การวิเคราะห์ความแปรปรวนและการประมวลผลข้อมูล

หลักสูตรชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนของประชากรกลุ่มเดียว (Chi-Square Test)
2. การเปรียบเทียบความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่ม (t-test)
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA)
4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA)

ขั้นตอนของการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมุติฐาน เป็นการตั้งสมมุติฐานทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วยสมมติฐานหลัก (Null hypothesis) (H_0) และสมมติฐานรอง(Alternative hypothesis)(H_1)

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ ซึ่งเป็นการกำหนดความน่าจะเป็นที่ผู้วิจัยจะยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (α) จากการปฏิเสธสมมติฐานหลักที่เป็นจริง ในการวิจัยทางการศึกษานิยมกำหนดที่ $\alpha = .01$ และ $\alpha = .05$

สถิติเชิงวิเคราะห์เป็นวิธีการตรวจสอบสมมุติฐานของการวิจัย โดยมากแล้วจะเป็นการทดสอบว่า ตัวแปรตั้งแต่สองตัวขึ้นไป มีความแตกต่าง สัมพันธ์กัน หรือเกี่ยวข้องกันหรือไม่ กรณีที่มีตัวแปรตัวเดียวก็มักจะเป็นการทดสอบว่า ค่าตัวแปรที่ได้จากการวิจัยแตกต่างจากตัวเลข ที่กำหนดไว้ก่อนหรือไม่ เช่น บริษัทยาอาจจะอ้างว่า วัคซีนของบริษัทใช้ได้ผล 90% ในการทดลองติดตามเด็กที่ฉีดวัคซีนดังกล่าวจำนวน 100 คน พบว่าได้ผล 87 % คำถามคือ ข้อมูลที่บริษัทอ้างเกินจริงหรือไม่ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการหาคำตอบคือ เด็ก 100 คน เป็นเพียงกลุ่มตัวอย่าง เรามั่นใจได้มากน้อยเพียงใดว่า การตอบสนองต่อวัคซีนของประชากรเด็กทั้งหมดคือ 87%

ด้วยวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น (level of confidence) 95% อัตราการตอบสนองต่อวัคซีนจะอยู่ระหว่าง 79.3%-92.6% ซึ่งตีความง่ายๆว่า อัตราส่วน 87% ไม่ต่างจาก 90% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือที่ระดับ $p = 0.05$

จะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์ทางสถิติเป็นการกล่าวถึงโอกาสหรือความน่าจะเป็นของสมมุติฐานภายใต้ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด โดยทั่วไปจะกำหนดระดับความเชื่อมั่นไว้ที่ 95 % หรือมีมักรายงานว่า ค่า $p <= 0.05$ ซึ่งหมายความว่า มีโอกาสที่จะสรุปผลผิดพลาด 5% ผลการวิเคราะห์ไม่ใช่การพิสูจน์ความจริง แต่บอกว่าน่าจะเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ รายละเอียดเกี่ยวกับการพิสูจน์สมมุติฐานจะกล่าวต่อไป

ขั้นตอนของการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ขั้นที่ 3 เลือกสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน ในการทดสอบค่าเฉลี่ย สถิติที่ใช้ในการทดสอบมี Z - test t - test และ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ซึ่ง Z – test และ t - test ใช้ทดสอบกรณีมีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งหรือสองกลุ่ม สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ใช้ทดสอบกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างมากกว่าสองกลุ่มขึ้นไป

ขั้นที่ 4 กำหนดขอบเขตวิกฤติ

ขั้นที่ 5 คำนวณค่าสถิติ

ขั้นที่ 6 สรุปตัดสินใจ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยโปรแกรม

- โปรแกรม SPSS for Window ซึ่งในการแสดงผลการวิเคราะห์จะมีการคำนวณค่า P-value มาให้ซึ่งค่า P-value เป็นค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้ภายใต้ H_0 โดยค่า P-value ในตารางจะแสดงในคอลัมท์ของ Sig(2-tailed) เราสามารถนำค่า Sig(2-tailed) มาพิจารณาเพื่อปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) ได้เช่นกัน

ตัวอย่างการวิเคราะห์และแปลข้อมูล

1. กรณีข้อมูล 2 กลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired Sample T-test)

ตัวอย่าง ศึกษาผลของความเครียดเนื่องจากอากาศร้อนที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกายโคนม วัดจากทวาร ใน 2 ช่วงเวลา คือ 06.00 น. (REST)และ 13.00 น. (STRESS) โดยใช้โคนมทดลอง 10 ตัวได้ผลดังนี้

โคนมตัวที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REST	38.8	38.9	38.9	38.9	38.8	38.8	38.8	38.9	38.9	39.1
STRESS	39.0	39.4	39.9	40.2	40.1	40.0	39.2	39.5	40.0	40.3

จงทำการวิเคราะห์ว่า อากาศร้อนมีผลทำให้โคนมมีอุณหภูมิร่างกายแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	Rest_T - Stress_T	-.8800	.4131	.1306	-1.1755	-.5845	-6.736	9	.000

การแปรผล

Ho: อุณหภูมิร่างกายโคนมเฉลียเช้าและบ่ายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Ho: อุณหภูมิร่างกายโคนมเฉลี่ยช่วงเช้าและช่วงบ่ายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป จากผลการวิเคราะห์สรุปว่า อากาศร้อนช่วงบ่ายโมงมีผลทำให้โคเครียดโดยมีอุณหภูมิร่างกายแตกต่างจากช่วงเช้าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p-value = 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.01)

2. กรณีข้อมูล 2 กลุ่มเป็นอิสระต่อกัน (Independent-Sample T-test)

ตัวอย่าง ทำการทดลองอาหาร 2 สูตร (T1=สูตรควบคุม, T2=ใช้ซังข้าวโพดบดเป็นส่วนผสม) ผู้ทดลองสุ่มโคเข้าทดลองกลุ่มละ 10 ตัว เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้น้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัมดังนี้

T1: 165 150 170 185 170 165 180 155 160 175

T2: 155 160 170 160 155 165 150 150 165 155

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จงทดสอบว่าอาหารสูตรที่ 1 ทำให้โคทดลองมีน้ำหนักสูงกว่าอาหารสูตรที่สอง

ผลการวิเคราะห์

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Weight	Equal variances assumed	1.841	.192	2.231	18	.039	9.000	4.035	.524	17.476
	Equal variances not assumed			2.231	14.963	.041	9.000	4.035	.399	17.601

การแปรผล

1. เราต้องดูว่า ทั้งสองกลุ่มข้อมูลมีวาเรียนซ์เท่ากันหรือไม่ เนื่องจากสูตรที่ใช้คำนวณ T-test ต่างกัน ในกรณีนี้ ผลการทดสอบเลเวนเน พบว่า ทั้งสองกลุ่มข้อมูลมีค่า F = 0.832 และ p-Value (sig.=0.192) > 0.05 จึงยอมรับ Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ดังนั้นจึงอ่านผลในแถว Equal Variance Assumed

2. ผลการทดสอบ T-test พบว่า อาหารสูตรที่ 1 ทำให้โคเจริญเติบโตให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวสูงกว่าการใช้อาหารสูตร 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value (sig.2 tails)= 0.039/2=0.0195 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA

ธูปแบบของ ANOVA

- **การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยเดียว (one-way ANOVA)**

  ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD)

- **การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยสองทาง (two-way ANOVA)**

  ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่ม (RBD)

ตัวอย่าง One-way ANOVA

สุ่มนักเรียนมา 30 คน แล้วแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับตัวแปรทดลองต่างกัน ผลของการทดลอง มีดังนี้

กลุ่ม 1	4	6	8	6	7	8	10	8	6	11
กลุ่ม 2	14	13	10	14	7	10	13	16	10	18
กลุ่ม 3	7	8	10	7	8	10	11	12	14	15

ผลการวิเคราะห์

Descriptives

score

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	10	7.4000	2.06559	.65320	5.9224	8.8776	4.00	11.00
2.00	10	12.5000	3.27448	1.03548	10.1576	14.8424	7.00	18.00
3.00	10	10.2000	2.82056	.89194	8.1823	12.2177	7.00	15.00
Total	30	10.0333	3.40874	.62235	8.7605	11.3062	4.00	18.00

Test of Homogeneity of Variances

score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.097	2	27	.348

ANOVA

score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	130.467	2	65.233	8.529	.001
Within Groups	206.500	27	7.648		
Total	336.967	29			

สรุปผลการวิเคราะห์

มีค่าเฉลี่ยนักเรียนจำนวนอย่างน้อย 1 กลุ่ม ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ

Multiple Comparisons

Dependent Variable: score

Scheffe

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-5.10000*	1.23678	.001	-8.3033	-1.8967
	3.00	-2.80000	1.23678	.096	-6.0033	.4033
2.00	1.00	5.10000*	1.23678	.001	1.8967	8.3033
	3.00	2.30000	1.23678	.197	-.9033	5.5033
3.00	1.00	2.80000	1.23678	.096	-.4033	6.0033
	2.00	-2.30000	1.23678	.197	-5.5033	.9033

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

score

Scheffe[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1.00	10	7.4000	
3.00	10	10.2000	10.2000
2.00	10		12.5000
Sig.		.096	.197

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวปรากฏว่าค่า F-test คำนวณได้ 8.529 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 ซึ่งน้อยกว่า .01 แสดงว่าทั้ง 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงทำการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีเชฟเฟ่ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ 1

L_SUGAR

WT_INC

Duncan[a,b]

L_SUGAR	N	Subset 1	Subset 2
0%	6	1.1750	
5%	6		1.3500
10%	6		1.4117
Sig.		1.000	.226

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .007.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

ตารางสรุปผลการเปรียบเทียบ Means	
	ค่าเฉลี่ย
0%	1.175a
5%	1.350b
10%	1.417b

สรุปผลการเปรียบเทียบ Treatment Means

ระดับน้ำตาลที่ 5% และ 10% ทำให้ลูกสุกรเจริญเติบโตเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน และดีกว่าการไม่ใส่น้ำตาล

ตัวอย่าง การทดลองอาหารข้นโคนม จาก 3 บริษัทกับโคนมพันธุ์ Holsteinfresian ทรีตเมนต์ละ 4 ตัว เป็นเวลา 3 เดือน ได้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย กก./วัน ดังนี้

	อาหารบริษัท		
ซ้ำที่	A	B	C
ซ้ำ1	16.5	19.0	22.5
ซ้ำ2	15.5	18.5	18.5
ซ้ำ3	17.0	20.0	23.0
ซ้ำ4	18.0	19.5	19.0

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

FEED

Homogeneous Subsets

WEIGHT

Duncan[a,b]

FEED	N	Subset 1	Subset 2
A	4	16.750	
B	4		19.250
C	4		20.750
Sig.		1.000	.196

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 2.306.

ตารางสรุปผลการเปรียบเทียบ Means	
Feed	ค่าเฉลี่ย
A	16.75 a
B	19.25b
C	20.75b

<u>สรุปผลการเปรียบเทียบ Treatment Means</u>

อาหารจากบริษัท B และ C ทำให้โคนม Holstein มีน้ำนมเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อาหารจากทั้งสองบริษัท B และ C มีผลให้โคนมผลิตน้ำนมสูงกว่า อาหารบริษัท A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตัวอย่าง Two-way ANOVA

ตัวอย่าง การทดลองอาหารข้นโคนม จาก 3 บริษัทกับโคนมพันธุ์ Holsteinfresian ทรีตเมนต์ละ 4 ตัว เป็นเวลา 3 เดือน ได้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย กก./วัน ดังนี้

	อาหารบริษัท		
ซ้ำที่	A	B	C
ซ้ำ1	16.5	19.0	22.5
ซ้ำ2	15.5	18.5	18.5
ซ้ำ3	17.0	20.0	23.0
ซ้ำ4	18.0	19.5	19.0
ซ้ำ5			18.8

ผลการวิเคราะห์

ANOVA

WEIGHT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	29.637	2	14.819	6.228	.018
Within Groups	23.792	10	2.379		
Total	53.429	12			

สรุปผลการวิเคราะห์

ยอมรับว่ามีค่าเฉลี่ย Treatment Means อย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

WEIGHT

Duncan[a,b]

FEED	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	4	16.750	
2	4		19.250
3	5		20.360
Sig.		1.000	.317

ตารางสรุปผลการเปรียบเทียบ Means	
Feed	ค่าเฉลี่ย
A	16.75 a
B	19.25b
C	20.36b

สรุปผลการเปรียบเทียบ Treatment Means

อาหารจากบริษัท B และ C ทำให้โคนม Holstein มีน้ำนมเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อาหารจากทั้งสองบริษัท B และ C มีผลให้โคนมผลิตน้ำนมสูงกว่า อาหารบริษัท A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตัวอย่าง ในการทดสอบกรรมวิธีทำให้เนื้อนุ่ม ได้แก่ Control (T1) การต้ม (T2) การใช้ยางมะละกอ (T3) การใช้เอนไซม์ปาเปน (T4) ว่ามีผลต่อเนื้อสุกรต่างกันหรือไม่ ผู้ทดลองใช้เนื้อสุกรเข้าทดสอบทั้งหมด 4 ชุด โดยเนื้อสุกรแต่ละชุดจะแบ่งเป็น 4 ส่วนที่มีความสม่ำเสมอกันและมาจากสุกรตัวเดียวกัน จากนั้นทำการสุ่มทรีตเมนต์ใดๆ ให้กับเนื้อสุกรในแต่ละชุด เมื่อเนื้อสุกรผ่านกรรมวิธีใดๆ แล้วจึงนำมาวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear Force Braztler) ได้ข้อมูลดังนี้

BLOCKS

	I	II	III	IV
T1	7.6	8.4	9.2	8.5
T2	6.5	6.6	8.4	6.9
T3	5.3	5.8	6.2	5.4
T4	5.5	4.8	6.6	5.6

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิเคราะห์

www.zeallsoft.com

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:CUTTING

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	25.909[a]	6	4.318	31.325	.000
Intercept	719.581	1	719.581	5.220E3	.000
BLOCKS	4.542	3	1.514	10.983	.002
TRT	21.367	3	7.122	51.668	.000
Error	1.241	9	.138		
Total	746.730	16			
Corrected Total	27.149	15			

a. R Squared = .954 (Adjusted R Squared = .924)

สรุปผลการวิเคราะห์

Treatments: ค่า F = 51.668 และ p-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงยอมรับHa:ว่ามีค่าเฉลี่ย Treatment อย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Blocks: ค่า F = 10.983 และ p-value = 0.002 มีค่าน้อยกว่า 0.05 ยอมรับHa:ว่ามีค่าเฉลี่ย Block อย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ที่อยู่ใน Subset เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยนำผลของการเปรียบเทียบไปใส่ในตารางเปรียบเทียบ ดังนี้

www.zeallsoft.com

CUTTING

Duncan

TRT	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
T4	4	5.625		
T3	4	5.675		
T2	4		7.100	
T1	4			8.425
Sig.		.853	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = .138.

ตารางสรุปผลการเปรียบเทียบ Means	
	ค่าเฉลี่ย
T4	5.625a
T3	5.675a
T2	7.100b
T1	8.425c

สรุปผลการเปรียบเทียบ Treatment Means

Treatments T3 และ T4 ทำให้เนื้อนุ่มไม่ต่างกันและทั้งสอง Treatments ทำให้เนื้อนุ่มมากกว่า Treatments อื่นๆ ส่วน T2 ทำให้เนื้อนุ่มมากกว่า T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตัวอย่าง การทดลองเปรียบเทียบเครื่องรีดนมวัว 4 ชนิด (A, B, C, D) โดยใช้แม่โคนมระยะรีดนมเดียวกัน 4 ตัว และใช้คนรีดนม 4 คน ทุกคนได้ใช้เครื่องรีดนมทั้ง 4 ชนิด รีดนมจากแม่โคครบทั้ง 4 ตัว ได้ข้อมูลปริมาณน้ำนมต่อนาทีดังนี้

คนรีด (Row)	โคนม (Column)			
	1	2	3	4
1	A 3.5	B 8.2	C 6.7	D 6.6
2	D 8.9	A 1.9	B 5.8	C 4.5
3	C 9.6	D 3.7	A 2.7	B 3.7
4	B 10.5	C 10.2	D 4.6	A 3.7

ผลการวิเคราะห์

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MILK

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	94.883[a]	9	10.543	3.306	.080
Intercept	597.803	1	597.803	187.448	.000
MAN	8.823	3	2.941	.922	.485
COW	23.833	3	7.944	2.491	.157
MCHINE	62.228	3	20.743	6.504	.026
Error	19.135	6	3.189		
Total	711.820	16			
Corrected Total	114.018	15			

a. R Squared = .832 (Adjusted R Squared = .580)

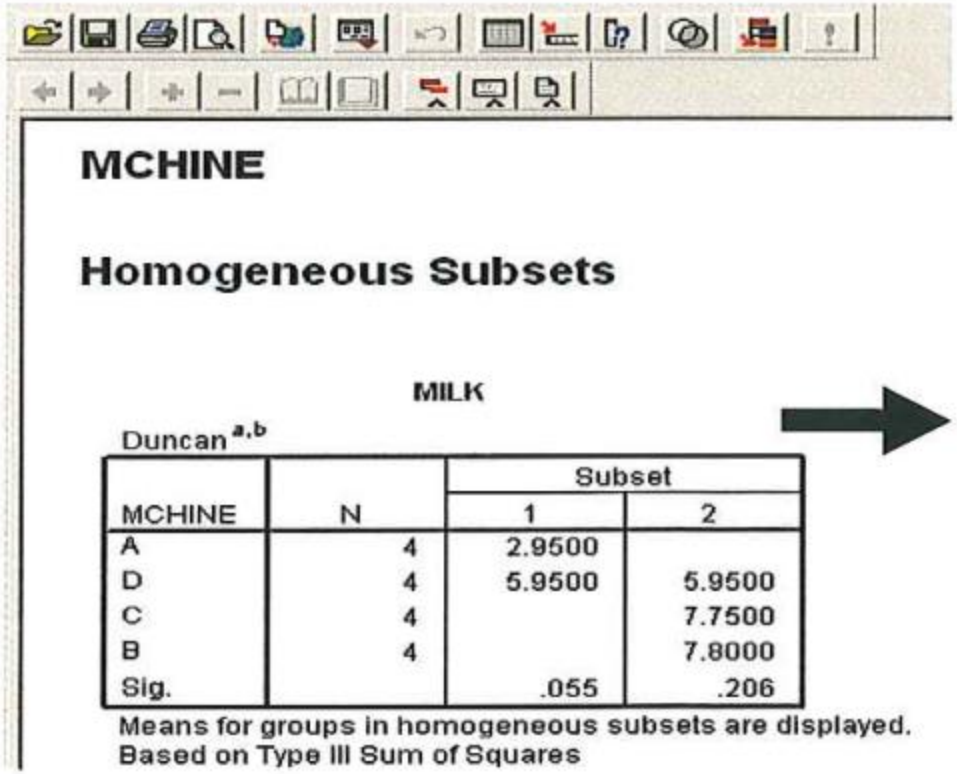
สรุปผลการวิเคราะห์

Man: ยอมรับHo:ว่าคนทั้ง 4 คนรีดนมได้ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Cow: ยอมรับHo:ว่าวัวทั้ง 4 ตัวให้ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Machine: ยอมรับHa:ว่าเครื่องมืออย่างน้อย 2 ชนิดรีดนมได้ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย



MCHINE

Homogeneous Subsets

MILK

Duncan[a,b]

MCHINE	N	Subset 1	Subset 2
A	4	2.9500	
D	4	5.9500	5.9500
C	4		7.7500
B	4		7.8000
Sig.		.055	.206

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares

ตารางสรุปผลการเปรียบเทียบ Means	
	ค่าเฉลี่ย
A	2.95a
D	5.95ab
C	7.75b
B	7.80b

สรุปผลการเปรียบเทียบ Treatment Means

Machine A และ D รีดนมได้ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ Machine D C และ B รีดนมได้ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ Machine B และ C รีดนมได้ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยมากกว่า Machine A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การผลิตสารสีบนเปลือกกล้วยหินของเชื้อราโมแนสคัสที่แยกจากข้าวแดง

Pigment Production on Saba Banana Peel by *Monascus* sp. Isolated From Red Yeast Rice

ยาสมี เลาหสกุล[1*] นูรีซัน สาและ[2] ฟายีมะห์ อาแด[1] ฮินดล วาโด[2] รอฮานา ลาเตะ[2] ลักขณา รักขพันธ์[3]

Yasmi Louhasakul[1*], Nureesan Salaeh[2], Fayimah Ardae[2], Hindol Wado[2], Rohana Lateh[2], Lakkhana Rakkhaphan[3]

ตารางที่ 2 ปริมาณสารสี ค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส และค่าพีเอชของการเจริญของเชื้อรา *Monascus* sp.ไอโซเลตต่างๆ บนเปลือกกล้วยหิน

ไอโซเลต	สีเหลือง (OD unit/gds)		สีส้ม (OD unit/gds)		สีแดง (OD unit/gds)		กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส (Unit/gds)	
	7 วัน	10 วัน	7 วัน	10 วัน	7 วัน	10 วัน	7 วัน	10 วัน
Monascus sp. YRU01	4.31±0.37^{a}	2.87±90.2^{b}	2.05±0.04^{a}	1.27±0.14^{ab}	1.58±0.01^{a}	1.13±0.01^{b}	8.75±6.51^{a}	1.01±0.01^{ab}
Monascus sp. YRU02	4.09±0.66^{a}	4.09±0.05^{b}	2.05±0.14^{a}	1.23±0.14^{b}	1.51±0.01^{a}	1.12±0.09^{b}	1.41±0.11^{b}	1.06±0.01^{ab}
Monascus sp. YRU03	2.65±0.23^{b}	3.26±0.26^{a}	1.58±0.03^{b}	1.57±0.29^{a}	1.07±0.07^{b}	1.26±0.10^{a}	1.08±0.2^{b}	1.24±0.01^{a}
Monascus sp. YRU04	2.52±0.23^{b}	2.86±0.05^{b}	1.16±0.15^{b}	1.35±0.05^{ab}	1.06±0.07^{b}	1.01±0.01^{c}	1.12±0.04^{b}	1.13±0.14^{b}
Monascus sp. YRU05	2.23±0.42^{b}	2.08±0.16^{c}	0.99±0.17^{b}	1.08±0.04^{b}	0.93±0.07^{b}	0.85±0.02^{d}	1.20±0.13^{b}	0.68±0.44^{b}

ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแต่ละคอลัมน์แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Enhancing Lipid Production from Crude Glycerol by Newly Isolated Oleaginous Yeasts: Strain Selection, Process Optimization, and Fed-Batch Strategy

Suleeporn Kitcha · Benjamas Cheirsilp

Parameter	Biomass (g/L)	Lipid production (g/L)	Lipid content (%)
Nitrogen source[a]			
Yeast extract+peptone	17.05±0.11 a	7.40±0.14 a	43.4±1.4 a
Yeast extract	16.21±0.40 a	7.10±0.10 b	44.0±0.7 c
Peptone	10.92±0.30 b	5.40±0.11 c	49.9±0.2 b
Urea	4.11±0.10 d	1.40±0.12 e	34.1±0.5 e
$(NH_4)_2SO_4$	9.43±0.11 c	3.60±0.11 d	37.9±0.7 d
NH_4NO_3	0.70±0.00 e	ND	ND

Enhancing Lipid Production from Crude Glycerol by Newly Isolated Oleaginous Yeasts: Strain Selection, Process Optimization, and Fed-Batch Strategy

Suleeporn Kitcha · Benjamas Cheirsilp

Parameter	Biomass (g/L)	Lipid production (g/L)	Lipid content (%)
Concentration of crude glycerol (%)[b]			
5	7.55±0.28 c	2.88±0.04 b	38.1±1.0 a
10	10.05±0.07 a	4.13±0.25 a	40.6±2.1 a
15	9.55±0.35 b	2.25±0.04 c	26.5±0.6 b
20	9.28±0.88 b	2.25±0.14 d	24.3±0.8 b

Enhancing Lipid Production from Crude Glycerol by Newly Isolated Oleaginous Yeasts: Strain Selection, Process Optimization, and Fed-Batch Strategy

Suleeporn Kitcha · Benjamas Cheirsilp

Parameter	Biomass (g/L)	Lipid production (g/L)	Lipid content (%)
Concentration of $(NH_4)_2SO_4$ (%)			
0	2.07±0.25 c	0.90±0.10 d	44.8±3.6 a
0.5	10.05±0.07 a	4.13±0.25 a	40.6±2.1 b
1.0	9.43±0.11 b	3.60±0.10 b	37.9±0.7 b
2.0	10.05±0.26 a	2.83±0.04 c	28.1±0.1 c