การประเมินการสัมผัสจุลินทรีย์ก่อโรคในนมโรงเรียน จากอุตสาหกรรมการผลิตนมพลาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็ก

Exposure Assessment of pathogenic microbial from small scale pasteurize school milk

จินดาวัลย์ วิบูลย์อุทัย (Jindawan Wibuloutai)[1]
ธิดารัตน์ สมดี (Thidarat Somdee)[1*]
จิรภา เพชร์สม (Jirapa Phetsom)[2]

บทคัดย่อ

การประเมินการสัมผัสเชื้อก่อโรคในนมพาสเจอร์ไรส์ 2 ชนิด คือ *Bacillus cereus* และ *Staphylococus aureus* จากอุตสาหกรรมการผลิตนมพลาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็กที่ผลิตนมเข้าสู่โครงการนมโรงเรียน โดยที่การประเมินการได้รับสัมผัสเชื้อก่อโรค เป็นการประเมินหาความน่าจะเป็นของการสัมผัสเชื้อก่อโรคในนมขณะบริโภค (Probability of exposure) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างนมที่โรงเรียนจำนวน 35 ตัวอย่าง จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *B. cereus* พบว่า ความชุกของเชื้อในนมมีค่าสูง ร้อยละ 97 และจากการประเมินความเสี่ยงด้วยโปรแกรม @Risk พบว่า โอกาสความน่าจะเป็นในการสัมผัสในนมขณะบริโภคมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 97.3 ส่วนความน่าจะเป็นในการเจ็บป่วยจากนมขณะบริโภค มีค่ามากที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 8.09 และความเสี่ยงของการเจ็บป่วยจากการสัมผัสในนมขณะบริโภค คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่าร้อยละ 7.87 ถ้าเด็กนักเรียน จำนวน 100 คน บริโภคนมดังกล่าวจะมีความเสี่ยงของการเจ็บป่วยเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 7.87 ดังนั้นการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคอยู่ในระดับต่ำ ส่วนการตรวจวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* พบค่าความชุกในนมมีค่าร้อยละ 35.14 โอกาสความน่าจะเป็นในการสัมผัส ในนมขณะบริโภคมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 35.14 ส่วนความน่าจะเป็นในการเจ็บป่วยจากนมขณะบริโภค มีค่ามากที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 14.97 และความเสี่ยงของการเจ็บป่วยจากการสัมผัสในนมขณะบริโภค คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่าร้อยละ 0.55 ถ้าหากเด็กนักเรียน จำนวน 100 คน บริโภคนมดังกล่าวจะมีความเสี่ยงของการเจ็บป่วยเฉลี่ยจำนวน 0.55 คน ดังนั้นค่าการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคอยู่ในระดับต่ำมาก

[1] *อาจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสาคาม 44150*
[2] *คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสาคาม 44150*
** Corresponding author, e-mail: thida_tay@yahoo.com*

Abstract

Exposure Assessment of two pathogenic microbial in pasteurized milk included *Bacillus cereus* and *Staphylococus aureus* as determination of small scale production supply for school milk, random sampling from total 35 school milk samples. This evaluation scoped with the exposure assessment of these two pathogens in milk during consumption. The results showed the probabilistic exposure of prevalence of *B. cereus* in consumed milk was 97%. This data set also analyzed with @Risk software and found the highest value at 97.3% of prevalence of B. cereus in consumed milk. The probability of illness by *B. cereus* during consume milk was calculated that resulted the average and the highest was 7.87, and 8.09%, respectively. When one hundred students consumed milk, the averaged patient number was 7. The risk assessment was determined at low level. The analyses of *S. aureus* contamination found that the prevalence in consumed milk was 35.14%. The probability of consumed milk exposure showed the highest level at 35.14% as well as the probability of illness at 14.97%. Also, the risk of illness by exposure was 0.55. That mean for one hundred students consumed school milk, 0.55 student will be at risk of illness. Therefore, the risk assessment of milk consuming in very was low level.

คำสำคัญ: การประเมินการได้รับสัมผัสนมโรงเรียน, ความน่าจะเป็นของการได้รับสัมผัสนมโรงเรียน, เชื้อก่อโรคนมโรงเรียน

Keywords: Exposure assessment in school milk, Probability of Exposure in school milk, pathogenic microbial in school milk

บทนำ

นโยบายรัฐบาลกำหนดให้นักเรียนชั้น ป.1-ป.4 ทุกคนได้ดื่มนมทุกวัน โดยให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดซื้อให้ จากรายงานการศึกษาโครงการพัฒนามาตรฐานนมพร้อมดื่มแบบยั่งยืน ระหว่างปี 2546 - 2548 ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พบมีปัญหาหลักด้านจุลินทรีย์มากกว่าด้านเคมี ซึ่งปัญหาที่พบมากที่สุดคืออันตรายของเชื้อโรคที่ติดมากับน้ำนม ได้แก่ เชื้อวัณโรค โรคแท้งติดต่อ ฝีหนองบริเวณผิวหนัง โรคลำไส้อักเสบ และอุจจาระร่วงจากเชื้อแบคทีเรีย เช่น เชื้อ *E. coli, Salmonella spp., S. aureus* และ *Campylobacter spp.* เป็นต้น (Blaser and Newman, 1982) โดยเฉพาะปี 2548 พบมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ชนิด *Bacillus cereus* ร้อยละ 77.92 (บุญศรี และคณะ, 2551) โดยที่นมที่ผลิตเข้าสู่โครงการนมโรงเรียนมี 2 ประเภท คือ นมพาสเจอร์ไรส์ และนมยูเอชที

นมพาสเจอร์ไรส์ เป็นนมที่ผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ที่ระดับอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือทำให้ร้อนไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 16 วินาที และทำให้เย็นลงทันทีเป็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ทั้งนี้จะผ่านกรรมวิธีทำน้ำนมสดเป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ได้และต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส และระยะเวลาจำหน่ายต้องไม่เกิน 3 วัน นับแต่วันที่บรรจุในภาชนะบรรจุ (กระทรวงสาธารณสุข, 2522) โดยที่นมพาสเจอร์ไรส์เป็นนมที่ต้องให้ความสำคัญในเรื่องอุณหภูมิ ระยะเวลาการขนส่งและการเก็บรักษา เนื่องจากขั้นตอนการผลิตไม่สามารถทำลายเชื้อบางชนิดที่ทนความร้อนสูงและทอกซินจากเชื้อบางประเภทได้ โดยเฉพาะ

enterotoxin จากเชื้อ *B. cereus* นอกจากนี้ในขั้นตอนการแปรรูปนมในโรงงานที่ขาดสุขลักษณะที่ดีอาจเกิดการปนเปื้อนหลังผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อ (post pasteurized contamination) ของจุลินทรีย์บางชนิด เช่น *E. coli* และ Coliform เป็นต้น (เวณิกา และคณะ, 2549)

การควบคุมให้อาหารมีความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทำได้โดยการจัดการด้านสุขาภิบาลของอาหารให้ดีถูกสุขลักษณะ มีการตรวจสอบอาหารสม่ำเสมอทั้งทางกายภาพ เคมี และทางจุลชีววิทยา การตรวจสอบอาหารครบทุกด้านต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง วิธีการหนึ่งที่นิยมปฏิบัติกันโดยทั่วไปได้แก่ การตรวจสอบทางจุลชีววิทยา ซึ่งสามารถตรวจสอบหาแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคโดยตรง เช่น จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ คือ *B. cereus* และ *S. aureus* (ธวัชชัย และคณะ, 2540) ซึ่งปัญหาของการเกิดโรคทางเดินอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ทำให้ทุกประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยพยามยามหาวิธีและมาตรการที่จะป้องกัน รวมทั้งพิสูจน์และตรวจสอบให้ได้ว่า อาหารที่ประชาชนบริโภคนั้นปลอดภัย และมีคุณภาพดี โดยองค์การอนามัยโลกและโครงการมาตรฐานอาหาร FAO/WHO ซึ่งเป็นหน่วยงานที่กำหนดมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศได้หาวิธีการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายของสารพิษต่างๆ ด้วยหลักการของการประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) หมายถึง กระบวนการประเมินโอกาสที่จะเกิดความเป็นพิษต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เช่น การเจ็บป่วยและเสียชีวิตจากการได้รับสารเคมีหรือเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับการประเมินระดับความปลอดภัยของอาหาร ซึ่งประกอบด้วย การแสดงถึงความเป็นอันตรายของสารพิษ (Hazard identification) การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard characterization) การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) และการอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk characterization) เพื่อป้องกันอันตรายจากอาหารสู่ผู้บริโภค

การประเมินการสัมผัส (Exposure assessment) ตามแนวทางของคณะกรรมาธิการโคเด็กซ์ (Codex Alimentarius Commission) คือ การประมาณความเป็นไปได้ที่คนหนึ่งคนหรือประชากรกลุ่มหนึ่งจะได้รับสัมผัสกับอันตรายจากจุลินทรีย์ (Probability of exposure) และปริมาณจุลินทรีย์ (Dose) เข้าในร่างกาย (exposed) (ศุภชัย และคณะ, 2550) สำหรับจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินอันตรายทุกขั้นตอนของห่วงโซ่อาหารที่ผู้บริโภคมีโอกาสได้รับจากปริมาณและความถี่ของการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อน (เพ็ญศรี และคณะ, 2552) ข้อมูลซึ่งต้องการทราบเพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณจุลินทรีย์มีอยู่ 2 ปัจจัยหลัก คือ ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอาหาร (concentration of pathogen) และ ปริมาณการบริโภคอาหารชนิดนั้นๆ (consumption data) การประเมินการสัมผัส เป็นกระบวนการเพื่อประมาณความน่าจะเป็น (probability) หรือ ความเป็นไปได้ (likelihood) ที่คนแต่ละคนหรือประชากรที่สนใจจะรับสัมผัส (expose) อันตราย (hazard) ซึ่งในขั้นตอนการประเมินการสัมผัสหรือ Exposure Assessment จำเป็นจะต้องทราบข้อมูล 2 ส่วนหลักๆ คือ 1) โอกาสในการรับสัมผัสกับจุลินทรีย์ก่อโรค (Probability of Exposure) 2) จำนวนเชื้อที่เข้าสู่ร่างกาย (Dose) เพื่อให้สามารถประเมินการสัมผัสอย่างเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนยิ่งขึ้น (ศุภชัย, 2550)

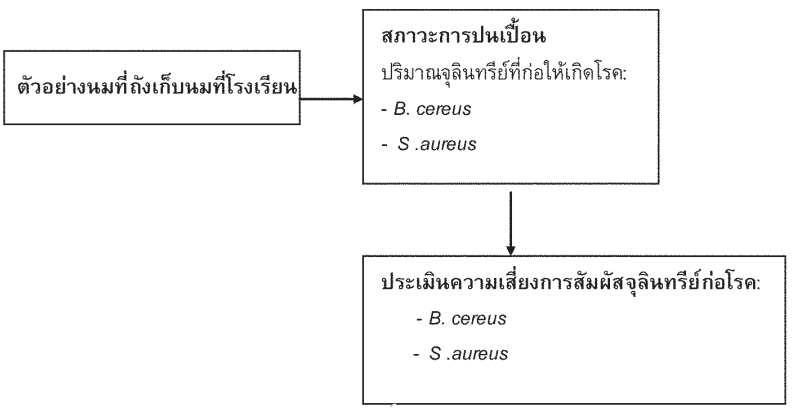
ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการประมาณความเป็นไปได้ในการสัมผัสเชื้อก่อโรค 2 ชนิดคือ *B.cereus* และ *S.aureus* เพื่อประเมินความน่าจะเป็นของการสัมผัสเชื้อด้วยโปรแกรม @Risk version 4.5.1 Professional edition ซึ่งเป็น Monte Carlo Simulation software โดยใช้ค่าความชุกที่ได้จากสมการคณิตศาสตร์ที่คำนวนจากค่าความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในน้ำนมและปริมาณการบริโภคสูงสุดใน 1 ปี ของนักเรียนกลุ่มที่บริโภคนมโรงเรียน

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยการเก็บตัวอย่างนมโรงเรียน ณ ถังเก็บนมที่โรงเรียน ซึ่งเลือกโรงเรียนที่เป็นโรงเรียนลำดับสุดท้ายที่สายส่งนมจะไปส่ง โดยคาดว่าโรงเรียน

ลำดับสุดท้ายจะเป็นโรงเรียนที่มีความเสี่ยงมากที่สุด โดยสุ่มเก็บตัวอย่างอย่างง่าย ตั้งแต่วันจันทร์ถึงศุกร์ จำนวน 5 วัน วันละ 7 ตัวอย่างจำนวน 35 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์สภาวะการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค 2ชนิดและประเมินความเสี่ยงการสัมผัสจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *B.cereus* และ *S.aureus* (รูปที่ 1)

การเก็บตัวอย่าง



รูปที่ 1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อในนม

- การตรวจวิเคราะห์หา *B. cereus*

วิธีมาตรฐานของ U.S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Bacteriological Analytical Manual *Online*, January 2001; Revised August 2002, Enumeration and confirmation of *Bacillus cereus* in Foods (Mossel et al., 1967)

- ปิเปตตัวอย่างนม 50 มิลลิลิตร ลงในขวดที่บรรจุ Butterfields phosphate buffered จำนวน 450 มิลลิลิตร
- ทำ serial ten fold dilution ที่มีความเจือจาง $1:10^2$, $1:10^3$, $1:10^4$, $1:10^5$, $1:10^6$ ตามลำดับ โดยถ่ายเชื้อจากสารละลายเจือจาง 1:10 จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงใน Butterfield's phosphate buffered จำนวน 90 มิลลิลิตร ตามลำดับ
- ถ่ายเชื้อจากทุกระดับความเจือจางจำนวน 0.3, 0.3, 0.4 มิลลิลิตร ลงใน MYP agar จำนวน 3 เพลทต่อหนึ่งระดับความเจือจางตามลำดับและทำ spread plate technique
- บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน24 ชั่วโมง หลังจากนั้น นับจำนวนโคโลนีที่เป็น typical โคโลนีของเชื้อ *B. cereus* คือ เชื้อที่สร้าง lecithinase เกิด precipitation zone สีชมพูรอบโคโลนี
- เลือกโคโลนีจำนวน 5 โคโลนี ถ่ายลงใน Nutrient agar บ่มเชื้อที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
- ทดสอบย้อมสี Gram stain เชื้อ *B. cereus* เป็น Gram positive bacilli ถ่ายเชื้อลงใน sterile phosphate buffered จำนวน

0.5 มิลลิลิตร เพื่อตรวจยืนยันด้วย biochemical test (Phenol red glucose test, Voges-Proskauer test, nitrate test, motility test, hemolytic activity, protein toxin crystals)

- คำนวณจำนวนเชื้อ *B. cereus* cfu/ ml

- การตรวจวิเคราะห์หา *S. aureus* (Bacteriological Analytical Manual, 2003)

การทดสอบขั้นต้น

- นำตัวอย่างอาหารที่เจือจางจนเหมาะสมแล้วไปเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ beird parker agar โดยวิธี spread plate technique ใช้ความเจือจาง 3 ระดับ แต่ละระดับทำ 3 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง คัดเลือกโคโลนีที่มีลักษณะสีดำเข้ม มันวาว และมีบริเวณใส (Clear zone) รอบๆ โคโลนี ซึ่งเป็นลักษณะโคโลนีของ *S. aureus*

การทดสอบขั้นยืนยัน

- นำโคโลนีของเชื้อ *S. aureus* (จากการทดสอบขั้นต้น) มาย้อมสีกรัม

- ทดสอบเอ็นไซม์โคแอกกูเลส (coagulase tes) โดยวิธีการดังนี้คือ

นำโคโลนีของเชื้อ *S. aureus* (ข้อ 3.1) จำนวน 3 โคโลนี มาเพาะเลี้ยงในอาหาร brain heart infusion บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 18 - 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทดสอบเอ็นไซม์โคแอกกูเลส โดยปิเปตปริมาณเชื้อดังกล่าว 0.2 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลอดใหม่ซึ่งมี 0.5 มิลลิลิตรของพลาสมาบรรจุอยู่ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 1 - 4 ชั่วโมง สังเกตปฏิกิริยาที่เป็นผลบวกคือการแข็งตัวของพลาสมา ทำหลอดควบคุมทั้ง negative และ positive control

การประเมินการรับสัมผัสเชื้อ (Exposure assessment)

ตามหลักการประเมินความเสี่ยงแล้ว การประเมินการสัมผัสจะเป็นการประเมินหาความน่าจะเป็นของการสัมผัส *B. cereus* และ *S. aureus* ในนมขณะบริโภค (Probability of exposure) ซึ่งแน่นอนว่า การบริโภคนมจะเป็นการบริโภคหลังผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้ว อันเป็นสภาวะที่จุลินทรีย์ที่ทนต่อความร้อนยังสามารถเจริญเติบโตได้ และสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างช้าๆ โดยปราศจากจุลินทรีย์คู่แข่งอื่นๆ การหาความน่าจะเป็นในการสัมผัส *B. cereus* และ *S. aureus* ในนมจำเป็นต้องใช้ข้อมูลสำคัญ 2 ด้าน คือ ความชุก (Prevalence) และความเข้มข้น(Concentration) ของ *B. cereus* และ *S. aureus* ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 ด้าน จะนำมาคำนวณผนวกกันเป็นความน่าจะเป็นของ *B. cereus* และ *S. aureus* ในนม ซึ่งสามารถสร้างเป็นสมการคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ *B. cereus* และ *S. aureus* ในนมได้ โดยที่หากมีการใช้การจำลองเหตุการณ์ (Monte Carlo Simulation) ร่วมในการวิเคราะห์ ก็จะสามารถช่วยระบุปัจจัยเสี่ยงได้ด้วย (ศุภชัย, 2552)

การสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *B. cereus* และ *S. aureus* ในนม และนำไปคำนวณหาความชุกของการปนเปื้อนเชื้อ ซึ่งมีค่าเท่ากับ จำนวนตัวอย่างที่พบเชื้อ / จำนวนตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด (ศุภชัย, 2550)

- ความน่าจะเป็นในการสัมผัสกับ *B. cereus* และ *S. aureus* (Probability of Exposure)

การศึกษาครั้งนี้เป็นการพิจารณากรณีที่บริโภคนมที่ผลิตจากโรงงานโดยตรง โดยที่ผลจากขั้นตอนการประเมินการสัมผัสสำหรับ *B. cereus* และ *S. aureus* ในนม คือ ความน่าจะเป็นในการสัมผัสเชื้อในนม (Probability of exposure หรือ P_E)

ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลสำคัญ 3 ส่วน คือ ความชุก ความเข้มข้น และปริมาณการบริโภคอาหาร (Consumption) (Blaser and Newman, 1982)

สำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการประเมินหาความน่าจะเป็นของการสัมผัสเชื้อ คือ @Risk version 4.5.1 Professional edition ซึ่งเป็น Monte Carlo Simulation software

- การบริโภคนมของคนไทย

ข้อมูลการบริโภคนมโรงเรียนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มาจากปริมาณการบริโภคนมที่เด็กนักเรียนบริโภคตลอดปี โดยมีปริมาณการบริโภคนมพลาสเจอร์ไรส์วันละ 1 ถุง หรือ 200 มิลลิลิตรต่อวัน (ประกาศเทศบาลตำบลดอนยายหอม, 2552)

ผลการศึกษา

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค B. cereus และ S. aureus

จากการเก็บตัวอย่างนม ณ จุดผู้บริโภครับรับสัมผัสคือถังเก็บนมที่โรงเรียน จำนวน 35 ตัวอย่าง เพื่อการตรวจวิเคราะห์ จุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่เชื้อ *B. cereus* และ *S. aureus* พบการปนเปื้อนจำนวน 35 ตัวอย่าง และ 12 ตัวอย่าง ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการปนเปื้อนเชื้อทั้ง 2 ชนิด ในนม เท่ากับ 2 cfu/ml และ น้อยกว่า 1 cfu/ml (ค่ามาตรฐานในน้ำนมพลาสเจอร์ไรส์ต้องไม่พบเชื้อทั้งสองชนิด) และค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ *B. cereus* ในนมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.301 log cfu/ml คิดเป็นค่าความชุกเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 97 (ตารางที่ 1) ส่วน *S. aureus* มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย เท่ากับ 0.753 log cfu/ml คิดเป็นค่าความชุกเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 35.14 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. ข้อมูลของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการสัมผัสกับ *B. cereus* และ *S. aureus* โดยวิธีการ Monte Carlo Simulation

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยของ *B.cereus*	ค่าเฉลี่ย *S. aureus*
ความชุก	0.97 (ร้อยละ 97)	0.35 (ร้อยละ 35.14)
ความเข้มข้น	0.301 (log cfu/ml)	0.753 (log cfu/ml)
ปริมาณการบริโภค	200 มิลลิลิตรต่อวัน	200 มิลลิลิตรต่อวัน

หมายเหตุ : *ปริมาณการบริโภคคิดจากปริมาณการบริโภคสูงสุดทั้งปี (วันละ 200 มิลลิลิตร)*

การประเมินการรับสัมผัสเชื้อในนม

เป็นการประเมินหาความน่าจะเป็นของการสัมผัส *B. cereus* และ *S. aureus* ในนมขณะบริโภค (Probability of exposure) จากปริมาณเชื้อก่อโรคที่พบ (ตารางที่ 1) นำมาวิเคราะห์หาค่าความเสี่ยง โดยใช้โปรแกรมที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (Quantitative microbial risk assessment) คือ @Risk version 4.5.1 Professional edition ซึ่งเป็น Monte Carlo Simulation software การคำนวณความเสี่ยงใช้ฐานการบริโภคน้ำนม 1 ปี การประเมินการสัมผัสโดย Exponential การอธิบายอันตรายโดย Beta-Poisson จำนวนซ้ำรอบ (iteration) 10,000 รอบ วิธี Resampling โดย Latin Hypercycle

จากการวิเคราะห์พบว่า ความน่าจะเป็นในการสัมผัสกับจุลินทรีย์ *B. cereus* ในนมขณะบริโภคคิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่าร้อยละ 97.30 (ตารางที่ 2) ซึ่งโอกาสความน่าจะเป็นในการสัมผัสกับจุลินทรีย์ *B. cereus* ในนมขณะบริโภคน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 74.66 และโอกาสความน่าจะเป็นในการสัมผัส

กับจุลินทรีย์ *B. cereus* ในนมขณะบริโภคมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 100 ส่วนความน่าจะเป็นในการเจ็บป่วยจาก *B. cereus* ในนมขณะบริโภค คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่าร้อยละ 8.09 และความเสี่ยงของการเจ็บป่วยจากการสัมผัส *B. cereus* ในนมขณะบริโภค คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่าร้อยละ 7.87 ซึ่งโอกาสความเสี่ยงของการเจ็บป่วยจากการสัมผัส *B. cereus* ในนมขณะบริโภคน้อยที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 6.04 และโอกาสความเสี่ยงของการเจ็บป่วยจากการสัมผัส *B. cereus* ในนมขณะบริโภคมากที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 8.09 หากเด็กวัยเรียนจำนวน 100 คน บริโภคนมดังกล่าวจะมีคนป่วยเฉลี่ยจำนวน 7 คน โดยมีมากที่สุด 8 คน และน้อยที่สุด 6 คน ดังนั้น ค่าประเมินความเสี่ยงของความน่าจะเป็นในการสัมผัสกับจุลินทรีย์ *B. cereus* ในนมมีระดับต่ำ

ตารางที่ 2. แสดงผลการประเมินการรับสัมผัสเชื้อ *B. cereus* ในนม

ตัวแปร	Min	Mean	Max	5^{th} percentile	95^{th} percentile
ความน่าจะเป็นในการสัมผัสกับจุลินทรีย์	0.7466	0.9730	1.0000	0.9201	0.9986
ความน่าจะเป็นในการเจ็บป่วยจากจุลินทรีย์ที่สัมผัส	0.0809	0.0809	0.0809	0.0809	0.0809
ความเสี่ยงของการเจ็บป่วยจากการสัมผัสกับจุลินทรีย์	0.0604	0.0787	0.0809	0.0745	0.0808

ความน่าจะเป็นในการสัมผัสกับจุลินทรีย์ *S. aureus* ในนมขณะบริโภค ดังนั้นหากเด็กวัยเรียนจำนวน 100 คน บริโภคนมดังกล่าวจะมีคนป่วยเฉลี่ยจำนวน 0.5 คน โดยมีมากที่สุด 14 คน และน้อยที่สุด 0.03 คน ดังนั้น ค่าประเมินความเสี่ยงของความน่าจะเป็นในการสัมผัสกับจุลินทรีย์ *S. aureus* ในนมมีระดับต่ำมาก รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3. แสดงผลการประเมินการรับสัมผัสเชื้อ *S. aureus* ในนม

ตัวแปร	Min	Mean	Max	5^{th} percentile	95^{th} percentile
ความน่าจะเป็นในการสัมผัสกับจุลินทรีย์	0.1114	0.3514	0.6517	0.2285	0.4834
ความน่าจะเป็นในการเจ็บป่วยจากจุลินทรีย์ที่สัมผัส	0.0007	0.0158	0.4558	0.0031	0.0503
ความเสี่ยงของการเจ็บป่วยจากการสัมผัสกับจุลินทรีย์	0.0003	0.0055	0.1497	0.0010	0.0108

สรุป และอภิปรายผล

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *B. cereus* พบว่า ความชุกของเชื้อ *B. cereus* ในนมมีค่าสูง อาจเนื่องมาจากการปนเปื้อนหลังกระบวนการให้ความร้อนของผลิตภัณฑ์นม รวมไปถึงการขนส่งผลิตภัณฑ์ไปถึงผู้บริโภคหรือการเก็บผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคที่ไม่เหมาะสม สามารถทำให้เชื้อมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากเชื้อ *B. cereus* เป็นเชื้อที่สร้างสปอร์ได้ การพาสเจอร์ไรส์ไม่สามารถฆ่าสปอร์ได้ จึงทำให้ยังพบเชื้อ *B. cereus* อยู่ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chitov et al. (2008) ศึกษาอัตราการปนเปื้อนของเชื้อ *B. cereus* ในนมพาสเจอร์ไรส์ในประเทศไทย จากการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างนมพาสเจอร์ไรส์จำนวน 18 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของ *B. cereus* จำนวน 18 ตัวอย่าง คิดเป็น

การปนเปื้อนร้อยละ 100 เช่นเดียวกับการศึกษาของบุญศรี และคณะ (2551) โดยทำการศึกษาคุณภาพนมพาสเจอร์ไรส์ที่ใช้บริโภคเป็นนมโรงเรียนที่ผลิตและกระจายในจังหวัดราชบุรี ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างนมจำนวน 7 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนทั้ง 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100 และสอดคล้องกับผลการศึกษาของเวณิกา (2552) ได้ศึกษาความไม่เหมาะสมในการควบคุมอุณหภูมินมระหว่างขั้นตอนการขนส่งนม และการเก็บรักษานมที่โรงเรียนจัดเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอุบัติการณ์โรคอาหารเป็นพิษเนื่องจากบริโภคนมโรงเรียน จากการติดตามวัดอุณหภูมิระหว่างขนส่ง พบว่าส่วนใหญ่ของนมที่ไปถึงโรงเรียนมีอุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส ซึ่งสะท้อนถึงการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งที่ไม่เหมาะสม การประเมินการรับสัมผัสเชื้อ *B. cereus* ในนมกล่าวคือเป็นการประเมินหาความน่าจะเป็นของการสัมผัส *B. cereus* ในนมขณะบริโภค (Probability of exposure) โดยใช้โปรแกรม @Risk version 4.5.1 Professional edition โดยความน่าจะเป็นในการสัมผัสกับ *B. cereus* ในนมขณะบริโภค มีค่าเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 97 ซึ่งเป็นการบ่งชี้ถึงความบกพร่องของกระบวนการผลิต เช่น การบรรจุไม่ถูกสุขลักษณะทำให้มีการปนเปื้อน หรือใช้ภาชนะบรรจุที่ไม่สะอาด, เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในอุณหภูมิไม่เหมาะสม และโดยเฉพาะนมพาสเจอร์ไรส์ ต้องเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 °C (เวณิกา, 2552) และค่าความเสี่ยงของการเจ็บป่วยจากการสัมผัสกับจุลินทรีย์ *B. cereus* มีค่าประมาณความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ โดยที่ถ้ามีเด็กนักเรียนจำนวน 100 คน บริโภคนมดังกล่าวจะมีคนป่วยเฉลี่ยจำนวน 7 คน โดยมีมากที่สุด 8 คน และน้อยที่สุด 6 คน แม้ว่าค่าประมาณความเสี่ยงจะมีระดับต่ำจริง แต่การปนเปื้อน *B. cereus* ในนมก็เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคนม ถ้ามีการปนเปื้อนเชื้อดังกล่าว โดยมีผลทำให้เกิดการเน่าเสียของนมและเชื้อสามารถสร้างสารพิษก่อโรคทางเดินอาหารได้ (บุษกร, 2550) และมีรายงานว่าพบ *B. cereus* ในนมโคที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ที่รอดชีวิตจากการผ่านกระบวนการให้ความร้อน และอาจมีการปนเปื้อนซ้ำได้ในระหว่างการบรรจุ B. cereus สามารถรอดชีวิตจากการให้ความร้อนสูง ซึ่งทำให้นมมีรสขมได้ ซึ่งการพบ *B. cereus* ในปริมาณที่น้อยโดยทั่วไปจะไม่เกิดปัญหาและการรับเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารในระดับต่ำไม่ก่อให้เกิดอันตราย (Kramer and Gilbert, 1989) และต้องพบจำนวนจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้สูงถึง $1.0x10^6$ cfu/g จึงก่อให้เกิดอันตราย แต่ถ้าในกระบวนการขนส่งนมพาสเจอร์ไรส์ ไปยังโรงเรียนต่างๆ เก็บที่อุณหภูมิเกิน 8 °C อาจมีการเจริญของ *B. cereus* และเพิ่มจำนวนได้ ซึ่งอาจทำให้เพิ่มความเสี่ยงการเจ็บป่วยจากการสัมผัสได้เพิ่มขึ้น จากการประเมินความเสี่ยงที่พบว่าความชุกของ *B. cereus* มีค่อนข้างสูง แต่ระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ คาดว่าเนื่องจากความสามารถในการก่อโรคของ *B. cereus* ค่อนข้างต่ำหรือมี infective dose สูง

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* ในนม พบค่าความชุกเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 35.14 ซึ่งค่าความชุกยังอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ekici et al. (2004) ได้ศึกษาการแยกจุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนในน้ำนมของสัตว์ที่ให้นมชนิดต่างๆ ได้แก่ โค แกะ และแพะ จากผลการวิเคราะห์พบจุลินทรีย์ก่อโรคในตัวอย่างนมดิบ ได้แก่ ในนมโคพบ *S. aureus* 75% นมแกะพบ *S. aureus* 16.6% , *E. coli* 3.6% และใน นมแพะพบ *S. aureus* 12%, *E. coli* 20% โดยสรุปผลการวิเคราะห์โดยรวมแล้ว พบว่ามีการเจริญของ *S. aureus* 18.18%, *E.coli* 9.09% ส่วนค่าการประมาณความเสี่ยงจากการบริโภคอยู่ในระดับต่ำมาก

ข้อเสนอแนะ

จากการการประเมินการรับสัมผัสเชื้อก่อโรคในนม จะพบว่า มีปัญหาการปนเปื้อนจุลินทรีย์มีสาเหตุจากความไม่เข้มงวดต่อการจัดการเรื่องความปลอดภัยของอาหาร และแหล่งใหญ่ที่ปนเปื้อนมาจากฟาร์มที่เลี้ยงโค และในกระบวนการผลิตเอง เพราะผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนแล้ว ยังมีการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์บ่งชี้สุขลักษณะ รวมไปถึงจุลินทรีย์

ก่อโรคด้วย และขั้นตอนสุดท้ายก่อนถึงมือผู้บริโภค เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญมาก เพราะหากการขนส่งหรือการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมไม่เหมาะสม การมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่แม้เพียงเล็กน้อยจะสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วเพราะนมเป็นอาหารอย่างดีของจุลินทรีย์เช่นกัน ดังนั้นแนวทางแก้ไขควรจะอยู่ในรูปของการร่วมมือทำงานจากทุกฝ่าย เพื่อเป็นการรับผิดชอบต่อผู้บริโภคหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรต้องร่วมมือกันแก้ไขปัญหาแบบครบวงจรไปพร้อมๆ กัน ดังนี้

1. เกษตรกร ควรมีการอบรมเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงโคนม ในเรื่องสุขลักษณะการรีดนมวัว การลดการปนเปื้อนจากสารตกค้างทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เพื่อมั่นใจได้ว่าวัตถุดิบที่นำส่งโรงงานนั้นมีคุณภาพ

2. ผู้ประกอบการ ควรเข้มงวดในการตรวจรับน้ำนมดิบ โดยเพิ่มการสุ่มตรวจให้มากขึ้น โดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์บ่งชี้สุขลักษณะ และมีการประชุมชี้แจงในเรื่องปัญหาคุณภาพนมจากภาวะสุขลักษณะจากกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อการแก้ไขปัญหาอย่างทันท่วงที

3. อบต. ที่เป็นผู้จัดซื้อนมโรงเรียน ควรเข้ามาควบคุมคุณภาพนม และมีระบบการจัดซื้อนมให้ได้ตามคุณภาพตามที่โรงเรียนต้องการ รวมถึงการมีข้อกำหนดที่ชัดเจนในเรื่องคุณภาพนม หากไม่เป็นไปตามที่ตกลงกันไว้จะมีการดำเนินการอย่างไร

4. สายส่งนม ควรจัดสัดส่วนน้ำแข็งให้เหมาะสมกับปริมาณนมที่บรรจุในถัง หากบรรจุนมมากเกินไปทำให้ไม่มีพื้นที่เพียงพอในการบรรจุน้ำแข็งในปริมาณที่เหมาะสม หรือการปรับเวลาการส่งให้เหมาะสม หากนักเรียนมีการบริโภคนมในช่วงบ่าย ควรจัดส่งนมในช่วงบ่ายเช่นกัน หรือปรับปริมาณการส่งให้มีผลิตภัณฑ์ไม่เหลือค้างเก็บนานหลายวัน เป็นต้น

5. โรงเรียน ควรมีการกำหนดผู้รับผิดชอบในการตรวจวัดอุณหภูมินมขณะรับผลิตภัณฑ์ มีระบบเอกสารที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้หากมีเรื่องร้องเรียน หรือเกิดปัญหาอาหารเป็นพิษจากการบริโภคนม มีข้อกำหนดที่ชัดเจนในการดูแลถังนมโดยไม่ตั้งไว้ในบริเวณที่แดดส่องถึง ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำแข็งในถังละลายอย่างรวดเร็วก่อนถึงเวลาเด็กนักเรียนบริโภค การให้เด็กนักเรียนนำนมที่เหลือกลับไปทานที่บ้าน ควรมีการบรรจุน้ำแข็งลงในถุงหิ้วพลาสติกใส่นม

6. ผู้รับผิดชอบในการจัดซื้อนมโรงเรียน ควรคำนึงถึงคุณภาพ ทั้งด้านการผลิต และการขนส่ง โดยคณะกรรมการจัดซื้อควรประกอบด้วยทั้งผู้แทนจากโรงเรียน และผู้แทนจากท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย และให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ นอกจากนี้ขอขอบคุณ ผศ.น.สพ.ดร.ศุภชัย เนื้อนวล สุวรรณ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความเสี่ยง และข้อชี้แนะอันเป็นประโยชน์ในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Blaser, R. E. and Newman, L. S. 1982. A review of human salmonellosis: I. Infective dose. **Review of Infectious Diseases** 4: 1096-1105.

Chitov, T., Dispan, R. and Kasinrerk W. 2008. Incidence and diarrhegenic potential of *Bacillus Cereus* in pasteurized milk and cereal products in Thailand. **J. food safety** 28: 467-81.

Ekici, K., Bozkurt, H. and Isleyici O. 2004. Isolation of some pathogens from raw milk of different milk animals. **Pakistan J.of Nutr** 3(3): 161-162.

Kramer, J.M. and Gibert, R.J. 1989. *Bacillus cereus* and other Bacillus species in M.P. Doyle (Ed) **Foodborne Bacterial Pathogens**, Marcel Dekker, Inc., New York. 21-70.

Mossel, D. A. A., Koopman, M. J. and Jongerius, E. 1967. Enumeration and confirmation of *Bacillus cereus* in Foods. **Appl Microbiol.** 15(3): 650-653.

U.S. Food & Drug Administration. 2003. **Bacteriological Analytical Manual.**

กระทรวงสาธารณสุข. 2522. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข** เรื่อง กำหนดนมโคเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและวิธีการผลิต. ฉบับที่ 26.

เทศบาลตำบลดอนยายหอม. 2552. **ประกาศเทศบาลตำบลดอนยายหอม เรื่อง สอบราคาซื้ออาหารเสริม(นม).** เข้าถึงได้จาก: http://123.242.156.10/nakhonpathom_poc/application/e-office/popup_news.php?id=3028

ธวัชชัย เนียรวิฑูรย์, วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์, ถิรพงษ์ ถิรมนัส และพิพัฒน์ ศรีเบญจลักษณ์. 2540. การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภค ในเขตเทศบาลนครขอนแก่น. **วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม. 20: 27 - 36.**

บุญศรี เลาหภักดี, วรลักษณ์ อนันตกูล, ประภา วุฒิคุณ และ วันทนา อ่อนภิรมย์. 2551. การศึกษาคุณภาพนมโรงเรียนพาสเจอร์ไรส์จากแหล่งผลิตจนถึงนักเรียนผู้บริโภค. **วารสารอาหารและยา** 2: 76-84.

บุษกร อุตรภิชาติ. 2550. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. สงขลา: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

เพ็ญศรี รอดมา, อารุณี ศรพรหม และ นิตยา สุนทรชื่น. 2552. การประเมินปริมาณการได้รับสัมผัสเชื้อ *Bacillus cereus* ในนมผงดัดแปลงสำหรับทารก. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์** 51(1): 64-75.

เวณิกา เบ็ญจพงษ์และคณะ.2549. การทดสอบรูปแบบการขนส่งและการเก็บรักษานมโรงเรียนในสถานการณ์จริง. รายงานวิจัยจากสถาบันคลังสมองของชาติ ประจำปีงบประมาณ 2549.

เวณิกา เบ็ญจพงษ์. 2552. **การจัดการความปลอดภัยของนมโรงเรียน.** [อ้างเมื่อ 20 มีนาคม 2552]. เข้าถึงได้จาก: http://www.inmu.mahidol.ac.th/th/news/form/นมโรงเรียน_สรุป.pdf.

ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ และคณะ. 2550. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง โครงการประเมินความเสี่ยงของลิสทีเรียโมโนไซโตจีเนสในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่.** เข้าถึงได้จาก: http://www.foodriskhub.com/index.php?lay=show&ac=article &Id=538918722

ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ. 2552. การประเมินความเสี่ยงของ Vibrio parahaemolyticus ในอาหารทะเล. **SEA FOOD** 7: 23-27.