

UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta chemicko-technologická, Katedra analytické chemie

SEMESTRÁLNÍ PRÁCE
Květen 2008

Licenční studium

PYTHAGORAS
Statistické zpracování
experimentálních dat

Předmět
1.4 ANOVA a Zákon propagace chyb

Ing.Kamil Šťastný

Obsah

strana

Příklad 1.

Zkoušky účinnosti u koní - Ověření imunogenity vakcíny u koní stanovením imunitní odpovědi vakcinovaných zvířat (IU v séru) – ověření nástupu imunity

Jednofaktorová ANOVA 3

Příklad 2.

Zkoušky účinnosti - Ověření imunogenity vakcíny u skotu, ovcí, koz, kožešinových zvířat, prasat a koní stanovením imunitní odpovědi vakcinovaných zvířat (IU v séru) – ověření nástupu imunity a ověření účinnosti způsobu vakcinace – subkutánně (s.c.) a intramuskulárně (i.m.).

Dvoufaktorová ANOVA bez opakování5

Příklad 3.

Ověření nástupu imunity vakcíny a protekční účinnosti vakcíny Biocan R u psů a koček za 1 rok po primovakcinaci (ověření imunizačního postupu vakcinace).

Dvoufaktorová ANOVA s opakování7

Příklad 1.

**Zkoušky účinnosti u koní - Ověření imunogenity vakcíny u koní stanovením imunitní odpovědi vakcinovaných zvířat (IU v séru) – ověření nástupu imunity
Jednofaktorová ANOVA**

Zadáni:

K ověřování bylo použito 30 kusů koní ve věku od 3 do 6 měsíců, obou pohlaví. 15 kusů skotu bylo vakcinováno vakcínou proti vzteklině tkáňovou inaktivovanou pod komerčním označením Biocan R v doporučené dávce 1 ml vakcíny subcutánně (s.c.) a 15 kusům skotu byla vakcína Biocan R aplikována v dávce 1 ml vakcíny intramuskulárně (i.m.). Ode všech vakcinovaných kusů pokusných koní byly odebrány vzorky krve k vyšetření na titr protilátek proti vzteklině stanovením počtu mezinárodních jednotek (IU) v séru. Ovlivňuje způsob aplikace vakcíny Biocan R účinnost imunogenity?

Data:

Naměřené hodnoty titru protilátek (IU) v séru:

i.m.	s.c.
7,8	7,5
7,2	8,1
8,1	7,1
7,1	6,9
8,5	7,4
6,9	7,6
7,2	7,2
7,7	7,8
7,5	7,7
7,1	7,4
7,9	7,5
8,3	7,1
7,1	7,9
6,95	8,2
7,85	6,95

Program:

ADSTAT 1.25, Modul: Analýza rozptylu - Jednorozměrná

Výstupy:

(1) PRUMĚRY A EFEKTY ÚROVNÍ:

Celkový průměr = 7.5183E+00
Reziduální rozptyl = 2.1226E-01

Úroveň	Průměr	Efekt	Hii
1	7.5467E+00	2.8333E-02	6.6667E-02
2	7.4900E+00	-2.8333E-02	6.6667E-02

(2) DETEKCE VLIVNÝCH BODU, (Vybočující a odlehlé body)

	Odlehlé	Vybočující
Závěr	Ano: 1	ne

(3) TABULKA ANOVA:

H₀: Efekty faktoru A jsou nulové, H_A: ... nejsou nulové,
Kvantil $F(1-\alpha, k-1, n-k) = 4.196$

Zdroj rozptylu	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testovací kritérium	Závěr H ₀ je	Spočtená hlad.výz.
Mezi úrovněmi	k-1 = 1	2.4083E-02	2.4083E-02	0.113	Akceptována	0.739
Rezidua	n-k = 28	5.9433E+00	2.1226E-01			
Celkový	n-1 = 29	5.9674E+00	2.0577E-01			

(4) VÍCENÁSOBNÉ POROVNÁNÍ (Sheffeho procedura):

Hypotéza H ₀	Průměrný rozdílnost	Meze dolní	Meze horní	Závěr
P ₁ = P ₂	0.057	-0.288	0.401	Akceptována

Řešení::

Výběry splňují podmínku normality a nezávislosti dat a neobsahují vybočující body měření. Z tabulky ANOVA vyplývá, že kvantil $F_{(1-\alpha, k-1, n-k)} = 4.196$ nabývá vyšších hodnot než vypočtené testovací kritérium $F_{\text{exp.}} = 0.113$, pak tedy hypotéza H₀ je přijata.

Závěr:

Způsob vakcinace neovlivňuje účinnost imunogenity vakcíny Biocan R.

Příklad 2.

Zkoušky účinnosti - Ověření imunogenity vakcíny u skotu, ovcí, koz, kozeštinových zvířat, prasat a koní stanovením imunitní odpovědi vakcinovaných zvířat (IU v séru) – ověření nástupu imunity a ověření účinnosti způsobu vakcinace – subkutánně (s.c.) a intramuskulárně (i.m.).

Dvoufaktorová ANOVA bez opakování

Zadání:

K ověřování bylo použito 40 kusů jednotlivých druhů zvířat ve věku od 3 do 6 měsíců, obou pohlaví. 20 kusů zvířat bylo vakcinováno vakcínou proti vzteklině tkáňovou inaktivovanou pod komerčním označením Biocan R v doporučené dávce 1 ml vakcíny s.c. a 20 kusům skotu byla vakcína Biocan R aplikována v dávce 1 ml vakcíny i.m. Ode všech vakcinovaných kusů pokusných zvířat byly odebrány vzorky krve k vyšetření na titr protilátek proti vzteklině stanovením počtu mezinárodních jednotek (IU) v séru. Ovlivňuje druh zvířete a způsob aplikace vakcíny Biocan R účinnost imunogenity?

Data:

Naměřené hodnoty titru protilátek (IU) v séru jednotlivých druhů zvířat:

Druh zvířete	Vakcinace (s.c.)	Vakcinace (i.m.)
Skot	7,19	7,54
Ovce	8,2	8,65
Koza	8,63	8,64
Fretka	15,54	15,66
Prase	5,34	5,09
Kůň	7,49	7,65

Program:

ADSTAT 1.25, Modul: Analýza rozptylu – Dvourozměrná bez opakování (Anova 2P)

Výstupy:

(1) PRUMĚRY A EFEKTY ÚROVNÍ:

Celkový průměr = 8.8017E+00

Reziduální rozptyl = 3.8750E-02

FAKTOR A:			FAKTOR B:		
Úroveň	Průměr	Efekt	Úroveň	Průměr	Efekt
1	7.3650E+00	-1.4367E+00	1	8.7317E+00	-7.0000E-02
2	8.4250E+00	-3.7667E-01	2	8.8717E+00	7.0000E-02
3	8.6350E+00	-1.6667E-01			
4	1.5600E+01	6.7983E+00			
5	5.2150E+00	-3.5867E+00			
6	7.5700E+00	-1.2317E+00			

Tukeyho C = 9.5651E-02

(3) TABULKA ANOVA PRO MODEL S TUKEYHO INTERAKCÍ:

H0: Efekty faktoru A jsou nulové, HA: ... nejsou nulové,

Kvantil $F(1-\alpha, n-1, mn-m-n) = 6.256$

H0: Efekty faktoru B jsou nulové, HA: ... nejsou nulové,

Kvantil $F(1-\alpha, m-1, mn-m-n) = 7.709$

H0: Interakce I je nulová, HA: ... není nulová

Kvantil $F(1-\alpha, 1, mn-m-n) = 7.709$

(Zde I znamená efekt Tukeyho interakce.)

Zdroj	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testovací kritérium	Závěr H0 je	Spočtená hlad.výz.
Mezi úrovněmi A	n-1 = 5	1.2566E+02	2.5133E+01	648.591	Zamítnuta	0.000
Mezi úrovněmi B	m-1 = 1	5.8800E-02	5.8800E-02	1.517	Akceptována	0.285
Interakce	1	5.6337E-03	5.6337E-03	0.145	Akceptována	0.722
Rezidua	mn-m-n = 4	1.5500E-01	3.8750E-02			
Celkově	mn-1 = 11	1.2588E+02	1.1443E+01			

Řešení:

Vliv faktoru A – protože nabývá Fischer-Snedecovo testační kritérium ($F_{\text{exp.}} = 648,591$) hodnoty vyšší než je kvantit $F_{(1-\alpha, 5, 4)} = 6.256$, je nulová hypotéza zamítnuta a vliv faktoru A je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky významný.

Vliv faktoru B – protože nabývá Fischer-Snedecovo testační kritérium ($F_{\text{exp.}} = 1,517$) hodnoty nižší než je kvantit $F_{(1-\alpha, 1, 4)} = 7.709$, je nulová hypotéza přijata a vliv faktoru B je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky nevýznamný.

Závěr:

Druh zvířete statisticky významně ovlivňuje účinnost vakcíny ale způsob vakcinace (s.c. x i.m.) neovlivňuje účinnost vakcíny Biocan R.

Příklad 3.

Ověření nástupu imunity vakcíny a protekční účinnosti vakcíny Biocan R u psů a koček za 1 rok po primovakcinaci (ověření imunizačního postupu vakcinace)

Dvouváková ANOVA s opakováním

Zadání:

K ověření bylo použito 10 pokusných psů a 10 pokusných koček vakcinovaných s.c. v dávce 1 ml vakcínou proti vzteklině tkáňovou inaktivovanou pod komerčním označením Biocan R. Od všech vakcinovaných pokusných psů a koček byly odebírány vzorky krve k vyšetření na titr protilátek proti vzteklině stanovením počtu mezinárodních jednotek (IU) v séru. Krev byla odebrána před vakcinací a dále za 3, 6, 9 a 12 měsíců po primovakcinaci. Ovlivňuje druh zvířete a doba od primovakcinace imunitu a protekční účinnost?

Data:

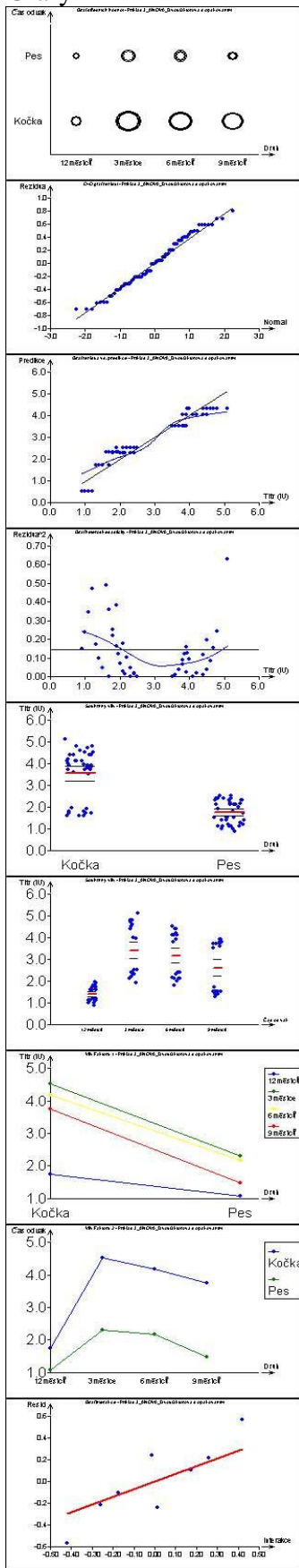
Naměřené hodnoty titru protilátek (IU) v séru:

	3 měs.	6 měs.	9 měs.	12 měs.
Kočka	5,1	4,5	3,85	1,9
Kočka	4,7	4,2	3,9	1,95
Kočka	4,8	4,4	3,8	1,8
Kočka	3,95	3,8	3,6	1,7
Kočka	4	3,9	3,5	1,6
Kočka	4,4	4,1	3,7	1,6
Kočka	4,6	4,1	3,7	1,6
Kočka	4,8	4,4	3,9	1,7
Kočka	4,5	4,1	3,7	1,7
Pes	2,5	2,3	1,5	1
Pes	2,3	2,15	1,4	1
Pes	2,4	2,3	1,3	0,9
Pes	1,9	1,8	1,4	1,1
Pes	2,2	2,1	1,5	1,1
Pes	2,5	2,4	1,5	1,1
Pes	2,4	2,4	1,7	1,2
Pes	2,4	2,1	1,5	1,2
Pes	2,1	2	1,4	1,1
Pes	2,3	2,1	1,5	1,1

Program:

QC-Expert 3.0, Modul: ANOVA – Dvouváková s opakováním

Výstupy: Grafy



Protokol
Analýza rozptylu

Název úlohy : Příklad 3_ANOVA_Dvoufaktorova s opakovaním

Data: Všechna

Typ modelu vyvážený s opakováním

Faktory úrovně

Druh Kočka Pes

Čas od vak 3 měsíce 6 měsíců 9 měsíců 12 měsíců

Počet opakování 10

Tabulka středních hodnot Titr (IU)

Úroveň 12 měsíců 3 měsíce 6 měsíců 9 měsíců

Kočka 1,735 4,525 4,16 3,745

Pes 1,08 2,3 2,165 1,47

Průměry pro faktor Druh

Úroveň Kočka Pes

Průměr 3,54125 1,75375

Průměry pro faktor Čas od vak

Úroveň 3 měsíce 6 měsíců 9 měsíců 12 měsíců

Průměr 1,4075 3,4125 3,1625 2,6075

Celkový průměr 2,6475

Parametry modelu

Faktor Úroveň faktoru Příspěvek úrovně

Druh Kočka 0,89375

Druh Pes -0,89375

Čas od vak 12 měsíců -1,24

Čas od vak 3 měsíce 0,765

Čas od vak 6 měsíců 0,515

Čas od vak 9 měsíců -0,04

Tabulka ANOVA

Zdroj variability	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Stupně volnosti	Směr. odch.	F-kritérium	Kritický kvantit	Závěr	p-hodnota
Druh	63,903125	63,903125	1	7,993943	1697,7952	3,97389699	Významný	8,30381E-052
Čas od vak	47,793	15,931	3	3,991365	423,25904	2,73180701	Významný	1,23288E-045
Interakce	8,773375	2,924458333	3	1,710104	77,697785	2,73180701	Významný	1,59525E-022
Rezidua	2,71	0,03763888889	72	0,1940074454				
Celkem	123,1795	1,559234177	79	1,248692988				

Řešení:

Z Q-Q grafu reziduí se dá usuzovat na splnění podmínky normality pro data.

Z tabulky ANOVA:

Vliv faktoru: „Druh zvířete“ – protože testační kritérium ($F_{\text{exp.}} = 1697,7952$) nabývá hodnoty vyšší než je kvantit $F = 3,97389699$, je nulová hypotéza zamítnuta a vliv tohoto faktoru je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky významný.

Vliv faktoru: „Čas od vakcinace“ – protože testační kritérium ($F_{\text{exp.}} = 423,25904$) nabývá hodnoty vyšších než je kvantit $F = 2,73180701$, je nulová hypotéza rovněž zamítnuta a vliv tohoto faktoru je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky nevýznamný.

Závěr:

Druh zvířete a čas od primavakcinace statisticky významně ovlivňuje imunitu a protekční účinnost vakcíny Biocan R.