

Природная полиплоидия у рептилий

С. Н. Литвинчук

Институт Цитологии РАН

Россия, 194064, г. Санкт-Петербург, Тихорецкий проспект, д. 4

Информация о статье

Краткое сообщение

УДК 598.1

<https://doi.org/10.18500/1814-6090-2025-25-3-4-184-187>

EDN: JPGBUM

Поступила в редакцию 10.02.2025,
после доработки 21.02.2025,
принята 21.02.2025

Аннотация. Рассмотрены случаи природной полиплоидии у пресмыкающихся. У них выявлены спонтанная автотриплоидия, негибридная миксоплоидия ($2/3n$), гибридные биотипы (2 и $3n$), полиплоидные виды и тетраплоидные гибриды, полученные от скрещивания между триплоидами и диплоидами. Полиплоидные виды всегда триплоидные и партеногенетические. Ни гиногенез, ни различные типы полуклонального наследования среди них не отмечены. Во всех изученных случаях у рептилий сетчатая эволюция останавливается на этапе, связанном с тетраплоидией. «Древних» полиплоидных линий не выявлено.

Ключевые слова: кариотип, миксоплоидия, партеногенез, пресмыкающиеся, сетчатая эволюция

Финансирование: Работа выполнена при финансовой поддержке бюджетной темы Института цитологии РАН (№ FMFU-2024-0012).

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Образец для цитирования: Литвинчук С. Н. 2025. Природная полиплоидия у рептилий // Современная герпетология. Т. 25, вып. 3/4. С. 184 – 187. <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2025-25-3-4-184-187>, EDN: JPGBUM

Полиплоидия – малоизученное явление, при котором в соматических клетках отмечается увеличение набора хромосом, кратное гаплоидному. Это явление длительное время привлекает особое внимание биологов. Если у растений его влияние на эволюцию не вызывает сомнений, то у животных этот вопрос до сих пор остаётся плохо изученным.

Среди полиплоидов обычно выделяют две основные категории: аллополиплоиды – это гибриды, и автополиплоиды – особи, имеющие несколько наборов хромосом одного вида. В каждой из категорий могут быть выделены группы, связанные с уровнем пloidности, причинами возникновения, особенностями распространения, способами размножения и др.

Цель данной работы – анализ встречаемости различных типов природной полиплоидии в такой большой группе позвоночных животных, как пресмыкающиеся.

До последнего времени среди рептилий в литературе не было упомянуто ни одного случая спонтанной автополиплоидии. Вероятно, связано это с тем, что условия развития в раннем эмбриогенезе (и, как следствие, воздействие, например, экстремальных температур) у них, как правило, гораздо более стабильны, чем, например, у амфи-

бий, у которых встречи автотриплоидных особей в природе происходят достаточно регулярно (Литвинчук и др., 2016). Однако недавно впервые описан случай автотриплоидии у взрослой самки листоватого геккона *Saltuarius cormutus* (Ogilby, 1892), купленной в зоомагазине (Pensabene et al., 2024). Эта находка показала, что принципиального запрета на автополиплоидию у рептилий нет.

В том же году был описан случай природной триплоидии у взрослой змеешерицы *Ophiomorus tridactylus* (Blyth, 1853) из южного Ирана (Litvinchuk et al., 2024). Скорее всего, эта находка также может быть соотнесена со спонтанной автополиплоидией. Но нельзя исключать и того, что данная особь могла быть гибридом (следовательно, аллотриплоидом) между *O. tridactylus* и синтопическим ему видом (например, *O. brevipes* (Blanford, 1874)). Однако тут важно отметить, что у пресмыкающихся пока не было найдено ни одного случая полиплоидии среди гибридов между бисексуальными видами.

Другое явление, имеющее отношение к автополиплоидии, это негибридная миксоплоидия. В этом случае в одной и той же популяции могут встречаться и диплоиды, и триплоиды, и особи со смесью соматических клеток, имеющих различную пloidность ($2/3n$). Среди рептилий диплоид-

✉ Для корреспонденции. Лаборатория стабильности хромосом и микроэволюции генома Института цитологии РАН.

ORCID и e-mail адрес: Литвинчук Спартак Николаевич: <https://orcid.org/0000-0001-7447-6691>, litvinchukspartak@yandex.ru.

но-триплоидный мозаицизм отмечен у черепахи *Platemys platycephala* (Schneider, 1792) и ящерицы *Liolaemus chiliensis* (Lesson, 1830). Возможно, мозаицизм играет важную роль в определении пола у этих животных (Lamborot et al., 2006; Bickham, Hanks, 2009). Также смесь диплоидных и триплоидных соматических клеток была обнаружена у партеногенетической самки ящерицы *Lepidophyma flavimaculatum* Duméril, 1851 (Bezy, 1972).

Если автополиплоидия у позвоночных животных, как правило, не приводит к появлению новых видов, то аллополиплоидия напрямую связана с так называемым гибридогенным или сетчатым видообразованием (Боркин, Даревский, 1980). На первых его этапах происходит гибридизация между диплоидными видами, которая может приводить к возникновению диплоидных клональных (у рептилий партеногенетических) форм. В дальнейшем, вследствие нарушения гаметогенеза, среди клональных гибридов могут появляться триплоидные особи, скрещивание которых с диплоидными видами может привести к возникновению тетраплоидных видов, сначала однополых, а затем и бисексуальных.

Здесь важно отметить, что у животных, когда виды «молодые», их геномы легко смешиваются и без полиплоидизации (Боркин, Литвинчук, 2013). Однако если дивергенция усиливается, то поток генов между видами может сильно замедляться, так как у гибридов многие из генов уже не могут нормально функционировать. В этом случае один из выходов для таких гибридов – это переход к клональному размножению и затем полиплоидия. В результате гибридизации между клональными и бисексуальными диплоидными видами могут возникать так называемые диплоидно-полиплоидные гибридные биотипы, состоящие из гибридных клональных форм с различной пloidностью (например, среди земноводных это съедобная лягушка и гиногенетические амбистомы).

Среди рептилий подобные гибридные биотипы, например, можно найти в роде *Darevskia* Arribas, 1999. У этих скальных ящериц в зонах гибридизации между партеногенетическими и обоеполюми диплоидными видами нередко можно встретить триплоидных особей, которые, как правило, стерильны (Литвинчук и др., 2024). Вероятно, гибридные биотипы есть и у ящериц из рода *Leposoma* Spix, 1825, у которых в зоне гибридизации между бисексуальным и партеногенетическим диплоидными видами (Бразилия)

отмечена триплоидная самка (Pellegrino et al., 2003).

Дальнейшая эволюция диплоидно-полиплоидных гибридных биотипов может привести к возникновению видов, состоящих из только триплоидных особей. На данный момент среди пресмыкающихся в 11 родах и 7 семействах выявлено 21 – 23 таких партеногенетических вида (Litvinchuk et al., 2024). Благодаря преимуществам однополого размножения некоторые из триплоидных видов распространились достаточно широко в регионах своего обитания, показывая высокое адаптивное значение этого явления. А та их часть, у которой был повышенный инвазивный потенциал (например, *Indotyphlops braminus* (Daudin, 1803), *Lepidodactylus lugubris* (Duméril & Bibron, 1836) и *Hemidactylus garnotii* Duméril & Bibron, 1836), расселилась практически по всем тропическим областям вокруг земного шара.

При гибридизации диплоидных и триплоидных особей изредка могут появляться и тетраплоидные особи. Например, тетраплоидный самец был отмечен у скальных ящериц в Армении в гибридной зоне между *D. valentini* (Boettger, 1892) и *D. unisexualis* (Darevsky, 1966). Предполагается, что он возник за счёт гибридизации между триплоидным гибридом и диплоидной партеногенетической самкой *D. unisexualis* (Danielyan et al., 2008). Кроме того, природные тетраплоидные особи обоих полов, возникшие при гибридизации между партеногенетическими триплоидными и диплоидными обоеполюми видами (*Aspidoscelis sonora* (3n) × *A. tigris* (2n) и *A. exsanguis* (3n) × *A. tigris* (2n)) были отмечены в Северной Америке (Lowe et al., 1970; Hardy, Cole, 1998).

Проводя сравнительный анализ особенностей распределения разных типов полиплоидии у рептилий и амфибий, можно отметить, что у последних она встречается чаще во всех категориях, кроме негибридной миксоплоидии. Кроме того, у пресмыкающихся никогда не отмечался гиногенез и различные типы полуклонального размножения, а у земноводных – партеногенез. У рептилий полиплоидные виды (не биотипы) всегда однополые, а у земноводных – бисексуальные. У амфибий полиплоидные виды представлены очень широким спектром различных уровней пloidности (от 3 до 12n), а пресмыкающиеся – только одним (3n). Сетчатая эволюция у рептилий всегда остается незаконченной, оставаясь на последнем цикле (тетраплоидные

виды). Более того, среди рептилий неизвестно «древних» полиплоидных линий, а среди амфибий они достаточно обычны (например, подвид *Xenopus* Wagler, 1827).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Боркин Л. Я., Даревский И. С. 1980. Сетчатое (гибридогенное) видообразование у позвоночных // Журнал общей биологии. Т. 16, № 4. С. 485 – 507.
- Боркин Л. Я., Литвинчук С. Н. 2013. Гибридизация, видообразование и систематика животных // Труды Зоологического института РАН. Приложение 2. С. 83 – 139.
- Литвинчук С. Н., Боркин Л. Я., Скоринов Д. В., Пасынкова Р. А., Розанов Ю. М. 2016. Природная полиплоидия у амфибий // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Сер. 3. Биология. № 3. С. 77 – 86. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu03.2016.314>
- Литвинчук С. Н., Аксенов Н. Д., Боркин Л. Я., Доронин И. В., Ерашкин В. О., Кидов А. А. 2024. Изменчивость размера генома у диплоидных и полиплоидных скальных ящериц рода *Darevskia* (Lacertidae, Squamata) // Зоологический журнал. Т. 103, № 11. С. 60 – 74. <https://doi.org/10.31857/S0044513424110032>
- Bezy R. L. 1972. Karyotypic variation and evolution of the lizards in the family Xantusiidae // Contributions in Science. Vol. 227. P. 1 – 29. <https://doi.org/10.5962/p.241212>
- Bickham J. W., Hanks B. G. 2009. Diploid-triploid mosaicism and tissue ploidy diversity within *Platemys platycephala* from Suriname // Cytogenetic and Genome Research. Vol. 127. P. 280 – 286. <https://doi.org/10.1159/000297716>
- Danielyan F., Arakelyan M., Stepanyan I. 2008. Hybrids of *Darevskia valentini*, *D. armeniaca* and *D. unisexualis* from a sympatric population in Armenia // Amphibia – Reptilia. Vol. 29. P. 487 – 504.
- Hardy L. M., Cole C. J. 1998. Morphology of a sterile, tetraploid, hybrid whiptail lizard (Squamata: Teiidae: *Cnemidophorus*) // American Museum Novitates. № 3228. P. 1 – 16.
- Lamborot M. M., Manzur E., Alvarez-Sarret E. 2006. Triploidy and mosaicism in *Liolaemus chiliensis* (Sauria: Tropiduridae) // Genome. Vol. 49, № 4. P. 445 – 453. <https://doi.org/10.1139/g05-122>
- Litvinchuk S. N., Melnikov D. A., Rastegar-Pouyani E., Nabizadeh H., Nazarov R. A. 2024. The first case of triploidy in skinks of the genus *Ophiomorus* (Reptilia: Scincidae) // Russian Journal of Herpetology. Vol. 31, № 4. P. 235 – 238. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2024-31-4-235-238>
- Lowe C. H., Wright J. W., Cole C. J., Bezy R. L. 1970. Natural hybridization between the teiid lizards *Cnemidophorus sonora* (parthenogenetic) and *Cnemidophorus tigris* (bisexual) // Systematic Zoology. Vol. 19, iss. 2. P. 114 – 127. <https://doi.org/10.2307/2412449>
- Pellegrino K. C. M., Rodrigues M. T., Yonenaga-Yassuda Y. 2003. Triploid karyotype of *Leposoma percarinatum* (Squamata, Gymnophthalmidae) // Journal of Herpetology. Vol. 37, № 1. P. 197 – 199. [https://doi.org/10.1670/0022-1511\(2003\)037\[0197:TKOLPS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1670/0022-1511(2003)037[0197:TKOLPS]2.0.CO;2)
- Pensabene E., Augstenová B., Kratochvíl L., Rovatsos M. 2024. Differentiated sex chromosomes, karyotype evolution, and spontaneous triploidy in carphodactylid geckos // Journal of Heredity. Vol. 115, iss. 3. P. 262 – 276. <https://doi.org/10.1093/jhered/esae010>

Natural polyploidy in reptiles

S. N. Litvinchuk

*Institute of Cytology, Russian Academy of Sciences
4 Tikhoretsky Prospekt, St. Petersburg 194064, Russia*

Article info

Short Communication

<https://doi.org/10.18500/1814-6090-2025-25-3-4-184-187>
EDN: JPGBUM

Received February 10, 2025,
revised February 21, 2025,
accepted February 21, 2025

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Abstract: Natural polyploidy cases in reptiles are analyzed. They are characterized by spontaneous autotriploidy, non-hybrid mixoploidy ($2/3n$), hybrid biotypes (2 and $3n$), polyploid species, and tetraploid hybrids obtained from crossing triploids with diploids. Polyploid species are always triploid and parthenogenetic. Neither gynogenesis nor various types of hemiclinal inheritance have been observed among them. In all cases studied, reticulate speciation in reptiles stops at the stage associated with tetraploidy. No “ancient” polyploid lineages have been identified.

Keywords: karyotype, mixoploidy, parthenogenesis, Reptilia, reticulate speciation

Funding: This work was performed with financial support from the budgetary theme of the Institute of Cytology, Russian Academy of Sciences (No. FMFU-2024-0012).

For citation: Litvinchuk S. N. Natural polyploidy in reptiles. *Current Studies in Herpetology*, 2025, vol. 25, iss. 3–4, pp. 184–187 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2025-25-3-4-184-187>, EDN: JPGBUM

REFERENCES

- Borkin L. J., Darevskii I. S. Reticulate (hybridogenous) speciation in vertebrates. *Zhurnal obshchei biologii*, 1980, vol. 16, no. 4, pp. 485–507 (in Russian).
- Borkin L. J., Litvinchuk S. N. Animal hybridization, speciation and systematics. *Proceedings of the Zoological Institute RAS*, 2013, suppl. 2, pp. 83–139 (in Russian).
- Litvinchuk S. N., Borkin L. J., Skorinov D. V., Pasynkova R. A., Rosanov J. M. Natural polyploidy in amphibians. *Vestnik of Saint Petersburg University. Series 3. Biology*, 2016, iss. 3, pp. 77–86 (in Russian). <https://doi.org/10.21638/11701/spbu03.2016.314>
- Litvinchuk S. N., Aksyonov N. D., Borkin L. J., Doronin I. V., Erashkin V. O., Kidov A. A. Genome size variation in diploid and polyploid mountain lizards of the genus *Darevskia* (Lacertidae, Squamata). *Zoologicheskii Zhurnal*, 2024, vol. 103, no. 11, pp. 60–74 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0044513424110032>
- Bezy R. L. Karyotypic variation and evolution of the lizards in the family Xantusiidae. *Contributions in Science*, 1972, vol. 227, pp. 1–29. <https://doi.org/10.5962/p.241212>
- Bickham J. W., Hanks B. G. Diploid-triploid mosaicism and tissue ploidy diversity within *Platemys platycephala* from Suriname. *Cytogenetic and Genome Research*, 2009, vol. 127, pp. 280–286. <https://doi.org/10.1159/000297716>
- Danielyan F., Arakelyan M., Stepanyan I. Hybrids of *Darevskia valentini*, *D. armeniaca* and *D. unisexualis* from a sympatric population in Armenia. *Amphibia-Reptilia*, 2008, vol. 29, pp. 487–504.
- Hardy L. M., Cole C. J. Morphology of a sterile, tetraploid, hybrid whiptail lizard (Squamata: Teiidae: *Cnemidophorus*). *American Museum Novitates*, 1998, no. 3228, pp. 1–16.
- Lambrot M. M., Manzur E., Alvarez-Sarret E. Triploidy and mosaicism in *Liolaemus chiliensis* (Sauria: Tropiduridae). *Genome*, 2006, vol. 49, no. 4, pp. 445–453. <https://doi.org/10.1139/g05-122>
- Litvinchuk S. N., Melnikov D. A., Rastegar-Pouyani E., Nabizadeh H., Nazarov R. A. The first case of triploidy in skinks of the genus *Ophiomorus* (Reptilia: Scincidae). *Russian Journal of Herpetology*, 2024, vol. 31, no. 4, pp. 235–238. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2024-31-4-235-238>
- Lowe C. H., Wright J. W., Cole C. J., Bezy R. L. Natural hybridization between the teiid lizards *Cnemidophorus sonora* (parthenogenetic) and *Cnemidophorus tigris* (bisexual). *Systematic Zoology*, 1970, vol. 19, iss. 2, pp. 114–127. <https://doi.org/10.2307/2412449>
- Pellegrino K. C. M., Rodrigues M. T., Yonenaga-Yassuda Y. Triploid karyotype of *Leposoma percarinatum* (Squamata, Gymnophthalmidae). *Journal of Herpetology*, 2003, vol. 37, no. 1, pp. 197–199. [https://doi.org/10.1670/0022-1511\(2003\)037\[0197:TKOL PS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1670/0022-1511(2003)037[0197:TKOL PS]2.0.CO;2)
- Pensabene E., Augstenová B., Kratochvíl L., Rovatsos M. Differentiated sex chromosomes, karyotype evolution, and spontaneous triploidy in carphodactylid geckos. *Journal of Heredity*, 2024, vol. 115, iss. 3, pp. 262–276. <https://doi.org/10.1093/jhered/esae010>

✉ Corresponding author. Laboratory of Chromosome Stability and Genome Microevolution of the Institute of Cytology of the Russian Academy of Sciences, Russia.

ORCID and e-mail address: Spartak N. Litvinchuk: <https://orcid.org/0000-0001-7447-6691>, litvinchukspartak@yandex.ru.