

НУМЕРИЧКИ ЕТАЛОНИ КАРИОТИПОВА *ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS*

Боро П. Павловић

Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци, Младена Стојановића 2,
78000 Бања Лука

Abstract

PAVLOVIĆ, B. P.: NUMERICAL KARYOTYPE ETALONS *ERINACEUS EUROPAEUS ROMANICUS*. [Faculty of Science, University of Banja Luka, 78000 Banjaluka, 2 Mladena Stojanovića Street]

The chromosomes of the published male and female karyotypes of ssp. *Erinaceus europaeus roumanicus* (Folio 53 in *An atlas of mammalian chromosomes*, eds. Hsu, Benirschke, 1968) have been measured. The data were used for karyometric analysis that is presented in two table sets - numeric karyotype etalons. The ratio of lengths (W) of the longest chromosome to the shortest one in the male karyotype ($W=7.1236$) was higher than in the female karyotype ($W=4.9459$). The indices of centromere loads (H) in the male karyotype decreased from $H_1=1.8951$ to $H_{48}=0.2660$ (Y-chromosome was not the shortest one), and in the female karyotype from $H_1=1.5087$ to $H_{48}=0.3050$. Unit index values ($H=1$) were located between H_{24} and H_{25} (male), or H_{23} and H_{24} (female). Long arm karyotype proportions were $P_L=0.6744$ (male) and $P_L=0.6469$ (female). Correlations of sister chromatid lengths in the karyotype were high, male and female: $r=0.987$, $\rho=0.985$ and $r=0.973$, $\rho=0.959$, respectively. The components of H-index variations (male $s_H=0.621$ and female $s_H=0.453$) were higher than for the long arms, L-indices (male $s_L=0.473$ and female $s_L=0.309$), or for the short arms (K-indices) in the karyotype, (male $s_K=0.252$ and female $s_K=0.241$). Simulations of deletions of all short arms, or long arms, resulted in increased values of the corresponding components of variation similarly to simulations of centric fissions of all chromosomes.

Key words: *Erinaceus europaeus roumanicus*, numeric karyotype etalons, chromosome lengths relations, index of centromere load (H, L and K), correlation of sister chromatid lengths, simulation of centromeric deletions and fissions

Сажетак

Мјерени су хромозоми на публикованим кариотиповима мужјака и женке подврсте *Erinaceus europaeus roumanicus* (Folio 53 in *An atlas of mammalian chromosomes*, eds. Hsu, Benirschke, 1968). Подаци су кориштени за кариометријску анализу представљену са два скупа табела – нумерички еталони кариотипова. Однос дужина (W) најдуже и најкраће хромозома у кариотипу мужјака ($W=7,1236$) већи је него у кариотипу женке ($W=4,9459$). Индекси центромерних оптерећења (H) у кариотипу мужјака опадају од $H_1=1,8951$ до $H_{48}=0,2660$ (Y-хромозом није најкраћи), а у кариотипу женке од $H_1=1,5087$ до $H_{48}=0,3050$. Јединичне индексне вриједности ($H=1$) лоциране су између H_{24} и H_{25} (мужјак), или H_{23} и H_{24} (женка). Пропорције дугокракости кариотипова биле су $P_L=0,6744$ (мужјак) и $P_L=0,6469$ (женка). Корелације дужина сестринских хроматида у кариотипу су високе, мужјак $r=0,987$ и $\rho=0,985$, женка $r=0,973$ и $\rho=0,959$. Компоненте варијације H-индекса (мужјак $s_H=0,621$ и женка $s_H=0,453$) су веће него за дуге кракове, L-индекси (мужјак $s_L=0,473$ и женка $s_L=0,309$), или за кратке кракове, K-индекси (мужјак $s_K=0,252$ и женка $s_K=0,241$). Симулације делеције, свих кратких, или свих дугих кракова,

резултирале су порастом износа одговарајућих компоненти варијације, као и у симулацијама центричних фисија свих хромозома.

Кључне ријечи: *Erinaceus europaeus roumanicus*, нумерички еталон кариотипа, однос дужина хромозома, индекс центромерног оптерећења (Н, L и К), корелација дужина сестринских хроматида, симулација центричних делеција и фисија

УВОД

„Комплекс, мјерених дужина, израчунаваних појединачних аналитичких и сложених показатеља који представља квантитативно стање једне типичне хромосомске гарнитуре (кариотипа) назван је нумерички еталон кариотипа“ (Pavlović, 1994). Нумерички еталон кариотипова (Pavlović, 1993) приказује уређене податке о мјерењу дужина хромозома и рачунски трансформисане ове величине у индексе центромерних оптерећења и парцијалних центромерних оптерећења кариотипова са пратећом квантитативном математичко-статистичком анализом и графичким приказом односа величина хромозома заснованом на концепту центромерних оптерећења (Pavlović, 1977, 1977a, Pavlović, Berberović, 1978, 1978a, 1985). Поред табеларног приказа индекси центромерних оптерећења кариотипова ($H_{i=1,2,\dots,2n}$; i =ранг дужине хромозома у кариотипу) представљају се на семилогаритамском дијаграму (ранг хромозома, логаритам индекса центромерног оптерећења) за кариотип мужјака и кариотип женке (Pavlović, 1977, 1993, 1994). Такође уз нумеричке еталоне о стварном кариотипу додати су подаци о рачунски симулираним варијацијама индекса центромерних оптерећења у кариотиповима који би настали свеобухватним делецијама свих кратких кракова, делецијама свих дугих кракова и центричним фисијама свих хромозома у кариотипу (Pavlović, 1993, 1994).

Као што су прве публикације кариотипова (уређених слика хромозомских гарнитуре), посебно збирне публикације, као што је серија „Атлас хромозома сисара“ започета 1967 (Hsu, Venirschke, 1967), пружиле могућности за описе и поређења међу половима, јединкама унутар популације и врсте, као и међу јединкама различитих таксона, тако би и нумерички еталони добијени на основу мјерења хромозома у тим кариотиповима могли да помогну у разумијевању успостављених односа међу величинама хромозома у кариотипу, како са становишта функционалности у оквиру ћелијских структура у процесу диобе, тако и са становишта функција успостављене расподјеле укупне ДНК и генетичке информације на хромозоме у кариотипу. На основу мјерења кариотипова из Атласа хромозома сисисара (Imai, 1971, 1972, 1972a, 1972b, Pavlović, 1977, 1993) дошло се до више значајних закључака о уређености хромозомске гарнитуре (Imai, 1971, 1972, 1972a, 1972b, 1975, 1983, Imai, Crozier, 1980, Imai et al., 1983, 1986, 1986a, 1986b Pavlović, 1977, 1993) Међутим, подаци мјерења или њихови трансформисани износи (релативне, величине – дужине, или индекси центромерног оптерећења) ријетко су публиковани. Тако, мјерења величина хромозома, која су обављена на истим сликама кариотипова, нису доступна за поређења: површине, дужине (Imai, 1971, 1972b) и дужине (Pavlović, 1977, 1993).

Нумерички еталон кариотипа пружа широку документацију мјера и облика издијељености хромозомских гарнитуре, на нивоу: сестринских хроматидних кракова (дугих и кратких), сестринских хроматида, хромозомских кракова, хромозома (Pavlović, 1993) засновану на концепту центромерних оптерећења (Pavlović, 1977). Развој примјене концепта центромерних оптерећења увео је просјечну величину (дужину) хромозома као

специфично центромерно оптерећење (SCO), које је основна јединична унтрашња мјера, на основу које се рачунају индекси центомерног оптерећења хромозома (Н) и индекси парцијалног центомерног оптерећења кракова, дугих (L) и кратких (K). Математичке релације за већину показатеља о односима величина хромозома и њиховој варијацији у кариотипу (Pavlović, 1977, Pavlović, Berberović, 1978a, 1985) употпуњене су и послужиле за опис метода израде нумеричких еталона кариотинова (Pavlović, 1993, 1994).

Почетни приступи изради нумеричких еталона укључују табеларни и дијаграмски приказ индекса центромерног оптерећења 38 кариотинова мужјака и женки за 20 врста/подврста сисара (Pavlović, 1977): *Erinaceus europaeus europaeus*, *E.e.roumanicus*, *Cryptotis parva*, *Carollia perspicillata*, *Pteronotus parnellii*, *Tadarida brasiliensis* (кариотип мужјака), *Eptesicus fuscus*, *Choloepus hoffmanni*, *Oryctolagus cuniculus*, *Sylvilagus floridanus*, *Lepus alleni alleni*, *L.americanus*, *L.californicus eremicus*, *L.townsendii*, *Marmota monax*, *Dipodomys merriami* (кариотип мужјака), *Eutamias minimus*, *E.amoenus*, *E.ruficaudus*, *E.sibiricus*. Примјена метода описана је на примјеру кариотинова мужјака и женке врсте *Oryctolagus cuniculus* (Pavlović, Berberović, 1985). До сада су потпуни нумерички еталони приказани за 9 кариотинова 5 врста риба (*Alosa pseudocharengaeus*, *Thymalus thymalus*, *Esox niger*, *Lepomis gibbosus* и *Allotoca dugesi*) и за 22 кариотинова 11 врста/подврста сисара (*Caluromys derbianus*, *Didelphis albiventris*, *Walabia (Protemnodon) bicolor*, *Erinaceus europaeus europaeus*, *Carollia perspicillata*, *Cholepus hoffmanni*, *Acinonyx jubatus*, *Canis familiaris*, *Eutamias amoenus*, *Lepus alleni alleni* и *Oryctolagus cuniculus*), а 53 одабрана показатеља из еталона разматрана су за 270 мјерених кариотинова (Pavlović, 1993): 36 кариотинова за 21 врсту/подврсту риба (Pisces) и 234 кариотинова за 117 врста/подврста сисара (Mammalia). Еталони кариотинова подврсте *Erinaceus europaeus europaeus* посебно су саопштени (Pavlović, 1994a). Такође су посебно поређене компоненте варијације индекса центромерног оптерећења и парцијалног центромерног оптерећења сисара 234 и риба 36 (Pavlović, Pavlović, 1994).

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Између 234 измјерена и обрађена кариотинова класе Mammalia, (Pavlović, 1977, 1993) овдје су представљена мјерења хромозома на публикованим кариотиповима мужјака и женке подврсте *Erinaceus europaeus roumanicus* (Folio 53 in *An atlas of mammalian chromosomes*, eds. Hsu, Benirschke, 1968).

Примјењени су раније описани поступци: мјерења хромозома (Pavlović, 1977, 1993, Pavlović, Berberović, 1978a, 1985), употребе појмова и концепата, те обрада података (Pavlović, 1977, 1993, 1994 Pavlović, Berberović, 1978a, 1978b, 1985). Еталони садрже рачунарским FORTRAN-програмом CODNAV, односно KARIOTIP (Павловић, Сарајлић, непубликовано), табеларне изводе извјештаје обраде базе података о измјереним дужинама хромозома, те дијаграме, на логаритамској скали опадајућих индекса центромерних оптерећења, урађене (Pavlović, 1993) кориштењем HG-пакета програма.

Први приступ раунарској изради еталона остварен је кроз пројектни задатак „Диференцијација морфометријских одлика кариотинова *Clethrionomys glareolus* у односу на кариотипове *C. gapperi*, *Mesocricetus auratus*, и *Vaiomys taylori subater*“ (Pavlović, 1989), реализованог у склопу комплексног пројекта Биолошког института Универзитета у Сарајеву (одговорни истражича пројекта: М. Цвијовић). У оквиру пројекта Природно-математичког факултета Универзитета у Сарајеву: „Квантитативне одлике кариотинова и

еволуција сисара и риба“ (одговорни истрачивач Боро Павловић, спољни сарадници Невенка Павловић, Мухамед Сарајлић и Биљана Тркља), развијен је FORTRAN-ски програм KARIOTIP (Павловић, Сарајлић, непубликовано) и конципирана је база улазних мјерних података (Павловић, Тркља, непубликовано), обављен је унос мјерења и прво извођење програма (Павловић, непубликовано) на рачунарском систему UNIVAC 1100 у ЕРЦ „Енергоинвест“ Ступ, Сарајево, којим су направљени нумерчки еталони кариотинова риба и сисара (електронске верзије на стример-тракама и принтане верзије), Електронски подаци базе мјерења и FORTRAN-ски програм CODNAV и KARIOTIP пренесени су на персонални рачунар у Одсјеку за биологију Природно-математичког факултета Универзитета у Сарајеву, програм је дорађен, прилагођен, и његовим извођењем су направљени нумерички еталони и дијаграми, електронски облик и игличним матричним штампачем принтани облик (Павловић, 1992, непубликовано)². Улазни подаци у табелама „DUŽINE U KARIOTIPU“ (на публикованој фотографији кариотинова 1mm=2,22 подиока; Pavlović, 1977) обухватају: број хромозома на мјереном кариотипу (први низ у колони „HROMOSOM“) и четири колоне („XLP“, „XKP“, „XLS“ и „XKS“) измјерених дужина (X) сестринских хроматидних кракова догог (L) и кратког (K), „примарни“ (P) и „секундарни“ (S). Наслови и садржаји табеларних приказа за потребе овог рада су електронски прочитани са слика уникатних принтанних верзија, кориговани су и формом приближно усклађени са оргиналом (електронска верзија из базе података није доступна). Попис показатеља у еталонима, варијабли и константи у фортранским программима сукцесивно су шире описивани (Pavlović, 1977, 1989, 1993, 1994 Pavlović, Berberović, 1978a, 1985), а скраћенице и симболика показатеља, у овом раду, се дају са пуним називом при њиховом првом навођењу.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Нумерчки еталони подврсте *Erinaceus europaeus roumanicus* су у табелама под ознакома V03M – за кариотип мужјака, и V04Z – за кариотип женке:

TABELA V03M: DUŽINE U KARIOTIPU ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS,

ANALIZA VARIJACIJE DUŽINA U KARIOTIPU V03M: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS;

TABELA V03M: INDEKSI CENTROMERNOG OPTEREĆENJA I PARCIJALNOG CENTROMERNOG OPTEREĆENJA ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS,

ANALIZA VARIJACIJE INDEKSA CENTROMERNOG OPTEREĆENJA I PARCIJALNOG CENTROMERNOG OPTEREĆENJA U KARIOTIPU V03M: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS,

ANALIZA VARIJACIJE INDEKSA CENTROMERNOG OPTEREĆENJA UZ SIMULACIJU FISIIJA SVIH CENTROMERA I DELECIIJA SVIH KRATKIH, ODNOSNO DUGIH KRAKOVA U KARIOTIPU V03M: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

TABELA V04Z: DUŽINE U KARIOTIPU ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS,

ANALIZA VARIJACIJE DUŽINA U KARIOTIPU V04Z: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS;

TABELA V04Z: INDEKSI CENTROMERNOG OPTEREĆENJA I PARCIJALNOG CENTROMERNOG OPTEREĆENJA ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS,

ANALIZA VARIJACIJE INDEKSA CENTROMERNOG OPTEREĆENJA I PARCIJALNOG CENTROMERNOG OPTEREĆENJA U KARIOTIPU V04Z: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS,

ANALIZA VARIJACIJE INDEKSA CENTROMERNOG OPTEREĆENJA UZ SIMULACIJU FISIIJA SVIH CENTROMERA I DELECIIJA SVIH KRATKIH, ODNOSNO DUGIH KRAKOVA U KARIOTIPU V04Z: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS.

TABELA V03M: DUŽINE U KARIOTIPU ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

HROMOSOM	XLP	XKP	XLS	XKS	IZMJENA	XL	XK	XP RANG	XS RANG	X	RANG			
1	0	15.50	10.10	16.30	10.10	0.	31.80	20.20	25.60	6	26.40	7	52.00	7
2	0	15.90	11.80	16.70	12.00	0.	32.60	23.80	27.70	5	28.70	4	56.40	4
3	0	27.40	5.40	25.40	5.20	0.	52.80	10.60	32.80	1	30.60	2	63.40	1
4	0	22.60	6.50	22.00	7.10	0.	44.60	13.60	29.10	2	29.10	3	58.20	3
5	0	19.40	8.50	24.20	6.40	0.	43.60	14.90	27.90	3	30.60	1	58.50	2
6	0	21.90	6.00	21.70	6.20	0.	43.60	12.20	27.90	4	27.90	5	55.80	5
7	0	20.70	4.70	17.70	5.60	0.	38.40	10.30	25.40	8	23.30	13	48.70	10
8	0	20.20	5.40	21.00	5.50	0.	41.20	10.90	25.60	7	26.50	6	52.10	6
9	0	18.40	4.90	20.50	4.80	0.	38.90	9.70	23.30	13	25.30	9	48.60	11
10	0	20.50	4.90	19.80	4.80	0.	40.30	9.70	25.40	9	24.60	10	50.00	8
11	0	12.90	10.80	13.30	10.50	0.	26.20	21.30	23.70	10	23.80	11	47.50	12
12	0	13.20	10.40	14.00	11.80	0.	27.20	22.20	23.60	12	25.80	8	49.40	9
13	0	12.00	10.00	12.10	9.00	0.	24.10	19.00	22.00	15	21.10	15	43.10	15
14	0	11.70	10.70	11.50	10.70	0.	23.20	21.40	22.40	14	22.20	14	44.60	14
15	0	12.10	5.60	11.10	6.00	0.	23.20	11.60	17.70	18	17.10	21	34.80	20
16	0	11.90	5.60	12.30	7.20	0.	24.20	12.80	17.50	19	19.50	16	37.00	16
17	0	12.50	4.90	12.80	5.30	0.	25.30	10.20	17.40	20	18.10	17	35.50	18
18	0	10.40	5.40	10.30	5.50	0.	20.70	10.90	15.80	25	15.80	25	31.60	25
19	0	12.80	5.90	10.80	5.60	0.	23.60	11.50	18.70	17	16.40	23	35.10	19
20	0	10.70	5.10	9.30	4.20	0.	20.00	9.30	15.80	26	13.50	32	29.30	30
21	0	10.20	8.60	10.30	7.70	0.	20.50	16.30	18.80	16	18.00	18	36.80	17
22	0	9.60	7.00	10.20	7.40	0.	19.80	14.40	16.60	24	17.60	19	34.20	22
23	0	10.70	6.60	8.30	7.90	0.	19.00	14.50	17.30	21	16.20	24	33.50	24
24	0	9.00	6.50	9.80	5.20	0.	18.80	11.70	15.50	27	15.00	28	30.50	26
25	0	11.80	4.90	11.20	5.90	0.	23.00	10.80	16.70	23	17.10	22	33.80	23
26	0	12.50	4.50	11.20	6.20	0.	23.70	10.70	17.00	22	17.40	20	34.40	21
27	0	8.90	6.30	8.10	6.60	0.	17.00	12.90	15.20	28	14.70	29	29.90	29
28	0	7.40	7.60	8.20	7.20	1.	15.60	14.80	15.00	29	15.40	27	30.40	27
29	0	7.50	7.00	8.10	7.50	0.	15.60	14.50	14.50	31	15.60	26	30.10	28
30	0	8.00	4.80	6.00	6.00	1.	14.00	12.80	14.80	30	12.00	33	26.80	32
31	0	8.30	4.70	8.50	5.10	0.	16.80	9.80	13.00	33	13.60	31	26.60	33
32	0	8.50	5.10	7.90	6.00	0.	16.40	11.10	13.60	32	13.90	30	27.50	31
33	0	6.20	4.90	5.80	5.20	0.	12.00	10.10	11.10	35	11.00	35	22.10	35
34	0	6.10	4.80	5.70	3.90	0.	11.80	8.70	10.90	37	9.60	39	20.50	38
35	0	6.60	4.00	6.00	4.40	0.	12.60	8.40	10.60	39	10.40	38	21.00	37
36	0	6.00	5.00	6.00	5.00	0.	12.00	10.00	11.00	36	11.00	36	22.00	36
37	0	6.00	5.20	6.50	5.30	0.	12.50	10.50	11.20	34	11.80	34	23.00	34
38	0	6.30	4.50	5.30	4.00	0.	11.60	8.50	10.80	38	9.30	40	20.10	40
39	0	6.10	3.70	6.30	4.40	0.	12.40	8.10	9.80	40	10.70	37	20.50	39
40	0	5.80	3.40	5.10	3.40	0.	10.90	6.80	9.20	41	8.50	42	17.70	41
41	0	7.90	.00	8.60	.00	0.	16.50	.00	7.90	42	8.60	41	16.50	42
42	0	6.20	.00	7.10	.00	0.	13.30	.00	6.20	44	7.10	43	13.30	44
43	0	5.80	.00	5.50	.00	0.	11.30	.00	5.80	46	5.50	46	11.30	46
44	0	5.00	.00	4.50	.00	0.	9.50	.00	5.00	47	4.50	48	9.50	47
45	0	4.20	.00	4.70	.00	0.	8.90	.00	4.20	48	4.70	47	8.90	48
46	0	6.00	.00	5.90	.00	0.	11.90	.00	6.00	45	5.90	45	11.90	45
47	X	18.30	5.40	17.60	5.90	0.	35.90	11.30	23.70	11	23.50	12	47.20	13
48	Y	7.10	.00	7.10	.00	0.	14.20	.00	7.10	43	7.10	44	14.20	43
SUMA		544.70	259.10	538.30	263.70		1083.00	522.80	803.80		802.00		1605.80	
SUMA KV.		7640.91	1819.75	7557.13	1873.55		30325.04	7361.62	15965.46		16004.60		63874.44	
						NAJVEĆE			32.80		30.60		63.40	
						NAJMANJE			4.20		4.50		8.90	
						ODNDS W		7.8095		6.8000		7.1236		
SUMA(XP.XS)=15952.19	SUMA D KV=	284.	KOEFICIJENTI KORELACIJE	RO(RANGOVA XP,XS)=	.985	R(XP.XS)=	.987							

ANALIZA VARIJACIJE DUŽINA U KARIOTIPU V03M: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

IZVOR VAR.	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.
	HROMOSOMI					DUGI KRAKOVI				
HROMOSOMI	5076.8710	47	108.0185	157.884	10.393	2944.9310	47	62.6581	84.671	7.916
HROMATIDE UK.	32.8398	48	.6842		.827	35.5210	48	.7400		.860
A.HROMATIDE	.0319	1	.0319	.046	.179	.4268	1	.4268	.572	.653
B.OSTACI	32.8079	47	.6980		.835	35.0942	47	.7467		.864
UKUPNO	5109.7110	95		SCO=	16.727	2980.4520	95		PSCOL=	11.281
	KRAKOVI					KRATKI KRAKOVI				
HROMOSOMI	5413.1600	95	56.9806	113.936	7.549	833.7292	47	17.7389	68.172	4.212
HROMATIDE UK.	48.0107	96	.5001		.707	12.4900	48	.2602		.510
A.HROMATIDE	.0169	1	.0169	.034	.130	.2208	1	.2208	.846	.470
B.OSTACI	47.9938	95	.5052		.711	12.2692	47	.2610		.511
UKUPNO	5461.1710	191		PSCOA=	8.364	846.2192	95		PSCOK=	5.446

TABELA V03M: INDEKSI CENTROMERNOG OPTEREĆENJA I PARCIJALNOG CENTROMERNOG OPTEREĆENJA ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

RANG-H	HROMOSOM	LP	KP	LS	KS	IZMJENA	L	K	HP	RANG	HS	RANG	H	
1	0	3.	1.6381	.3228	1.5185	.3109	0.	1.5783	.3169	1.9609	1.	1.8294	2.	1.8951
2	0	5.	1.1598	.5082	1.4468	.3826	0.	1.3033	.4454	1.6680	3.	1.8294	1.	1.7487
3	0	4.	1.3511	.3886	1.3152	.4245	0.	1.3332	.4065	1.7397	2.	1.7397	3.	1.7397
4	0	2.	.9506	.7054	.9984	.7174	0.	.9745	.7114	1.6560	5.	1.7158	4.	1.6859
5	0	6.	1.3093	.3587	1.2973	.3707	0.	1.3033	.3647	1.6680	4.	1.6680	5.	1.6680
6	0	8.	1.2076	.3228	1.2554	.3288	0.	1.2315	.3258	1.5305	7.	1.5843	6.	1.5574
7	0	1.	.9266	.6038	.9745	.6038	0.	.9506	.6038	1.5305	6.	1.5783	7.	1.5544
8	0	10.	1.2256	.2929	1.1837	.2870	0.	1.2046	.2899	1.5185	9.	1.4707	10.	1.4946
9	0	12.	.7891	.6217	.8370	.7054	0.	.8131	.6636	1.4109	12.	1.5424	8.	1.4766
10	0	7.	1.2375	.2810	1.0582	.3348	0.	1.1478	.3079	1.5185	8.	1.3930	13.	1.4557
11	0	9.	1.1000	.2929	1.2256	.2870	0.	1.1628	.2899	1.3930	13.	1.5125	9.	1.4527
12	0	11.	.7712	.6457	.7951	.6277	0.	.7832	.6367	1.4169	10.	1.4228	11.	1.4199
13	X	47.	1.0940	.3228	1.0522	.3527	0.	1.0731	.3378	1.4169	11.	1.4049	12.	1.4109
14	0	14.	.6995	.6397	.6875	.6397	0.	.6935	.6397	1.3391	14.	1.3272	14.	1.3332
15	0	13.	.7174	.5978	.7234	.5380	0.	.7204	.5679	1.3152	15.	1.2614	15.	1.2883
16	0	16.	.7114	.3348	.7353	.4304	0.	.7234	.3826	1.0462	19.	1.1658	16.	1.1060
17	0	21.	.6098	.5141	.6158	.4603	0.	.6128	.4872	1.1239	16.	1.0761	18.	1.1000
18	0	17.	.7473	.2929	.7652	.3169	0.	.7563	.3049	1.0402	20.	1.0821	17.	1.0612
19	0	19.	.7652	.3527	.6457	.3348	0.	.7054	.3438	1.1179	17.	.9804	23.	1.0492
20	0	15.	.7234	.3348	.6636	.3587	0.	.6935	.3467	1.0582	18.	1.0223	21.	1.0402
21	0	26.	.7473	.2690	.6696	.3707	0.	.7084	.3198	1.0163	22.	1.0402	20.	1.0283
22	0	22.	.5739	.4185	.6098	.4424	0.	.5919	.4304	.9924	24.	1.0522	19.	1.0223
23	0	25.	.7054	.2929	.6696	.3527	0.	.6875	.3228	.9984	23.	1.0223	22.	1.0103
24	0	23.	.6397	.3946	.4962	.4723	0.	.5679	.4334	1.0343	21.	.9685	24.	1.0014
25	0	18.	.6217	.3228	.6158	.3288	0.	.6188	.3258	.9446	25.	.9446	25.	.9446
26	0	24.	.5380	.3886	.5859	.3109	0.	.5620	.3497	.9266	27.	.8967	28.	.9117
27	0	28.	.4424	.4544	.4902	.4304	1.	.4663	.4424	.8967	29.	.9207	27.	.9087
28	0	29.	.4484	.4185	.4842	.4484	0.	.4663	.4334	.8669	31.	.9326	26.	.8997
29	0	27.	.5321	.3766	.4842	.3946	0.	.5082	.3856	.9087	28.	.8788	29.	.8938
30	0	20.	.6397	.3049	.5560	.2511	0.	.5978	.2780	.9446	26.	.8071	32.	.8758
31	0	32.	.5082	.3049	.4723	.3587	0.	.4902	.3318	.8131	32.	.8310	30.	.8220
32	0	30.	.4783	.4065	.3587	.3587	1.	.4185	.3826	.8848	30.	.7174	33.	.8011
33	0	31.	.4962	.2810	.5082	.3049	0.	.5022	.2929	.7772	33.	.8131	31.	.7951
34	0	37.	.3587	.3109	.3886	.3169	0.	.3736	.3139	.6696	34.	.7054	34.	.6875
35	0	33.	.3707	.2929	.3467	.3109	0.	.3587	.3019	.6636	35.	.6576	35.	.6606
36	0	36.	.3587	.2989	.3587	.2989	0.	.3587	.2989	.6576	36.	.6576	36.	.6576
37	0	35.	.3946	.2391	.3587	.2630	0.	.3766	.2511	.6337	39.	.6217	38.	.6277
38	0	34.	.3647	.2870	.3408	.2332	0.	.3527	.2601	.6516	37.	.5739	39.	.6128
39	0	39.	.3647	.2212	.3766	.2630	0.	.3707	.2421	.5859	40.	.6397	37.	.6128
40	0	38.	.3766	.2690	.3169	.2391	0.	.3467	.2541	.6457	38.	.5560	40.	.6008
41	0	40.	.3467	.2033	.3049	.2033	0.	.3258	.2033	.5500	41.	.5082	42.	.5291
42	0	41.	.4723	.0000	.5141	.0000	0.	.4932	.0000	.4723	42.	.5141	41.	.4932
43	Y	48.	.4245	.0000	.4245	.0000	0.	.4245	.0000	.4245	43.	.4245	44.	.4245
44	0	42.	.3707	.0000	.4245	.0000	0.	.3976	.0000	.3707	44.	.4245	43.	.3976
45	0	46.	.3587	.0000	.3527	.0000	0.	.3557	.0000	.3587	45.	.3527	45.	.3557
46	0	43.	.3467	.0000	.3288	.0000	0.	.3378	.0000	.3467	46.	.3288	46.	.3378
47	0	44.	.2989	.0000	.2690	.0000	0.	.2840	.0000	.2989	47.	.2690	48.	.2340
48	0	45.	.2511	.0000	.2810	.0000	0.	.2660	.0000	.2511	48.	.2810	47.	.2660
SUMA			32.5640	15.4899	32.1813	15.7648		32.3726	15.6273	48.0538		47.9462		48.0000
SUMA KVADRATA			27.3089	6.5039	27.0095	6.6961		27.0957	6.5777	57.0612		57.2011		57.0725
						NAJVECE				1.9609		1.8294		1.8951
						NAJMANJE				.2511		.2690		.2660
						ODNOS W				7.8095		6.8000		7.1236

ANALIZA VARIJACIJE INDEKSA CENTROMERNOG OPTEREĆENJA I PARCIJALNOG CENTROMERNOG OPTEREĆENJA U KARIOTIPU V03M: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

IZVOR VAR.	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.	PROPORCIJA	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.	PROPORCIJA
H R O M O S O M I						D U G I K R A K O V I						
HRMOSOMI	18.1449	47	.3861	157.384	.621		10.5253	47	.2239	84.671	.473	.7616
HROMATIDE UK.	.1174	48	.0024		.049		.1270	48	.0026		.051	1.0400
A.HROMATIDE	.0001	1	.0001	.046	.011		.0015	1	.0015	.572	.039	3.6575
B.OSTACI	.1173	47	.0025		.050		.1254	47	.0027		.052	1.0343
UKUPNO	18.2623	95		SCO=	16.727		10.6523	95		PSCOL=	11.281	.6744
K R A K O V I						K R A T K I K R A K O V I						
HROMOSOMI	19.3469	95	.2037	113.936	.451	.7263	2.9798	47	.0634	68.172	.252	.4052
HROMATIDE UK.	.1716	96	.0018		.042	.8550	.0446	48	.0009		.030	.6167
A.HROMATIDE	.0001	1	.0001	.034	.008	.7284	.0008	1	.0008	.846	.028	2.6308
B.OSTACI	.1715	95	.0018		.042	.8507	.0439	47	.0009		.031	.6115
UKUPNO	19.5184	191		PSCOA=	8.364	.5000	3.0244	95		PSCOK=	5.446	.3256

ANALIZA VARIJACIJE INDEKSA CENTROMERNOG OPTEREĆENJA UZ SIMULACIJU FISIJA SVIH CENTROMERA I DELECIJA SVIH KRATKIH, ODNOSNO DUGIH KRAKOVA U KARIOTIPU V03M: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

IZVOR VAR.	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.	PROPORCIJA	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.	PROPORCIJA
H R O M O S O M I						D U G I K R A K O V I						
HROMOSOMI	18.1449	47	.3861	157.884	.621		23.1399	47	.4923	84.671	.702	1.1293
HROMATIDE UK.	.1174	48	.0024		.049		.2791	48	.0058		.076	1.5421
A.HROMATIDE	.0001	1	.0001	.046	.011		.0034	1	.0034	.572	.058	5.4231
B.OSTACI	.1173	47	.0025		.050		.2758	47	.0059		.077	1.5335
UKUPNO	18.2623	95		SCO=	16.727		23.4190	95		SCOL=	11.281	.6744
K R A K O V I						K R A T K I K R A K O V I						
HROMOSOMI	77.3874	95	.8146	113.936	.903	1.4526	28.1123	47	.5981	68.172	.773	1.2447
HROMATIDE UK.	.6864	96	.0071		.085	1.7100	.4211	48	.0088		.094	1.8942
A.HROMATIDE	.0002	1	.0002	.034	.016	1.4569	.0074	1	.0074	.846	.086	8.0805
B.OSTACI	.6861	95	.0072		.085	1.7015	.4137	47	.0088		.094	1.8783
UKUPNO	78.0738	191		SCOA=	8.364	.5000	28.5334	95		SCOK=	5.446	.3256

TABELA V04Z: DUŽINE U KARIOTIPU ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

HROMOSOM	XLP	XKP	XLS	XKS	IZMJENA	XL	XK	XP RANG	XS RANG	X RANG			
1 0	15.80	12.70	14.40	11.80	0.	30.40	24.50	28.50	1	26.40	4	54.90	1
2 0	15.50	12.50	13.90	12.60	0.	29.40	25.10	28.00	2	26.50	3	54.50	2
3 0	17.40	7.60	17.50	6.80	0.	34.90	14.40	25.00	9	24.30	11	49.30	9
4 0	19.60	6.20	20.20	5.70	0.	39.80	11.90	25.80	5	25.90	5	51.70	6
5 0	19.30	4.80	19.80	5.30	0.	39.10	10.10	24.10	11	25.10	9	49.20	10
6 0	16.60	5.70	20.40	5.40	0.	37.00	11.10	22.30	15	25.80	6	48.10	12
7 0	20.70	5.90	19.80	5.20	0.	40.50	11.10	26.60	3	25.00	10	51.60	7
8 0	18.30	7.30	19.00	7.80	0.	37.30	15.10	25.60	6	26.80	2	52.40	4
9 0	17.80	6.00	17.80	5.40	0.	35.60	11.40	23.80	12	23.20	13	47.00	14
10 0	19.30	6.10	17.70	6.30	0.	37.00	12.40	25.40	8	24.00	12	49.40	8
11 0	12.90	12.00	11.60	11.20	0.	24.50	23.20	24.90	10	22.80	14	47.70	13
12 0	14.00	12.30	14.50	11.10	0.	28.50	23.40	26.30	4	25.60	7	51.90	5
13 0	13.10	10.40	14.80	10.70	0.	27.90	21.10	23.50	13	25.50	8	49.00	11
14 0	14.90	10.70	16.00	11.20	0.	30.90	21.90	25.60	7	27.20	1	52.80	3
15 0	11.40	10.00	11.40	8.50	0.	22.80	18.50	21.40	17	19.90	18	41.30	17
16 0	11.80	6.60	13.50	7.70	0.	25.30	14.30	18.40	24	21.20	15	39.60	18
17 0	12.20	8.50	11.10	7.50	0.	23.30	16.00	20.70	18	18.60	21	39.30	19
18 0	11.80	7.50	10.00	4.80	0.	21.80	14.30	19.30	19	16.80	27	36.10	24
19 0	9.90	7.00	9.90	8.10	0.	19.80	15.10	16.90	28	18.00	23	34.90	25
20 0	13.60	5.50	11.50	7.50	0.	25.10	13.00	19.10	20	19.00	19	38.10	20
21 0	12.40	5.70	11.10	4.80	0.	23.50	10.50	18.10	25	15.90	29	34.00	27
22 0	10.50	5.10	12.00	6.00	0.	22.50	11.10	15.60	33	18.00	24	33.60	29
23 0	10.50	6.00	10.40	7.50	0.	20.90	13.50	16.50	29	17.90	25	34.40	26
24 0	11.80	7.30	11.20	6.50	0.	23.00	13.80	19.10	21	17.70	26	36.80	22
25 0	10.30	6.20	7.80	6.50	0.	18.10	12.70	16.50	30	14.30	37	30.80	33
26 0	10.30	8.20	11.10	7.80	0.	21.40	16.00	18.50	22	18.90	20	37.40	21
27 0	9.00	8.10	8.10	8.70	0.	17.10	16.80	17.10	26	16.80	28	33.90	28
28 0	10.30	8.20	10.50	7.80	0.	20.80	16.00	18.50	23	18.30	22	36.80	23
29 0	9.10	6.90	9.20	4.70	0.	18.30	13.60	16.00	31	15.90	30	31.90	31
30 0	11.20	5.80	10.20	5.70	0.	21.40	11.50	17.00	27	15.90	31	32.90	30
31 0	8.70	7.30	9.00	6.50	0.	17.70	13.80	16.00	32	15.50	32	31.50	32
32 0	8.00	5.90	8.20	6.50	0.	16.20	12.40	13.90	38	14.70	34	28.60	37
33 0	7.50	5.50	8.20	4.00	0.	15.70	11.50	13.00	41	14.20	38	27.20	40
34 0	9.10	5.80	8.90	5.70	0.	18.00	11.50	14.90	34	14.60	35	29.50	34
35 0	7.30	4.80	7.50	4.60	0.	14.80	9.40	12.10	42	12.10	42	24.20	42
36 0	7.60	5.80	8.00	5.90	0.	15.60	11.70	13.40	39	13.90	39	27.30	39
37 0	7.40	7.00	7.40	7.00	0.	14.80	14.00	14.40	36	14.40	36	28.80	36
38 0	8.00	6.00	9.50	5.60	0.	17.50	11.60	14.00	37	15.10	33	29.10	35
39 0	7.10	6.30	7.00	6.60	0.	14.10	12.90	13.40	40	13.60	40	27.00	41
40 0	8.00	6.60	7.20	6.20	0.	15.20	12.80	14.60	35	13.40	41	28.00	38
41 0	10.50	.00	11.00	.00	0.	21.50	.00	10.50	44	11.00	43	21.50	43
42 0	11.10	.00	10.40	.00	0.	21.50	.00	11.10	43	10.40	44	21.50	44
43 0	7.80	.00	8.00	.00	0.	15.80	.00	7.80	46	8.00	45	15.80	46
44 0	8.20	.00	8.00	.00	0.	16.20	.00	8.20	45	8.00	44	16.20	45
45 0	5.70	.00	5.40	.00	0.	11.10	.00	5.70	48	5.40	48	11.10	48
46 0	6.30	.00	5.70	.00	0.	12.00	.00	6.30	47	5.70	47	12.00	47
47 X	14.20	7.60	11.40	9.50	0.	25.60	17.10	21.80	16	20.90	17	42.70	16
48 X	14.70	7.70	14.00	7.00	0.	28.70	14.70	22.40	14	21.00	16	43.40	15
SUMA	568.50	309.10	561.40	307.70		1129.90	616.80	877.60		869.10		1746.70	
SUMA KV.	7469.29	2461.37	7352.52	2420.29		29576.49	9736.40	17681.92		17339.81		69953.03	
				NAJVEĆE				28.50		27.20		54.90	
				NAJMANJ				5.70		5.40		11.10	
				ODNOS W				5.0000		5.0370		4.9459	
SUMA(XP.XS)=17465.65	SUMA D KV=		748.	KOEFICIJENTI KORELACIJE			RO(RANGOVA XP,XS)=	.959		R(XP,XS)=		.973	

ANALIZA VARIJACIJE DUŽINA U KARIOTIPU V04Z: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

IZVOR VAR.	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.
			H R O M O S O M I					D U G I K R A K O V I		
HROMOSOMI	3195.6700	47	67.9930	72.184	8.246	1489.5630	47	31.6928	45.323	5.630
HROMATIDE UK.	45.2129	48	.9419		.971	33.5645	48	.6993		.836
A. HROMATIDE	.7559	1	.7559	.799	.869	.5322	1	.5322	.757	.730
B.OSTACI	44.4570	47	.9459		.973	33.0322	47	.7028		.838
UKUPNO	3240.8830	95		SCO=	18.195	1523.1270	95		PSCOL=	11.770
			K R A K O V I					K R A T K I K R A K O V I		
HROMOSOMI	3766.0300	95	39.6424	80.930	6.296	905.2600	47	19.2609	68.685	4.389
HROMATIDE UK.	.47.0244	96	.4898		.700	13.4602	48	.2804		.530
A.HROMATIDE	.3838	1	.3838	.782	.620	.0206	1	.0206	.072	.143
B.OSTACI	46.6406	95	.4910		.701	13.4396	47	.2859		.535
UKUPNO	3813.0550	191		PSCOA=	9.097	918.7202	95		PSCOK=	6.425

TABELA V04Z: INDEKSI CENTROMERNOG OPTEREĆENJA I PARCIJALNOG CENTROMERNOG OPTEREĆENJA ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

RANG-H	HROMOSOM	LP	KP	LS	KS	IZMJENA	L	K	HP	RANG	HS	RANG	H	
1	0	1.	.8684	.6980	.8024	.6485	0.	.8354	.6733	1.5664	1.	1.4510	4.	1.5087
2	0	2.	.8519	.6870	.7640	.6925	0.	.8079	.6898	1.5389	2.	1.4565	3.	1.4977
3	0	14.	.8189	.5881	.8794	.6156	0.	.8491	.6018	1.4070	7.	1.4949	1.	1.4510
4	0	8.	1.0058	.4012	1.0443	.4287	0.	1.0250	.4150	1.4070	6.	1.4729	2.	1.4400
5	0	12.	.7695	.6760	.7969	.6101	0.	.7832	.6430	1.4455	4.	1.4070	7.	1.4262
6	0	4.	1.0772	.3408	1.1102	.3133	0.	1.0937	.3270	1.4180	5.	1.4235	5.	1.4207
7	0	7.	1.1377	.3243	1.0882	.2858	0.	1.1130	.3050	1.4620	3.	1.3740	10.	1.4180
8	0	10.	1.0607	.3353	.9728	.3463	0.	1.0168	.3408	1.3960	8.	1.3191	12.	1.3575
9	0	3.	.9563	.4177	.9618	.3737	0.	.9591	.3957	1.3740	9.	1.3355	11.	1.3548
10	0	5.	1.0607	.2638	1.0882	.2913	0.	1.0745	.2776	1.3246	11.	1.3795	9.	1.3520
11	0	13.	.7200	.5716	.8134	.5881	0.	.7667	.5798	1.2916	13.	1.4015	8.	1.3465
12	0	6.	.9123	.3133	1.1212	.2968	0.	1.0168	.3050	1.2256	15.	1.4180	6.	1.3218
13	0	11.	.7090	.6595	.6375	.6156	0.	.6733	.6375	1.3685	10.	1.2531	14.	1.3108
14	0	9.	.9783	.3298	.9783	.2968	0.	.9783	.3133	1.3081	12.	1.2751	13.	1.2916
15	X	48.	.8079	.4232	.7695	.3847	0.	.7887	.4040	1.2311	14.	1.1542	16.	1.1926
16	X	47.	.7804	.4177	.6266	.5221	0.	.7035	.4699	1.1981	16.	1.1487	17.	1.1734
17	0	15.	.6266	.5496	.6266	.4672	0.	.6266	.5084	1.1762	17.	1.0937	18.	1.1349
18	0	16.	.6485	.3627	.7420	.4232	0.	.6953	.3930	1.0113	24.	1.1652	15.	1.0882
19	0	17.	.6705	.4672	.6101	.4122	0.	.6403	.4397	1.1377	18.	1.0223	21.	1.0800
20	0	20.	.7475	.3023	.6320	.4122	0.	.6898	.3572	1.0498	20.	1.0443	19.	1.0470
21	0	26.	.5661	.4507	.6101	.4287	0.	.5881	.4397	1.0168	22.	1.0388	20.	1.0278
22	0	24.	.6485	.4012	.6156	.3572	0.	.6320	.3792	1.0498	21.	.9728	26.	1.0113
23	0	28.	.5661	.4507	.5771	.4287	0.	.5716	.4397	1.0168	23.	1.0058	22.	1.0113
24	0	18.	.6485	.4122	.5496	.3737	0.	.5991	.3930	1.0607	19.	.9233	27.	.9920
25	0	19.	.5441	.3847	.5441	.4452	0.	.5441	.4150	.9288	28.	.9893	23.	.9591
26	0	23.	.5771	.3298	.5716	.4122	0.	.5743	.3710	.9069	29.	.9838	25.	.9453
27	0	21.	.6815	.3133	.6101	.2638	0.	.6458	.2885	.9948	25.	.8739	29.	.9343
28	0	27.	.4946	.4452	.4452	.4782	0.	.4699	.4617	.9398	26.	.9233	28.	.9316
29	0	22.	.5771	.2803	.6595	.3298	0.	.6183	.3050	.8574	33.	.9893	24.	.9233
30	0	30.	.6156	.3188	.5606	.3133	0.	.5881	.3160	.9343	27.	.8739	31.	.9041
31	0	29.	.5001	.3792	.5056	.3682	0.	.5029	.3737	.8794	31.	.8739	30.	.8766
32	0	31.	.4782	.4012	.4946	.3572	0.	.4864	.3792	.8794	32.	.8519	32.	.8656
33	0	25.	.5661	.3408	.4287	.3572	0.	.4974	.3490	.9069	30.	.7859	37.	.8464
34	0	34.	.5001	.3188	.4892	.3133	0.	.4946	.3160	.8189	34.	.8024	35.	.8107
35	0	38.	.4397	.3298	.5221	.3078	0.	.4809	.3188	.7695	37.	.8299	33.	.7997
36	0	37.	.4067	.3847	.4067	.3847	0.	.4067	.3847	.7914	36.	.7914	36.	.7914
37	0	32.	.4397	.3243	.4507	.3572	0.	.4452	.3408	.7640	38.	.8079	34.	.7859
38	0	40.	.4397	.3627	.3957	.3408	0.	.4177	.3517	.8024	35.	.7365	41.	.7695
39	0	36.	.4177	.3188	.4397	.3243	0.	.4287	.3215	.7365	39.	.7640	39.	.7502
40	0	33.	.4122	.3023	.4507	.3298	0.	.4314	.3160	.7145	41.	.7804	38.	.7475
41	0	39.	.3902	.3463	.3847	.3627	0.	.3875	.3545	.7365	40.	.7475	40.	.7420
42	0	35.	.4012	.2638	.4122	.2528	0.	.4067	.2583	.6650	42.	.6650	42.	.6650
43	0	41.	.5771	.0000	.6046	.0000	0.	.5908	.0000	.5771	44.	.6046	43.	.5908
44	0	42.	.6101	.0000	.5716	.0000	0.	.5908	.0000	.6101	43.	.5716	44.	.5908
45	0	44.	.4507	.0000	.4397	.0000	0.	.4452	.0000	.4507	45.	.4397	46.	.4452
46	0	43.	.4287	.0000	.4397	.0000	0.	.4342	.0000	.4287	46.	.4397	45.	.4342
47	0	46.	.3463	.0000	.3133	.0000	0.	.3298	.0000	.3463	47.	.3133	47.	.3298
48	0	45.	.3133	.0000	.2968	.0000	0.	.3050	.0000	.3133	48.	.2968	48.	.3050
SUMA			31.2452	16.9884	30.8550	16.9114		31.0501	16.9499	48.2336		47.7664		48.0000
SUMA KVADRATA			22.5624	7.4350	22.2097	7.3109		22.3353	7.3527	53.4116		52.3781		52.8266
								NAJVEĆE		1.5664		1.4949		1.5087
								NAJMANJE		.3133		.2968		.3050
								ODNOS W		5.0000		5.0370		4.9459

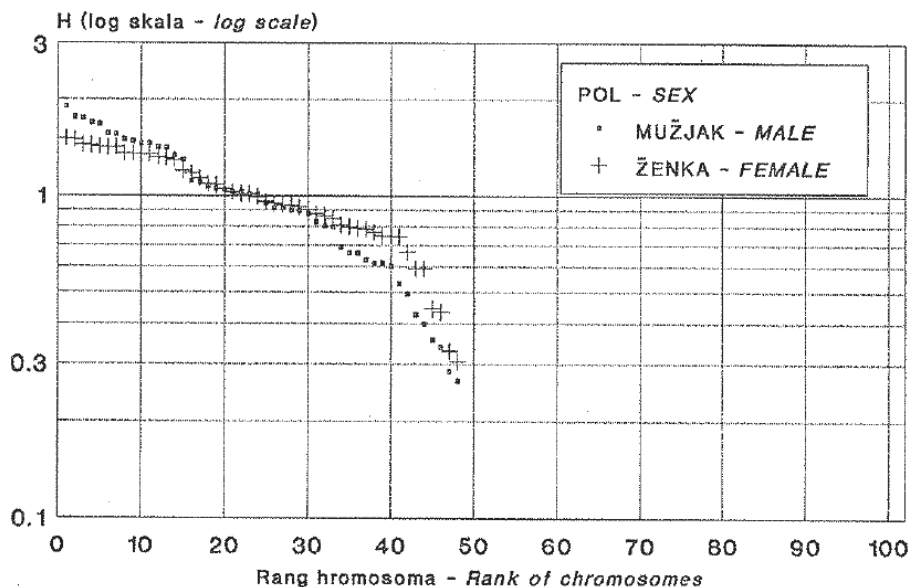
ANALIZA VARIJACIJE INDEKSA CENTROMERNOG OPTEREĆENJA I PARCIJALNOG CENTROMERNOG OPTEREĆENJA U KARIOTIPU V04Z: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

IZVOR VAR.	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV	PROPORCIJA	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.	PROPORCIJA
H R O M O S O M I						D U G I K R A K O V I						
HROMOSOMI	9.6531	47	.2054	72.184	.453		4.4995	47	.0957	45.323	.309	.6827
HROMATIDE UK.	.1366	48	.0028		.053		.1014	48	.0021		.046	.8616
A.HROMATIDE	.0023	1	.0023	.799	.048		.0016	1	.0016	.757	.040	.8391
B.OSTACI	.1343	47	.0029		.053		.0998	47	.0021		.046	.8620
UKUPNO	9.7897	95		SCO= 18.195			4.6009	95		PSCOL= 11.770		.6469
K R A K O V I						K R A T K I K R A K O V I						
HROMOSOMI	11.3760	95	.1197	80.930	.346	.7636	2.7345	47	.0582	68.685	.241	.5322
HROMATIDE UK.	.1420	96	.0015		.038	.7211	.0407	48	.0008		.029	.5456
A.HROMATIDE	.0012	1	.0012	.782	.034	.7126	.0001	1	.0001	.072	.008	.1650
B.OSTACI	.1409	95	.0015		.039	.7204	.0406	47	.0009		.029	.5498
UKUPNO	11.5180	191		PSCOA= 9.097	.5000		2.7752	95		PSCOK= 6.425		.3531

ANALIZA VARIJACIJE INDEKSA CENTROMERNOG OPTEREĆENJA UZ SIMULACIJU FISLIJA SVIH CENTROMERA I DELECIJA SVIH KRATKIH, ODNOSNO DUGIH KRAKOVA U KARIOTIPU V04Z: ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS

IZVOR VAR.	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.	PROPORCIJA	SUMA KV.	ST.SL.	PROS.KVA.	F	ST.DEV.	PROPORCIJA
H R O M O S O M I						D U G I K R A K O V I						
HROMOSOMI	9.6531	47	.2054	72.184	.453		10.7528	47	.2288	45.323	.478	1.0554
HROMATIDE UK.	.1366	48	.0028		.053		.2423	48	.0050		.071	1.3319
A.HROMATIDE	.0023	1	.0023	.799	.048		.0038	1	.0038	.757	.062	1.2972
B.OSTACI	.1343	47	.0029		.053		.2385	47	.0051		.071	1.3325
UKUPNO	9.7897	95		SCO= 18.195			10.9951	95		SCOL= 11.770		.6469
K R A K O V I						K R A T K I K R A K O V I						
HROMOSOMI	45.5040	95	.4790	80.930	.692	1.5271	21.9294	47	.4666	68.685	.683	1.5072
HROMATIDE UK.	.5682	96	.0059		.077	1.4423	.3261	48	.0068		.082	1.5451
A.HROMATIDE	.0046	1	.0046	.782	.068	1.4251	.0005	1	.0005	.072	.022	.4674
B.OSTACI	.5635	95	.0059		.077	1.4409	.3256	47	.0069		.083	1.5570
UKUPNO	46.0722	191		SCOA= 9.097	.5000		22.2555	95		SCOK= 6.425		.3531

Опадајући низови индекса центромерних оптерећења дати су на једном дијаграму за кариотип мужјака и женке:



SL.RANG,INDEKS H KARIOTIPOVA V03M V04Z:
 FIG.RANK,INDEX H OF V03M,V04Z KARYOTYPES
 ERINACEUS EUROPAEUS ROUMANICUS (2n=48)

Поређење бројева у табелама „DUŽINE U KARIOTIPU“ у првој колони „HROMOSOM“, која даје положај хромозома у мјереном кариотипу (додатно је уз тај број и ознака аутозома „0“ и полних хромозома „X“ или „Y“), са бројевима у задњој колони „X RANG“ види се да постоји промјена редослиједа хромозома на основу ранга њихових дужина који се успоставља у табелама „INDEKSI CENTROMERNOG OPTEREĆENJA“ у односу на критеријуме примијењене при слагању кариотипа (Prof. A. Gropp, према Hsu, Benirschke, 1968). Такође оригинално у кариотипу приказан положај хромозома дугог крака – одоздо, кратки крак – горе, бројне вриједности су премјештене што је означено са „1.“ у колони „IZMJENA“ у табели „V03M: DUŽINE U KARIOTIPU“ за хромозоме „28“ и „30“, као и у табели „V03M: INDEKSI CENTROMERNOG OPTEREĆENJA I PARCIJALNOG CENTROMERNOG OPTEREĆENJA“ за „RANG-H“ „27“ и „32“ тако да вриједности за дуги крак буду веће од кратког крака. Промјене положаја хромозома на основу ранга њихових дужина повезане су првенствено са критеријумима груписања према дужини и положају центромерног система у оригиналном кариотипу (Prof. A. Gropp, према Hsu, Benirschke, 1968), а могуће и због различито измјерених дужина. У еталонима није обављено груписање по паровима. Моћ дискриминације хромозома је мала на основу њихових дужина, за три врсте риба са $2n=50$ хромозома, хромозом датог ранга не може се у просјеку поуздано разликовати: у кариотиповима врсте *Paraphoxinus adspersus* (Haeckel) – припада групи од 3,4 до 34,7, *P. metohiensis* (Steindachner) – од 4,4 до 36,6 и *P. pstrossi* Steindachner – од 3,6 до 33,7 хромозома у оквиру 95% интервала (Pavlović, 1977, Pavlović, Berberović, 1978a). Однос дужина (W) најдужег и најкраћег хромозома *E.e.roumanicus* у кариотипу мужјака (W=7,1236) већи је него у кариотипу женке (W=4,9459). Аритметичка средина анализираних кариотинова сисара (W=5,4124; Pavlović, 1993) налази се између вриједности за мужјака и женку ове подврсте. Подврста *E.e.europaeus* има већи однос најдужег и најкраћег хромозома у кариотипу и обрнут поредак величина за кариотипове женке (W=9,7079) и мужјака (W=8,4194; Pavlović, 1994a) у поређењу са подврстом *E.e.roumanicus*.

Индекси центромерних оптерећења (H) *E.e.roumanicus* у кариотипу мужјака опадају од $H_1=1,8951$ до $H_{48}=0,2660$ (Y-хромозом није најкраћи), а у кариотипу женке од $H_1=1,5087$ до $H_{48}=0,3050$. Подврста *E.e.europaeus* има распон индекса мужјака од $H_1=1,7988$ до $H_{48}=0,2136$ и женке од $H_1=1,8744$ до $H_{48}=0,1931$ (Pavlović, 1993, 1994a). Аритметичка средина сисара већа је и за $H_1=1,9597$ и за $H_{2n}=0,4073$ (Pavlović, 1993), него у кариотиповима ове двије подврсте.

Јединичне индексне вриједности (H=1) лоциране су између H_{24} и H_{25} у кариотипу мужјака, а између H_{23} и H_{24} у кариотипу женке *E.e.roumanicus*. Опадајући нивои индекса H у средишњем дијелу су блиски, а према рубовима се разилазе. Разликују се од нивоа *E.e.europaeus*, код женке позиција је помјерена између H_{26} и H_{27} , а у кариотипу мужјака позиција H=1 је иста као код *E.e.roumanicus* (између H_{24} и H_{25}).

Измјерено SCO (специфично центромерно оптерећење) *E.e.roumanicus* мање је у кариотипу мужјака (SCO=16,727) него у кариотипу женке (SCO=18,195). Поредак је исти и у кариотиповима подврсте *E.e.europaeus*, мужјака SCO=21,765, женке SCO=23,047 али су измјерене просјечне дужине хромозома веће. SCO мјерених кариотинова *E.e.roumanicus* је мање од просјека за обухваћене сисаре: 22,758 (Pavlović, 1993).

Измјерена дужина дугог крака PSCOL (парцијално центромерно оптерећење дугог крака) подврсте *E.e.roumanicus* у мужјака је 11,281, а у женке 11,770, док је просјек за сисаре знатно већи 16,627 (Pavlović, 1993), а такође је већи и у мужјака (14,206) и у женке (14,994) подврсте *E.e.europaesus* (Pavlović, 1993, 1994a).

Пропорције дугог крака (пропорција дугокракости) $P_L = PSCOL/SCO = 0,6744$ мужјака и $P_L = 0,6469$ женке *E.e.roumanicus* више се међусобно разликују него у кариотиповима подврсте *E.e.europaesus* (мужјак $P_L = 0,6527$, женка $P_L = 0,6506$; Pavlović, 1993, 1994a), а за сва четири кариотипа су знатно мања од аритметичке средине сисара $P_L = 0,7463$ (Pavlović, 1993, 1994a).

Варијација дужине хромозома у кариотипу *E.e.roumanicus* (на основу анализе варијансе) изразито превазилази укупну варијацију дужина сестринских хроматида у кариотипу мужјака $F_H = s_H^2/s_h^2 = 157,884$, нешто мање у женке $F_H = 72,184$. Разлика није тако изражена у мужјака ($F_H = 150,434$) и женке ($F_H = 140,250$) *E.e.europaesus* (Pavlović, 1993). Варијација дужине дугих кракова *E.e.roumanicus*, слично, али у нешто мањој мјери, превазилази укупну варијацију сестринских дугих хроматидних кракова у кариотипу мужјака $F_L = 84,671$, а у кариотипу женке $F_L = 45,323$. Превазилажење је изразито веће у кариотиповима *E.e.europaesus*: мужјак $F_L = 128,734$ и женка $F_L = 114,910$ (Pavlović, 1993). Ови показатељи за кратке кракове и њихове хроматидне кракове у кариотиповима *E.e.roumanicus* (мужјак $F_K = 68,172$, женка $F_K = 68,685$), те за обједињене кракове, и дуги и кратки (мужјак $F_A = 113,936$, женка $F_A = 80,930$), мањи су него у кариотиповима *E.e.europaesus* кратки кракови (мужјак $F_K = 108,125$, женка $F_K = 101,559$), те обједињено и дуги и кратки кракови (мужјак $F_A = 165,698$, женка $F_A = 151,218$) (Pavlović, 1993).

Корелације дужина сестринских хроматида у кариотипу *E.e.roumanicus* су високе, мужјак $r = 0,987$ и $\rho = 0,985$, женка $r = 0,973$ и $\rho = 0,959$, готово да су исте као у *E.e.europaesus* мужјак $r = 0,987$ и $\rho = 0,986$, женка $r = 0,987$ и $\rho = 0,986$, а блиске су аритметичкој средини сисара $r = 0,982$ и $\rho = 0,968$ (Pavlović, 1993).

Компонента варијације Н-индекса *E.e.roumanicus* (мужјак $s_H = 0,621$ и женка $s_H = 0,453$) су веће него за дуге кракове, L-индекси (мужјак $s_L = 0,473$ и женка $s_L = 0,309$), или за кратке кракове, K-индекси (мужјак $s_K = 0,252$ и женка $s_K = 0,241$), као и за кракове заједно А-индексе (мужјак $s_A = 0,451$ и женка $s_A = 0,346$). Поредак стандардних девијација $s_H > s_L > s_A > s_K$ одговара поретку просјека индекса центромерног оптерећења и парцијаних индекса оптерећења дугих кракова, дугих и кратких кракова, те кратких кракова у кариотипу (H>L>A>K) У кариотипу мужјака *E.e.roumanicus* компоненте варијације су веће него у кариотипу женке, као и у кариотиповима *E.e.europaesus*: мужјак $s_H = 0,577$ и женка $s_H = 0,573$, мужјак $s_L = 0,438$ и женка $s_L = 0,426$, мужјак $s_K = 0,262$ и женка $s_K = 0,255$, мужјак $s_A = 0,419$ и женка $s_A = 0,409$ (Pavlović, 1993, 1994a), с тим да се, одговарајуће компоненте варијације мужјака и женке, мање разликују код подврсте *E.e.europaesus* него код подврсте *E.e.roumanicus*. Аритметичке средине сисара (Pavlović, 1993): $s_H = 0,554$ и $s_L = 0,424$ су између, за разлику од $s_K = 0,215$, који је мањи, а $s_A = 0,501$ који је већи када се упореде са кариотиповима мужјака и женки како подврсте *E.e.roumanicus*, тако и подврсте *E.e.europaesus*.

Симулацијом делеције кратких кракова у кариотиповима *E.e.roumanicus* повећавају се компоненте варијације таквих индекса CO (мужјак $s_{LI} = 0,702$ и женка $s_{LI} = 0,478$), још више делеције дугих кракова (мужјак $s_{KI} = 0,773$ и женка $s_{KI} = 0,683$), као и фисије свих хромозома (мужјак $s_{AI} = 0,903$ и женка $s_{AI} = 0,692$), у односу на *E.e.europaesus*: мужјак

$s_{LI}=0,671$ и женка $s_{LI}=0,654$, мужјак $s_{KI}=0,753$ и женка $s_{KI}=0,730$, мужјак $s_{AI}=0,839$ и женка $s_{AI}=0,819$ (Pavlović, 1993, 1994a), те у односу на аритметичке средине сисара $s_{LI}=0,567$, $s_{KI}=1,040$, $s_{AI}=1,003$ (Pavlović, 1993). На основу симулација делеција и центричних фисија свих хромозома у кариотипу, произилази да опада уједначеност (подешеност) расподеле (парцијализације) хромозомског материјала на хромозоме кариотипа у симулираним кариотиповима у односу на полазни (стварни) кариотип. Варијација индекса централног оптерећења најмања је у полазном кариотипу, затим се повећава у кариотипу насталом делецијама свих кратких кракова, још више у кариотипу насталом делецијама свих дугих кракова и највише (?неочекивано) у кариотипу насталом центричним фисијама свих хромозома $s_H < s_{LI} < s_{KI} < s_{AI}$. Узимајући да је $s_H=1$ у полазном кариотипу, онда са симулацијама слиједи поредак варијација у новонасталим кариотиповима за *E.e.roumanicus*, мужјак $1 < 1,1293 < 1,2447 < 1,4526$, женка $1 < 1,0554 < 1,5072 < 1,5271$, тј. $(s_H=1) < (s_{LI}/s_H) < (s_{KI}/s_H) < (s_{AI}/s_H)$; што одговара и за *E.e.europaeus* мужјак $1 < 1,1639 < 1,3062 < 1,4548$, женка $1 < 1,1421 < 1,2739 < 1,4294$ (Pavlović, 1993, 1994a) и укупно за обрађене сисаре поредак варијације делеција дугих кракова се мијења са варијацијом у кариотиповима насталим центричним фисијама свих хромозома $s_H < s_{LI} < s_{AI} < s_{KI}$ тј. $1 < 1,0235 < 1,8105 < 1,8773$, односно $(s_H=1) < (s_{LI}/s_H) < (s_{AI}/s_H) < (s_{KI}/s_H)$ (Pavlović, 1993).

Мјерења хромозома у оквиру анализе кариотипа, односно проучавања величине хромозома, почетно се ослањају на директно мјерење на микроскопским препаратима, или на мјерења на фотографијама, затим се развијају полуаутоматско, или аутоматско мјерење (Sybenga, 1959, Moore, Gregory, 1963, Neurath, Enslein, 1969, Goldermann, Stranzinger, 1971, Habedank, 1972), уз примјену рачунарских програма (Gilbert, 1966, Gallus, Neurath, 1970, Malkov, et al., 1995, Jovanović, et al., 2002) који су досегли висок ниво могућности препознавања парова хромозома и слагања кариотипа (Jovanović, et al. 2004, 2010) методама (микроскопске) фотометрије и анализе слика уз кориштење различитих софистицираних метода препарирања хромозома. Проучавање величине хромозома, помјерањем од оптичког микроскопског нивоа, на ниво положаја гена и ДНК секвенци, долази се у виртуелни ниво анализе („digital karyotyping“) који се даје у мапама гена хромозома, односно мапама јединица генома (Gilbert, 1966, Wang et al., 1966).

Концепт централног оптерећења првенствено је повезан са улогом центромере у транспорту хромозома током дијелења ћелије, а са становишта количине генома који је везан више би одговарало, носивост центромере, или централно задужење – за дио генома који она укључује у хромозомску гарнитуру ћелије. Индекси централних оптерећења (индекси носивости центромера, или индекси централних задужења) мјере односе унутар хромозомских гарнитура – система који трају, који се одржавају и обезбјеђују трајањем генерација потомачких, ћелија, јединки и таксона. Индекси централних оптерећења, добијени на основу количина укупне, или кодирајуће ДНК, или на основу броја парова база, или на основу броја гена, нагласили би улогу центромере у преносу и одржању информационог основа кроз генерације ћелија и јединки унутар таксона. Улогом центромере хромосом је јединица комбиновања, а не само дио хромозомске гарнитуре. Ова самосвојност хромозома, а не само припадност хромозомској гарнитуре, представља различиту полазну основу у односу на процентуално изражавање улоге хромозома у хромозомској гарнитуре. Нумерички еталони кариотипова могу да послуже за повезивање мјерних показатеља о кариотиповима добијеним различитим

методама. Примјена нумеричких еталона кариотинова постаје лакша и потребнија са побољшањем метода мјерења и квантификације хромозомских гарнитура.

ЗАКЉУЧАК

Нумерички еталон кариотинова бројно (и графички) допуњује слику полазног кариотинова: У овом раду, дата су два еталона који су комплементарни сликама кариотинова мужјака и женке подврсте *Erinaceus europaeus roumanicus* који су публиковани у Атласу хромозома сисара на листу 53 (Hsu, Benirschke, 1968).

Поредак величина у нумеричким еталонима кариотинова *E.e.roumanicus*:

- за мужјака веће него за женку је 17 показатеља: $W_M > W_Z$ (однос дужина најдужег и најкраћег хромозома), $H_{1M} > H_{1Z}$ (индекс најдужег хромозома), (положај $H=1$) $_M >$ (положај $H=1$) $_Z$ (положај ранга јединичног индекса центромерног оптерећења), $P_{LM} > P_{LZ}$ (пропорција дугокракости), $F_{HM} > F_{HZ}$ (варијација индекса хромозома у односу на сестринске хроматиде), $F_{LM} > F_{LZ}$ (варијација индекса дугих кракова у односу на дуге кракове сестринских хроматида), $F_{AM} > F_{AZ}$ (варијација индекса кракова у односу на кракове сестринских хроматида), $r_M > r_Z$ (кофицијент линеарне корелације дужина сестринских хроматида), $\rho_M > \rho_Z$ (кофицијент корелације рангова дужина сестринских хроматида), $sh_M > sh_Z$ (стандардна девијација индекса центромерних оптерећења), $sl_M > sl_Z$ (стандардна девијација индекса парцијалних центромерних оптерећења дугих кракова), $sk_M > sk_Z$ (стандардна девијација индекса парцијалних центромерних оптерећења кратких кракова), $sa_M > sa_Z$ (стандардна девијација индекса парцијалних центромерних оптерећења кракова), $slim > sliz$ (стандардна девијација индекса центромерних оптерећења – симулација делеција кратких кракова), $skim > skiz$ (стандардна девијација индекса центромерних оптерећења – симулација делеција дугих кракова), $saim > saiz$ (стандардна девијација индекса центромерних оптерећења – симулација центричних фисија), $(sl/sh)_M > (sl/sh)_Z$ („пропорција“ – однос: стандардна девијација индекса парцијалних центромерних оптерећења дугих кракова према стандардној девијација индекса центромерних оптерећења),
- за мужјака мање него за женку је 6 показатеља: $H_{48M} < H_{48Z}$ (индекс најкраћег хромозома), $SCO_M < SCO_Z$ (специфично центромерно оптерећење – просјечна измјерена дужина хромозома), $PSCOL_M < PSCOL_Z$ (парцијално специфично центромерно оптерећење дугог крака – просјечна измјерена дужина дугих хромозомских кракова), $F_{KM} < F_{KZ}$ (варијација индекса кратких кракова у односу на кратке кракове сестринских хроматида), $(sk/sh)_M < (sk/sh)_Z$ („пропорција“ – однос: стандардна девијација индекса парцијалних центромерних оптерећења кратких кракова према стандардној девијацији индекса центромерних оптерећења), $(sa/sh)_M < (sa/sh)_Z$ („пропорција“ – однос: стандардна девијација индекса парцијалних центромерних оптерећења кракова према стандардној девијацији индекса центромерних оптерећења).

Поређењем еталона двију подврста *E.e.roumanicus* са *E.e.europaeus*, установљено је да: *E.e.roumanicus* има 2 једнака показатеља (2 мужјак): (положај $H=1$) $_M$ и r_M ; 13 већих показатеља (10 мужјак, 3 женка): H_{1M} , H_{48M} , H_{48Z} , P_{LM} , F_{HM} , sh_M , sl_M , sa_M , $slim$, $skim$, $saim$, $(sk/sh)_Z$ и $(sa/sh)_Z$; а 30 мањих показатеља (11 мужјак, 19 женка): W_M , W_Z , H_{1Z} , (положај $H=1$) $_Z$, SCO_M , SCO_Z , $PSCOL_M$, $PSCOL_Z$, P_{LZ} , F_{HZ} , F_{LM} , F_{LZ} , F_{KM} , F_{KZ} , F_{AM} , F_{AZ} , r_Z , ρ_M , ρ_Z , sh_Z , sl_Z , sk_M , sk_Z , sa_Z , $sliz$, $skiz$, $saiz$, $(sl/sh)_M$, $(sl/sh)_Z$, $(sk/sh)_M$ и $(sa/sh)_M$.

Поређењем еталона подврста *E.e.roumanicus* са просјеком за 234 еталона сисара, установљено је да: *E.e.roumanicus* има 10 већих показатеља (8 мужјак, 2 женка): W_M, Г_M, Р_M, SH_M, SL_M, SK_M, SK_Z, SL_{IM}, (SLI/SH)_M и (SLI/SH)_Z; а 26 мања показатеља (10 мужјак, 16 женка): W_Z, H_{1M}, H_{1Z}, H_{2nM}, H_{2nZ}, SCO_M, SCO_Z, PSCOL_M, PSCOL_Z, P_{LM}, P_{LZ}, r_Z, ρ_Z, SH_Z, SL_Z, SA_M, SA_Z, SL_{IZ}, SK_{IM}, SK_{IZ}, SA_{IM}, SA_{IZ}, (SKI/SH)_M, (SKI/SH)_Z, (SAI/SH)_M и (SAI/SH)_Z.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gallus, G., P. W. Neurath (1970): Improved computer chromosome analysis incorporating preprocessing and boundary analysis. *Phis. Med. Biol.* 15: 435-445.
2. Gilbert, C. W. (1966): A computer programme for the analysis of human chromosomes. *Nature*, 212: 1437-1440.
3. Goldermann, H., G. Stranzinger (1971): Messung von Chromosomen mit dem Koordinatenmesstisch im „line“-Verfahren. *Mikroskopie*, 27: 331-337.
4. Habedank, M. (1972): Chromosomeidentification durch direkte quantitative Fernsehbildanalyse. *Klin. Wacher.*, 50: 846-849.
5. Hsu, T. C, K. Benirschke (1967): *An atlas of mammalian chromosomes. Vol.* Spring Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
6. Hsu, T. C, K. Benirschke (1968): *An atlas of mammalian chromosomes. Vol. 2.* Spring Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
7. Imai, H.T. (1971): A new criterion for classification of mammalian chromosomes. *Annual Report of National Institute of Genetics (Japan)*, 22 : P.48-50.
8. Imai, H.T. (1972): Non-random localization of centromere in mammalian chromosomes. *Annual Report of National Institute of Genetics (Japan)*, 23 : P.50.
9. Imai, H, T. (1972a): Proposal of a new criterion for the classification of mammalian chromosomes. *Annual Report of National Institute of Genetics (Japan)*, 23 : P.50-52.
10. Imai, H. T. (1972b): Comparison between the length method and weight method for formulating the centromeric position of mammalian chromosomes. *Annual Report of National Institute of Genetics (Japan)*, 23 : P.53-54.
11. Imai, H. T. (1975): Evidence for nonrandom localization of the centromere on mammalian chromosomes. *J. theor. Biol.* 49. 111-123.
12. Imai, H. T. (1983): Quantitative analysis of karyotype alteration and species differentiation in mammals. *Evolution*, 37(6): 1154-1161.
13. Imai, H. T., R. H. Crozier (1980): Quantitative analysis of directionality in mammalian karyotype evolution. *American Naturalist*, 116(4) : 537-569.
14. Imai, H. T., T. Marujama, R. H. Crozier (1983): Rates of mammalian karyotype evolution by the karyograph method. *American Naturalist*, 121(4): 477-488.
15. Imai, H. T., T. Marujama, T. Gojobori, Y. Inoue» R. H. Crozier (1986): Theoretical bases for karyotype evolution. I. The minimum-interaction hypothesis., *American Naturalist*, 128(6): 900-920.
16. Imai, H. T., R. W. Taylor, M. W. J. Crozier and, R. H. Crozier (1986a): Modes of spontaneous chromosomal mutation and karyotype evolution in ants with reference to the minimum interaction hypothesis. *Jpn. J. Genet*, 63 : 159-185.
17. Imai, H. T., T. Maruyama, T. Gojobori, Y. Inoe, R. Crozier (1986b): Theoretical bases for karyotype evolution. I. The minimum-interaction hypothesis. *Am. Nat.* 128:900-920.

18. Jovanović, A., Z. Đorđević, F. Marić, M. Marić, D. Perišić (2002): CCD microscopy – image analysis by Group for Intelligent Systems (GIS). *Archiv of Oncology*, 11(2): 109-114.
19. Jovanović, A., M. Marić, M. Borovčanin, A. Perović (2004): Towards intelligent chromosome analysis. *Proc. Conf. Bioinformatics workshop, Soc. for Industrial and applied math. SIAM International Conference on data mining (SDM04) Orlando, Florida*.
20. Jovanović, A., A. Perović, W. Klonowski, W. Duchi, Z. Đorđević, S. Spasić (2010): Detection of structural features in biological signals. *J. Signal Process Syst.*, 60; 115-129. DOI 10.1007/s 11265-009-0407-7
21. Malkov, S., M. Vujošević, A. Jovanović (1995): One method for chromosome analysis and comparison. *Proc. of the Conference Mathematics and the others sciences, Creta, Greec Mathematical Society*.
22. Moore, R. C., G. Gregory, (1963): Biometrics of the karyotype of *Protemnodon bicolor*, with reference to the limitations in accuracy of identifying human chromosomes. *Nature*, 200: 234-237.
23. Neurath, P. W., K. Enslin, (1969): Humen chromosome analysis as computed from arm lengths measurments. *Cytogenetics*, 8: 337-354.
24. Pavlović, B. (1977): **Sistematski značaj morfolometrijskih odnosa u hromosomskim garniturama nekih riba i sisara (Magistraski rad)**. Prirodno-matematički fakultet, Sarajevo: 1-153.
25. Pavlović, B. (1977a): Varijacija indeksa centromernog opterećenja u kariotipu nekih riba i sisara. *III Simpozijum biosistemafikara Jugoslavije, Sadržaji referata: 2-3*. Novi Sad.
26. Pavlović, B. P. <(1994): <Metod izrade numeričkih etalona kariotipa. A method for making numerical karyotype etalons. <Prvi kongres genetičara Srbije, Vrnjačka Banja, Abstrakti, Društvo Genetičara Srbije, Beograd: <S1-8, <8-9. <http://www.dgsgenetika.org.rs/abstrakti/i-kongres-sr.htm#Rad8#Rad8> <http://www.dgsgenetika.org.rs/abstrakti/i-kongres-en.htm#Rad8#Rad8>
27. Pavlović, B. P. <(1994a): <Numerički etaloni kariotipova *Erinaceus europaeus europaeus*. Numerical karyotype etalons: *Erinaceus europaeus europaeus*. < Zbornik abstrakta, Prvi kongres genetičara Srbije, Vrnjačka Banja, Abstrakti, Društvo Genetičara Srbije, Beograd: <S1-9, <9-10. <http://www.dgsgenetika.org.rs/abstrakti/i-kongres-sr.htm#Rad9#Rad9> <http://www.dgsgenetika.org.rs/abstrakti/i-kongres-en.htm#Rad9#Rad9>
28. Pavlović, B., Lj. Berberović (1978): Proposition for a karyometrical parameter - "centromeric load index". In *XIV International Congress of Genetics, Contributed paper sessions, Abstracts, Part I, Sections 1-12: 270*. Moscow.
29. Pavlović, B., Lj. Berberović (1978a): Kariometrijski pristup proučavanju citotaksonomije nekih vrsta roda *Paraphoxinus* (Cyprinidae. Pisces). *Ichthyologia*, 10(1): 85-113.
30. Pavlović, B., Lj. Berberović (1985): Metod kariometrijske analize zasnovan na konceptu centromernog opterećenja. *Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu*, 38: 85-105.
31. Pavlović, B., Nevenka Pavlović (1994): Odnos komponenti varijacije unutar kariotipa sisara i riba: Indeksi parcijalnog centromernog opterećenja krakova i indeksi centromernog opterećenja. The relation of variation components inside the karyotype of

- mammalia and pisces: indices of partial centromere arm loads and indices of centromere loads. *Zbornik abstrakta, Prvi kongres genetičara Srbije, Vrnjačka Banja, Abstrakti, Društvo Genetičara Srbije, Beograd*: <S1-10, 10-11.
<http://www.dgsgenetika.org.rs/abstrakti/i-kongres-sr.htm#Rad10#Rad10>
<http://www.dgsgenetika.org.rs/abstrakti/i-kongres-en.htm#Rad10#Rad10>
32. Sybenga, J. (1959): Some sources of error in the determination of chromosome length. *Chromosoma*, 10: 355-364.
33. Wang, T.-L., C. Maierhofer, M. R. Speicher, C. Lengauer, B. Vogelstein, K.W. Kinzler, V. E. Velculescu (2002): Digital karyotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(25): 16156-16161.
www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.2026108999

Примљено: 23. 03. 2016.
Одобрено: 18. 05. 2016.