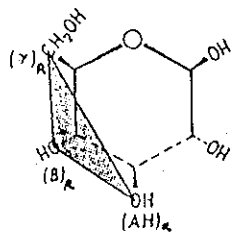


β-D-glucopyranose

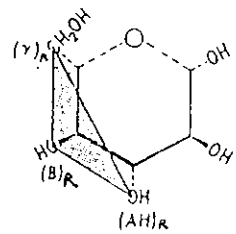


β-D-fructopyranose

ทั้ง β-D-glucopyranose และ β-L-glucopyranose ต่างก็มีรสหวาน การศึกษาจากแบบจำลองโมเลกุล พบว่า ระบบ AH/B/γ ของน้ำตาลทั้งสองสามารถวางตัวในตำแหน่งที่พอเหมาะพอดีกับระบบ $AH_R/B_B/\gamma_R$ ภายในตำแหน่งรับรสของต่อมรับรส

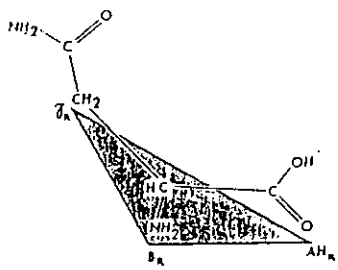


β-D-glucopyranose

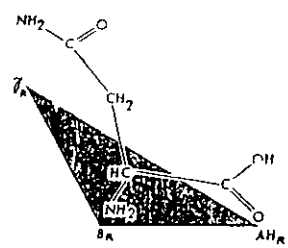


β-L-glucopyranose

แต่สำหรับ D- และ L-asparagine เฉพาะ D-asparagine ที่มีรสหวาน ส่วน L-asparagine ไม่มีรสใดๆ ทั้งนี้เพราะ D-asparagine เท่านั้น ที่เกิดแรงกระทำกับ $AH_R/B_R/\gamma_R$ ภายในตำแหน่งรับรสของต่อมรับรส



D-Asparagine



L-Asparagine

หมู่ γ มีความสำคัญอย่างยิ่งในสารที่ให้รสหวานจัด แต่มีบทบาทน้อยต่อพวกน้ำตาล มันทำหน้าที่ช่วยให้โมเลกุลบางชนิดสามารถเข้าสู่ตำแหน่งรับรสของต่อมรับรสได้ง่ายขึ้น ด้วยเหตุนี้ จึงมีผลต่อความเข้มข้องรสหวาน ในเมื่อน้ำตาลส่วนใหญ่เป็นสารไฮโดรฟิลิก บทบาทของ γ จึงมีจำกัดสำหรับน้ำตาลบางชนิดเท่านั้น เช่น น้ำตาลฟรุคโตส องค์ประกอบส่วนนี้ของหน่วยรับรสหวานน่าจะมีส่วนมากพอควรต่อคุณภาพที่แตกต่างกันของความหวาน ซึ่งพบในสารที่ให้รสหวานต่างชนิดกัน

101

สารอินทรีย์ที่มีรสเค็มพบในเปปไทด์บางชนิด ได้แก่ Ornithyl-β-alanine hydrochloride สารนี้สามารถใช้แทนเกลือ NaCl ได้ สารที่มีความเค็มคือสารประกอบที่เป็นเกลือทางเคมี เช่นโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งเป็นสารปรุงรสที่ใช้กันแพร่หลาย เกลืออื่นๆที่มีรสเค็มได้แก่ KCl , NH_4Cl , LiCl และ Na_2SO_4 เมื่อโมเลกุลมีขนาดใหญ่ขึ้น รสเค็มจะค่อยๆ ลดลง และมีรสขมเข้ามาแทน ตัวอย่างเกลือที่มีรสขม ได้แก่ KI , KBr , $MgSO_4$, $CsCl_2$, CsI , $MgCl_2$ ความขมของเกลือดูเหมือนจะเกี่ยวข้องกับผลบวกเส้นผ่าศูนย์กลางของแอนไอออนและแคทไอออน เกลือที่มีผลบวกของเส้นผ่าศูนย์กลางของแอนไอออนและแคทไอออนต่ำกว่า 6.5 Aจะมีรสเค็ม เช่น LiCl มีผลบวกของเส้นผ่าศูนย์กลาง= 4.98 A , NaCl=5.56 A , KCl=6.28 A บางคนอาจรู้สึกว่า KCl มีรสขมอยู่บ้าง เกลือที่มีผลบวกเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้น เช่น $CsCl_2$=6.96 A , CsI=7.74 A มีความขมเพิ่มขึ้น ส่วน $MgCl_2$=8.50 A เป็นเกลือที่ขมมากที่เดียว สารประกอบอินทรีย์ที่มีรสขมได้แก่ สารประกอบแอลคาไลน์บางชนิด เช่น ควินิน (Quinine) , บลูซีน (Brucine) , คาเฟอิน(caffeine) , สตริชนิน (strychnine) , และแคปไซซิน (capsaicin) นอกจากนี้ยังมีแลคโตน ยูเรีย ฟอร์แมไมด์ (formamide) และกรดพิกริก (picric acid)

สารที่มีรสเปรี้ยวเป็นสารที่แตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออนได้ ความเปรี้ยวของสารที่เป็นกรดไม่ได้ขึ้นกับความแก่อ่อนของกรด(acid strength) แต่ขึ้นกับความเข้มข้น(ปริมาณ)ของไฮโดรเจนไอออนมากว่า ที่ pH เดียวกัน กรดอะซิติกจะมีรสเปรี้ยวกว่ากรดไฮโดรคลอริก อย่างไรก็ตาม ความเปรี้ยวของกรด และความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนก็มิได้มีความสัมพันธ์ที่คู่ขนานกันไปตลอด

4.1.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรส

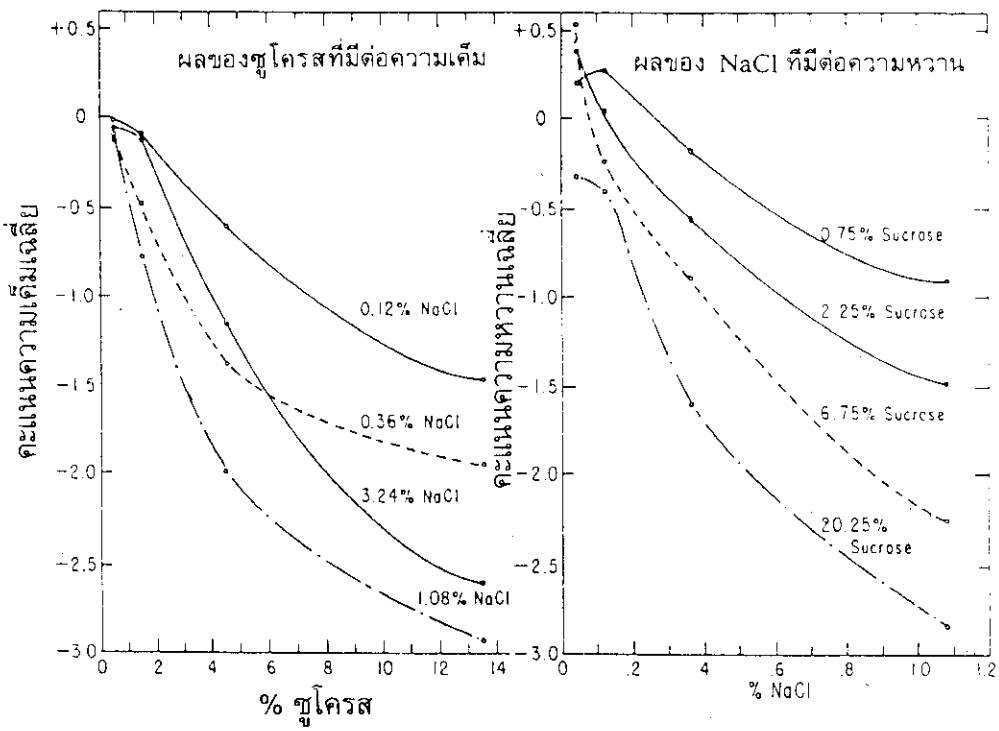
สารจะแสดงรสออกมาก็ต่อเมื่อมันละลายน้ำ แม้ว่าความแก่อ่อนของรสจะไม่ขึ้นกับการละลายมากน้อยของสารในน้ำก็ตาม การศึกษาสารที่ให้รสส่วนใหญ่พบว่า คนปกติสามารถบอกระดับความเข้มข้นของรสซึ่งแตกต่างกันได้มากถึง 20-30ระดับและยังสามารถบอกคุณภาพของรสที่แตกต่างกันได้ประมาณ $5X10^3$ ชนิด

นอกจากสารที่มีรสต่างๆดังที่กล่าวมาแล้ว สารบางชนิดที่มีรสแตกต่างกันขึ้นกับผู้ชิม เช่น phenylthiocarbamide (PTC) ประมาณ 40% ของชาวอเมริกันผิวขาวบอกไม่ได้ว่าสารนี้มีรสขมซึ่งเป็นรสที่ยอมรับโดยชาวอเมริกันผิวขาวอีก 60% ความแตกต่างในการรับรสเกิดจากลักษณะที่แตกต่างด้านกรรมพันธ์ของผู้ชิมในการรับรสของสารบางชนิด ทั้งนี้เกี่ยวข้อง

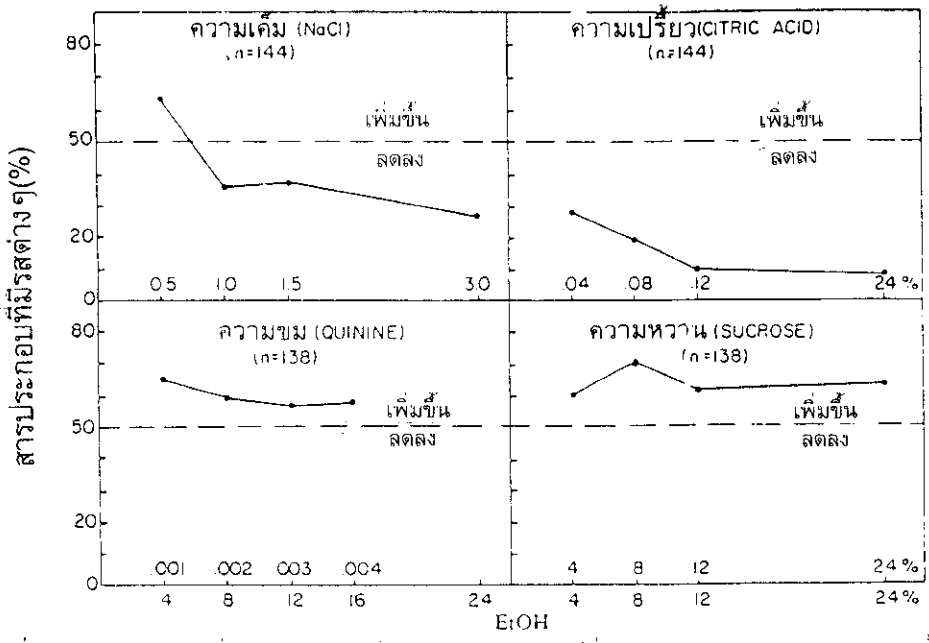
กับขนาดของโพรงของตำแหน่งรับรส และการจัดตัวและธรรมชาติของอะตอมบนผนังของโพรงรับรส ทั้งสองกรณีจะเป็นตัวกำหนดว่าโมเลกุลใดจะสามารถเข้าไปยังตำแหน่งรับรส ซึ่งจะทำให้ผู้ชิมรับรสของสารนั้นได้

การข่มกันของรส รสอย่างหนึ่งอาจลดความเข้มของรสอีกอย่างหนึ่งได้ เช่น เกลือและน้ำตาล (รูปที่ 4.6) เกลือสามารถทำให้ความหวานของซูโครสลดลง ดังนั้น การเติมเกลือในลูกกวาดหรือขนมหวานจะช่วยทำให้หวานน้อยลงและมีรสดีขึ้น ในทำนองเดียวกันน้ำตาลก็สามารถลดความเค็มได้ อาหารที่เค็มเกินไปอาจเติมน้ำตาลเล็กน้อยเพื่อลดความเค็ม ความเปรี้ยวของกรดและความหวานของน้ำตาลก็มีผลต่อกันและกัน (รูปที่ 4.8) อาหารที่มีรสเปรี้ยวและหวานคละกันจะมีรสดีกว่าอาหารที่มีเฉพาะรสเปรี้ยวหรือรสหวานเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่าเอธิลแอลกอฮอล์สามารถเพิ่มรสหวานและรสขม แต่ลดรสเค็มและรสเปรี้ยวในน้ำ (รูปที่ 4.7)

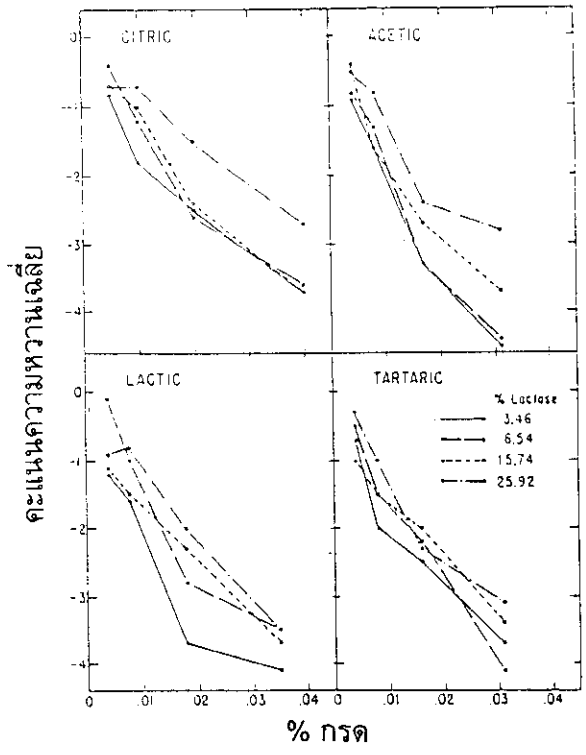
การรับประทานอาหาร 2 ชนิดที่มีรสจัดทั้งคู่ เช่น เปรี้ยวจัดและหวานจัด อาจทำให้ความรู้สึกต่อรสอาหารเปลี่ยนแปลงได้ เช่น มะนาวจะมีรสเปรี้ยวมากถ้ารับประทานทันทีหลังจากรับประทานอาหารหวานจัด เป็นต้น



รูปที่ 4.6 อิทธิพลของการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลทรายและเกลือโซเดียมคลอไรด์ ที่มีต่อความเค็มและความหวานตามลำดับ



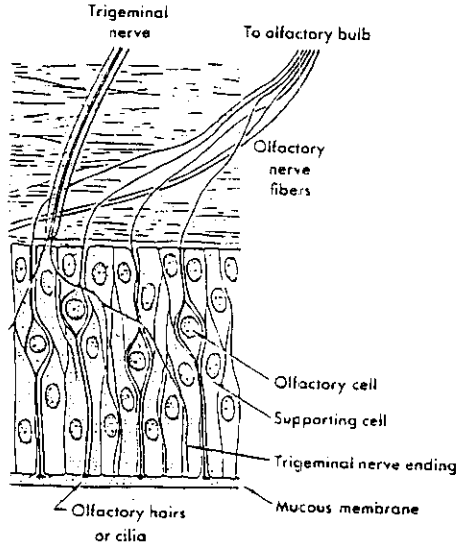
รูปที่ 4.7 ผลของการเพิ่มความเข้มข้นของเอธิลแอลกอฮอล์ที่มีต่อความเข้มของรสหวาน, เปรี้ยว, เค็ม และขมในสารละลาย



รูปที่ 4.8 อิทธิพลของการเพิ่มความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ที่มีต่อรสหวาน

4.2 กลิ่น (Odor)

ปลายประสาทรับกลิ่น (Olfactory nerve endings) (รูปที่ 4.8) สามารถรับกลิ่นต่างๆ ของสารประกอบจำนวนนับไม่ถ้วน เมื่อสารที่ระเหยได้ในรูปของก๊าซผ่านเข้ามาในช่องจมูก จะกระตุ้นอวัยวะรับกลิ่นในช่องจมูกและส่งรหัสไปยังสมองซึ่งจะแปลเป็นความรู้สึกต่อกลิ่นนั้นออกมา ประสาทรับกลิ่นมีความไวมากสามารถรับกลิ่นที่มีความเข้มข้นเพียง 10^{-18} โมลาร์ เนื่องจากความรู้สึกต่อกลิ่นมีความไวมากกว่าความรู้สึกต่อรส จึงทำให้เรารู้สึกได้กลิ่นก่อนได้รส มีผู้ทดสอบความไวต่อกลิ่นของคนพบว่าผู้ชำนาญในการดมกลิ่นสามารถบอกคุณภาพของกลิ่นได้ถึง 10,000 ชนิด และยังสามารถบอกระดับความเข้มข้นของกลิ่นแต่ละชนิดได้ถึง 20 ระดับ ความไวต่อกลิ่นขึ้นกับแต่ละบุคคล อายุ และความแตกต่างของการทำงานของเยื่อเมือกของจมูก (nasal mucous membrane) ในเพศหญิงและชาย คนที่เป็นหวัดจะทำให้อวัยวะประสาทสัมผัสทำงานไม่เป็นปกติ จึงไม่สามารถรู้สึกต่อกลิ่นได้ดังปกติ



รูปที่ 4.9 รูปแสดงส่วนหนึ่งของเยื่อบุผิวของอวัยวะรับกลิ่นที่อยู่ภายใต้ Cribriform plate

ความรู้สึกต่อกลิ่นจะลดลงโดยการดมกลิ่นของสารบางชนิด เช่น ฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) ยาดับกลิ่นต่าง ๆ มิได้มีคุณสมบัติในการกำจัดกลิ่นที่ฟุ้งกระจายในอากาศ แต่มีผลเพียงทำให้เราหมดความรู้สึกต่อกลิ่นนั้น ความเคยชินต่อกลิ่นใดกลิ่นหนึ่งนาน ๆ อาจทำให้ไม่รู้สึกต่อกลิ่นนั้น เช่น ผู้ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการเคมีนาน ๆ จะไม่รู้สึกต่อกลิ่นของสารเคมี แต่ผู้ที่มิได้ทำงานในห้องปฏิบัติการจะรู้สึกต่อกลิ่นของสารเคมีทันทีเมื่อก้าวเข้ามาในห้องปฏิบัติการ ความไวต่อกลิ่นและการชอบกลิ่นใดกลิ่นหนึ่งจะแตกต่างกันขึ้นกับอายุ เช่น เด็กอายุต่ำกว่า 3

ขวบอาจชอบกลิ่นของสารบางชนิดซึ่งเด็กโตหรือผู้ใหญ่รู้สึกว่าเหม็น ในคน ความไวต่อกลิ่นจะลดลงตามอายุ โดยเฉลี่ยแล้วใยประสาทรับกลิ่นปฐมภูมิ (primary olfactory fibers) จะลดลงประมาณ 1% ต่อปีหลังจากเด็กเกิด

4.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกลิ่นรสของอาหาร

ความรู้สึกต่อกลิ่นรสของอาหารของผู้บริโภคจะแตกต่างกันขึ้นกับความเคยชิน ประสบการณ์ นิสัยใจคอและขนบธรรมเนียมประเพณี เช่น บุคคลบางกลุ่มนิยมบริโภคปลาร้า ในขณะที่บุคคลบางกลุ่มอื่นอาจทนต่อกลิ่นรสนี้ไม่ได้

อุณหภูมิและลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคสามารถสัมผัสได้ด้วยมือ ลิ้น หรือฟัน บริเวณผิวของใบหน้า ลิ้นและฟันมีปลายประสาทรับความรู้สึก เรียกว่า trigeminal nerve ทำให้ผู้บริโภครู้สึกถึงความร้อน เย็น ความแน่น (firmness) ความนุ่ม (softness) ความฉ่ำ (juiciness) เนื้อละเอียดหรือหยาบของอาหาร เช่น ไอศครีม ผู้บริโภคจะรู้สึกถึงความเย็น เนื้อที่ลื่นปาก (smooth) หรือเนื้อสาก ๆ (sandy) นอกจากนี้อาหารบางชนิดอาจให้ความรู้สึกถึงความเหนียวเหนอะ (stickiness) เช่น ลูกกวาด เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของอาหารหรือความหนืดของอาหาร อาจเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของอาหารได้ เช่น การเติมสารที่ทำให้ข้น (thickener) ที่เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ทำให้กรดซิตริคมีความเปรี้ยวลดลงและทำให้คาเฟอินมีความขมน้อยลง Carboxymethyl cellulose gums เพิ่มความเค็มของเกลือ NaCl และความหวานของแซคคารีน (saccharin) แต่ลดความเข้มข้นของรสของซูโครส กรดซิตริคและคาเฟอิน การเติมสารไฮโดรคอลลอยด์จะช่วยลดกลิ่นของกรดบิวทีริคแต่ไม่มีผลต่อกลิ่นของอะซิตัลดีไฮด์, อะซิโตฟีโนนและเมธิลซัลไฟด์

ลักษณะภายนอกของอาหาร เช่น สีและรูปของอาหารมีส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคยอมรับในอาหารนั้น และอาจหลอกความรู้สึกของผู้บริโภคเกี่ยวกับกลิ่นรสของอาหารในทางใดทางหนึ่ง ในการทดลองศึกษาอิทธิพลของสีที่มีต่อกลิ่นรสของอาหาร โดยให้ผู้ชิมชิมน้ำผลไม้เชอร์เบท (Sherbet) ซึ่งมีกลิ่นรสแตกต่างกัน 6 แบบ และน้ำผลไม้นี้เตรียมให้มีสีแตกต่างกัน 3 แบบคือ เป็นสีปกติของมัน สีอื่นที่ไม่ใช่สีปกติของมันและไม่มีสี ผลจากการทดลองพบว่า ผู้ชิมสามารถบอกรสชาติได้เป็นอย่างดีเมื่ออาหารมีสีปกติ บอกรสชาติไม่ค่อยถูกเมื่อมันไม่มีสี แต่บอกรสชาติไม่ถูกเลยเมื่อมีสีอื่นที่ไม่ใช่สีปกติของมัน

ในอีกการทดลองหนึ่งคือ ให้ผู้ทดลองชิมไวน์ขาว (white wine) ซึ่งใส่สีอาหารให้มีลักษณะเหมือนกับไวน์ชนิด reisling, sautern, sherry, rosé, claret และ burgundy ผู้ชิมที่ไม่ชำนาญเรื่องของไวน์

จะไม่รู้สึกถึงความแตกต่างของไวน์เหล่านี้ แต่ผู้ชิมที่มีความชำนาญกลับตัดสินว่าไวน์ที่มีสีเหมือนไวน์ rosé มีความหวานมากที่สุด และไวน์ที่มีสีเหมือน claret มีความหวานน้อยที่สุด นี่แสดงถึงความผิดพลาดของผู้ชิมเอง เพราะผู้ชิมทราบดีอยู่แล้วว่าไวน์ชนิด rosé มีปริมาณของน้ำตาลมากกว่าไวน์ชนิดอื่น ๆ

อาหารโดยทั่วไปมิได้มีเฉพาะกลิ่นรสใดกลิ่นรสหนึ่งเท่านั้น แต่มักมีกลิ่นรสหลายชนิดผสมกันอยู่ ทำให้เกิดกลิ่นรสที่กลมกล่อมถูกปากผู้บริโภค คำว่า "blend flavour" หมายถึงกลิ่นรสผสมหลายชนิดซึ่งเป็นที่ถูกปากของผู้บริโภค ตัวอย่างเช่น เบียร์ซึ่งมีรสขมเปรี้ยว แต่เมื่อผสมกับรสอื่น ๆ กลับทำให้เบียร์มีรสดีสำหรับผู้บริโภค เนยแข็งซึ่งมีรสเปรี้ยวและมีกลิ่นหืน แต่เมื่อผสมเข้ากับกลิ่นรสอื่น ๆ จะกลับเป็นที่ถูกปากของผู้บริโภคชาวตะวันตก เป็นต้น

4.4 สารที่ให้กลิ่นรส

สารประกอบอินทรีย์หลายชนิดมีกลิ่นรสต่าง ๆ กัน สารประกอบเหล่านี้นำไปใช้ทำกลิ่นรสสังเคราะห์ (synthetic flavour) ได้ เอสเทอร์ซึ่งเป็นสารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดและแอลกอฮอล์โดยการกำจัดน้ำออก เป็นสารที่มีกลิ่นรสพิเศษ กรดไขมันมีกลิ่นแรงฉุนและเปรี้ยว โดยเฉพาะพวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ๆ เอสเทอร์ของกรดไขมันและแอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีกลิ่นรสคล้ายผลไม้และมีกลิ่นหอมด้วย

4.4.1 กรดไขมัน (Fatty acids)

1. กรดฟอร์มิก (formic acid) เป็นกรดอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีกลิ่นฉุนและแรงแสบจมูก แต่เอธีลเอสเทอร์ของกรดนี้มีกลิ่นคล้ายผลไม้

2. กรดอะซิติก (acetic acid) มีกลิ่นที่ฉุนและเปรี้ยวเป็นกรดน้ำส้ม และเป็นกรดที่มีมากในเนยแข็งเชดดาร์ (cheddar cheese) เอธีลเอสเทอร์ของกรดนี้มีกลิ่นคล้ายผลไม้

3. กรดโพรพิโอนิก (propionic acid) มีกลิ่นรสเปรี้ยวและหืน กรดนี้มีในเนยแข็งเอมเมนแทเลอร์ (Emmentaler cheese) หรือเนยแข็งสวิส (swiss cheese) และเกิดในเนยแข็งโดยแบคทีเรียชื่อ bacterium shermanii กลิ่นรสนี้ถ้าเข้มข้นจะมีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ แต่เมื่ออยู่ในรูปที่เจือจางมันมีกลิ่นรสดีมาก เอธีลเอสเทอร์ของกรดนี้เป็นของเหลวมีกลิ่นผลไม้แรง

4. กรดนอมัลบิวทีริก (n – Butyric acid) และกรดไอโซบิวทีริก (isobutyric acid) มีกลิ่นเปรี้ยวและหืนมาก กรดบิวทีริกพบในเนยเหลวที่เหม็นหืน เอธีลเอสเทอร์ของกรดนอมัล-บิวทีริกมีกลิ่นผลไม้ค่อนข้างแรงคล้ายกลิ่นของสับปะรด

5. กรดนอมัล-วาเลริก (n – valeric acid) และกรดไอโซวาเลริกมีกลิ่นหืนและเปรี้ยวคล้ายกลิ่นเหงื่อ เอธีลเอสเทอร์ของกรดนี้มีกลิ่นคล้ายผลไม้และคล้ายกลิ่นแอปเปิ้ล

6. กรดคาโพรอิก (Caproic acid) พบในนมของแพะและในกะทิ อยู่ในรูปของกลีเซอไรด์ นอกจากนี้ยังพบในเนยแข็งที่ทำจากนมของแพะตัวเมียรวมกับกรดไขมันอื่น ๆ เช่น กรดบิวทีริก กรดคาพรีลิก (caprylic acid) และกรดคาพริก (capric acid) ในรูปที่เข้มข้น กรดนี้มีกลิ่นแรงและฉุน เอธีลเอสเทอร์ของกรดนี้มีกลิ่นคล้ายผลไม้ แต่ไม่มีกลิ่นแรงของเอสเทอร์ ซึ่งพบในเอสเทอร์ของกรดไขมันโซ่สั้น ๆ

7. กรดนอมัล-เฮปทีริก (n – Heptylic acid) มีกลิ่นไม่เปรี้ยวเหมือนกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ แต่มีกลิ่นฉุน และรู้จักกันในชื่อว่า กรดโอแนนธิก (oenanthic acid) และเอธีลเอสเทอร์ของกรดนี้ในรูปที่ผลิตเพื่อการค้ามีเอสเทอร์อื่น ๆ ปนอยู่ และมีกลิ่นเหมือนไวน์ ความเปรี้ยวและกลิ่นที่แสดงโดยกรดเฮปทีริกจะมีความเข้มลดลงเรื่อย ๆ เมื่อจำนวนคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลเพิ่มขึ้นในทำนองเดียวกัน กรดและเอสเทอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้นจะมีความเข้มของกลิ่นรสและความฉุนลดลง

การเปลี่ยนแปลงส่วนใดส่วนหนึ่งของโมเลกุลของกรดไขมันจะได้สารที่มีกลิ่นรสเปลี่ยนไป เช่น ถ้าแทนหมู่เมธีลในกรดอะซิติกด้วยหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group) จะได้กรดออกซาลิก (HOOC – COOH) ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีกลิ่นและเป็นพิษ

4.4.2 อะลิฟาติกแอลกอฮอล์ (Aliphatic alcohols)

แอลกอฮอล์น้ำหนักโมเลกุลต่ำละลายได้ในน้ำมีกลิ่นเหมือนสุรา แต่เมื่อแอลกอฮอล์มีขนาดใหญ่ขึ้นกลิ่นนี้จะหายไปและมีลักษณะเป็นของเหลวน้ำมัน นอมัล-เดซิลแอลกอฮอล์ (n – Decyl alcohol) มีกลิ่นเหมือนดอกส้ม (orange flowers)

4.4.3 อะลิฟาติก เอสเทอร์ (Aliphatic esters)

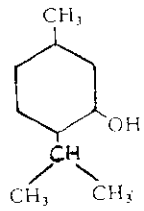
โมเลกุลของเอสเทอร์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นกรดและส่วนที่เป็นแอลกอฮอล์ ถ้าขนาดของโมเลกุลของหมู่แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น ความแรงของกลิ่นของเอสเทอร์นั้นจะลดลง อย่างไรก็ตาม สารประกอบแต่ละตัวก็มีกลิ่นจำเพาะของมัน เช่น บิวทิลอะซิเตต (butyl acetate) มีกลิ่นรสคล้ายผลไม้ ไอโซเอมิลอะซิเตต (Isoamyl acetate) มีกลิ่นหอมคล้ายกล้วยหอม เอมิลอะซิเตต (amyl acetate) และเอมิลบิวทีเรท (amyl butyrate) ก็มีกลิ่นรสที่คล้ายคลึงกัน อะซิเตตที่มีแอลกอฮอล์ขนาดใหญ่กว่านี้ เช่น ออกติล, โนนิล และเดซิลอะซิเตต (octyl, nonyl and decyl acetate) มีกลิ่นคล้ายพวกส้มและไม่ฉุนมากเหมือนพวกเอสเทอร์ที่มีแอลกอฮอล์ขนาดเล็ก

4.4.4 อะลิฟาติกคีโตน (Aliphatic ketones)

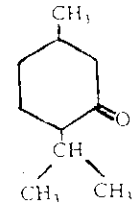
มีคีโตนเป็นจำนวนมากที่ใช้เป็นสารที่ให้กลิ่นรสได้ คีโตนที่น้ำหนักโมเลกุลต่ำมีความสำคัญน้อยต่อการให้กลิ่นรส แต่พวกที่มีคาร์บอนอะตอมตั้งแต่เจ็ดตัวขึ้นไปจะมีความสำคัญในการให้กลิ่นรส เช่น เมธิลเอมิลคีโตน (methyl amyl ketone) ซึ่งเป็นตัวให้กลิ่นของ blue cheese สารประกอบพวกไดคีโตน (diketones) ก็เป็นกลุ่มสารประกอบที่ให้กลิ่นรส ไดอะซิติล (diacetyl) ซึ่งมีสูตรโครงสร้าง $CH_3COCOCH_3$ มีจุดหลอมเหลว 87 - 88° ซ พบอยู่ในเนยเหลวหมัก (cultured butter), ครีมเปรี้ยว, มันเนยเหลว (butter milk), และเนยแข็งคอทเทจ (cottage cheese) และสำคัญสำหรับกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์นมเหล่านี้ ไดอะซิติลเกิดขึ้นระหว่างการผลิตผลิตภัณฑ์นมเหล่านี้

คีโตนอีกประเภทหนึ่งที่ให้กลิ่นรสคือ ไอโอโนน (ionones) ซึ่งใช้สำหรับให้กลิ่นรสของผลไม้และเบอร์รี่ (berry) เบต้า-ไอโอโนนมักจะใช้เป็นกลิ่นรสสังเคราะห์สำหรับรัสป์เบอร์รี่ (raspberry) ไอโอโนนยังมีส่วนในกลิ่นหอมของดอกไวโอเลต (violet) สูตรโครงสร้างของเบต้า-ไอโอโนนอยู่ในบทที่ 3 หัวข้อวิตามินเอ

สารประกอบคีโตนที่ให้กลิ่นรสมินท์ (mint) คือ เมนโธน (menthone) ซึ่งมีจุดเดือด 210° ซ และเมนธอล (menthol) ซึ่งมีจุดหลอมเหลว 42.5° ซ และจุดเดือด 216° ซ แต่เมนโธนไม่มีรสเย็น ๆ เหมือนเมนธอล



l – Menthol

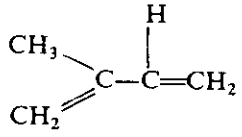


l – Menthone

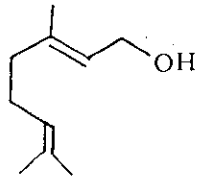
4.4.5 เทอร์พีนแอลกอฮอล์ (Terpene alcohols)

แอลกอฮอล์ซึ่งอนุพันธ์จากอะไซคริกเทอร์พีน (acyclic terpenes) มีความสำคัญในการให้กลิ่นรส และพบในน้ำมันหอมระเหย (essential oils) เจรานิออล (Geraniol) ซึ่งเป็นทรานส์-ไอโซเมอร์ (trans – isomer) ส่วนเนรอล (nerol) เป็นซิส-ไอโซเมอร์ของสารประกอบตัวเดียวกัน สารประกอบเหล่านี้มีสูตรโครงสร้างสัมพันธ์กับไอโซพรีน (isoprene) และส่วนใหญ่เป็นสารที่เกิดในธรรมชาติ

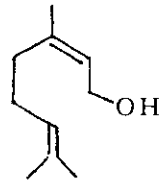
เจรานิออลพบอยู่ในน้ำมันหอมระเหยเป็นจำนวนมากรวมทั้งน้ำมันหอมระเหยของมะนาว ส้ม และอื่น ๆ ซิโทรเนลลอล (citronellol) เกิดในพืชตระกูล Rosaceae และในน้ำมันที่ระเหยอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก เนรอลนอกจากพบในน้ำมันของมะนาวและส้มหวานยังพบในสารระเหยจากลูกเกด และในน้ำมันหอมระเหยอื่น ๆ เจรานิออลและเนรอลใช้ทำกลิ่นรสผสมได้และให้กลิ่นรสที่มีลักษณะคล้ายดอกไม้และผลไม้ ซิโทรเนลลอลพบอยู่ในผลไม้และเครื่องเทศเป็นจำนวนมาก เอสเทอร์ของแอลกอฮอล์เหล่านี้ใช้เป็นสารให้กลิ่นหอมในการเตรียมกลิ่นรสและเช่นเดียวกับเอสเทอร์อื่น ๆ คือ สารประกอบที่มีน้ำหนักโมลเกลุต่ำจะระเหยง่ายและมีกลิ่นแรงกว่า ส่วนเอสเทอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจะมีกลิ่นไม่แรง



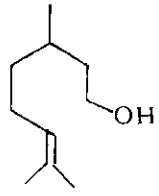
Isoprene



Geraniol



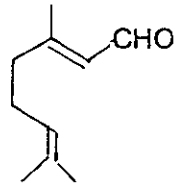
Nerol



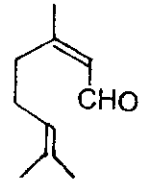
Citronellol

4.4.6 อะลิฟาติกแอลดีไฮด์ (Aliphatic aldehyde)

แอลดีไฮด์เป็นสารประกอบอีกกลุ่มหนึ่งที่ให้กลิ่นรสสำคัญ โดยเฉพาะแอลดีไฮด์ไม่อิ่มตัว เช่น ซิทรัล(Citral) ซึ่งเป็นน้ำมันหอมระเหยอยู่ในน้ำมันของตะไคร้ (oil of lemongrass) และในน้ำมันมะนาว(lemon oil) สกัดได้โดยการนำน้ำมันตะไคร้มากลั่นไอน้ำ ความจริงซิทรัลเป็นสารผสมของจิโอเมตริกัลไอโซเมอร์ (geometrical isomers) สองตัว ได้แก่ geranial และ neral



Geranial



Neral

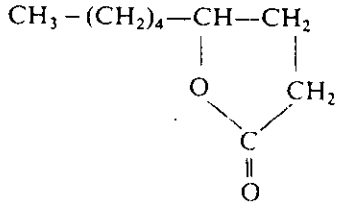
อะครอลีน (acrolein) (CH_2=CHCHO) **เป็นอัลดีไฮด์ที่ไม่อิ่มตัวที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีกลิ่นเหมือนกลิ่นไหม้ของไขมัน อาหารที่ทอดน้ำมันอาจเกิดกลิ่นนี้ได้ เป็นกลิ่นที่ไม่พึงปรารถนาในอาหาร**

4.4.7 แลกโตน (Lactones)

สารประกอบแลกโตนอาจจำแนกเป็น แอลฟา, เบต้า, แกมม่า และเดลต้า-แลกโตน แกมม่า-แลกโตนเป็นสารประกอบที่เสถียรและเป็นกลาง

เดลต้า-แลกโตนเป็นกลิ่นรสสำคัญของเนยเหลวและผลิตภัณฑ์นม มันมีอยู่ในเนยเหลว จึงใช้สำหรับใส่ในมาร์การีน (margarine) เดลต้า-เดกคะแลกโตน (δ – decalactone) และ เดลต้า-โดเดคคะแลกโตน (δ – dodecalactone) พบในผลิตภัณฑ์นมแห้ง เช่น นมผง

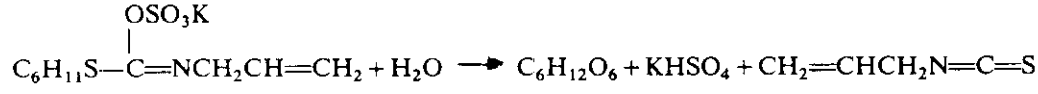
แกมม่า-อูนเดกคะแลกโตน (γ – undecalactone) ซึ่งมีคาร์บอน 11 อะตอมในโมเลกุล มีกลิ่นรสคล้ายพีช (peach) ส่วนแกมม่า-โนนาแลกโตน (γ – nonalactone) ซึ่งมี 9 คาร์บอนอะตอม และเมื่อทำให้เจือจางจะมีกลิ่นคล้ายมะพร้าว สารตัวนี้เตรียมได้โดยการเผากรดซีตา-ออกซิ-เพลาร์โกนิก (zeta – oxypelargonic acid) กับ H_2SO_4 (– 50% โดยปริมาตร)



γ – Nonalactone

4.4.8 สารประกอบซัลเฟอร์ (Sulfur compounds)

สารประกอบประเภทนี้เป็นสารที่ให้กลิ่นรสของผัก เช่น หัวหอมและกระเทียม มะรุม และมัสตาร์ด (mustard) น้ำมันมัสตาร์ดประกอบด้วยแอลลิล ไอโซไธโอไซยาเนท (allyl isothiocyanate) ซึ่งมีสูตรโครงสร้าง $CH_2{=}CHCH_2N{=}C{=}S$ ไซนิกริน (sinigrin) เป็นสารประกอบที่เกิดในเมล็ดมัสตาร์ดสีดำ และถูกไฮโดรไลซ์โดยเอ็นไซม์ไมโรไซเนส (myrosinase) ดังนี้

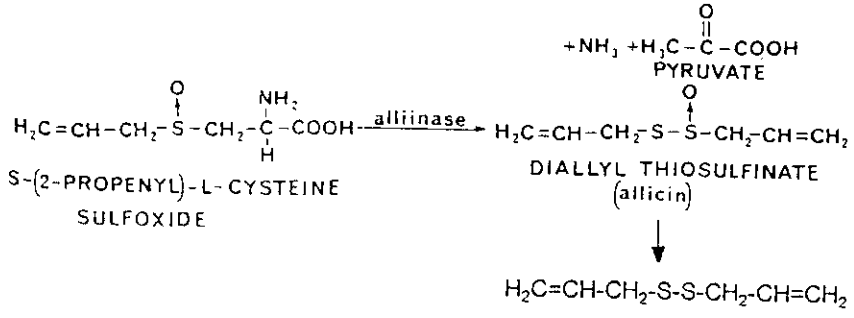


Sinigrin allyl isothiocyanate

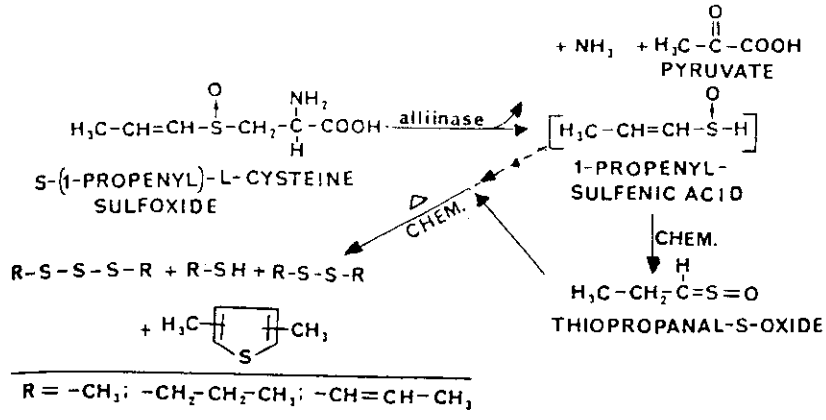
กะหล่ำปลีดิบไม่มีกลิ่น แต่ถ้าต้มแล้วจะมีกลิ่นของไดแอลลิลไอโซไธโอไซยาเนท นอกจากนี้ในกะหล่ำปลีดิบยังมีกรดอะมิโน แอส-เมธิล-ซิสเทอินซัลฟอกไซด์ (S – methyl cysteine sulfoxide) ซึ่งเมื่อสลายตัวจะให้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ยิ่งต้มนานกลิ่นจะยิ่งแรง วิธีป้องกันกลิ่นของ

กะหล่ำปลีทำได้โดยการหั่นกะหล่ำปลีเป็นชิ้นใหญ่ ๆ ต้มด้วยไฟแรงใช้เวลาสั้น และเปิดฝาภาชนะเพื่อให้กลิ่นระเหยออกไป

กระเทียมที่ยังไม่ถูกทุบแตกมีแอลลิอิน (alliin , $CH_2=CHCH_2-\overset{\overset{O}{\uparrow}}{S}-CH_2\overset{\overset{NH_2}{|}}{C}HCOOH$) เมื่อกระเทียมถูกทุบแตก เอ็นไซม์ในกระเทียมจะไฮโดรไลส์แอลลิอินไปเป็นแอลลิซิน(allicin , $CH_2=CHCH_2-\overset{\overset{O}{\uparrow}}{S}-S-CH_2CH=CH_2$) ซึ่งจะแตกตัวและจัดตัวใหม่เป็นไดแอลลิลไดซัลไฟด์(diallyl Disulfide) ซึ่งมีกลิ่นแรง ถ้าเอ็นไซม์ในกระเทียมถูกทำลายจะไม่มีกลิ่นดังกล่าวนี้

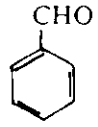


ในหอมดิบ สารตั้นตอ(precursor)ของกลิ่นรสของหัวหอมคือ S-(1-propenyl)-L-cysteine sulfoxide เมื่อหั่นหอม เอ็นไซม์ alliinase จะไฮโดรไลส์สารตั้นตอของกลิ่นรสไปเป็น 1-propenyl sulfenic acid แอมโมเนียและไพรูเวท(pyruvate) 1-propenyl sulfenic acid จะจัดตัวใหม่ไปเป็น thiopropanal S-oxide ซึ่งเป็นสารที่ทำให้น้ำตาไหล(lachrymator) และเมื่อรวมกับกลิ่นอื่นๆจะเป็นกลิ่นของหัวหอมดิบ ไพรูเวทที่เกิดเป็นสารที่เสถียร จึงใช้สารนี้เป็นดัชนีวัดความเข้มข้นของกลิ่นรสของหัวหอมในผลิตภัณฑ์อาหาร ส่วนกรดซัลฟีนิกจะจัดตัวใหม่และสลายไปเป็นสารประกอบซัลเฟอร์อีกหลายชนิด เช่น mercaptan , disulfides , trisulfides และ thiophenes สารประกอบเหล่านี้เป็นกลิ่นรสสำคัญของหอมต้มสุก

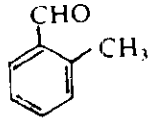


4.4.9 สารประกอบอะโรเมติก (Aromatic compounds)

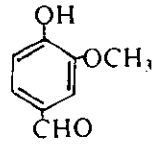
อะโรเมติคแอลดีไฮด์เป็นสารให้กลิ่นรสที่สำคัญ เช่น เบนซัลดีไฮด์เป็นสารที่อยู่ในน้ำมันของอัลมอนด์ (almonds) และให้กลิ่นรสของอัลมอนด์ เมธิลเบนซัลดีไฮด์ (methyl benzaldehydes) ซึ่งเป็นสารผสมของออร์โธ-, เมตา- และพารา-เมธิลเบนซัลดีไฮด์มีกลิ่นแรงคล้ายคลึงกับเบนซัลดีไฮด์



Benzaldehyde



methyl benzaldehyde



vanillin

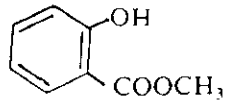
วานิลลิน (vanillin) เป็นองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรสของเมล็ดวานิลลา วานิลลินยังใช้ผสมกับกลิ่นรสอื่น เช่น ผสมในชอคโกเลต นม และชอคโกเลตแบบอื่น ๆ

อะนิซัลดีไฮด์ (anisaldehyde) มีอยู่ปริมาณน้อยมากในเมล็ดวานิลลา และเป็นสารประกอบอะโรเมติคที่หวาน มันมีกลิ่นรสฉุนคล้ายยี่หร่า (anise)

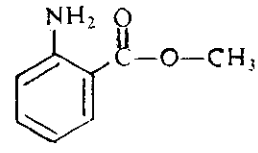
สารประกอบอะโรเมติกซึ่งมีอยู่ในน้ำมันซินนามอน ได้แก่ ซินนามัลดิไฮด์ (cinnamaldehyde) มีสูตรเคมีคือ $C_6H_5CH{=}CHCHO$ มีจุดเดือด 127° ซ ที่ 15 มม. ของปรอทและ 252° ซ ที่ความดันบรรยากาศ มีกลิ่นฉุนและเผ็ดร้อน กรดซินนามิก (cinnamic acid) และซินนามิกแอลกอฮอล์ (cinnamic alcohol) สามารถใช้เตรียมเอสเทอร์ซึ่งมีความสำคัญต่อการทำสารที่ให้กลิ่นรส

อะโรเมติกเอสเทอร์มีกลิ่นรสเฉพาะตัว เช่น เมธิลซาลิไซเลท (methyl salicylate) (จุดหลอมเหลว 223° ซ เป็นองค์ประกอบสำคัญของน้ำมันระกำ (oil of wintergreen) ธรรมชาติ และเป็นสารที่ให้กลิ่นรสของน้ำมันระกำ กรดของสารประกอบนี้คือ กรดซาลิไซลิก (salicylic acid) เป็นสารที่ไม่มีกลิ่น

เอสเทอร์ที่สำคัญอีกตัวหนึ่งคือ เมธิลแอนธรานิเลท (methyl anthranilate)



Methyl salicylate



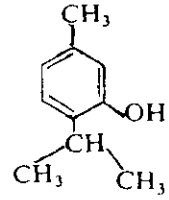
Methyl anthranilate

สารประกอบนี้พบในองุ่นคอนคอร์ด (concord grape) และอยู่ในน้ำองุ่น ทำให้มีการใช้สารนี้เป็นกลิ่นรสองุ่นสังเคราะห์ สารประกอบนี้ไม่มีในองุ่นพันธุ์ Vitis vinifera ซึ่งเป็นองุ่นของแถบยุโรป ดังนั้น เหล้าองุ่นและน้ำองุ่นที่ทำจากองุ่นคอนคอร์ดจึงมีกลิ่นรสที่ไม่ถูกปากชาวยุโรป

โมโนไฮดริกฟีนอล (monohydric phenols) มีอยู่ในพวกเครื่องเทศ เช่น ยูจีนอล (Eugenol) หรือ 2-เมธิล-4-แอลลิลฟีนอล (2 - methyl – 4 – allylphenol) เป็นส่วนประกอบสำคัญของน้ำมันกานพลู (oil of cloves) และมีกลิ่นหอมของกานพลูประกอบกับกลิ่นรสที่เผ็ดร้อน ยูจีนอลยังใช้ในการทำวานิลลินสังเคราะห์ได้ด้วย เพราะวานิลลินก็เป็นสารประกอบฟีนอลด้วย

ไอโซยูจีนอล (Isoeugenol) หรือ 4-เมธิล-4-โพรพีนิลฟีนอล (4 – methyl – 4 – propenylphenol) มีกลิ่นหอมของดอกไม้คล้ายกลิ่นของคาร์เนชั่น (carnation) และใช้ผสมทำกลิ่นรสเทียม

ไธมอล (Thymol) เป็นองค์ประกอบของเครื่องเทศหลายชนิด เช่น ไธม (Thyme) กลิ่นของไธมอลมีกลิ่นคล้ายกับยา มีจุดหลอมเหลว 48 - 51° ซ และจุดเดือด 233° ซ



Thymol

4.5 สารที่เพิ่มกลิ่นรส (Flavor Enhancers)

สารเพิ่มกลิ่นรสที่ใช้กันแพร่หลายคือ โมโนโซเดียมกลูตาเมท (monosodium glutamate) ซึ่งมีสูตรโครงสร้าง $NaOOCCH_2CH_2CH(NH_2)COOH$ เป็นผงผลึกขาว ละลายน้ำได้ดีมากและละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอล์ สารประกอบนี้เตรียมได้จากแป้งเปียกข้าวสาลี (wheat gluten) และเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลบีท (beet sugar) และจากเคซีน (casein) โมโนโซเดียมกลูตาเมท (MSG) ช่วยเพิ่มกลิ่นรสของอาหาร แต่ตัวมันเองไม่มีกลิ่นมีรสเค็ม สารตัวนี้ใช้เพื่อปรุงกลิ่นรสของอาหารต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะใช้ใส่ซุปเนื้อต่าง ๆ และอาหารอื่น ๆ เพื่อให้มีกลิ่นรสดีขึ้น และช่วยกลบกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ เช่น กลิ่นของหัวหอม กลิ่นเหม็นเขียวของผักหรือรสขมของผักกระป๋อง สารตัวนี้ควรใส่ในปริมาณน้อย ถ้าใส่มากเกินไปอาจทำให้ผู้บริโภคที่แพ้สารนี้เกิดอาการปวดศีรษะ, เจ็บหน้าอก, รู้สึกร้อนตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และแน่นในกระเพาะอาหาร กลไกของความสามารถในการเพิ่มกลิ่นรสของสารตัวนี้ยังไม่ทราบกันในปัจจุบัน

สารประกอบอื่นที่ใช้เพิ่มกลิ่นรสของอาหารคือ 5′ – นิวคลีโอไทด์ (5′ – nucleotides) บางตัว เช่น กวาโนซีน – 5′ – โมโนฟอสเฟต (guanosine 5′ – monophosphate, 5′ – GMP) และ อิโนซีน 5′ – โมโนฟอสเฟต (Inosine 5′ – monophosphate, 5′ – IMP) และแซนธีน – 5′ – โมโนฟอสเฟต (xanthin 5′ – monophosphate, XMP) สารประกอบเหล่านี้ได้จากการแตกตัวของกรดไรโบนิวคลีอิก (ribonucleic acid) โดยใช้เอ็นไซม์หรือโดยวิธีฟอสฟอริเลชัน (phosphorylation) ของอิโนซิน นิวคลีโอไทด์เหล่านี้ใช้ใส่ในซุปต่าง ๆ เกรวี่ ซุปเนื้อ เนื้อกระป๋อง ซุปมะเขือเทศ

4.6 น้ำตาลเทียม

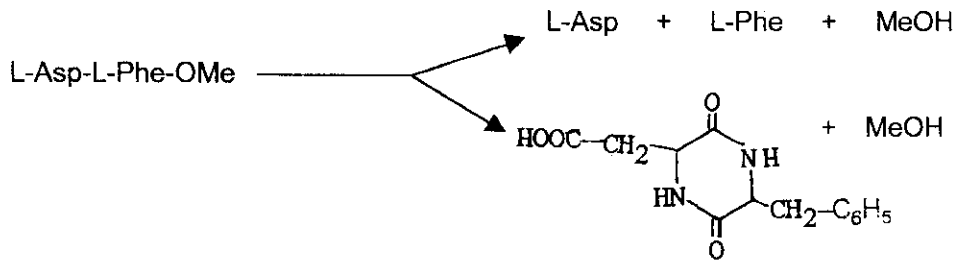
น้ำตาลเทียมคือสารที่มีรสหวาน สามารถใช้ใช้แทนน้ำตาลซูโครส เพื่อให้ความหวานแก่อาหาร สารเหล่านี้ส่วนใหญ่มีแคลอรี่ต่ำและมีคุณค่าทางโภชนาการน้อย ไม่เป็นพิษเป็นภัย ถูกเมตาโบไลส์และขับถ่ายออกจากร่างกายได้ มีสารหวานสังเคราะห์หลายชนิดที่ใช้ในอดีต ปัจจุบันถูกห้ามใช้เนื่องจากไม่ปลอดภัยในการบริโภค เช่น ไซคลาเมท(cyclamate) หรือ cyclohexyl sulfamate), ดัลซิน (dulcin หรือ 4-ethoxyphenylurea), P-4000(5-nitro-2-propoxyanaline) เป็นต้น ส่วนน้ำตาลเทียมที่ใช้กันในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

1. แซกคารีน(saccharin หรือ 3-oxo-2,3-dihydro-1,2-benzisothiazole-1,1-dioxide) เป็นน้ำตาลเทียมที่ ใช้กันแพร่หลายมากที่สุดตัวหนึ่ง มีความหวานมากกว่าซูโครสถึง 300 เท่า แม้ว่าจะมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความปลอดภัยของแซกคารีน แต่ก็ได้รับอนุมัติให้ใช้ได้ในประเทศต่าง ๆ กว่า 90 ประเทศ

1. แอสพาร์เทม(Aspartame หรือ L-aspartyl-L-Phenylalanine methyl ester)หรือมีอีกชื่อหนึ่งว่า " Nutra Sweet " สารนี้เป็นสารที่มีแคลอรี่มากพอควร เพราะเป็นไดเปปไทด์(dipeptide) ถูกย่อยได้อย่างสมบูรณ์หลังบริโภค เนื่องจากมีความหวานมากกว่าซูโครสถึง 200 เท่า จึงไม่จำเป็นต้องใช้ปริมาณมากก็ได้ความหวานตามที่ต้องการ ทำให้ปริมาณแคลอรี่ที่ได้รับไม่มากเกินไป สารนี้ให้รสหวานที่คล้ายคลึงกับซูโครสมากและได้รับอนุญาตให้ใช้ในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี 1981 ปัจจุบัน แอสพาร์เทมมีใช้ในประเทศต่าง ๆทั่วโลกกว่า 75 ประเทศและใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารมากกว่า 1700 ประเภท

ข้อเสีย 2 ประการของแอสพาร์เทมคือความไม่เสถียรของสารนี้ภายใต้สภาวะที่เป็นกรดและแตกหักอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ภายใต้สภาวะกรด เช่น ในน้ำอัดลมประเภท diet coke สารนี้จะแตกหักอย่างช้า ๆขึ้นกับอุณหภูมิและ pH แม้ความเสถียรของแอสพาร์เทมจะไม่น่าพึงพอใจนัก ถ้าใส่ในเครื่องดื่มที่ดื่มทันที เช่น ชาหรือกาแฟ อาจไม่มีปัญหา แต่ถ้าใส่ในเครื่องดื่มที่ต้องเก็บเป็นเวลานานหรือต้องผ่านขบวนการความร้อน สารนี้จะแตกหักโดย

ถูกไฮโดรไลส์ไปเป็นกรดอะมิโน เนื่องจากพันธะเปปไทด์ถูกไฮโดรไล์ได้ง่าย การสูญเสียความหวานเกิดจากการไฮโดรไลส์หมู่เมธิลเอสเธอร์ชิงฟีนิลอะลานินหรือการไฮโดรไลส์พันธะเปปไทด์ระหว่างกรดอะมิโน แอสพาร์เทมยังเกิดปฏิกิริยาไซไคลเซชันภายในโมเลกุล (Intramolecular cyclisation)ที่อุณหภูมิสูงได้ diketopiperazine(5-benzyl-3,6-dioxo-2-piperazine acetic acid)



ปฏิกิริยานี้เกิดดีใน pHที่เป็นกลางและเป็นด่าง แอสพาร์เทมยังทำปฏิกิริยากับกลูโคสและวานิลลินภายใต้สภาวะที่เป็นด่างได้ การทำปฏิกิริยากับกลูโคสทำให้มันสูญเสียความหวานระหว่างเก็บ ส่วนการทำปฏิกิริยากับวานิลลินทำให้สูญเสียกลิ่นรสของวานิลลิน

3. สตีวิโอไซด์ (Stevioside) สกัดจากใบของหญ้าหวาน(stevia rebaudiana) ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศปาราควัยในทวีปอเมริกาใต้ หญ้าหวานประกอบด้วยสตีวิโอไซด์ประมาณ 6% สตีวิโอไซด์หวานกว่าซูโครส 200 เท่า ปัจจุบันมีการปลูกหญ้าหวานเพื่อสกัดสารนี้ในประเทศปาราควัย ญี่ปุ่น ไต้หวัน จีนและบางจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งมีโรงงานผลิตสารนี้เพื่อการส่งออก

4. นีโอเฮสเปอริดิน ไดไฮโดรชัลโคน (Neohesperidin dihydrochalcone) เป็นสารให้รสหวานที่อนุพันธ์จาก flavanones ซึ่งมีรสขม พบในผลไม้ตระกูลส้ม (citrus fruits) มีความหวานประมาณ 1500-2000 เท่าของน้ำตาลซูโครส ความรู้สึกต่อรสหวานของสารนี้จะถึงขีดสูงสุด(หวานสุด)ช้ามาก แต่รสหวานจะอยู่ในปากได้นานกว่าซูโครส สารนี้และสารหวานอื่นๆที่คล้ายคลึงกันสังเคราะห์ได้จากไฮโดรจิเนชัน(hydrogenation)ของ (1) naringin ได้ naringin dihydrochalcone หรือ (2) neohesperidin ได้ neohesperidin dihydrochalcone หรือ (3) hesperidinได้ hesperidin dihydrochalcone 4'-O-glucoside การศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยของสารนี้โดยทั่วไปยืนยันว่า เป็นสารที่มีความปลอดภัยในการบริโภค

5. โมเนลลิน(Monellin) เป็นโปรตีนที่มีรสหวานสกัดจากผลไม้พวกเบอร์รี่(serendipity berry)ในแถบแอฟริกาตะวันตก โมเนลลินมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 11,500 และมีความหวานประมาณ

3000 เท่าของน้ำตาลซูโครส ความหวานของโมเนลลินถูกทำลายได้โดยการต้ม สารนี้มีข้อจำกัดในการใช้เพราะเป็นสารที่มีราคาแพง ไม่ทนความร้อนและสูญเสียความหวานเมื่ออยู่ในสารละลายที่มี pHต่ำกว่า 2 ที่อุณหภูมิห้อง

4.7 กลิ่นรสสกัด (Flavoring extracts)

"กลิ่นรสสกัด" มีคำจำกัดความตามที่บัญญัติโดยกองอาหารและยา (The Food and Drug Administration หรือ FDA) แห่งสหรัฐอเมริกาคือ "เป็นสารละลายในเอธีลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสมของกลิ่นรสที่อนุพันธ์จากพืชที่มีกลิ่นหอมหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช อาจผสมสีหรือไม่ก็ได้ ให้ระบุพืชที่ใช้เตรียมกลิ่นรสนั้น" ถ้ามีการเติมสีหรือกลิ่นสังเคราะห์จะต้องระบุชัดเจนในฉลาก กลิ่นรสสกัดเตรียมได้จากการละลายน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ในแอลกอฮอล์หรือในน้ำผสมแอลกอฮอล์ หรือโดยการบดพืชหรือส่วนของพืชในตัวทำละลายผสมระหว่างแอลกอฮอล์และน้ำ และแยกเอาส่วนที่ละลายออกไป เช่น มะนาวสกัด (lemon extract) ได้จากการละลายน้ำมันมะนาวในแอลกอฮอล์หรือในน้ำผสมแอลกอฮอล์ เป็นต้น

องค์ประกอบของกลิ่นรสในกลิ่นรสสกัดมักจะถูกทำให้เจือจางลงโดยแอลกอฮอล์ และในบางกรณีมีกลิ่นที่ไม่แรงเลย เพื่อชดเชยกลิ่นที่อ่อนอาจเติมกลิ่นรสสกัดที่เรียกว่า WONF (with other natural flavor ซึ่งแปลว่าการรวมกับกลิ่นรสธรรมชาติอื่น ๆ) กลิ่นรส WONF เป็นกลิ่นรสสกัดซึ่งมี 51% เป็นกลิ่นรสแท้ที่สกัดได้จากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (natural products) และที่เหลือเป็นกลิ่นรสที่ได้จากกลิ่นรสอื่นในธรรมชาติมาผสมเข้าด้วยกัน WONF ไม่ใช่กลิ่นรสที่เป็นสารเคมีสังเคราะห์จึงไม่เรียกว่า กลิ่นรสเทียมหรือกลิ่นรสสังเคราะห์

กลิ่นรสสกัดที่ใช้กันแพร่หลายคือ วานิลลาสกัดซึ่งสกัดจากเมล็ดวานิลลา (vanilla bean) โดยใช้แอลกอฮอล์ สารประกอบที่สกัดได้จากเมล็ดวานิลลามีหลายตัว แต่ที่มีมากที่สุดคือวานิลลิน (vanillin) วานิลลินสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ในราคาถูก วานิลลินสังเคราะห์มีขายกันทั่วไป กลิ่นรสของมันไม่เหมือนกับวานิลลาสกัดเลยทีเดียว แต่ก็ใช้กันแพร่หลายในอาหารที่ราคาถูก โดยปกติจะเติมคูแมริน (coumarin) ในวานิลลินสังเคราะห์เพื่อปรุงแต่งกลิ่นรสให้ดีขึ้นและใส่คาราเมล (caramel) หรือสีอาหารเพื่อให้มีสีน้ำตาลคล้ายกับสีของวานิลลาสกัด

4.8 วิธีสกัดกลิ่นรส

การสกัดกลิ่นรสต้องใช้เวลามากและต้องอาศัยเทคนิคหลายอย่าง เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลายแบบไหลสวนทาง (countercurrent distribution solvent extraction), การดักกลิ่นรส

CM 480

โดยสุญญากาศ (elaborated vacuum trapping), spinning band distillations, การดูดซับ-การคาย บนถ่านไม้ (adsorption – desorption on charcoal), หรือใช้ตัวดูดซับโพลีสไตรีน (polystyrene adsorbents), หรือใช้ก๊าซโครมาโตกราฟฟี

กลิ่นของสมุนไพรและเครื่องเทศเกิดจากน้ำมันหอมระเหย (essential oils) ซึ่งระเหยง่ายและเป็นน้ำมันที่กลั่นโดยใช้ไอน้ำได้ วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยมีผลต่อคุณภาพและปริมาณของน้ำมันหอมที่สกัดได้ วิธีที่ใช้สกัดน้ำมันหอมระเหยมีหลายวิธีคือ

1. การกลั่นด้วยไอน้ำโดยใช้ไอน้ำธรรมดาหรือไอน้ำที่ร้อนเป็นพิเศษ (superheated steam) น้ำมันที่กลั่นได้จะลอยอยู่ชั้นบนซึ่งจะถูกช้อนออกและเก็บเป็นน้ำมันหอมระเหยเลย ถ้าต้องการน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดีหรือบริสุทธิ์มากขึ้น อาจสกัดน้ำมันด้วยสารคีเลท (chelating agents) ซึ่งจะกำจัดโลหะที่มีปริมาณน้อยมากและเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันออกไป ข้อเสียของการสกัดโดยวิธีนี้คือ อาจเกิดไฮโดรลิซิส (hydrolysis) หรือโพลิเมอไรเซชัน (polymerisation) ของน้ำมันได้เพราะมันได้รับความร้อนสูงเป็นเวลานาน การใช้วิธีนี้สกัดสารที่มีจุดเดือดสูงและละลายได้บ้างในน้ำอาจให้ผลที่ไม่ดี เพราะสารเหล่านี้จะละลายในไอน้ำที่กลั่นตัวออกมาและแยกออกได้ยาก

2. การอัดแบบเย็น (cold pressing) โดยใช้แรงดันสูงเพื่อบีบใช้น้ำมันหอมระเหยออกมา วิธีนี้ใช้ในการสกัดน้ำมันมะนาว (lemon oil) หรือน้ำมันซิตรัส (citrus oil) น้ำมันที่ได้มีกลิ่นรสคล้ายกับผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเดิมมาก เพราะวิธีนี้ไม่มีการใช้สารเคมีหรือความร้อน น้ำมันที่ไม่ระเหยก็อาจจะถูกสกัดออกโดยวิธีนี้

3. การสกัดด้วยน้ำมัน โดยอาศัยสัมพรรคภาพ (affinity) ของน้ำมันหอมที่ไม่ระเหยที่มีต่อไขมันซึ่งไม่โพลา ถ้าเป็นการสกัดด้วยน้ำมันร้อนอาจทำได้โดยการใส่พืชที่แช่จนยุ่ยไปยังไขมันหรือน้ำมันร้อนแล้วสกัดกลิ่นรสด้วยตัวทำละลาย เช่น แอลกอฮอล์หลังจากกำจัดน้ำออก ส่วนการสกัดโดยไขมันเย็นคือการให้ชั้นของไขมันแข็งสัมผัสกับพืชซ้ำหลาย ๆ ครั้ง กลิ่นจะถูกดูดโดยไขมัน และอาจจะถูกสกัดออกภายหลัง การสกัดโดยวิธีนี้ไม่ค่อยใช้ในการสกัดกลิ่นรสจากอาหาร แต่ใช้มากในการสกัดกลิ่นหอมจากน้ำหอม

4. การสกัดด้วยตัวทำละลายที่ระเหยง่าย โดยใช้ตัวทำละลายที่ไม่มีกลิ่นแรง เช่น ไดคลอโรอีเธน หรือคลอโรฟอร์มมาผสมกับสารที่ต้องการสกัด แล้วกรอง ระเหยตัวทำละลายออกไป เหลือแต่ผลิตภัณฑ์เข้มข้นซึ่งอุดมด้วยน้ำมันหอม ถ้ามีสารที่ไม่ระเหยเหลืออยู่พอควรในผลิตภัณฑ์เข้มข้น ผลิตภัณฑ์นี้เรียกว่า โอเลโอเรซิน (oleoresin) ซึ่งแตกต่างจากน้ำมันหอมระเหย

ตัวอย่างเช่น การกลั่นน้ำมันหอมระเหยในพริกไทยดำด้วยไอน้ำจะได้น้ำมันใสมีกลิ่นของพริกไทยดำแรงแต่ไม่มีรส โอเลโอเรซินของพริกไทยดำมีสีคล้ำเป็นเรซินข้น (thick resin) ประกอบด้วยสารที่ไม่ระเหยหรือระเหยยาก คือ พิเพอรีน (piperine) ซึ่งเป็นตัวให้รสเผ็ดของเม็ดพริกไทย

5. สารประกอบออกซิเจน (oxygenated substances) มีส่วนในคุณลักษณะของน้ำมันหอมระเหยมากกว่าพวกไฮโดรคาร์บอนด้วยเหตุนี้ จึงมีการกำจัดสารไฮโดรคาร์บอนออกจากน้ำมันหอมระเหยเข้มข้นโดยการกลั่นภายใต้สุญญากาศ น้ำมันหอมระเหยชนิดปราศจากเทอร์พีน ("terpeneless" grade of essential oil) จะไม่มีส่วนที่เป็นโมโนเทอร์พีนไฮโดรคาร์บอนอยู่ โดยการกลั่นน้ำมันหอมระเหยชนิดที่ปราศจากเทอร์พีนและเซสควิเทอร์พีน ("terpeneless and sesquiterpeneless" grade of essential oils) และสกัดด้วยตัวทำละลายโพลา เช่น แอลกอฮอล์จะได้สารประกอบออกซิเจนดังกล่าว ข้อดีของน้ำมันหอมระเหยที่มีสารประกอบออกซิเจน คือมีกลิ่นรสที่เข้มข้นกว่าและมีเสถียรภาพมากกว่า ไม่เกิดออกซิเดชันและโพลิเมอไรเซชัน จึงจัดเป็นน้ำมันหอมระเหยชั้นดี ถ้ามีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันหอมระเหยจะเกิดกลิ่นที่ไม่ดีได้ เช่น ลิโมนีน (limonene) จะเกิดกลิ่นที่ไม่ดีเพราะลิโมนีนถูกออกซิไดส์โดยกลไกแบบเรดิกัลอิสระ (free – radical mechanism) ไปเป็นคาร์โวน (carvone) น้ำมันซิตรัส (citrus oil) มักประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนเทอร์พีน และเซสควิเทอร์พีนมากกว่า 90% และเมื่อทิ้งไว้ในอากาศจะถูกออกซิไดส์และเกิดกลิ่นคล้ายน้ำมันสน

4.9 การวิเคราะห์กลิ่นรสโดยใช้เครื่องมือและวิธีวิเคราะห์ทางเคมี

ในอดีต การวิเคราะห์กลิ่นรสทางเคมี ประกอบด้วยการหาสูตรโครงสร้างขององค์ประกอบของกลิ่นรสสำคัญในอาหาร และวัดพารามิเตอร์(parameter)ต่างๆที่มีประโยชน์ต่อการควบคุมคุณภาพของกลิ่นรส การหาสูตรโครงสร้างของสารที่ให้กลิ่นรสใช้วิธีวิเคราะห์ทางอินทรีย์เคมีพื้นฐาน (elementary organic analysis) และศึกษาอนุพันธ์ของสารเหล่านี้ ส่วนด้านคุณภาพวิเคราะห์ใช้วิธีวัดพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น วัดความเข้มข้นของเกลือ(ความเค็ม)โดยการวัดผลของมันที่มีต่อการนำไฟฟ้าในสารละลายอาหาร วัดความเป็นกรด(ความเปรี้ยว)โดยไตเตรตกับด่างหรือวัดปริมาณของไฮโดรเจนไอออนด้วย pH มิเตอร์ และวัดเปอร์เซ็นต์น้ำตาล(ความหวาน)โดยใช้เครื่องวัดดัชนีหักเห(refractometer) เป็นต้น

ปัจจุบัน เครื่องมือที่นับได้ว่ามีประโยชน์ที่สุดในการวิจัยและศึกษาเกี่ยวกับกลิ่นรสของอาหาร คือ แก๊ซ-ของเหลวโครมาโตกราฟี (gas-liquid chromatography) ซึ่งใช้สำหรับวัดองค์ประกอบที่ระเหยง่ายในอาหาร และประโยชน์ของเครื่องมือนี้ยิ่งเพิ่มขึ้น เมื่อนำมารวมเข้า

กับเทคนิคของแมส สเปคโตรเมตรี(mass spectrometry) องค์ประกอบระเหยง่ายที่ผ่านคอลัมน์ (column)ของแก๊ซ-ของเหลวโครมาโตกราฟีออกมาจะถูกตรวจวัดเชิงอิเล็คทรอนิคส์ และแสดงเป็นพีค(peaks)บนกระดาษบันทึกและสารประกอบเหล่านี้จะผ่านไปที่แมส สเปคโตรมิเตอร์ หรือเพื่อวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างของสารเหล่านั้น ในกรณีที่องค์ประกอบ 2 ตัวออกจากคอลัมน์ในเวลาใกล้เคียงกัน (retention times เดียวกัน) อาจใช้วิธีชักสารตัวอย่างออกตอนที่เริ่มมีพีคขึ้นหรือตอนที่พีคกำลังขึ้น เพราะเป็นช่วงที่มีโอกาสได้สารประกอบเพียงตัวเดียว การพิสูจน์โครงสร้างของสารในขั้นตอนที่สองจะไม่ยุ่งยาก ถ้าสารที่วิเคราะห์เป็นสารตัวเดียวไม่ใช่สารผสม เหตุผลที่ทำให้สองระบบนี้ทำงานประสานกันได้ดีมาก ก็เพราะสารตัวอย่างใดที่สามารถแยกได้โดยแก๊ซ-ของเหลวโครมาโตกราฟีก็มักจะให้ผลเป็นที่น่าพอใจในขั้นการพิสูจน์สารโดยใช้วิธีของแมส สเปคโตรเมตรี แก๊ซที่เป็นตัวนำสารเคลื่อนที่ (carrier gas) ในแมส สเปคโตรมิเตอร์คือ ฮีเลียม (helium)

ปัจจุบันได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ควบคุมการทำงานของทั้งสองระบบ ข้อมูลเกี่ยวกับการวิเคราะห์ และข้อมูลเกี่ยวกับสเปคตรัมสารมารถเก็บสะสมไว้ระหว่างเดินเครื่องเป็นเวลาหลายชั่วโมงและสามารถนำเอาข้อมูลเหล่านี้กลับมาวิเคราะห์ใหม่ได้

ในกรณีที่อาจต้องมีการพิสูจน์โครงสร้างเพิ่มเติม วิธีทางสเปคโตรสโคปีอื่นๆ เช่น อินฟราเรด สเปคโตรสโคปีสามารถใช้หาหมู่ฟังค์ชันนัลต่างๆของสาร และนิวเคลียร์ แมกเนติค เรโซแนนซ์ก็สามารถใช้พิสูจน์โครงสร้างของสารได้

4.10 การเกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงปรารถนาในอาหาร

การเกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงปรารถนาในอาหารจะทำให้อาหารไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นับได้ว่าเป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจด้วย เพราะกลิ่นรสที่ไม่ดีเพียงเล็กน้อยจะทำให้อาหารนั้นกลายเป็นอาหารที่มีคุณภาพต่ำ และถ้ามีกลิ่นไม่ดีมากจะทำให้อาหารขายไม่ออก

การเกิดกลิ่นไม่ดีเหมือนกลิ่นคาวปลาในเนื้อที่ต้มสุกเกิดจากกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวในเนื้อ ในบางกรณี กลิ่นปลานี้อาจเกิดจากสารประกอบเอมีน เช่น ไตรเมธิลเอมีน (trimethylamine) กลิ่นปลาในเนยเหลวเกิดจากไตรเมธิลเอมีนที่ไฮโดรไลส์จากเลซิธิน (lecithin)

กลิ่นไม่ดีที่พบในเนื้อวัวและเป็ดไก่ที่ต้มสุกเกิดเพราะเนื้อเหล่านี้ถูกเก็บไว้ในสภาพที่ยังไม่ชำแหละหลังจากถูกฆ่า กลิ่นเหล่านี้มีต้นตอมาจากการเกิดกลิ่นหืนของสารที่เป็นไขมัน

ถั่วลันเตาและผักโขมแช่แข็งที่ -17.8° ซ และยังไม่ผ่านการลวกจะเกิดพวกกรดไขมันเปอร์ออกไซด์ต่าง ๆ ตลอดจนสารประกอบคาร์บอนิลทำให้เกิดกลิ่นเหมือนกลิ่นหญ้าฟาง (hay-like flavor)

กลิ่นไม่ดีที่เกิดในนมมีหลายแบบ นมดิบอาจเกิดกลิ่นหืนเนื่องจากการกระทำของเอ็นไซม์ไลเปส (lipase) ต่อมไขมันนมทำให้เกิดการปล่อยกรดไขมันออกมา นมที่ถูกแสงแดดจะเกิดกลิ่นคล้ายกลิ่นของกะหล่ำปลี เรียกว่า "sunlight off flavor" กลิ่นนี้เกิดจากปฏิกิริยาของเมไธโอนีน (methionine) และไรโบแฟลวิน (riboflavin) โดยมีแสงเป็นตัวเร่งจะเกิดเมไธโอนัล (methional) แสงจากหลอดไฟและหลอดฟลูออเรสเซนส์ก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ ความจริงผลจากแสงแดดที่มีต่อนมมี 2 กรณี คือ ออกซิเดชันของลิปิดทำให้เกิดกลิ่นออกซิไดส์ (oxidized flavor) และปฏิกิริยาที่เกิดกับโปรตีนของนมทำให้เกิดกลิ่นคล้ายกะหล่ำปลี

ในถั่วเหลืองที่ถูกทุบแตกจะมีกลิ่นถั่วเหลืองดิบ กลิ่นนี้เป็นกลิ่นของเฮซิลไวนิล คีโตน จากการพิสูจน์โดยวิธีของโครมาโตกราฟฟีและแมสสเปคโตรเมตรี (vapor phase chromatography and mass spectrometry)

สารประกอบบางชนิดสามารถใช้กลบกลิ่นที่ไม่ดีได้ เช่น น้ำตาลสามารถใช้กลบกลิ่นรสที่ไม่ดีในน้ำองุ่น เกลือก็ใช้กลบกลิ่นที่ไม่ดีของเนยเหลวได้

4.11 ความสำคัญของกลิ่นรสที่มีต่อผู้ผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร

ปัจจุบัน อาหารแปรรูปในประเทศที่เจริญแล้ว มีจำหน่ายมากกว่าอาหารสดเสียอีก แม้ว่าจะประสบความสำเร็จในการผลิตอาหารเพื่อการค้าแล้ว แต่สิ่งที่ผู้ผลิตยังคงต้องคำนึงอยู่เสมอ คือ การรักษาคุณภาพด้านกลิ่นรสของอาหารให้คงที่อยู่เสมอ โดยผู้ผลิตจะต้องคำนึงถึงสิ่งสำคัญต่อไปนี้

(ก) การป้องกันการสูญเสียกลิ่นรสของอาหารซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการเตรียมการ ในขบวนการความร้อน การขนส่งและการเก็บ

(ข) ป้องกันมิให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืนในน้ำมันและไขมัน กลิ่นไม่ดีในนมและเบียร์ซึ่งเกิดเพราะการเหนี่ยวนำของแสงและกลิ่นโลหะในผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง

(ค) พัฒนากลิ่นรสที่ดี เช่น ควบคุมเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการคั่วเมล็ดกาแฟ, การปิ้งขนมปัง การทำเนื้อย่าง เป็นต้น

(ง) เสริมหรือเพิ่มสารที่ให้กลิ่นรสธรรมชาติแก่อาหารหรือสารที่ป้องกันกลิ่นไม่ดีในอาหาร ในบางกรณี สารที่ให้กลิ่นรสที่ระเหยง่ายในระหว่างขบวนการผลิตสามารถจะดักเก็บไว้แล้วเติมกลับเข้าไปในผลิตภัณฑ์อาหารหรือใส่เอ็นไซม์จำเพาะที่สามารถกระทำกับ precursor ที่มีอยู่ในอาหารเพื่อทำให้กลิ่นรสที่สูญเสียไปกลับคืนมา

4.12 การควบคุมกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อาหาร

การควบคุมกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อาหารมีส่วนสำคัญมากต่อการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อกลิ่นรสของอาหารคือ

1. คุณภาพของส่วนประกอบ (ingredients) ของอาหารมีอิทธิพลต่อผลิตภัณฑ์อาหาร ส่วนประกอบที่มีกลิ่นรสไม่ดีย่อมใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารที่มีกลิ่นรสดีไม่ได้

2. สภาวะที่ใช้ในขบวนการผลิตจะต้องควบคุมอย่างระมัดระวัง เช่น การคั่วกาแฟหรือเมล็ดโกโก้ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้คั่วจะต้องควบคุมให้ดีเพื่อให้มั่นใจว่าจะได้กาแฟและโกโก้ที่มีกลิ่นรสดี

3. ระมัดระวังมิให้เกิดการปนเปื้อนของสารที่มีกลิ่นรสแรงระหว่างขบวนการผลิตและระหว่างการเก็บ แลคเกอร์ที่เคลือบกระป๋องจะต้องไม่ประกอบด้วยสารที่มีกลิ่นรสที่ละลายได้ อาหารหลายอย่างเช่น ไขมันและขนมอบ มักจะดูดกลิ่นของอาหารอื่นได้ง่าย จึงต้องป้องกันมิให้เกิดการสัมผัสกับกลิ่นเหล่านี้ และยังต้องป้องกันมิให้อาหารปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียและรา และเก็บไว้ในสภาวะที่ปลอดจากเชื้อเหล่านี้ ราทำให้เกิดกลิ่นอับและกลิ่นเปรี้ยวซึ่งจะทำให้อาหารมีกลิ่นรสที่ไม่พึงปรารถนา

ตามโรงงานอุตสาหกรรม มักมีการจ้างนักชิมเพื่อชิมและให้คะแนนผลิตภัณฑ์อาหารและวัตถุดิบด้วย เพราะปกติไม่มีวิธีทดสอบทางเคมีใด ๆ ที่จะบอกได้ว่าอาหารมีกลิ่นรสดีหรือไม่ดีและเป็นที่ยอมรับหรือไม่ยอมรับ จึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้สึกด้านประสาทสัมผัสของคนเป็นเครื่องตัดสิน นักชิมซึ่งได้รับการฝึกฝนไม่นานนักก็สามารถจะบอกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้ นักชิมบางรายสามารถบอกข้อบกพร่องในขบวนการผลิต และชี้จุดที่ทำให้เกิดปัญหาของกลิ่นรสได้ด้วย นักชิมเหล่านี้จึงมีความสำคัญต่อโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์อาหารมาก เพราะกลิ่นรสเป็นคุณภาพที่สำคัญมากอย่างหนึ่งที่จะดึงดูดผู้บริโภคให้ซื้อผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตขึ้น

4.13 การประเมินคุณภาพของอาหาร (Food Evaluation)

คุณภาพของอาหาร เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการยอมรับ การยอมรับของผู้บริโภคเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ผลิตอาหารซึ่งต้องการส่วนแบ่งของตลาดมากที่สุด ดังนั้นคุณภาพของอาหารสำหรับผู้ผลิตจึงหมายถึงความดีเลิศของคุณลักษณะสำคัญทั้งหมดของอาหารที่จะทำให้อาหารนั้นเป็นที่ยอมรับ คุณภาพที่ดีของอาหารจะต้องประกอบด้วยคุณลักษณะที่ดี 3 ประการ คือ (1) **ลักษณะภายนอก** (2) **เนื้อสัมผัส** และ (3) **กลิ่นรส**

ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ หรือเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางอย่างของอาหารที่มีอยู่เดิม จำเป็นต้องตรวจสอบการยอมรับของผู้บริโภค คุณภาพบางอย่างของอาหาร เช่น คุณค่าทางโภชนาการสามารถตรวจสอบได้โดยใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมี แต่การยอมรับหรือความชอบในอาหาร ไม่อาจวัดได้โดยใช้เครื่องมือ จำเป็นต้องอาศัยคนเป็นผู้ตัดสิน ประสาทสัมผัสของคนสามารถบอกความแตกต่างของสี กลิ่น รส ตลอดจนเนื้อสัมผัสของอาหาร และที่สำคัญที่สุดคือสามารถบอกความต้องการและการยอมรับได้

การประเมินคุณภาพของอาหาร(Food evaluation)ทำได้สองวิธี คือ

1. Objective evaluation คือ การใช้เทคนิคทางกายภาพและทางเคมีมาประเมินคุณภาพของอาหาร การตรวจสอบคุณภาพของอาหารโดยวิธีนี้ เป็นการใช้เครื่องมือเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งอย่างที่สำคัญ เช่น การใช้สเปคโตรโฟโตมิเตอร์เพื่อวัดสีของน้ำแอปเปิ้ล ใช้ Viscometer เพื่อวัดความหนืดของซอสมะเขือเทศ หรือใช้เครื่องแก๊ซ-ของเหลวโครมาโตกราฟควบกับแมส สเปคโตรมิเตอร์เพื่อวิเคราะห์กลิ่นรส เป็นต้น

2. **Subjective evaluation** หรือ **Sensory evaluation** คือ การใช้คนเพื่อประเมินคุณภาพของอาหาร โดยอาศัยประสาทสัมผัสของคนบอกความแตกต่างของสี กลิ่นรส ความฉ่ำ ความนุ่ม เป็นต้น

Objective evaluation จำเป็นต่อการตรวจสอบประจำวันในทางอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อควบคุมคุณภาพของอาหาร การตรวจสอบด้วยเครื่องมือ(objective test) มักเลือกตรวจคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งอย่างที่สำคัญ เช่น น้ำส้มมีทั้งรสเปรี้ยวและหวาน การตรวจคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนี้ ใช้การวัดความเปรี้ยวของกรดด้วย pHมิเตอร์ และวัดความหวานของน้ำตาลด้วยเครื่องวัดดัชนีหักเห(refractometer) การตรวจสอบคุณสมบัติสองประการนี้ใช้ไม่ได้กับการวัดคุณภาพของคุ๊กกี้ การตรวจสอบคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับคุ๊กกี้ คือ การวัดปริมาณความชื้นหรือแรงที่ต้องการเพื่อทำให้คุ๊กกี้แตก การตรวจสอบคุณภาพอย่างใดอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์อาหารด้วยเครื่องมือไม่สามารถวัดว่า ผลิตภัณฑ์อาหารนั้นจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหรือไม่ ในขณะที่ Subjective evaluation สามารถใช้ตัดสินการยอมรับได้ เพราะผู้ตัดสินที่แท้จริงของการยอมรับคือ คนซึ่งเป็นผู้บริโภคอาหารนั่นเอง ดังนั้น วิธีประเมินคุณภาพของอาหารที่จะเป็นดัชนีบอกความน่าเชื่อถือ คือ การรวมวิธีประเมินคุณภาพทั้งสองวิธีเข้าด้วยกัน

CM 480

4.14 การประเมินกลิ่นรสโดยใช้ประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

การใช้เครื่องมือวัดกลิ่นรสของอาหาร ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างกลิ่นรสกับความพึงพอใจและความอร่อยถูกปากของผู้บริโภคได้ ดังนั้น จึงควรใช้การทดสอบด้วยประสาทสัมผัสกำกับด้วยเพื่อพิสูจน์ถึงการยอมรับของผู้บริโภค การทดสอบโดยประสาทสัมผัสจะต้องอาศัยผู้ชิมที่ได้รับการฝึกฝนมาเพื่อใช้ตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์อาหารทั้งในช่วงที่ผลิตเสร็จแล้วและในช่วงการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

1. การเลือกและฝึกผู้ชิม

ข้อแนะนำสำหรับการเลือกผู้ชิมที่เชื่อถือได้คือ

ก. จากกลุ่มชนกลุ่มหนึ่งเลือกผู้ชิมให้มากเป็น 2 เท่าของที่ต้องการ และให้แน่ใจว่าคนเหล่านี้เต็มใจที่จะร่วมโครงการและสามารถจะร่วมในการทดสอบได้ตลอดระยะของโครงการ เรียกประชุมเพื่อแถลงจุดประสงค์และสาธิตถึงคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสที่ต้องการจะทดสอบ ปิดประกาศผลการทดสอบในช่วงที่ฝึกฝนและกระตุ้นให้เกิดความสนใจและร่วมมือมากยิ่งขึ้น

ข. เลือกผู้ชิมที่มีความไวต่อรสมากที่สุด ให้ตัวอย่างอาหารสัก 2 ตัวอย่างเลือกตัวแปรที่สามารถบอกได้ด้วยความรู้สึกจากการชิมและเป็นสิ่งที่ต้องการจะศึกษา ตัวอย่างเช่น เลือกผู้ชิมเพื่อประเมินกลิ่นรสของเบียร์ โดยใช้ตัวอย่างเบียร์ที่มีช่วงเวลาที่ถูกกับแสงแดดต่างกัน ปรากฏว่า ผู้ชิมที่ปกติไวต่อรสหวาน เปรี้ยว เค็มและขมไม่จำเป็นจะต้องมีความไวต่อกลิ่นรสนี้และสามารถประเมินกลิ่นรสดังกล่าวได้ดีเสมอไป

ค. หลังจากเลือกผู้ชิมแล้ว ให้ทำการทดสอบสัก 2 - 3 ครั้งเพื่อให้ผู้ชิมเกิดความเคยชินกับตัวอย่างอาหารที่จะทดสอบโดยการจัดตารางเวลาที่เหมาะสม ทิ้งผลการทดสอบ 2 - 3 ครั้งแรก และใช้ตัวอย่างอาหารเหล่านี้เพื่อการทดสอบต่อไปจนตลอดโครงการ

ง. ควรถือเสมอว่าผู้ชิมเหล่านี้เป็นเหมือนอุปกรณ์ที่ใช้วัดกลิ่นรสอย่างหนึ่ง อนุญาตให้ทำการทดลองซ้ำสำหรับแต่ละการทดลองและแต่ละบุคคล ถ้าจำเป็น อาจทิ้งผลการทดลองของผู้ชิมที่เห็นว่าไม่สมเหตุผลและไม่มีความแน่นอน ไม่ควรเลือกคนอื่นมาแทนผู้ชิมที่ไม่ต้องการ เพราะผู้ชิมจะทำหน้าที่แทนกันไม่ได้

จ. ในการวิเคราะห์ข้อมูลให้ทดสอบผลของความแปรปรวนในผู้ชิมแต่ละคน ถ้ารายงานเป็นค่าเฉลี่ยให้บอกเป็นช่วงและหาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ด้วย ในทุกกรณี บอกจำนวนครั้งของการทดสอบต่อค่าเฉลี่ยแต่ละค่าด้วย

ผู้ชิมที่สูบบุหรี่ควรงดเว้นอย่างน้อยครึ่งชั่วโมงก่อนที่จะทดสอบเพื่อลดกลิ่นบุหรี่ที่ปาก และป้องกันมิให้นำกลิ่นเข้ามาในห้องที่ใช้ทดสอบ โดยทั่วไปผู้ชิมที่มีอายุระหว่าง 18 - 40 ปี จะให้ผลการทดสอบที่ดีกว่าช่วงอายุอื่น

2. สภาพแวดล้อม

ห้องทดสอบควรจะเงียบและไม่มีสิ่งรบกวนการใช้สมาธิในการประเมินผล ควรจะแยกที่ให้ผู้ชิมแต่ละคนเป็นช่อง ๆ ไม่รบกวนซึ่งกันและกันเพื่อให้ผู้ชิมตัดสินตัวอย่างได้อย่างอิสระ อุณหภูมิความชื้นและแสงสว่างในห้องทดสอบควรควบคุมให้อยู่ในสภาวะที่พอเหมาะ และไม่ควรมีกลิ่นจากภายนอกมาทำให้การตัดสินไขว้เขว ควรมีน้ำกลั่นเตรียมไว้สำหรับกลั้วปาก โดยปกติจะไม่อนุญาตให้กลืนอาหารเพื่อป้องกันการเหนื่อยหน่ายของประสาทสัมผัส และผลหลังจากกลืนอาหาร

3. การเตรียมและการเสนอตัวอย่างอาหาร

ตัวอย่างอาหารจะต้องมีรหัสที่เหมาะสมและเสนอให้ผู้ชิมแบบสุ่มเพื่อมิให้ผู้ชิมทราบว่าเป็นตัวอย่างอันเดียวกัน และจำเป็นต้องกำหนดวิธีทดลองที่เหมาะสมและมีเพียงพอสำหรับการทดลองซ้ำ ปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณ อุณหภูมิ สี ขนาดและรูปของอาหารจะต้องจัดให้อยู่ในมาตรฐาน เพื่อว่าจะได้มีตัวแปรเพียงตัวเดียวที่จะทดสอบ จำนวนของตัวอย่างที่จะให้ทดสอบต่อการทดลองแต่ละครั้งขึ้นกับ (1) ผลิตภัณฑ์อาหาร (2) ความเข้มข้นของคุณลักษณะกลิ่นรสที่จะทดสอบ (3) วิธีการประเมิน (4) ความชำนาญของผู้ชิม และ (5) เวลาและสถานที่ที่ใช้ทดสอบ ผลการทดสอบที่ได้ผลดีมาแล้วคือ ใช้ตัวอย่างเบียร์ 8 ตัวอย่าง ไอศกรีม 6 ตัวอย่าง ซอสมะเขือเทศ 3 ตัวอย่างต่อการทดสอบ 1 ครั้ง

4. วิธีทดสอบโดยใช้ประสาทสัมผัส (Sensory Tests)

4.1 **การทดสอบเพื่อหาความแตกต่าง (Difference test)** ใช้ในการตรวจสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์อาหาร การทดสอบนี้ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบบางอย่างในอาหารหรือมีการใช้องค์ประกอบอื่นมาทดแทนองค์ประกอบเดิม วิธีนี้ยังใช้ตรวจสอบคุณภาพของอาหารที่เก็บไว้เป็นระยะ ๆ หรือ เพื่อเปรียบเทียบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น น้ำส้มที่บรรจุในขวดแก้วสามารถรักษากลิ่นรสได้ดีกว่าบรรจุในขวดพลาสติก

Pair comparison วิธีนี้มีการเสนอตัวอย่างอาหารให้ 2 ตัวอย่าง และให้ผู้ชิมเลือกว่าตัวอย่างใดมีคุณลักษณะเฉพาะที่ต้องการให้ทดสอบมากกว่าหรือน้อยกว่า เช่น ใน 2 ตัวอย่างนี้ ตัวอย่างใดหวานกว่าหรือมีกลิ่นวานิลลาแรงกว่า กรณีเช่นนี้ผู้ชิมจะถูกบังคับให้เลือกตัว

อย่างใดตัวอย่างหนึ่ง โอกาสถูกโดยการเดาจะมีเพียงร้อยละ 50 และเพื่อให้ผลการทดสอบมีนัยสำคัญ ต้องมีผู้ชิมที่ตอบถูกมากกว่าร้อยละ 50 และการทดสอบควรทำซ้ำหลายครั้ง

Triangle test วิธีนี้มีการเสนอตัวอย่างอาหาร 3 อย่าง โดยมี 2 ตัวอย่างเหมือนกัน และตัวอย่างหนึ่งไม่เหมือนและให้ผู้ชิมชี้ตัวอย่างที่ไม่เหมือนโดยไม่จำเป็นต้องอธิบายความแตกต่าง การจัดตัวอย่างอาหารอาจจัดได้หลายแบบ ดังนี้ AAB ABA BAA BBA BAB และ ABB กรณีนี้ ผู้ชิมอาจเลือกตัวอย่างที่แตกต่างโดยการเดาและโอกาสถูกมีเพียงหนึ่งในสาม ผลการทดสอบที่มีนัยสำคัญต้องมีผู้ชิมที่ตอบถูกมากกว่าหนึ่งในสาม การทดสอบนี้ต้องทำซ้ำหลายครั้งเช่นกัน

Duo-Trio test วิธีนี้มีการเสนอตัวอย่างอาหารอ้างอิงให้ผู้ชิมชิมก่อน แล้วจึงชิมอีก 2 ตัวอย่าง ผู้ชิมจะต้องเลือกว่า 2 ตัวอย่างหลังนี้ตัวอย่างใดเหมือนกับตัวอย่างอ้างอิง ผู้ชิมจะต้องเดา และผลที่ได้จะต้องนำมาประเมินทางสถิติ เพื่อหาว่าตัวอย่างอาหารมีความแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าทุกคนเดา ผู้ชิมร้อยละ 50 จะตอบถูก ดังนั้น เพื่อให้ผลที่ออกมามีนัยสำคัญ จะต้องมีผู้ชิมตอบถูกมากกว่าร้อยละ 50

4.2 การยอมรับหรือความชอบ (Acceptance or Preferance)

วิธีทดสอบนี้ใช้เพื่อหาว่ากลุ่มผู้บริโภคมีความชอบในผลิตภัณฑ์อาหารหรือไม่ การทดสอบนี้จำเป็นต่อการพัฒนาและการตลาดของผลิตภัณฑ์ใหม่ ทั้งนี้เพราะไม่มีการทดสอบในห้องปฏิบัติการใดที่จะสามารถบอกได้ว่าผลิตภัณฑ์ใหม่นี้เป็นที่ยอมรับของสาธารณชนหรือไม่ ผู้ชิมประเภทนี้ไม่ได้รับการฝึกฝนมาก่อน สิ่งที่ต้องการคือให้ออกความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวอย่างอาหารซึ่งอาจมี 2 หรือมากกว่า 2 ตัวอย่าง ผู้ชิมจะถูกขอร้องเรียงลำดับตามความชอบของตัวเอง การทดสอบนี้เรียกว่า **ranking test** วิธีทดสอบนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด บ่อยครั้งที่ผู้ชิมจะถูกขอร้องให้ให้คะแนนตัวอย่างอาหารเป็นสเกลแบบ 9 คะแนน(hedonic scale) โดยมีความหมายของคะแนนที่ให้เรียงลำดับจาก "ชอบมากที่สุด", ..."เฉยๆ", จนถึง "ไม่ชอบมากที่สุด" การทดสอบแบบนี้ เรียกว่า การทดสอบความชอบ (**likability test**)

4.3 การทดสอบแบบบรรยาย(Descriptive test)

การทดสอบนี้ใช้ผู้ชิมที่มีความชำนาญกลุ่มเล็กๆ ผู้ชิมเหล่านี้นอกจากจะบอกความแตกต่างของตัวอย่างอาหาร ยังสามารถบอกกลิ่นรสหลายๆอย่างที่มีอยู่ในตัวอย่างอาหารนั้นตลอดจนความเข้มของกลิ่นรสเหล่านั้น ผู้ชิมเหล่านี้จะมีการประชุมเพื่อวิจารณ์และสรุปผลการทดสอบ วิธีการทดสอบนี้เหมาะสมสำหรับนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ทางด้านพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร