

Analiza statystyczna wpływu kinetyny na kumulację w roślinach określonych pierwiastków



Piotr Janoska

Zakład Teorii Prawdopodobieństwa, Instytut Matematyki,
Wydział Mat-Fiz-Chem

Andrzej Kita

Zakład Chemii Analitycznej, Instytut Chemii,
Wydział Mat-Fiz-Chem

Krystyna Pazurkiewicz-Kocot

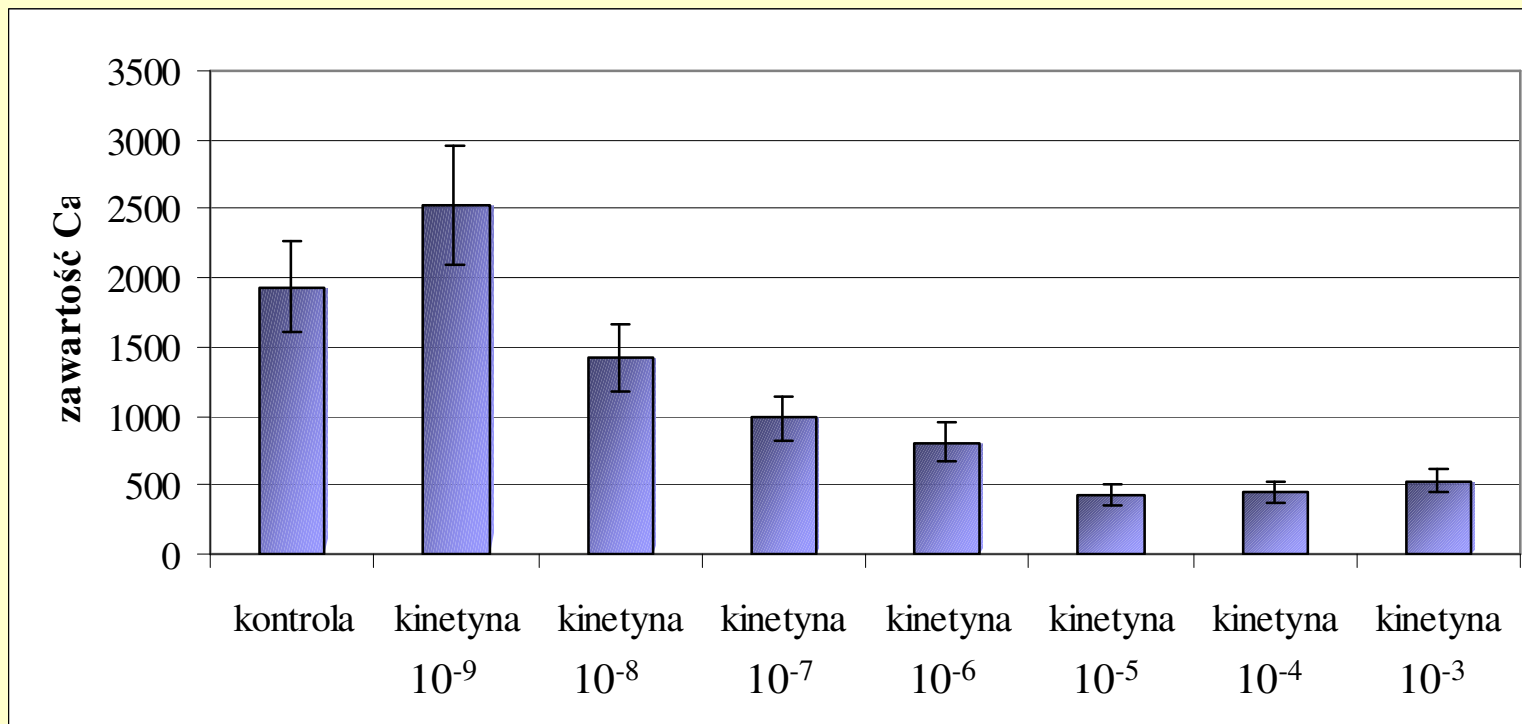
Katedra Fizjologii Roślin, Wydział Biologii i Ochrony
Środowiska

Przygotowanie próbek

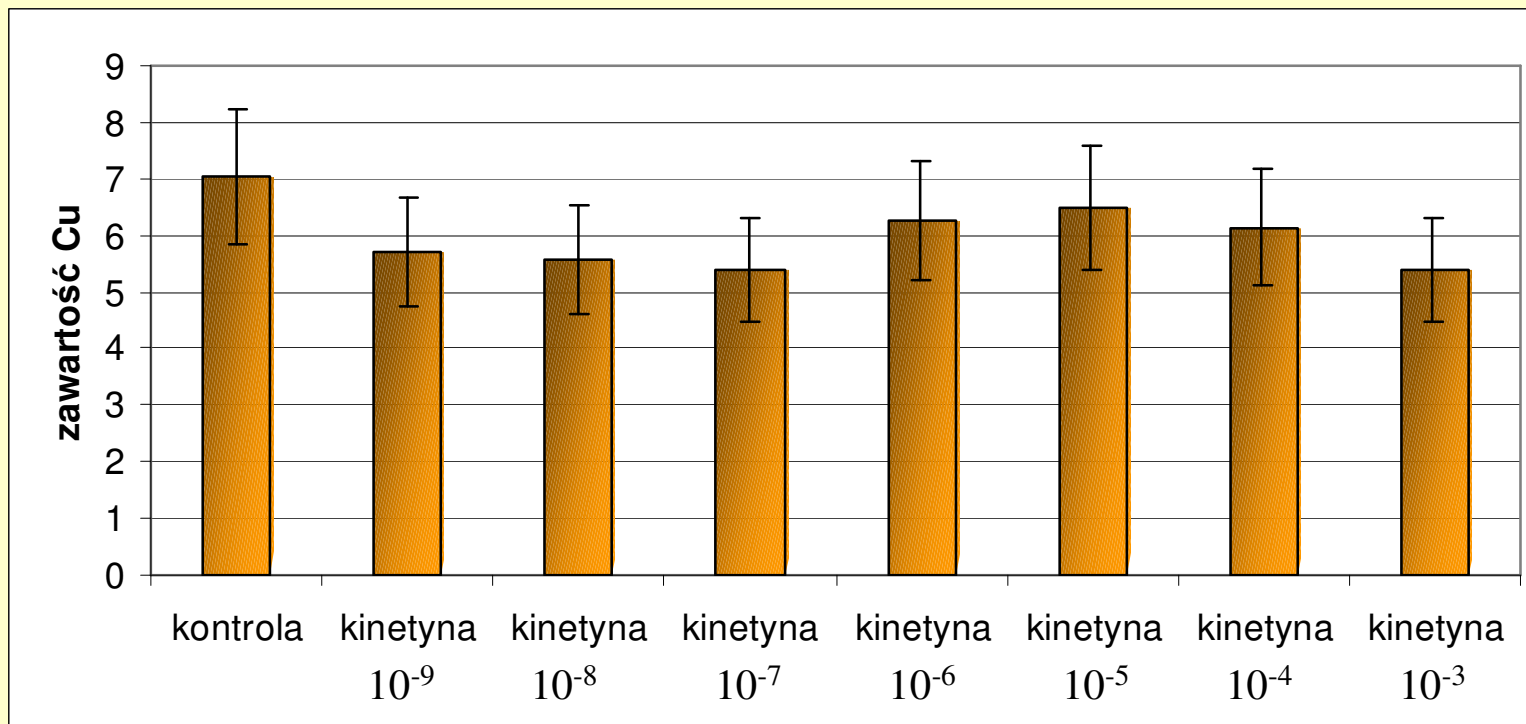
- 7-dniowe siewki kukurydzy *Zea mays* L.
- pożywka Hoaglanda, hydroponika
- kinetyna 10^{-9} – 10^{-3} mol/dm³
- mineralizacja (HNO₃)
- pomiar stężenia techniką ICP-OES
(Ca, K, Mg, Na, Fe, Mn, Cu, Zn)

Ca $\mu\text{g/g}$	średnia	ufność	wariancja (SD)	współcz. zmienności [%]	mediana	kurtoza	skośność
kontrola	1936,7	216,1	262,8	13,57	1828,4	-1,39	0,82
kinetyna 10^{-9}	2532,7	424,9	558,0	22,03	2631,9	-0,24	-0,56
kinetyna 10^{-8}	1419,0	90,1	118,3	8,34	1411,2	3,01	1,24
kinetyna 10^{-7}	982,8	45,0	54,7	5,56	959,1	-1,47	0,53
kinetyna 10^{-6}	810,1	212,7	258,5	31,92	873,6	-0,67	-0,65
kinetyna 10^{-5}	432,8	93,3	113,4	26,20	475,1	-1,50	-0,51
kinetyna 10^{-4}	447,5	157,2	191,1	42,70	368,0	4,87	2,20
kinetyna 10^{-3}	530,4	59,7	72,5	13,67	540,8	-1,43	-0,32

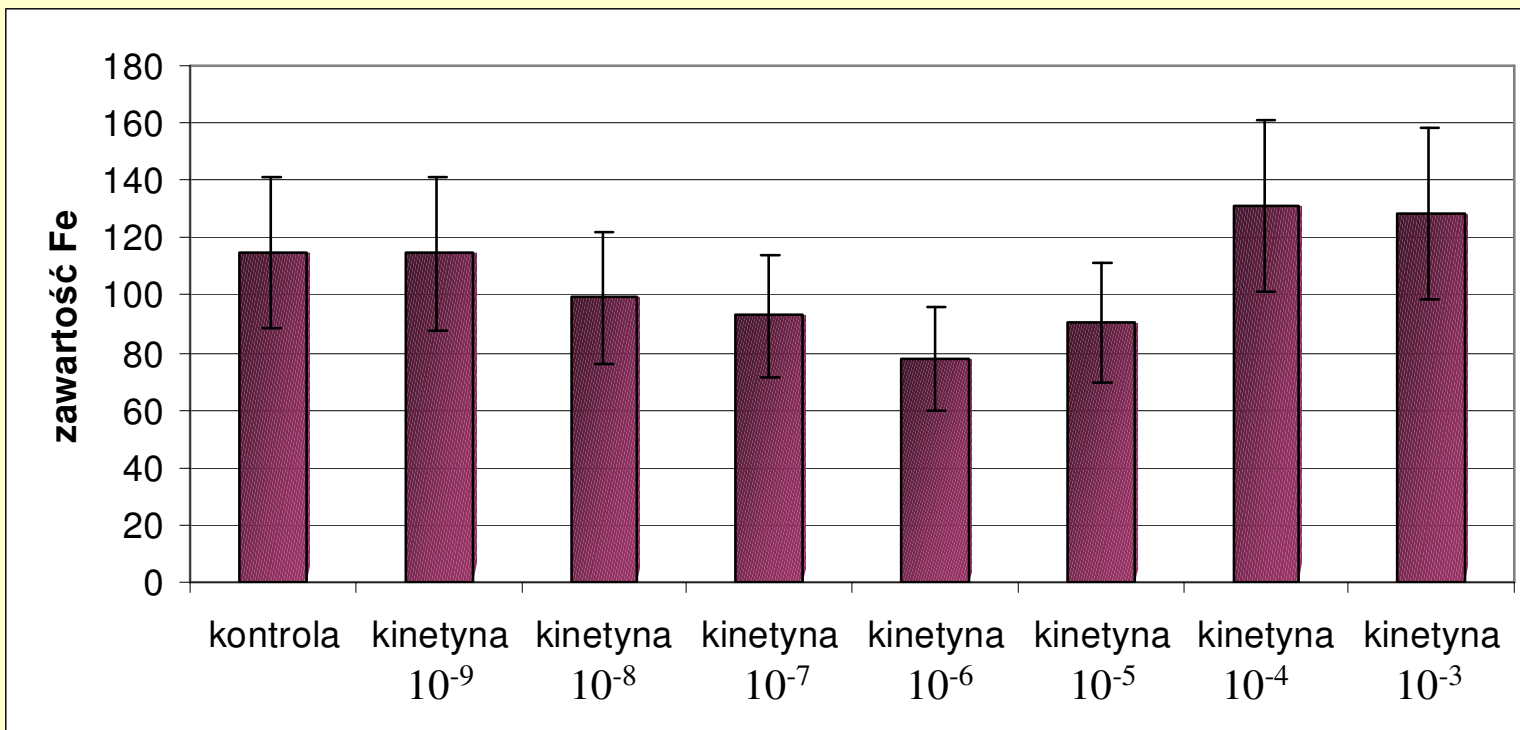
Cu $\mu\text{g/g}$	średnia	ufność	wariancja (SD)	współcz. zmienności [%]	mediana	kurtoza	skośność
kontrola	7,032	0,801	0,974	13,85	6,456	-1,82	0,96
kinetyna 10^{-9}	5,711	0,335	0,440	7,70	5,650	-1,67	0,07
kinetyna 10^{-8}	5,571	0,858	1,126	20,22	5,938	2,30	-1,47
kinetyna 10^{-7}	5,376	0,811	0,986	18,35	5,414	-2,83	-0,09
kinetyna 10^{-6}	6,267	1,003	1,219	19,45	5,698	-0,85	1,06
kinetyna 10^{-5}	6,473	3,011	3,661	56,56	5,237	0,29	0,95
kinetyna 10^{-4}	6,143	1,174	1,428	23,24	5,521	3,52	1,87
kinetyna 10^{-3}	5,387	0,507	0,617	11,45	5,477	-2,65	-0,26



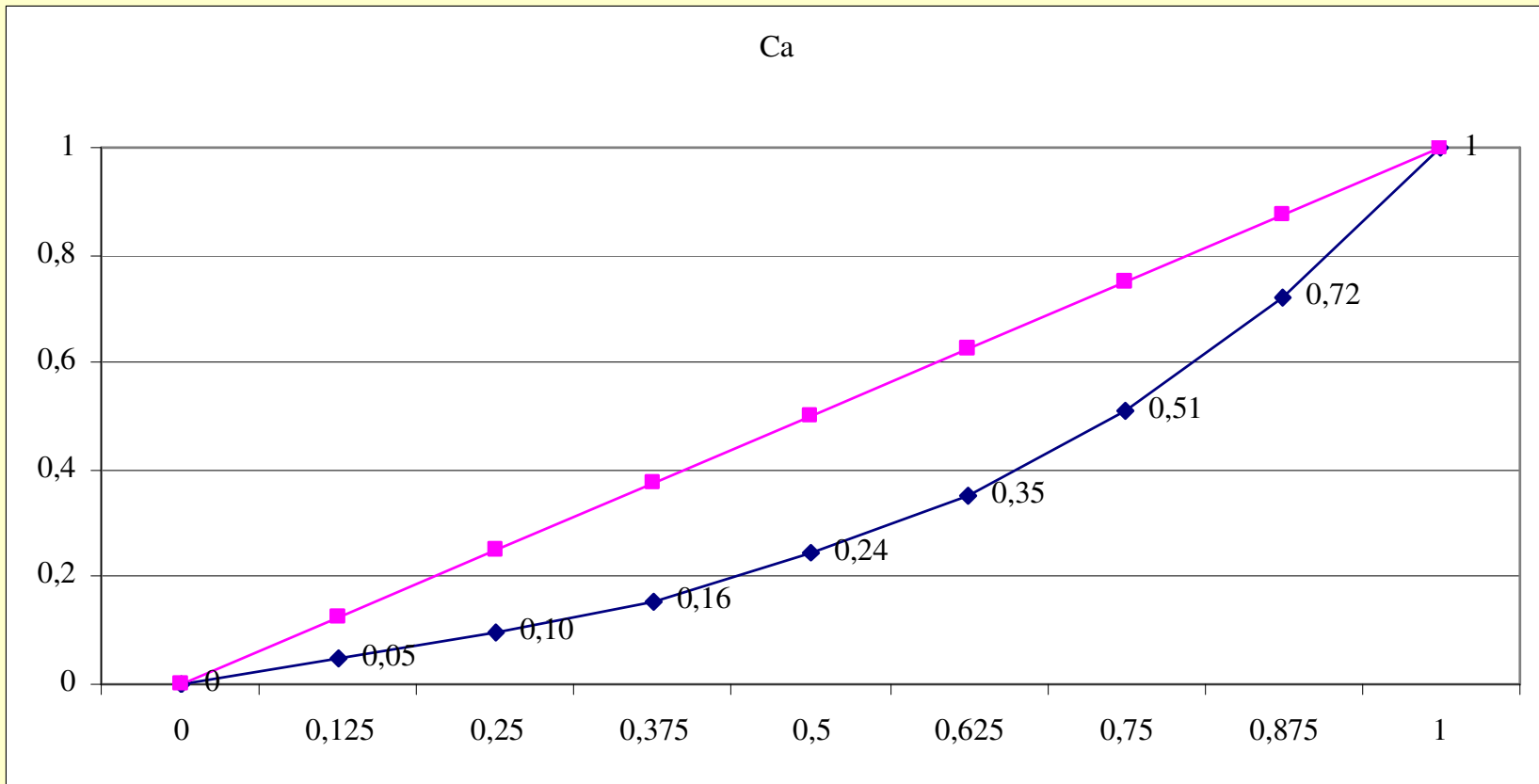
Średnie zawartości Ca [$\mu\text{g/g s.m.}$]



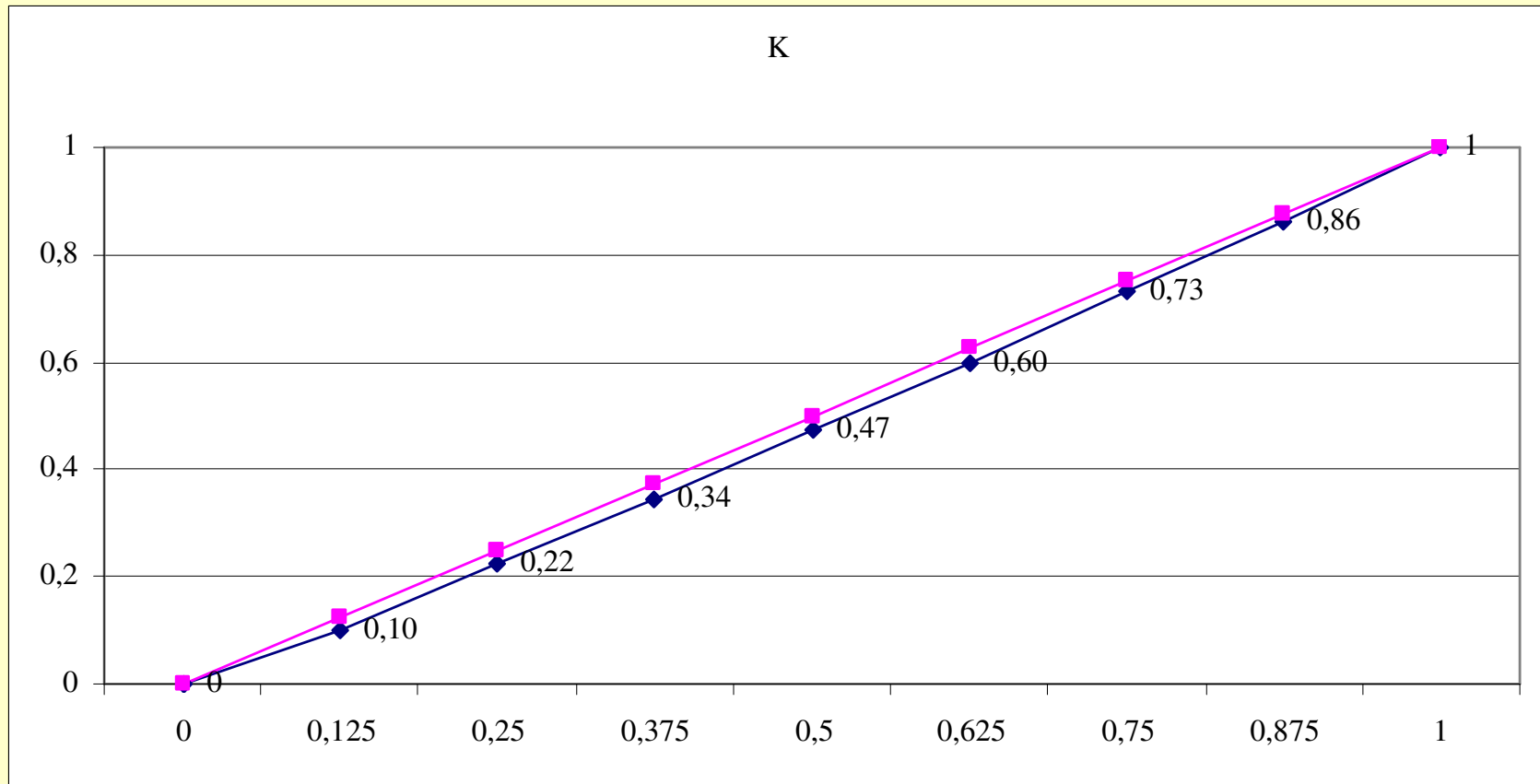
Średnie zawartości Cu [$\mu\text{g/g s.m.}$]



Średnie zawartości Fe [$\mu\text{g/g s.m.}$]



Krzywa Lorenza dla wapnia



Krzywa Lorenza dla potasu

		Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn
równość wariancji	Kinetyna 10^{-9}	+	+	+	+	-	+	+	+
równość średnich		-	-	+	+	-	+	+	-
równość wariancji	Kinetyna 10^{-8}	+	+	+	+	+	+	+	+
równość średnich		-	-	+	+	-	-	+	-
równość wariancji	Kinetyna 10^{-7}	-	+	+	+	+	+	+	+
równość średnich		-	-	+	+	-	-	+	-
równość wariancji	Kinetyna 10^{-6}	+	+	+	+	-	-	+	+
równość średnich		-	+	+	+	-	-	+	+
równość wariancji	Kinetyna 10^{-5}	+	-	+	+	+	-	+	-
równość średnich		-	+	+	-	-	-	+	+
równość wariancji	Kinetyna 10^{-4}	+	+	+	+	+	-	+	+
równość średnich		-	+	+	-	-	-	+	-
równość wariancji	Kinetyna 10^{-3}	-	+	+	+	+	-	+	+
równość średnich		-	-	+	-	-	-	-	-

Test t-Studenta – test wariancji i średniej

Kontrola		KN 10^{-9}		KN 10^{-8}		KN 10^{-7}		KN 10^{-6}		KN 10^{-5}		KN 10^{-4}		KN 10^{-3}	
1716	36	1611	34	1266	28	922,2	21	415,7	7	287,5	1	339,1	3	434,1	8
1730	37	2069	40	1354	29	954,8	22	595,4	16	300,5	2	360,2	4	483,2	10
1746	38	2396	43	1381	30	959,1	23	849,2	19	464,2	9	368	5	540,8	13
1911	39	2632	44	1411	31	1021	25	898	20	485,9	11	382,1	6	580,1	15
2188	41	2808	45	1433	32	1057	26	991,3	24	489	12	788,2	18	613,8	17
2329	42	2964	46	1435	33			1111	27	569,6	14				
		3248	47	1652	35										
	233		299		218		117		113		49		36		63
			H	41,79		chi (7)	14								

H_0 - odrzucona

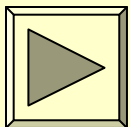
Test Kruskala-Wallis dla Ca

Kontrola		KN 10^{-9}		KN 10^{-8}		KN 10^{-7}		KN 10^{-6}		KN 10^{-5}		KN 10^{-4}		KN 10^{-3}	
6,333	33	5,128	10	3,347	2	4,258	3	5,3	13	2,393	1	5,2	11	4,641	6
6,375	36	5,323	15	5,074	9	4,511	5	5,322	14	4,492	4	5,238	12	4,868	8
6,414	37	5,452	18	5,395	16	5,414	17	5,67	22	4,667	7	5,521	20	5,477	19
6,497	38	5,65	21	5,938	25	6,334	34	5,726	23	5,808	24	6,153	31	5,952	26
8,213	43	6,005	28	6,137	30	6,363	35	7,397	41	8,957	46	8,605	45	5,994	27
8,358	44	6,115	29	6,499	39			8,185	42	12,52	47				
		6,304	32	6,604	40										
	231		153		161		94		155		129		119		86
			H	9,18		chi (7)	14			H ₀ - przyjąć					

Test Kruskala-Wallisa dla Cu

	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn
prawdziwa jest	H_1	H_0	H_1	H_1	H_1	H_1	H_0	H_1

Test Kruskala-Wallisa – nieparametryczna
alternatywa klasyfikacji prostej



H ₀ - dodatek hormonu nie ma wpływu na kumulację pierwiastka							kwadr. sumy/n	
Kontrola	1716,48	1729,92	1746,11	1910,61	2328,68	2188,26		22504348
KN 10 ⁻⁹	2808,34	3248,46	2964,38	2631,86	2069,1	2396,19	1610,82	44903162
KN 10 ⁻⁸	1353,98	1652,36	1266,16	1411,15	1380,73	1435,38	1432,88	14093938
KN 10 ⁻⁷	1056,99	1020,86	954,807	922,244	959,098			4829478
KN 10 ⁻⁶	595,407	849,215	415,66	897,979	1110,85	991,285		3937245
KN 10 ⁻⁵	287,534	300,464	464,227	569,622	488,976	485,935		1123860
KN 10 ⁻⁴	360,175	382,055	788,199	367,977	339,062			1001252
KN 10 ⁻³	483,151	434,094	540,836	580,097	613,778			1406575
	2,9E+07	46						
	2,6E+07	7	3682511	49,9594	F _{7,39} =2,26			
	2874691	39	73710		H ₀ - odrzucone (H ₁ - prawda)			

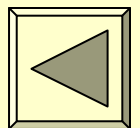
Analiza wariancji klasyfikacja prosta dla Ca

H ₀ - dodatek hormonu nie ma wpływu na kumulację pierwiastka							kwadr. sumy/n	
Kontrola	8,35834	8,21265	6,33261	6,497	6,37511	6,4144		296,6673
KN 10 ⁻⁹	5,12841	5,32291	5,45217	6,00468	6,11497	5,64994	6,30385	228,3077
KN 10 ⁻⁸	6,13656	5,93796	6,60441	5,07449	3,34668	6,49919	5,39537	217,2261
KN 10 ⁻⁷	5,41431	6,36337	4,25835	4,51073	6,33419			144,5171
KN 10 ⁻⁶	8,18462	5,72605	7,39709	5,30029	5,67039	5,32209		235,6333
KN 10 ⁻⁵	8,95691	4,66656	12,5192	5,80801	4,4915	2,3931		251,3633
KN 10 ⁻⁴	6,15329	5,23797	8,60454	5,52092	5,20025			188,7066
KN 10 ⁻³	5,47683	4,86831	4,64146	5,99444	5,95238			145,0817
	115,471	46						
	13,9569	7	1,99385	0,766	F _{7,39} =2,26			
	101,514	39	2,60293		H ₀ - prawdziwe			

Analiza wariancji klasyfikacja prosta dla Cu

	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn
prawdziwa jest	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁

Analiza wariancji klasyfikacja prosta

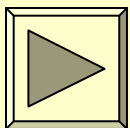


	Ca μg/g	Fe μg/g	ranga Ca	ranga Fe	D ²	Ca μg/g	Mg μg/g	ranga Ca	ranga Mg	D ²	Ca μg/g	Zn μg/g	ranga Ca	ranga Zn	D ²
0	1937	114,6	7	6	1	1937	2312	7	7	0	1937	64,29	7	5	4
1E-09	2533	114,5	8	5	9	2533	2713	8	8	0	2533	57,24	8	2	36
1E-08	1419	99,06	6	4	4	1419	2034	6	6	0	1419	55,77	6	1	25
1E-07	982,8	92,99	5	3	4	982,8	1942	5	5	0	982,8	57,33	5	3	4
1E-06	810,1	77,67	4	1	9	810,1	1929	4	4	0	810,1	63,7	4	4	0
1E-05	432,8	90,7	1	2	1	432,8	1683	1	2	1	432,8	69,03	1	6	25
1E-04	447,5	131,1	2	8	36	447,5	1833	2	3	1	447,5	84,7	2	8	36
0,001	530,4	128,5	3	7	16	530,4	1491	3	1	4	530,4	69,74	3	7	16
	R _S				0,048					0,929					-0,738

Korelacja kolejności Spermmana dla
wybranych pierwiastków

	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn
Ca	-0,095	0,048	0,738	0,929	0,881	0,214	-0,738
Cu		-0,119	0,190	0,095	0,238	0,31	0,286
Fe			-0,310	-0,048	-0,167	-0,762	0,476
K				0,810	0,881	0,738	-0,571
Mg					0,952	0,333	-0,738
Mn		$R_{S(n=8;5\%)}$	0,643			0,452	-0,714
Na		$R_{S(n=8;1\%)}$	0,833				-0,357

Korelacja kolejności Spermmana

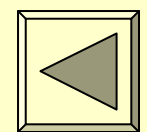


Wariancyjny test
korelacji dla
wybranych
pierwiastków

	Ca μg/g	Mn μg/g		Ca μg/g	Na μg/g
0	1937	24,87		1937	74,45
1E-09	2533	22,64		2533	69,96
1E-08	1419	20,04		1419	67,2
1E-07	982,8	18,98		982,8	75,96
1E-06	810,1	17,33		810,1	90,9
1E-05	432,8	14,43		432,8	71,98
1E-04	447,5	14,26		447,5	59,13
0,001	530,4	12,68		530,4	52,75
	F _{oblicz}	27,42		F _{oblicz}	0,217

	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn
Ca	0,038	0,035	3,92	55,1	27,4	0,217	3,73
Cu		0,055	0,533	0,168	0,204	0,979	0,596
Fe			1,168	0,0005	0,089	16,2	2,32
K				7,098	16,73	5,446	1,544
Mg					20,17	0,639	1,96
Mn		$F_{(1,6;5\%)}$	5,99			1,219	3,94
Na		$F_{(1,6;10\%)}$	3,78				1,47

Wariancyjny test korelacji



	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn
Ca	0,079	0,076	0,629	0,95	0,906	0,187	-0,62
Cu		-0,1	0,47	0,165	0,29	0,375	0,301
Fe			-0,4	0,009	-0,12	-0,85	0,528
K				0,736	0,858	0,69	-0,45
Mg					0,878	0,31	-0,5
Mn						0,411	-0,63
Na		r _{6,5%}	0,707				-0,44

Współczynniki korelacji Pearsona

Dziękuję za uwagę