เอกสารอ้างอิง

Andreae, W.A. and Good, N.E. "The Formation of Indoleacetyl aspartic Acid in Pea Seedlings." Plant Physiol. 30 (1955): 380-382.

Andreae, W.A. and Van Ysselstein, M.W.H. "Studies on 3-Indoleacetic Acid Metabolism. III The Uptake of 3-Indoleacetic Acid by Pea Epicotyls and Its Conversion to 3-Indoleacetyl aspartic Acid." Plant Physiol. 31 (1956): 235-240.

Audus, L.J. Plant Growth Substances. New York: Interscience Publishers, 1959.

Beasley, C.A. "Temperature-dependent Response to Indoleacetic Acid is Altend by NH_4^+ in Cultured Cotton Ovules." Plant Physiol. 59 (1977): 203-206.

Bidwell, R.G.S. Plant Physiology. London: Collier Macmillan Publishers, 1974.

Durand, H. and Rayle, D.L. "Physiological Evidence for Auxin-induced Hydrogen-ion Secretion and the Epidermal Paradox." Planta (Berl.) 114 (1973): 185-193.

Gawlik, S.R. and Shen-Miller, J. "Effects of Indoleacetic Acid on Dictyosomes of Apical and Expanding Cells of Oat Coleoptiles." Plant Physiol. 54 (1974): 217-221.

Good, N.E., Andreae, W.A. and Van Ysselstein, M.W.H. "Studies on Indoleacetic Acid Metabolism. II Some Products of the Metabolism of Exogenous Indoleacetic Acid in Plant Tissues." Plant Physiol. 31 (1956): 231-235.

Guytom, A.C. Text Book of Medical Physiology. London: W.B.Saunders Company, 1971.

Haber, A.H. "Effects of Indoleacetic Acid on Growth without Mitosis & on Mitotic Activity in absence of Growth by Expansion." Plant Physiol. 37 (1961): 18-26.

Haschke, H. - P. and Lüttge, U. "Stoichiometric Correlation of Malate Accumulation with Auxin-dependent K^+ - H^+ Exchange and Growth in Avena Coleoptile Segments." Plant Physiol. 56 (1975): 696-698.

Johansen, D.A. Plant Microtechnique. New York: Mc Graw-Hill, 1940.

Johnson, K.D., Daniels, D., Dowler, M.J. and Rayle, D.L. "Activation of Avena Coleoptile Cell Wall Glycosidases by Hydrogen Ions and Auxin." Plant Physiol. 53 (1974): 224-228.

Leopold, A.C. Auxins and Plant Growth. Berkeley: University of California Press, 1955.

Leopold, A.C. and Kriedemann, P. E. Plant Growth and Development. New Delhi: Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd., 1975.

Nakamura, T., Sekine, S., Arai, K. and Takahashi, N. "Effects of Gibberellic Acid and Indole-3-acetic Acid on Stress-relaxation Properties of Pea Hook Cell Wall." Plant & Cell Physiol. 16 (1975): 127-138.

Nevins, D.J. "The in vitro Simulation of IAA-induced Modification of Avena Cell Wall Polysaccharides by an Exo-glucanase." Plant & Cell Physiol. 16 (1975): 495-503.

Rayle, D.L. "Auxin-induced Hydrogen-ion Secretion in Avena Coleoptiles and Its Implications." Planta (Berl.) 114 (1973): 63-73.

Sherwin, J.E. and Fumya, M. "A Red-Far Red Reversible Effect on Uptake of Exogenous Indoleacetic Acid in Etiolated Rice Coleoptiles." Plant Physiol. 51 (1973): 295-298.

Steward, F.C. and Krikorian, A.D. Plants, Chemicals and Growth. New York and London: Academic Press, 1971.

Wada, S., Tanimoto, E. and Masuda, Y. "Cell Elongation and Metabolic Turn over of the Cell Wall as Affected by Auxin and Cell Wall Degrading Enzymes." Plant & Cell Physiol. 9 (1968): 369-376.

Wilkins, M.B. The Physiology of Plant Growth and Development. London: Mc Graw-Hill, 1969.

Wright, S.T.C. "A Sequential Growth Response to Gibberellic Acid, Kinetin and Indolyl-3-acetic Acid in the Wheat Coleoptile (Triticum vulgare L.)" Nature. 190 (1961): 699-700.

_____ . "Growth and Cellular Differentiation in the Wheat Coleoptile (Triticum Vulgare) II. Factors Influencing the Growth Response to Gibberellic Acid, Kinetin and Indolyl-3-acetic Acid." J. Exp: Bot. 17 (1966): 165-176.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ผนวก ก

ความยาวเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดอายุต่าง ๆ (จากการเพาะข้าวโพดอายุละ 100 เมล็ด และวัดความยาวเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดที่โผล่พ้นเมล็ดออกมา)

อายุ (ซ.ม.)	ความยาวเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพด เป็น ม.ม. (ความถี่)
40	6(1), 5(1), 4(1)
50	9(1), 5(1), 4(4), 3(1)
60	15(1), 13(2), 12(1), 11(1), 9(1), 8(1), 7(1), 6(3), 5(5), 4(7), 3(2)
70	50(1), 38(1), 25(1), 21(1), 18(1), 16(1), 15(2), 14(2), 11(3), 9(4), 8(2), 7(2), 5(8), 4(1), 3(2)
80	45(1), 42(1), 40(2), 35(2), 34(1), 30(3), 28(2), 26(1), 23(1), 22(1), 20(1), 18(4), 16(2), 15(1), 11(2), 10(2), 9(2), 8(2), 7(3), 6(3), 5(1), 4(3)
90	80(1), 71(1), 55(1), 53(1), 51(1), 45(1), 44(1), 43(1), 40(1), 36(2), 32(1), 28(1), 26(1), 25(2), 21(2), 20(1), 18(1), 17(1), 16(1), 15(2), 14(1), 13(1), 12(1), 11(1), 7(1), 3(1)
100	80(1), 72(1), 68(1), 64(1), 59(1), 47(1), 46(1), 45(1), 43(1), 42(1), 40(1), 39(1), 36(1), 32(3), 29(2), 22(1), 20(1), 19(1), 17(2), 16(1), 14(1), 11(2), 6(1), 4(1)
110	91(1), 90(1), 86(1), 69(1), 66(2), 64(1), 63(1), 60(1), 58(1), 57(1), 55(2), 50(1), 49(1), 47(2), 44(2), 42(1), 41(1), 32(1), 28(5), 27(1), 23(1), 22(1), 20(1), 19(2), 17(1), 14(1), 11(1), 10(1), 9(3), 8(1), 5(1),

อายุ (ช.ม.)	ความยาวเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดเป็น ม.ม. (ความถี่)
120	107(1), 89(2), 81(1), 80(2), 76(1), 75(3), 74(2), 73(1), 71(1), 62(2), 60(2), 59(1), 57(1), 54(2), 53(1), 51(2), 50(1), 46(1), 45(1), 42(1), 41(1), 40(1), 38(1), 36(1), 34(1), 30(1), 27(1), 26(1), 25(1), 24(2), 19(1), 16(1), 15(1), 12(1), 9(2), 8(1), 7(1), 6(1), 5(1).
130	113(1), 88(1), 87(1), 82(1), 78(1), 77(1), 75(1), 74(1), 69(1), 65(1), 62(1), 61(2), 59(1), 58(3), 57(2), 55(1), 54(1), 49(1), 47(1), 35(1), 34(1), 25(1), 19(1), 12(1), 10(1), 7(1), 4(1),
140	105(2), 94(1), 80(1), 79(1), 75(3), 72(1), 69(1), 67(1), 66(1), 62(2), 58(1), 57(1), 55(1), 49(1), 47(1), 46(1), 45(1), 44(1), 42(1), 41(1), 40(2), 39(1), 37(1), 32(1), 30(1), 27(1), 25(1), 23(1), 19(1), 18(1),17(1), 15(1), 13(1), 9(1), 7(2), 4(1),

ผนวก ข

ความยาวเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดเมื่อใช้ phosphate buffer pH ต่าง ๆกัน

pH	ความยาวเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดเป็น ม.ม. (ความถี่)
5.8	6.8(1), 6.7(1), 6.3(1), 6.2(2), 6.1(1), 6.0(2), 5.8(1),
6.0	7.3(1), 6.8(1), 6.0(2), 5.9(1), 5.4(1), 5.3(1), 5.2(1), 5.0(1),
6.2	7.0(1), 6.3(1), 6.1(1), 6.0(3), 5.5(1), 5.4(1), 5.2(1)
6.4	7.0(1), 6.8(2), 6.7(1), 6.6(1), 6.3(1), 6.1(1), 5.9(1), 5.5(1),
6.6	7.3(1), 7.0(2), 6.5(1), 6.4(1), 6.2(2), 6.0(1), 5.3(1),
6.8	6.4(1), 6.3(2), 6.2(1), 6.0(2), 5.9(1), 5.0(2)
7.0	6.2(2), 6.1(1), 6.0(1), 5.8(1), 5.5(1), 5.4(1), 5.3(2)
7.2	7.7(1), 6.3(1), 5.6(1), 5.4(1), 5.2(1), 5.0(4),
7.4	6.5(1), 6.4(1), 6.2(1), 6.0(1), 5.7(1), 5.4(1), 5.3(1), 5.2(1), 5.0(1) 5.0(1)
7.6	6.1(2), 5.7(1), 5.2(2), 5.1(2), 5.0(2)
7.8	6.8(1), 6.3(1), 6.1(1), 6.0(1), 5.6(1), 5.5(1), 5.3(1), 5.1(1), 5.0(1)
8.0	5.8(2), 5.5(1), 5.3(1), 5.1(1), 5.0(4).

ผนวก ค

ความยาวของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดเมื่อทดลองใช้ IAA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้นของ IAA(M)	ความยาวของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดเป็น ม.ม. (ความถี่)
control	8.5(1), 8.0(2), 7.4(1), 7.0(1), 6.9(1), 6.8(1), 6.4(1), 6.3(1)
10^{-9}	9.0(1), 8.5(1), 8.0(1), 7.8(1), 7.0(1), 6.9(1), 6.8(1), 6.5(1), 5.3(1),
10^{-8}	9.0(1), 7.9(1), 7.7(1), 7.5(1), 7.3(1), 7.2(1), 7.1(1), 5.6(1)
10^{-7}	10.0(1), 9.0(1), 7.9(1), 7.5(1), 7.2(2), 7.0(1), 6.8(1), 6.7(1)
10^{-6}	11.2(1), 10.1(1), 9.5(1), 9.3(1), 8.7(1), 8.6(1), 7.5(1), 6.9(1), 6.8(1)
10^{-5}	11.4(1), 11.0(1), 10.8(1), 10.5(1), 10.3(1), 10.0(2), 9.0(1), 8.0(1),
10^{-4}	11.3(2), 10.0(2), 9.8(3), 9.2(1), 5.5(1),
10^{-3}	10.0(1), 9.3(1), 8.5(2), 8.2(1), 8.0(1), 7.7(1) 7.4(2)

ผนวก ง

ความยาวของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดเปรียบเทียบกันระหว่างการทดลองที่ไม่ได้ให้ IAA(control) และให้ IAA ที่ช่วงเวลาที่ทดลองต่าง ๆ

ช่วงเวลาที่ทดลอง (ช.ม.)	treatment	ความยาวของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดเป็น ม.ม. (ความถี่)
3	control	5.3(2), 5.2(1), 5.1(1), 5.0(8)
	IAA	6.1(1), 6.0(1), 5.7(1), 5.6(1), 5.5(1), 5.4(1), 5.3(2), 5.2(1), 5.1(2), 5.0(1)
6	control	6.0(1), 5.6(1), 5.5(1), 5.3(1), 5.2(4), 5.1(1), 5.0(3)
	IAA	6.9(1), 6.4(1), 6.3(1), 6.2(2), 6.1(3), 6.0(1), 5.9(1), 5.8(1), 5.6(1)
9	control	6.2(1), 6.0(2), 5.8(1), 5.7(4), 5.6(1), 5.3(1), 5.2(1)
	IAA	7.4(1), 7.1(1), 7.0(3), 6.7(2), 6.6(1), 6.3(1), 6.0(1), 5.9(1), 5.7(1)
12	control	7.0(1), 6.5(1), 6.2(1), 6.1(2), 6.0(1), 5.7(1), 5.6(1), 5.5(3), 5.1(1)
	IAA	8.7(1), 8.0(1), 7.7(1), 7.4(2), 7.3(1), 7.2(2), 7.1(1), 7.0(2), 6.7(1)
15	control	6.8(1), 6.2(1), 6.1(2), 5.7(1), 5.6(1), 5.5(3),5.2(2), 5.0(1)
	IAA	8.4(1), 8.1(1), 8.0(2), 7.9(1), 7.8(3), 7.3(1), 7.2(1), 7.1(1), 6.9(1)
18	control	6.2(1), 6.1(2), 6.0(2), 5.9(3), 5.8(2), 5.3(1), 5.2(1)
	IAA	8.8(1), 8.5(1), 8.1(2), 8.0(4), 7.9(1), 6.8(1), 6.5(1) 6.0(1)

ช่วงเวลาที่ทดลอง (ช.ม.)	treatment	ความยาวของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดเป็น ม.ม. (ความถี่)
21	control	6.3(1), 6.2(1), 6.1(2), 5.9(3), 5.8(3), 5.4(1), 5.2(1)
	IAA	9.2(1), 9.1(1), 9.0(2), 8.9(1), 7.3(1), 7.2(1), 7.0(2), 6.9(1), 6.8(1), 6.2(1)
24	control	6.1(2), 6.0(4), 5.9(2), 5.8(1), 5.3(2), 5.0(1)
	IAA	8.4(1), 8.1(2), 8.0(1), 7.7(2), 7.5(1), 7.3(1), 7.2(1), 7.1(2), 6.8(1)

การคำนวณเพื่อหาความแตกต่างทางสถิติระหว่างความยาวของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดที่ไม่ได้ให้ IAA (Control) และให้ IAA โดยวิธี analysis of variance โดยที่ลักษณะการทดลองเป็นแบบ completely randomized disign

การคำนวณหาค่าของเทอมต่าง ๆ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์

1. Total sum of square (SST)ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$SST = \sum_{ij} X_{ij}^2 - \{ \Sigma X_{ij} \}^2 / tr$$

X_{ij} คือค่าสังเกตที่ j ใน treatment ที่ i

i คือการทดลอง 2 อย่างได้แก่การทดลองที่ไม่ได้ให้ IAA (control) และให้ IAA

j คือ sample ที่ 1, 2, 3,..... 12

t คือจำนวน treatment ซึ่งในที่นี้เป็น 2

r คือจำนวนซ้ำในแต่ละ treament ซึ่ง = 12

2. Treatment sum of square

$$SS\ Treatment = \sum_{i=1}^{n} (X_{i.})^2 / r - \{ \Sigma X_{ij} \}^2 / tr$$

X_i คือผลรวมของ treatment ที่ i

นำค่าที่คำนวณได้สร้างเป็นตารางวิเคราะห์ variance (ANOVA TABLE) ดังนี้

source of variation	degree of freedom	sum of square	mean square	F test
treatment	t - 1	$\sum_{i=1}^{n} \{X_i\}^2 / n - \{\Sigma X_{ij}\}^2 / tr$	SS / df	MS treatment / MS error
error	t (r-1)	by subtraction	SS / df	
total	rt - 1	$\Sigma_{ij} X_{ij}^2 - \{\Sigma X_{ij}\}^2 / tr$		

ที่ช่วงเวลาที่ทดลอง 3 ช.ม.

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$, HA: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

σ^2 คือ variance ของ population

control $\Sigma X = 60.9$, $\Sigma X^2 = 309.23$, $(\Sigma X)^2 = 3708.81$

IAA $\Sigma X = 65.3$ $\Sigma X^2 = 356.71$, $(\Sigma X)^2 = 4264.09$

แทนค่าเทอมต่าง ๆ ในสูตรได้ Total sum of square $= (309.23+356.71) - \frac{(60.9+65.3)^2}{24}$

$= 2.33834$

Treatment sum of square $= \frac{3708.81+4264.09}{12} - \frac{(60.9+65.3)^2}{24}$

$= 0.80667$

นำค่า ต่าง ๆ มาใส่ใน ANOVA TABLE :

source of variation	degree of freedom	sum of square	mean square	F test
treatment	1	0.80667	0.80667	11.5867**
error	22	1.53167	0.06962	
total	23	2.33834		

นำค่า F ที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับค่า F จากตารางที่ degree of freedom 1, 22 ซึ่ง $F_{.01, 1, 22} = 7.94$

∴ Reject Ho; นั่นคือ ความยาวของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดที่ไม่ได้ให้ IAA (control) และให้ IAA มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ในทำนองเดียวกันที่ช่วงเวลาที่ทดลอง 6, 9, 12, 15 18, 21 และ 24 ช.ม. ก็อาจคำนวณหาความแตกต่างระหว่างความยาวของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดที่ไม่ได้ให้ IAA (control) และให้ IAA โดยวิธี analysis of variance จาก ANOVA TABLE เหล่านี้ได้เช่นเดียวกัน

ผนวก จ

ความยาว epidermal cell ของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพด (หน่วยในที่นี้เป็นจำนวนช่องของ micrometer ซึ่ง 1 ช่อง . micrometer = 3.3 μ)

ช่วงเวลาที่ทดลอง (ช.ม.)	treatment	ความยาว epidermal cell ของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดหน่วยเป็น-จำนวนช่องของ micrometer (ความถี่)
0	-	25(1), 24(1), 21(2), 20(2), 19(1), 18(3), 17(15),16(15), 15(14), 14(11), 13(7), 12(11), 11(8), 10(6), 9(2), 8(1)
3	control	59(1), 55(2), 53(1), 52(1), 51(1), 50(2), 49(1), 48(5), 47(2), 45(2), 44(3), 43(7), 42(2), 41(1), 40(4), 39(8), 38(2), 37(2), 36(7), 35(4), 34(6), 33(3), 32(5), 31(2), 30(5), 29(2), 28(3), 27(5), 26(2), 25(1), 24(3), 22(2), 21(2), 20(2)
	IAA	75(1), 68(2), 66(2), 65(1), 64(1), 62(1), 61(1), 59(1), 58(1), 55(2), 54(1), 53(2), 52(1), 51(1), 50(3), 49(1), 48(1), 47(3), 46(1), 45(2), 44(2), 43(4), 42(2), 41(7), 40(9), 39(2), 38(3), 37(4), 36(1), 35(4), 34(3), 33(2), 31(2), 30(1), 29(1), 28(3), 27(1), 26(1), 25(1), 24(1)
9	control	60(1), 52(1), 50(2), 49(2), 48(3), 47(1), 45(4), 44(4), 43(2), 42(4), 41(3), 40(5), 39(5), 38(5), 37(3), 36(2), 35(11), 34(7), 33(5), 32(4), 31(2), 30(7), 29(5), 28(5), 27(3), 26(1), 25(2), 21(1),
	IAA	81(1), 77(1), 65(1), 64(2), 58(1), 54(2), 53(1), 52(1), 50(1), 49(1), 48(1), 43(2), 42(2), 41(3) 40(2), 37(2), 36(2), 33(2), 32(2), 31(1), 29(1), 24(1)

ช่วงเวลาที่ทดลอง (ช.ม.)	treatment	ความยาว epidermal cell ของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดหน่วยเป็น- จำนวนช่องของ micrometer (ความถี่)
15	control	63(1), 62(1), 54(2), 53(1), 51(1), 48(1), 46(1), 45(3), 44(1), 43(1), 42(1), 40(1), 38(1), 37(1), 35(1), 34(1), 32(1)
	IAA	136(1), 128(1), 127(3), 117(1), 114(1), 113(1), 112(1), 103(2), 98(1), 94(1), 92(1), 91(1), 90(1), 88(3), 87(5), 86(1), 85(1), 82(3), 81(2), 80(2), 79(1), 78(3), 77(2), 76(3), 75(2), 74(1), 72(3), 71(4), 70(1), 69(1), 68(1), 67(2), 66(4), 63(1), 62(2), 61(2), 60(3), 59(1), 58(2), 57(3), 56(2), 55(2), 53(3), 52(1), 49(1), 48(1), 47(2), 34(1), 25(1)
21	control	70(1), 67(3), 66(2), 64(1), 63(2), 62(2), 61(3), 60(3), 59(2), 58(3), 57(3), 56(2), 55(1), 54(2), 53(2), 52(4), 51(3), 50(4), 49(3), 48(6), 47(3), 46(1), 45(4), 44(2), 43(4), 42(10), 41(2), 40(3), 39(2), 38(2), 36(2), 35(2), 34(3), 33(1), 32(1), 31(2),
	IAA	117(1), 96(1), 90(1), 81(1), 77(1), 75(1), 72(2), 71(1), 68(1), 67(1), 65(1), 63(3)

การทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Student t-test เพื่อหาความแตกต่างเนื่องจากการกระตุ้นด้วย IAA ที่มีต่อความยาว epidermal cell ของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพด ที่ช่วงเวลาที่ทดลอง 3, 9, 15, และ 21 ชั่วโมง ตามลำดับ

ขั้นตอนในการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

1. ทดสอบสมมติฐานของ variance เพื่อให้ทราบว่า variance ของผลการทดลองเท่ากันหรือไม่ ทำได้โดยใช้ F test

$$Ho : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad Ha : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

σ_1^2 = variance ของผลการทดลองที่มีค่ามากกว่าเสมอ

σ_2^2 = variance ของผลการทดลองอีกอันหนึ่ง

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$$

จาก Sampling theory

$$\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

σ_1^2 , σ_2^2 = variance ของ population

s_1^2 , s_2^2 = variance ของ samples

ค่า s^2 หาได้จากสูตร : $$s^2 = \frac{\Sigma X^2 - (X)^2/n}{n - 1}$$

n = จำนวน sample ที่ observe ได้

หลังจากหาค่า F จากการคำนวณได้แล้ว นำไปเปรียบเทียบกับค่า F จากตารางที่ degree of freedom n_1-1, n_2-1 ดูว่าผลจะเป็น reject หรือ accept Ho ที่ตั้งไว้

2. ทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ย

2.1 ในกรณีที่ Reject Ho จากการทดสอบ variance ในข้อ 1 ทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Student t-test ดังนี้

$$Ho: \mu_1 = \mu_2 \quad , \quad Ha : \mu_1 \neq \mu_2$$

μ_1 , μ_2 = mean ของแต่ละการทดลอง

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{degree of freedom} = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left\{\frac{s_1^2}{n_1}\right\}^2}{n_1 + 1} + \frac{\left\{\frac{s_2^2}{n_2}\right\}^2}{n_2 + 1}} - 2$$

เปรียบเทียบค่า t จากการคำนวณกับค่า t จากตาราง Student t - distribution ที่ degree of freedom ที่คำนวณได้ ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าก็แสดงว่า reject Ho. แต่ถ้าค่า t น้อยกว่าแสดงว่า accept Ho.

2.2 ในกรณีที่ accept Ho. จากการทดสอบ variance ในข้อ] ทำการทดสอบค่าเฉลี่ย โดยใช้ Student t-test ดังนี้

Ho: $\mu_1 = \mu_2$, Ha: $\mu_1 \neq \mu_2$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left\{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right\}}}$$

$$\text{degree of freedom} = n_1 + n_2 - 2$$

$\bar{X}_1$ = mean ของการทดลองที่มีค่ามากกว่า

$\bar{X}_2$ = mean ของอีกการทดลองหนึ่ง

n_1 , n_2 = จำนวน sample ที่ observe ได้ ของแต่ละการทดลอง

เปรียบเทียบค่า t จากการคำนวณกับค่า t จากตาราง Student t-distribution เช่นเดียวกับข้อ 2.1

ตัวอย่างของการคำนวณ

ที่ช่วงเวลาที่ทดลอง 3 ชั่วโมง

การทดลองที่ให้ IAA : $n = 83$, $\Sigma X = 3591$, $\Sigma X^2 = 165479$, $(\Sigma X)^2 = 1289581$

$\bar{X}_1 = 43.265060$, $s_1^2 = 123.343521$

การทดลองที่ไม่ได้ให้ IAA(control): $n = 100$, $\Sigma X = 3675$, $\Sigma X^2 = 142455$,

$(\Sigma X)^2 = 13505625$, $\bar{X}_2 = 36.75$, $s_2^2 = 74.734848$

1. Test of Variance

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$, Ha: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{123.343521}{74.734848} = 1.650415^*$$

จาก Table $F_{.05,82,99} \simeq 1.42$ $\therefore$ reject Ho .

2. Test of mean.

Ho : $\mu_1 = \mu_2$, Ha: $\mu_1 \neq \mu_2$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$= \frac{43.265060 - 36.750000}{\sqrt{\frac{123.343521}{83} + \frac{74.734848}{100}}}$$

$$= 4.359471^{**}$$

$$\text{degree of freedom} = \frac{\{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\}^2}{\frac{(\frac{s_1^2}{n_1})^2}{n_1+1} + \frac{(\frac{s_2^2}{n_2})^2}{n_2+1}} - 2$$

$$= 151.132652$$

จาก Table $t_{.01,151} \simeq 2.326$

Reject Ho นั่นคือ ความยาว epidermal cell ของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดที่ไม่ได้ให้ IAA (control) และให้ IAA มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ช่วงเวลาที่ทดลอง 3 ชั่วโมง นี้

ที่ช่วงเวลาที่ทดลอง 9, 15, 21 ชั่วโมง ก็คำนวณหาความแตกต่างของความยาว epidermal cell ของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดที่ไม่ได้ให้ IAA (control) และให้ IAA ได้โดยวิธีเดียวกัน

ผนวก ฉ

ความยาว parenchyma cell ของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพด (หน่วยในที่นี้เป็นจำนวนช่องของ micrometer ซึ่ง 1 ช่อง micrometer = 3.3 μ)

ช่วงเวลาที่ทดลอง (ช.ม.)	treatment	ความยาว parenchyma cell หน่วยเป็นจำนวนช่องของ micrometer (ความถี่)
0	-	15(3), 14(6), 13(6), 12(5), 11.5(1), 11(7), 10(30), 9.5(3), 9(21), 8.5(2), 8(28), 7.5(3), 7(19), 6.5(6), 6(19), 5.5(3), 5(21), 4.5(2), 4(5)
3	control	28(1), 2.5(1), 25(1), 23.5(2), 23(1), 22.5(1), 22(1), 21.5(1), 21(4), 20.5(2), 20(4), 19(8), 18.5(4), 18(18), 17.5(2), 17(19), 16.5(2), 16(18), 15.5(8), 25(27), 14.5(1), 14(33), 13.5(2), 13(37), 12.5(6), 12(39), 11.5(1), 11(18), 10(18), 9(11), 8(6), 7(3)
	IAA	33(1), 31(1), 28(3), 27(2), 26(4), 25(6), 24(6), 23.5(2), 23(10), 22.5(2), 22(8), 21.5(1), 21(11), 20.5(2), 20(28), 19(20), 18(25), 17.5(1), 17(32), 16.5(1), 16(17), 15.5(1), 15(33), 14.5(1), 14(20), 13.5(1), 13(24), 12.5(1), 12(21), 11.5(1), 11(4), 10(8), 9.5(1), 9(1)
9	control	26(2), 24(2), 23(3), 22(4), 21(7), 20(13), 19(8), 18.5(1), 18(17), 17(23), 16.5(2), 16(23), 15.5(4), 15(42), 14(25), 13.5(1), 13(39), 12.5(2), 12(35), 11.5(3), 11(22), 10.5(1), 10(19), 9(1), 8(1)

ช่วงเวลาที่ทดลอง (ช.ม.)	treatment	ความยาว parenchyma cell หน่วยเป็นจำนวนช่องของ micrometer (ความถี่)
	IAA	35(1), 33(1), 31(3), 30(5), 29(2), 28(3), 27(6), 26(6), 25.5(1), 25(12), 24(3), 23(8), 22.5(1), 22(8), 21(13), 20.5(6), 20(15), 19.5(2), 19(13), 18.5(2), 18(20), 17(17), 16.5(3), 16(10), 15.5(1), 15(17),14(9), 13.5(1), 13(4), 12(4), 11(2), 10(1)
15	control	32(2), 30(2), 29(1), 27(3), 26(1), 25(4), 24(2), 23(6), 22(8), 21(7), 20(10), 19(8), 18(9), 17(15), 16(9), 15(15) 14(12), 13(28), 12(17), 11(19), 10(15), 9(5), 8(2),
	IAA	48(1), 45(1), 44(2), 43(1), 41(3), 40(4), 39(4), 38(4), 37(4), 36(1), 35(3), 34(2), 33(2), 32(4), 31(6), 30(11), 29(7), 28(4), 27(5), 26(6), 25(5), 24(3), 23(9), 22(6), 21(10), 20(4), 19(9), 18(9), 17(16), 16(10), 15(12), 14(12), 13(8), 12(2), 11(8), 10(2)
21	control	33(1), 32(1), 31(1), 30(1), 29(3), 28(2), 27(2), 26(5), 25(9), 24(6), 23(5), 22(12), 21(10), 20(12), 19(10), 18(15), 17.5(2), 17(14), 16.5(2), 16(18), 15(14), 14.5(1) 14(3), 13.5(4), 13(15), 12.5(3), 12(11), 11.5(2), 11(7), 10(4), 9(4), 7(1),
	IAA	50(1), 44(1), 43(1), 43(1), 42(3), 41(4), 40(5), 39(4), 38(2), 37(3), 36(2), 35(7), 34(7), 33(10), 32(7), 31(7), 30(12), 29.5(1), 29(8), 28(15), 27.5(1), 27(15), 26.5(2), 26(14), 25.5(3), 25(21), 24.5(2), 24(12), 23(15), 22.5(2), 22(19), 21.5(1), 21(9), 20.5(1), 20(14), 19.5(1), 19(9), 18.5(1), 18(8), 17.5(3), 17(15), 16.5(4), 16(8), 15.5(4), 15(4), 14(3), 13.5(1), 12.5(2), 12(1), 11.5(1), 10(1)

การคำนวณเพื่อสรุปความแตกต่างของความยาว parenchyma cell ของเยื่อหุ้มยอดอ่อนข้าวโพดที่ไม่ได้ให้ IAA (control) และที่ให้ IAA ทำได้โดยวิธีเดียวกับภาคผนวก จ.

ประวัติการศึกษา

นางสาวภัสสรี บุญลักษะ เกิดเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2495 กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาชั้นปริญญาบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์ แผนกวิชาพฤกษศาสตร์ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2515

เข้าศึกษาต่อชั้นปริญญามหาบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์ แผนกวิชาพฤกษศาสตร์ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย