



การใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้น

ในการประเมินวิธีทดสอบ

สรุ
สาระ

อุมพร สุขม่วง *

ผลการวัดทางห้องปฏิบัติการมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบและสินค้า ซึ่งส่งผลทั้งทางด้านเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิต จึงเป็นเหตุผลให้ผู้รับผิดชอบการวัดทางห้องปฏิบัติการต้องพัฒนาวิธีทดสอบหรือปรับเปลี่ยนวิธีทดสอบให้เหมาะสมต่อการใช้งานในห้องปฏิบัติการ การนำวิธีทดสอบใหม่มาใช้งานต้องตรวจสอบและประเมินวิธีทดสอบนั้น ๆ ว่าเหมาะสมต่อการใช้งานและให้ผลการวัดที่น่าเชื่อถือ

สำหรับวิธีทดสอบที่มีข้อจำกัดในการใช้วัสดุอ้างอิงหรือวัสดุอ้างอิงรับรอง การประเมินสมรรถนะของวิธีสามารถใช้ในการเปรียบเทียบวิธีทดสอบใหม่กับวิธีมาตรฐานหรือวิธีที่ยอมรับ ซึ่งทำได้โดยวัดตัวอย่างเดียวกันด้วยวิธีใหม่และวิธีที่ยอมรับ ผลต่างของผลการวัด 2 วิธี เป็นความคลาดเคลื่อนระบบ (systematic error) และใช้วิธีการทางสถิติประเมินว่าความคลาดเคลื่อนระบบที่เกิดขึ้นมีนัยสำคัญหรือไม่ เพื่อสรุปว่าผลการวัดจาก 2 วิธีที่เปรียบเทียบแตกต่างกันหรือไม่ วิธีการทางสถิติที่ใช้ ได้แก่ สถิติทดสอบที (t-test) และสถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (paired t-test) ซึ่งเป็นการทดสอบนัยสำคัญจากค่าความคลาดเคลื่อนระบบเพียงค่าเดียวที่เป็นตัวแทนของตัวอย่างตลอดช่วงการวัด จึงมีความเหมาะสมในกรณีที่วัดปริมาณสารในตัวอย่างในช่วงความเข้มข้นแคบ แต่มีข้อจำกัดในกรณีที่วัดปริมาณสารในตัวอย่างในช่วงความเข้มข้นกว้างมาก ๆ อาจทำให้การประเมินผลวิธีทดสอบผิดพลาด

การใช้ความสัมพันธ์ของเชิงเส้นของผลการวัดจาก 2 วิธี เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีประโยชน์ในการประเมินความสัมพันธ์ของ

วิธีทดสอบ บทความนี้นำเสนอวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการประเมินวิธีทดสอบโดยการเปรียบเทียบวิธีทดสอบ 2 วิธี และแนวทางการเลือกวิธีการทางสถิติที่เหมาะสม

สถิติทดสอบที แบบจับคู่ (paired t-test) การเปรียบเทียบวิธีทดสอบ 2 วิธี โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบจับคู่ ทำโดยการวัดตัวอย่างเดียวกันด้วยวิธีที่ต้องการตรวจสอบและวิธีมาตรฐานหรือวิธีที่ยอมรับ วัดซ้ำหลายตัวอย่างให้ครอบคลุมช่วงความเข้มข้นที่ใช้งาน แต่ละตัวอย่างวัดซ้ำหลายครั้ง ใช้โปรแกรม Excel คำนวณค่าสถิติ ประเมินผล โดยเปรียบเทียบค่าสถิติที่จากการคำนวณ (t Stat) กับค่าวิกฤตที่ได้จากการทดสอบ 2 ทาง (t Critical two-tail) ดังนี้

t Stat มีค่ามากกว่า t Critical two-tail สรุปว่าการทดสอบมีนัยสำคัญ ผลการวัดจากวิธีทดสอบ 2 วิธี แตกต่างกัน

t Stat มีค่าน้อยกว่า t Critical two-tail สรุปว่าการทดสอบไม่มีนัยสำคัญ ผลการวัดจากวิธีทดสอบ 2 วิธี ไม่แตกต่างกัน

ตัวอย่างที่ 1 ห้องปฏิบัติการได้พัฒนาวิธีทดสอบหาปริมาณ phytic acid ในตัวอย่าง โดยเทคนิค catalytic fluorimetric (CF) เพื่อใช้แทนวิธี extraction photometric (EP) ซึ่งเป็นวิธีเดิมที่ยอมรับแล้ว ทำการประเมินวิธีทดสอบโดยเปรียบเทียบผลการวัดจาก 2 วิธี โดยทดสอบหาปริมาณ phytic acid ในตัวอย่างปัสสาวะ 20 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างทดสอบด้วยวิธี CF และวิธี EP แต่ละวิธีวัดซ้ำ 3 ครั้ง ค่าเฉลี่ยของผลการวัด แสดงในตารางที่ 1

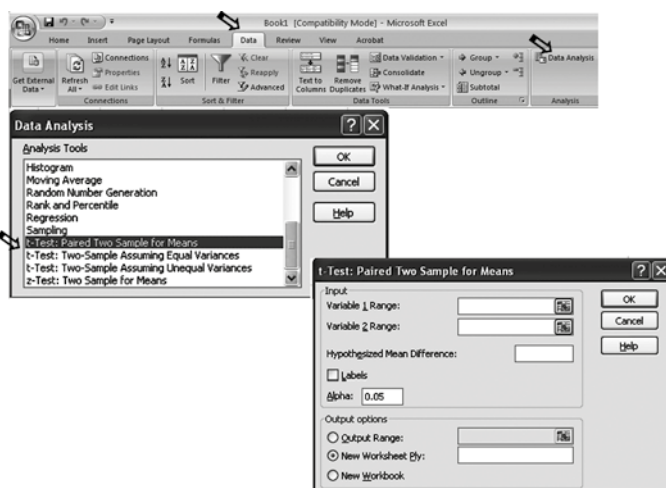
* นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 1 แสดงผลการวัด phytic acid ด้วยวิธี CF และวิธี EP

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยของผลการวัด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	EP result	CF result
1	1.98	1.87
2	2.31	2.2
3	3.29	3.15
4	3.56	3.42
5	1.23	1.10
6	1.57	1.41
7	2.05	1.84
8	0.66	0.68
9	0.31	0.27
10	2.82	2.80
11	0.13	0.14
12	3.15	3.20
13	2.72	2.70
14	2.31	2.43
15	1.92	1.78
16	1.56	1.53
17	0.94	0.84
18	2.27	2.21
19	3.17	3.10
20	2.36	2.34

ใช้โปรแกรม Excel เลือก Data ==> Data Analysis
==>t-Test : Paired Two Sample for Means แสดงในภาพที่ 1
ได้ผลลัพธ์ในตารางที่ 2

ภาพที่ 1 แสดงการใช้เมนูในโปรแกรม Excel สำหรับการทดสอบที่แบบจับคู่



ตารางที่ 2 ผลลัพธ์การทดสอบที่แบบจับคู่

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	EP result	CF result
Mean	2.02	1.95
Variance	0.98	0.97
Observations	20	20
Pearson Correlation	0.9966	
Hypothesized	0	
Mean Difference	0	
df	19	
t Stat	3.59	
P(T<=t) one-tail	0.001	
t Critical one-tail	1.73	
P(T<=t) two-tail	0.002	
t Critical two-tail	2.09	

จากข้อมูลในตารางที่ 2

t Stat =3.59 และ t Critical two-tail = 2.09

t Stat มีค่ามากกว่า t Critical two-tail

สรุป การทดสอบมีนัยสำคัญ ผลการวัดจากวิธีทดสอบ
2 วิธี แตกต่างกัน

พิจารณาข้อมูลในตัวอย่างที่ 1 พบว่าความเข้มข้นของ
phytic acid มีช่วงตั้งแต่ 0.13 มิลลิกรัมต่อลิตรถึง 3.56 มิลลิกรัม
ต่อลิตร มีผลต่างเฉลี่ย 0.065 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลต่างมีค่ามาก
เมื่อเทียบกับความเข้มข้นในช่วงต่ำ ทำให้การทดสอบนี้สรุปว่า
ผลการวัดจาก 2 วิธี แตกต่างกัน ดังนั้นการสถิติทดสอบที่แบบจับ
คู่จึงไม่เหมาะสำหรับการประเมินวิธีทดสอบที่วัดสารในตัวอย่างที่มี
ความเข้มข้นกว้างเกินไป

ความสัมพันธ์เชิงเส้น เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
โดยที่ตัวแปรหนึ่งมีค่าคงที่ และตัวแปรหนึ่งมีค่าไม่คงที่หรือขึ้นอยู่กับ
ตัวแปร การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เรียกว่า การวิเคราะห์
การถดถอย (Regression Analysis) ข้อมูลที่ได้สามารถประยุกต์
ใช้ในงานทดสอบทางห้องปฏิบัติการ เช่น การสร้างกราฟมาตรฐาน
สำหรับงานวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และการเปรียบเทียบ
วิธีทดสอบ 2 วิธี ได้แก่ วิธีทดสอบที่พัฒนาใหม่กับวิธีมาตรฐาน
หรือวิธีที่ยอมรับ และวิธีทดสอบ 2 วิธี ที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์
ต่างกัน จุดมุ่งหมายหลักในการศึกษาความสัมพันธ์ คือ ตัวแปรมี
ความสัมพันธ์กันอย่างไร และสามารถใช้ในการตัดสินใจได้หรือไม่

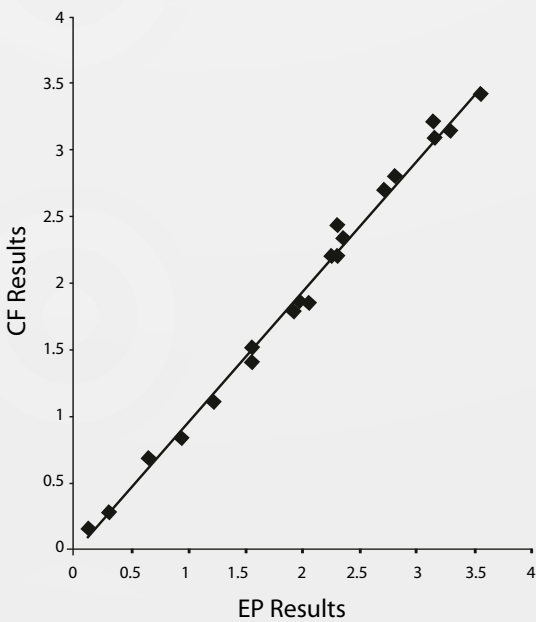


การหาความสัมพันธ์ในขั้นต้น เริ่มจากการเขียนกราฟความสัมพันธ์ของตัวแปร เพื่อดูแนวโน้มความสัมพันธ์ของตัวแปร ในกรณีที่กราฟเป็นเส้นตรง ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) แสดงความสัมพันธ์มากหรือน้อย ถ้า r มีค่าใกล้ ± 1 มากกว่า แสดงว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นมากกว่า กราฟเส้นตรงที่ได้เรียกว่าเส้นถดถอย ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยสามารถนำมาใช้ประโยชน์หลายเรื่อง ขึ้นอยู่กับการศึกษาความสัมพันธ์ในเรื่องใด ในบทความนี้ กล่าวถึงเฉพาะการใช้ประโยชน์ในการประเมินวิธีทดสอบ โดยการเปรียบเทียบผลการวัดจากวิธีทดสอบ 2 วิธี ต่างกันหรือไม่

ขั้นตอนการประเมินวิธีทดสอบโดยใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้น มีดังนี้

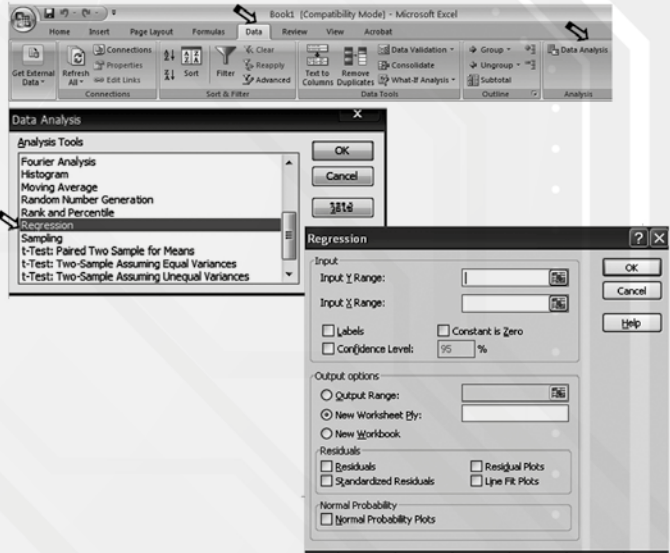
- นำข้อมูลมาเขียนกราฟเพื่อดูแนวโน้มความสัมพันธ์ พบว่าเป็นกราฟเส้นตรง แสดงในภาพที่ 2

ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดด้วยวิธี EP และ วิธี CP



- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเส้นถดถอย โดยใช้โปรแกรม Excel เลือก Data ==> Data Analysis ==> Regression โดยกำหนดให้ EP Results เป็นค่าในแกน x เนื่องจากเป็นผลการวัดจากวิธีเดิมค่าที่ได้ถือว่าคงที่ และ CF Results เป็นค่าในแกน y แสดงในภาพที่ 3 ได้ผลลัพธ์ในตารางที่ 3

ภาพที่ 3 การใช้เมนูในโปรแกรม Excel สำหรับการวิเคราะห์การถดถอย



ตารางที่ 3 ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์การถดถอย

SUMMARY OUTPUT					
<i>Regression Statistics</i>					
Multiple R		0.9966			
R Square		0.9933			
Adjusted R Square		0.9929			
Standard Error		0.0829			
Observations		20			
<i>ANOVA</i>					
		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
Regression		1	18.3413	18.3413	2670.43937
Residual		18	0.1236	0.0069	
Total		19	18.464895		
		<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept		-0.0497	0.0429	-1.1584	0.2618
EP result		0.9924	0.0192	51.6763	0.0000
		<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept		-0.1399	0.0404	-0.1399	0.0404
EP result		0.9521	1.0328	0.9521	1.0328

- กำหนดเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบวิธีทดสอบ 2 วิธี ว่าให้ผลการวัดต่างกันหรือไม่ที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด พิจารณาจากค่าต่าง ๆ คือ

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ใกล้ 1 แสดงว่าตัวแปรในแกน x และตัวแปรในแกน y สัมพันธ์กันมาก ความชัน (slope) เป็น 1 และจุดตัดแกน (intercept) เป็น 0 แสดงว่าตัวแปรในแกน x และตัวแปรในแกน y เท่ากัน

- ประเมินผล โดยเปรียบเทียบค่าสถิติที่คำนวณ ในตารางที่ 2 กับเกณฑ์ที่กำหนด

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.9966 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองชุด ซึ่งมีความสัมพันธ์กันมาก

ความชัน = 0.9924 มีค่าช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ระหว่าง 0.9521 กับ 1.0328 ซึ่งค่า 1 อยู่ในช่วงนี้

จุดตัดแกน = -0.0497 มีค่าช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ระหว่าง -0.1399 กับ 0.0404 ซึ่งค่า 0 อยู่ในช่วงนี้

5. สรุปผล วิธีทดสอบที่พัฒนาให้ผลการวัดไม่แตกต่างจากวิธีทดสอบเดิม ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์การถดถอยจากความสัมพันธ์เชิงเส้น สามารถนำไปใช้ในการประเมินวิธีทดสอบ โดยการเปรียบเทียบวิธีที่ห้องปฏิบัติการใช้กับวิธีมาตรฐาน หากค่าสถิติจากการวิเคราะห์การถดถอย อยู่ในเกณฑ์ยอมรับที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด สามารถสรุปได้วิธีทดสอบที่ใช้ให้ผลการวัดไม่แตกต่างกับผลการวัดจากวิธีมาตรฐาน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทวนสอบวิธีทดสอบ

ได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมช่วงความเข้มข้นกว้าง และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทดสอบที่ไม่มีวัสดุอ้างอิงรับรองสำหรับใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของวิธี จำเป็นต้องใช้การเปรียบเทียบผลการวัดกับวิธีมาตรฐาน

จากข้อมูลในตัวอย่างที่ยกมาแสดงนี้ การประเมินวิธีทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบที่แบบจับคู่ และการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์เชิงเส้น จะให้ข้อสรุปแตกต่างกัน ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้พื้นฐานทางสถิติที่เพียงพอ จึงจะสามารถเลือกใช้วิธีการทางสถิติได้อย่างเหมาะสม และประเมินผลได้ถูกต้อง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้จัดหลักสูตรฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้สถิติในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย เพื่อส่งเสริมความรู้แก่นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ ให้สามารถประเมินผลและรายงานผลการทดสอบได้อย่างน่าเชื่อถือ ผู้สนใจสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้โดยการเข้ารับการฝึกอบรมในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องและจากเอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- Albright, S. Christian; Winston, Wayne L. and Zappe, Christopher. Data analysis & decision making with microsoft excel. 3rd ed., Ohio : South-Western Cengage Learning, 2009.
- Burgess, Christopher. **Valid analysis methods and procedures**. Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2000, 87p
- Fajgelj, A. ; and Ambrus, A. editor. **Principles and practices of method validation, : proceedings of the joint AOAC/FAO/IAEA/IUPAC International workshop on the principles and practices of method validation**. Nov. 1999, Budapest, Hungary 1999. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2000, 305 p.
- Miller, James N. and Miller, Jane C. **Statistics and chemometrics for analytical chemistry**. 4th ed. England : Pearson Prentice Hall, 1999.
- Otto, Matthias. **Chemometrics : Statistics and computer application in analytical chemistry**. Germany : Wiley, 2007.