

УДК 575.224, 577.21

Костенко С. О., Глазко Т. Т., Бунтова О. Г.
**ЦИТОГЕНЕТИЧНІ АНОМАЛІЇ У ТРЬОХ ВИДІВ НОРИЦЬ
(ARVICOLIDAE) В УМОВАХ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС**

Вступ

Забруднення значних територій радіонуклідами після Чорнобильської катастрофи поставило проблему прогнозу наслідків його дії на угрупування, трофічні ланцюги, екосистеми. Мишоподібні гризуни, завдяки широким ареалам, прив'язаності до місць існування [8, 11], тісному контакту з верхніми шарами ґрунту [9, 10] та швидким темпам розмноження є зручними об'єктами для біоіндикації екотоксичності. Традиційними критеріями генотоксичних ефектів слугують нап'явність і частка особин з конститутивними цитогенетичними аномаліями і частота соматичних клітин з хромосомними аберациями [1, 5].

Проте до сих пір не вдається виявити чітких зв'язків між цими параметрами і рівнями забруднення місць відлову тварин [2]. Відсутність цих зв'язків у більшості випадків пояснюють нерівномірністю забруднення місць відлову й індивідуальною чутливістю тварин до генотоксичних ефектів. Але не можна виключити, що у різних тварин в цих умовах індукуються різні цитогенетичні аномалії, зокрема, не тільки внутрішньохромосомні пошкодження, але і анеуплоїдія. У зв'язку з цим метою роботи став порівняльний аналіз частот зустрічальності різних типів цитогенетичних аномалій у клітинах кісткового мозку нориць, відловлених в зоні відчуження Чорнобильської АЕС.

Матеріали і методи досліджень

Для відлову гризунів використано живоловки. Нориці-економки відловлені біля оз. Глибокого (бл. 400 Ки/км²), звичайні нориці — Роз'їздого, Ямполя, Залісся, Іванкова (до 20 Ки/км²), руді нориці — з Рудого лісу (100–2000 Ки/км²), Копачів, Неданчичів (до 5 Ки/км²) в весняно-літній період. Препарати клітин КМ готували за стандартною методикою, без колхіцину: із стегнових кісток мозок вимивали гіпотонічним розчином KCL (0,54 %); суспендували й інкубували 40 хв. в цьому розчині при 37°C; фіксували сумішшю метанолу і льодяної оцтової кислоти (3:1), тричі міняючи фіксатор. Суспензію капали на холодні мокрі скельця, висушували і фарбували барвником Гімза ("Merck", Німеччина).

На метафазних пластинках аналізували такі цитогенетичні параметри: анеуплоїдія (А), частота зустрічальності метафаз з хромосомними аберациями (хромосомні, хроматидні розриви, фрагменти, кільцеві хромосоми) (ХА), з міжхромосомними асоціаціями за типом Робертсонівських транслокацій (МАРБ) і з асинхронністю розщеплення центромерних

районів хроматид (АРЦРХ). Їх частоти зустрічальності розраховано відносно всієї вибірки досліджених метафаз.

У зв'язку з тим, що анеуплоїдія могла виникати за рахунок розриву метафаз при приготуванні цитогенетичних препаратів, а також за рахунок втрат хромосом при порушенні їх сегрегації, частота зустрічальності анеуплоїдних клітин розраховувалася у двох варіантах: частка усіх варіантів анеуплоїдних клітин (А1) серед досліджених і з врахуванням тільки анеуплоїдних клітин з числом хромосом $2n+1$ хромосома (А2).

На основі фотографій складали каріограми (отримано по 24–56 метафаз на тварину). Для виявлення зв'язку між розміром, морфологією хромосоми і її залученням у А1, А2, ХА, і МАРБ для кожної групи хромосом, а також індивідуальних хромосом, які легко визначати при рутинному фарбуванні, виконували порівнювання процентного вкладу (%) однієї хромосоми у каріотип і частоти залучення цієї хромосоми (або групи хромосом) у цитогенетичні аномалії методом Хі-квадрат [12].

Опис нормальних каріотипів

Microtus oeconomus. Для економки характерний каріотип з $2n=30$. При рутинному фарбуванні типували хромосоми 4 хромосоми: 1 (великий субметацентрик), 10 (субметацентрик із співвідношенням плечей 1:5), 14 (дрібний акроцентрик), У (найдрібніший акроцентрик) [13].

Microtus arvalis. Каріотип нориці звичайної ($2n=46$) є стандартним для раси “*arvalis*”. Він представлений 4 парами великих метацентричних хромосом, парою великих субметацентричних хромосом, 13 парами дрібних мета- і субметацентричних хромосом, 4 парами дрібних акроцентричних хромосом, хромосома Х – метацентрик середніх розмірів. Хромосома У – найдрібніший акроцентрик [14].

Myodes glareolus. Каріотип нориці рудої ($2n=56$) представлений 54 аутосомами (52 акроцентрики і два дрібних метацентрики) і парою статевих хромосом.

Результати досліджень і їх обговорення

Виконали порівняльний аналіз частот зустрічальності різних типів цитогенетичних аномалій нориць-економок, відловлених біля оз. Глбкого. Аналіз каріограм нориць-економок дозволив виявити високий рівень індивідуальної мінливості за співвідношенням кількості гіпоплоїдних клітин до гіперплоїдних. Спостерігали відмінності між тваринами і при оцінці анеуплоїдії індивідуальних хромосом (табл. 1).

Так, у двох тварин (№ 1 і 3) різні хромосоми втрачалися приблизно з однаковою частотою. У двох інших тварин (№ 2, 4, 5) спостерігали тенденцію до частішої втрати дрібних хромосом. Крім того, у цих тварин до анеуплоїдії з підвищеною частотою (відносно інших середніх за розмірами хромосом) залучалася хромосома 10. Отже, при вивченні анеуплоїдії виявлено високий рівень індивідуальної мінливості за співвідношенням гіпер- і гіпоплоїдних метафаз, а також за вкладом в цю аномалію окремих хромосом, які різняться розміром і морфологією.

У трьох із п'яти тварин виявлені додаткові акроцентричні хромосоми, не типові для каріотипу нориці-економки. Їхня поява у метафазних пластинках часто співпадала з утратою однієї або декількох метацентри-

чних хромосом. Оскільки виявлені акроцентрики розрізнялися за морфологією і відносним розміром, ми припускаємо, що вони були результатом розщеплення різних суб- і метацентричних хромосом. Це може свідчити про інтенсифікацію процесів розщеплення хромосом по центромерним ділянкам в окремих соматичних клітинах.

Таблиця 1. Анеуплоїдія у нориць-економок (*Microtus oeconomus*)

Всього мета- фаз	2n=30		2n=31		2n=29		Втрати хромосом					
	Мета- фаз	%	Мета- фаз	%	Мета- фаз	%	1	2-9, X	10	11- 13	14	У
24	17	70,8	2	8,3	4	16	-	5	1	3	1	-
46	32	69,6	-	0	7	15,2	-	12	4	9	3	-
49	30	61,2	5	10,2	5	10,2	1	7	2	4	3	-
52	36	69,2	10	19,2	2	3,8	-	5	2	6	-	-
29	21	72	-	0	4	13,8	-	2	2	1	3*** ¹	4***

¹ – частота залучення хромосом 14 і У до анеуплоїдії вірогідно вища їхнього процентного вкладу у каріотип.

Частка метафаз з АРЦРХ коливалася від 10 до 31 % (табл. 2). Серед метафаз з АРЦРХ 69% склали метафази з АРЦРХ лише однієї хромосоми. Наявність цієї аномалії тільки за однією хромосомою серед метафаз з АРЦРХ у різних особин коливалася в межах від 40 до 100 %.

Частота зустрічальності метафаз з АРЦРХ для індивідуальних хромосом варіювала від особини до особини (табл. 2). У тварин № 1 і 2 до АРЦРХ найчастіше залучалися хромосоми меншого розміру, у третьої тварини – достовірно частіше до АРЦРХ залучалися хромосоми 10 і 14 (у 3 і 4 рази, відповідно). У тварин 4 і 5 спостерігалася тенденція до підвищеного залучення у АРЦРХ хромосом середнього розміру. Мінливість за цією характеристикою носила виразний індивідуальний характер – від рівноімовірної до специфічної участі у ній окремих хромосом.

Таблиця 2. Асинхронне розщеплення центромерних районів хроматид нориць-економок (*Microtus oeconomus*)

Кіль- кість мета- фаз	Метафаз з АРЦРХ	Хромосом з АРЦРХ			Індивідуальні показники для окре- мих хромосом і їхніх груп					
		%	Кіль- кість	на 1 ме- тафазу	1	2-9, X	10	11-13	14	у
24	4	16,7	3	0,13	-	-	1	1	1	-
46	12	24,5	18	0,39	-	8	1	6	3	-
49	15	30,6	29	0,59	1	7	¹ 6***	6	9***	1
52	11	21,2	22	0,42	2	11	4	3	2	-
29	3	10,3	4	0,14	-	2	1	1	-	-

¹ – частота залучення хромосом 14 і У до АРЦРХ вірогідно вища їхнього процентного вкладу у каріотип (P<0,001)

Середній показник за ХА склав 4,5%, що не перевищує рівня хромосомних аберацій, характерного для тварин, які мешкають в індустріально забруднених районах (табл. 3). Частота зустрічальності хромосомних і хроматидних розривів була суттєво меншою, ніж метафаз із такими включеннями, і змінювалася в межах 0–6,9 %. Найчастіше хромосомні пошкодження були у великих хромосом (зокрема, № 1).

Отримані дані дозволяють припустити, що для економок анеуплоїдію, АРЦРХ, центричні злиття хромосом 10+14 зручно використовувати як характеристику при оцінці генотоксичності середовища.

Таблиця 3. Хромосомні аберації (ХА) у нориць-економок

Ра- зом мета- фаз	Метафаз із фрагмента- ми		Метафаз із розривами		Індивідуальні показники для окремих хромосом із фрагментами						Показники для окре- мих хромосом із роз- ривами					
	Кіль- кість	%	Кіль- кість	%	1	2-9, X	10	11- 13	14	y	1	2-9, X	10	11- 13	14	y
24	5	20,8	-	0	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	12	26,1	2	4,3	5!!!	8!!!	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
49	15	30,6	3	6,1	3!	14!	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-
52	17	32,7	2	3,8	1	15!	5!	1	-	-	1	2	-	-	-	-
29	5	17,2	2	6,9		2-	-	3	-	-	1	-	-	1	-	-

! – частота залучення хромосом до ХА вірогідно вища їх процентного вкладу у каріотип («!!!» та «!» — відповідні рівні достовірності).

Для проведення масового скринінгу на генотоксичність важливо, що хромосоми 10 і 14 легко типувати при рутинному фарбуванні. За останні 30 років опубліковано чимало праць про мінливість каріотипу у цього виду у різних регіонах, проте при поліморфізмі за кількістю плечей хромосом кількість самих хромосом не змінна.

Сумарні результати аналізу каріограм шести *M. arvalis* подані в табл. 4–6. Спостерігалась виразна індивідуальна мінливість частки гіпоплоїдних і гіперплоїдних метафаз серед анеуплоїдних клітин.

Виявлено якісні відмінності між дослідженими тваринами за втратами хромосом різної довжини й морфології. В однієї тварини втрати хромосом не залежали від їх розміру й морфології. У 4-х тварин частіше втрачалися акроцентричні хромосоми, у однієї спостерігали переважно втрати малих мета- і субметацентричних хромосом. В усіх досліджених тварин великі мета- і субметацентрики втрачалися рідше, ніж вони представлені в каріотипі. Тенденція до більш частих утрат малих хромосом виявлена і в дослідженнях на лабораторних мишах [15].

Аналіз гіперплоїдних метафаз показав, що великі мета- і субметацентрики майже не залучалися до гіперплоїдії. Серед "надлишкових" хромосом переважали акроцентрики. У деяких тварин були метафази з порушеннями співвідношення мета- і акроцентричних хромосом, причому у ряді випадків — при збереженні типового $2n=46$.

Таблиця 4. Анеуплоїдія у звичайних нориць (*Microtus arvalis*)

Кількість мета- фаз	2n=46		2n=45		2n=47		Втрати хромосом					
	Мета- фаз	%	Мета- фаз	%	Мета- фаз	%	Хро- мосом	1-5	6-18	19- 22	X	Y
43	30	69,8	4	9,3	2	4,7	23	2	8	13	0	0
42	22	52,4	5	11,9	4	9,5	31	0	26	3	2	0
56	38	67,9	5	8,9	7	12,5	18	0	8	8	2	-
40	29	72,5	3	7,5	5	12,5	19	1	9	7	1	1
30	22	73,3	1	3,3	3	10,0	13	1	7	5	0	-
43	18	41,9	5	11,6	4	9,3	30	2	21	7	0	-



Рис. 1. Метафазна пластинка нориці звичайної (*Microtus arvalis*). Стрілка вказує на хроматидний розрив в ділянці центромери.

Так, у тварини № 6 спостерігали 5 метафаз (12 %) з порушеннями стандартного хромосомного набору, із появою «зайвих» акроцентриків і «недостачею» метацентриків. У тварин № 3 і 4 також виявлено подібні порушення зі своїми специфічними особливостями у кожній метафазі. Враховуючи підвищене залучення акроцентриків до гіперплоїдії, подібні відхилення кількості акроцентричних хромосом від їх вкладу у каріотип (%) можуть обумовлюватись частим порушенням сегрегації хроматид акроцентричних хромосом порівнянно з метацентриками.

Іншими причинами появи додаткових акроцентричних хромосом можуть бути інверсії, а також центромерні розщеплення мета- і субметацентриків з утворенням акроцентриків. Оскільки в наших досліджах знайдена підвищена частота метафаз з хроматидними розривами в центромерних районах (рис. 1), ми вважаємо, що остання причина появи гіпердиплоїдних клітин у цього виду є найбільш імовірною.

Таблиця 5. Асинхронність розщеплення центромерних районів хроматид у звичайних нориць (*Microtus arvalis*)

Кількість метафаз	Метафаз з АРЦРХ		Хромосом з АРЦРХ кількість	Індивідуальні показники для окремих груп хромосом				
	Кількість	%		1–5	6–18	19–22	X	Y
43	22	51,2	50	10	32	4	3	1
42	13	31,0	33	2	23	6	2	0
56	33	58,9	126	18	82	17	9	-
40	18	45,0	46	7	24	12	3	0
30	10	33,3	24	6	16	0	2	-
43	17	49,5	48	3	37	7	1	-

Результати досліджень зустрічальності метафаз з АРЦРХ у різних тварин представлені у табл. 5. АРЦРХ зустрінуто у 43 % метафаз. Межі мінливості за даною характеристикою склали 29–59 %.

Серед клітин з АРЦРХ переважали метафази, в яких до АРЦРХ залучалася більше однієї хромосоми. АРЦРХ виявлені в усіх групах хромосом, розподіл участі хромосом у цій аномалії не відрізнявся від їхнього вкладу (%) у каріотип. Враховуючи відомий для виду поліморфізм за кількістю плечей хромосом [7], можна заключити, що у геномі звичайної нориці центромерні райони є найменш стабільними ділянками хромосом, що, можливо, зберігається і при соматичному мутагенезі.

ХА виявляли як у великих, так і в дрібних хромосомах (табл. 6). Частота зустрічальності метафаз із ХА коливалася від 3,3 до 9,3%; у середньому 5,5 %. Загалом ХА частіше (біля 50% випадків) були присутні у великих метацентриків, що перевищує їхній процентний вкладу в каріотип у 2 рази, однак відповідає більш високому вмісту ДНК у цій групі хромосом. Тобто при сумарному аналізі тварин розподіл ХА за хромосомами, виявлений нами, відповідає припущенню про пряму пропорційність між розміром хромосоми й частотою її пошкоджень.

Аналіз ХА у окремих тварин виявив, що така залежність суттєво коливалася від однієї особини до іншої. Так, у тварини №1 із п'яти ХА 4 хромосомних і хроматидних розриви були в малих суб- і метацентричних хромосомах і лише одна ХА – у великого метацентрика. Тварина № 2 за ХА характеризувалася великою кільцевою хромосомою і хроматидним розривом в одного малого метацентрика. У тварини № 3 не виявлені ХА у великих хромосомах, в ХА залучалися один малий метацентрик і один акроцентрик. ХА великих метацентриків виявлені у тварин № 4 і № 6. У тварини № 5 ХА присутня лише в одному малому метацентрику. На деяких метафазах присутні множинні хроматиноподібні фрагменти, неасоційовані з певними хромосомами (табл. 6).

Отже, у звичайної нориці, як і у економки, виявляється індивідуальна мінливість за наявністю зв'язків між розміром, морфологією хромосом і їхнім залученням до ХА.

Таблиця 6. Хромосомні аберації у звичайних нориць (*Microtus arvalis*)

Кількість метафаз	Метафаз із хроматино-подібними фрагментами		Метафаз із розривами		Індивідуальні показники для хромосом із фрагментами					Індивідуальні показники для хромосом із розривами				
	Кількість	%	Кількість	%	1-5	6-18	19-22	x	y	1-5	6-18	19-22	X	y
43	4	9,3	4	9,3	0	4	1	0	0	0	3	1	0	0
42	7	16,7	1	2,4	0	0	0	0	0	кільце	1	0	0	0
56	4	7,1	2	3,6	3	2	0	0	0	0	1	1	0	-
40	6	15,0	2	5,0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0
30	11	36,7	1	3,3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	-
43	3	6,9	3	6,9	0	1	0	0	0	3	0	0	0	-

Таблиця 7. Асинхронне розщеплення центромерних районів хроматид у рудих нориць (*Clethrionomys glareolus*)

метафаз з АРЦРХ	метафаз з АРЦРХ акроцентричних хромосом		метафаз з АРЦРХ метацентричних хромосом	
Частка (%)	Кількість	Частка (%)	Кількість	Частка
Зона Рудого лісу (8 тварин)				
9,7±1,3	2,1±0,8	*42,2±12,8	2,8±1,1	*57,8±12,8
Копачі, Неданчичі (до 5 Ки/км ²) (6 тварин)				
5,4 ±3	1,4±0,8	*56±23,3	0,2±0,2	*4±4

Отримані дані дозволяють припустити, що гетерогенність відповіді двох видів нориць на однакову генотоксичну дію може бути обумовлена відмінностями між особинами й видами за наявністю у їхніх каріотипах "гарячих" хромосом, у відношенні входження їх в різні типи цитогенетичних аномалій.

У рудих нориць порівнювали залучення метацентричних хромосом у різні цитогенетичні аномалії з акроцентричними хромосомами. Виявили, що до анеуплоїдії і ХА залучалися тільки акроцентричні хромосоми. У тварин, відловлених в місцях з найвищим рівнем радіонуклідного (Рудий ліс), метацентричні хромосоми вірогідно частіше залучалися до АРЦРХ порівняно з акроцентричними ($P < 0,001$). Можна припустити, що у цього виду порушення рівної імовірності участі у АРЦРХ хромосом різної морфології пов'язане з генотоксичним впливом.

Висновки

Отже, на основі отриманих даних ми робимо такі висновки.

При аналізі внесків індивідуальних хромосом у цитогенетичні порушення у представників різних видів мишовидних гризунів спостерігалися індивідуальні та видові особливості.

У нориць-економок виявлено тенденцію до більш частого залучення до анеуплоїдії і АРЦРХ хромосом № 10 і 14, що, можливо, пов'язано з особливостями їх морфології, оскільки більша частина каріотипу нориці-економки представлена мета- і субметацентричними хромосомами. У звичайних нориць просліджувалася внутрішньогрупова гетерогенність між тваринами за наявністю зв'язків між розміром, морфологією хромосом і їх залученням до цитогенетичних аномалій. У рудих нориць, відловлених у найбільш забрудненому радіонуклідами регіоні, до АРЦРХ частіше залучалися метацентричні хромосоми.

Отримані дані свідчать про те, що індивідуальна мінливість за частотами зустрічальності різних типів цитогенетичних аномалій може бути зумовлена відмінностями між тваринами в присутності-відсутності в їх хромосомних наборах "гарячих" хромосом (з підвищеною мутабільністю), серед яких найчастіше виявляються хромосоми з характерними для даного виду особливостями (для нориці-економки – хромосоми 10 і 14; для рудої нориці – єдина пара метацентриків).

Список літератури

1. Гилева Э. А., Косарева Н. Л., Любашевский Н. Л., Бахтиярова М. Ф. Изменчивость частоты хромосомных нарушений, индуцированных антропогенными поллютантами, у домовых мышей из Гиссарской долины // Экология. – 1993. – № 1. – С. 62–70.
2. Гилева Э. А., Любашевский Н. М., Стариченко В. И., Чибирик М. В., Романов Г. Н. Наследуемая хромосомная нестабильность у обыкновенной полевки (*Microtus arvalis*) из района Кыштымской ядерной аварии – факт или гипотеза? // Генетика. – 1996. – Том 32, № 1. – С. 114–119.
3. Гилева Э. А., Нохрин Д. Ю., Стариченко В. И. Хромосомная нестабильность у потомков полевок из зоны радиационного неблагополучия // Генетика. – 2000. – Том 36, № 5. – С. 714–717.
4. Гончарова Р. И., Рябоконт Н. И., Луквин А. М. Динамика мутабельности соматических и половых клеток животных, населяющих районы выпадения радиоактивных осадков // Цитология и генетика. – 1996. – Том 30, № 4. – С. 35–41.
5. Дмитриев С. Г. Оценка цитогенетического гомеостаза в природных популяциях мелких мышевидных грызунов в районе нижней (г. Астрахань) и средней (г. Чапаевск) Волги // Генетика. – 1997. – Том 33, № 11. – С. 1589–1592.
6. Дмитриев С. Г. Цитогенетическая нестабильность у трех видов грызунов в районе химического предприятия на севере России // Экология. – 1997. – № 6. – С. 447–451.
7. Загороднюк И. В. Карипотипическая изменчивость 46-хромосомных форм полевок группы *Microtus arvalis* (Rodentia): таксономическая оценка // Вестник зоологии. – 1991. – № 1. – С. 36–45.
8. Ильенко А. И. Радиоэкология позвоночных животных. – М.: Наука, 1978. – 270 с.
9. Маслов В. И. Радиационная обстановка жилищ и убежищ мышевидных грызунов в условиях биоценозов повышенной естественной радиоактивности // Радиоэкологические исследования в природных биогеоценозах / Под ред. Верховской И. Н. – М.: Наука, 1972. – С. 216–226.
10. Маслов В. И., Маслова К. И. Радиоэкологические группы млекопитающих и птиц биогеоценозов районов повышенной естественной радиоактивности // Радиоэкологические исследования в природных биогеоценозах / Под ред. И. Н. Верховской. – М.: Наука, 1972. – С. 161–173.

11. **Никитина Н. А.** О постоянстве использования территории грызунами // Фауна и экология грызунов. – М.: МГУ, 1970. – С. 54–65.
12. **Плохинский Н. А.** Биометрия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 368 с.
13. **Baker R. J., Gamilton M. J., Van Den Bussche R. A. et al.** Small mammals from the most radioactive sites near the Chernobyl nuclear power plant // Journal of Mammalogy. – 1996. – Vol. 77, № 1. – P. 155–170.
14. **Mazurok N. A., Isaenko A. A., Nesterova T. B., Zakian S. M.** High-resolution G-banding of chromosomes in the common vole *Microtus arvalis* (Rodentia, Arvicolidae) // Hereditas. – 1996. – Vol. 124. – P. 229–232.
15. **Vig B. K., Paweletz N.** Sequence of centromere separation. Minor satellite DNA does not influence separation of inactive centromeres in transformed cells of mouse // Cancer Genet Cytogenet. – 1993. – Vol. 70, № 1. – P. 31–38.

Summary

Cytogenetic anomalies in three species of voles (Arvicolidae) under the conditions of 30-km zone of the Chernobyl's Nuclear Power Station. — Kostenko S. A., Glazko T. T., Buntova E. G. — Cytogenetic examination of bone marrow cells in *Microtus oeconomus*, *M. arvalis*, and *Clethrionomys glareolus* trapped in areas with different levels of radiopollutions were carried out. Internal population heterogeneity of the answer to genotoxic influence could be caused by the differences between samples in the presence or absence the chromosomes with high mutability ("hot" chromosomes). Species-specific traits of karyotype instability were revealed. In *M. oeconomus*, it was typical the increased involving (concerning others chromosomes) of chromosomes 10 and 14 in aneuploidy and asynchronous splitting centromer. In *Clethrionomys glareolus* asynchronous splitting of metacentric chromosomes took place; in species with acrocentric chromosomes that is an inter-chromosomal associations on the Robertsonian's type. On variability of a number of cytogenetical characteristics, *M. arvalis* was the least stable and most sensitive to chronic low-doses to an irradiation in the investigated range of dozes.