

# ข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตั้งข้อกำหนด เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร A Scientific Basis for Regulations on Pathogenic Microorganisms in Foods

สิริพร สอนเสาวภาคย์

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กฎหมายอาหารโดยทั่วไปมักจะกำหนดให้อาหารต้องปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่ในความเป็นจริงแล้วการกำหนดให้ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหารหรือที่เรียกว่า “zero tolerance” ในทางปฏิบัติแล้วเป็นไปได้ยากที่จะกำจัดเชื้อเหล่านี้ให้หมดไป ดังนั้นจึงควรนำข้อกำหนดเหล่านี้มาพิจารณาใหม่ โดยนำข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาประกอบ ซึ่งข้อกำหนดใหม่นี้จะมีความสำคัญต่อการค้าระหว่างประเทศ ทำให้การกีดกันทางการค้าหมดไปตลอดจนในด้านความปลอดภัยของอาหารซึ่งปัจจุบันนี้กฎหมายอาหารของประเทศแถบยุโรปตลอดจนคณะกรรมการอาหาร (Codex Alimentarius Commission ) ได้ยินยอมให้มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้ แต่จะต้องมีปริมาณตลอดจนชนิดของจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

## การตั้งข้อกำหนดความเสี่ยงทางจุลินทรีย์ ( The challenge of microbiological risk -assessment )

**Table 1.** Factors that complicate microbiological risk assessment.

Changes in numbers of microorganisms during storage, handling, and preparation for consumption, including effects of cooking
Heterogeneous distribution of microorganisms within a food
Role of the consumer
Person- to- person transmission
Ability of a single agent to cause a wide variety of disease syndromes
Principle concerns are short- term rather than long- term effects
Host effects
Food vehicle effects

From : Paulus M. Verschuren, 1995.

จาก Table 1. จะเห็นได้ว่าการตั้งข้อกำหนดปริมาณของสารเคมีที่เป็นอันตรายในอาหารจะเป็นเรื่องง่าย ไม่มี ความซับซ้อนเหมือนการตั้งข้อกำหนดปริมาณที่อาจเป็นอันตรายของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร ยกตัวอย่างเช่น ความเข้มข้นตลอดจนปริมาณของสารเคมีที่ปนเปื้อนในอาหาร จะไม่เพิ่มหรือลดลงในช่วงระหว่างเก็บรักษา ขนส่ง จัดจำหน่าย จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ซึ่งตรงกันข้ามกับจุลินทรีย์จะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจำนวนจุลินทรีย์ในอาหาร ณ จุดที่ซื้อมักจะอาจไม่มีความสัมพันธ์เลยกับจำนวนจุลินทรีย์ในอาหารที่พร้อมจะบริโภค ลักษณะการปรุงอาหาร เช่น ปรุงไม่สุก การปนเปื้อนในระหว่างการปรุงตลอดจนการเก็บรักษาอาหารที่ปรุงแล้วไว้ในที่อุณหภูมิไม่เหมาะสมก็มีส่วนสำคัญในการเปลี่ยนแปลงจำนวนของจุลินทรีย์ในขณะที่สารเคมีอันตรายบางตัวเท่านั้นที่จะถูกทำลาย โดยการหุงต้ม และโดยทั่วไปแล้วความปลอดภัยของสารเคมีในอาหารไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณการปรุงอาหารที่ถูกวิธี นอกจากนี้การกระจายตัวของ

เชื้อในอาหารก็ไม่มีรสขมหรือเปรี้ยว อาจตรวจพบจุลินทรีย์มากในจุดใดจุดหนึ่งของอาหารซึ่งจะแตกต่างจากสารเคมีอันตรายในอาหารที่จะมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ

บทบาทของผู้บริโภคเองก็มีความสำคัญในการทำให้เกิดความปลอดภัยในอาหารการปนเปื้อนของสารเคมีในอาหารส่วนใหญ่ จุดวิกฤติ ( critical control points ) จะอยู่ที่แหล่งผลิตในฟาร์ม ( farm ) หรือในโรงงานผลิต ( processing plant ) แต่อันตรายจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารประเภทที่ได้จากสัตว์หรือผลิตภัณฑ์ของสัตว์ เช่น เนื้อ ไข่ หรืออาหารทะเล การปรุงอาหารที่บ้านจะเป็นจุดวิกฤติแทน ดังนั้นการให้การศึกษาและความรู้แก่ผู้บริโภคในการเก็บรักษา การปรุงอาหาร ย่อมก่อให้เกิดสุขลักษณะที่ดีในการปรุงอาหาร ความปลอดภัยในการบริโภคอาหารก็จะเกิดขึ้น

เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร สามารถติดต่อกันได้ระหว่างบุคคลต่อบุคคล ในขณะที่อันตรายของสารเคมีในอาหารไม่สามารถติดต่อกันได้ ดังนั้นบุคคลที่ติดเชื้ออาจทำให้เกิดการระบาดของโรคได้ในชุมชน เช่น ผู้ปรุงอาหาร หรือพนักงานเสิร์ฟอาหารในภัตตาคาร

นอกจากนี้ความซับซ้อนทางจุลินทรีย์ก็มีอีกมากมายเช่น เชื้อชนิดเดียวกันทำให้เกิดโรคและอาการต่างกัน เช่น เชื้อ *Escherichia coli* 0157 สามารถทำให้เกิดโรตั้งแต่ท้องเดินจนกระทั่งถ่ายเป็นเลือด เลือดออกในกระเพาะปัสสาวะ จนถึงไตวาย ในขณะที่อันตรายจากสารเคมีส่วนใหญ่ต้องใช้ระยะเวลาอันเหมาะสม จึงจะมีการแสดงอาการของอาการ เช่น การสะสมของสารอพาโทกซินจนกระทั่งทำให้เกิดมะเร็งในตับอาจใช้เวลาหลายปี ในขณะที่อันตรายจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหารจะเกิดอย่างรวดเร็ว เช่น ถ้าเรารับประทานอาหารที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Salmonella* ในปริมาณสูง ระยะเวลาที่ตัวของโรคอาจเพียง 12-36 ชั่วโมง ผู้ป่วยก็จะแสดงอาการของโรค เช่น ท้องเสีย อาเจียน เป็นต้น

### ปัจจัยเกี่ยวกับตัวบุคคล ( Host factors )

ปัจจัยเกี่ยวกับตัวบุคคลเองก็มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดความรุนแรงของโรค ดังแสดงใน Table 2. เช่น อายุ สภาวะของโภชนาการ การติดเชื้ออยู่ก่อนแล้ว ระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง ความเครียด เหล่านี้ล้วนมีผลต่อการติดเชื้อได้ง่าย เช่น เชื้อ *E. coli* 0157 จะเกิดความรุนแรงจนกระทั่งถึงแก่ชีวิตได้ง่ายในเด็กและคนชรา ในขณะที่คนหนุ่มสาวอาจมีอาการเพียงท้องเดินเล็กน้อย หรือไม่แสดงอาการเลยก็ได้ หรือโรคที่เรียก “infant botulism” ก็เกิดเฉพาะในเด็กเท่านั้น โดยการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนด้วยเซลล์ของ *Clostridium botulinum* ในขณะที่พิษ (toxin) ของเชื้อนี้ทำให้เกิดโรคในบุคคลทุกวัย เชื้อ *Listeria monocytogenes* ทำให้เกิดโรคได้ง่ายในเด็ก สตรีมีครรภ์ ตลอดจนผู้มีระบบภูมิคุ้มกันบกพร่องทำให้เสียชีวิตหรือแท้งได้ ความสัมพันธ์ระหว่างโรค Listeriosis กับการทำให้สตรีมีครรภ์แท้งบุตร ดูจะเป็นตัวอย่างที่ดีที่สุดในการแสดงปัจจัยของตัวบุคคลที่มีต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร

**Table 2.** Host factors that influence susceptibility to microbiological food-borne disease

Age
Pregnancy
Nutritional status ( including alcohol intake, intake of colostrum in newborns )
Concurrent or recent infections
Immunological status
Physiological factors ( e.g., gastric acidity, gastric emptying, gut flora )
Use of medication
Stress

From: Paulus M. Verschuren, 1995.

ปัจจัยเกี่ยวกับตัวบุคคลทำให้ความต้านทานของโรคในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน เช่นคนยุโรปที่มีโภชนาการดี ย่อมมีความต้านทานต่อโรคดีกว่าคนในประเทศด้อยพัฒนาที่ขาดอาหารเป็นต้น แต่ก็มีส่วนที่ตรงกันข้ามกัน เช่น คนในประเทศด้อยพัฒนาอาจมีความต้านทานในเชื้อ *Campylobacter* หรือ enterotoxigenic *E. coli* มากกว่าคนยุโรป เนื่องจากบุคคลเหล่านี้อาจได้รับเชื้อเหล่านี้ตั้งแต่เด็กที่ละน้อยจนกระทั่งสามารถสร้างภูมิต้านทานขึ้นได้

### อิทธิพลของอาหารที่เป็นพาหะ ( Effects of the food vehicle )

ตัวอาหารที่เป็นพาหะทำให้เกิดโรคมักมีบทบาทสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง ( Table 3 ) เช่น ปริมาณไขมัน วัตถุกันเสีย ความเป็นกรด เชื้อจุลินทรีย์ที่มีทั่วไปในอาหาร ระยะเวลาที่อาหารอยู่ในกระเพาะ และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหาร เป็นต้น ตัวอย่างเช่น อาหารที่มีไขมันมากจะช่วยคุ้มครองเชื้อ *Salmonella* ที่ปนเปื้อนในอาหารให้สามารถอยู่รอดจนกระทั่งอาหารเดินทางลงสู่กระเพาะ การเก็บรักษาอาหารในตู้เย็นช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคบางชนิด เช่น *Campylobacter* แต่ในทางตรงกันข้าม เชื้อ *Yersinia* หรือ *Listeria* สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิตู้เย็น นอกจากนี้ความแตกต่างของเผ่าพันธุ์มนุษย์ในการเลือกรับประทานอาหารหรือลักษณะการเตรียมอาหารปรุงสุกอาหารที่แตกต่างกัน ก็ทำให้ความเสี่ยงทางด้านจุลินทรีย์แตกต่างกันด้วย

**Table 3.** Factors in foods which may influence minimal infective dose

Fat content
Iron content
Stresses ( e.g., heat, acidity, cold )
Background flora
Preservatives
Physical state ( i.e. liquid vs. solid )
Circumstances of ingestion
Buffering
Storage history and storage temperature

From : Paulus M.Verschuren, 1995.

### การกำหนดค่าน้อยที่สุดของจุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดโรค ( The concept of minimal infective dose )

Minimal Infective Dose , MID คือปริมาณจุลินทรีย์ที่น้อยที่สุดที่สามารถทำให้เกิดโรคได้ ซึ่งดูเหมือนว่าจะกำหนดได้ง่าย แต่โดยความเป็นจริงแล้วเป็นเรื่องที่ทำได้ยากเนื่องจากปัจจัยของตัวบุคคล ( host factors ) และอาหารที่เป็นพาหะ ( food vehicle ) ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และในขณะเดียวกัน ความแตกต่างของสายพันธุ์จุลินทรีย์ ( strain ) ก็ทำให้ค่า MID ต่างกัน ดังนั้น จึงอาจมีความจำเป็นในการที่จะกำหนดค่า MID แยกกันระหว่างประชาชนในแต่ละกลุ่ม เช่น สตรีมีครรภ์ แยกจากคนปกติ หรือ อาหารที่เป็นพาหะในแต่ละประเภท เช่น เนยแข็ง ซึ่งเสี่ยงกับการปนเปื้อนด้วย *L. monocytogenes* หรือ เนื้อบดในแฮมเบอร์เกอร์ ถ้าปรุงไม่สุกก็อาจปนเปื้อนด้วย *E. coli* 0157 ได้ การที่เราจะกำหนดค่า MID ได้จะต้องมีข้อมูลเพียงพอ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาระบาดวิทยา การทดสอบในอาสาสมัครหรือสัตว์ทดลอง ตลอดจนงานวิจัยเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรค

### บทบาทของสัตว์ทดลอง ( The role of animal models )

ข้อมูลเกี่ยวกับอันตรายของสารเคมีในอาหารส่วนใหญ่ได้มาจากการศึกษาในสัตว์ทดลอง แต่ตรงกันข้ามการใช้สัตว์ทดลอง ในการกำหนดค่าความเสี่ยงทางจุลินทรีย์ ค่อนข้างจะจำกัด เนื่องจากในมนุษย์เอง ก็มีความแตกต่างในแต่ละตัวบุคคลในด้านความต้านทานต่อเชื้อโรค ดังนั้น ในสัตว์ทดลองก็ย่อมแตกต่างจากมนุษย์มากขึ้น นอกจากนี้ การศึกษาใน

สัตว์ทดลองจะใช้วิธี tube-feeding โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ ( pure culture ) ซึ่งจะแตกต่างจากการที่มนุษย์บริโภคอาหารที่เป็นพาหะเข้าไป ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จะใช้ข้อมูลจากการศึกษาในสัตว์ทดลองต่อเมื่อไม่สามารถได้ข้อมูลมาจากทางอื่นแล้ว

### การศึกษาในอาสาสมัคร ( Human volunteer studies )

การทดสอบค่า MID ในอาสาสมัครก็มีข้อควรคำนึงถึง นั่นก็คือ ความปลอดภัย ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วการทดสอบในอาสาสมัครจะทำการทดลองกับกลุ่มคนที่มีสุขภาพแข็งแรง อยู่ในวัยหนุ่มสาวและส่วนใหญ่จะเป็นผู้ชาย ซึ่งบุคคลเหล่านี้ไม่ได้อยู่ในกลุ่มบุคคลที่จะติดเชื้อได้ง่าย ดังนั้นค่า MID ของอาสาสมัครอาจจะสูงกว่าค่า MID ที่ได้จาก เด็ก คนชรา หรือบุคคลที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ

นอกจากนี้ในอาสาสมัครเองก็จะมีอิทธิพลของอาหารที่เป็นพาหะ และความต้านทานต่อสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่นการศึกษาเชื้อ Salmonella ในอาสาสมัคร พบว่าต้องรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อนี้ถึง  $10^6$  เซลล์

จึงจะทำให้เกิดโรคได้ แต่จากการศึกษาระหว่างที่มีการระบาดของเชื้อนี้พบว่าการรับประทานเชื้อนี้เข้าไปเพียง  $10-10^2$  เซลล์ก็ทำให้เกิดโรคได้

### การศึกษาระบาดวิทยา ( Epidemiological studies )

การศึกษาทางระบาดวิทยา เป็นการศึกษาถึงสาเหตุและการกระจายของเชื้อในกลุ่มประชากร ซึ่งจะให้เกิดความเข้าใจถึงสาเหตุของการระบาดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหารและวิธีป้องกัน ตัวอย่างเช่นในปี 1992 มีการศึกษาระบาดวิทยาในประเทศฝรั่งเศส ซึ่งทำให้ทราบถึงการระบาดของโรค Listeriosis ว่าเกิดจากการบริโภคลิ้นสุกร (pork tongue) หรือ ในปี 1993 มีการระบาดของ *E. coli* O157 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเกิดจากการบริโภคเนื้อบดที่ปรุงไม่สุก และมีการเรียกคืนเนื้อบดที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *E. coli* O157 กลับมายังบริษัทใหญ่ ทำให้การระบาดของเชื่อนี้ยุติลง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการศึกษาระบาดวิทยามีประโยชน์ต่อการป้องกันการระบาดของเชื้อ และข้อดีจากการศึกษาระบาดวิทยาคือ กลุ่มที่เราศึกษาจะมีบุคคลทุกประเภท ทุกวัย ไม่เหมือนกับการศึกษาในอาสาสมัคร นอกจากนี้อาหารที่เป็นพาหะก็จะเป็นอาหารจริงๆที่เราบริโภคไม่ใช่ เชื้อบริสุทธิ์ของจุลินทรีย์

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาระบาดวิทยาจะมีประโยชน์ยิ่งขึ้นในการกำหนดความเสี่ยงทางจุลินทรีย์ก็ต่อเมื่อมีการสำรวจ ศึกษาทันทีที่มีการระบาดเกิดขึ้น อาหารที่สงสัยว่าจะเป็นพาหะจะต้องได้รับการตรวจสอบทันที เพื่อจะได้ทราบปริมาณของเชื้อที่รับประทานเข้าไป และอาจจะต้องตรวจสอบกลับไปถึงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารนั้น

### งานวิจัยที่เร่งด่วน ( Priorities for future research )

จากข้อมูลต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้เห็นได้ว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องแสวงหาข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตั้งข้อกำหนดเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านความปลอดภัยของอาหาร และเพื่อประโยชน์ทางการค้าระหว่างประเทศต่อไป ในด้านของงานวิจัยควรเน้นวิจัยเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรค อาหารที่เป็นพาหะของโรค ตลอดจนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใหม่ๆที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร ซึ่งข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการกำหนดมาตรฐานอาหารในอนาคต เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคตลอดจนลดการกีดกันทางการค้าให้หมดไป

### บรรณานุกรม

- Mossell, D.A.A., and Struyk, C.B. 1993. Workshop on risk assessment of human exposure to pathogenic microorganisms. *Int. J. Food Microbiol.* 18:239-244.
- Verschuren, P.M.1995. A scientific basis for regulations on pathogenic microorganisms in foods. *Dairy, Food and Environ. Sani.* 15:301-308.