The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences

Volume 12
Issue 1 *1987*

Article 5

1-1-1987

ตัว เ ลขนัยสำคัญ

นวลศรี นิรัติศัยางค์

Follow this and additional works at: https://digital.car.chula.ac.th/tjps

Part of the Pharmacology Commons

Recommended Citation

นิรัติศัยางค์, นวลศรี (1987) "ตัว เ ลขนัยสำคัญ," *The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*: Vol. 12: Iss. 1, Article 5.
DOI: https://doi.org/10.56808/3027-7922.1405
Available at: https://digital.car.chula.ac.th/tjps/vol12/iss1/5

This Article is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

b 3000461

ปกิณกะ:

BROAD SPECTRUM

ตัวเลขนัยสำคัญ

นวลศรี นิวัติศัยวงศ์ *

ตัวเลขนัยสำคัญเป็นกลุ่มตัวเลขที่ประกอบด้วยตัวเลขที่แสดงความแน่นอน และตัวเลขอีกหนึ่งตัวที่แสดงความไม่แน่นอน ซึ่งตัวเลขที่แสดงความไม่แน่นอนนี้เป็นตัวเลขตัวสุดท้ายของกลุ่มตัวเลขนั้น เช่น ปริมาตรของสารละลายที่อ่านได้จากบิวเรตซึ่งมีขีดบอกปริมาตรย่อยสุดเป็น 0.1 มิลลิลิตร จะต้องรายงานด้วยจำนวนเลขที่มีทศนิยมสองตำแหน่ง ตัวเลขในทศนิยมตำแหน่งที่สองนี้เป็นตัวเลขที่แสดงปริมาตรโดยประมาณ ดังนั้นตัวเลขนัยสำคัญจะบ่งถึงความแม่นยำของการวัด

เลขศูนย์ในจำนวนเลขที่เป็นเลขทศนิยมอาจเป็นหรือไม่เป็นตัวเลขนัยสำคัญก็ได้ ขึ้นกับว่าเลขศูนย์นั้นใช้เพื่อแสดงอะไร ถ้าเลขศูนย์ใช้เพียงเพื่อแสดงตำแหน่งของจุดทศนิยม เลขศูนย์นั้นไม่เป็นตัวเลขนัยสำคัญ

หลักในการพิจารณาเลขศูนย์ในจำนวนเลขที่เป็นเลขทศนิยมว่าเป็นตัวเลขนัยสำคัญหรือไม่ มีดังนี้คือ

1. เลขศูนย์ในจำนวนเลขที่เป็นเลขทศนิยม ซึ่งไม่มีตัวเลขอื่นอยู่ข้างหน้า ไม่เป็นตัวเลขนัยสำคัญ เช่น 0.0217 มีตัวเลขสำคัญเพียง 3 ตัว คือ 217 เลขศูนย์ทั้งสองตัวไม่เป็นตัวเลขนัยสำคัญ

2. เลขศูนย์ในจำนวนเลขที่เป็นเลขทศนิยม ซึ่งมีตัวเลขอื่นอยู่ข้างหน้าหรือเป็นตัวเลขที่อยู่ท้ายสุดเป็นตัวเลขนัยสำคัญ เช่น 0.1050 มีตัวเลขนัยสำคัญ 4 ตัว คือ 1050

ในกรณีที่ผลการวัดมีเลขศูนย์หลายตัวอยู่ข้างหน้าหรือข้างหลังตัวเลขอื่น โดยที่เลขศูนย์เหล่านั้นไม่ได้เป็นตัวเลขนัยสำคัญ ให้รายงานผลการวัดเฉพาะตัวเลขที่เป็นตัวเลขนัยสำคัญ คูณกับตัวเลขยกกำลังของ 10 เช่น 0.0000420 ถ้ามีตัวเลขนัยสำคัญอยู่เพียง 3 ตัว คือ 420 ให้รายงานผลเป็น 42.0×10^{-6} หรือ 4.20×10^{-5}

โดยทั่วไปถ้าไม่ระบุความไม่แน่นอนของตัวเลขตัวสุดท้ายของตัวเลขนัยสำคัญ ให้ถือว่าตัวเลขตัวสุดท้ายมีความไม่แน่นอน ± 1 เช่น สารตัวอย่างหนัก 1.0738 กรัม แสดงว่าน้ำหนักสารตัวอย่างเป็น 1.0738 ± 0.0001 กรัม หรือน้ำหนักสารตัวอย่างมีค่าได้ตั้งแต่ 1.0737 ถึง 1.0739 กรัม ถ้าความไม่แน่นอนของตัวเลขตัวสุดท้ายไม่ใช่ ± 1 ต้องระบุความไม่แน่นอนไว้ข้างท้ายจำนวนเลขนั้น เช่น สารตัวอย่างหนัก 1.0738 ± 0.0003 กรัม

ความไม่แน่นอนของผลการวัดแสดงได้ 2 แบบ คือ ความไม่แน่นอนสัมบูรณ์ และความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ ตัวอย่างของการหาค่าความไม่แน่นอนสัมบูรณ์และความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ได้แสดงไว้ข้างล่างนี้

จำนวนเลข	ความไม่แน่นอนสัมบูรณ์	ความไม่แน่นอนสัมพัทธ์
0.475	± 0.001	± 1 ส่วน ใน 475 ส่วน
10.76	± 0.01	± 1 ส่วน ใน 1076 ส่วน

* ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

382	± 1	± 1 ส่วน ใน 382 ส่วน
4.20×10^{-5}	± 0.01	± 1 ส่วน ใน 420 ส่วน

กฎการคำนวณ

ในการคำนวณไม่ว่าจะเป็นการบวก ลบ คูณ หรือหาร จำนวนเลขต่าง ๆ ที่มีความไม่แน่นอนที่อาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ตาม ผลลัพธ์จากการคำนวณจะมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น การประมาณค่าความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ พิจารณาจากความไม่แน่นอนของจำนวนเลขต่าง ๆ แล้วกำหนดว่าผลลัพธ์นั้นควรมีจำนวนเลขนัยสำคัญกี่ตัวตามชนิดของการคำนวณ ดังนี้คือ

1. การบวกและการลบ

จำนวนตัวเลขนัยสำคัญของผลลัพธ์จากการบวก หรือลบ หรือทั้งบวกและลบ ของจำนวนเลขต่าง ๆ ถูกกำหนดโดยจำนวนเลขที่มีค่าความไม่แน่นอนสัมบูรณ์มากที่สุด กล่าวคือ จำนวนตัวเลขนัยสำคัญของผลลัพธ์เท่ากับจำนวนตัวเลขนัยสำคัญของจำนวนเลขที่มีค่าความไม่แน่นอนสัมบูรณ์มากที่สุด และผลลัพธ์จะมีค่าความไม่แน่นอนสัมบูรณ์เท่ากับผลรวมของความไม่แน่นอนสัมบูรณ์ของจำนวนเลขต่าง ๆ นั้น เช่น

$$60.3 + 1.05 - 0.162 = 61.188$$

จำนวนเลข	ความไม่แน่นอนสัมบูรณ์
60.3	± 0.1
1.05	± 0.01
0.162	± 0.001

เนื่องจากจำนวนเลข 60.3 มีค่าความไม่แน่นอนสัมบูรณ์มากที่สุด จึงต้องรายงานผลลัพธ์เป็น 61.2 โดยผลลัพธ์นี้จะมีค่าความไม่แน่นอนสัมบูรณ์เท่ากับ ± (0.1 + 0.01 + 0.001) หรือเท่ากับ ± 0.111

2. การคูณและการหาร

จำนวนตัวเลขนัยสำคัญของผลลัพธ์จากการคูณ หรือหาร หรือทั้งคูณและหาร ของจำนวนเลขต่าง ๆ ถูกกำหนดโดยจำนวนเลขที่มีความไม่แน่นอนสัมพัทธ์มากที่สุด อย่างไรก็ตาม รายละเอียดของการกำหนดในหนังสืออ้างอิงแต่ละเล่มมีความแตกต่างกันบ้าง ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้คือ

2.1 ผลลัพธ์ต้องมีค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ต้องไม่เกินค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ที่มากที่สุดของจำนวนเลขต่าง ๆ นั้น เช่น

$$\frac{35.63 \times 0.5481 \times 0.05300 \times 100}{1.1689} = 88.54705783\ \%$$

จำนวนเลข	ความไม่แน่นอนสัมพัทธ์
35.63	± 1 ส่วน ใน 3563 ส่วน
0.5481	± 1 ส่วน ใน 5481 ส่วน
0.05300	± 1 ส่วน ใน 5300 ส่วน
1.1689	± 1 ส่วน ใน 11689 ส่วน

ส่วนจำนวนเลข 100 เป็นตัวเลขสัมบูรณ์ ไม่ได้มาจากการวัด จึงไม่เป็นตัวเลขนัยสำคัญ

เนื่องจากความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ที่มีค่ามากที่สุดคือ ± 1 ส่วน ใน 3563 ส่วน จึงพิจารณาการรายงานผลลัพธ์ ดังนี้

ผลลัพธ์	ความไม่แน่นอนสัมพัทธ์
88.5	± 1 ส่วน ใน 885 ส่วน
88.55	± 1 ส่วน ใน 8855 ส่วน

ต้องรายงานผลลัพธ์เป็น 88.55 %

2.2 ผลลัพธ์ต้องมีค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง $\frac{1}{5}$ ถึง 2 เท่าของค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ที่มากที่สุดของจำนวนเลขต่าง ๆ นั้น เช่น

$$21.1 \times 0.029 \times 83.2 = 50.91008$$

ผลลัพธ์	ความไม่แน่นอนสัมพัทธ์
21.1	± 1 ส่วน ใน 211 ส่วน
0.029	± 1 ส่วน ใน 29 ส่วน
83.2	± 1 ส่วน ใน 832 ส่วน

เนื่องจากความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ที่มีค่ามากที่สุด คือ ± 1 ส่วน ใน 29 ส่วน หรือประมาณ ± 1 ส่วน ใน 30 ส่วน ดังนั้น $\frac{1}{5}$ เท่าของค่านี้คือ ± 1 ส่วน ใน 150 ส่วน และ 2 เท่าของค่านี้คือ ± 1 ส่วน ใน 15 ส่วน ต้องรายงานผลลัพธ์ให้มีค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง ± 1 ส่วน ใน 150 ส่วน ถึง ± 1 ส่วน ใน 15 ส่วน

พิจารณาการรายงานผลลัพธ์ได้ดังนี้

ผลลัพธ์	ความไม่แน่นอนสัมพัทธ์
51	± 1 ส่วน ใน 51 ส่วน
50.9	± 1 ส่วน ใน 509 ส่วน

ดังนั้นต้องรายงานผลลัพธ์เป็น 51

หรือ $\frac{291 \times 272}{0.086} = 920732.093$

จำนวนเลข	ความไม่แน่นอนสัมพัทธ์
291	± 1 ส่วน ใน 291 ส่วน
272	± 1 ส่วน ใน 272 ส่วน
0.086	± 1 ส่วน ใน 86 ส่วน

เนื่องจากความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ที่มีค่ามากที่สุด คือ ± 1 ส่วน ใน 86 ส่วน ดังนั้น $\frac{1}{5}$ เท่าของค่านี้ คือ ± 1 ส่วน ใน 430 ส่วน และ 2 เท่าของค่านี้ คือ ± 1 ส่วน ใน 43 ส่วน ต้องรายงานผลลัพธ์ให้มีค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง ± 1 ส่วน ใน 430 ส่วน ถึง ± 1 ส่วน ใน 43 ส่วน

พิจารณาการรายงานผลลัพธ์ได้ดังนี้

ผลลัพธ์	ความไม่แน่นอนสัมพัทธ์
9.2×10^5	± 1 ส่วน ใน 92 ส่วน
9.20×10^5	± 1 ส่วน ใน 920 ส่วน

ดังนั้นต้องรายงานผลลัพธ์เป็น 9.2×10^5

ในกรณีที่การคำนวณมีทั้งการบวก หรือลบ หรือทั้งบวกและลบ ร่วมกับการคูณ หรือหาร หรือทั้งคูณและหาร จะต้องหาค่าความไม่แน่นอนสัมบูรณ์ของผลลัพธ์ที่ได้จากการบวก หรือลบ หรือทั้งบวกและลบ ก่อนที่จะพิจารณาตามกฎข้อ 2.1 หรือ 2.2 เช่น

$$\frac{(29.82 - 1.38) - (10.35 - 0.89) \times 0.00589 \times 100}{(26.7854 - 25.8943)} \%$$

$$= \frac{18.98 \times 0.00589 \times 100}{0.8911} \%$$

$$= 12.54541577 \%$$

ถ้ากำหนดความไม่แน่นอนสัมบูรณ์ของจำนวนเลขต่าง ๆ ไว้ดังนี้ คือ

จำนวนเลข	ความไม่แน่นอนสัมบูรณ์	จำนวนเลข
29.82	± 0.02	29.82
1.38	± 0.02	1.38
10.35	± 0.02	10.35
0.89	± 0.02	0.89
0.00589	± 0.00006	0.00589
26.7854	± 0.0001	26.7854
25.8943	± 0.0001	25.8943

จำนวนเลข	ความไม่แน่นอนสัมบูรณ์	ความไม่แน่นอนสัมพัทธ์
18.98	± 0.08	± 8 ส่วน ใน 1898 ส่วน หรือประมาณ ± 1 ส่วน ใน 250 ส่วน
0.00589	± 0.00006	± 6 ส่วน ใน 589 ส่วน หรือประมาณ ± 1 ส่วน ใน 100 ส่วน
0.8911	± 0.0002	± 2 ส่วน ใน 8911 ส่วน หรือประมาณ ± 1 ส่วน ใน 4500 ส่วน

เนื่องจากความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ที่มีค่ามากที่มีค่ามากที่สุด คือ ± 6 ส่วน ใน 589 ส่วน หรือประมาณ ± 1 ส่วน ใน 100 ส่วน ดังนั้นต้องรายงานผลลัพธ์ที่ให้มีค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ไม่เกิน ± 1 ส่วน ใน 100 ส่วน (พิจารณาตามกฎข้อ 2.1) หรือ $\frac{1}{5}$ เท่าของ ± 1 ส่วน ใน 100 ส่วน คือ ± 1 ส่วน ใน 500 ส่วน และ 2 เท่าของ ± 1 ส่วน ใน 100 ส่วน คือ ± 1 ส่วน ใน 50 ส่วน ต้องรายงานผลลัพธ์ให้มีความไม่แน่นอนสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง ± 1 ส่วน ใน 500 ส่วน ถึง ± 1 ส่วน ใน 50 ส่วน (พิจารณาตามกฎข้อ 2.2)

พิจารณารายงานผลลัพธ์ได้ดังนี้

ผลลัพธ์	ความไม่แน่นอนสัมพัทธ์
12.5	± 1 ส่วน ใน 125 ส่วน
12.54	± 1 ส่วน ใน 1254 ส่วน

ดังนั้นต้องรายงานผลลัพธ์เป็น 12.5% ไม่ว่าจะพิจารณาตามกฎข้อ 2.1 หรือ 2.2

ข้อควรสังเกต คือ โดยปกติไม่ว่าจะใช้กฎข้อ 2.1 หรือ 2.2 จะพบว่าจำนวนตัวเลขนัยสำคัญของผลลัพธ์เท่ากับจำนวนตัวเลขนัยสำคัญของจำนวนเลขที่มีค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์มากที่สุด

3. การคำนวณที่เกี่ยวกับ logarithm

ค่า logarithm ของเลขจำนวนหนึ่ง ประกอบด้วย characteristic และ mantissa เช่น

$$\log 11.6 = 1.0645$$

characteristic mantissa

จำนวนเลข 1 ซึ่งเป็น characteristic เป็นเพียงตัวเลขที่ใช้แสดงว่าในจำนวนเลขที่จะหาค่า logarithm มีตัวเลขกี่ตัวที่อยู่ข้างหน้าจุดทศนิยม ดังนั้นตัวเลขที่เป็น characteristic ไม่ใช่ตัวเลขนัยสำคัญ เนื่องจากจำนวนเลข 11.6 มีตัวเลขนัยสำคัญ 3 ตัว จึงทำให้ตัวเลขที่เป็น mantissa ต้องมีตัวเลขนัยสำคัญอยู่ 3 ตัวด้วย ดังนั้นต้องรายงานผลลัพธ์ของ log 11.6 เป็น 1.064

หรือการหาค่า pH ของสารละลาย HCl ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 2.0×10^{-3} โมลาร์

$$\begin{aligned} pH &= -\log 2.0 \times 10^{-3} \\ &= -(-3 + 0.3010) \\ &= 2.6990 \end{aligned}$$

ต้องรายงานผลลัพธ์เป็น 2.7 เนื่องจากจำนวนเลข 2.0×10^{-3} มีตัวเลขนัยสำคัญอยู่เพียง 2 ตัว

ข้อควรสังเกต คือ ตัวเลขทุกตัวรวมทั้งเลขศูนย์ใน mantissa เป็นตัวเลขนัยสำคัญ

สำหรับการหาค่า antilogarithm จะพิจารณาจากตัวเลขใน mantissa เป็นหลัก เช่น

$$\text{antilog } 0.072 = 1.18025$$

ต้องรายงานผลลัพธ์เป็น 1.18 เนื่องจากตัวเลขนัยสำคัญใน mantissa มีอยู่ 3 ตัว คือ 072

จากการคำนวณทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าเมื่อต้องการรายงานผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนเลขต่าง ๆ ที่เป็นตัวเลขนัยสำคัญ มักจะต้องปัดตัวเลขบางตัวออกเหลือเฉพาะแต่ตัวเลขที่เป็นตัวเลขนัยสำคัญ โดยอาศัยหลักในการปัดตัวเลข ดังนี้คือ

1. ถ้าตัวเลขที่ต้องการปัดมีค่ามากกว่า 5 ให้ปัดโดยเพิ่มตัวเลขที่อยู่ก่อนหน้าตัวเลขที่ต้องการปัดอีก 1 เช่น 9.472 ปัดเป็น 9.5

2. ถ้าตัวเลขที่ต้องการปัดมีค่าน้อยกว่า 5 ให้ปัดทิ้งไป ตัวเลขที่อยู่ก่อนหน้าตัวเลขที่ต้องการปัดยังคงเดิม เช่น 9.43 ปัดเป็น 9.4

3. ถ้าตัวเลขที่ต้องการปัดเป็นเลข 5

3.1 หลังเลข 5 เป็นตัวเลขอื่นที่ไม่ใช่เลขศูนย์ ให้ปัดโดยเพิ่มตัวเลขก่อนหน้าเลข 5 อีก 1 เช่น 1.6253 ปัดเป็น 1.63

3.2 หลังเลข 5 เป็นเลขศูนย์ หรือเลข 5 เป็นตัวเลขตัวสุดท้าย ให้ดูตัวเลขที่อยู่ก่อนหน้าเลข 5 ถ้าตัวเลขที่อยู่ก่อนหน้าเลข 5 เป็นเลขคี่ ให้ปัดโดยเพิ่มเลขคี่นี้อีก 1 แต่ถ้าตัวเลขที่อยู่ก่อนหน้าเลข 5 เป็นเลขคู่หรือเลขศูนย์ ให้คงเลขคู่หรือเลขศูนย์ไว้เช่นเดิม ปัดเลข 5 ทิ้งไป เช่น 8.750 ปัดเป็น 8.8, 8.75 ปัดเป็น 8.8, 8.65 ปัดเป็น 8.6 และ 8.05 ปัดเป็น 8.0 หลักในการปัดตัวเลขนี้อาศัยหลักทางสถิติที่ว่าตัวเลขที่อยู่ก่อนหน้าเลข 5 มีโอกาสเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ได้เท่ากัน

หมายเหตุ ตัวเลขที่ขีดเส้นใต้ไว้เป็นตัวเลขที่ต้องการปัด

เอกสารอ้างอิง

1. Blaedel, W.J. and Meloche, V.M. (1970) Elementary Quantitative Analysis : Theory and Practice. 2 nd ed. pp. 54 - 57. Harper and Row, New York.
2. Christian, G.D. (1980) Analytical Chemistry 3 rd ed. pp. 59 - 63 John Wiley and Sons, New York.
3. Day, R.A.Jr. and Underwood, A.L. (1977) Quantitative Analysis 3 rd ed. pp. 63 - 67 Prentice - Hall of India, New Delhi.
4. Dick, J.G. (1973) Analytical Chemistry pp. 73 - 78. McGraw - Hill Kogakusha, Tokyo.
5. Skoog, D.A. and West, D.M. (1982) Fundamentals of Analytical Chemistry 4 th ed. pp. 80 - 82. Saunders College Publishing, Philadelphia.
6. Vogel, A.I. (1978) A Textbook of Quantitative Inorganic Analysis Including Elementary Instrumental Analysis 4 th ed. pp. 125 - 127. Longman, New York.