

เปรียบเทียบการใช้ค่า σ_{pt} สำหรับโปรแกรมทดสอบความชำนาญรายการทดสอบ ด้านจุลชีววิทยาเชิงปริมาณที่จัดโดยกรมปศุสัตว์

ชานนท์ ขำตา^{1/} ณัฐวัฒน์ วรรณนา^{1/}

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในโปรแกรมทดสอบความชำนาญ (σ_{pt}) โดยใช้ข้อมูลของรายงานผลการทดสอบความชำนาญฉบับสมบูรณ์ (Final Report) 6 ปีย้อนหลัง (ปี พ.ศ. 2558-2563) ในรายการทดสอบทางจุลชีววิทยาเชิงปริมาณ 8 รายการ ได้แก่ Aerobic plate count (หน่วยนับ CFU/g), *Escherichia coli* (หน่วยนับ CFU/g และ MPN/g), Coliform (หน่วยนับ CFU/g และ MPN/g), *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ CFU/g และ MPN/g) และ *Clostridium perfringens* (หน่วยนับ CFU/g) พบว่าการใช้ σ_{pt} ที่มีแหล่งที่มาจากข้อมูลของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบในรอบนั้น ๆ (s^*) จะส่งผลทำให้มีห้องปฏิบัติการที่ผ่านเกณฑ์น้อยกว่าเมื่อใช้ค่า σ_{pt} ที่มีแหล่งที่มาจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (0.300 ($\log_{10}$ Unit)) ในทุกรายการทดสอบ ยกเว้นในรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) ดังนั้นจึงสามารถใช้ s^* ในกรณีที่กรมปศุสัตว์ต้องการยกระดับการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการที่รับถ่ายโอนภารกิจให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ยกเว้นรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) ที่ต้องใช้ค่า 0.300 ($\log_{10}$ Unit)

ทั้งนี้เนื่องจากในภาพรวม s^* มีค่าต่ำกว่า 0.300 ($\log_{10}$ Unit) ทุกรายการทดสอบ ยกเว้นรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในภาพรวม s^* ของรายการทดสอบประเภท MPN/g มีค่าสูงและเข้าใกล้ 0.300 ($\log_{10}$ Unit) ส่วนรายการทดสอบประเภทหน่วยนับ CFU/g จะมีความแตกต่างระหว่าง s^* และ 0.300 ($\log_{10}$ Unit) อย่างชัดเจน จึงส่งผลทำให้ในภาพรวมแล้วรายการทดสอบประเภทหน่วยนับ CFU/g จะมีความแตกต่างระหว่างการใช้ σ_{pt} จาก 2 แหล่งที่มาอย่างชัดเจน

คำสำคัญ: σ_{pt} โปรแกรมทดสอบความชำนาญ รายการทดสอบด้านจุลชีววิทยาเชิงปริมาณ

เลขทะเบียนวิชาการ : 64(2)-0404-089

^{1/}สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ตำบลบางกะดี อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12000

Comparison of use of the σ_{pt} for DLD's proficiency program in Quantitative microbiological method

Chanon Khamta^{1/} Nuttawat Wanna^{1/}

Abstract

The comparison of use of the σ_{pt} (Standard Deviation for Proficiency Assessment) by the data in final report of DLD's proficiency program 2558-2563BE, in quantitative microbiological methods, such as Aerobic plate count (microbial count unit: CFU/g), *Escherichia coli* (microbial count unit: CFU/g and MPN/g), Coliform (microbial count unit: CFU/g and MPN/g), *Staphylococcus aureus* (microbial count unit: CFU/g and MPN/g) and *Clostridium perfringens* (microbial count unit: CFU/g) testing showed use of the σ_{pt} that derived from the data obtained in the same round of a proficiency testing scheme (s^*) had Satisfactory result laboratories lower than the value from the perception of experts ($0.300 (\log_{10}\text{Unit})$), except *Staphylococcus aureus* (microbial count unit: MPN/g) and *Escherichia coli* (microbial count unit: MPN/g) testing, so the s^* can be used as σ_{pt} in case of improvement of the laboratory proficiency assessment for more efficiency, in every microbiological method, except *Staphylococcus aureus* (microbial count unit: MPN/g) and *Escherichia coli* (microbial count unit: MPN/g) testing which shall use $0.300 (\log_{10}\text{Unit})$

Actually, because value of the s^* was lower than $0.300 (\log_{10}\text{Unit})$ in every microbiological methods, except *Staphylococcus aureus* (microbial count unit: MPN/g) and *Escherichia coli* (microbial count unit: MPN/g) testing. Additionally, this study showed value of the s^* in MPN/g methods was high and close to $0.300 (\log_{10}\text{Unit})$, and Value of the s^* in CFU/g methods had large difference between the s^* and $0.300 (\log_{10}\text{Unit})$, so CFU/g methods had large difference in use of 2 sources of σ_{pt} .

Keyword: σ_{pt} proficiency testing program quantitative microbiological method

Registered no.: 64(2)-0404-089

^{1/}Bureau of Quality Control of Livestock Products, Bangkadee, Mueng Pathum-Thani,
PathumThani Province 12000, Thailand

บทนำ

กลุ่มรับรองห้องปฏิบัติการ สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ ดำเนินการถ่ายโอนภารกิจด้านการตรวจวิเคราะห์สินค้าปศุสัตว์ให้ภาคเอกชนดำเนินการแทน ตามมติคณะรัฐมนตรี วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งปัจจุบันมีห้องปฏิบัติการภาคเอกชนจำนวน 59 แห่งที่ได้รับอนุมัติให้ขึ้นทะเบียนถ่ายโอนภารกิจ โดยที่ระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการถ่ายโอนภารกิจด้านการวิเคราะห์สินค้าปศุสัตว์ ปี พ.ศ. 2564 (กรมปศุสัตว์, 2564) กำหนดให้ห้องปฏิบัติการที่ขึ้นทะเบียนการถ่ายโอนภารกิจ ต้องเข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญที่จัดโดยกรมปศุสัตว์ เพื่อเฝ้าระวังความสามารถของห้องปฏิบัติการในแต่ละงานทดสอบ โดยที่ผลการทดสอบความชำนาญเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะแสดงถึงสมรรถนะหรือความสามารถของห้องปฏิบัติการ และความน่าเชื่อถือของผลทดสอบ (ISO 13528, 2015) ส่งผลให้ผู้ใช้ผลทดสอบจากห้องปฏิบัติการต่าง ๆ เกิดความเชื่อมั่นต่อความถูกต้องของผลทดสอบ และในขณะเดียวกันห้องปฏิบัติการสามารถใช้โปรแกรมทดสอบความชำนาญในการช่วยพัฒนาการทำงานของเจ้าหน้าที่อีกด้วย (Eurachem, 2021)

ปัจจุบัน กลุ่มรับรองห้องปฏิบัติการ สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ได้ว่าจ้างให้สถาบันอาหาร (National Food Institute) ซึ่งได้รับการรับรองให้เป็นผู้ดำเนินการจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010, Conforming assessment – General requirements for proficiency testing จากหน่วยรับรองระดับชาติ เป็นผู้จัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ซึ่งมีรายการทดสอบจุลชีววิทยาเชิงปริมาณ (Quantitative method) ประกอบด้วย Aerobic plate count (หน่วยนับ CFU/g), *Escherichia coli* (หน่วยนับ CFU/g และ MPN/g), Coliform (หน่วยนับ CFU/g และ MPN/g), *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ CFU/g และ MPN/g) และ *Clostridium perfringens* (หน่วยนับ CFU/g) ซึ่งการดำเนินการประเมินสมรรถนะห้องปฏิบัติการของสถาบันอาหารในรายการทดสอบดังกล่าวจะประเมินจากค่า z-score โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$z - score = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt}}$$

โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้คำนวณ z-score คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation for proficiency assessment) หรือ σ_{pt} ซึ่งมาตรฐาน ISO 13528: 2015 - Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison ระบุให้ผู้จัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญนั้นสามารถเลือกคำนวณค่า σ_{pt} ได้จากหลายแหล่งที่มาด้วยกัน ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ อย่างละเอียดเพื่อใช้ตัดสินเกณฑ์ในการประเมิน (approaches for determine evaluation criteria) 2. ข้อมูลจากความเห็นของ

ผู้เชี่ยวชาญ (by perception of expert) 3. ข้อมูลจากการจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญในรอบที่ผ่านมา (by experience from previous rounds of a proficiency testing scheme) 4. การใช้แบบจำลองทั่วไป (by use of general model) 5. ข้อมูลส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทำซ้ำของห้องปฏิบัติการหลายแห่งที่ทำการศึกษาร่วมกันเพื่อหาความเที่ยงของวิธี (using the repeatability and reproducibility standard deviation from a previous collaborative study of precision of measurement method) 6. ข้อมูลจากห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบในรอบนั้น ๆ (from data obtained in the same round of a proficiency testing scheme) และ 7. ข้อมูลจากความเห็นร่วมของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วม (monitoring interlaboratory agreement) (ISO 13528, 2015) ซึ่งปัจจุบันรายการทดสอบจุลชีววิทยาเชิงปริมาณ สถาบันอาหารคำนวณค่า σ_{pt} จากข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบในรอบนั้น ๆ และจากข้อมูลจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละรายการทดสอบ ซึ่งเมื่อระยะเวลาผ่านไป จำนวนห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบมีมากขึ้นหรือลดลงในบางรายการ รวมถึงมีการเปลี่ยนแปลงเจ้าหน้าที่ทดสอบหรือเครื่องมือ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะส่งผลต่อค่า σ_{pt} โดยที่ค่า σ_{pt} จะมีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ

การจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญในแต่ละรอบนั้นควรมีการประเมินทบทวนข้อมูลอย่างต่อเนื่อง โดยให้คิดเสมือนว่าผลในลักษณะที่น่าพึงพอใจ (satisfactory) อาจจะได้ไม่ถึงสมรรถนะที่ดีเสมอไป และข้อมูลในแต่ละรอบของการทดสอบความชำนาญ ควรมีการนำมาตรวจติดตามตลอดเวลา เพื่อที่จะเห็นแนวโน้มของปัญหาเกี่ยวกับความไม่แม่นยำ (imprecision) ความผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติงาน (human error) และความผิดพลาดของระบบ (systematic error) ที่กำลังอาจจะเกิดขึ้น อีกทั้งห้องปฏิบัติการสามารถลองประเมินสมรรถนะของตนใหม่โดยใช้เกณฑ์ที่เข้ากับสถานการณ์ของห้องปฏิบัติการ เช่น ใช้ σ_{pt} อื่น ๆ ที่ไม่ได้มาจากค่าจากข้อมูลในแต่ละรอบมาใช้ในการคำนวณ (Eurachem, 2021)

กลุ่มรับรองห้องปฏิบัติการ สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ ในฐานะผู้ว่าจ้างสถาบันอาหาร ให้จัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ห้องปฏิบัติการเครือข่ายด้านตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ เพื่อวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบ กำกับ ห้องปฏิบัติการที่รับถ่ายโอนภารกิจ มีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจ และสามารถเปรียบเทียบการใช้พารามิเตอร์ที่จะนำมาวิเคราะห์ได้เป็นอย่างดี เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณากำหนดเกณฑ์ให้ผู้รับจ้างจัดทำโปรแกรมทดสอบความชำนาญ สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาโปรแกรมทดสอบความชำนาญของกรมปศุสัตว์ต่อไป ซึ่งจะทำให้สามารถประเมินสมรรถนะห้องปฏิบัติการที่รับถ่ายโอนภารกิจ และห้องปฏิบัติการในสังกัดกรมปศุสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพื่อประโยชน์สูงสุดในการใช้งบประมาณเพื่อจัดจ้างโปรแกรมทดสอบความชำนาญ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้ค่า standard deviation for proficiency assessment หรือ σ_{pt} ที่มาจากข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบในรอบนั้น ๆ กับข้อมูลจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในโปรแกรมทดสอบความชำนาญที่จัดโดยกรมปศุสัตว์ ในแต่ละรายการทดสอบด้านจุลชีววิทยาเชิงปริมาณ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 - 2563

วิธีการทดลอง

1. รวบรวมข้อมูลจากรายงานผลการทดสอบความชำนาญฉบับสมบูรณ์ (Final Report) ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลทุติยภูมิตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 – 2563 (6 ปี ย้อนหลัง) ซึ่งประกอบไปด้วย

1.1 ค่าผลทดสอบของห้องปฏิบัติการ (participant's reported result) โดยมีจำนวนผลทดสอบของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 – 2563 แสดงตามตารางที่ 1 รวม 1,939 ข้อมูล

1.2 ค่า assigned value ของแต่ละรายการทดสอบและแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ รวม 48 ข้อมูล

1.3 ค่า limiting standard uncertainty of assigned value หรือ $u(X_{pt})$ ของแต่ละรายการทดสอบและแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ รวม 48 ข้อมูล

1.4 ค่า σ_{pt} โดยใช้ข้อมูลจาก 2 แหล่ง ได้แก่ ข้อมูลจากห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบในรอบนั้น ๆ แทนค่าด้วย s^* (robust standard deviation) รวม 48 ข้อมูล ซึ่งคำนวณโดยใช้ Algorithm A ใน Annex C ของมาตรฐานอ้างอิง ISO 13528: 2015 และข้อมูลจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปัจจุบันใช้ค่า $\sigma_{pt} = 0.300 (\log_{10} \text{Unit})$

2. จัดทำตารางแจกแจงข้อมูลในข้อ 1 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3. คำนวณค่า z-score หรือ z' -score ของทุกห้องปฏิบัติการ ทั้ง 8 รายการทดสอบ โดยใช้ σ_{pt} จากทั้งสองแหล่งที่มา ได้แก่ s^* และ $0.300 (\log_{10} \text{Unit})$ โดย z-score คำนวณจาก

$$z - score = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt}}$$

โดยที่

x_i = participant's reported result

x_{pt} = assigned value

σ_{pt} = standard Deviation for proficiency assessment

ในกรณีที่ย้ายการทดสอบใดมีค่า $u(X_{pt}) > 0.3 \sigma_{pt}$ ให้คำนวณ โดย z'-score

$$z' - \text{score} = \frac{x_i - x_{pt}}{\sqrt{\sigma_{pt}^2 - u^2(x_{pt})}}$$

โดยที่

$u(X_{pt})$ = limiting standard uncertainty of assigned value

4. ประเมินผลค่า z-score หรือ z'-score ที่คำนวณโดยใช้ σ_{pt} จาก s^* และ 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$) ตามเกณฑ์ the conventional interpretation of z-score (ISO 13528, 2015) ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโปรแกรมทดสอบความชำนาญที่จัดโดยกรมปศุสัตว์ คือ

$|z| \leq 2.00$ แสดงว่า ผลการทดสอบนั้นน่าพึงพอใจ (satisfactory)

$2.00 < |z| < 3.00$ แสดงว่า ผลการทดสอบนั้นน่าสงสัย (questionable)

$|z| \geq 3.00$ แสดงว่า ผลการทดสอบนั้นไม่น่าพึงพอใจ (unsatisfactory)

โดยที่กำหนดให้ห้องปฏิบัติการที่มีค่า $|z| \leq 2.00$ หรือ ผล satisfactory นั้น เป็นห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์

5. วิเคราะห์ค่า pooled standard deviation (S_p) ในแต่ละรายการทดสอบ เพื่อใช้แสดงภาพรวมของ s^* ของแต่ละรายการทดสอบโดยคำนวณจาก

$$s_p = \sqrt{\frac{(n-1)s_1^2 + (n-1)s_2^2 + \dots + (n-1)s_k^2}{n_1 + n_2 + \dots + n_k - k}}$$

โดยที่

s^2 = variance of sample

n = sample size

6. สรุปร้อยละ (%) ของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์จากการประเมินโดยใช้ค่า s^* และ 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$) โดยคำนวณจาก

$$\text{ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์} = \frac{\text{ห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์}}{\text{ห้องปฏิบัติการทั้งหมด}} \times 100$$

7. จัดทำแผนภูมิเชิงเส้นเปรียบเทียบระหว่าง s^* และ 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$)

8. จัดทำแผนภูมิเชิงเส้นเปรียบเทียบระหว่างร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ที่ประเมินโดยใช้ค่า s^* และ 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$)

ตารางที่ 1 จำนวนผลทดสอบของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 - 2563

รายการทดสอบ	ปี พ.ศ. / จำนวนผลทดสอบของห้องปฏิบัติการ					
	2558	2559	2560	2561	2562	2563
Aerobic plate count (CFU/g)	52	51	55	58	58	58
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	50	49	52	55	55	55
<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	18	18	19	23	23	23
<i>Escherichia coli</i> (CFU/g)	44	44	47	50	50	51
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	26	27	28	30	29	28
Coliform (MPN/g)	26	27	28	32	31	31
Coliform (CFU/g)	45	45	49	52	52	53
<i>Clostridium perfringens</i> (CFU/g)	36	38	39	41	43	45

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 2 ค่า s^* ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2558-2563

รายการทดสอบ	ปี พ.ศ./ s^*						pooled standard deviation (S_p)
	2558	2559	2560	2561	2562	2563	
Aerobic plate count (CFU/g)	0.199	0.194	0.156	0.226	0.243	0.208	0.207
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	0.144	0.112	0.127	0.126	0.158	0.086	0.128
<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	0.287	0.272	0.366	0.376	0.206	0.267	0.301
<i>Escherichia coli</i> (CFU/g)	0.210	0.214	0.364	0.295	0.210	0.177	0.253
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	0.468	0.439	0.366	0.405	0.318	0.267	0.382
Coliform (MPN/g)	0.045	0.266	0.240	0.412	0.294	0.233	0.277
Coliform (CFU/g)	0.164	0.106	0.227	0.161	0.121	0.092	0.152
<i>Clostridium perfringens</i> (CFU/g)	0.261	0.236	0.175	0.210	0.207	0.194	0.214

จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาจากค่า pooled standard deviation พบว่า ในภาพรวม s^* มีค่าต่ำกว่า 0.300 ($\log_{10}$ Unit) ในทุกรายการทดสอบ ยกเว้นรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) โดยที่พบว่า s^* ของรายการทดสอบประเภท MPN/g มีค่าสูงและใกล้เคียง 0.300 ($\log_{10}$ Unit) และ s^* ของรายการทดสอบประเภทหน่วยนับ CFU/g มีความแตกต่างจาก 0.300 ($\log_{10}$ Unit) อย่างชัดเจน สอดคล้องกับธรรมชาติของวิธีทดสอบที่หน่วยนับเป็น MPN ที่จะมีความผันแปร (variability) มากกว่าวิธีทดสอบที่มีหน่วยนับ CFU (ISO 22117, 2019)

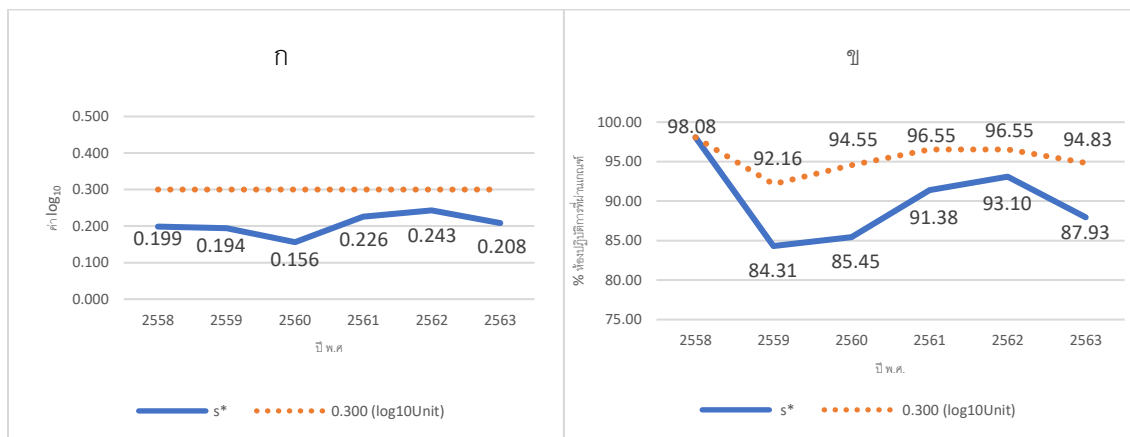
เนื่องด้วยชุดข้อมูลจากโปรแกรมทดสอบความชำนาญที่ทำการศึกษามีค่า $u(X_{pt}) > 0.3 \sigma_{pt}$ จึงมีการประเมินผลห้องปฏิบัติการโดยใช้ค่า z-score เท่านั้น โดยที่ ค่า assigned value ค่า $u(X_{pt})$ และค่า z-score ของห้องปฏิบัติการ ๖ ที่คำนวณได้จากการใช้ σ_{pt} จาก 2 แหล่งที่มา แสดงไว้ในตารางที่ 4 – 11 ในภาคผนวก

ตารางที่ 3 ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ และค่าเฉลี่ยร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์

รายการทดสอบ	σ_{pt}	ปี พ.ศ./ ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์						ค่าร้อยละเฉลี่ย
		2558	2559	2560	2561	2562	2563	
Aerobic plate count (CFU/g)	s^*	98.08% (51/52)	84.31% (43/51)	85.45% (47/55)	91.38% (53/58)	93.10% (54/58)	87.93% (51/58)	90.04
	0.300 (log ₁₀ Unit)	98.08% (51/52)	92.16% (47/51)	94.55% (52/55)	96.55% (56/58)	96.55% (56/58)	94.83% (55/58)	95.45
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	s^*	92.00% (46/50)	95.92% (47/49)	98.08% (51/52)	98.18% (54/55)	100.00% (55/55)	94.55% (52/55)	96.45
	0.300 (log ₁₀ Unit)	98.00% (49/50)	97.96% (48/49)	100.00% (52/52)	100.00% (55/55)	100.00% (55/55)	100.00% (55/55)	99.33
<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	s^*	88.89% (16/18)	83.33% (15/18)	89.47% (17/19)	95.65% (22/23)	91.30% (21/23)	95.65% (22/23)	90.72
	0.300 (log ₁₀ Unit)	88.89% (16/18)	83.33% (15/18)	89.47% (17/19)	82.61% (19/23)	91.30% (21/23)	95.65% (22/23)	88.54
<i>Escherichia coli</i> (CFU/g)	s^*	93.18% (41/44)	95.45% (42/44)	95.74% (45/47)	96.00% (48/50)	96.00% (48/50)	88.24% (45/51)	94.10
	0.300 (log ₁₀ Unit)	95.45% (42/44)	97.73% (43/44)	89.36% (42/47)	96.00% (48/50)	98.00% (49/50)	96.08% (49/51)	95.44
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	s^*	88.46% (23/26)	88.89% (24/27)	96.43% (27/28)	96.67% (29/30)	93.10% (27/29)	89.29% (25/28)	92.14
	0.300 (log ₁₀ Unit)	80.77% (21/26)	81.48% (22/27)	85.71% (24/28)	90.00% (27/30)	93.10% (27/29)	89.29% (25/28)	86.73
Coliform (MPN/g)	s^*	80.77% (21/26)	92.59% (25/27)	96.43% (27/28)	100.00% (32/32)	96.77% (30/31)	90.32% (28/31)	92.81
	0.300 (log ₁₀ Unit)	100.00% (26/26)	92.59% (25/27)	96.43% (27/28)	100.00% (32/32)	96.77% (30/31)	93.55% (29/31)	96.56
Coliform (CFU/g)	s^*	91.11% (41/45)	93.33% (42/45)	93.88% (46/49)	90.38% (47/52)	92.31% (48/52)	86.79% (46/53)	91.30
	0.300 (log ₁₀ Unit)	95.56% (43/45)	100.00% (45/45)	97.96% (48/49)	98.08% (51/52)	100.00% (52/52)	98.11% (52/53)	98.28
<i>Clostridium perfringens</i> (CFU/g)	s^*	94.44% (34/36)	89.47% (34/38)	89.74% (35/39)	95.12% (39/41)	97.67% (42/43)	93.33% (42/45)	93.30
	0.300 (log ₁₀ Unit)	94.44% (34/36)	97.37% (37/38)	94.87% (37/39)	100.00% (41/41)	97.67% (42/43)	97.78% (44/45)	97.02

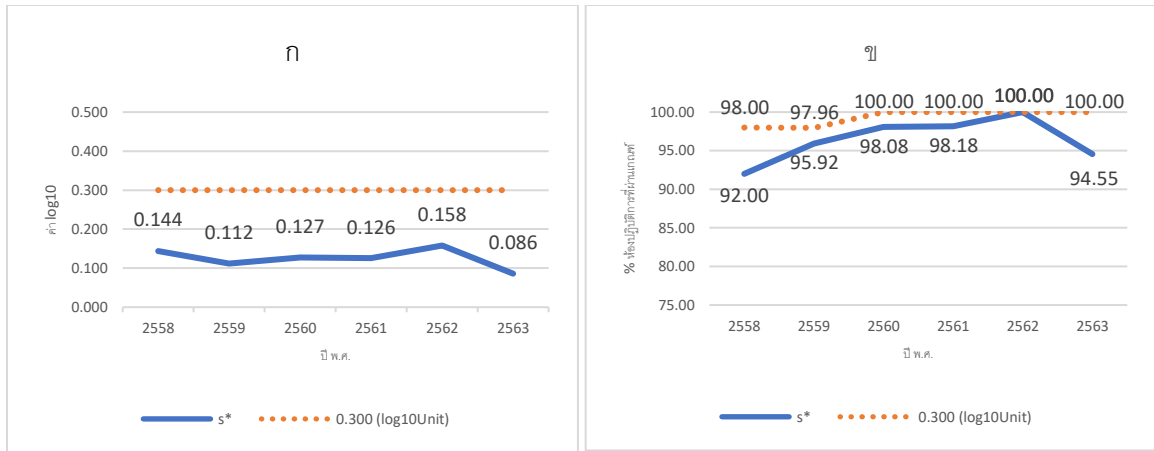
จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2 พบว่า เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ พบว่าเมื่อใช้ σ_{pt} จาก s^* จะส่งผลทำให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์น้อยกว่า ในทุกรายการทดสอบ ยกเว้นในรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus*

(หน่วยนับ MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) เนื่องมาจากภาพรวมของ s^* ที่มีค่าต่ำกว่า 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$) เกือบทุกรายการทดสอบ ยกเว้นรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างค่า σ_{pt} จากสองแหล่งที่มาและร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ในแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ และในแต่ละรายการทดสอบ ในรูปแบบแผนภูมิเชิงเส้น (line chart) ได้ดังต่อไปนี้



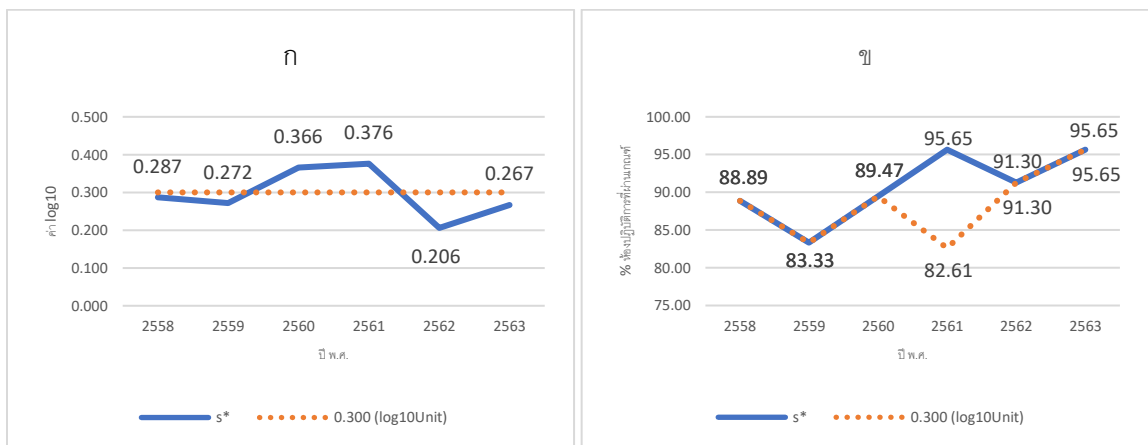
แผนภูมิที่ 1 ก. ค่า σ_{pt} จากสองแหล่งที่มา และ ข. ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ในแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ในรายการทดสอบ Aerobic plate count (หน่วยนับ CFU/g)

ในรายการทดสอบ Aerobic plate count (หน่วยนับ CFU/g) เมื่อใช้ σ_{pt} ที่มาจาก s^* พบว่าทำให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ น้อยกว่าการใช้ 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$) ทั้งนี้เนื่องจาก s^* มีค่าน้อยกว่า 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$) ในทุกปี



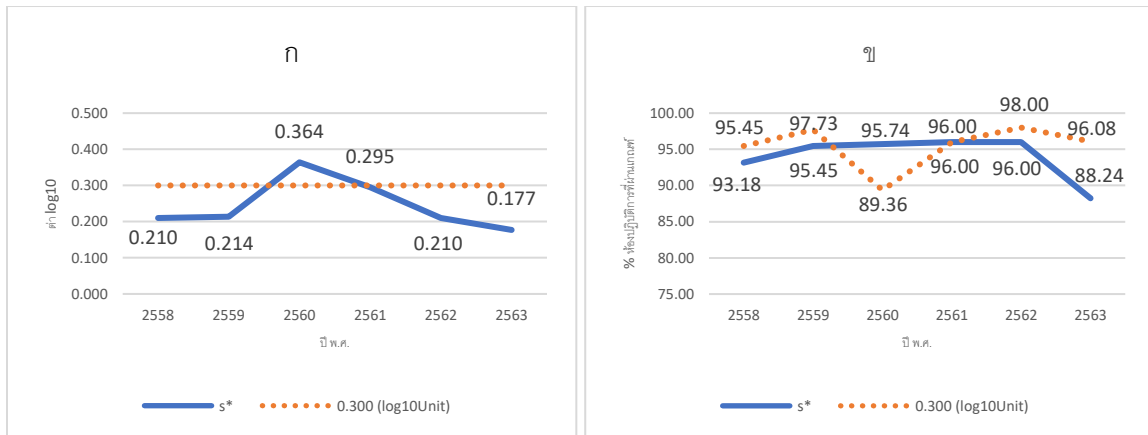
แผนภูมิที่ 2 ก. ค่า σ_{pt} จากสองแหล่งที่มา และ ข. ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ ในแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ในรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ CFU/g)

ในรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ CFU/g) เมื่อใช้ σ_{pt} ที่มาจาก s^* พบว่า ทำให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ น้อยกว่าการใช้ 0.300 (log₁₀Unit) ทั้งนี้ เนื่องจาก s^* มีค่าน้อยกว่า 0.300 (log₁₀Unit) ในทุกปี



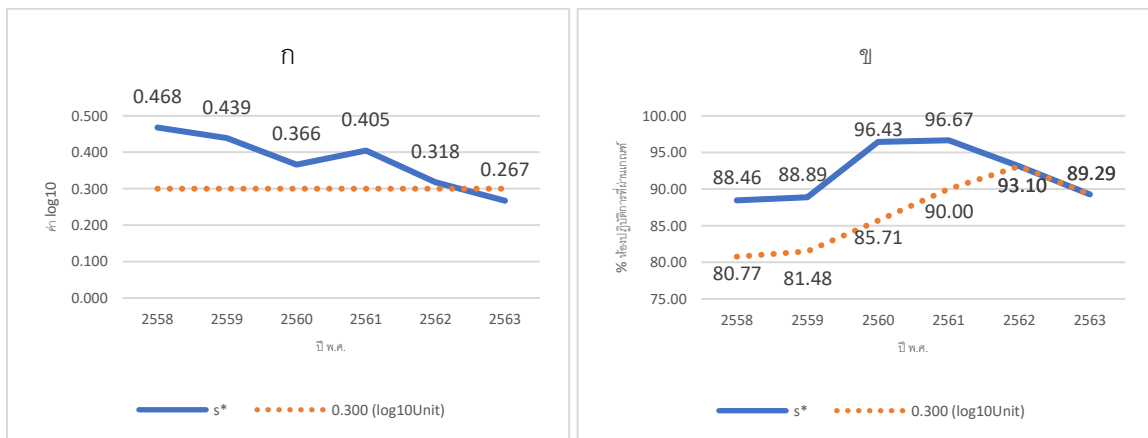
แผนภูมิที่ 3 ก. ค่า σ_{pt} จากสองแหล่งที่มา และ ข. ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ ในแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ในรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g)

ในรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g) เมื่อใช้ σ_{pt} ที่มาจาก s^* พบว่า ทำให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ เท่ากันกับการใช้ 0.300 (log₁₀Unit) และมากกว่า ในปี พ.ศ. 2561 ทั้งนี้เนื่องจากส่วนใหญ่ s^* มีค่าน้อยกว่า 0.300 (log₁₀Unit) เพียงเล็กน้อย อีกทั้งปี พ.ศ. 2560 และปี พ.ศ. 2561 s^* มีค่ามากกว่า 0.300 (log₁₀Unit) อีกด้วย



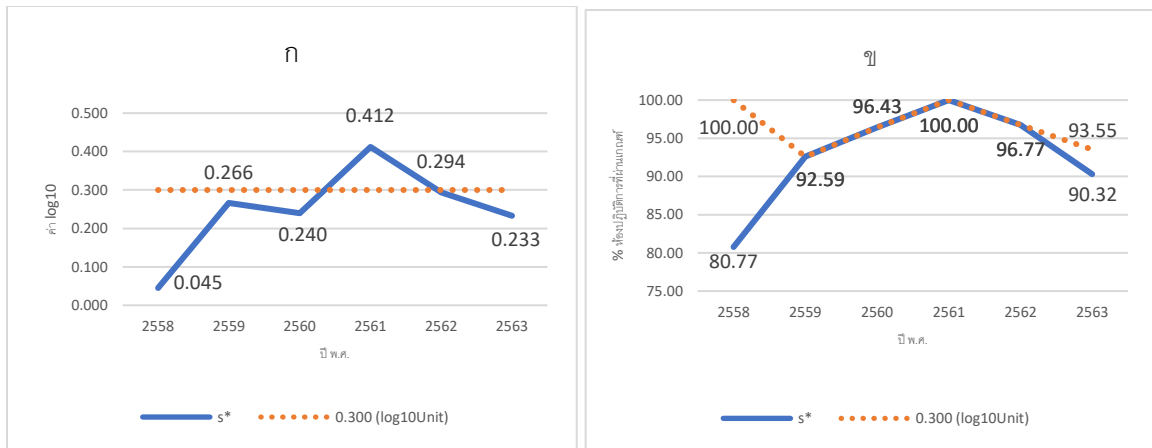
แผนภูมิที่ 4 ก. ค่า σ_{pt} จากสองแหล่งที่มา และ ข. ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ในแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ในรายการทดสอบ *Escherichia coli* (หน่วยนับ CFU/g)

ในรายการทดสอบ *Escherichia coli* (หน่วยนับ CFU/g) เมื่อใช้ σ_{pt} ที่มาจาก s^* พบว่าทำให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์น้อยกว่าการใช้ 0.300 (log₁₀Unit) ยกเว้นปี พ.ศ. 2560 ทั้งนี้เนื่องจาก s^* มีค่าน้อยกว่า 0.300 (log₁₀Unit) เกือบทุกปี ยกเว้นปี พ.ศ. 2560



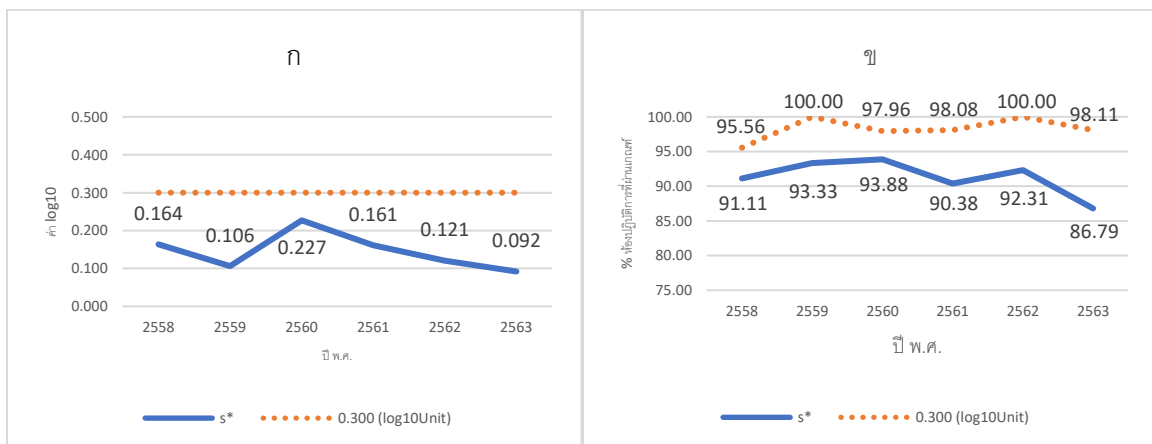
แผนภูมิที่ 5 ก. ค่า σ_{pt} จากสองแหล่งที่มา และ ข. ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ในแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ในรายการทดสอบ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g)

ในรายการทดสอบ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) เมื่อใช้ σ_{pt} ที่มาจาก s^* พบว่าทำให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ มากกว่าการใช้ 0.300 (log₁₀Unit) ยกเว้นปี พ.ศ. 2562 และ 2563 ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจาก s^* มีค่ามากกว่า 0.300 (log₁₀Unit) เกือบทุกปี ยกเว้นปี พ.ศ. 2563 ที่มีค่าน้อยกว่า



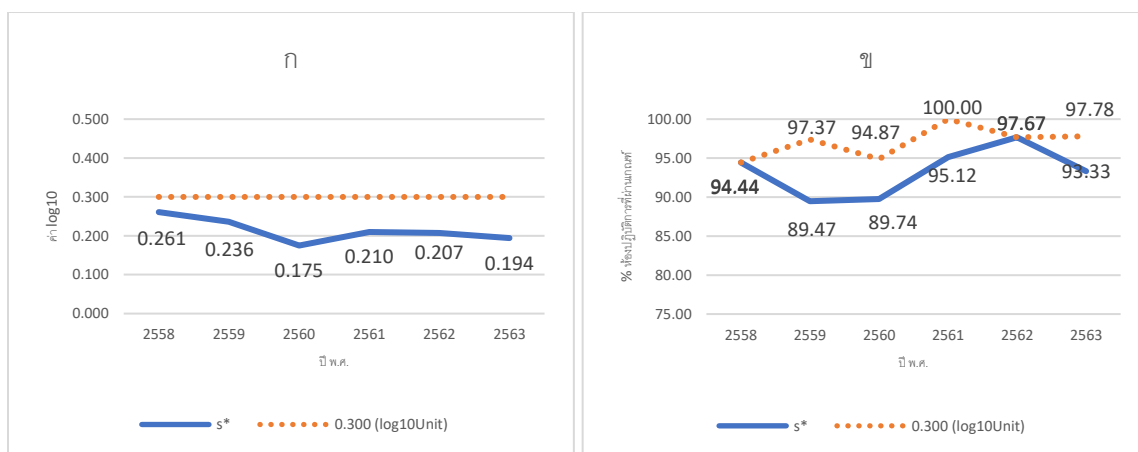
แผนภูมิที่ 6 ก. ค่า σ_{pt} จากสองแหล่งที่มา และ ข. ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ ในแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ในรายการทดสอบ Coliform (หน่วยนับ MPN/g)

ในรายการทดสอบ Coliform (หน่วยนับ MPN/g) เมื่อใช้ σ_{pt} ที่มีที่มาจาก s* พบว่าทำให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ เท่ากันกับการใช้ 0.300 (log₁₀Unit) ยกเว้นปี พ.ศ. 2558 และ 2563 ซึ่งมีจำนวนน้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องจากส่วนใหญ่ s* มีค่าน้อยกว่า 0.300 (log₁₀Unit) เพียงเล็กน้อย ยกเว้นปี พ.ศ. 2558 ที่ s* มีค่าน้อยกว่า 0.300 (log₁₀Unit) ชัดเจน อีกทั้งปี พ.ศ. 2561 s* มีค่ามากกว่า 0.300 (log₁₀Unit)



แผนภูมิที่ 7 ก. ค่า σ_{pt} จากสองแหล่งที่มา และ ข. ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ ในแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ในรายการทดสอบ Coliform (หน่วยนับ CFU/g)

ในรายการทดสอบ Coliform (หน่วยนับ CFU/g) เมื่อใช้ σ_{pt} ที่มีที่มาจาก s* พบว่าทำให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ จำนวนน้อยกว่าการใช้ 0.300 (log₁₀Unit) ทั้งนี้เนื่องจาก s* มีค่าน้อยกว่า 0.300 (log₁₀Unit) ในทุกปี



แผนภูมิที่ 8 ก. ค่า σ_{pt} จากสองแหล่งที่มา และ ข. ร้อยละของห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ ในแต่ละรอบของโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ในรายการทดสอบ *Clostridium perfringens* (หน่วยนับ CFU/g)

ในรายการทดสอบ *Clostridium perfringens* (หน่วยนับ CFU/g) เมื่อใช้ σ_{pt} ที่มาจาก s* พบว่า ทำให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ จำนวนน้อยกว่า 0.300 (log₁₀Unit) ยกเว้นปี พ.ศ. 2558 และ 2562 ที่มีจำนวนเท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจาก s* น้อยกว่า 0.300 (log₁₀Unit) ในทุกปี

การศึกษาชุดข้อมูลในครั้งนี้ พบว่าในภาพรวมแล้วรายการทดสอบประเภทหน่วยนับ CFU/g จะมีความแตกต่างระหว่างการใช้การใช้ σ_{pt} จาก 2 แหล่งที่มาอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งรายการทดสอบ Aerobic plate count (หน่วยนับ CFU/g) *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ CFU/g) Coliform (หน่วยนับ CFU/g) และ *Clostridium perfringens* (หน่วยนับ CFU/g) และถึงแม้รายการทดสอบ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) จะมีความแตกต่างระหว่างการใช้การใช้ σ_{pt} จาก 2 แหล่งที่มาอย่างชัดเจนเหมือนรายการทดสอบหน่วยนับ CFU/g แต่จากแผนภูมิเชิงเส้นจะเห็นได้ว่าการใช้ σ_{pt} จาก 2 แหล่ง มีความใกล้เคียงกันมากขึ้น ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญในการใช้ σ_{pt} ในรายการทดสอบประเภท CFU/g เป็นพิเศษ

สำหรับการใช้ s* ในการแทนค่า σ_{pt} สามารถใช้ในกรณีที่กรมปศุสัตว์ต้องการยกระดับการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในทุกรายการทดสอบ ยกเว้นรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) ซึ่งต้องใช้ 0.300 (log₁₀Unit) และสำหรับการใช้ σ_{pt} ในรายการทดสอบ Coliform (หน่วยนับ MPN/g) ที่มีความแตกต่างไปจากรายการทดสอบประเภทหน่วยนับ MPN/g อื่น ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ มีสาเหตุมาจาก s* ส่วนใหญ่ของรายการทดสอบ Coliform (หน่วยนับ MPN/g) มีค่าน้อยกว่า 0.300 (log₁₀Unit) มากกว่ารายการทดสอบหน่วยนับ MPN/g อื่น ๆ ทั้งนี้การใช้ s* แทนค่า σ_{pt} ควรพิจารณาเป็นอย่างถี่ถ้วน เนื่องจากการใช้ s* ที่มีค่าต่ำมาก อาจจะไม่ใช้ผลดีเสมอไป ซึ่งสอดคล้องกับที่หน่วยงาน LGC ได้แนะนำว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของโปรแกรม

ทดสอบความชำนาญควรอยู่บนพื้นฐานของความแม่นยำที่ต้องเราต้องการจะได้มากกว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง และหากเป็นไปได้การใช้ robust standard deviation ควรมีการกำหนด minimum limit และ maximum limit ร่วมด้วย (Noblett T., 2011)

ในส่วนการใช้ 0.300 ($\log_{10}$ Unit) แทนค่า σ_{pt} สามารถใช้ในกรณีที่กรมปศุสัตว์ต้องการยกระดับการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ในรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) ตามชุดข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ หรือแม้กระทั่งการใช้ในรายการทดสอบประเภท CFU/g ก็ยังสามารถกระทำได้ เนื่องจากรายการทดสอบประเภท CFU/g นั้น สามารถใช้ได้ค่า σ_{pt} ได้สูงถึง 0.500 ($\log_{10}$ Unit) ตามกฎ 0.500 $\log_{10}$ rule ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการควบคุมคุณภาพภายในของห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาของการทำซ้ำในวิธีทดสอบที่มีหน่วยนับเป็น CFU (ISO 22117, 2019) อีกทั้งจากการสืบค้นข้อมูลพบว่า ผู้จัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญระดับสากล เช่น หน่วยงาน LGC มีการใช้ $\sigma_{pt} = 0.350$ ($\log_{10}$ Unit) ยกตัวอย่างเช่น โปรแกรมทดสอบความชำนาญรหัส MC294 รอบที่ 294 ปี ค.ศ. 2020 ในรายการทดสอบ Thermophilic aerobic plate count (หน่วยนับ CFU/g), *Staphylococcus* species (หน่วยนับ CFU/g), *Escherichia coli* (หน่วยนับ CFU/g และ MPN/g), Coliforms (หน่วยนับ CFU/g และ MPN/g) และหน่วยงาน Public Heath England มีการใช้ $\sigma_{pt} = 0.350$ ($\log_{10}$ Unit) เช่นเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น โปรแกรมทดสอบความชำนาญ Non-pathogen scheme ปี ค.ศ 2019 ในรายการทดสอบ Aerobic colony count (หน่วยนับ CFU/g) Coliforms (หน่วยนับ CFU/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ CFU/g)

จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้ข้อมูลภาพรวมของ s^* ในแต่ละรายการทดสอบ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาปรับค่าจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญได้ ทั้งนี้การพิจารณาใช้ค่า σ_{pt} ควรจะพิจารณาวัตถุประสงค์ของการจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญเป็นหลัก (Eurachem, 2021) ซึ่งโปรแกรมทดสอบความชำนาญนั้นสามารถใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการสร้างความเชื่อมั่นต่อหน่วยงานผู้มีอำนาจตามกฎหมาย (ILAC, 2017) ดังนั้นกลุ่มรับรองห้องปฏิบัติการ สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ สามารถที่จะใช้ข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้สำหรับการเลือกใช้หรือปรับใช้ค่า σ_{pt} ในโปรแกรมทดสอบความชำนาญ เพื่อใช้ประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการที่รับถ่ายโอนภารกิจ ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ของการตรวจสอบสินค้าปศุสัตว์ ณ ปัจจุบันได้นำมาซึ่งความเชื่อมั่นของหน่วยงานผู้ใช้ผลทดสอบต่อไป

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาชุดข้อมูลในครั้งนี้นี้พบความแตกต่างระหว่างการใช้ค่า σ_{pt} จาก 2 แหล่งที่มา โดยที่ใช้ s^* จะส่งผลทำให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์น้อยกว่าการใช้ 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$) ในทุกรายการทดสอบ ยกเว้นในรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) ดังนั้นสามารถใช้ s^* ในกรณีที่กรมปศุสัตว์ต้องการยกระดับการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการที่รับถ่ายโอนภารกิจ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ยกเว้นรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) ที่ต้องใช้ 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$)

ทั้งนี้เนื่องจากในภาพรวม s^* มีค่าต่ำกว่า 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$) ทุกรายการทดสอบ ยกเว้นรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g) และ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในภาพรวม s^* ของรายการทดสอบประเภท MPN/g มีค่าสูงและเข้าใกล้ 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$) ส่วนรายการทดสอบประเภทหน่วยนับ CFU/g จะมีความแตกต่างระหว่าง s^* และ 0.300 ($\log_{10}\text{Unit}$) อย่างชัดเจน จึงส่งผลทำให้ในภาพรวมแล้วรายการทดสอบประเภทหน่วยนับ CFU/g จะมีความแตกต่างระหว่างการใช้ σ_{pt} จาก 2 แหล่งที่มาอย่างชัดเจน

ข้อเสนอแนะ

รายการทดสอบใดที่ s^* มีค่าเพิ่มมากขึ้น จะบ่งบอกถึงผลทดสอบของห้องปฏิบัติการผู้เข้าร่วมในรายการทดสอบดังกล่าวมีความแตกต่างกันมากขึ้น ดังนั้นรายการทดสอบใดที่ s^* มีค่าเพิ่มมากขึ้นควรจะมีการศึกษาหาสาเหตุต่อไป เพื่อเป็นประโยชน์ในการติดตามความสามารถของห้องปฏิบัติการที่ถ่ายโอนภารกิจ ให้มีมาตรฐานการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวกุลธิดา ดวงศรี และนางสาวธนาภรณ์ บริสุทธิ์ แผนกทดสอบความชำนาญฝ่ายบริการห้องปฏิบัติการ สถาบันอาหาร สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมและคำปรึกษาในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2564. ระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการถ่ายโอนภารกิจด้านการวิเคราะห์สินค้าปศุสัตว์ พ.ศ. 2564. กรุงเทพฯ
- แผนกบริการทดสอบความชำนาญ. 2558. รายงานผลการทดสอบความชำนาญแบบสมบูรณ์ (Final Report) การจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ โครงการทดสอบความชำนาญ ห้องปฏิบัติการทดสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์. สถาบันอาหาร. กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- แผนกบริการทดสอบความชำนาญ. 2559. รายงานผลการทดสอบความชำนาญแบบสมบูรณ์ (Final Report) การจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ โครงการทดสอบความชำนาญ ห้องปฏิบัติการทดสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์. สถาบันอาหาร. กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- แผนกบริการทดสอบความชำนาญ. 2560. รายงานผลการทดสอบความชำนาญแบบสมบูรณ์ (Final Report) การจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ โครงการทดสอบความชำนาญ ห้องปฏิบัติการทดสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ ปีงบประมาณ 2560. สถาบันอาหาร. กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- แผนกบริการทดสอบความชำนาญ. 2561. รายงานผลการทดสอบความชำนาญแบบสมบูรณ์ (Final Report) การจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ (Proficiency Testing Program) ห้องปฏิบัติการเครือข่ายด้านตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ ปีงบประมาณ 2561. สถาบันอาหาร. กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- แผนกบริการทดสอบความชำนาญ. 2562. รายงานผลการทดสอบความชำนาญแบบสมบูรณ์ (Final Report) การจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ (Proficiency Testing Program) ห้องปฏิบัติการเครือข่ายด้านตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ ปีงบประมาณ 2562. สถาบันอาหาร. กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- แผนกบริการทดสอบความชำนาญ. 2563. รายงานผลการทดสอบความชำนาญแบบสมบูรณ์ (Final Report) การจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ (Proficiency Testing Program) ห้องปฏิบัติการเครือข่ายด้านตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ ปีงบประมาณ 2563. สถาบันอาหาร. กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- Food and Environment Proficiency Testing Unit. 2019. **Summary of Result, External Quality Assessment of Food Microbiology, Non-Pathogen Scheme**. Public Health England. London.
- International Organization for Standardization (ISO). 2010. **ISO/IEC 17043 Conformity assessment – General requirement for proficiency testing**. International Organization for Standardization, Geneva.
- International Organization for Standardization (ISO). 2015. **ISO 13528 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison**. International Organization for Standardization, Geneva.

- International Organization for Standardization (ISO). 2019. **ISO 22117 Microbiology of the food chain – Specific requirements and guidance for proficiency testing by interlaboratory comparison**. International Organization for Standardization, Geneva.
- LGC Proficiency Testing. 2020. **PT Food Microbiology, (QMS) Report MC294 - (Round 294) 09 Nov 2020**. LGC. United Kingdom.
- Mann, I and B. Brookman. 2021. **Selection, Use and Interpretation of Proficiency Testing (PT) Scheme**. Eurachem.
- Noblett T. 2011. **Determining the standard deviation for proficiency assessment (SDPA) in microbiology**. LGC Standard Proficiency testing.
- The ILAC secretary. 2017. **Benefits for laboratories participating in proficiency testing programs**. ILAC. New South Wales.

ภาคผนวก

ตารางที่ 4 แจกแจงค่า z- score ของห้องปฏิบัติการ ในรายการทดสอบ Aerobic plate count (หน่วยนับ CFU/g)

	ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560		ปี พ.ศ. 2561		ปี พ.ศ. 2562		ปี พ.ศ. 2563	
X_{pi}	3.603		4.748		4.588		4.521		5.217		4.183	
$u(X_{pi})$	0.034		0.034		0.026		0.037		0.040		0.034	
ลำดับ ห้องปฏิบัติ การ	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)
1	0.101	0.067	-1.897	-1.227	-0.090	-0.047	-0.624	-0.470	-0.292	-0.237	-0.178	-0.123
2	1.121	0.743	1.134	0.733	1.026	0.533	0.102	0.077	-1.370	-1.110	5.375	3.727
3	-1.628	-1.080	-6.789	-4.390	0.353	0.183	-0.071	-0.053	-0.984	-0.797	-1.221	-0.847
4	-0.598	-0.397	-0.392	-0.253	0.090	0.047	-0.327	-0.247	1.128	0.913	-0.178	-0.123
5	0.050	0.033	-0.299	-0.193	0.288	0.150	1.261	0.950	-0.424	-0.343	0.663	0.460
6	-0.492	-0.327	-0.345	-0.223	0.654	0.340	-0.469	-0.353	0.255	0.207	-1.322	-0.917
7	-1.121	-0.743	0.469	0.303	0.821	0.427	0.155	0.117	-2.029	-1.643	2.115	1.467
8	-0.945	-0.627	-0.299	-0.193	1.397	0.727	-0.327	-0.247	0.346	0.280	-0.178	-0.123
9	-0.116	-0.077	0.299	0.193	0.712	0.370	-3.044	-2.293	0.597	0.483	-0.332	-0.230
10	0.688	0.457	-0.041	-0.027	-1.109	-0.577	-0.646	-0.487	-1.123	-0.910	0.764	0.530
11	-1.628	-1.080	0.655	0.423	0.019	0.010	-2.305	-1.737	0.156	0.127	0.567	0.393
12	-0.362	-0.240	-1.912	-1.237	-0.365	-0.190	1.261	0.950	-0.481	-0.390	-0.332	-0.230
13	-0.709	-0.470	-1.397	-0.903	0.090	0.047	0.310	0.233	0.671	0.543	-0.500	-0.347
14	0.935	0.620	0.515	0.333	-0.442	-0.230	-0.195	-0.147	0.597	0.483	-0.178	-0.123
15	-0.362	-0.240	-2.196	-1.420	0.821	0.427	0.261	0.197	-0.169	-0.137	2.308	1.600
16	0.392	0.260	0.155	0.100	0.019	0.010	0.044	0.033	-0.169	-0.137	0.668	0.463
17	1.020	0.677	1.299	0.840	-0.365	-0.190	0.155	0.117	0.432	0.350	-0.500	-0.347
18	1.352	0.897	0.686	0.443	-0.904	-0.470	-1.801	-1.357	-0.724	-0.587	-0.178	-0.123
19	0.568	0.377	-2.196	-1.420	-3.038	-1.580	-1.310	-0.987	-0.840	-0.680	-0.413	-0.287
20	0.769	0.510	1.299	0.840	0.417	0.217	-2.332	-1.757	-0.568	-0.460	0.101	0.070
21	0.050	0.033	0.531	0.343	-5.872	-3.053	0.451	0.340	-1.062	-0.86	0.567	0.393
22	-1.030	-0.683	1.299	0.840	0.538	0.280	-2.425	-1.827	2.119	1.717	-0.606	-0.420
23	-1.075	-0.713	0.077	0.050	1.397	0.727	-0.704	-0.530	-0.041	-0.033	0.462	0.320
24	-0.945	-0.627	-0.165	-0.107	0.417	0.217	0.429	0.323	1.070	0.867	-0.500	-0.347
25	-0.362	-0.240	0.000	0.000	0.417	0.217	0.788	0.593	-3.169	-2.567	1.034	0.717
26	1.482	0.983	0.825	0.533	2.378	1.237	1.615	1.217	-0.840	-0.680	0.226	0.157
27	-0.060	-0.040	1.299	0.840	-0.051	-0.027	0.628	0.473	-1.506	-1.220	-0.899	-0.623
28	0.608	0.403	0.227	0.147	-1.006	-0.523	0.181	0.137	-1.082	-0.877	-0.332	-0.230
29	1.070	0.710	0.402	0.260	7.122	3.703	-0.327	-0.247	0.815	0.660	-0.178	-0.123
30	-0.116	-0.077	0.077	0.050	1.218	0.633	1.106	0.833	0.514	0.417	2.308	1.600
31	-0.362	-0.240	0.856	0.553	0.481	0.250	-0.704	-0.530	0.597	0.483	1.413	0.980
32	1.156	0.767	1.010	0.653	-2.641	-1.373	0.788	0.593	1.494	1.210	1.413	0.980
33	0.688	0.457	0.000	0.000	-0.128	-0.067	0.863	0.650	-0.169	-0.137	0.567	0.393
34	0.648	0.430	0.438	0.283	1.487	0.773	0.584	0.440	1.008	0.817	0.462	0.320
35	0.528	0.350	0.155	0.100	-0.853	-0.443	-1.686	-1.270	-0.424	-0.343	-0.880	-0.610
36	1.337	0.887	0.711	0.460	-0.365	-0.190	1.004	0.757	-1.481	-1.200	-0.178	-0.123
37	0.347	0.230	0.655	0.423	0.160	0.083	-0.704	-0.530	-0.169	-0.137	-1.077	-0.747
38	-0.005	-0.003	-1.119	-0.723	0.224	0.117	-1.956	-1.473	1.189	0.963	-1.779	-1.233
39	0.528	0.350	0.686	0.443	-2.481	-1.290	0.628	0.473	0.597	0.483	7.933	5.500
40	4.402	2.920	-1.521	-0.983	0.712	0.370	0.358	0.270	-0.642	-0.520	-0.034	-0.023
41	-1.312	-0.870	-1.552	-1.003	-5.385	-2.800	0.969	0.730	0.947	0.767	0.764	0.530
42	0.769	0.510	-3.448	-2.230	-1.333	-0.693	-0.624	-0.470	0.346	0.280	-1.567	-1.087
43	-1.211	-0.803	-0.438	-0.283	-0.532	-0.277	0.540	0.407	0.514	0.417	0.462	0.320
44	-0.492	-0.327	2.613	1.690	0.923	0.480	-0.704	-0.530	1.173	0.950	-0.942	-0.653
45	-0.362	-0.240	-2.804	-1.813	-0.808	-0.420	1.761	1.327	1.008	0.817	0.764	0.530
46	0.769	0.510	-4.655	-3.010	-0.442	-0.230	0.584	0.440	0.156	0.127	0.567	0.393
47	-0.422	-0.280	1.036	0.670	1.647	0.857	0.155	0.117	0.745	0.603	-0.332	-0.230
48	-1.518	-1.007	0.000	0.000	-0.365	-0.190	0.788	0.593	-1.663	-1.347	-2.034	-1.410
49	-0.633	-0.420	-6.206	-4.013	-0.051	-0.027	0.934	0.703	-2.872	-2.327	-0.683	-0.473
50	-0.633	-0.420	0.531	0.343	-0.051	-0.027	0.358	0.270	0.745	0.603	0.764	0.530
51	1.090	0.723	-0.345	-0.223	-0.712	-0.370	1.137	0.857	-0.930	-0.753	0.462	0.320
52	-1.211	-0.803			-3.506	-1.823	-2.757	-2.077	0.255	0.207	-1.567	-1.087
53					0.192	0.100	-0.469	-0.353	0.745	0.603	0.226	0.157
54					0.160	0.083	0.628	0.473	-0.169	-0.137	-0.332	-0.230
55					-0.442	-0.230	-0.973	-0.733	0.432	0.350	-0.034	-0.023
56							-0.327	-0.247	0.255	0.207	0.668	0.463
57							1.106	0.833	1.395	1.130	-1.077	-0.747
58							-0.133	-0.100	0.053	0.043	-4.986	-3.457

ตารางที่ 5 แจกแจงค่า z- score ของห้องปฏิบัติการ ในรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ CFU/g)

	ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560		ปี พ.ศ. 2561		ปี พ.ศ. 2562		ปี พ.ศ. 2563	
$\bar{X}_{pi}$	3.510		3.802		3.466		3.851		3.689		4.077	
$u(X_{pi})$	0.025		0.020		0.022		0.021		0.027		0.014	
ลำดับ ห้องปฏิ- บัติการ	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)
1	-1.028	-0.493	0.036	0.013	-0.402	-0.170	-1.278	-0.537	-0.481	-0.253	0.023	0.007
2	-0.132	-0.063	-0.482	-0.180	-0.150	-0.063	-0.143	-0.060	-0.620	-0.327	0.430	0.123
3	-1.028	-0.493	-0.089	-0.033	0.984	0.417	-0.468	-0.197	-0.620	-0.327	1.477	0.423
4	-0.035	-0.017	-0.920	-0.343	0.087	0.037	0.095	0.040	-0.354	-0.187	0.023	0.007
5	-1.167	-0.560	-0.839	-0.313	-0.276	-0.117	-1.008	-0.423	-0.354	-0.187	0.802	0.230
6	-2.528	-1.213	-0.920	-0.343	-0.150	-0.063	-0.881	-0.370	-1.076	-0.567	0.430	0.123
7	-1.028	-0.493	-1.161	-0.433	-0.976	-0.413	0.143	0.060	-0.956	-0.503	1.477	0.423
8	0.389	0.187	-0.411	-0.153	-0.748	-0.317	-1.571	-0.660	-0.051	-0.027	0.023	0.007
9	-0.333	-0.160	0.214	0.080	-0.606	-0.257	-0.579	-0.243	-0.481	-0.253	1.465	0.420
10	0.146	0.070	-0.768	-0.287	-0.402	-0.170	-1.278	-0.537	0.696	0.367	-0.942	-0.270
11	4.306	2.067	0.902	0.337	0.142	0.060	-0.754	-0.317	-0.481	-0.253	-1.779	-0.510
12	0.403	0.193	0.330	0.123	-3.047	-1.290	0.500	0.210	-1.076	-0.567	0.023	0.007
13	0.063	0.030	-0.732	-0.273	0.567	0.240	-1.421	-0.597	-0.228	-0.120	0.023	0.007
14	-0.229	-0.110	-0.348	-0.130	1.236	0.523	-0.246	-0.103	-0.620	-0.327	-0.419	-0.120
15	-0.660	-0.317	-1.000	-0.373	-0.150	-0.063	-1.278	-0.537	1.829	0.963	-0.279	-0.080
16	0.854	0.410	1.268	0.473	1.071	0.453	0.048	0.020	1.025	0.540	-0.419	-0.120
17	-0.132	-0.063	0.330	0.123	-1.472	-0.623	-0.579	-0.243	-0.956	-0.503	0.430	0.123
18	-0.035	-0.017	-0.411	-0.153	1.394	0.590	-0.817	-0.343	-1.076	-0.567	1.151	0.330
19	-0.750	-0.360	1.179	0.440	-0.976	-0.413	-0.468	-0.197	-0.108	-0.057	0.023	0.007
20	-0.229	-0.110	-0.696	-0.260	1.236	0.523	-0.635	-0.267	-0.551	-0.290	-0.419	-0.120
21	2.188	1.050	0.946	0.353	0.512	0.217	1.508	0.633	-1.000	-0.527	-1.965	-0.563
22	-0.132	-0.063	-0.152	-0.057	-0.535	-0.227	0.817	0.343	0.323	0.170	0.430	0.123
23	-0.333	-0.160	-0.625	-0.233	1.315	0.557	1.040	0.437	-0.620	-0.327	-0.942	-0.270
24	-0.333	-0.160	0.330	0.123	0.512	0.217	1.056	0.443	0.696	0.367	0.023	0.007
25	-0.660	-0.317	0.491	0.183	0.307	0.130	0.190	0.080	0.063	0.033	-1.047	-0.300
26	-1.097	-0.527	1.357	0.507	1.969	0.833	0.619	0.260	-0.481	-0.253	-0.326	-0.093
27	-0.333	-0.160	0.161	0.060	0.197	0.083	-0.246	-0.103	1.323	0.697	0.802	0.230
28	0.993	0.477	-1.000	-0.373	-0.535	-0.227	-0.881	-0.370	1.886	0.993	-0.419	-0.120
29	-0.437	-0.210	-14.268	-5.327	0.142	0.060	1.508	0.633	-0.291	-0.153	0.802	0.230
30	-0.035	-0.017	-0.920	-0.343	-0.402	-0.170	0.413	0.173	1.766	0.930	0.430	0.123
31	1.250	0.600	1.000	0.373	-0.031	-0.013	-0.817	-0.343	-1.639	-0.863	0.430	0.123
32	0.146	0.070	-0.625	-0.233	0.803	0.340	1.095	0.460	0.171	0.090	1.477	0.423
33	0.486	0.233	1.402	0.523	0.087	0.037	-0.635	-0.267	-0.620	-0.327	0.233	0.067
34	1.486	0.713	-0.839	-0.313	-0.677	-0.287	1.183	0.497	0.608	0.320	-1.314	-0.377
35	1.375	0.660	0.277	0.103	1.236	0.523	0.778	0.327	1.943	1.023	0.023	0.007
36	1.063	0.510	-0.554	-0.207	1.071	0.453	-1.008	-0.423	-1.000	-0.527	0.023	0.007
37	-1.771	-0.850	-0.214	-0.080	0.307	0.130	-0.095	-0.040	1.215	0.640	-0.895	-0.257
38	-0.903	-0.433	0.214	0.080	-1.661	-0.703	-0.095	-0.040	-0.766	-0.403	0.802	0.230
39	-1.028	-0.493	1.607	0.600	-0.150	-0.063	0.048	0.020	1.911	1.007	-0.419	-0.120
40	1.486	0.713	1.482	0.553	-1.472	-0.623	-0.143	-0.060	0.373	0.197	2.070	0.593
41	1.063	0.510	-0.554	-0.207	0.803	0.340	-0.143	-0.060	1.247	0.657	-0.419	-0.120
42	0.639	0.307	1.089	0.407	-1.472	-0.623	-0.095	-0.040	-0.481	-0.253	0.802	0.230
43	-0.778	-0.373	-0.214	-0.080	-0.150	-0.063	0.659	0.277	0.785	0.413	-0.419	-0.120
44	0.785	0.377	2.134	0.797	-0.402	-0.170	0.929	0.390	-0.418	-0.220	-2.023	-0.580
45	-0.660	-0.317	1.768	0.660	1.394	0.590	-0.095	-0.040	-0.918	-0.483	-0.419	-0.120
46	-2.125	-1.020	-1.134	-0.423	-1.299	-0.550	1.183	0.497	-0.228	-0.120	-0.419	-0.120
47	1.313	0.630	0.598	0.223	1.236	0.523	0.579	0.243	0.608	0.320	0.023	0.007
48	0.639	0.307	0.902	0.337	0.307	0.130	1.508	0.633	-1.076	-0.567	-0.895	-0.257
49	-0.229	-0.110	-1.786	-0.667	-1.299	-0.550	-0.413	-0.173	-0.551	-0.290	-1.663	-0.477
50	0.993	0.477			-0.402	-0.170	1.111	0.467	-0.842	-0.443	0.430	0.123
51					0.512	0.217	0.897	0.377	1.354	0.713	0.802	0.230
52					-0.677	-0.287	-2.246	-0.943	-1.076	-0.567	-1.663	-0.477
53							1.508	0.633	1.646	0.867	0.802	0.230
54							1.508	0.633	1.968	1.037	2.070	0.593
55							-0.754	-0.317	-0.051	-0.027	-1.837	-0.527

ตารางที่ 6 แจกแจงค่า z- score ของห้องปฏิบัติการ ในรายการทดสอบ *Staphylococcus aureus* (หน่วยนับ MPN/g)

	ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560		ปี พ.ศ. 2561		ปี พ.ศ. 2562		ปี พ.ศ. 2563	
X_{pt}	4.833		4.521		4.443		4.598		4.512		4.619	
$u(X_{pt})$	0.085		0.080		0.105		0.098		0.054		0.070	
ลำดับ ห้องปฏิบัติกา	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)
1	0.470	0.450	-0.518	-0.470	-1.298	-1.583	-1.150	-1.407	0.587	0.403	3.910	3.480
2	0.470	0.450	-0.518	-0.470	1.434	1.750	0.095	0.117	-0.641	-0.440	-0.146	-0.130
3	-1.578	-1.510	1.301	1.180	0.601	0.733	-1.717	-2.100	0.587	0.403	-0.644	-0.573
4	0.146	0.140	2.408	2.183	0.519	0.633	-0.594	-0.727	0.587	0.403	0.165	0.147
5	-0.592	-0.567	1.912	1.733	1.434	1.750	0.755	0.923	-1.631	-1.120	1.307	1.163
6	-0.592	-0.567	0.412	0.373	-2.131	-2.600	0.755	0.923	-0.728	-0.500	-0.963	-0.857
7	1.906	1.823	-0.518	-0.470	0.601	0.733	0.095	0.117	-0.641	-0.440	0.959	0.853
8	-0.592	-0.567	-0.518	-0.470	0.601	0.733	0.095	0.117	0.733	0.503	0.052	0.047
9	0.725	0.693	0.522	0.473	-0.172	-0.210	1.008	1.233	0.733	0.503	0.700	0.623
10	0.470	0.450	1.643	1.490	0.601	0.733	0.095	0.117	0.733	0.503	-1.659	-1.477
11	-0.592	-0.567	0.412	0.373	-2.213	-2.700	0.095	0.117	-0.641	-0.440	-0.895	-0.797
12	-8.369	-8.007	0.412	0.373	-0.388	-0.473	-0.594	-0.727	0.733	0.503	0.052	0.047
13	-0.697	-0.667	-1.268	-1.150	-0.730	-0.890	-0.594	-0.727	-0.728	-0.500	-0.236	-0.210
14	-0.592	-0.567	0.522	0.473	-0.172	-0.210	0.177	0.217	0.587	0.403	1.307	1.163
15	0.470	0.450	-0.518	-0.470	-0.730	-0.890	1.008	1.233	0.587	0.403	0.052	0.047
16	2.892	2.767	-5.441	-4.933	-0.172	-0.210	0.177	0.217	0.733	0.503	0.052	0.047
17	0.146	0.140	-7.871	-7.137	0.601	0.733	1.008	1.233	1.427	0.980	0.052	0.047
18	0.725	0.693	-0.585	-0.530	0.519	0.633	2.131	2.607	-0.641	-0.440	-0.588	-0.523
19					-0.221	-0.270	-1.986	-2.430	-0.728	-0.500	-0.895	-0.797
20							-0.643	-0.787	-9.121	-6.263	1.581	1.407
21							0.095	0.117	-5.777	-3.967	-1.112	-0.990
22							1.207	1.477	0.733	0.503	-0.895	-0.797
23							-1.717	-2.100	0.733	0.503	0.165	0.147

ตารางที่ 7 แจกแจงค่า z- score ของห้องปฏิบัติการ ในรายการทดสอบ *Escherichia coli* (หน่วยนับ CFU/g)

	ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560		ปี พ.ศ. 2561		ปี พ.ศ. 2562		ปี พ.ศ. 2563	
$\bar{X}_{pi}$	3.801		3.515		3.951		4.438		4.091		3.698	
$u(X_{pi})$	0.040		0.040		0.066		0.052		0.037		0.031	
ลำดับ ห้องปฏิ- บัติการ	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)
1	1.324	0.927	-2.808	-2.003	0.536	0.650	-0.024	-0.023	0.276	0.193	-0.734	-0.433
2	0.562	0.393	0.734	0.523	0.962	1.167	0.593	0.583	1.767	1.237	1.418	0.837
3	0.948	0.663	0.248	0.177	1.593	1.933	0.969	0.953	0.538	0.377	1.158	0.683
4	1.143	0.800	0.192	0.137	1.728	2.097	1.153	1.133	0.662	0.463	-0.198	-0.117
5	1.786	1.250	0.43	0.307	-2.739	-3.323	0.180	0.177	-0.462	-0.323	-0.667	-0.393
6	0.633	0.443	1.089	0.777	0.448	0.543	-1.688	-1.660	-1.029	-0.720	0.492	0.290
7	1.490	1.043	-0.902	-0.643	-0.929	-1.127	-1.759	-1.730	0.262	0.183	0.831	0.490
8	0.238	0.167	1.051	0.750	0.352	0.427	-1.485	-1.460	-0.881	-0.617	0.147	0.087
9	0.090	0.063	0.692	0.493	0.074	0.090	0.824	0.810	0.538	0.377	0.147	0.087
10	-0.076	-0.053	-0.318	-0.227	0.343	0.417	0.400	0.393	0.781	0.547	0.723	0.427
11	0.610	0.427	1.790	1.277	-0.646	-0.783	0.227	0.223	1.100	0.770	-3.712	-2.190
12	1.490	1.043	0.248	0.177	1.129	1.370	0.481	0.473	-0.238	-0.167	0.237	0.140
13	-0.024	-0.017	-0.467	-0.333	-0.536	-0.650	1.631	1.603	1.376	0.963	0.192	0.113
14	5.129	3.590	0.939	0.670	0.247	0.300	-0.502	-0.493	-1.262	-0.883	0.932	0.550
15	-1.838	-1.287	-0.808	-0.577	1.019	1.237	1.681	1.653	0.110	0.077	-2.915	-1.720
16	-1.110	-0.777	-0.178	-0.127	-0.742	-0.900	-0.393	-0.387	0.010	0.007	2.153	1.270
17	-0.614	-0.43	0.710	0.507	1.228	1.490	-2.420	-2.380	0.233	0.163	-0.311	-0.183
18	0.352	0.247	0.248	0.177	1.019	1.237	0.810	0.797	-1.000	-0.700	0.328	0.193
19	0.295	0.207	0.304	0.217	1.074	1.303	-0.325	-0.320	-0.976	-0.683	-0.096	-0.057
20	-0.252	-0.177	1.229	0.877	-0.209	-0.253	-0.793	-0.780	1.695	1.187	-0.734	-0.433
21	-0.110	-0.077	-1.874	-1.337	1.019	1.237	0.315	0.310	0.662	0.463	0.689	0.407
22	-5.290	-3.703	1.126	0.803	0.047	0.057	0.481	0.473	0.538	0.377	0.610	0.360
23	0.538	0.377	-0.178	-0.127	1.728	2.097	-0.705	-0.693	-0.476	-0.333	0.492	0.290
24	-1.081	-0.757	-0.112	-0.080	0.536	0.650	0.359	0.353	0.110	0.077	0.102	0.060
25	-0.110	-0.077	1.327	0.947	0.247	0.300	-0.325	-0.320	0.405	0.283	0.056	0.033
26	-0.252	-0.177	1.229	0.877	0.618	0.750	0.729	0.717	-0.433	-0.303	-0.198	-0.117
27	-1.410	-0.987	1.425	1.017	0.475	0.577	0.132	0.130	-0.238	-0.167	1.158	0.683
28	-0.486	-0.340	-1.103	-0.787	-1.052	-1.277	-1.098	-1.080	1.462	1.023	0.966	0.570
29	0.990	0.693	-0.547	-0.390	0.835	1.013	-1.346	-1.323	1.195	0.837	-0.045	-0.027
30	-1.614	-1.130	0.598	0.427	-1.118	-1.357	0.081	0.080	-1.262	-0.883	-1.169	-0.690
31	0.462	0.323	0.047	0.033	-0.475	-0.577	0.942	0.927	1.343	0.940	1.130	0.667
32	0.119	0.083	0.407	0.290	0.008	0.010	0.661	0.650	-1.490	-1.043	-0.944	-0.557
33	-0.948	-0.663	-1.103	-0.787	-0.192	-0.233	-0.705	-0.693	0.538	0.377	-0.147	-0.087
34	-0.848	-0.593	0.355	0.253	-0.088	-0.107	-0.705	-0.693	1.100	0.770	1.220	0.720
35	1.143	0.800	-1.103	-0.787	-0.580	-0.703	0.885	0.870	-2.667	-1.867	0.147	0.087
36	-2.186	-1.530	-0.248	-0.177	0.047	0.057	0.227	0.223	-0.562	-0.393	-2.644	-1.560
37	-1.052	-0.737	-0.467	-0.333	-0.613	-0.743	0.519	0.510	-0.162	-0.113	0.412	0.243
38	0.152	0.107	-0.178	-0.127	-0.791	-0.960	0.885	0.870	1.695	1.187	0.531	0.313
39	-1.286	-0.900	-0.112	-0.080	-1.618	-1.963	0.275	0.270	-0.057	-0.040	0.571	0.337
40	0.352	0.247	-0.355	-0.253	-1.264	-1.533	0.275	0.270	-0.057	-0.040	0.147	0.087
41	-0.076	-0.053	-2.215	-1.580	0.06	0.073	1.481	1.457	-0.433	-0.303	0.610	0.360
42	-0.657	-0.460	-0.547	-0.390	-1.052	-1.277	-0.990	-0.973	-0.238	-0.167	1.096	0.647
43	0.210	0.147	-1.332	-0.950	-0.791	-0.960	-0.888	-0.873	-0.795	-0.557	0.531	0.313
44	-0.043	-0.030	-1.724	-1.230	0.008	0.010	-0.258	-0.253	-1.171	-0.820	-0.311	-0.183
45					-2.299	-2.790	0.661	0.650	-0.238	-0.167	-1.418	-0.837
46					0.214	0.260	0.556	0.547	-0.433	-0.303	-1.249	-0.737
47					-1.728	-2.097	-1.098	-1.080	-2.924	-2.047	-0.667	-0.393
48							-5.203	-5.117	-0.948	-0.663	-0.667	-0.393
49							0.695	0.683	0.262	0.183	-5.367	-3.167
50							-1.217	-1.197	-0.238	-0.167	-1.695	-1.000
51											-3.119	-1.840

ตารางที่ 8 แจกแจงค่า z- score ของห้องปฏิบัติการ ในรายการทดสอบ *Escherichia coli* (หน่วยนับ MPN/g)

	ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560		ปี พ.ศ. 2561		ปี พ.ศ. 2562		ปี พ.ศ. 2563	
$\bar{X}_{pi}$	3.935		3.564		4.109		4.167		3.608		3.675	
$u(X_{pi})$	0.115		0.106		0.086		0.092		0.074		0.063	
ลำดับ ห้องปฏิ- บัติการ	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)
1	1.556	2.427	1.087	1.590	1.514	1.847	-0.491	-0.663	1.786	1.893	0.213	0.190
2	0.071	0.110	1.016	1.487	0.740	0.903	-1.319	-1.780	0.173	0.183	1.876	1.670
3	-0.645	-1.007	-1.191	-1.743	-6.765	-8.253	0.481	0.650	0.079	0.083	-0.045	-0.040
4	-0.645	-1.007	0.157	0.230	0.740	0.903	-0.491	-0.663	-0.368	-0.390	-0.045	-0.040
5	-0.759	-1.183	0.226	0.330	-1.847	-2.253	-0.217	-0.293	-0.717	-0.760	-0.157	-0.140
6	0.951	1.483	-2.697	-3.947	-0.186	-0.227	1.225	1.653	-0.088	-0.093	-0.157	-0.140
7	0.951	1.483	0.157	0.230	-0.385	-0.470	1.225	1.653	-1.358	-1.440	-0.045	-0.040
8	0.226	0.353	-2.121	-3.103	0.740	0.903	-0.311	-0.420	-0.717	-0.760	-0.157	-0.140
9	-0.128	-0.200	-1.569	-2.297	0.183	0.223	0.022	0.030	-0.201	-0.213	-3.903	-3.473
10	-0.645	-1.007	0.920	1.347	0.740	0.903	0.022	0.030	0.079	0.083	1.371	1.220
11	0.071	0.110	0.920	1.347	0.691	0.843	1.225	1.653	1.132	1.200	-0.045	-0.040
12	0.951	1.483	0.157	0.230	0.582	0.710	-1.319	-1.780	-1.358	-1.440	1.876	1.670
13	-0.581	-0.907	0.134	0.197	0.691	0.843	0.481	0.650	2.428	2.573	1.876	1.670
14	0.951	1.483	-0.419	-0.613	1.432	1.747	-0.311	-0.420	-0.717	-0.760	-0.157	-0.140
15	0.071	0.110	-0.551	-0.807	-0.385	-0.470	-0.491	-0.663	0.079	0.083	-0.157	-0.140
16	1.491	2.327	0.226	0.330	0.183	0.223	-1.319	-1.780	-0.717	-0.760	0.749	0.667
17	0.226	0.353	-1.191	-1.743	0.740	0.903	1.151	1.553	0.079	0.083	0.749	0.667
18	-1.186	-1.850	0.157	0.230	0.740	0.903	0.481	0.650	1.132	1.200	-1.105	-0.983
19	0.515	0.803	0.157	0.230	0.691	0.843	-2.780	-3.753	3.333	3.533	0.749	0.667
20	-3.361	-5.243	0.157	0.230	-1.992	-2.430	0.022	0.030	-0.717	-0.760	0.727	0.647
21	-0.128	-0.200	0.920	1.347	-0.385	-0.470	0.526	0.710	-0.717	-0.760	-0.157	-0.140
22	0.226	0.353	-0.419	-0.613	-0.413	-0.503	-0.491	-0.663	0.173	0.183	-2.648	-2.357
23	-2.291	-3.573	1.859	2.720	-0.385	-0.470	-0.491	-0.663	0.047	0.050	-0.157	-0.140
24	-4.203	-6.557	0.226	0.330	-0.385	-0.470	0.022	0.030	1.132	1.200	-0.157	-0.140
25	0.515	0.803	1.087	1.590	-0.639	-0.780	-1.988	-2.683	0.079	0.083	-1.172	-1.043
26	0.515	0.803	0.157	0.230	-0.186	-0.227	0.022	0.030	1.132	1.200	-0.798	-0.710
27			-2.121	-3.103	-1.992	-2.430	1.151	1.553	-0.717	-0.760	-2.918	-2.597
28					-1.301	-1.587	1.047	1.413	-1.783	-1.890	-0.045	-0.040
29							1.978	2.670	-3.066	-3.250		
30							-0.311	-0.420				

ตารางที่ 9 แจกแจงค่า z- score ของห้องปฏิบัติการ ในรายการทดสอบ Coliform (หน่วยนับ MPN/g)

	ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560		ปี พ.ศ. 2561		ปี พ.ศ. 2562		ปี พ.ศ. 2563	
$\bar{X}_{pi}$	3.627		4.020		4.290		4.161		4.084		4.500	
$u(X_{pi})$	0.011		0.064		0.057		0.091		0.066		0.052	
ลำดับ ห้องปฏิ- บัติการ	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)
1	-5.489	-0.823	-0.195	-0.173	0.375	0.300	0.532	0.730	-0.395	-0.387	0.700	0.543
2	0.133	0.020	0.079	0.070	0.375	0.300	-0.291	-0.400	-1.534	-1.503	-0.515	-0.400
3	0.133	0.020	-0.545	-0.483	1.429	1.143	0.488	0.670	0.497	0.487	-0.764	-0.593
4	0.800	0.120	1.353	1.200	1.554	1.243	1.218	1.673	1.867	1.830	-0.515	-0.400
5	0.133	0.020	0.586	0.520	-1.038	-0.830	-1.282	-1.760	0.810	0.793	0.571	0.443
6	0.800	0.120	0.079	0.070	0.300	0.240	1.146	1.573	1.867	1.830	2.901	2.253
7	-5.489	-0.823	-0.545	-0.483	-1.342	-1.073	-1.282	-1.760	-0.395	-0.387	-0.515	-0.400
8	0.133	0.020	0.222	0.197	1.429	1.143	-1.282	-1.760	-0.146	-0.143	-0.515	-0.400
9	-5.489	-0.823	0.079	0.070	0.300	0.240	0.767	1.053	1.007	0.987	-2.708	-2.103
10	0.800	0.120	-1.455	-1.290	0.133	0.107	-1.282	-1.760	-1.534	-1.503	0.571	0.443
11	-1.044	-0.157	0.079	0.070	0.375	0.300	-1.209	-1.660	0.282	0.277	-0.515	-0.400
12	-5.489	-0.823	-0.195	-0.173	0.300	0.240	1.017	1.397	-1.432	-1.403	0.571	0.443
13	0.800	0.120	-0.195	-0.173	-0.475	-0.380	-1.209	-1.660	0.313	0.307	0.571	0.443
14	0.133	0.020	1.353	1.200	-1.038	-0.830	0.532	0.730	-0.146	-0.143	-0.515	-0.400
15	0.800	0.120	-0.195	-0.173	-1.038	-0.830	1.146	1.573	1.007	0.987	-0.515	-0.400
16	0.133	0.020	-0.195	-0.173	-1.342	-1.073	-1.282	-1.760	-0.146	-0.143	-0.515	-0.400
17	0.133	0.020	-0.195	-0.173	0.375	0.300	-1.209	-1.660	0.313	0.307	1.609	1.250
18	0.800	0.120	0.586	0.520	0.375	0.300	1.146	1.573	0.313	0.307	-0.515	-0.400
19	0.133	0.020	-1.455	-1.29	0.375	0.300	-0.291	-0.400	-0.395	-0.387	-0.515	-0.400
20	5.511	0.827	2.305	2.043	-0.475	-0.380	0.532	0.730	-0.395	-0.387	-0.592	-0.460
21	0.133	0.020	-0.195	-0.173	1.429	1.143	0.488	0.670	-0.395	-0.387	-0.592	-0.460
22	0.133	0.020	-0.658	-0.583	0.375	0.300	-0.468	-0.643	-1.534	-1.503	0.571	0.443
23	-5.489	-0.823	-1.342	-1.190	-0.475	-0.380	0.036	0.050	1.007	0.987	-1.391	-1.080
24	0.800	0.120	2.417	2.143	-2.613	-2.090	0.488	0.670	0.313	0.307	0.571	0.443
25	-13.022	-1.953	-1.455	-1.290	-1.038	-0.830	-0.468	-0.643	-2.456	-2.407	2.009	1.560
26	0.800	0.120	0.079	0.070	0.375	0.300	0.532	0.730	-0.146	-0.143	0.571	0.443
27			1.353	1.200	-0.475	-0.380	0.488	0.670	-0.146	-0.143	0.700	0.543
28					0.375	0.300	1.146	1.573	1.867	1.830	0.571	0.443
29							0.532	0.730	0.313	0.307	1.609	1.250
30							0.036	0.050	-0.395	-0.387	-0.515	-0.400
31							-0.468	-0.643	-0.146	-0.143	-1.970	-1.530
32							-0.291	-0.400				

ตารางที่ 10 แจกแจงค่า z- score ของห้องปฏิบัติการ ในรายการทดสอบ Coliform (หน่วยนับ CFU/g)

	ปี พ.ศ. 2558			ปี พ.ศ. 2559			ปี พ.ศ. 2560			ปี พ.ศ. 2561			ปี พ.ศ. 2562			ปี พ.ศ. 2563		
X_{pi}	4.275			3.831			3.409			3.626			3.604			3.474		
$u(X_{\text{pi}})$	0.031			0.020			0.041			0.028			0.021			0.016		
ลำดับ ห้องปฏิ- บัติการ	s*	0.300 (log ₁₀ unit)		s*	0.300 (log ₁₀ unit)		s*	0.300 (log ₁₀ unit)		s*	0.300 (log ₁₀ unit)		s*	0.300 (log ₁₀ unit)		s*	0.300 (log ₁₀ unit)	
1	-1.195	-0.653		0.472	0.167		0.361	0.273		1.472	0.790		-0.017	-0.007		-0.130	-0.040	
2	1.049	0.573		1.255	0.443		0.167	0.127		-1.019	-0.547		-1.050	-0.423		0.489	0.150	
3	-1.024	-0.560		1.066	0.377		-1.454	-1.100		-0.360	-0.193		-1.050	-0.423		1.152	0.353	
4	1.049	0.573		1.594	0.563		0.423	0.320		-0.286	-0.153		0.636	0.257		-1.435	-0.440	
5	1.360	0.743		0.547	0.193		1.388	1.050		-4.056	-2.177		1.612	0.650		0.337	0.103	
6	1.232	0.673		0.632	0.223		1.159	0.877		0.453	0.243		-2.504	-1.010		0.033	0.010	
7	5.902	3.227		1.472	0.520		1.352	1.023		-0.435	-0.233		-0.818	-0.330		0.033	0.010	
8	-0.274	-0.150		-0.783	-0.277		0.648	0.490		0.658	0.353		-0.496	-0.200		-0.293	-0.090	
9	0.854	0.467		-0.642	-0.227		2.062	1.560		-2.621	-1.407		-1.050	-0.423		-0.293	-0.090	
10	-0.433	-0.237		0.302	0.107		-2.595	-1.963		1.360	0.730		-1.050	-0.423		-1.217	-0.373	
11	0.024	0.013		0.415	0.147		-0.128	-0.097		-1.311	-0.703		-0.198	-0.080		0.337	0.103	
12	1.561	0.853		-1.330	-0.470		1.626	1.230		-0.081	-0.043		1.992	0.803		-0.641	-0.197	
13	-0.604	-0.330		-0.500	-0.177		-1.859	-1.407		-0.149	-0.080		1.124	0.453		1.022	0.313	
14	0.409	0.223		-0.047	-0.017		0.850	0.643		-1.211	-0.650		1.669	0.673		0.337	0.103	
15	0.640	0.350		0.783	0.277		-0.295	-0.223		2.814	1.510		-0.397	-0.160		1.391	0.427	
16	-0.805	-0.440		-1.774	-0.627		-0.383	-0.290		2.267	1.217		-0.603	-0.243		0.185	0.057	
17	-0.433	-0.237		1.255	0.443		0.595	0.450		-0.665	-0.357		1.124	0.453		1.207	0.370	
18	0.287	0.157		-0.302	-0.107		0.361	0.273		0.043	0.023		0.562	0.227		2.446	0.750	
19	-0.787	-0.430		-0.434	-0.153		0.753	0.570		1.453	0.780		-0.603	-0.243		-0.13	-0.040	
20	0.159	0.087		-0.047	-0.017		0.423	0.320		1.323	0.710		-0.496	-0.200		0.761	0.233	
21	-0.604	-0.330		1.066	0.377		-0.128	-0.097		-0.255	-0.137		0.636	0.257		2.348	0.720	
22	0.159	0.087		-0.434	-0.153		-1.300	-0.983		1.882	1.010		-0.017	-0.007		-1.217	-0.373	
23	-2.201	-1.203		0.925	0.327		-8.784	-6.647		-1.416	-0.760		-0.017	-0.007		-1.652	-0.507	
24	1.232	0.673		-0.500	-0.177		0.700	0.530		0.758	0.407		-1.298	-0.523		-0.130	-0.040	
25	-0.884	-0.483		-2.594	-0.917		-0.789	-0.597		0.398	0.213		-0.298	-0.120		-0.467	-0.143	
26	-0.274	-0.150		1.028	0.363		0.943	0.713		0.043	0.023		0.926	0.373		0.337	0.103	
27	-1.427	-0.780		1.028	0.363		-0.678	-0.513		-0.752	-0.403		1.124	0.453		0.033	0.010	
28	0.024	0.013		0.415	0.147		-1.454	-1.100		0.043	0.023		-2.331	-0.940		2.446	0.750	
29	0.640	0.350		-0.368	-0.130		-1.300	-0.983		-0.590	-0.317		-0.107	-0.043		0.489	0.150	
30	0.640	0.350		0.075	0.027		-0.295	-0.223		-0.286	-0.153		-0.017	-0.007		1.022	0.313	
31	0.287	0.157		0.302	0.107		0.167	0.127		0.286	0.153		0.488	0.197		-0.641	-0.197	
32	-0.604	-0.330		0.302	0.107		0.097	0.073		0.559	0.300		0.488	0.197		-2.380	-0.730	
33	0.287	0.157		-0.642	-0.227		-0.207	-0.157		-0.019	-0.010		0.636	0.257		0.761	0.233	
34	-0.433	-0.237		0.075	0.027		-0.128	-0.097		0.509	0.273		0.785	0.317		-0.826	-0.253	
35	-0.274	-0.150		-3.774	-1.333		1.075	0.813		0.398	0.213		0.322	0.130		1.152	0.353	
36	0.530	0.290		0.019	0.007		0.361	0.273		0.286	0.153		-1.562	-0.630		-1.435	-0.440	
37	-1.195	-0.653		-1.245	-0.440		-1.300	-0.983		-0.019	-0.010		0.322	0.130		-0.826	-0.253	
38	-4.238	-2.317		-1.774	-0.627		-0.128	-0.097		-0.149	-0.080		-0.017	-0.007		-0.130	-0.040	
39	-1.427	-0.780		-0.104	-0.037		0.026	0.020		0.398	0.213		1.785	0.720		-0.130	-0.040	
40	0.409	0.223		0.519	0.183		-0.383	-0.290		-0.019	-0.010		0.240	0.097		0.891	0.273	
41	1.994	1.090		-1.160	-0.410		0.026	0.020		0.453	0.243		0.562	0.227		-0.293	-0.090	
42	-0.122	-0.067		-2.594	-0.917		0.167	0.127		1.161	0.623		0.488	0.197		0.337	0.103	
43	0.951	0.520		0.019	0.007		0.700	0.530		-0.019	-0.010		0.488	0.197		0.620	0.190	
44	0.409	0.223		0.877	0.310		0.987	0.747		0.168	0.090		-0.397	-0.160		0.337	0.103	
45	-2.110	-1.153		-0.236	-0.083		0.648	0.490		-1.528	-0.820		-0.496	-0.200		0.033	0.010	
46							-0.476	-0.360		-0.665	-0.357		0.860	0.347		0.761	0.233	
47							-1.802	-1.363		-0.149	-0.080		-2.331	-0.940		-3.239	-0.993	
48							0.026	0.020		-0.925	-0.497		-0.818	-0.330		-0.826	-0.253	
49							-0.573	-0.433		-0.360	-0.193		-0.017	-0.007		-0.130	-0.040	
50										-2.981	-1.600		0.562	0.227		0.033	0.010	
51										1.323	0.710		-4.339	-1.750		-0.130	-0.040	
52										-0.925	-0.497		0.562	0.227		-2.935	-0.900	
53																-8.065	-2.473	

ตารางที่ 11 แจกแจงค่า z- score ของห้องปฏิบัติการ ในรายการทดสอบ *Clostridium perfringens* (หน่วยนับ CFU/g)

	ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560		ปี พ.ศ. 2561		ปี พ.ศ. 2562		ปี พ.ศ. 2563	
X_{pt}	4.187		3.560		3.805		3.996		4.112		4.250	
$u(X_{pt})$	0.054		0.048		0.035		0.041		0.039		0.036	
ลำดับ ห้องปฏิ- บัติการ	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)	s*	0.300 (log ₁₀ unit)
1	0.966	0.840	0.085	0.067	-3.594	-2.097	-1.457	-1.020	1.831	1.263	0.474	0.307
2	-1.333	-1.160	1.102	0.867	-0.074	-0.043	0.595	0.417	-0.541	-0.373	-0.881	-0.570
3	1.054	0.917	0.225	0.177	-0.869	-0.507	0.638	0.447	-1.348	-0.930	1.015	0.657
4	-1.046	-0.910	-1.754	-1.380	1.211	0.707	-0.467	-0.327	-0.343	-0.237	0.026	0.017
5	-0.931	-0.810	-0.839	-0.660	-0.154	-0.090	-2.471	-1.730	-0.560	-0.387	0.149	0.097
6	0.996	0.867	0.309	0.243	-2.274	-1.327	0.395	0.277	0.570	0.393	0.263	0.170
7	-0.716	-0.623	0.352	0.277	0.434	0.253	-2.214	-1.550	0.913	0.630	0.670	0.433
8	-0.785	-0.683	0.131	0.103	2.429	1.417	-0.086	-0.060	0.164	0.113	0.149	0.097
9	1.218	1.060	-0.479	-0.377	-0.606	-0.353	-0.133	-0.093	0.309	0.213	1.170	0.757
10	-0.157	-0.137	0.924	0.727	-0.926	-0.540	0.562	0.393	1.618	1.117	-0.881	-0.570
11	-0.414	-0.360	0.513	0.403	0.709	0.413	1.995	1.397	-0.647	-0.447	0.263	0.170
12	1.165	1.013	0.589	0.463	0.880	0.513	-0.067	-0.047	0.444	0.307	-0.881	-0.570
13	1.893	1.647	0.178	0.140	0.297	0.173	-1.038	-0.727	0.691	0.477	-0.381	-0.247
14	-0.559	-0.487	-0.352	-0.277	0.737	0.430	-0.110	-0.077	-1.913	-1.320	1.758	1.137
15	-0.042	-0.037	1.042	0.820	0.006	0.003	0.429	0.300	1.111	0.767	0.149	0.097
16	1.318	1.147	0.729	0.573	-0.114	-0.067	0.990	0.693	1.382	0.953	-0.701	-0.453
17	-0.157	-0.137	-0.907	-0.713	-1.423	-0.830	0.395	0.277	-0.560	-0.387	-0.701	-0.453
18	0.352	0.307	-0.352	-0.277	-0.554	-0.323	0.395	0.277	-0.671	-0.463	-0.103	-0.067
19	-0.414	-0.360	-2.199	-1.730	0.297	0.173	-0.367	-0.257	-0.541	-0.373	0.263	0.170
20	0.065	0.057	2.038	1.603	0.771	0.450	-1.219	-0.853	-0.159	-0.110	0.577	0.373
21	-0.042	-0.037	1.712	1.347	-0.280	-0.163	-0.043	-0.030	0.913	0.630	0.763	0.493
22	-3.874	-3.370	-0.763	-0.600	-0.074	-0.043	-0.152	-0.107	1.208	0.833	-0.536	-0.347
23	0.437	0.380	-0.924	-0.727	-0.240	-0.140	-0.719	-0.503	-0.362	-0.250	1.314	0.850
24	0.429	0.373	-0.839	-0.66	-0.606	-0.353	0.857	0.600	0.010	0.007	-0.103	-0.067
25	-0.854	-0.743	-1.508	-1.187	1.766	1.030	-0.367	-0.257	0.164	0.113	-1.289	-0.833
26	0.996	0.867	0.436	0.343	0.194	0.113	1.114	0.780	-1.319	-0.910	-0.536	-0.347
27	0.517	0.450	-0.924	-0.727	0.880	0.513	1.233	0.863	-0.343	-0.237	-2.149	-1.390
28	-1.682	-1.463	-0.763	-0.600	0.006	0.003	1.648	1.153	-1.411	-0.973	-1.289	-0.833
29	0.352	0.307	0.797	0.627	-0.074	-0.043	0.714	0.500	0.444	0.307	-0.237	-0.153
30	-0.732	-0.637	-0.068	-0.053	1.114	0.650	-1.257	-0.880	0.444	0.307	0.933	0.603
31	-0.716	-0.623	3.047	2.397	1.011	0.590	1.233	0.863	5.744	3.963	0.933	0.603
32	0.352	0.307	1.013	0.797	-3.434	-2.003	0.214	0.150	0.309	0.213	-0.103	-0.067
33	0.437	0.380	0.797	0.627	-1.286	-0.750	-0.200	-0.140	0.691	0.477	-1.289	-0.833
34	0.437	0.380	-0.614	-0.483	0.851	0.497	-0.748	-0.523	-0.860	-0.593	1.814	1.173
35	-2.372	-2.063	-0.441	-0.347	-0.417	-0.243	0.714	0.500	0.309	0.213	-0.103	-0.067
36	0.874	0.760	0.352	0.277	-0.554	-0.323	-0.390	-0.273	-1.952	-1.347	1.015	0.657
37			0.085	0.067	1.766	1.030	1.114	0.780	0.444	0.307	0.263	0.170
38			-2.508	-1.973	-0.983	-0.573	0.562	0.393	0.309	0.213	-0.381	-0.247
39					-0.114	-0.067	-1.414	-0.990	-1.275	-0.880	0.933	0.603
40							-1.181	-0.827	-0.957	-0.660	-1.933	-1.250
41							-0.662	-0.463	-0.343	-0.237	-1.289	-0.833
42									0.691	0.477	3.005	1.943
43									-0.860	-0.593	0.263	0.170
44											0.149	0.097
45											-5.691	-3.680