

## Ćwiczenia 6 i 7 – Analiza wariancji (ANOVA)

### Zadania

#### Zadanie 1

Porównywano średnie zużycie wody (w litrach na roślinę tygodniowo) dla sześciu odmian pomidora szklarniowego. Z każdej odmiany wylosowano po 5 roślin i po uzyskaniu obserwacji przeprowadzono analizę wariancji.

Uzupełnić tabelę analizy wariancji i przeprowadzić wnioskowanie na poziomie istotności 0,05.

Źródła zmienności	Stopnie swobody	Sumy kwadratów	Średnie kwadraty	Statystyka F
Odmiany		10,506		
Błąd				
Ogółem (Całkowita)		24,982		

Odp.:  $F_0 = 3,484$ ;  $H_0$  odrzucamy

#### Zadanie 2

W doświadczeniu badano zawartość suchej masy (%) w owocach truskawki odmiany Asia pochodzących z pięciu różnych gospodarstw ogrodniczych. Otrzymano następujące wyniki:

Gospodarstwo	Replikacje			
G1	6,5	7,8	6,9	6,4
G2	7,2	8,5	7,3	7,0
G3	7,2	7,5	7,1	7,5
G4	7,1	7,0	7,1	7,2
G5	7,2	6,6	7,4	7,5

$$\sum x_{ij} = 144, \quad \sum x_{ij}^2 = 1040,86$$

Czy średnie zawartości suchej masy dla owoców z pięciu gospodarstw można uznać za jednakowe? Wykonać analizę wariancji na poziomie istotności 0,05.

Odp.:  $F_0 = 0,956 < F_{0,05;4;15} = 3,056$

#### Zadanie 3

W nowoczesnym gospodarstwie ogrodniczym badano intensywność transpiracji krzewów borówki wysokiej (odmiana 'Duke') rosnących w kontrolowanych warunkach tunelowych. Celem doświadczenia było sprawdzenie, czy pochodzenie materiału nasadzeniowego wpływa na stabilność gospodarki wodnej roślin w trakcie sezonu. Badano rośliny pochodzące z trzech różnych ośrodków rozmnażania (metoda in vitro).

Przez 5 kolejnych miesięcy (maj–wrzesień) mierzono średnią miesięczną intensywność transpiracji (w  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) przy utrzymywaniu stałej wilgotności podłoża (nawadnianie kropłowe sterowane komputerowo). Uzyskano następujące wyniki:

Lokalizacja	Replikacje				
L1	4,077	4,084	4,078	4,085	4,082
L2	4,069	4,078	4,069	4,073	4,074
L3	4,079	4,087	4,076	4,086	4,089

$$\sum x_{ij} = 61,186, \quad \sum x_{ij}^2 = 249,582332$$

Zakładając, że błędy pomiarów mają rozkłady normalne o tej samej wariancji, zweryfikować hipotezę, że wartości przeciętne intensywności transpiracji dla roślin pochodzących ze wszystkich ośrodków – lokalizacjach – są jednakowe ( $\alpha = 0,05$ ).

Odp.:  $F_0 = 8 > F_{0,05;2;12} = 3,885$

#### Zadanie 4

Zastosowano trzy metody nawożenia roślin sałaty w uprawie szklarniowej. W celu sprawdzenia, czy plonowanie przy zastosowaniu różnych metod jest istotnie zróżnicowane, zaplanowano obserwacje plonu (w liczbie główek na  $m^2$ ). Z każdej metody wybrano losowo po 5 stanowisk.

Uzyskano następujące obserwacje:

Metoda	Replikacje				
I	10	12	14	12	10
II	10	13	16	14	12
III	2	5	3	6	4

Zakładając, że plon jest zmienną losową o rozkładzie normalnym, przyjmując poziom istotności  $\alpha = 0,05$  porównać zastosowane metody.

#### Zadanie 5

Cztery odmiany jabłoni planowano porównać pod względem długości rocznych przyrostów pędów. W sadzie doświadczalnym wytyczono poletka z drzewami odmian oznaczonych symbolicznie P, K, J i N.

Z każdego poletka losowo wybrano po 10 drzew, dla których przeprowadzono obserwacje długości przyrostów. Średnie długości przyrostów (w cm) dla 24 poletek przedstawiono poniżej:

P 28,3   J 17,1   K 24,5   J 22,0   P 21,9   N 18,6  
 K 23,7   P 26,3   J 20,9   P 23,9   K 20,7   J 19,5  
 N 20,6   K 23,0   P 23,4   K 24,9   N 19,5   P 20,8  
 J 24,2   N 19,2   N 20,7   N 20,6   J 19,6   K 20,5

Przeprowadzić odpowiednią analizę wariancji na poziomie istotności 0,05.

## Doświadczenia jednoczynnikowe – UCL

Hipotezy:

$$H_0 : \mu_{A_1} = \mu_{A_2} = \dots = \mu_{A_v}$$

$$H_1 : \sim H_0$$

Tabela analizy wariancji:

Źródła zmienności	Stopnie swobody	Sumy kwadratów	Średnie kwadraty	F
Obiekty	$v - 1$	$SS_O$	$MS_O = \frac{SS_O}{v - 1}$	$F = \frac{MS_O}{MS_E}$
Błąd	$v(r - 1)$	$SS_E$	$MS_E = \frac{SS_E}{v(r - 1)}$	
Całkowita	$n - 1$	$SS_C$	—	—

Jeżeli  $F > F_{\alpha; v-1; v(r-1)}$  to hipotezę  $H_0$  odrzucamy na rzecz  $H_1$

Wzory pomocnicze:

Suma ogólna

$$G = \sum_i \sum_j x_{ij}$$

Całkowita suma kwadratów

$$SS_C = \sum_i \sum_j x_{ij}^2 - P$$

Sumy obiektowe

$$T_i = \sum_j x_{ij}$$

Suma kwadratów dla obiektów

$$SS_O = \frac{1}{r} \sum_i T_i^2 - P$$

Poprawka

$$P = \frac{1}{v \cdot r} G^2$$

Suma kwadratów dla błędów

$$SS_E = SS_C - SS_O$$