

УДК 597.841:576.316(477)

СРАВНИТЕЛЬНО-КАРИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЖАБ РОДА *BUFO* (AMPHIBIA, ANURA) С ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

В. И. Радченко¹, В. В. Манило²

Национальный научно-природоведческий музей НАН Украины,

ул. Б. Хмельницкого, 15, Киев, 01601 Украина

E-mail: ¹radvikor@gmail.com,

²valentina_manilo@mail.ru

Принято 16 октября 2009

Сравнительно-кариологический анализ жаб рода *Bufo* (Amphibia, Anura) с территории Украины. Радченко В. И., Манило В. В. — Исследованы кариотипы трех видов жаб фауны Украины: серой — *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), зеленой — *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) и камышовой — *Bufo calamita* (Laurenti, 1768). Диплоидный набор всех трех видов состоит из 22 двуплечих хромосом, NF = 44. Различия между видами прослеживаются на уровне морфологии хромосом (у *B. bufo* — 10-я пара хромосом субметацентрик, остальные — метацентрики; у *B. viridis* — 4-я пара — субметацентрик, остальные — метацентрики; у *B. calamita* — 11-я пара — субтелоцентрик, остальные — метацентрики) и общей длины кариотипа (*B. bufo* — 115,5 мкм, *B. viridis* — 102,8 мкм, *B. calamita* — 105,5 мкм). Вторичные перетяжки обнаружены у *B. calamita* на коротком плече 10-й пары и у *B. bufo* на длинном плече 5-й пары хромосом. Половые хромосомы не идентифицированы. Хромосомные формулы: *B. bufo* и *B. viridis* — $2n = 20V + 2sV = 22$, NF = 44; *B. calamita* — $2n = 20V + 2sT = 22$, NF = 44.

Ключевые слова: жабы, кариотип, плечевой индекс, центромерный индекс, Украина.

A Comparatively Kariological Analysis of the Toads *Bufo* (Amphibia, Anura,) from Ukraine. Radchenko V. I., Manilo V. V. — Karyotypes of three species of toads *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) and *Bufo calamita* (Laurenti, 1768) from the fauna of Ukraine are examined: The diploid number consists of 22 chromosomes, NF = 44. Differences among these three species occur in the morphology of chromosomes (the 10-th pair of chromosomes in *B. bufo* has submetacentric structure, the others are metacentric; the 4-th pair of *B. viridis* is submetacentric, whereas the others are metacentric; in *B. calamita*, the 11-th pair of chromosomes is subtelocentric, whereas the others are metacentric) and by general length of karyotype: 115,5 μm for *B. bufo*, 102,8 μm for *B. viridis*, 105,5 μm for *B. calamita*. The secondary constrictions are found on the short shoulder of the 10-th pair in the *B. calamita* and on the long shoulder of 5-th pair of chromosomes in *B. bufo*. Sexual chromosomes are not identified. Chromosomal formulas of *B. bufo* and *B. viridis* are — $2n = 20V + 2sV = 22$, NF = 44 and in *B. calamita* $2n = 20V + 2sT = 22$, NF = 44.

Key words: toads, karyotype, humeral index, centromere index, Ukraine.

Введение

Семейство настоящих жаб (Bufonidae), включающее в себя около 470 видов, на территории Украины представлено одним родом (*Bufo*) который объединяет три вида: жаба серая — *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), жаба зеленая — *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) и жаба камышовая — *Bufo calamita* (Laurenti, 1768) (Тарашук, 1959; Кузьмин, 1999; Писанец, 2006; Писанец, 2007). Согласно последним таксономическим исследованиям класса Anura, основанным на изучении ДНК, виды рода *Bufo*, обитающие на территории Европы, и в том числе — Украины, были отнесены к трем родам: *Epidalia*, *Pseudoepidalia* и *Bufo* (Frost et al., 2006). При выделении таксонов родового уровня авторы использовали монофилетический подход. Вместе с тем данный подход не всегда оправдан, поскольку видовые комплексы имеют также и гибридное происхождение, поэтому в данной работе использована традиционная систематика жаб в рамках одного рода (Писанец, 2007).

Кариологическое исследование жаб, одно из наиболее полных среди амфибий, началось еще в середине XX ст. (Stohler, 1926; Wickbom, 1949; Ullerich, 1966 и др.). В первых публикациях авторы

приводили, как правило, только диплоидное и основное числа и в некоторых случаях — абсолютную длину кариотипа. Дальнейшие исследования связаны с описанием кариотипа разных участков ареала и расширением объема морфометрических промеров хромосом (Bogart, 1972; Morescalchi, Gargiulo, 1968; Morescalchi, 1973; Mészáros, 1972–1973; Griffin et al., 1970; Мазик и др., 1976; Попов, Сеизов, 1976; Писанец, 1978 а, 1991; Попов, Банова, 1978, 1980; Matsui et al., 1985; Odierna et al., 2004; Кайбелева и др., 2006, 2007) Кроме этого, большое значение стали приобретать работы с использованием дифференциальной окраски хромосом (Schmid, 1978).

Очень важным событием в цитогенетике позвоночных стало открытие у комплекса зеленых жаб из Средней Азии, Казахстана, Монголии, Западного Китая и т. д. явления полиплоидизации (Мазик и др., 1976; Писанец, 1978, 1991, 1995; Matsui et al., 1980, 1985; Borkin et al., 1986; Орлова, Утешев, 1986; Бишштейн, 1987; Wu Min, Zhao Yajiang, 1987).

Поскольку кариологическое исследование жаб Украины проводилось спорадически и не в полном объеме (Писанец, 1978; Borkin, et al., 2007), то возникла необходимость более детального описания кариотипов жаб Украины и проведение сравнительно-кариологического анализа полученных данных с данными других авторов.

Материал и методы

Хромосомные препараты получены из клеток костного мозга и крови предварительно колхицинированных животных методом раскапывания (Макгрегор, Варли, 1986). Для повышения митотической активности клеток животным вводили фитогемагглютинин (Лектинотест, Львов) по ранее описанной методике (Манило, 1986, 1989) из расчета 0,02 мл на 1 г массы животного, но с некоторой модификацией: было увеличено время действия ФГА с 72 ч до 120 ч. Делящиеся клетки исследовали на стадии метафазы II митоза с помощью микроскопа Биолам Л–212 при увеличении 900 (об. 90, ок. 10). Было исследовано не менее 70 метафазных пластин каждого вида. В описание кариотипа включали общее количество хромосом в диплоидном наборе (2n), тип хромосом (t_x), длину короткого (L_1), длинного (L_2) плеча и каждой хромосомы, основное число (NF), плечевой (AR) и центромерный (C1) индексы и общую длину (L) кариотипа. Форму хромосом определяли по положению центромеры согласно классификации, предложенной А. Леваном с соавт. (Levan et al., 1964). Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Excel (Microsoft office).

Исследованный материал представлен в таблице 1.

Bufo bufo, Linnaeus, 1758

Исследовано 27 хромосомных препаратов, 72 метафазные пластинки. Диплоидный набор включает 22 хромосомы, которые делятся на две размерные группы: 6 крупных и 5 мелких (рис. 1). На основании промеров длины короткого, длинного плеча, а также общей длины каждой хромосомы из 5 метафазных пластин были вычислены плечевой и центромерный индексы (табл. 2). Морфологическая характеристика кариотипа: 1–9-я, 11-я пары — метацентрики; 10-я — субметацентрик. Хромосомная формула: $2n = 20V + 2sV = 22$, NF = 44. Общая длина кариотипа — 115,5 мкм. Вторичные перетяжки обнаружены на длинном плече 5-й пары хромосом (рис. 1). Половые хромосомы не идентифицированы.

Bufo viridis, Laurenti, 1768

Исследовано 12 хромосомных препаратов, 150 метафазных пластин. Кариотип представлен 22 хромосомами, делящимися на две размерные группы: 6 крупных и 5 мелких пар (рис. 2). На основании промеров длины короткого и длинного плеча, а также общей длины каждой хромосомы из 5 метафазных пластин были вычислены плечевой и центромерный индексы (табл. 2). Морфологическая характеристика кариотипа: 1–3-я, 5–11-я пары имеют метацентрический тип строения хромосом; 4-я — субметацентрический (табл. 2). Общая длина кариотипа составила 102,5 мкм. Хромосомная формула: $2n = 20V + 2sV$, NF = 44. Вторичных перетяжек не обнаружено. Половые хромосомы не идентифицированы.

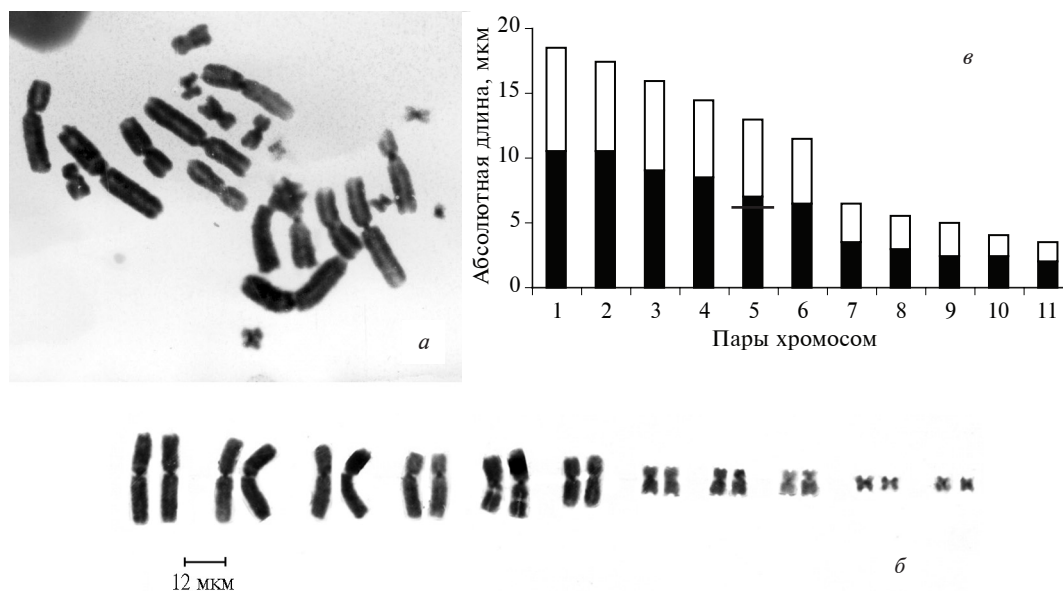


Рис. 1. Кариотип *Bufo bufo*: а — метафазная пластинка; б — кариограмма; в — идиограмма.
 Fig. 1. Karyotype of *Bufo bufo*: а — metafathes plate; б — karyogramme; в — idiogramme.

Таблица 1. География исследованного материала
 Table 1. Geography of the studied material

Вид	Место сбора / год	Количество экземпляров (пол)	Координаты	
			с. ш./ Latitude	в. д./ Longitude
<i>Bufo bufo</i>	Харьковская обл., окр. г. Харькова (Пятихатки) / 2004, 2005	4 ♀	46°56'	36°13'
	Одесская обл., Килийский р-н, окр. с. Лески / 2005	1 ♀	45°27'	29°28'
	Закарпатская обл., окр. г. Ужгорода / 2004	2 ♂	48°37'	22°18'
	Житомирская обл., окр. г. Житомира (Богуня) / 2004	1 ♀	50°16'	28°36'
<i>Bufo viridis</i>	Харьковская обл., окр. г. Харькова	2 ♂	46°56'	46°56'
	Киевская обл., Броварской р-н, окр. с. Богдановка / 2004	2 ♀	50°37'	30°54'
	Киевская обл., Броварской р-н, окр. с. Великая Дымерка / 2004	2 ♂	50°35'	30°54'
<i>Bufo calamita</i>	г. Киев, Голосеевский р-н, парк	1 ♀	50°21'	30°26'
	Волынская обл. Любомльский р-н, окр. с. Свитязь / 2004	3 ♀	51°28'	23°50'

Bufo calamita, Laurenti, 1768

Исследовано 16 хромосомных препаратов, 70 делящихся клеток. Диплоидный набор включает в себя 22 хромосомы, которые делятся на две размерные группы: 6 крупных и 5 мелких пар (рис. 3). На основании промеров длины короткого и длинного плеча, а также общей длины каждой хромосомы из 5 метафазных

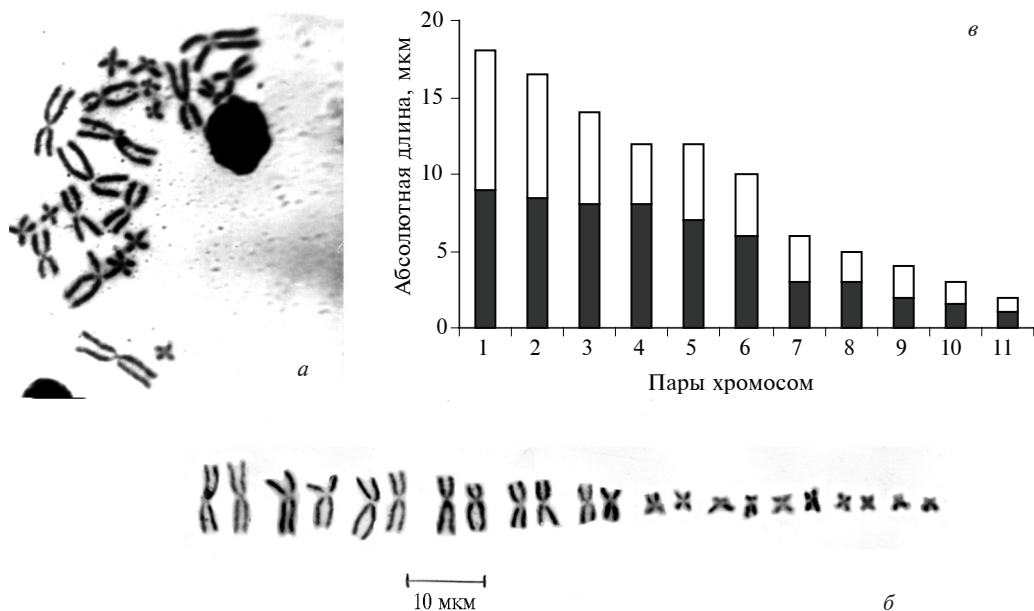


Рис. 2. Кариотип *Bufo viridis*: а — метафазная пластинка; б — кариограмма; в — идиограмма.

Fig. 2. Karyotype of *Bufo viridis*: а — metaphathes plate; б — karyogramme; в — idiogramme.

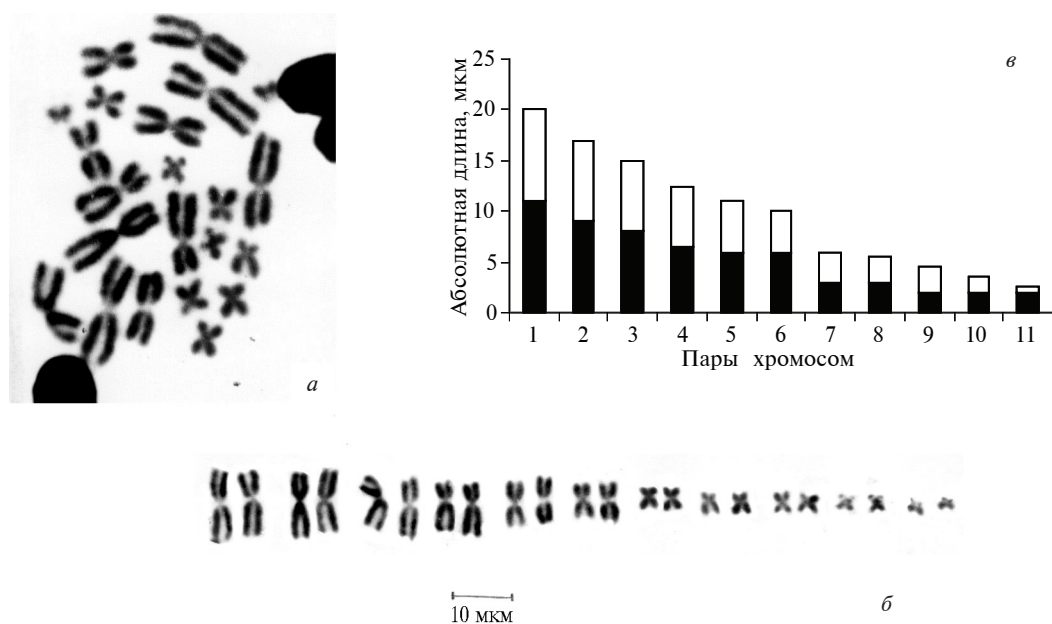


Рис. 3. Кариотип *Bufo calamita*: а — метафазная пластинка; б — кариограмма; в — идиограмма.

Fig. 3. Karyotype of *Bufo calamita*: а — metaphathes plate; б — karyogramme; в — idiogramme.

пластин были вычислены плечевой и центромерный индексы (табл. 2). Морфологическая характеристика кариотипа: 1–10-я пары — метацентрики; 11-я — субтелоцентрик. Общая длина кариотипа — 105,5 мкм. Хромосомная формула: $2n = 20V + 2sT = 22$, $NF = 44$. Вторичные перетяжки локализованы на коротком плече 10-й пары хромосом. Половые хромосомы не выявлены.

Таблица 2. Морфометрическая характеристика хромосом и хромосомные показатели жаб фауны Украины
Table 2. Morphometrical characteristic of chromosomes and chromosome parameters of toads of Ukraine's fauna

№ пары	<i>Bufo bufo</i>						<i>Bufo viridis</i>						<i>Bufo calamita</i>					
	L	L ₂	L ₁	AR	CI	t _x	L	L ₂	L ₁	AR	CI	t _x	L	L ₂	L ₁	AR	CI	t _x
1	18,5 (0,6)	10,5 (0,8)	8 (0,2)	1,3 (0,2)	43,2 (0,2)	V	18 (0,6)	9 (0,2)	9 (0,5)	1,0 (0,2)	50,0 (0,3)	V	20 (0,5)	11 (0,4)	9 (0,5)	1,2 (0,6)	45,0 (0,2)	V
2	17,5 (0,8)	10 (0,8)	7,5 (0,3)	1,50 (0,8)	40,0 (0,3)	V	16,5 (0,8)	8,5 (0,2)	8 (0,3)	1,1 (0,3)	48,5 (0,2)	V	17 (0,3)	9 (0,4)	8 (0,3)	1,1 (0,5)	47,1 (0,2)	V
3	19 (0,9)	10 (0,7)	9 (0,3)	1,3 (0,5)	43,8 (0,3)	V	14 (0,4)	8 (0,6)	6 (0,4)	1,3 (0,5)	42,9 (0,8)	V	15 (0,3)	8 (0,2)	7 (0,4)	1,1 (0,5)	46,7 (0,3)	V
4	14,5 (0,2)	8,5 (0,7)	6,0 (0,6)	1,4 (0,5)	41,4 (0,8)	V	12 (0,4)	8 (0,5)	4 (0,2)	2,0 (0,7)	33,3 (0,5)	Sv	12,5 (0,4)	6,5 (0,3)	6 (0,5)	1,1 (0,3)	48,0 (0,4)	V
5	13 (0,1)	7 (0,5)	6,0 (0,4)	1,2 (0,3)	46,2 (0,8)	V	12 (0,5)	7 (0,4)	5 (0,3)	1,4 (0,6)	41,7 (0,6)	V	11 (0,2)	6 (0,5)	5 (0,4)	1,2 (0,4)	45,5 (0,3)	V
6	11,5 (0,5)	6,5 (0,6)	5,0 (0,2)	1,3 (0,6)	43,5 (0,6)	V	10 (0,6)	6 (0,3)	4 (0,3)	1,5 (0,4)	40,0 (0,4)	V	10 (0,3)	6 (0,5)	4 (0,4)	1,5 (0,3)	40,0 (0,3)	V
7	6,5 (0,7)	3,5 (0,8)	3,0 (0,2)	1,2 (0,8)	46,2 (0,6)	V	6 (0,6)	3 (0,5)	3 (0,4)	1,0 (0,5)	50,0 (0,5)	V	6 (0,4)	3 (0,6)	3 (0,6)	1,0 (0,4)	50,0 (0,2)	V
8	5,5 (0,6)	3 (0,9)	2,5 (0,5)	1,2 (0,5)	45,5 (0,4)	V	5 (0,3)	3 (0,4)	2 (0,5)	1,5 (0,3)	40,0 (0,5)	V	5,5 (0,3)	3 (0,6)	2,5 (0,6)	1,2 (0,3)	45,5 (0,2)	V
9	5 (0,6)	2,5 (0,2)	2,50 (1)	1,0 (0,2)	50,0 (0,5)	V	4 (0,6)	2 (0,2)	2 (0,2)	1,0 (0,5)	50,0 (0,4)	V	4,5 (0,2)	2,5 (0,4)	2 (0,5)	1,3 (0,5)	44,4 (0,2)	V
10	4 (0,5)	2,5 (0,2)	1,5 (0,5)	1,7 (0,3)	37,5 (0,5)	Sv	3 (0,3)	1,5 (0,2)	1,5 (0,3)	1,0 (0,6)	50,0 (0,3)	V	3,5 (0,2)	2 (0,4)	1,5 (0,2)	1,3 (0,5)	42,9 (0,2)	V
11	3,5 (0,2)	2 (0,3)	1,5 (0,5)	1,3 (0,7)	42,9 (0,5)	V	2 (0,5)	1 (0,4)	1 (0,5)	1,0 (0)	50,0 (0,5)	V	2,5 (0,2)	2 (0,5)	0,5 (0,2)	4,0 (0,2)	20,0 (0,2)	St

Примечание. Условные обозначения указаны в разделе Материал и методы. L, L₁, L₂ приведены в микрометрах. В скобках дано отклонение от среднего.

Обсуждение

Цитогенетическое исследование жаб с территории Украины показало, что отличие между их кариотипами прослеживается на уровне значений центромерных и плечевых индексов (табл. 2) и строения отдельных пар хромосом: субметацентрический тип строения у *B. viridis* имеет 10-я пара, (рис. 1) у *B. bufo* — 4-я (рис. 2), а в кариотипе *B. calamita* такой тип строения хромосом вообще отсутствует, 11-я пара является четким субтелоцентриком (рис. 3). Таким образом, по данному признаку (морфология хромосом) в одну группу можно объединить *B. bufo* и *B. viridis*, а в другую — *B. calamita* (табл. 2).

Анализ еще одного признака — длины кариотипа — наоборот показал полное соответствие значения данного признака и деления жаб на комплексы: у *B. calamita* и у *B. viridis* (комплекс зеленых жаб) значения данного признака оказались гораздо ближе между собой (соответственно 105,5 и 102,5 мкм) и ниже чем у *B. bufo* — 115,5 мкм (комплекс серых жаб).

Сравнительный анализ наших данных с данными других авторов (из сопредельных с Украиной территорий) показал ряд различий на уровне общей длины кариотипов, морфологии отдельных пар хромосом и локализации вторичных перетяжек.

Так, наши данные по общей длине кариотипа серой и зеленой жаб совпадают с данными Ф. Уллериха (Ullerich, 1966), где общая длина кариотипа *B. bufo* больше чем у *B. viridis* и противоречат данным П. Попова (Попов, Сеизов, 1976), где общая длина кариотипа зеленой жабы больше чем у серой.

Сравнение плечевых индексов хромосом животных из Украины и сопредельных территорий показало незначительные их различия только на уровне морфологии

Таблица 3. Плечевые индексы (AR) жаб *B. viridis*, *B. calamita* и *B. bufo*
 Table 3. Arms ratios (AR) of toads *B. viridis*, *B. calamita* and *B. bufo*

Вид	n	Номер хромосомной пары											Источник данных
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Bufo viridis</i>	2 n	1,14	1,24	1,38	2,1	1,16	1,62	1,1	1,14	2,14	1,13	1,52	Meszaros, 1972–1973
	4 n	1,2	1,3	1,5	1,8	1,2	1,2	2,0	1,2	1,2	1,1	1,3	Wu Min, Zhao Yajiang, 1987
	2 n	1,05	1,11	1,10	1,85	1,08	1,44	2,40	1,09	1,10	1,01	1,08	Кайбелева, 2006
	4 n	1,21	1,32	1,54	1,77	1,16	1,35	1,95	1,32	1,21	1,06	1,16	Roth, Rab, 1987
	2 n	1,17	1,34	1,45	1,81	1,16	1,50	2,10	1,33	1,25	1,26	1,39	Roth, Rab, 1987
	2 n	1,20	1,20	1,20	2	1,0	1,70	2,60	1,0	1,40	1,20	1,50	Bogart, 1972
	2 n	1,20	1,25	1,25	2,20	1,10	1,30	1,25	2,85	1,20	1,15	1,50	Morescalchi, 1973
	2 n	1,0	1,1	1,3	2,0	1,4	1,5	1,8	1,5	1,0	1,0	1,0	Наши данные
<i>Bufo calamita</i>	2 n	1,16	1,19	1,31	1,68	1,12	1,15	1,07	1,06	2,27	1,0	2,69	Griffin at al., 1970
	2 n	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,5	1,0	1,2	1,3	1,4	4,0	Наши данные
<i>Bufo bufo</i>	2 n	1,12	1,12	1,63	2,5	1,14	1,62	1,27	1,27	2,01	1,12	1,5	Meszaros, 1972–1973
	2 n	1,3	1,5	1,3	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2	1,0	1,7	1,3	Наши данные

отдельных пар хромосом (мета-, субметацентрики), что может быть связано с различной степенью спирализации хромосом (табл. 3).

Существенных отличий в величине плечевых индексов ди- и тетраплоидов *B. viridis* также не удалось обнаружить, морфология хромосом тетраплоидов идентична диплоидам (табл. 3).

Вторичные перетяжки обнаружены у *B. calamita* на коротком плече 10-й пары хромосом и у *B. Bufo* на длинном 5-й, что подтверждает работы других исследователей (Ullerich, 1966; Roth, Rab, 1987). Отсутствие вторичных перетяжек и спутниковых хромосом у *B. viridis*, среди исследованного нами материала может указывать на локальность проявления данного признака. У особей из восточной части ареала наличие спутниковых хромосом и вторичных перетяжек встречается чаще (Wu Min, Zhao Yajiang, 1987; Кайбелева, 2006, 2007).

Выводы

Диплоидный набор жаб фауны Украины состоит из 22 хромосом, количество плеч $NF = 44$.

Отличия между видами прослеживаются на уровне общей длины кариотипа (этот признак подтверждает разделение жаб на комплекс «серых» и «зеленых»), морфологии отдельных пар хромосом и локализации вторичных перетяжек.

По морфологии хромосом кариотипы жаб с территории Украины отличаются не существенно от таковых с других частей ареала.

Морфология хромосом тетраплоидов идентична морфологии хромосом диплоидных экземпляров.

Бирштейн В. Я. Цитогенетические и молекулярные аспекты эволюции позвоночных. — М.: Наука, 1987. — 283 с.

Кайбелева Э. И., Красникова Ю. А., Табачишина И. Е. Описание кариотипа зеленой жабы (*Bufo viridis*) из Саратовского Заволжья // Современная герпетология. — 2006. — 5–6. — С. 104–106.

Кайбелева Э. И., Красникова Ю. А., Табачишина И. Е. Эколого-кариологические особенности *Bufo viridis* севера нижнего Поволжья // Поволжск. экол. журн. — 2007. — № 2. — С. 178–180.

Кузьмин С. Л. Земноводные бывшего СССР. — М.: Т-во науч. изд. КМК, 1999. — 298 с.

Мазик Е. Ю., Кадрова Б. К., Токтосунов А. Т. Особенности кариотипа зеленой жабы (*Bufo viridis*) в Киргизии // Зоол. журн. — 1976. — 55, вып. 11. — С. 1740–1742.

Макрегор Г., Варли Дж. Методы работы с хромосомами. — М.: Мир, 1986. — 262 с.

Манило В. В. Кариотипы гекконов родов *Alsophylax* и *Crossobamon* // Вестн. зоологии. — 1986. — № 5. — С. 46–54.

Манило В. В. Кариологические исследования рептилий // Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. — Киев, 1989. — С. 100–109.

- Орлова В. Ф., Утешев В. К. Тетраплоидная жаба *Bufo viridis* — группы из Джунгарской Гоби // Герпетологические исследования в Монгольской Народной Республике. — 1986. — С. 151–157.
- Писанец Е. М. Про новый полиплоидный вид жаб *Bufo danatensis* Pisanetz., sp. n. из Туркмении // Доп. АН УРСР. Сер. Б. Геол., хім. та біолог. науки. — 1978. — 3. — С. 277–282.
- Писанец Е. М. Новые данные по кариологии *Bufo viridis*-complex (Amphibia, Bufonidae) и вопросы происхождения азиатских тетраплоидных жаб // Герпетол. исследования. — Л. : Изд-во «ЛИСС», 1991. — Вып. 1. — С. 41–50.
- Писанець Є. М. Ропухи Палеарктики (мінливість, систематика та значення поліплоїдії в еволюції роду *Bufo*: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. — К., 1995. — 48 с.
- Писанець Є. М. Фауна амфیبій України: вопросы разнообразия и таксономии. Сообщ. 2. Бесхвостые амфибии (Anura) // 36 пр. Зоол. музею. — Киев, 2006. — № 38. — С. 44–79.
- Писанець Є. Земноводні України: Посібник для визначення амфібій України та суміжних країн. — К. : Вид-во Раєвського, 2007. — 192 с.
- Попов П., Банова М. Исследование абсолютной длины хромосом и генома зеленой жабы // Науч. тр. Пловдив. ун-та. — 1975 (1976). — 13, № 4. — С. 25–29.
- Попов П., Сеизов Г. Сравнительный анализ кариотипов *Bufo bufo* и *Bufo viridis* lanz. // Науч. тр. Пловдив. ун-та. Сер. Биол. — 1976. — 14, № 4. — С. 77–82.
- Тарашук В. І. Земноводні та плазуни. — К. : Вид-во АН УРСР, 1959. — 246 с. — (Фауна України; Т. 7).
- Bogart J. Karyotypes // Evolution in the genus *Bufo* / Ed. W. F. Blair. — Austin; London : Univ. Texas Press, 1972. — P. 171–195.
- Borkin L. J., Caune I. A., Pisanetz E. M., Rozanov Y. M. Karyotype and genome size in the *Bufo viridis* group // Studies in Herpetology / Ed. Z. Rocek. — Prague, 1986. — P. 137–142.
- Borkin L. J., Shabanov D. A., Brandler O. V. et al. A case of natural triploidy in European diploid green toad (*Bufo viridis*), with some distributional records of diploid and tetraploid toads // Russ. J. Herpetol. — 2007. — 14 (2). — P. 121–132.
- Frost D. R., T. Grant, J. Faivovich R. H. et al. The amphibian tree of life // Bull. of the Amer. Mus. of Nat. Hist. 297: — 2006. — 370 p.
- Griffin C. S., Scott D., Parworth D. G. The Influence of DNA Content and Nuclear Volume on the Frequency of Radiation-induced Chromosome Aberrations in *Bufo* Species // Chromosoma (BEE). — 1970. — 30. — P. 228–249.
- Levan A., Fredga K., Sandberg A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes // Hereditas. — 1964. — N 52. — P. 201–220.
- Matsui M. Karyology of Eurasian toads of the *Bufo* complex // Annot. zool. Jap. — 1980. — 53, N 1. — P. 56–68.
- Matsui M., Seto T., Kohsaka Y., Borkin L. J. Bearing of chromosome C-banding patterns on the classification of Eurasian toads of the *Bufo* complex // Amphibia-Reptilia. — 1985. — 6. — P. 23–33.
- Mészáros B. Critical studies on karyotypes of eight anuran species from Hungary and some problems concerning the evolution of the order // Acta biologica debrecina. — 1972–1973. — 10–11. — P. 151–161.
- Morescalchi A. Amphibia // Cytotaxonomy and vertebrate evolution / Eds B. A. Chiarelli, E. Capanna. — London : Academic Press, 1973. — P. 233–348.
- Morescalchi A., Gargiulo G. Su alcune relazioni cariologiche del genere *Bufo* (Amphibia, Salientia) Rend. Acc. Sci. Fis. Mat. — 1968. — 35. — P. 117–120.
- Roth P., Rab P. Sequential chromosome banding studies in the natterjack toad, *Bufo calamita* // Proc. 4th Ord. Gen. Meeting Societas Europaea Herpetologica. Societas Europaea Herpetologica, Faculty of Sciences. — Nijmegen, 1987. — P. 335–338.
- Schmid M. Chromosome banding in Amphibia. I. Constitutive heterochromatin and nucleolus organizer regions in *Bufo* and *Hyla* // Chromosoma. — 1978. — 66. — P. 361–388.
- Odierna G., Aprea G., Capriglione T. et al. Evidence for chromosome and Pst I satellite DNA family evolutionary stasis in the *Bufo viridis* group (Amphibia, Anura) // Chromosome Res. — 2004 — 12. — P. 671–681.
- Stohler R. Die Chromosomen des Hodens und das Biddersche Organ von *Bufo viridis* L. // Biol. Zentralbl. — 1926. — P. 46.
- Ullerich F. Karyotyp und DNS-Genhalt von *Bufo bufo*, *B. viridis*, *B. bufo* □ *B. viridis* und *B. calamita* (Amphibia, Anura) // Chromosoma. — 1966. — 18. — P. 316–342.
- Wickbom T. Cytological studies on Dipnoi, Urodela, Anura, and Emys // Hereditas. — 1949. — 31. — P. 241–346.
- Wu Min, Zhao Yajiang. A preliminary study of the karyotype of *Bufo viridis* Laurenti in Xinjiang // Zool. Res. (Kunming). — 1987. — 8 (4). — P. 339–342.