



Электронный научный журнал

Современные проблемы науки и образования

ISSN 2070-7428

"Перечень" ВАК

ИФ РИНЦ = 1,028

Главная Выпуски журнала Выпуск журнала № 4 за 2016 год

ЛИЧНЫЙ ПОРТФЕЛЬ

МОРФОЦИТОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕЙРОН-ГЛИАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ОСТРОМОРДОЙ ЛЯГУШКИ (*RANA ARVALIS*) АНТРОПОГЕНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Афанаскина Л.Н. 1 Медведева Н.Н. 1 Вершинин В.Л. 2

1 ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ

2 Институт экологии растений и животных УрО РАН, лаборатория функциональной экологии наземных животных

Взаимодействие живых организмов с факторами окружающей среды в настоящее время интенсивно изучается при анализе механизмов адаптации. Динамические перестройки на различных уровнях организации организмов способствуют приспособлению животных к урбанизированным условиям обитания [6].

Целью настоящего исследования явилось изучение адаптивных перестроек нейрон-глиальных популяций VI слоя крыши среднего мозга остромордой лягушки (*Rana arvalis*), обитающей на территории южной части Красноярского края с разным уровнем антропогенного воздействия.

Материалы и методы

Исследования проведены на остромордых лягушках (*R. arvalis*), отловленных в мае-июне 2008–2010 гг. из биотопов Красноярского края, отличающихся степенью урбанизации и уровнем загрязнения окружающей среды. Всего исследовано 37 амфибий.

Забор материала осуществлялся в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 23.08.2010 № 708н г. Москва «Об утверждении правил лабораторной практики». Изъятый мозг фиксировали по стандартной гистологической методике для нервной ткани с последующим изготовлением серийных срезов на санном микротоме «Slide 2002». Готовые срезы, толщиной 5–7 мкм, окрашивали на выявление рибонуклеопротеидных комплексов тионином по Нисслю в модификации И.В. Викторова [2] и на содержание общего белка амидочерным (АЧ 10Б) [4].

Крыша среднего мозга земноводных, *tectum opticum*, состоит из поверхностного, центрального и перивентрикулярного слоев. Последние два слоя (центральный и перивентрикулярный) объединяются в так называемое центральное серое вещество, в котором выделяют 9 слоев. В перивентрикулярный слой входят 1–6 слои крыши среднего мозга [7]. В данной работе изучены эфферентные нейроны VI (наружного зернистого) слоя крыши среднего мозга земноводных, идентичные IV слою крыши среднего мозга костных рыб. Средний мозг является высшим интегрирующим центром и обеспечивает регуляцию и координацию движений амфибий.

Дифференцировку структур проводили по атласам мозга земноводных [10]. Изучены следующие характеристики клеток: площадь сечения тела (St), ядра (S_y) и цитоплазмы (S_c) клеток, плотность распределения нейронов и глиоцитов на единицу фиксированной площади (1 мм²), подсчитано число нейронов с разной степенью хроматофилии цитоплазмы: нормохромные, гипохромные и гиперхромные [5]. На препаратах, окрашенных амидочерным 10Б, с помощью микроскопа Zeiss Axioskop со встроенной видеокамерой и прилагаемым программным обеспечением, в нейронах VI слоя крыши среднего мозга количественными методами определено суммарное содержание и концентрация общих водонерастворимых белков, составляющих основу сухого веса клеточных структур [8]. Полученные результаты обработаны непараметрическим критерием Ньюмана – Кейлса. Значимыми принимали значения при $p < 0,05$. Статистические данные представлены в виде Me [25 %; 75 %].

Результаты исследования

На основании анализа Государственных докладов «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» за 2008–2011 гг. и типизации урбанистического градиента В.Л. Вершинина [6], районы выборки амфибий подразделены на три группы: 1 – районы с низким уровнем загрязнения (Абанский район, группа 2 и 3); 2 – районы с повышенным уровнем загрязнения (Шарыповский район, группа 5); 3 – районы с высоким уровнем загрязнения (Березовский и Канский районы, группа 1 и 2). Подразделение районов на группы осуществлялось на основании данных о количестве выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, уровне загрязнения воды в водоемах, загрязнению почвы, доли интенсивно эксплуатируемых земель, платы за негативное влияние на природу по районам края и степени освоенности территории человеком [3].

Ответная реакция нейронов на патологические экзо- и эндогенные воздействия проявляется увеличением их площади, округлением сомы и ядер клеток, вздутием, укорочением отростков, поражением нейронов по типу центрального хроматолиза [9]. В нашем исследовании сопоставление средних значений площади профильного поля St клеток VI слоя крыши среднего мозга *Rana arvalis* позволило выявить в исследуемых биотопах вариабельность показателей в определенном диапазоне значений от 16,2 мкм² до 14,8 мкм². Самые крупные нейроны выявлены в VI слое у остромордой лягушки из поймы р. Берешь Шарыповского района (биотоп 5), близкие к ним показатели были в популяции лягушек1 биотопа. Самые мелкие клетки отмечались в популяции у земноводных 4 биотопа (пруд Егоровка Абанского района). Промежуточное положение занимали показатели St нейронов *R. arvalis* из 2 биотопа (таблица 1). Наличие в популяции нейронов VI слоя *R. arvalis* разных биотопов клеток с крупными и мелкими размерами свидетельствует либо о набухании нейронов, приводящем к увеличению их St, либо уменьшению размеров вследствие истощения, дистрофии и угнетения пластического обмена под действием факторов среды.

Таблица 1

Морфологические характеристики нейронных популяций VI слоя крыши среднего мозга остромордой лягушки (*R. arvalis*)

Показатель	Площадь тела, St	Площадь ядра, Sя	Площадь цитоплазмы, Sq	Структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент, сЯЦК
Биотоп	Me [25%; 75%], мкм ²			
1 – р. Березовка, Березовский р-н	16,0 [14,2; 18,5]	9,3 [8,1; 11,3]	6,5 [5,8; 7,4]	1,4 [1,3; 1,6]
2 – искусственный пруд Канский р-н	15,5 [13,6; 17,3] p = 0,15	9,6 [8,4; 11,0] p = 0,82	5,8 [5,3; 6,5] p = 0,0001	1,6 [1,5; 1,8] p = 0,0001
3 – пруд Татанчик Абанский р-н	14,9 [12,9; 17,0] p _{3,1} = 0,97	9,2 [7,9; 10,4] p _{3,1} = 0,24	5,6 [5,0; 6,5] p _{3,1} = 0,01	1,6 [1,4; 1,8] p _{3,1} = 0,0001
	p _{3,2} = 0,15	p _{3,2} = 0,32	p _{3,2} = 0,042	p _{3,2} = 0,5
	14,8 [12,2; 17,2] p _{4,1} = 0,0002	9,2 [7,2; 10,8] p _{4,1} = 0,01	5,8 [5,1; 6,5] p _{4,1} = 0,0001	1,6 [1,4; 1,7] p _{4,1} = 0,034
	p _{4,2} = 0,008	p _{4,2} = 0,0029	p _{4,2} = 0,15	p _{4,2} = 0,0016
	p _{4,3} = 0,0002	p _{4,3} = 0,0003	p _{4,3} = 0,001	p _{4,3} = 0,02
	16,2 [13,4; 18,8] p _{5,1} = 0,75	9,8 [8,2; 12,5] p _{5,1} = 0,19	6,0 [5,1; 6,7] p _{5,1} = 0,0001	1,7 [1,5; 2,0] p _{5,1} = 0,0001
5 – пойма р. Берешь Шарыповский р-н	p _{5,2} = 0,3	p _{5,2} = 0,2	p _{5,2} = 0,71	p _{5,2} = 0,067
	p _{5,3} = 0,75	p _{5,3} = 0,8	p _{5,3} = 0,1	p _{5,3} = 0,03

$p_{5,4} = 0,0007$ $p_{5,4} = 0,0002$ $p_{5,4} = 0,072$ $p_{5,4} = 0,0001$

Примечание: значимость различий по сравнению с показателями особей биотопа 1 – 5 (критерий Ньюмана – Кейлса)

У особей во всех изученных биотопах площадь ядра превышала значения цитоплазмы, поэтому с ЯЦК имел значения больше единицы. У земноводных биотопов 3 и 4 ядра нейронов меньше, чем в клетках лягушек 1, 2, 5 биотопов. Вариабельность линейных параметров (S_t , $S_{\text{ц}}$ и $S_{\text{я}}$) нейронов у *R. arvalis* исследуемых биотопов связана с реактивностью клеток, направленной на адаптацию функционирования и поддержания постоянства внутренней среды у лягушек, обитающих на территории с повышенным и высоким уровнем загрязнения среды (таблица 1).

Вещество Ниссля в нервных клетках является наилучшим индикатором для оценки их функционального состояния при воздействии факторов среды. В популяциях VI слоя во всех биотопах у *R. arvalis* преобладали нормохромные клетки. Значения показателя варьировали в близких пределах: от 58,6 до 68,7. В наших исследованиях, как и работах других авторов [9], достоверно доказано, что при действии неблагоприятных факторов уменьшается число нормохромных клеток и увеличивается число гипо- и гиперхромных нейронов (таблица 2).

Таблица 2

Соотношение клеток VI слоя крыши среднего мозга остромордой лягушки (*Rana arvalis*) по оценке базофильной субстанции

Показатель	Нормохромные	Гипохромные	Гиперхромные
Биотоп	Ме [25 %; 75 %], %		
1 – р. Березовка, Березовский р-н	58,6 [55,0; 68,0]	10,5 [8,6; 13,6]	23,5 [18,2; 27,8]
2 – искусственный пруд Канский р-н	58,8 [52,4; 65,0] $p = 0,0001$	11,1 [8,3; 14,3] $p = 0,0001$	26,8 [21,7; 33,3] $p = 0,0001$
3 – пруд Татанщик Абанский р-н	68,7 [62,5; 76,2] $p_{3,1} = 0,0001$ $p_{3,2} = 0,016$	15,4 [11,1; 19,3] $p_{3,1} = 0,0001$ $p_{3,2} = 0,0001$	20,0 [16,1; 23,3] $p_{3,1} = 0,001$ $p_{3,2} = 0,0001$

	66,7 [57,7; 73,1]	15,5 [12,0; 20,0]	23,3 [16,7; 26,3]
4 – пруд Егоровка	$p_{4,1} = 0,0002$	$p_{4,1} = 0,0001$	$p_{4,1} = 0,41$
Абанский р-н	$p_{4,2} = 0,0005$	$p_{4,2} = 0,0001$	$p_{4,2} = 0,0001$
	$p_{4,3} = 0,06$	$p_{4,3} = 0,7$	$p_{4,3} = 0,006$
	61,1 [56,0; 67,7]	14,3 [11,1; 20,0]	23,3 [18,2; 28,6]
5 – пойма р. Берешь	$p_{5,1} = 0,69$	$p_{5,1} = 0,98$	$p_{5,1} = 0,8$
Шарыповский р-н	$p_{5,2} = 0,0001$	$p_{5,2} = 0,0001$	$p_{5,2} = 0,0001$
	$p_{5,3} = 0,0001$	$p_{5,3} = 0,0001$	$p_{5,3} = 0,002$
	$p_{5,4} = 0,0005$	$p_{5,4} = 0,0001$	$p_{5,4} = 0,41$

Примечание: значимость различий по сравнению с показателями особей биотопа 1–5 (критерий Ньюмана – Кейлса).

В биотопах 1, 2 в клетках VI слоя наблюдается незначительное нарастание в популяции гиперхромных клеток, накапливающих рибонуклеопротеидные комплексы, что указывает на интенсификацию адаптационных механизмов и создание запаса белкового фонда в клетке. Появление в небольшом соотношении гипохромных, активно работающих нейронов, указывает на активацию клеточных популяций и интенсивное функционирование под воздействием негативных факторов среды. Полученное соотношение нейронов по количеству хроматофильного вещества свидетельствует об адаптации клеток к внешним воздействиям, и переходе их из нормохромного состояния в гипо- или гиперхромное.

Плотность распределения нейронов в исследуемом слое у особей различных биотопов существенно варьирует от минимального значения – 5403,2 (биотоп 3 с низким уровнем загрязнения) до максимальной плотности – 8589,7 (биотоп 1 с высоким уровнем загрязнения). Показатели плотности нейронов находятся в диапазоне значений: 8589,7 > 7943,2 > 7204,3 > 5911,2 > 5403,2.

Таблица 3

Показатели плотности нейронов и глиоцитов VI слоя крыши среднего мозга остромордой лягушки (*R. arvalis*) на фиксированной площади (1 мм²)

Плотность	Плотность	Плотность	Глио-нейрональный индекс, ГНИ

Показатель	нейронов	глиисвоб.	глиисат.	ГНИ своб.	ГНИ сат.
Биотоп					
Ме [25%; 75%], абс. число					
1 – р. Березовка, Березовский р-н	8589,7 [7758,5; 9975,2]	4433,4 [3602,1; 4987,6]	2863,2 [2493,8;3325,1]	0,5 [0,4; 0,6]	0,3 [0,3; 0,4]
2 – искусственный пруд Канский р-н	7943,2 [7019,6; 9421,0]	4064,0 [3325,1; 4710,5]	2689,6 [2216,7;2955,6]	0,5 [0,4; 0,6]	0,3 [0,3; 0,4]
	p = 0,005	p = 0,084	p = 0,0005	p = 0,6	p = 0,07
3 – пруд ТатанчикАбанский р-н	5403,2 [4710,5; 6095,9]	2586,2 [2216,7; 3140,3]	1662,5 [1385,4; 2216,7]	0,5 [0,4; 0,6]	0,3 [0,3; 0,4]
	p _{3,1} = 0,0001	p _{3,1} = 0,0001	p _{3,1} = 0,0001	p _{3,1} = 0,83	p _{3,1} = 0,18
	p _{3,2} = 0,0001	p _{3,2} = 0,0001	p _{3,2} = 0,0001	p _{3,2} = 0,8	p _{3,2} = 0,94
	5911,2 [5541,8; 6650,1]	3325,1 [2770,9; 4156,3]	2216,7 [1847,3;2493,8]	0,6 [0,5; 0,7]	0,4 [0,3; 0,4]
4 – пруд ЕгоровкаАбанский р-н	p _{4,1} = 0,0001	p _{4,1} = 0,0001	p _{4,1} = 0,0001	p _{4,1} = 0,0001	p _{4,1} = 0,002
	p _{4,2} = 0,0001	p _{4,2} = 0,0001	p _{4,2} = 0,0001	p _{4,2} = 0,0001	p _{4,2} = 0,0001
	p _{4,3} = 0,0001	p _{4,3} = 0,0001	p _{4,3} = 0,0001	p _{4,3} = 0,0001	p _{4,3} = 0,0001
	7204,3	3463,6	2432,3	0,5 [0,4;	0,3 [0,3;

	[6373,0; 7758,5]	[2493,8; 4433,4]	[2216,7; 2798,0]	0,6]	0,4]
5 – пойма р. Берешь Шарыповский р-н	$p_{5,1} = 0,0001$ $p_{5,2} = 0,0001$ $p_{5,3} = 0,0001$ $p_{5,4} = 0,0001$	$p_{5,1} = 0,0001$ $p_{5,2} = 0,0003$ $p_{5,3} = 0,0001$ $p_{5,4} = 0,82$	$p_{5,1} = 0,0001$ $p_{5,2} = 0,001$ $p_{5,3} = 0,0001$ $p_{5,4} = 0,36$	$p_{5,1} = 0,37$ $p_{5,2} = 0,62$ $p_{5,3} = 0,62$ $p_{5,4} = 0,0001$	$p_{5,1} = 0,48$ $p_{5,2} = 0,29$ $p_{5,3} = 0,56$ $p_{5,4} = 0,0003$

Примечание: значимость различий по сравнению с показателями особей биотопа 1 – 5 (критерий Ньюмана – Кейлса).

При изменении условий среды и воздействии антропогенных факторов наблюдаются комплексные перестройки нервной системы на уровне реактивных структурных, функциональных, метаболических и количественных преобразований нейронов и глиального окружения. Увеличивается пролиферация и миграционная активность глиоцитов, количество перинейрональных сателлитов [1]. В нашей работе наибольшие показатели плотности распределения свободных и сателлитных глиоцитов в VI слое у *R. arvalis* исследуемых биотопов наблюдаются у животных 1 биотопа из р. Березовка, Березовского района (таблица 3). Минимальные значения плотности глиоцитов у лягушек биотопа 3 из пруда Татанщик Абанского района. Полученные соотношения нейронов, перинейрональной и свободной глии свидетельствуют об увеличении пролиферативной и миграционной активности глии при повышении уровня загрязнения биотопов. Такие динамические перестройки направлены на поддержание стабильности функционирования нервной системы.

Одним из показателей функциональной активности нервных клеток является состояние белкового фонда. В наших исследованиях концентрация и содержание общих водонерастворимых белков в нейронах VI слоя крыши среднего мозга связаны с уровнем загрязнения водоемов. С повышением уровня загрязнения практически во всех слоях в цитоплазме и ядрах нейронов наблюдалось достоверное повышение концентрации и содержания общих водонерастворимых белков. В нейронах VI слоя крыши среднего мозга средние значения концентрации белков в цитоплазме во всех биотопах практически идентичны и превышают значения концентрации белков в ядре. У остромордой лягушки 2, 3, 5 биотопов средние значения концентрации белков в цитоплазме нейронов превышают значения в ядре в 1,7 раз. Меньшие показатели Ся были у особей биотопа 4 (1,3 раза), а наибольшие (2,5 раза) у *R. arvalis* из р. Березовка, Березовского района (таблица 4).

Таблица 4

Состояние фонда общих водонерастворимых белков в нейронных популяциях VI слоя крыши

среднего мозга остромордой лягушки (*R. arvalis*)

Показатель Биотоп	Концентрация белков		Регулятор- ный ЯЦК, рЯЦК	Содержание белков		Функциона- льный ЯЦК, фЯЦК
	в цитоплазме, Сц	в ядре, Ся		в цитоплазме, Мц	в ядре, Мя	
Ме [25%; 75%], пкг/мкм ²						
1 – р. Березовка, Березовский р-н	0,5 [0,4; 0,5]	0,2 [0,1; 0,2]	0,4 [0,2; 0,5]	2,7 [2,4; 3,2]	1,5 [1,1; 2,2]	0,6 [0,4; 0,8]
	0,5 [0,4; 0,5]	0,3 [0,2; 0,4]	0,7 [0,6; 0,8]	2,8 [2,3; 3,1]	2,3 [1,9; 3,0]	0,6 [0,4; 0,9]
	p = 0,32	p = 0,0001	p = 0,0001	p = 0,0003	p = 0,0001	p = 0,0001
2 – искусственный пруд Канский р-н	0,5 [0,5; 0,5]	0,3 [0,3; 0,4]	0,6 [0,5; 0,7]	3,5 [2,7; 3,9]	2,9 [2,1; 3,7]	0,9 [0,7; 1,0]
	p _{3,1} = 0,0001	p _{3,1} = 0,0001	p _{3,1} = 0,0001	p _{3,1} = 0,0001	p _{3,1} = 0,0001	p _{3,1} = 0,0001
	p _{3,2} = 0,0001	p _{3,2} = 0,21	p _{3,2} = 0,0001	p _{3,2} = 0,004	p _{3,2} = 0,0001	p _{3,2} = 0,0001
3 – пруд ТатанчикАбанский р-н	0,5 [0,5; 0,6]	0,4 [0,3; 0,4]	0,7 [0,6; 0,8]	3,1 [2,7; 3,6]	3,5 [2,9; 4,5]	1,1 [1,0; 1,4]
	p _{4,1} = 0,006	p _{4,1} = 0,001	p _{4,1} = 0,0001	p _{4,1} = 0,0001	p _{4,1} = 0,0001	p _{4,1} = 0,0001
	p _{4,2} = 0,0005	p _{4,2} = 0,0002	p _{4,2} = 0,27	p _{4,2} = 0,0003	p _{4,2} = 0,0001	p _{4,2} = 0,004

	$p_{4,3} = 0,16$	$p_{4,3} = 0,0001$	$p_{4,3} = 0,0001$	$p_{4,3} = 0,21$	$p_{4,3} = 0,0001$	$p_{4,3} = 0,0001$
	0,5 [0,5; 0,6]	0,3 [0,3; 0,3]	0,6 [0,4; 0,7]	3,0 [2,6; 4,0]	3,0 [2,6; 3,4]	0,9 [0,8; 1,2]
5 – пойма		$p_{5,1} = 0,0001$	$p_{5,1} = 0,017$		$p_{5,1} = 0,0001$	$p_{5,1} = 0,0001$
р. Берешь	$p_{5,1} = 0,002$	$p_{5,2} = 0,0001$	$p_{5,2} = 0,0001$	$p_{5,1} = 0,0001$	$p_{5,2} = 0,001$	$p_{5,1} = 0,0001$
Шарыповский р-н	$p_{5,2} = 0,0002$	$p_{5,3} = 0,27$ $p_{5,4} = 0,0001$	$p_{5,3} = 0,0001$ $p_{5,4} = 0,002$	$p_{5,3} = 0,0001$ $p_{5,4} = 0,003$	$p_{5,2} = 0,44$ $p_{5,4} = 0,03$	$p_{5,2} = 0,001$ $p_{5,4} = 0,05$
				$p_{5,3} = 0,39$	$p_{5,3} = 0,22$	$p_{5,3} = 0,18$
					$p_{5,4} = 0,6$	

Примечание: значимость различий по сравнению с показателями особей биотопа 1 – 5 (критерий Ньюмана – Кейлса).

Значения рЯЦК у особей всех биотопов варьируют в пределах от 0,4 до 0,7, что обусловлено преобладанием концентрации плотных веществ в цитоплазме над таковыми в ядре, при более высоких линейных параметрах последних. Полученные данные также свидетельствуют о снижении интенсивности биосинтеза белка в ядрах клеток и пластического обмена в нейроцитах в целом. Содержание общих водонерастворимых белков в цитоплазме (Мц) превышает содержание белков в ядре (Мя) у животных из 3 и 2 биотопов в 1,2 раза, а у особей биотопа 1 в 1,8 раз. У лягушек 4 и 5 биотопа Мя и Мц имели близкие значения. Высокие показатели содержания белков в цитоплазме и ядрах клеток свидетельствуют о повышенной функциональной активности нейронов VI слоя у *R. arvalis* 1, 2 и 5 биотопов, и преобладают процессов биосинтеза белков. Высокие значения фЯЦК (0,6 - 1,2) у особей всех биотопов связаны с превышением содержания белков в цитоплазме нейронов по сравнению с ядром (таблица 4).

Заключение

Для остромордых лягушек из Абанского района (биотопы 3, 4 – с низким уровнем загрязнения) характерно наличие нейронов с типичной организацией, повышение количества гиперхромных клеток (на 25,4 %), находящихся в состоянии покоя и накапливающих тироид, умеренная плотность распределения нейронов и пролиферативная активность глиоцитов, снижение показателей концентрации (на 20–23 %) и содержания (на 23–50 %) общих водонерастворимых белков. Данные показатели расцениваются как позитивные переадаптации

нейроморфологических характеристик нейронов, отражающие обитание амфибий в благоприятных условиях.

Полученные морфоцитохимические данные свидетельствуют о наличии адаптационных перестроек на уровне клеточных популяций нейронов VI слоя крыши среднего мозга амфибий в ответ на негативное воздействие факторов среды. В районах с высоким (Канском и Березовском – биотопы 1, 2) и повышенным (Шарыповском – биотоп 5) уровнем загрязнения у *R. arvalis* наблюдается увеличение линейных параметров клеток, повышение числа гипохромных нейронов (на 26–32 %), увеличение плотности распределения нейроцитов (на 25–37 %), усиление пролиферативной активности свободных (на 25–42 %) и сателлитных (на 32–42 %) глиоцитов, снижение концентрации и содержания белков в клетках. Данные морфоцитохимические перестройки нейрон-глиальных популяций указывают на наличие в среде обитания у *R. arvalis* неблагоприятных факторов, ведущих к включению компенсаторных механизмов, находящихся на границе нормы, и нарастанием деструктивных процессов. Пластичность нейроморфологических характеристик нейронов позволяет амфибиям адаптироваться к воздействиям среды и поддерживать жизнеспособность в трансформированных биотопах.

Библиографическая ссылка

Афанаскина Л.Н., Медведева Н.Н., Вершинин В.Л. МОРФОЦИТОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕЙРОН-ГЛИАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ОСТРОМОРДОЙ ЛЯГУШКИ (*RANA ARVALIS*) АНТРОПОГЕНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 4.;
URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25003> (дата обращения: 06.01.2017).
Предлагаем вашему вниманию журналы, издающиеся в издательстве «Академия Естествознания»
(Высокий импакт-фактор РИНЦ, тематика журналов охватывает все научные направления)
[«Современные проблемы науки и образования»](#) список ВАК ИФ РИНЦ = 0.941
[«Фундаментальные исследования»](#) список ВАК ИФ РИНЦ = 1.061
[«Современные научноемкие технологии»](#) список ВАК ИФ РИНЦ = 0.705
[«Успехи современного естествознания»](#) список ВАК ИФ РИНЦ = 0.829

1. Алексеева Н.Т., Глухов А.А., Семенов С.Н., Фетисов С.О. Реакция глиального окружения нейронов спинномозгового ганглия на глубокую рану кожи и стимуляцию её заживления тромбоцитарным концентратом // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 7. – С. 43–44.
2. Викторов И. В. Окраска нервной ткани забуференным раствором кризилового фиолетового прочного. Современные методы морфологических исследований мозга. – М.: Изд. Ин-та мозга, 1969. – С. 5–7.
3. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2007 год» / М-во природ. ресурсов и лесн. комплекса адм. Краснояр. края, Енисейс. упр. Федерал. службы по экол., технол. и атом. надзору, Упр. Федерал. службы по надзору в сфере природопользования по Краснояр. краю ; [общ. рук. Д. В. Варфоломеев ; науч. рук.: И. В. Варфоломеев, Ю. М. Мальцев]. – Красноярск, 2008. – 266 с.
4. Луппа Х. Основы гистохимии / Пер. с нем. – М.: Мир, 1980. – 343 с.
5. Лютикова Т. М., Яценко А. Д. Морфометрические и цитохимические особенности мотонейронов медиальных ядер спинного мозга диких грызунов // Фундаментальные науки – практика: Материалы III межрегиональной заочной науч.-практ. конф. – Ижевск, 2011. – С. 44-47.
6. Неустроева Н. С., Вершинин В. Л. Скелетные отклонения сеголеток бесхвостых амфибий в условиях урбанизации // Вестник ОГУ. – 2011. – № 4. – С.85-90.
7. Ноздрачев А.Д., Поляков Е.Л., Анатомия лягушки: практ. пособие для биол., медиц. и с.-х. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1994. – 320 с.
8. Савоненко А.В. Экспериментальное изучение психического влечения к алкоголю у крыс линии Вистар и некоторые цитохимические корреляты этого состояния: дис. ... канд. биол. наук. – М.: МГУ, 1994. – 155 с.
9. Федоров В.П., Гундарова О.П., Сгибнева Н.В., Маслов Н.В. Радиационно-индукционные и возрастные изменения нейронов мозжечка // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2015. – № 4. – С. 12-18.
10. Kemali M., Breitenberg V. Atlas of the frog brain. – Berlin: Springer Verl., 1969. – 284 p.