



វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកំពង់ស្ពឺ

Kampong Speu Institute Of Technology

ដេប៉ាតឺម៉ង់៖ វិស្វកម្មគីមីចំណីអាហារ
ឯកទេស៖ បច្ចេកវិទ្យាអាហារ

ការគ្រប់គ្រងការពិសោធន៍ *Factorial*

មុខវិជ្ជា៖ ការរៀបចំផែនការពិសោធន៍

បង្រៀនដោយ៖ លោកគ្រូ ម៉ម សំឡី

រៀបរៀងដោយ៖ មឿន សុខហ្ម

ឆ្នាំសិក្សា៖ ២០២២ - ២០២៣

ផែនការពិសោធន៍

- ❑ ប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍ (Treatment) ដែលបានមកពីបង្គុយតែមួយ
 - ❑ CRD
 - ❑ RCBD
- ❑ ប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍ (Treatment) ដែលបានមកពីបង្គុយជាច្រើន
 - ❑ Factorial experiment
 - ❑ Confounded design
 - ❑ Split plot design

Factorial experiment

- វាជាការរៀបចំពិសោធន៍ មិនមែនជាគម្រោងពិសោធន៍ទេ។
- អ្នកពិសោធន៍អាចសិក្សាពីបច្ច័យផ្សេងៗ (បច្ច័យ) ក្នុងពេលតែមួយ។
- អាចសិក្សាប្រតិកម្ម (ប្រតិកម្ម) ពីបច្ច័យនីមួយៗអាចត្រូវបានផ្សំជាមួយគ្នាដូចជា សីតុណ្ហភាព កំហាប់គីមី។ល។
- អាចដោះស្រាយការពិសោធន៍ Factorial នៅក្នុងការពិសោធន៍ជាច្រើនដូចជា CRD, RCBD, Latin Square ។

Factorial experiment

- ❑ **បច្ច័យ (factor)** គឺជាអ្វីដែលយើងចាប់អារម្មណ៍ក្នុងការសិក្សា និងឥទ្ធិពលលើប្រធានបទ ប្រើអក្សរអង់គ្លេសជាអក្សរធំតំណាងឱ្យបច្ច័យដែលត្រូវសិក្សា ឧទាហរណ៍ បច្ច័យ A តំណាងឱ្យពូជស្រូវ បច្ច័យ B តំណាងឱ្យការបង្កកំណើតអាសូត។
- ❑ **កម្រិត (level)** គឺជាកម្រិតផ្សេងគ្នាដែលបានសិក្សានៅក្នុងបច្ច័យនីមួយៗ។ ប្រើអក្សរអង់គ្លេសជាអក្សរតូច និងមានតួលេខតំណាងឱ្យកម្រិតនៃបច្ច័យដែលបានសិក្សា។

ដូចជា

- ❑ បច្ច័យ A មាន 2 កម្រិត (ពូជ) ដោយប្រើ a1 ជំនួសឱ្យពូជ រាប និង a2 ជំនួសឱ្យពូជម្លិះ។
- ❑ បច្ច័យ B មាន 2 កម្រិត ដោយប្រើ b1 ជំនួសការដាក់ដី 5 គីឡូក្រាមក្នុងមួយកសិដ្ឋាន និង b2 ជំនួសឱ្យការដាក់ដី 10 គីឡូក្រាមក្នុងមួយកសិដ្ឋាន។

Factorial experiment

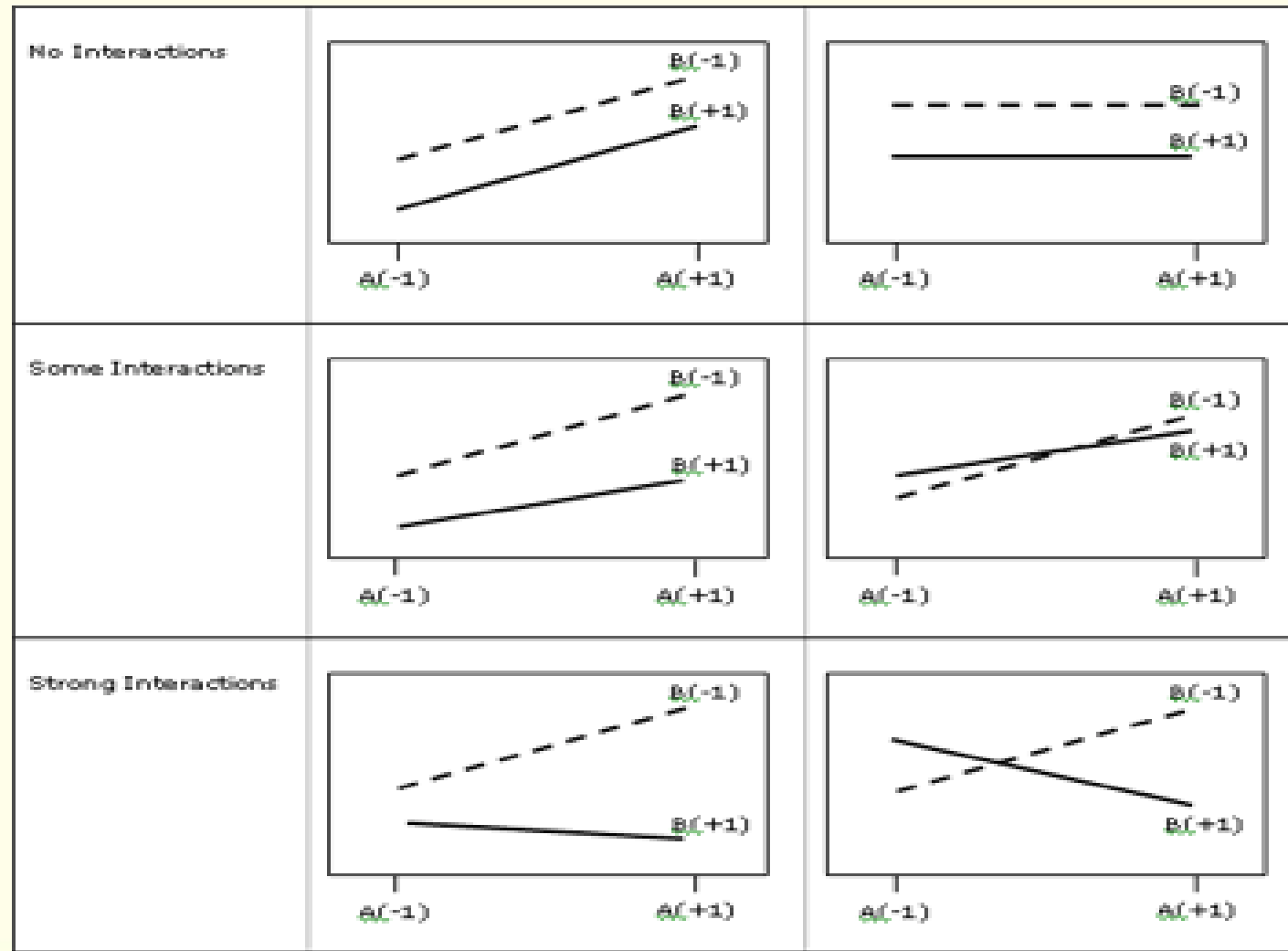
- Treatment combination គឺជាការរួមផ្សំនៃកម្រិតផ្សេងៗគ្នានៃបច្ច័យ ឧទាហរណ៍ បច្ច័យ A តំណាងឱ្យពូជស្រូវចំនួន 2 និងបច្ច័យ B តំណាងឱ្យកម្រិតនៃការបង្កកំណើតអាសូតចំនួន 2 ។ Treatment combination មានដូចខាងក្រោម។

B	A	
	a_1	a_2
b_1	a_1b_1	a_2b_1
b_2	a_1b_2	a_2b_2

TERMINOLOGY

- ❑ ឥទ្ធិពលចម្បង (**main effect**) គឺឥទ្ធិពលនៃបច្ច័យដែលបានសិក្សា។
- ❑ អន្តរកម្ម/ឥទ្ធិពល (អន្តរកម្ម) គឺជាការបញ្ចេញមតិនៃកម្រិតផ្សេងៗគ្នា នៅលើកត្តាមួយពួកគេមិនស្មើគ្នា។ នៅពេលប្រៀបធៀបពីកម្រិតមួយទៅកត្តាមួយទៀត។

អន្តរកម្ម / ឥទ្ធិពលរួម (interaction)



ការហៅឈ្មោះ: FACTORIAL

- $a \times b$ factorial in CRD / RCBD = ការពិសោធន៍ដែលកត្តា A មានកម្រិត a ហើយកត្តា B មានកម្រិត b បានប្រើផែនការពិសោធន៍ដោយចៃដន្យជាមួយនឹងការធ្វើឡើងវិញ r ។
- 2^k factorial in CRD / RCBD = ការពិសោធន៍ជាមួយកត្តាចំនួនស្មើគ្នា ឧ. មានកត្តា 3 កត្តា 2 កម្រិតនៃកត្តានីមួយៗ = 2^3 កត្តា 2^k factorial ដូច្នេះការពិសោធន៍ជាមួយកត្តា k 2 កម្រិតនៃកត្តានីមួយៗ។

សំណាកនៃការគ្រប់គ្រងការពិសោធន៍ Factorial (2 បង្គោល)

2x2 FACTORIAL

Treatment combination

Factor A = Temperature 2 levels : a_1 , a_2

Factor B = Concentration 2 levels : b_1 , b_2

A/B	Temp 30°C (a_1)	Temp 40°C (a_2)
Conc 50 ppm (b_1)	a_1b_1	a_2b_1
Conc 100 ppm (b_2)	a_1b_2	a_2b_2

សំណាកនៃការគ្រប់គ្រងការពិសោធន៍ Factorial (2 បង្គោល)

3x2 FACTORIAL

Treatment combination

Factor A = Temperature 3 levels : a_1 , a_2 , a_3

Factor B = Concentration 2 levels : b_1 , b_2

A/B	30°C (a_1)	40°C (a_2)	50°C (a_3)
50 ppm (b_1)	a_1b_1	a_2b_1	a_3b_1
100 ppm (b_2)	a_1b_2	a_2b_2	a_3b_2

សំណាកនៃការគ្រប់គ្រងការពិសោធន៍ Factorial (2 បច្ច័យ)

2x3 FACTORIAL

Treatment combination

Factor A = Temperature 2 levels : a_1 , a_2

Factor B = Concentration 3 levels : b_1 , b_2 , b_3

A/B	T 30°C (a_1)	T 40°C (a_2)
50 ppm (b_1)	a_1b_1	a_2b_1
100 ppm (b_2)	a_1b_2	a_2b_2
150 ppm (b_3)	a_1b_3	a_2b_3

សំណាកនៃការគ្រប់គ្រងការពិសោធន៍ Factorial (2 បច្ច័យ)

3x3 FACTORIAL

Treatment combination

Factor A = Temperature 3 levels : a_1 , a_2 , a_3

Factor B = Concentration 3 levels : b_1 , b_2 , b_3

A/B	T 30°C (a_1)	T 40°C (a_2)	50°C (a_3)
50 ppm (b_1)	a_1b_1	a_2b_1	a_3b_1
100 ppm (b_2)	a_1b_2	a_2b_2	a_3b_2
150 ppm (b_3)	a_1b_3	a_2b_3	a_3b_3

សំណាកនៃការធ្វើការពិសោធន៍បែប 2x3 FACTORIAL

Factor A = សីតុណ្ហភាព 2 កម្រិត: a_1, a_2

Factor B = ការប្រមូលផ្តុំ 3 កម្រិត: b_1, b_2, b_3

- $H_0 : \mu_{a1} = \mu_{a2}$
- $H_0 : \mu_{b1} = \mu_{b2} = \mu_{b3}$
- $H_0 : \text{អន្តរកម្មរវាងបច្ច័យ A និង B} = 0$
ឬមិនមានអន្តរកម្មរវាង A និង B

ការគណនា ANOVA នៃ 2x2 factorial នៅក្នុង CRD

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	$ab-1$	SST	MST	MST / MSE
A	$a-1$	SSA	MSA	MSA / MSE
B	$b-1$	SSB	MSB	MSB / MSE
A x B	$(a-1)(b-1)$	SS(AB)	MS(AB)	$MS(AB) / MSE$
Error	$ab(r-1)$	SSE	MSE	
Total	$abr-1$	Total SS		

r = ចំនួនសាវ

t = ចំនួនបង្គុយសរុបនៃការពិសោធន៍ = ab

a = ចំនួនកម្រិតនៃបង្គុយ A

b = ចំនួនកម្រិតនៃបង្គុយ B

$$SST = (T_1^2 + T_2^2 + \dots + T_t^2)/r - CF$$

$$SSA = (A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_a^2)/br - CF$$

$$SSB = (B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_b^2)/ar - CF$$

$$SS(AB) = SST - SSA - SSB$$

$$SSE = \text{Total SS} - SST$$

$$\text{Total SS} = \Sigma(\text{each value}^2) - CF$$

R_r = ផលបូកសរុបនៃចំនួនសាវ r នីមួយៗ

T_t = ផលបូកសរុបនៃការពិសោធន៍ t

A_a = ផលបូកនៃកម្រិតនីមួយៗនៃ A

B_b = ផលបូកនៃកម្រិតនីមួយៗនៃ B

$$MST = SST/(t-1)$$

$$MSA = SSA/(a-1)$$

$$MSB = SSB/(b-1)$$

$$MS(AB) = SS(AB)/(a-1)(b-1)$$

$$MSE = SSE/t(r-1)$$

$$CF = (\Sigma(Y_{ij}))^2 / \text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด (rab)}$$

សំណាកនៃការគ្រប់គ្រងការពិសោធន៍បែប Factorial (2 បច្ច័យ)

2x2 FACTORIAL

- ❑ ត្រូវធ្វើការសិក្សាពីឥទ្ធិពលនៃធាតុផ្សំមួយទៅលើតម្លៃពណ៌ (L^*) នៃផលិតផលទេ? ការពិសោធន៍ CRD 3-replic ត្រូវបានគ្រោងទុក ហើយការរៀបចំពិសោធន៍ Factorial ត្រូវបានអនុវត្ត។ ព័ត៌មានលម្អិតនៃការពិសោធន៍មានដូចខាងក្រោមនេះ។
- ❑ បច្ច័យ A = បរិមាណស្ករដែលប្រើប្រាស់មាន 2 កម្រិតគឺ 20 និង 30%
- ❑ បច្ច័យ B = បរិមាណអំបិលប្រើប្រាស់មាន 2 កម្រិតគឺ 0.5 និង 1% ។

និមិត្តសញ្ញាដែលប្រើសម្រាប់បង្ហាញពីសោធន៍មានដូចខាងក្រោម

- ❑ a_1b_1 = ការពិសោធន៍ដោយប្រើស្ព័រ 20% និងអំបិល 0.5% ។
- ❑ A_1b_2 = ការពិសោធន៍ដោយប្រើស្ព័រ 20% និងអំបិល 1%
- ❑ a_2b_1 = ការពិសោធន៍ដោយប្រើស្ព័រ 30% និងអំបិល 0.5%
- ❑ a_2b_2 = ការពិសោធន៍ដោយប្រើស្ព័រ 30% និងអំបិល 1% ។

B	A	
	ស្ព័រ 20% (a_1)	ស្ព័រ 30% (a_2)
អំបិល 0.5% (b_1)	a_1b_1	a_2b_1
អំបិល 1% (b_2)	a_1b_2	a_2b_2

ទិន្នន័យតម្លៃពណ៌ (L^*)

ប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍	លើកទី 1	លើកទី 2	លើកទី 3
a_1b_1	78	79	76
a_1b_2	60	61	59
a_2b_1	67	70	71
a_2b_2	83	84	82

សម្មតិកម្មដើម្បីពិសោធន៍

- H_0 : ស្ត្រូមីនមានផលប៉ះពាល់ដល់តម្លៃពណ៌ ឬ $\mu_{a1} = \mu_{a2}$
- H_0 : អំបិលមីនមានផលប៉ះពាល់ដល់តម្លៃពណ៌ ឬ $\mu_{b1} = \mu_{b2}$
- H_0 : មិនមានទំនាក់ទំនងប្រតិកម្មនៅក្នុងការពិសោធន៍នេះទេ។

ទិន្នន័យតម្លៃពណ៌ (L^*)

ប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍	លើកទី 1	លើកទី 2	លើកទី 3
a_1b_1	78	79	76
a_1b_2	60	61	59
a_2b_1	67	70	71
a_2b_2	83	84	82

ដែល

$$r = \text{ចំនួនសារ} = 3$$

$$a = \text{ចំនួននៃកម្រិតនៃបច្ច័យ A} = 2$$

$$b = \text{ចំនួនកម្រិតនៃបច្ច័យ B} = 2$$

$$t = \text{ចំនួនសរុបនៃបច្ច័យពិសោធន៍} = ab = 2 \times 2 = 4$$

ការគណនា

ប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍	លើកទី 1	លើកទី 2	លើកទី 3	ផលបូកសរុប T_t
a_1b_1	78	79	76	$T_1 = 233$
a_1b_2	60	61	59	$T_2 = 180$
a_2b_1	67	70	71	$T_3 = 208$
a_2b_2	83	84	82	$T_4 = 249$
ផលបូកសរុប R_r	$R_1 = 288$	$R_2 = 294$	$R_3 = 288$	Total = 870

A/B	ស្ត្រី 20% (a_1)	ស្ត្រី 30% (a_2)
អំបិល 0.5% (b_1)	a_1b_1	a_2b_1
អំបិល 1% (b_2)	a_1b_2	a_2b_2

A/B	ស្បៀង 20% (a_1)	ស្បៀង 30% (a_2)
អំបិល 0.5% (b_1)	233	208
អំបិល 1% (b_2)	180	249

A/B	ស្បៀង 20% (a_1)	ស្បៀង 30% (a_2)	ផលបូកសរុប B_b
អំបិល 0.5% (b_1)	233	208	$b_1 = 441$
អំបិល 1% (b_2)	180	249	$b_2 = 429$
ផលបូកសរុប A_a	$a_1 = 413$	$a_2 = 457$	

ប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍	លើកទី 1	លើកទី 2	លើកទី 3	ផលបូកសរុប T_t
a_1b_1	78	79	76	$T_1 = 233$
a_1b_2	60	61	59	$T_2 = 180$
a_2b_1	67	70	71	$T_3 = 208$
a_2b_2	83	84	82	$T_4 = 249$
ផលបូកសរុប R_r	$R_1 = 288$	$R_2 = 294$	$R_3 = 288$	សរុប = 870

B=អំបិល	A = ស្ករ		Sum B
	20%	30%	
0.5%	233	208	$b_1 = 441$
1%	180	249	$b_2 = 429$
Sum A	$a_1 = 413$	$a_2 = 457$	Total = 870

ប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍	លើកទី 1	លើកទី 2	លើកទី 3	ផលបូកសរុប T_t
a_1b_1	78	79	76	$T_1 = 233$
a_1b_2	60	61	59	$T_2 = 180$
a_2b_1	67	70	71	$T_3 = 208$
a_2b_2	83	84	82	$T_4 = 249$
ផលបូកសរុប R_r	$R_1 = 288$	$R_2 = 294$	$R_3 = 288$	សរុប = 870

$$\begin{aligned}
 \text{CF} &= (\Sigma(Y_{ij}))^2 / \text{ចំនួនទិន្នន័យសរុប} \\
 &= (\text{Total})^2 / (rab) \\
 &= (870)^2 / (3 \times 2 \times 2) \\
 &= 63075
 \end{aligned}$$

ប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍	លើកទី 1	លើកទី 2	លើកទី 3	ផលបូកសរុប T_t
a_1b_1	78	79	76	$T_1 = 233$
a_1b_2	60	61	59	$T_2 = 180$
a_2b_1	67	70	71	$T_3 = 208$
a_2b_2	83	84	82	$T_4 = 249$
ផលបូកសរុប R_r	$R_1 = 288$	$R_2 = 294$	$R_3 = 288$	សរុប = 870

$$\begin{aligned}
 \blacksquare \text{ Total SS} &= \Sigma(\text{each value})^2 - CF \\
 &= 64002 - 63075 \\
 &= 927
 \end{aligned}$$

ប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍	លើកទី 1	លើកទី 2	លើកទី 3	ផលបូកសរុប T_t
a_1b_1	78	79	76	$T_1 = 233$
a_1b_2	60	61	59	$T_2 = 180$
a_2b_1	67	70	71	$T_3 = 208$
a_2b_2	83	84	82	$T_4 = 249$
ផលបូកសរុប R_r	$R_1 = 288$	$R_2 = 294$	$R_3 = 288$	សរុប = 870

- $$SSR = (R_1^2 + R_2^2 + \dots + R_r^2)/t - CF$$

$$= (288^2 + 294^2 + 288^2) / 4 - CF$$

$$= 63081 - 63075 = 6$$
- $$SST = (T_1^2 + T_2^2 + \dots + T_t^2)/r - CF$$

$$= (233^2 + 180^2 + 208^2 + 249^2) / 3 - CF$$

$$= 68054.6 - 63075 = 909.67$$

B=អំបិល	A = ស្រូវ		Sum B
	20%	30%	
0.5%	233	208	$b_1 = 441$
1%	180	249	$b_2 = 429$
Sum A	$a_1 = 413$	$a_2 = 457$	សរុប = 870

$$\odot SSA = (a_1^2 + a_2^2 + \dots + A_a^2)/ar - CF$$

$$= (413^2 + 457^2) / 6 - CF$$

$$= 63236.33 - 63075 = 161.33$$

$$\odot SSB = (B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_b^2)/br - CF$$

$$= (441^2 + 429^2) / 6 - CF$$

$$= 63087 - 63075 = 12$$

$$\odot SSE = \text{Total SS} - SST - SSR$$

$$= 927 - 909.67 - 6$$

$$= 11.33$$

SOV	MS	F
Rep or Block	$MSR = SSR/(r-1)$	MSR / MSE
Treatment	$MST = SST/(t-1)$	MST / MSE
A	$MSA = SSA/(a-1)$	MSA / MSE
B	$MSB = SSB/(b-1)$	MSB / MSE
A x B	$MS(AB) = SS(AB)/(a-1)(b-1)$	$MS(AB) / MSE$
Error	$MSE = SSE/(t-1)(r-1)$	
Total		

SOV	DF	SS	MS	F
Rep or Block	$r-1$	SSR	MSR	MSR / MSE
Treatment	$ab-1$	SST	MST	MST / MSE
A	$a-1$	SSA	MSA	MSA / MSE
B	$b-1$	SSB	MSB	MSB / MSE
A x B	$(a-1)(b-1)$	SS(AB)	MS(AB)	MS(AB) / MSE
Error	$(ab-1)(r-1)$	SSE	MSE	
Total	$abr-1$	Total SS		

SOV	DF	SS	MS	F	F table ที่ $\alpha = 0.05$
Rep	2	6	3	1.59	
Trt	3	909.67	303.22	160.44*	4.76
A	1	161.33	161.33	85.36*	5.59
B	1	12	12	6.35*	5.59
A x B	1	736.34	736.34	389.60*	5.59
Error	6	11.33	1.89		
Total	12	927			

សរុបលទ្ធផលនៃការវិភាគ

បដិសេធការសន្និដ្ឋានខាងក្រោម

H_0 : ស្ត្រីមិនផលប៉ះពាល់ដល់តម្លៃពណ៌ ឬ $\mu_{a1} = \mu_{a2}$

H_0 : អំបិលមិនមានផលប៉ះពាល់ដល់តម្លៃពណ៌ ឬ $\mu_{a1} = \mu_{a2}$

H_0 : មិនមានទំនាក់ទំនងប្រតិកម្មនៅក្នុងការពិសោធន៍នេះទេ។

សរុបលទ្ធផលពិសោធន៍

- ❑ ស្ត្រីនិងអំបិលប៉ះពាល់ដល់ពណ៌នៃផលិតផល ហើយមានទំនាក់ទំនងប្រតិកម្មគ្នាដូចជាបង្គោលបង្គោលទាំងនេះនៅក្នុងការពិសោធន៍នៅកម្រិតជឿជាក់ 95% ។

លំហាត់អនុវត្តន៍

ចូរសិក្សាពីឥទ្ធិពលនៃសីតុណ្ហភាព និងរយៈពេលលើបរិមាណសំណើមនៃ ផលិតផលនំជុត? សីតុណ្ហភាពដែលបានប្រើគឺ 50, 60 និង 70 °C ហើយរយៈពេលដែល បានប្រើគឺ 30, 60 និង 90 នាទី។ ដោយការរៀបចំផែនការពិសោធន៍តាមបែប CRD ត្រូវ បានរៀបចំឡើងចំនួន 4 សារ ហើយការរៀបចំប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍តាមបែប Factorial ។

ការកំណត់

A គឺជាសីតុណ្ហភាព

$a_1 = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, $a_2 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ និង $a_3 = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

B គឺជារយៈពេល

$b_1 = 30$ នាទី, $b_2 = 60$ នាទី និង $b_3 = 90$ នាទី

តម្លៃសំណើមត្រូវបានបង្ហាញក្នុងតារាង។

លំហាត់អនុវត្តន៍

ប៉ារ៉ាម៉ែត្រពិសោធន៍	លើកទី 1	លើកទី 2	លើកទី 3	លើកទី 4
T1	14	13	14	14
T2	10	10	12	11
T3	9	10	10.5	9.5
T4	8	8	9	7.5
T5	7	6	7	7.3
T6	5.5	5.8	6	6
T7	4	5	4	5
T8	4	4.9	4.3	4.8
T9	3	3.7	4	4

លំហាត់អនុវត្តន៍

- ❑ បង្កើតតារាងបង្ហាញពីការ Treatment combination
- ❑ បង្កើតសម្មតិកម្មការពិសោធន៍
- ❑ ការវិភាគនៃភាពខុសគ្នានៃការពិសោធន៍ នៅកម្រិតសារៈសំខាន់ 0.05
- ❑ សរុបលទ្ធផលនៃការពិសោធន៍
 - $H_0 : \mu_{a1} = \mu_{a2} = \mu_{a3}$
 - $H_0 : \mu_{b1} = \mu_{b2} = \mu_{b3}$
 - $H_0 : \text{interaction រវាងបច្ច័យ A និង B} = 0$
ឬគ្មាន interaction រវាងបច្ច័យ A និង B