

Jednoczynnikowa analiza wariancji

1. W doświadczeniu wazonowym badano wpływ wzrastających dawek nawożenia azotowego na plon pszenicy pewnej odmiany. Uzyskano wyniki

Dawka 0	Dawka 3	Dawka 6	Dawka 12
1.010	1.817	2.573	3.083
1.620	1.545	2.430	3.029
0.893	1.693	1.946	2.407
0.465	2.030	2.379	2.740
1.002	2.089	2.903	2.674
0.946	2.792	2.760	3.413
1.598	1.716	2.662	2.971
1.075	2.043	2.703	2.586
0.667	1.946	2.044	2.591
1.108	2.103	3.158	2.177
0.327	2.634	2.116	2.504
1.240	2.462	2.679	2.288
1.308	2.297	2.218	2.628
1.267	2.242	2.227	3.265
1.122	2.449	2.759	2.509
1.433	1.840	2.032	2.913
1.762	2.633	2.891	2.734
1.236	2.192	2.184	2.168
1.233	2.385	2.564	2.392
1.007	1.948	2.254	2.571
0.943	2.455	2.654	2.518
0.572	2.365	2.465	2.713
0.935	2.455	2.741	2.837
1.589	2.291	2.677	3.256
1.411	2.243	2.842	2.656
1.423	2.025	2.660	2.864
0.968	1.790	3.098	2.530
1.030	3.051	2.876	2.964
1.156	2.363	2.425	2.334
1.013	1.808	2.729	2.935
1.221	2.006	2.717	2.858
0.269	2.339	2.940	2.183
1.506	2.706	2.572	2.744
1.087	2.003	2.772	2.697
1.230	2.636	2.464	2.411
0.330	2.231	2.590	2.695
1.177	2.643	2.526	2.365
1.157	2.485	2.047	2.517
1.035	2.097	2.451	2.568
1.293	2.218	2.879	2.779
1.168	2.264	2.498	2.333
1.144	2.426	2.279	2.885
1.134	2.460	3.041	2.307
1.268	2.557	2.237	2.056

Sformułować i zweryfikować odpowiednią hipotezę.

2. W metodzie Kjeldahla oznaczania procentowej zawartości białka stosowany jest katalizator miedziowy. Podejrzewa się, że wynik oznaczenia zależy od ilości dodanego katalizatora. W tym celu przeprowadzono doświadczenie, w którym badano trzy różne ilości katalizatora. Czy poniższe dane udowadniają zależność wyniku oznaczenia od ilości katalizatora miedziowego?

Katalizator 1	Katalizator 2	Katalizator 5
16.9788	12.0516	19.2413
27.1457	7.5221	16.8491
15.0290	9.9878	8.7854
7.8903	15.6004	15.9998
16.8450	16.5888	24.7332
15.9140	28.3011	22.3484
26.7873	10.3780	20.7147
18.0574	15.8210	21.3957
11.2591	14.2038	10.4121
18.6206	16.8264	28.9925
5.5921	25.6784	11.6212
20.8136	22.8130	20.9987
21.9500	20.0532	13.3208
21.2690	19.1336	13.4652
18.8412	22.5892	22.3300
24.0359	12.4341	10.2255
29.5084	25.6588	24.5395
20.7485	18.3124	12.7466
20.7011	21.5295	19.0874
16.9239	14.2404	13.9144
15.8610	22.6871	20.5860
9.6753	21.1929	17.4386
15.7320	22.6866	22.0352
26.6331	19.9596	20.9650
23.6714	19.1575	23.7252
23.8600	15.5309	20.6896
16.2762	11.6100	27.9848
17.3087	32.6168	24.2799
19.4194	21.1498	16.7719

3. W czterech ulach zmierzono średnice plastrów zbudowanych przez pszczoły. W każdym ulu wykonano czterdzieści pomiarów. Otrzymano następujące wyniki:

U1	U2	U3	U4
5.4	4.8	5.2	6.1
6.5	4.3	5.0	6.0
5.3	4.6	4.2	5.0
4.5	5.1	4.9	5.6
5.4	5.2	5.8	5.5
5.3	6.4	5.5	6.7
6.4	4.6	5.4	6.0
5.6	5.1	5.4	5.3
4.9	5.0	4.3	5.3
5.6	5.2	6.2	4.6
4.3	6.1	4.5	5.2
5.8	5.8	5.4	4.8
5.9	5.6	4.6	5.4
5.9	5.5	4.6	6.4
5.6	5.8	5.5	5.2
6.2	4.8	4.3	5.9
6.7	6.1	5.8	5.6
5.8	5.4	4.6	4.6
5.8	5.7	5.2	5.0
5.4	5.0	4.7	5.3
5.3	5.8	5.4	5.2
4.7	5.7	5.0	5.5
5.3	5.8	5.5	5.7
6.4	5.6	5.4	6.4
6.1	5.5	5.7	5.4
6.1	5.1	5.4	5.8
5.4	4.7	6.1	5.2
5.5	6.8	5.7	5.9
5.7	5.7	5.0	4.9
5.5	4.7	5.5	5.9
5.8	5.1	5.5	5.8
4.2	5.6	5.8	4.6
6.3	6.2	5.2	5.6
5.6	5.1	5.6	5.5
5.8	6.1	5.0	5.0
4.3	5.5	5.2	5.5
5.7	6.1	5.1	4.9
5.7	5.9	4.3	5.2
5.5	5.2	5.0	5.3

Czy można uznać, że przeciętne średnice we wszystkich czterech ulach są jednakowe?

4. W badaniu średniej zawartości żelaza (w ppm na kg s.m.) w roślinach łąkowych uzyskano wyniki

Trawy	Turzycowate	Motylkowe	Zioła (chwasty)
173.80	129.89	115.98	117.11
181.93	126.27	114.06	116.38
172.24	128.24	107.61	108.09
166.53	132.73	113.38	112.54
173.69	133.52	120.37	111.66
172.95	142.89	118.46	121.50
181.65	128.55	117.16	115.61
174.66	132.90	117.70	110.47
169.22	131.61	108.91	110.55
175.11	133.71	123.78	105.03
164.69	140.79	109.88	109.39
176.87	138.50	117.38	106.51
177.78	136.29	111.24	111.04
177.23	135.55	111.36	119.54
175.29	138.32	118.45	109.45
179.44	130.20	108.76	114.85
183.82	140.78	120.22	112.45
176.81	134.90	110.78	104.90
176.78	137.47	115.85	107.89
173.76	131.64	111.72	110.28
172.90	138.40	117.05	109.57
167.96	137.20	114.53	112.17
172.80	138.40	118.21	113.83
181.52	136.22	117.36	119.41
179.15	135.57	119.56	111.41
179.30	132.67	117.14	114.18
173.24	129.54	122.97	109.73
174.06	146.34	120.01	115.52
175.75	137.17	114.00	107.12
173.84	129.78	118.06	115.14
176.62	132.41	117.89	114.10
163.92	136.86	120.87	105.11
180.42	141.75	115.95	112.58
174.83	132.37	118.63	111.96
176.74	140.81	114.52	108.15
164.74	135.41	116.20	111.93
176.03	140.90	115.34	107.53
175.77	138.80	108.96	109.56
174.13	133.63	114.35	110.24
177.58	135.24	120.05	113.05
175.91	135.86	114.97	107.10
175.59	138.01	112.06	114.47
175.46	138.47	122.21	106.77
177.24	139.76	111.49	103.42
175.81	136.72	111.06	108.56
175.49	132.84	115.41	108.23
179.19	141.51	112.31	111.31
182.38	137.38	121.62	112.71
172.42	131.14	119.78	115.68

Porównać średnią zawartość żelaza w roślinach łąkowych.

5. Przeciętna liczba błędów popełnionych przez tresowane szczury w toku przejścia przez labirynt ma rozkład normalny. Do pewnych doświadczeń wylosowano po szczury do czterech grup, które powinny być jednorodne pod względem stopnia wytresowania. Otrzymano dla tych szczurów następujące przeciętne liczby popełnianych błędów:

Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	Grupa 4
8.1	7.1	9.2	10.9
10.1	6.2	8.8	10.7
7.7	6.7	7.2	8.6
6.3	7.8	8.6	9.7
8.1	8.0	10.3	9.5
7.9	10.4	9.9	12.0
10.1	6.8	9.5	10.5
8.3	7.9	9.7	9.2
7.0	7.6	7.5	9.2
8.4	8.1	11.2	7.9
5.8	9.8	7.7	8.9
8.9	9.3	9.6	8.2
9.1	8.7	8.1	9.4
9.0	8.5	8.1	11.5
8.5	9.2	9.9	9.0
9.5	7.2	7.4	10.3
10.6	9.8	10.3	9.7
8.9	8.4	7.9	7.8
8.8	9.0	9.2	8.6
8.1	7.6	8.2	9.2
7.9	9.2	9.5	9.0
6.6	9.0	8.9	9.6
7.9	9.2	9.8	10.1
10.0	8.7	9.6	11.5

Czy można na podstawie uzyskanych wyników sądzić, że badane grupy są jednakowo wytresowane?

6. Trzech nauczycieli A, B, C statystyki oceniali w skali $\langle 0, 1 \rangle$ prace wylosowanych uczniów. Wyniki były następujące:

A	B	C
0.623	0.628	0.882
0.826	0.537	0.834
0.584	0.586	0.673
0.441	0.699	0.818
0.620	0.718	0.992
0.601	0.953	0.944
0.819	0.594	0.912
0.644	0.703	0.925
0.508	0.671	0.706
0.656	0.723	1.077
0.395	0.900	0.730
0.699	0.843	0.917
0.722	0.788	0.764
0.709	0.769	0.767
0.660	0.838	0.944
0.764	0.635	0.702
0.873	0.900	0.988
0.698	0.753	0.752
0.697	0.817	0.879

Czy można uznać, że wszyscy trzej nauczyciele są jednakowi w swoich ocenach?

7. Właściciel palarni kawy twierdzi, że wszystkie gatunki kawy które produkuje mają podobną zawartość kofeiny. W celu udowodnienia tej hipotezy wybrano trzy mieszanki kawy i po poddaniu ich procesowi palenia, uzyskano następujące zawartości kofeiny (w mg w jednej filiżance kawy) :

gatunek 1	gatunek 2	gatunek 3
113.11	80.17	129.66
174.12	52.99	115.31
101.42	67.78	66.92
58.58	101.46	110.21
112.31	107.39	162.61
106.73	177.66	148.30
171.97	70.12	138.50
119.59	102.78	142.59
78.80	93.08	76.68
122.97	108.82	188.17
44.79	161.93	83.94
136.12	144.73	140.20
142.94	128.18	94.14
138.86	122.66	95.00
124.29	143.39	148.19
155.46	82.46	75.56
188.29	161.81	161.45
135.73	117.73	90.69
135.45	137.03	128.74
112.79	93.30	97.70
106.41	143.98	137.73
69.29	135.01	118.84
105.63	143.98	146.42
171.04	127.61	140.00
153.27	122.80	156.56
154.40	101.04	138.35
108.90	77.52	182.12
115.09	203.56	159.89
127.76	134.76	114.84
113.46	79.32	145.26
134.24	99.05	144.02
39.04	132.41	166.35
162.74	169.14	129.49
120.84	98.79	149.55
135.16	162.10	118.70
45.17	121.59	131.31
129.87	162.78	124.89
127.87	147.03	77.07
115.62	108.19	117.43
141.47	120.26	160.24
128.93	124.93	122.11
126.57	141.07	100.25
125.55	144.54	176.42
138.92	154.22	95.99

W oparciu o powyższe dane odpowiedzieć na pytanie, czy właściciel palarni ma rację?

8. W doświadczeniu fizycznym przeprowadzonym trzema metodami A , B , C badano czas pewnego efektu świetlnego występującego w tym doświadczeniu. Wyniki eksperymentu:

metoda A	metoda B	metoda C
3.20	3.16	3.15
3.32	3.11	3.13
3.18	3.14	3.03
3.09	3.21	3.12
3.20	3.22	3.22
3.19	3.36	3.19
3.32	3.14	3.17
3.21	3.21	3.18
3.13	3.19	3.05
3.22	3.22	3.27
3.07	3.33	3.06
3.25	3.29	3.18
3.26	3.26	3.08
3.25	3.25	3.09
3.22	3.29	3.19
3.29	3.17	3.05
3.35	3.33	3.22
3.25	3.24	3.08
3.25	3.28	3.15
3.20	3.19	3.09
3.19	3.29	3.17
3.11	3.27	3.13
3.19	3.29	3.19
3.32	3.26	3.18
3.28	3.25	3.21
3.28	3.21	3.17
3.19	3.16	3.26
3.21	3.41	3.22
3.23	3.27	3.13

Stwierdzić, czy można uznać, że średni czas występowania tego efektu jest dla wszystkich metod taki sam?

9. Porównywano działanie trzech leków podawanych świnom chorym na różycę (skuteczność działania danego leku mierzono czasem trwania kuracji). Każde lekarstwo zostało zaaplikowane chorym zwierzętom. Uzyskano następujące wyniki:

L_1	L_2	L_3
15.3	17.2	21.5
19.8	15.2	20.5
14.5	16.3	16.9
11.3	18.8	20.1
15.3	19.2	24.0
14.9	24.3	22.9
19.7	16.5	22.2
15.8	18.8	22.5
12.8	18.1	17.7
16.1	19.3	25.8
10.3	23.2	18.2
17.0	21.9	22.3
17.5	20.7	18.9
17.2	20.3	19.0
16.2	21.8	22.9
18.4	17.4	17.6
20.9	23.2	23.9
17.0	19.9	18.7
17.0	21.4	21.5
15.3	18.2	19.2
14.8	21.9	22.1
12.1	21.2	20.7
14.8	21.9	22.8
19.6	20.7	22.3
18.3	20.3	23.5
18.4	18.7	22.2
15.0	17.0	25.4
15.5	26.2	23.8
16.4	21.2	20.5
15.4	17.1	22.7
16.9	18.6	22.6
10.9	21.0	24.2
19.0	23.7	21.5
15.9	18.6	23.0
17.0	23.2	20.7
10.4	20.2	21.7
16.6	23.2	21.2
16.4	22.1	17.7
15.5	19.2	20.6

Czy na podstawie powyższych danych można przyjąć, że te trzy lekarstwa dają jednakowy efekt?

10. W pewnej miejscowości położonej blisko trasy szybkiego ruchu kierownik mleczarni stwierdził, że rolnicy pasą krowy w przydrożnych rowach. Jak wiadomo, zawartość metali ciężkich jest większa w roślinach rosnących przy drodze. Zbadano próbki mleka od dostawców A , B i C . Czy można na tej podstawie stwierdzić, który z dostawców pasie krowy przy szosie?

A	B	C
4.320	3.177	4.423
4.930	2.905	4.280
4.203	3.053	3.796
3.775	3.390	4.229
4.312	3.449	4.753
4.256	4.152	4.610
4.908	3.076	4.512
4.385	3.403	4.553
3.977	3.306	3.894
4.418	3.463	5.008
3.637	3.994	3.966
4.550	3.822	4.529
4.618	3.657	4.068
4.577	3.602	4.077
4.432	3.809	4.609
4.743	3.200	3.882
5.072	3.993	4.741
4.546	3.552	4.034
4.543	3.745	4.414
4.317	3.308	4.104
4.253	3.815	4.504
3.882	3.725	4.315
4.245	3.815	4.591
4.899	3.651	4.527