Review Article (บทความปริทัศน์)

กลูตาเมตและโซเดียมโมโนกลูตาเมต: ตรวจสอบความเชื่อปรัมปรา

เอมอร ชัยประทีป*

Glutamate and monosodium glutamate: Examining the myths

Em-on Chaiprateep*

Thai Traditional Medicine College, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani Province 12130

* Corresponding author, E-mail: emon_c@rmutt.ac.th

Naresuan Phayao J. 2016;9(1):31-37.

บทคัดย่อ

เพราะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ค่อยเป็นค่อยไป ไม่บ่อยครั้งที่นักวิทยาศาสตร์เข้าใกล้การศึกษานานาอาหารและเครื่องปรุง (ingredients) สิ่งนั้นคือกรณีโมโนโซเดียมกลูตาเมต (ผงชูรส - MSG) ซึ่งถูกใช้อย่างกว้างขวางเกือบหนึ่งศตวรรษ ยังคงมีการศึกษาเพื่อตรวจสอบให้กระจ่างภายใต้ไขความสว่างด้านความรู้วิทยาศาสตร์และวิธีการทดสอบปัจจุบัน หลายปีที่ผ่านมาผู้เชี่ยวชาญในสาขากุมารเวชศาสตร์, ภูมิแพ้เภสัชวิทยา และวิทยาศาสตร์ด้านอาหาร ได้ทบทวนข้อมูลวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกลูตาเมต สหพันธ์ข้อมูลข่าวสารโภชนาการนานาชาติ (international food information council – IFIC) ได้ทบทวนการวิจัยวิทยาศาสตร์และตรวจสอบสิ่งพบอันเป็นสาระสำคัญล่าสุดเกี่ยวกับ กลูตาเมตและโมโนโซเดียมกลูตาเมต

คำสำคัญ: คำสำคัญ: กลูตาเมต, โมโนโซเดียมกลูตาเมต, คุณสมบัติวิทยาศาสตร์

Abstract

Because of the evolving nature of science, the researchers rarely closed on the studying of various food ingredients. Such is the case with monosodium glutamate (MSG), even though it has been used extensively for nearly a century. It continues to be examined in light of current scientific knowledge and methods of testing. Over the past several years, experts in the fields of pediatrics, allergy, pharmacology, medical psychology, toxicology, and food science have reviewed the scientific data on glutamate. The international food information council (IFIC) foundation examines the scientific research conducted on glutamate and MSG and summarizes the latest findings.

Keywords: Glutamate, monosodium glutamate (MSG), scientific property

กลูตาเมตและโมโนโซเดียมกลูตาเมตคืออะไร

กลูตาเมตเป็นกรดอะมิโนที่พบบ่อยที่สุดตัวหนึ่งในธรรมชาติ เป็นองค์ประกอบสำคัญของนานาโปรตีนและลูกโซ่โมเลกุลของโปรตีนขนาดยาว (peptide) ปรากฏในเนื้อเยื่อส่วนใหญ่ กลูตาเมตผลิตโดยร่างกายและแสดงบทบาทสำคัญในการสันดาปของมนุษย์ [1-3] โดยแท้จริงแล้วกลูตาเมตมีในอาหารทุกชนิด และเป็นองค์ประกอบหลักส่วนใหญ่ของโปรตีนธรรมชาติ อย่างเช่น เนื้อ, ปลา, นม และผักบางชนิด

วิทยาลัยการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130

โมโนโซเดียมกลูตาเมต (monosodium glutamate - MSG เป็นเกลือโซเดียมของกลูตาเมต ประกอบด้วยกลูตาเมต, น้ำ และโซเดียม ราวปีพ.ศ. 2443 นักวิทยาศาสตร์แยกสารกลูตาเมตอันเป็นองค์ประกอบของรสชาติ (taste) จากพืช เชื่อว่ากลูตาเมตเพิ่มกลิ่นรส (flavor) อย่างมาก [1,2]

หนึ่งร้อยปีมาแล้ว MSG สกัดจากสาหร่ายทะเลและพืชอื่น ทุกวันนี้ MSG ผลิตโดยผ่านกระบวนการหมักธรรมชาติ โดยใช้กากน้ำตาล (molasses) จากอ้อย (sugar cane), ต้นบีท (sugar beet), แบะแซ (corn sugar) และแป้ง (starch) [1,4]

คุณสมบัติเพิ่มพูนกลิ่นรส

เมื่อปรากฏในรูป “อิสระ” (free form), ไม่ผูกติด (not bound) ด้วยกันกับกรดอะมิโนอื่นของโปรตีน กลูตาเมตมีผลเพิ่มพูนกลิ่นรสในอาหาร เมื่อเติม MSG ในอาหาร MSG จึงให้กลิ่นรสคล้ายกับกลูตาเมตอิสระที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ [5] จึงใช้เพิ่มพูนกลิ่นรสธรรมชาติของเนื้อ (meat), สัตว์ปีก (poultry), อาหารทะเล (seafood), ของขบเคี้ยว (snack) ซุบ (broth) และอาหารเคี่ยวตุ๋น (stew) [1,4] การทดลองหลายมิติเกี่ยวกับวิจัยรับรู้ความรู้สึก (sensory research) บ่งบอกว่า MSG อยู่นอกเหนือขอบเขตรสชาติดั้งเดิม 4 รสชาติ ได้แก่ หวาน (sweet), เปรี้ยว (sour), เค็ม (salty) และขม (bitter) [4,6] รสชาติเด่นชัดเจนนี้เรียกว่า รสชาติที่ 5 รสชาติกลมกล่อม “อูมามิ” (umami) เป็นคำที่ชาวญี่ปุ่นเห็นพ้องต้องกัน และใช้อธิบายบอกกล่าวรสชาติของกลูตาเมต ขณะที่ชาวตะวันตกมักอธิบายกลิ่นรสนี้เสมือนเป็น “มีรสชาติ (savory) คล้ายซุป (broth-like) หรือรสเนื้อ (meaty)” [4,6]

เร็ว ๆนี้ค้นพบตัวรับรสชาติกลูตาเมตเฉพาะ (specific glutamate taste) บนลิ้น จากการศึกษาการถ่ายโอนยีนรับรู้ของสิ่งกระตุ้นรสชาติหลายตัวเช่น น้ำตาล, สารรสขม และกรดอะมิน เชื่อว่าการรับรู้รส ชาติอาศัย G protein-coupled receptor (GPCRs) เป็นสื่อกลาง แม้ไม่อาจระบุหาได้ว่าตัวรับ (receptor) ตัวใดตอบสนองต่อกลิ่นรส โมโนโซเดียมแอล-กลูตาเมต (monosodium L-glutamate; L-MSG) องค์ประกอบธรรมชาติของอาหารจำนวนมากเป็นสิ่งกระตุ้นรู้รส (gustatory stimuli) ที่สำคัญ เชื่อว่าบอกใบ้ถึงโปรตีนที่เป็นอาหาร ผู้วิจัยศึกษา GPCR กำเนิดจากสิ่งเหมือนกันโดยสมบูรณ์กับสิ่งที่มีอยู่ก่อน (clone) จากต่อมกลิ่นรสของหนู ทำหน้าที่ในเซลล์ Chinese hamster ovary – CHO เป็นตัวจับคู่โดยปฏิเสธต่อ cAMP cascade และแสดงความสัมพันธ์ตอบสนองความเข้มข้นผิดธรรมดา ความคล้ายคลึงของคุณสมบัติต่อ MSG ทำให้รายงานว่าเป็นตัวรับของกลูตาเมต [7]

การวิจัยด้านโภชนาการแสดงให้เห็นศักยภาพของ MSG เพิ่มพูนการได้รับอาหารของผู้สูงอายุ [8-11] เพราะการสูญเสียรสชาติและกลิ่นเป็นตัวเสริมสภาวะโภชนาการไม่ดี ส่งผลให้เบื่ออาหาร (anorexia) มักพบในคนอายุประมาณ 60 ปี และพบบ่อยมากขึ้นเมื่ออายุมากกว่า 70 ปี [9,10] ผู้สูงวัยอาจรับรู้รสชาติและกลิ่นลดลง ก่อให้เกิดภาวะทุโภชนาการการของผู้สูงอายุ ดังนั้นการเพิ่ม MSG ปริมาณพอควรในอาหารบางอย่างทำให้อาหารรสชาติดีขึ้น เมื่อผู้สูงอายุรับประทานอาหารได้มากขึ้นย่อมได้รับสารอาหารเช่นไวตามิน, เกลือแร่ และโปรตีนเพิ่มขึ้น [2,9,11]

การบริโภคและการสันดาปโมโนโซเดียมกลูตาเมต

ประเทศสหราชอาณาจักรและสหรัฐอเมริกาบริโภค MSG ต่อหัว (MSG per capital consumption) เท่ากับ 4.0 และ 0.55 กรัมต่อสัปดาห์ตามลำดับ [12,13] ส่วนไต้หวันบริโภคสูงกว่ามากประมาณ 3 กรัมต่อวัน [14] เมื่อเข้าสู่ร่างกายกลูตาเมตไม่ว่าจากแหล่งกำเนิดใดคล้ายคลึงกัน ส่วนการสันดาป MSG หลังกินคล้ายการสันดาปกลูตาเมตจากอาหารอื่น [15,16] ร่างกายไม่แยกแยะความแตกต่างระหว่างกลูตาเมตจากอาหารกับ MSG ที่เพิ่มในอาหาร [2,15,16] กลูตาเมตและ MSG สำคัญต่อการทำหน้าที่ของระบบย่อยอาหาร [17]

โมโนโซเดียมกลูตาเมตกับสุขภาพสาธารณะ

ปีค.ศ. 1958 (พ.ศ. 2501) องค์การอาหารและยาประเทศสหรัฐอเมริกายอมรับ MSG เป็นเครื่องปรุงปลอดภัยเหมือนเครื่องปรุงอื่นเช่น เกลือ, น้ำส้มสายชู (vinegar) และผงฟู (baking) [18] การศึกษาของสังคมวิทยาศาสตร์อิงเกี่ยวกับการแพทย์, พิษวิทยา และชีวเคมี ยืนยัน MSG ปลอดภัยสำหรับประชากรทั่วไป

รวมถึงหญิงตั้งครรภ์, ผู้ให้นมบุตร และเด็ก [19] กระนั้น องค์การอาหารและยาแนะนำให้ปิดสลาก “MSG ” เมื่อผลิตภัณฑ์อาหารปรากฏ MSG [20]

โมโนโซเดียมลูตาเมตกับการลดโซเดียม

โครงสร้างโมเลกุล MSG ประกอบด้วยโซเดียมร้อยละ 13.61 ส่วนเกลือแกง (sodium chloride - NaCl) มีโซเดียมร้อยละ 39.3 ดังนั้นด้วยน้ำหนักเท่ากัน MSG มีโซเดียมเพียงหนึ่งในสามของเกลือแกง (table salt) การทำอาหารโดยใช้ MSG เพียงเล็กน้อยเท่ากับลดปริมาณเกลือแกง คุณสมบัติเพิ่มพูนกลิ่นรสเป็นผลให้ใช้เกลือแกงน้อยลงระหว่างและหลังปรุงอาหาร, ลดเกลือ, ลดไขมัน และโซเดียมร้อยละ 30 ถึง 40 โดยปราศจากผลต่อความน่ากิน (palatability) [21]

ผู้หญิงตั้งครรภ์และให้นมบุตร

กรดอะมิโนดูดซึมผ่านรกเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตและพัฒนาการของทารก ความเข้มข้นของกรดอะมิโนของทารกสูงกว่ามารดา โดยไม่คำนึงว่ามารดาบริโภคอะไร [22] ทั้งรกและตับของทารกมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับขนส่งและสันดาปกรดอะมิโน (โดยเฉพาะกลูตาเมต) [23]

ทดลองฉีดกลูตาเมตขนาดสูงแก่แม่ลิงตั้งครรภ์มากถึง 220 มิลลิกรัม (มก.) ต่อกิโลกรัม (กก.) ของน้ำหนักตัว เพื่อเพิ่มระดับกลูตาเมตในแม่ลิง แต่กลับไม่เพิ่มระดับกลูตาเมตในเลือดลูกลิง สรุปว่ากลูตาเมตไม่ซึมผ่านรก [24] หนูสามชั่วอายุได้รับ MSG 7.2 กรัมต่อ กก. แต่ละชั่วอายุปราศจากผลไม่พึงประสงค์และไม่ปรากฏรอยโรคสมอง [25]

หญิงผู้ให้นมบุตรบริโภค MSG 100 กรัมต่อ กก. ของน้ำหนักตัวไม่ปรากฏกลูตาเมตเพิ่มขึ้นในน้ำนมเพิ่มขึ้น และปราศจากผลต่อเด็กเกิดผู้กินนมแม่ [2] นมคนมีกลูตาเมตอิสระมากกว่านมวัว 10 เท่า [26,27] ช่วงเด็กอ่อนและเด็กเล็กเป็นช่วงกลืนกินกลูตาเมตอิสระผ่านน้ำนมมารดามากยิ่งกว่าช่วงอื่นของชีวิต [28] ปีค.ศ. 1993 (พ.ศ. 2536) คณะกรรมการวิชาการกุมารเวชศาสตร์ประเทศสหรัฐอเมริการะบุว่า MSG ปราศจากผลต่อการหลั่งน้ำนมและบริโภคได้โดยไม่มีความเสี่ยง [29]

เด็ก

เด็กอายุ 1 ปีสันดาปของกลูตาเมตอย่างมีประสิทธิภาพเท่าเทียมกับผู้ใหญ่ (ไม่ช้ากว่า) ศึกษาเด็กอ่อนและผู้ใหญ่ผู้บริโภคน้ำซุปเนื้อใส่ MSG ต่างปริมาณประกอบด้วย 0, 25 และ 50 มก. ต่อน้ำหนักตัวหนึ่ง กก. วัดระดับกลูตาเมตในเลือดเด็กอ่อนเปรียบเทียบกับผู้ใหญ่ ระดับกลูตาเมตของเด็กอ่อนไม่สูงกว่าผู้ใหญ่ [30] ไม่พบความผิดปกติของปฏิกิริยาไวเกิน (hyperactivity disorder) และปัญหาพฤติกรรม (behavioral problem) ปีค.ศ. 1980 (พ.ศ. 2523) คณะกรรมการสารปลอดภัยสรุปว่า การใช้ MSG ทุกวันนี้ในขนาดดังกล่าวข้างต้นปราศจากหลักฐานเป็นอันตราย [31]

โมโนโซเดียมกลูตาเมตและผลทางประสาทวิทยา

กลูตาเมตเป็นสารส่งผ่านประสาท (neurotransmitter) ในสมอง ทำหน้าที่ห้ามหรือกระตุ้นเซลล์ประสาทหรือเซลล์เป้าหมายอื่น (เซลล์กล้ามเนื้อและต่อมไร้ท่อ) เมื่อฉีด MSG แก่หนูอายุ 2 ถึง 9 วัน ขนาด (สูงมาก) แปรผันตั้งแต่ 0.5 ถึง 4.0 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่ง กก. ส่งผลกระตุ้นรอยโรคสมองและผลกระทบด้านสรีรวิทยา [32] อย่างไรก็ตามขนาดสูงมากระดับนี้ไม่ถือเป็นตัวแทนของการบริโภค MSG ในคน

ศึกษาในคน 11 คน ผู้บริโภค MSG มากถึง 147 กรัมต่อวัน นานสูงสุด 42 วัน (สูงกว่าบริโภคปกติ 200 เท่า) ไม่สังเกตพบสิ่งแสดงผลไม่พึงประสงค์ระหว่างศึกษา แสดงให้เห็นว่า MSG ขนาดสูงมากปราศผลทางประสาทวิทยา

อีกการศึกษาหนึ่งรายงาน MSG เพิ่มเติมในอาหารไม่เป็นเหตุเกิดผลไม่พึงประสงค์ต่อสมองทั้งระยะเฉียบพลันและระยะยาว [34,35] ไม่เกิดการกลายพันธุ์ (mutagenicity), ไม่ก่อเกิดทารกวิรูป (teratogenicity) และไม่ก่อเกิดมะเร็ง (carcinogenicity) [15,26] ไม่เป็นเหตุเกิดโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer’s disease) [15]

ปฏิกิริยาไวเกิน

พบปฏิกิริยาภูมิแพ้จากอาหารและเครื่องปรุงน้อยมาก ภูมิแพ้จากอาหารพบเพียงร้อยละ 2 ของ

ประชากร [36] กระนั้น MSG ไม่ใช่สารภูมิแพ้ (allergen) [37] และ MSG ขนาด 2.9 กรัมไม่กระตุ้นก่อเกิดลมพิษ (urticaria) [38]

โมโนโซเดียมกลูตาเมตกับการแพ้อาหาร

รายงานกลุ่มอาการภัตตาคารจีน (Chinese restaurant syndrome – CRS) ปีค.ศ. 1968 (พ.ศ. 2529) อธิบายถึงอาการชา (numbness) บริเวณหลังคอ, แรงกด (pressure) บริเวณหน้าและกล้ามเนื้อหน้าอกส่วนบน [39] ต่อมาสำรวจ 3,222 ครัวเรือนพบ 18 อาการไม่พึงประสงค์จากอาหาร ปรากฏร้อยละ 43 ระบุว่ามีอาการไม่พึงประสงค์จากอาหาร ทว่าเพียงร้อยละ 1.8 คาดว่าเป็นกลุ่มอาการภัตตาคารจีน [40]

รายงานศูนย์ควบคุมโรคระหว่างปีค.ศ. 1975 ถึง 1987 (พ.ศ. 2518 ถึง 2530) ความชุกของปฏิกิริยาแพ้ MSG น้อยกว่าร้อยละ 1 [41,42] จนปีค.ศ. 1995 (พ.ศ. 2538) สหพันธ์สมาคมชีววิทยาการทดลองของประเทศสหรัฐอเมริกาเสนอแนะว่า ไม่เหมาะสมใช้คำว่ากลุ่มอาการภัตตาคารจีนอีกต่อไป ด้วยข้อจำกัดและไม่แสดงนัยถึงการได้รับ MSG [15]

ศึกษาไขว้ข้ามกลุ่มอำพรางสองฝ่าย (double blind crossover) โดยให้ MSG ขนาด 3 กรัมในน้ำซุปเนื้อและติดตามกลุ่มตัวอย่างทุก 20 นาที นาน 3 ถึง 4 ชั่วโมง กลุ่มแรกได้รับ MSG ในวันแรก กลุ่มที่สอง ได้รับ MSG ในวันที่สอง ตรวจจับอาการแน่นหน้าอก, หน้าแดง และปวดศีรษะ การเกิดแต่ละอาการไม่แตกต่างระหว่างสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ สรุปว่าปราศจากหลักฐานสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการภัตตาคารจีนกับ MSG [43]

ศึกษาบุคคลมากกว่า 200 คน แต่ละวันหลังให้ MSG ความเข้มข้นสูงไม่ก่อเกิดอาการซ้ำกัน (ทำให้เกิดซ้ำไม่ได้) อีกทั้งไม่สัมพันธ์กับระดับกลูตาเมตในเลือด นอกจากนี้ยังทดสอบอาสาสมัคร 60 คนเพิ่มเติมด้วยน้ำส้ม, น้ำมะเขือเทศ, กาแฟดำ, นมกับร้อยละ 2 ของ MSG ปรากฏผู้ได้รับกาแฟดำ (6 ราย), น้ำมะเขือเทศ (6 ราย) และ MSG (2 ราย) ต่างมีอาการเช่นเดียวกัน ดังนั้น MSG ปราศจากลักษณะพิเศษ (unique) ต่อกลุ่มอาการภัตตาคารจีนดั้งเดิม [44,45]

ศึกษากลุ่มควบคุมและสิ่งไร้สารอำพรางสองฝ่าย (double-blind placebo-control) อาสาสมัครได้รับเครื่องดื่มปราศจากแอลกอฮอล์ (soft drink) นาน 4 วัน และได้รับสารละลาย 6 กรัมของ MSG นาน 2 วัน ผลลัพธ์ 2 ใน 6 รายสังเกตพบอาการตอบสนองต่อสารละลายทั้งสองทั้งมีและไม่มี MSG ขณะที่ 4 ใน 6 รายไม่พบอาการตอบสนองต่อสารลายทั้งสองประเภท นอกจากยังบันทึกพบปฏิกิริยาดันอาจเกิดอาการต่อเมื่อได้รับ MSG ปริมาณมากอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตามเป็นปฏิกิริยามักชั่วคราวและไม่รุนแรง [46] MSG ขนาด 3 ถึง 5 กรัมก่อเกิดหน้าแดงน้อยมาก [47] ปราศจากผลต่อสุขภาพบุคคล [48] เชื่อว่า histamine ในอาหารเป็นเหตุเกิดอาการมากกว่า โดยไม่เกี่ยวกับ MSG [49]

สรุป

MSG เป็นเครื่องปรุงอาหารซึ่งผ่านการศึกษาแบบเข้มข้นมากสุด องค์การอนามัยโลกจัดเป็นเครื่องปรุงอาหารปลอดภัย กระนั้นควรจำกัดปริมาณบริโภคแต่ละวันอย่างเหมาะสม [50] โดยรวม MSG ปราศจากผลลบต่อสุขภาพของผู้คนทั่วไป [13,15]

เอกสารอ้างอิง

1. Institute of Food Technologists' Expert Panelon Food Safety and Nutrition. Monosodium Glutamate. Food Technol. 1987;41(5):143-5.
2. Filer LJ, Stegink LD. Report of the proceedings of the glutamate workshop. August 1991. Cri. Rev Food Sci Nutr. 1994;34(2):159-74.
3. Fernstrom JD. Second International Conference on Glutamate: Conference summary. J Nutr. 2000;130(4S Suppl):S1077-9.
4. Fuke S, Shimizu T. Sensory and preference aspects of umami. Trends in Food Sci Technol. 1993;4:246-51.
5. Yamaguchi S, Ninomiya K. Umami and food palatability. J Nutr. 2000;130 (4S Suppl):S921-6.
6. Yamaguchi S. Fundamental properties of umami in human taste sensation. In: Kawamura Y, Kare MR, editors. Umami: A basic taste. New York: Marcel Dekker; 1987. p. 41-73.
7. Chaudhari N, Landin AM, Roper SD. A metabotropic glutamate receptor variant

functions as a taste receptor. Nature Neurosci. 2000;3(2):113-99.

8. Schiffman SS. Taste and smell perception in elderly persons. In: Fielding JE, Frier HI, editors. Nutritional needs of the elderly. New York: Raven Press; 1991. p. 61-73.
9. Schiffman SS. Taste and smell in disease (first of two parts). N Engl J Med. 1983;308(21): 1275-9.
10. Schiffman SS. Update on monosodium glutamate: Sensory properties and safety. Nutr. 1996;12(6):451-2.
11. Schiffman SS. Taste and smell losses in normal aging and disease. JAMA. 1997;278:1357-62.
12. Rhodes J, Titherley AC, Norman JA, Wood R, Lord DW. A survey of the monosodium glutamate content of foods and an estimation of the dietary intake of monosodium glutamate. Food Addit Contam. 1991;8(5):663-72.
13. National Academy of Sciences, National Research Council. The 1977 Survey of the industry on the use of food additives: estimates of daily intake, Vol. 3. Washington DC; National Academy Press; 1979.
14. Giacometti T. Free and bound glutamate in natural products. In: Filer LJ, Garattini S, Kare MR, Reynolds WA, Wurtman RJI, editors. Glutamic acid: advances in biochemistry and physiology. New York: Raven Press; 1979. p. 25-34.
15. Federation of American Societies for Experimental Biology (FASEB). Analysis of adverse reactions to monosodium glutamate (MSG). Prepared by the Life Sciences Research Office, FASEB, for the Center for Food Safety and Applied Nutrition, U.S. Food and Drug Administration. Bethesda, Maryland: FASEB; 1995.
16. Daniels D, Joe FL Jr, Diachenko GW. Determination of free glutamic acid in a variety of foods by high-performance liquid chromategraphy. Food Addit Contam. 1995;12(1):21-9.
17. Reeds PJ, Burrin DG, Stoll B, Jahoor F. Intestinal glutamate metabolism. J Nutr. 2000; 130 (4S Suppl):S978-82.
18. U.S. Department of Health and Human Services. Subpart A - General provisions: substances that are generally recognized as safe. Code of Federal Regulations: Food and Drugs. Vol. 21, No. 182.1(a).
19. Taliaferro PJ. Monosodium glutamate and the Chinese restaurant syndrome: A review of food additive safety. J Environ Health. 1995; 57(10): 8-12.
20. 21 Code of Federal Regulationห (CFR) 101.22.
21. Yamaguchi S, Takahashi C. Interactions of monosodium glutamate and sodium chloride on saltiness and palatability of a clear soup. J Food Sci. 1984;49(1):82-5.
22. Filer LJ. Public Forum: Analysis of adverse reactions to monosodium glutamate. Paper presented at open meeting of the Federation of American Societies for Experimental Biology, April 1993.
23. Battaglia FC. Glutamine and glutamate exchange between the fetal liver and the placenta. J Nutr. 2000;130:S974-7.
24. Pitkin RM, Reynolds WA, Stegink LD, Filer LJ Jr. Glutamate metabolism and placental transfer in pregnancy. In: Filer LJ, Garattini S, Kare MR, Reynolds WA, Wurtman R, editors. Glutamic acid: Advances in biochemistry and physiology. New York: Raven Press; 1979. p. 103-10.
25. Anantharaman K. In utero and dietary administration of monosodium L-glutamate to mice: Reproductive performance and development in a multigeneration study. In: Filer LJ, Garattini S,

Kare MR, Reynolds WA, Wurtman R, editors. Glutamic acid: Advances in biochemistry and physiology. New York: Raven Press; 1979. p. 231-53.

26. Joint FAO/WHO Expert committee on food additives. L-Glutamic acid and its ammonium, calcium, monosodium and potassium salts. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants, WHO Food Additives Series No. 22. New York: Cambridge University Press; 1988. p. 97-161.
27. Steiner J.E. What the neonate can tell us about umami. In: Kawamura Y, Kare MR, editors. Umami: A basic taste. New York: Marcel Dekker, Inc; 1987. p. 97-123.
28. Baker GL, Filer LJ, Stegink LD. Factors influencing dicarboxylic amino acid content of human milk. In: Filer LJ, Garattini S, Kare MR, Reynolds WA, Wurtman R, editors. Glutamic acid: Advances in biochemistry and physiology. New York: Raven Press; 1979. p. 111-24.
29. American Academy of Pediatrics, Committee on Drugs. The transfer of drugs and other chemicals into human milk. Pediatrics. 1994; 93(1):137-50.
30. Stegink LD, Filer LJ Jr, Baker GL, Bell EF. Plasma glutamate concentrations in 1-year-old infants and adults ingesting monosodium L-glutamate in consommé. Pediatr Res. 1986; 20(1):53-8.
31. Select Committee on GRAS Substances. Evaluation of the health aspects of certain glutamates as a food ingredient (SCOGS-37a.-Suppl.). Paper presented to U.S. Food and Drug Administration, 1980.
32. Takasaki Y. Studies on brain lesions after administration of monosodium L-glutamate to mice. II. Absence of brain damage following administration of monosodium L-glutamate in the diet. Toxicology. 1978;9(4):307-18.
33. Takasaki Y, Matsuzawa Y, Iwata S, O'Hara Y, Yonestani S, Ichimura M. Toxicological studies of monosodium L-glutamate in rodents: Relation-ship between routes of administration and neurotoxicity. In: Filer LJ, Garattini S, Kare MR, Reynolds WA, Wurtman R, editors. Glutamic acid: Advances in biochemistry and physiology. New York: Raven Press; 1979. p. 255-75.
34. Pardridge WM. Regulation of amino acid availability to brain: Selective control mechanisms for glutamate. In: Filer LJ, Garattini S, Kare MR, Reynolds WA, Wurtman R, editors. Glutamic acid: Advances in biochemistry and physiology. New York: Raven Press; 1979. p. 125-37.
35. Meldrum B. Amino acids as dietary excite-toxins: a contribution to understanding neurodegenerative disorders. Brain Res Brain Res Rev. 1993;18(3):293-314.
36. Sampson HA, Metcalfe DD. Food allergies. JAMA. 1993;268(20):2840-4.
37. American college of allergy, Asthma and Immunology (ACAAI). Position statement on monosodium glutamate. Arlington Heights, Illinois: ACAAI; 1991.
38. Simon RA. Additive-induced urticaria: exp-erience with monosodium glutamate (MSG). J Nutr. 2000;130 (4S Suppl):S1063-6.
39. Kwok RHM. Chinese restaurant syndrome. N Engl J Med. 1968;278(14):796.
40. Kerr GR, Wu-Lee M, El-Lozy M, McGandy R, Stare FJ. Prevalence of the Chinese restaurant syndrome. J Amer Diet Assoc. 1979;75(1):29-33.

41. Centers for Disease Control. Report on foodborne disease, 1975-1981. CDC surveillance annual summary, April 1981.
42. Centers for Disease Control. Foodborne disease outbreaks, 5-year summary, 1983-1987. CDC surveillance summaries, Vol. 39, No. SS-1, pp. 15-59, March 1990.
43. Morselli PL, Garattini S. Monosodium glutamate and the Chinese restaurant syndrome. Nature. 1970;227(5258):611-2.
44. Kenney RA, Tidball CS. Human susceptibility to oral monosodium L-glutamate. Am J Clin Nutr. 1972;25(2):140-6.
45. Kenney RA. Chinese restaurant syndrome. Lancet. 1980;1(8163):311-2.
46. Kenney RA. The Chinese restaurant syndrome: an anecdote revisited. Food Chem Toxicol. 1986;24(4):351-4.
47. Wilkin JK. Does monosodium glutamate cause flushing (or merely “glutamania”)? J Am Acad Dermatol. 1986;15(2 Pt 1):225-30.
48. Tarasoff L, Kelly MF. Monosodium L-glutamate: a double-blind study and review. Food Chem Toxicol. 1993;31(12):1019-35.
49. Chin KW, Garriga MM, Metcalfe DD. The histamine content of oriental foods. Food Chem Toxicol. 1989;27(5):283-7.
50. Walker R, Lupien JR. The safety evaluation of monosodium glutamate. J Nutr. 2000;130(4S Suppl):S1049-52.