

เอกสารอ้างอิง



1. United States Pharmacopeial Convention. "Penicillin V Potassium." In The United States Pharmacopeia XX; National Formulary XV, p. 596. Easton, Pennsylvania: Mack Publishing Co., 1980.
2. Blacow, N.W. "Phenoxymethylpenicillin Potassium." In Martindale: The Extra Pharmacopoeia, 26th ed., p. 1409. London: The Pharmaceutical Press, 1972.
3. Wurster, D.E. "Penicillin." In Prescription Pharmacy: Dosage Formulation and Pharmaceutical Adjuncts, pp. 368 - 369. Edited by Joseph B. Spowls, Jr. Philadelphia: J.B. Lippincott Co., 1963.
4. Newton, D.W. "Physicochemical Determinants of Incompatibility and Instability in Injectable Drug Solutions and Admixtures." Am J Hosp Pharm 35 (October 1978): 1213 - 1222.
5. Hou, J.P., and Poole, J.W. " β -Lactam Antibiotics: Their Physicochemical Properties and Biological Activities in Relation to Structure." J Pharm Sci 60 (April-1971): 505 - 507, 521.
6. สอาด รักตะวัต. "การวิเคราะห์โดยวิธี Iodometric Method." ใน เภสัชวิเคราะห์และการควบคุมคุณภาพ หน้า 672 (ม.ป.ท., ม.ป.ป.)
7. Niebergall, P.J., et al. "Metal Binding Tendencies of Various Antibiotics." J Pharm Pharmacol 18 (1966): 729.

8. Schwartz, MA. "Clinical Aspects of Penicillin Allergy."
J Pharm Sci 58 (June 1969): 643 - 661.
9. Bundgaard, Hans. "Kinetic Demonstration of a Metastable Intermediate in Isomerization of Penicillin to Penicillenic Acid in Aqueous Solution." J Pharm Sci 60 (August 1971): 1275.
10. Connors, K.A.; Amidon, G.L.; and Kennon, Lloyd. "Degradation Reactions." In Chemical Stability of Pharmaceuticals: A Handbook for Pharmacists, pp. 189 - 193. New York: Wiley-Interscience, 1979.
11. Rasmussen, C.E., and Higuchi, T. "Spectropolarimetric and Circular Dichroism Methods for Determining The Activity of Penicillin." J Pharm sci 60 (November 1971): 1608.
12. Martin, A.N.; Swarbrick, James; and Cammarata, Arthur. "Influence of Temperature and Other Factors on Reaction Rates." In Physical Pharmacy, 2d ed., p. 374. Philadelphia: Lea & Febiger, 1969.
13. Jaffe, J.M., et al. "Stability of Several Brands of Ampicillin and Penicilin V Potassium Oral Liquids Following Reconstitution." Am J Hosp Pharm 33 (October 1976): 1005 - 1010.
14. Marcus, A.D., and Taraszka, A.J. "A Kinetic Study of the Specific Hydrogen Ion Catalyzed Solvolysis of Chloramphenicolin Water-Propylene Glycol System." J Am Pharm Assoc Sci Ed. 48 (February 1959): 77.

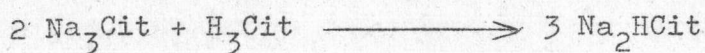
15. Goyan, J.E. "Catalysis." In Prescription Pharmacy: Dosage Formulation and Pharmaceutical Adjuncts, p. 160. Edited by Joseph B. Sprowls, Jr.. Philadelphia: J.B. Lippincott Co., 1963.
16. Mitchell, A.G. "The Hydrolysis of Ethyl Benzoate, Diethyl Phthalate and Benzocaine in Cetrinide Solutions." J Pharm Pharmacol 14 (1962): 175.
17. Riegelman, S. "The Effect of Surfactants on Drug Stability I." J Am Pharm Assoc Sci Ed 49 (1960): 339 - 343
18. Goyan, J.E., and Day, R.L. "Catalysis." In Prescription Pharmacy, 2 d ed., pp. 174 - 175. Edited by Joseph B. Sprowls, Jr., Philadelphia: J.B. Lippincott Co., 1970.
19. Connors, K.A.; Amidon, G.L.; and Kenyon, Lloyd. "pH-Rate Profile." In Chemical Stability of Pharmaceuticals: A Handbook for Pharmacists, p. 188. New York: Wiley-Interscience, 1979.
20. Martin, E.W. "Influence of pH." In Dispensing of Medication, 7th ed., pp. 637 - 640. Easton, Pennsylvania: Mack Publishing Co., 1971.
21. Martin, A.N.; Swarbrick, James; and Cammarata, Arthur. "General Acid-Base Catalysis." In Physical Pharmacy, 2 d ed: pp. 385 - 386. Philadelphia: Lea & Febiger, 1969.

22. Conners, K.A.; Amidon, G.L.; and Kennon, Lloyd. "Addition of Antoxidants." In Chemical Stability of Pharmaceuticals: A Handbook for Pharmacists, p. 96. New York: Wiley-Interscience, 1979.
23. Sydney, University. Pharmacy, Department. "Pharmaceutic I." (n.p., n.d.), (Mimeographed.)
24. The Council of the Pharmaceutical Society of Great Britain. Department of Pharmaceutical Sciences, "Phenoxymethylpenicillin Elixir." In British Pharmaceutical Codex, 1973, p. 675. London: The Pharmaceutical Press, 1973.
25. Hayslett, H.T. and Murphy, Patrick. "Correlation and Regression." In Statistics Made Simple, pp. 134, 142. London: W.H. Allen & Co., 1968.
26. จริฎุ จันท์ลักษณะณา. "ความแตกต่างระหว่างรีเกรซชัน 2 ค่า." ใน สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย, หน้า 83. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2519.
27. Martin, A.N.; Swarbrick, James; and Cammarata, Arthur. "The Buffer Equation." In Physical Pharmacy, 2d ed., pp. 237 - 238. Philadelphia: Lea & Febiger, 1969.
28. Martin, A.N.; Swarbrick, James; and Cammarata, Arthur. "Preparation of Pharmaceutical Buffer Solutions." In Physical Pharmacy, 2d ed., p. 249. Philadelphia: Lea & Febiger, 1969.

ภาคผนวก ก.

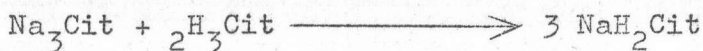
การคำนวณหาส่วนประกอบของ citrate buffer(23)

Buffer pH 4.2



$$\frac{2}{3}x \quad \quad \frac{x}{3} \quad \quad \quad x \quad \quad \quad (1)$$

ถ้า $x = \text{molarity}$ ของ Na_2HCit



$$\frac{2.512}{3}x \quad \quad \frac{2}{3}(2.512x) \quad \quad \quad 2.512x \quad \quad \quad (2)$$

สูตร $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Base} \\ \text{Acid} \end{smallmatrix} \right\}}{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Na}_2\text{H} \\ \text{NaH}_2 \end{smallmatrix} \right\}} \quad (\text{Henderson-Hasselbalch})$

จาก (1) และ (2) $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Na}_2\text{H} \\ \text{NaH}_2 \end{smallmatrix} \right\}}{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Na}_2\text{H} \\ \text{NaH}_2 \end{smallmatrix} \right\}}$

แทนค่าในสูตร

$$4.2 = 4.6 + \log \frac{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Na}_2\text{H} \\ \text{NaH}_2 \end{smallmatrix} \right\}}$$

$$\log \frac{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Na}_2\text{H} \\ \text{NaH}_2 \end{smallmatrix} \right\}}{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Na}_2\text{H} \\ \text{NaH}_2 \end{smallmatrix} \right\}} = -0.4$$

$$\log \frac{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{NaH}_2 \\ \text{Na}_2\text{H} \end{smallmatrix} \right\}}{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Na}_2\text{H} \\ \text{NaH}_2 \end{smallmatrix} \right\}} = 0.4$$

$$\frac{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{NaH}_2 \\ \text{Na}_2\text{H} \end{smallmatrix} \right\}}{\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Na}_2\text{H} \\ \text{NaH}_2 \end{smallmatrix} \right\}} = 2.512$$

$$\therefore \left\{ \begin{smallmatrix} \text{NaH}_2 \\ \text{Na}_2\text{H} \end{smallmatrix} \right\} = 2.512x \quad (\text{ดังแสดงใน (2)})$$

ต้องการสารละลายบัฟเฟอร์ที่มี sodium citrate dihydrate 0.40 เปอร์เซ็นต์
 หรือมี sodium citrate anhydrous 0.35 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักโมเลกุล sodium
 citrate dihydrate = 294.10, sodium citrate anhydrous = 258.07)

$$\therefore \text{sodium citrate ทั้งหมด} = 0.0136 \text{ M}$$

จาก (1) และ (2)

$$\frac{2}{3}x + \frac{2.512}{3}x = 0.0136$$

$$x = \frac{0.0136 \times 3}{4.512}$$

$$\therefore \text{ใช้กรด citric} = \frac{x}{3} + \frac{2}{3} (2.512x)$$

(แทนค่า x)

$$= \left(\frac{0.0136 \times 3}{4.512} \times \frac{1}{3} \right) + \frac{2}{3} (2.512 \times \frac{0.0136 \times 3}{4.512})$$

$$= 0.0182 \text{ M}$$

(น้ำหนักโมเลกุลของกรด citric anhydrous = 192.12, กรด citric
 monohydrate = 210.14)

\therefore ใช้กรด citric anhydrous = 0.35 กรัม หรือใช้กรด citric
 monohydrate = 0.38 กรัม

Buffer pH 5.0, 5.3, 5.5, 5.8

เตรียมโดยอาศัยสูตร Henderson-Hasselbalch เช่นเดียวกับ buffer
 ที่มี pH 4.2 เนื่องจากส่วนประกอบของ buffer ที่คำนวณได้จากสูตร เมื่อเตรียม
 เป็นสารละลาย 100 มล. นำไปทดสอบ pH ด้วยเครื่องวัด pH จะไม่ได้ pH
 ตามสูตร เนื่องจากเมื่อ electrolyte ความเข้มข้นสูง pH จากสูตรอาจจะ

ต่างจากค่าที่วัดได้จริง (28) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ ส่วนประกอบของ buffer ให้ได้ pH ตามต้องการดังนี้

Buffer pH 4.2

ส่วนประกอบจากสูตร (กรัม)	sodium citrate dihydrate	0.40
	กรด citric monohydrate	0.38
ส่วนประกอบที่ใช้จริง (กรัม)	sodium citrate dihydrate	0.40
	กรด citric monohydrate	0.38

Buffer pH 5.0

ส่วนประกอบจากสูตร (กรัม)	sodium citrate dihydrate	0.30
	กรด citric monohydrate	0.16
ส่วนประกอบที่ใช้จริง (กรัม)	sodium citrate dihydrate	0.30
	กรด citric monohydrate	0.13

Buffer pH 5.3

ส่วนประกอบจากสูตร (กรัม)	sodium citrate dihydrate	0.40
	กรด citric monohydrate	0.18
ส่วนประกอบที่ใช้จริง (กรัม)	sodium citrate dihydrate	0.40
	กรด citric monohydrate	0.12

Buffer pH 5.5

ส่วนประกอบจากสูตร (กรัม)	sodium citrate dihydrate	0.40
	กรด citric monohydrate	0.17

ส่วนประกอบที่แท้จริง (กรัม) sodium citrate dihydrate 54 0.40
กรด citric monohydrate 0.10

Buffer pH 5.8

ส่วนประกอบจากสูตร (กรัม) sodium citrate dihydrate 0.40
กรด citric monohydrate 0.16

ส่วนประกอบที่แท้จริง (กรัม) sodium citrate dihydrate 0.40
กรด citric monohydrate 0.07

ภาคผนวก ข.

การคำนวณความแรงของสารมาตรฐาน (ในการทดลอง) ของเพนนิซิลลิน วี โปแตส เข็ม

หาความแรง (potency) ของสารมาตรฐาน (ในการทดลอง) ของเพน วี โปแตส เข็ม เทียบกับสารมาตรฐานเพน วี โปแตส เข็มของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งมีความแรง 1,490 เพนนิซิลลิน วี ยูนิตก้อนหนึ่งมิลลิกรัม โดยใช้วิธี iodometry ของ BPC 1973 (22) เหมือนการวิเคราะห์ตัวอย่างในบทที่ 2

การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์และการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างทั้งสองให้ม่น้ำหนักประมาณ 60 มก. (w) ใส่ในขวดปริมาตร ขนาด 50 มล. เติมน้ำกลั่น เขย่าให้ละลายหมด ปรับปริมาตรให้ครบ 50 มล. (V) นำสารละลายตัวอย่างมาวิเคราะห์ครั้งละ 10 มล. (v) วิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้ง โดยชั่งตัวอย่างทั้งสองมาทำการวิเคราะห์ซ้ำอีก เพื่อหาค่าความแรงเฉลี่ยของสารมาตรฐานในการทดลอง

การคำนวณความแรง

$$\text{สูตร } P_2 = \frac{w_1}{w_2} \times \frac{v_1}{V_1} \times \frac{(S_{2t} - S_2)}{(S_{1t} - S_1)} \times P_1 \times \frac{V_2}{v_2}$$

P_1, P_2 = ความแรงของสารมาตรฐานจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และ
ของสารมาตรฐานในการทดลองตามลำดับ
หน่วย เพนนิซิลลิน วี ยูนิตก้อน มก.

w_1, w_2 = น้ำหนักของสารมาตรฐานจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และของสารมาตรฐานในการทดลองตามลำดับ
หน่วย มิลลิกรัม

v_1, v_2 = ปริมาตรที่นำมาวิเคราะห์ของสารมาตรฐานจาก กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และของสารมาตรฐานในการ ทดลองตามลำดับ ในที่นี้เท่ากับ 10
หน่วย มิลลิลิตร (มล.)

V_1, V_2 = ปริมาตรทั้งหมดของสารมาตรฐานจากกรมวิทยาศาสตร์- การแพทย์และของสารมาตรฐานในการทดลองก่อนนำมา วิเคราะห์ ในที่นี้เท่ากับ 50
หน่วย มิลลิลิตร

s_1, s_2 = ปริมาตรเฉลี่ยของ sodium thiosulfate ที่ทำ ปฏิกริยากับไอโอดีนที่เหลือในการ titrate สาร มาตรฐานจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และในการ titrate สารมาตรฐานในการทดลองตามลำดับ
หน่วย มิลลิลิตร

s_{1t}, s_{2t} = ปริมาตรเฉลี่ยของ sodium thiosulfate ที่ทำ ปฏิกริยากับไอโอดีนทั้งหมด ในการ titrate สาร มาตรฐานจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์และในการ titrate สารมาตรฐานในการทดลองตามลำดับ
หน่วย มิลลิลิตร

ผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 1

$$w_1 = 59.2$$

$$v_1 = 10.0$$

$$w_2 = 60.2$$

$$v_2 = 10.0$$

$$\begin{array}{ll}
 v_1 = 50.0 & v_2 = 57 \\
 s_1 = 12.95 & s_2 = 50.0 \\
 s_{1t} = 25.55 & s_{2t} = 13.18 \\
 P_1 = 1,490 & \text{ยูนิตต่อ มก.} \\
 & s_{2t} = 25.35
 \end{array}$$

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned}
 P_2 \text{ ครั้งที่ 1} &= \frac{59.2}{60.2} \times \frac{10}{50} \times \frac{12.17}{12.60} \times 1,490 \times \frac{50}{10} \text{ ยูนิตต่อ มก.} \\
 &= 1,415.24 \text{ ยูนิตต่อ มก.}
 \end{aligned}$$

ผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 2

$$\begin{array}{ll}
 w_1 = 47.6 & w_2 = 61.3 \\
 v_1 = 10.0 & v_2 = 10.0 \\
 V_1 = 50.0 & V_2 = 50.0 \\
 s_1 = 15.60 & s_2 = 13.28 \\
 s_{1t} = 25.73 & s_{2t} = 25.48 \\
 P_1 = 1,490 & \text{ยูนิตต่อ มก.}
 \end{array}$$

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned}
 P_2 \text{ ครั้งที่ 2} &= \frac{47.6}{61.3} \times \frac{10}{50} \times \frac{12.20}{10.13} \times 1,490 \times \frac{50}{10} \text{ ยูนิตต่อ มก.} \\
 &= 1,393.42 \text{ ยูนิตต่อ มก.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{ ความแรงเฉลี่ยของสารมาตรฐานในการทดลอง เพน วี โปแตส เข้ม} \\
 &= \frac{1,415.24 + 1,393.42}{2} \text{ ยูนิตต่อ มก.} \\
 &= 1,404.33 \text{ ยูนิตต่อ มก.}
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ค.

การคำนวณความเข้มข้นของ เพน วิ โปแตส เข้มข้นในตำรับยาที่ทดลอง

การคำนวณความเข้มข้นของ เพน วิ โปแตส เข้มข้นที่มีอยู่ใน 5 มิลลิกรัมของตำรับยา
จากห้องทดลอง

$$\text{สูตร } A_a = W \times P \times \frac{(S_{2t} - S_2)}{(S_{1t} - S_1)} \times \frac{100}{Z} \times \frac{5}{60}$$

การคำนวณความเข้มข้นของ เพน วิ โปแตส เข้มข้นที่มีอยู่ใน 5 มิลลิกรัมของตำรับยา
ที่เตรียมสูตรขึ้นเอง

$$\text{สูตร } A_b = W \times P \times \frac{(S_{2t} - S_2)}{(S_{1t} - S_1)} \times \frac{5}{Z}$$

การคำนวณ เปอร์เซ็นต์ของ เพน วิที่มีอยู่

$$\% = \frac{A \times 100}{L.A.}$$

ความหมายของตัวอับในสูตร

A_a, A_b = ความเข้มข้นของ เพน วิ โปแตส เข้มข้นที่มีในตัวอย่างของตำรับ
จากห้องทดลองและของตำรับที่เตรียมสูตรขึ้นเองตามลำดับ
หน่วย เพนนิซิลลิน วิยูนิตต่อ 5 มล.



- W = น้ำหนักของ เพน วี โปแตสเซียม สารมาตรฐานในการทดลอง
หน่วย มิลลิกรัม
- P = ความแรงของ เพน วี โปแตสเซียม สารมาตรฐานในการทดลอง
เท่ากับ 1404.33 เพนนิซิดลิน วี ยูนิต ต่อ มก.
(ดูในภาคผนวก ข.)
- S_1, S_2 = ปริมาตรเฉลี่ยของ sodium thiosulfate ที่ทำปฏิกิริยากับ
ไอโอดีนที่เหลือในการ titrate เพน วี โปแตสเซียม
สารมาตรฐานในการทดลอง และในการ titrate ตัวอย่าง
จากตัวรับที่ทดลองตามลำดับ
หน่วย มิลลิลิตร
- S_{1t}, S_{2t} = ปริมาตรเฉลี่ยของ sodium thiosulfate ที่ทำปฏิกิริยากับ
ไอโอดีนทั้งหมดในการ titrate เพน วี โปแตสเซียม
สารมาตรฐานในการทดลอง และในการ titrate ตัวอย่าง
จากตัวรับที่ทดลองตามลำดับ
หน่วย มิลลิลิตร
- Z = ปริมาตรแรก เริ่มที่นำมาจากตัวอย่างที่เก็บไว้แล้วทำให้เจือจาง
เพื่อวิเคราะห์
หน่วย มิลลิลิตร
(ดูในบทที่ 2 หัวข้อการ เตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์)
- L.A. = จำนวน เพนนิซิดลิน วี ยูนิตต่อ 5 มล. ของตัวอย่างที่ทดลอง
ที่ระบุบนฉลาก
- A = ค่า A_a หรือ A_b ที่คำนวณได้

ตัวอย่างการคำนวณ

หาความเข้มข้นของ เพน วิ โปแตส เข้มข้นในตำรับยาจากทองคำ

1. ชนิดที่มี เพน วิ 1 แส่นยูนิตต่อ 5 มล.

$$\begin{aligned} A_a &= 55.5 \times 1,404.33 \times \frac{5.70}{11.06} \times \frac{100}{5} \times \frac{5}{60} \text{ ยูนิตต่อ 5 มล.} \\ &= 66,946.92 \text{ ยูนิตต่อ 5 มล.} \\ &= \frac{66,946.92}{100,000} \times 100 \end{aligned}$$

∴ มีเพนวิอยู่ = 66.95 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนที่ฉลากระบุ

2. ชนิดที่มี เพน วิ 2 แส่นยูนิตต่อ 5 มล.

$$\begin{aligned} A_a &= 51.1 \times 1,404.33 \times \frac{8.65}{10.55} \times \frac{100}{3} \times \frac{5}{60} \text{ ยูนิตต่อ 5 มล.} \\ &= 163,437.32 \text{ ยูนิตต่อ 5 มล.} \\ \% &= \frac{163,437.32}{200,000} \times 100 \end{aligned}$$

∴ มีเพนวิอยู่ = 81.72 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนที่ฉลากระบุ

หาความเข้มข้นของ เพน วิ โปแตส เข้มข้นที่มีอยู่ในตำรับที่เตรียมสูตรขึ้นเอง

1. ชนิดที่มี เพน วิ 1 แส่นยูนิตต่อ 5 มล.

$$\begin{aligned} A_b &= 54.9 \times 1,404.33 \times \frac{6.54}{10.91} \times \frac{5}{3} \text{ ยูนิตต่อ 5 มล.} \\ &= 77,027.05 \text{ ยูนิตต่อ 5 มล.} \\ \% &= \frac{77,027.05}{100,000} \times 100 \end{aligned}$$

∴ มีเพนวี้อยู่ = 77.03 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนที่ตลาดกระทุ

2. ชนิดที่มีเพน วี 2 แสนยูนิตต่อ 5 มล.

$$A_b = 54.5 \times 1,404.33 \times \frac{7.05}{11.12} \times \frac{5}{2} \text{ ยูนิตต่อ } 5 \text{ มล.}$$

$$= 121,308.16 \text{ ยูนิตต่อ } 5 \text{ มล.}$$

$$\% = \frac{121,308.16}{200,000} \times 100$$

∴ มีเพนวี้อยู่ = 60.65 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนที่ตลาดกระทุ

ภาคผนวก ง.

การใช้วิธียกกำลังสองน้อยที่สุดในการหาเส้น regression (25)

การหาความชันของเส้น regression (slope, b)

$$\text{สูตร } b = \frac{\sum x_j y_j - \left(\frac{(\sum x_j)(\sum y_j)}{n} \right)}{\sum x_j^2 - \frac{(\sum x_j)^2}{n}}$$

b = ความชัน (slope) ของเส้น regression

x_j = วันที่วิเคราะห์ เป็นค่าบนแกนนอน

y_j = log ของปริมาณยาที่วิเคราะห์ได้ เป็นค่าบนแกนตั้ง

n = จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

การหาจุดตัดบนแกนตั้ง (intercept, a)

$$\text{สูตร } \text{intercept} = \bar{y} - b\bar{x}$$

\bar{y} = ผลเฉลี่ยของค่าต่าง ๆ บนแกนตั้ง

\bar{x} = ผลเฉลี่ยของค่าต่าง ๆ บนแกนนอน

การหาค่า y เมื่อ x = j

$$\text{สูตร } \hat{y}_j = bx_j + (\bar{y} - b\bar{x})$$

\hat{y}_j = ค่า y ที่อยู่บนเส้น regression เมื่อ x = j

การหาค่าดัชนีสหสัมพันธ์ของตัวอย่าง (r, sample correlation coefficient)

$$\text{สูตร } r = \frac{\sum x_j y_j - \left[\frac{(\sum x_j)(\sum y_j)}{n} \right]}{\sqrt{\left[\sum x_j^2 - \frac{(\sum x_j)^2}{n} \right] \left[\sum y_j^2 - \frac{(\sum y_j)^2}{n} \right]}}$$

ภาคผนวก จ.

การเปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของ เพน วิ โปแคส เข็มของสองตัวอย่าง โดยใช้

การทดสอบ Student's t (26)

สูตร
$$t = \frac{(b_1 - b_2)}{\sqrt{s_p^2 \left[1/\sum_j (x_{1j} - \bar{x}_1)^2 + 1/\sum_j (x_{2j} - \bar{x}_2)^2 \right]}}$$

สูตร
$$s_p^2 = \frac{\left\{ \sum_j (y_{1j} - \bar{y}_1)^2 - \left[\sum_j (x_{1j} - \bar{x}_1)(y_{1j} - \bar{y}_1) \right]^2 / \sum_j (x_{1j} - \bar{x}_1)^2 \right\} + \left\{ \sum_j (y_{2j} - \bar{y}_2)^2 - \left[\sum_j (x_{2j} - \bar{x}_2)(y_{2j} - \bar{y}_2) \right]^2 / \sum_j (x_{2j} - \bar{x}_2)^2 \right\}}{(n_1 - 2 + n_2 - 2)}$$

$$\frac{\left\{ \sum_j (y_{2j} - \bar{y}_2)^2 - \left[\sum_j (x_{2j} - \bar{x}_2)(y_{2j} - \bar{y}_2) \right]^2 / \sum_j (x_{2j} - \bar{x}_2)^2 \right\}}{(n_1 - 2 + n_2 - 2)}$$

โดยความกระจาย t มีขั้นแห่งความอิสระ (degree of freedom, d.f.)

$$= n_1 - 2 + n_2 - 2$$

- b_1 = ความชันของเส้น regression ของตัวอย่างที่ 1
- b_2 = ความชันของเส้น regression ของตัวอย่างที่ 2
- s_p^2 = pooled estimated variance
- x_{1j}, x_{2j} = ค่าต่าง ๆ บนแกนนอนของตัวอย่างที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
- y_{1j}, y_{2j} = ค่าต่าง ๆ บนแกนตั้งของตัวอย่างที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
- n_1, n_2 = จำนวนค่าสังเกตของตัวอย่างที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

การทดสอบสมมติฐานแบบสองทางระหว่างความชันของเส้น regression ของสองตัวอย่าง
โดยใช้การทดสอบ Student's t

ตัวอย่าง

$$\text{สมมติ } b_1 = -0.0143$$

$$b_2 = -0.0271$$

$$\text{ชั้นแห่งความอิสระ (d.f.)} = 14$$

$$\text{ระดับความเชื่อมั่น } 95\% , \text{ ความน่าจะเป็น } (\alpha) = 0.05$$

$$t \text{ จากสูตร} = 42.065$$

$$\text{พิสูจน์สมมติฐาน } H_0 \longrightarrow b_1 = b_2, H_1 \longrightarrow b_1 \neq b_2$$

$$\text{จะปฏิเสธ } H_0 \text{ เมื่อ } t \leq -t_{\frac{\alpha}{2}}(14) \text{ และ } t \geq t_{\frac{\alpha}{2}}(14)$$

$$\text{จากตาราง } -t, t_{0.025}(14) = 2.145$$

$$t = 42.065 > 2.145$$

เพราะฉะนั้น ปฏิเสธ H_0 ไม่สามารถปฏิเสธ H_1

นั่นคือตัวอย่างที่ 1 มีความชันหรืออัตราการสลายตัวน้อยกว่าตัวอย่างที่ 2

ภาคผนวก ฉ.

ตารางแสดงรายละเอียดผลการทดลองที่นำมาใช้เขียนกราฟที่แสดงไว้ในบทที่ 3

ตารางที่ 1 รายละเอียดการสลายตัวของเพน วี โปแตสเซียมในตำรับยาจากห้องทดลอง ชนิด 1 แสตนยูนิตต่อ 5 มล.

วันที่ (x)	อุณหภูมิ (° C)	pH	ปริมาณเพน วี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริ- มาณเพน วี ที่ วิเคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อ วัน)	r^2	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)
<u>บริษัท ก.</u>								
1	30.0	6.05	109.22	2.0383	2.0447	-0.0167	0.9800	0.0385
4	30.5	5.30	94.87	1.9771				
7	30.0	5.30	81.98	1.9137				
10	31.0	5.35	74.81	1.8740				
12	30.5	5.35	68.84	1.8378				
14	30.0	5.40	66.93	1.8256				
<u>บริษัท ข.</u>								
1	30.0	5.60	105.68	2.0240	2.0357	-0.0139	0.9900	0.0320
3	30.5	5.45	96.98	1.9867				
7	30.0	5.38	87.79	1.9434				
12	30.5	5.50	75.52	1.8781				
14	30.0	5.50	67.97	1.8323				

ตารางที่ 2 รายละเอียดการสลายตัวของเพน วี โปแตสเซียม ในตำรับยาจากห้องทดลอง ชนิด 2 แขนงยูนิตต่อ 5 มล.

วันที่ (x)	อุณหภูมิ (° C)	pH	ปริมาณเพนวี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพน วี ที่วิ - เคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อวัน)	r ²	อัตราเร็ว คงที่ (k, ต่อวัน)
<u>บริษัท ก.</u>								
1	30.0	5.72	105.14	2.0216	2.0325	-0.0159	0.9919	0.0367
4	30.5	5.15	93.69	1.9717				
7	31.0	5.15	81.23	1.9098				
10	31.0	5.18	74.09	1.8697				
13	30.0	5.21	66.54	1.8231				
14	30.0	5.21	65.91	1.8190				
<u>บริษัท ค.</u>								
1	30.0	5.32	107.45	2.0315	2.0398	-0.0165	0.9928	0.0380
4	30.5	5.15	93.94	1.9729				
7	31.0	5.15	81.70	1.9122				
10	31.0	5.18	74.47	1.8720				
13	30.0	5.25	67.13	1.8269				
14	30.0	5.25	65.32	1.8150				

ตารางที่ 3 รายละเอียดการสลายตัวของ เพน ซี โปแตสเซียมในคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้นต่างกัน (100,000 ยูนิทต่อ 5มด. และ 200,000 ยูนิทต่อ 5 มด.)

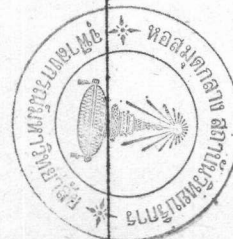
วันที่ (x)	อุณหภูมิ (° ซ)	pH	ปริมาณเพน ซี ที่วิเคราะห์โค (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพน ซี ที่วิ เคราะห์โค (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อวัน)	r^2	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)
<u>ชนิด 1 แสบนยูนิทต่อ 5 มด.</u>								
1	31.0	6.00	99.80	1.9991	2.0240	-0.0218	0.9990	0.0502
3	30.0	5.28	90.34	1.9559				
5	30.0	5.18	82.93	1.9187				
7	30.0	5.21	74.10	1.8698				
8	29.5	5.21	70.61	1.8489				
9	30.0	5.23	68.55	1.8360				
11	30.1	5.29	61.38	1.7880				
12	30.0	5.39	57.64	1.7607				
14	30.0	5.40	51.55	1.7122				
<u>ชนิด 2 แสบนยูนิทต่อ 5 มด.</u>								
1	31.0	5.99	100.08	2.0003	2.0162	-0.0219	0.9856	0.0504
3	30.0	5.15	88.09	1.9449				
5	30.0	5.05	80.84	1.9076				
7	30.0	5.00	74.61	1.8728				
8	29.5	5.10	68.72	1.8371				
9	30.0	5.11	65.30	1.8149				
11	30.1	5.18	59.41	1.7739				
12	30.0	5.21	53.92	1.7317				
14	30.0	5.25	53.70	1.7300				

ตารางที่ 4 รายละเอียดการตายตัวของเพน วี โปแตสเซียมในตำรับยาที่มีและไม่มี disodium edetate

วันที่ (x)	อุณหภูมิ (° C)	pH	ปริมาณเพน วี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพน วี ที่วิ เคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อ วัน)	r^2	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)
<u>ไม่มี disodium edetate</u>								
1	30.1	5.98	100.13	2.0004	2.0246	-0.0228	0.9857	0.0526
2	31.0	5.40	96.58	1.9849				
5	29.9	5.23	77.99	1.8920				
7	29.9	5.21	75.61	1.8786				
9	31.0	5.22	67.62	1.8300				
10	31.5	5.29	60.07	1.7787				
12	31.0	5.31	57.95	1.7631				
14	31.2	5.35	49.92	1.6983				
<u>มี disodium edetate</u>								
1	30.1	5.59	101.49	2.0064	2.0326	-0.0182	0.9942	0.0419
2	31.0	5.35	100.71	2.0029				
4	31.0	5.25	92.05	1.9640				
5	29.9	5.18	86.18	1.9354				
7	29.9	5.18	81.97	1.9137				
9	31.0	5.20	74.28	1.8709				
10	31.5	5.25	69.58	1.8425				
12	31.0	5.21	65.29	1.8148				
14	31.2	5.28	60.07	1.7787				

ตารางที่ 5 รายละเอียดการละลายตัวของเพน วี โปแตสเซียม ในตัวรับยาที่มี citrate buffer pH 4.2 และที่ไม่มี buffer

วันที่ (x)	อุณหภูมิ (°C)	pH	ปริมาณเพนวี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพน วี ที่วิ - เคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อ วัน)	r ²	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)				
<u>ไม่มี buffer</u>												
1	31.0	5.63	97.88	1.9907	2.0096	-0.0183	0.9987	0.0422				
2	29.8	5.30	93.94	1.9729								
4	28.9	5.15	85.46	1.9318								
5	29.5	5.10	83.68	1.9226								
8	30.1	5.15	73.50	1.8663								
9	31.0	5.19	69.40	1.8414								
11	31.0	5.23	64.65	1.8105								
12	31.3	5.15	61.53	1.7891								
14	31.0	5.14	56.35	1.7509								
<u>มี buffer</u>												
1	31.0	4.26	97.65	1.9896					2.0580	-0.0624	0.9873	0.1438
2	29.8	4.27	81.91	1.9134								
4	28.9	4.32	62.60	1.7966								
5	29.5	4.30	55.75	1.7463								
8	30.1	4.40	37.21	1.5706								
9	31.0	4.40	34.81	1.5417								
11	31.0	4.42	25.37	1.4043								
12	31.3	4.45	20.88	1.3198								
14	31.0	4.42	13.11	1.1176								



ตารางที่ 6 รายละเอียดการสลายตัวของเพน วี โปแตสเซียมในตำรับยาที่มี citrate buffer pH 5.0 และที่ไม่มี buffer

วันที่ (x)	อุณหภูมิ (°C)	pH	ปริมาณเพน วี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพน วี ที่วิเคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อวัน)	r ²	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)				
<u>ไม่มี buffer</u>												
1	34.0	5.60	96.81	1.9859	2.0074	-0.0209	0.9964	0.0481				
2	34.0	5.40	93.38	1.9703								
4	33.9	5.18	84.70	1.9279								
6	33.5	5.10	74.60	1.8727								
7	34.0	5.10	73.19	1.8644								
9	32.2	5.14	64.32	1.8083								
11	30.1	5.10	60.40	1.7810								
13	32.2	5.15	54.74	1.7383								
14	31.9	5.20	52.09	1.7167								
<u>มี buffer</u>												
1	34.0	4.99	95.44	1.9797					2.0082	-0.0267	0.9950	0.0615
2	34.0	4.99	90.59	1.9570								
4	33.9	4.95	79.85	1.9023								
6	33.5	4.90	68.93	1.8384								
7	34.0	4.88	67.80	1.8312								
9*	-	-	-	-								
11	30.1	4.89	52.27	1.7183								
13	32.2	4.90	44.10	1.6444								
14	31.9	4.98	44.23	1.6457								

ตารางที่ 7 รายละเอียดการสลายตัวของเพน วี โปแตสเชื่อมในตำรับยาที่มี citrate buffer pH 5.3 และที่ไม่มี buffer

วันที่ (x)	อุณหภูมิ (°C)	pH	ปริมาณเพน วี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพน วี ที่ วิเคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อ วัน)	r ²	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)
<u>ไม่มี buffer</u>								
1	30.1	5.49	97.47	1.9889	2.0065	-0.0170	0.9933	0.0392
2	29.5	5.33	95.81	1.9814				
4	29.8	5.14	86.04	1.9347				
5	31.0	5.10	82.50	1.9165				
7	29.5	5.10	75.31	1.8769				
9	29.2	5.10	72.34	1.8593				
10	30.2	5.10	69.20	1.8401				
12	29.5	5.10	64.07	1.8067				
14	30.2	5.18	58.15	1.7646				
<u>มี buffer</u>								
1	30.1	5.14	98.96	1.9955	2.0259	-0.0243	0.9890	0.0559
2	29.5	5.10	96.04	1.9825				
4	29.8	5.04	84.08	1.9247				
5	31.0	5.04	80.20	1.9042				
7	29.5	5.05	70.30	1.8470				
9	29.2	5.04	66.52	1.8229				
10	30.2	5.04	61.11	1.7861				
12	29.5	5.04	56.18	1.7496				
14	30.2	5.08	46.31	1.6657				

ตารางที่ 8 รายละเอียดการสลายตัวของเพน วี โปแคสเชื่อมในตำรับยาที่มี citrate buffer pH 5.5 และที่ไม่มี buffer

วันที่ (x)	อุณหภูมิ (°C)	pH	ปริมาณเพน วี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพน วี ที่ วิเคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อวัน)	r^2	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)
<u>ไม่มี buffer</u>								
1	30.2	5.49	96.86	1.9862	1.9980	-0.0179	0.9869	0.0412
2	30.5	5.30	94.20	1.9741				
4	30.8	5.13	80.57	1.9062				
5	30.9	5.10	80.93	1.9081				
7	30.8	5.09	74.07	1.8696				
9	30.6	5.10	69.34	1.8409				
10	30.9	5.10	66.02	1.8196				
12	30.5	5.10	60.10	1.7789				
14	30.9	5.18	56.81	1.7544				
<u>มี buffer</u>								
1	30.2	5.27	98.72	1.9944	2.0127	-0.0224	0.9975	0.0517
2	30.5	5.24	92.47	1.9660				
4	30.8	5.18	83.72	1.9228				
5	30.9	5.15	79.68	1.9013				
7	30.8	5.15	71.76	1.8559				
9	30.6	5.15	64.57	1.8101				
10	30.9	5.15	60.36	1.7807				
12	30.5	5.16	54.63	1.7374				
14	30.9	5.22	51.07	1.7082				

ตารางที่ 9 รายละเอียดการสลายตัวของเพน วี โปแตส เข้ม ในตำรับยาที่มี citrate buffer pH 5.8 และที่ไม่มี buffer

วันที่ (x)	อุณหภูมิ (°C)	pH	ปริมาณเพน วี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพน วี ที่ วิเคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อวัน)	r^2	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)				
<u>ไม่มี buffer</u>												
1	30.5	5.50	95.78	1.9813	1.9913	-0.0164	0.9940	0.0378				
2	30.5	5.30	91.41	1.9609								
4	31.5	5.15	83.98	1.9242								
6	31.5	5.10	78.11	1.8922								
7	31.5	5.07	73.85	1.8684								
9	31.5	5.05	68.00	1.8325								
11	30.5	5.03	65.05	1.8132								
13	30.5	5.09	60.66	1.7829								
14	30.5	5.07	58.27	1.7654								
<u>มี buffer</u>												
1	30.5	5.46	98.66	1.9942					2.0133	-0.0235	0.9942	0.0541
2	30.5	5.42	91.18	1.9594								
4	31.5	5.33	84.09	1.9248								
6	31.5	5.29	73.11	1.8640								
7	31.5	5.25	71.31	1.8532								
9	31.5	5.23	62.03	1.7926								
11	30.5	5.25	58.71	1.7687								
13	30.5	5.23	51.57	1.7124								
14	30.5	5.23	47.35	1.6754								

ตารางที่ 10 รายละเอียดค่า k และ pH ของตัวรับที่มี citrate buffer

pH	4.26	4.99	5.14	5.27	5.46
k	0.1438	0.0615	0.0559	0.0517	0.0541
log k	-0.8422	-1.2111	-1.2526	-1.2865	-1.2668

ตารางที่ 11 รายละเอียดการสลายตัวของเพน วี โปแคสเสริมในตำรับยาที่มีตัวทำละลายต่าง ๆ กัน

วัน (x)	อุณหภูมิ (°C)	pH	ปริมาณเพน วี ทีวีเคราะห์โค (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพน วี ทีวีเคราะห์ โค (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อ วัน)	r ²	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)
<u>ตำรับควบคุม</u>								
1	30.5	5.60	101.80	2.0077	2.0146	-0.0151	0.9898	0.0348
3	30.5	5.30	90.62	1.9572				
5	31.0	5.30	86.07	1.9349				
6	29.0	5.20	84.01	1.9243				
8	30.5	5.30	78.73	1.8961				
9	30.5	5.30	76.61	1.8843				
11	29.5	5.20	70.76	1.8498				
12	30.5	5.20	68.89	1.8382				
14	30.5	5.20	62.48	1.7957				
<u>ตำรับ propylene glycol + น้ำ (1: 9)</u>								
1	30.5	5.62	103.28	2.0140	2.0170	-0.0136	0.9834	0.0314
3	30.5	5.45	93.53	1.9710				
5	31.0	5.45	87.31	1.9411				
6	29.0	5.40	86.33	1.9362				
8	30.5	5.38	81.00	1.9085				
9	30.5	5.42	78.42	1.8944				
11	29.5	5.35	71.55	1.8546				
12	30.5	5.30	72.83	1.8623				
14	30.5	5.30	67.82	1.8314				

ตารางที่ 11 (ต่อ)

วันที่ (x)	อุณหภูมิ	pH	ปริมาณเพนวี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพนวีที่ วิเคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อ วัน)	r^2	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)
<u>ทำซ้ำ 5% แอลกอฮอล์</u>								
1	30.5	5.62	103.05	2.0130	2.0218	-0.0154	0.9746	0.0354
3	30.5	5.40	93.97	1.9730				
5	31.0	5.40	85.06	1.9297				
6	29.0	5.26	83.43	1.9213				
8	30.5	5.30	80.55	1.9061				
9	30.5	5.32	79.66	1.9012				
11	29.5	5.21	71.89	1.8567				
12	30.5	5.30	69.46	1.8417				
14	30.5	5.30	62.26	1.7942				

ตารางที่ 12- รายละเอียดการละลายตัวของเพน วี โปแตสเซียมในตำรับยาที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

วันที่ (x)	อุณหภูมิ (° C)	pH	ปริมาณเพน วี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพน วี ที่ วิเคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน b, ต่อ วัน)	r ²	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)
ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (36.4 ± 0.9 ° C)								
1	28.0*	5.60	101.26	2.0055	2.0240	-0.0271	0.9981	0.0625
2	37.0	5.35	92.21	1.9647				
4	35.0	5.23	82.80	1.9180				
6	37.0	5.30	71.61	1.8549				
7	37.0	5.29	67.51	1.8294				
9	36.0	5.27	60.11	1.7790				
10	35.0	5.29	57.02	1.7561				
12	37.0	5.29	49.47	1.6943				
14	37.0	5.29	44.62	1.6495				
ในตู้ควบคุมห้อง (31.3 ± 0.6 ° C)								
1	28.0*	5.60	101.26	2.0055	2.0199	-0.0143	0.9969	0.0330
2	31.5	5.45	97.54	1.9892				
4	31.0	5.25	91.65	1.9621				
6	31.5	5.23	85.81	1.9336				
7	31.5	5.19	82.72	1.9176				
9	31.5	5.15	78.23	1.8934				
10	32.0	5.15	76.56	1.8840				
12	31.5	5.15	70.34	1.8472				
14	30.0	5.15	65.10	1.8136				

ตารางที่ 12 (ต่อ)

วันที่ (x)	อุณหภูมิ (° ซ)	pH	ปริมาณเพนวี ที่วิเคราะห์ได้ (% ของปริมาณ ที่แจ้ง)	Log ของปริมาณ เพนวีที่ วิเคราะห์ได้ (y)	จุดตัดบน แกนตั้ง (a)	ความชัน (b, ต่อ วัน)	r ²	อัตราเร็วคงที่ (k, ต่อวัน)
ใหญ่เกิน (10.4 ± 0.5 °ซ)								
1	28.0*	5.60	101.26	2.0055	2.0057	-0.0026	0.8666	0.0061
2	10.0	5.53	98.36	1.9929				
4	11.0	5.45	100.73	2.0032				
6	10.0	5.42	97.92	1.9909				
7	10.0	5.38	97.23	1.9878				
9	10.0	5.29	94.98	1.9776				
10	10.0	5.25	94.50	1.9754				
12	11.0	5.25	94.06	1.9734				
14	11.0	5.25	93.70	1.9717				

(* = อุณหภูมิเริ่มเตรียม)

ประวัติการศึกษา



นางสาวมาลี ยติพูลสุข สำเร็จการศึกษาปริญญาเกศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม
อันดับ 2) ปีพุทธศักราช 2517 จากคณะเกศาสตร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปัจจุบัน
เป็น เกษกรประจำบริษัท อาร์-เอ็กซ์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
สำหรับปริิฎฎามหาบัณฑิต จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีพุทธศักราช 2522