

หนูทดลองขณะที่ nitrosodiethylamine เป็นสารก่อมะเร็งที่รุนแรงน้อยกว่าคือมีค่า LD₅₀ 216 มิลลิกรัม/กิโลกรัมหนูทดลอง

ค่า LD₅₀ (มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักหนูทดลอง) ของไนโตรซามีน

Di-n-propylnitrosamine	> 400
Di-n-buthylnitrosamine	1200
Methylbenzyl nitrosamine	18
Nitrosomorpholine	282
Nitrosopyrrolidine	900
Nitrosopiperidine	200
Nitrosodipropylamine	216

ไนโตรซามีนที่ศึกษากันมากในแง่ของสารก่อมะเร็งได้แก่ nitrosodimethylamine ทำให้เกิดมะเร็งที่ตับและไต nitrosodiethylamine ทำให้เกิดมะเร็งที่กระเพาะปัสสาวะ หลอดอาหารและปอด nitrosopiperidine ทำให้เกิดมะเร็งที่หลอดอาหารและกระเพาะอาหาร ไนโตรซามีนพบมากในอาหารประเภทเบียร์ ผลิตภัณฑ์จากนม และโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เช่น กุนเชียง ไส้กรอก แฮม เบคอน ปลาจ๋า ซึ่งพบ nitrosodimethylamine, nitrosopyrrolidine และ nitrosopiperidine มีปริมาณในช่วง 1-80, 1-200 และ 1-300 ไมโครกรัม/กิโลกรัมตามลำดับ ปริมาณและชนิดของไนโตรซามีนในอาหารดังกล่าวขึ้นอยู่กับปริมาณของสารไนเตรต หรือไนไตรต์ที่เติมในผลิตภัณฑ์และชนิดของเอมีนในอาหารนั้น ตลอดจนกรรมวิธีการผลิต การใช้สารไนเตรตและไนไตรต์ในอาหารประเภทเนื้อสัตว์เริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2468 เพื่อจุดประสงค์หลักคือช่วยรักษาคุณสมบัติด้านสีของเนื้อสัตว์ให้น่ารับประทาน เสริมกลิ่น รสชาติ ยับยั้งการเจริญและสร้างสปอร์พิษของ *Clostridium botulinum* สำหรับประเทศไทยอนุญาตให้ใช้ในเนตรและไนไตรต์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ไม่เกิน 500 และ 125 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร ตามลำดับ แต่ปรากฏว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ไม่เกิน 500 และ 125 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร ตามลำดับ แต่ปรากฏว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่วางขายหลายชนิดมีระดับไนเตรตและไนไตรต์เกินมาตรฐาน โดยเฉพาะเนื้อเค็ม มีระดับไนเตรตและไนไตรต์เกินมาตรฐานร้อยละ 47 และ 35 ของจำนวนตัวอย่างตามลำดับ ในปัจจุบันห้ามมิให้เจือสีในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ จึงมีการใช้สารไนเตรตและไนไตรต์มากยิ่งขึ้น ส่วนเอมีนนั้นมีอยู่ในเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะ

เนื้อสัตว์ติดมันจะพบ proline และ hydroxyproline มากในส่วนของเซลล์ไขมัน และเป็นสารเริ่มต้นของ nitrosopyrrolidine ซึ่งพบมากในเบคอน เพราะทำจากเนื้อหมูสามชั้น ไส้กรอกนิยมเติมไขมันเพื่อเพิ่มความนุ่ม ในปลามี diethylamine และ trimethylamine oxide ซึ่งเป็นสารเริ่มต้นของ nitrosodiethylamine และ nitrosodimethylamine ตามลำดับ ส่วนในพริกไทยประกอบด้วยเอมีน piperine ซึ่งเป็นสารให้รสชาติเผ็ดร้อนเฉพาะตัว และถูกเปลี่ยนเป็น piperidine เป็นสารเริ่มต้นของ nitrosopiperidine ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของมะเร็งที่หลอดอาหาร สำหรับอุตสาหกรรมผลิตไส้กรอก หมูยอ ผู้ผลิตมักผสมเครื่องปรุงประกอบด้วย เกลือไนเตรต และ/หรือไนไตรต์ เกลือแคง พริกไทยและเครื่องเทศอื่น ๆ เก็บไว้ปริมาณมากและอาจเก็บรักษาในสภาพชื้นเป็นเวลานาน ก่อให้เกิดสารก่อมะเร็ง nitrosopiperidine ปริมาณมากขึ้นตามระยะเวลาเก็บ เช่น ในเครื่องปรุงผสมสำหรับผลิตไส้กรอก อายุการเก็บนาน 1 และ 3 เดือน ตรวจพบ nitrosopiperidine ปริมาณ 7 และ 25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อนำเครื่องปรุงผสมมาใช้ จึงมีสารก่อมะเร็งดังกล่าวปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ผงหมักเนื้อที่ประกอบด้วยดินประสิว พริกไทยและเครื่องเทศต่าง ๆ ก็มีโอกาสเกิดไนโตรซามีนได้ จึงควรบรรจุเครื่องเทศและพริกไทยแยกจากดินประสิว เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดไนโตรซามีน

กรรมวิธีการปรุงอาหาร ประเภทปิ้ง/ย่าง แม้ว่าจะเป็นทำให้เนื้อสัตว์นั้นมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน โดยการย่างเนื้อบนเปลวไฟโดยตรง เพื่อให้ผิวนอกไหม้เกรียมกรอบอร่อย ส่วนภายในชิ้นเนื้อยังคงความนุ่มและชุ่มฉ่ำ เช่น ปลายี่หวี เสือร้องไห้ หมูปิ้ง ปลาหมึกย่าง หมูหัน จนนึ่งกรอบ วิธีการดังกล่าวนี้ทำให้เกิดไนโตรซามีนบนผิวหน้าสัมผัสเปลวไฟได้ เพราะออกไซด์ของไนโตรเจนทั้งจากเชื้อเพลิงและอากาศร่วมกับเอมีนจากเนื้อสัตว์และเครื่องเทศ ถูกเหนี่ยวนำที่อุณหภูมิสูง ทำให้เกิดสารไนโตรซามีนได้มากกว่าการอบ ซึ่งเป็นการทำให้สุกในที่ม็อกอากาศจำกัด จึงมีโอกาสเกิดสารไนโตรซามีนน้อยกว่า ส่วนการทำให้สุกโดยการทอด ปรากฏปริมาณไนโตรซามีนในผลิตภัณฑ์ลดลง โดยเฉพาะไนโตรซามีนชนิด nitrosopyrrolidine และ nitrosopiperidine ซึ่งละลายได้ดีใน

น้ำมัน จึงอยู่ในน้ำมันที่เหลือจากการทอดมากกว่าในชิ้นผลิตภัณฑ์ เช่น พบ nitrosopyrrolidine ในน้ำมันที่ใช้ทอดเบคอนมากกว่าในชิ้นเบคอนสุกแล้วถึง 2 เท่า ดังนั้นการนำน้ำมันที่ใช้ทอดผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลาย ๆ ครั้งกลับมาใช้อีก อาจเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของไนโตรซามีนในอาหารทอด

คนเราได้รับไนโตรซามีนหลายทาง นอกจากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนด้วยไนโตรซามีนแล้ว ยังอาจเกิดไนโตรซามีนในระบบย่อยอาหาร เช่น ในกระเพาะอาหารที่มีระดับความเป็นกรดพอเหมาะ โดยเฉพาะคนสูบบุหรี่จะมีอัตราการเสี่ยงต่อโรคมะเร็งสูงกว่าปกติ เพราะในน้ำลายของคนสูบบุหรี่มีสารไฮโปไซยาเนตมากกว่าคนปกติ 3-4 เท่า ไฮโปไซยาเนตจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเกิดไนโตรซามีนในร่างกาย ดังนั้นจึงควรงดการสูบบุหรี่ หลีกเลี่ยงอาหารที่มีไนเตรตและไนไตรต์ บริโภคแต่อาหารประเภทที่ให้อาหารมาก เช่น ผัก ผลไม้ เพราะนอกจากลดอัตราการเกิดไนโตรซามีนที่อาจเกิดขึ้นในระบบย่อยอาหารแล้ว ยังช่วยให้ระบบขับถ่ายดีขึ้น ประเทศไทยนิยมใช้สารไนเตรต ไนไตรต์ และพริกไทยกันมากในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ จึงอาจก่อให้เกิดอันตรายจากสารไนโตรซามีนสำหรับผู้ผลิตควรลดปริมาณการใช้สารไนเตรตและไนไตรต์พร้อมกับเติมสารรีดิวซ์ เพื่อยับยั้งการเกิดไนโตรซามีน เช่น กรดแอสคอร์บิก โซเดียมแอสคอร์บิก โซเดียมแอสคอร์เบท ผู้บริโภคควรลดปริมาณการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปและอาหารประเภทปิ้ง ย่าง ควรเพิ่มการรับประทานผัก ผลไม้ที่ล้างจนสะอาดปลอดจากยาฆ่าแมลงเพื่อจะได้ห่างไกลจากโรคมะเร็ง

เอกสารอ้างอิง

1. Boyland, E. Walker, E.A. Effect of thiocyanate on nitrosation of amines. *Nature*, 1974 vol.248, no.5449, P.601-602
2. Fine, D.H. N-nitroso compound in the environment. In *Advances in Environmental Science and Technology*. New York, John Wiley, 1980, vol.10 p.39-123
3. Sen, N.P., Miles, W.F. Formation of nitrosamines in a meat curing mixtures. *Nature*, 1973, vol.245, no.5419, p.104-105
4. Shank, R.C. Toxicology of N-nitroso compounds. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1975, vol.31, p.361-368