

УДК 616-092

Влияние полисахаридов календулы лекарственной на некоторые физиологические параметры животных с плавательным стрессом

Ванина Д.С., Бяловский Ю.Ю., Сычев И.А., Иштулин А.Ф., Лаксаева Е.А.,
Косова Ю.Д., Синельникова Е.С., Сапунова Д.А.

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
390000, Рязань, ул. Полонского, д. 13

Введение. Широкое распространение различных видов стресса обуславливает поиск новых, эффективных и быстрых методов протекции стресса и его последствий.

Целью исследования являлось определение влияния полисахаридов соцветий календулы (ПСК) на клеточный состав крови, активность каталазы и сукцинатдегидрогеназы (СДГ) при плавательном стрессе у крыс.

Материалы и методы. Исследование выполнено на 30 крысах Wistar, разделённых на 5 групп: интактная, 2 контрольные (стресс «принудительного плавания» до полного утомления, однократно и ежедневно в течение 7 суток) и 2 опытные (стресс «принудительного плавания» до полного утомления + в/б введение ПСК (0,1 г/кг), однократно и ежедневно в течение 7 суток). Анализ крови проводили на гемоанализаторе URIT-5160, также определяли активность каталазы и сукцинатдегидрогеназы (СДГ). Статистический анализ выполняли с помощью Statistica 13.0 и Microsoft Excel.

Результаты. Наиболее выраженные изменения гемограммы были обнаружены после 7-дневного плавательного стресса: снижение среднего объёма эритроцитов (–7%) и процентного содержания лимфоцитов (–24%); увеличение процентного содержания нейтрофилов (+29%) и числа тромбоцитов (+44%) и лейкоцитов (+9%). Активность каталазы не изменялась, тогда как активность СДГ была снижена на 15%. После однократной плавательной нагрузки изменения были схожими, но менее выраженными, и в большинстве случаев не достигали уровня статистической значимости. В условиях применения ПСК наибольшее число значимых изменений выявлено в V-й группе (стресс 7 дней + ПСК): увеличение по сравнению с соответствующим контролем количества эритроцитов (+104%), уровня гемоглобина (+45%), процентного содержания лимфоцитов (+24%); снижение процентного содержания нейтрофилов (–29%) и уменьшение числа тромбоцитов (–42%) и лейкоцитов (–3,5%). Активность каталазы возросла на 45%, СДГ – на 46%, превышая значения данных показателей у интактных животных.

Заключение. Полисахариды соцветий календулы оказывают выраженное стимулирующее воздействие на адаптивные реакции при стрессе, активируя компоненты антиоксидантной системы (каталаза) и тканевого дыхания (сукцинатдегидрогеназа), а также нормализуя показатели гемограммы. Наиболее выраженные адаптогенные эффекты достигаются при субхроническом стрессе путем ежедневного интраперитонеального введения полисахаридов.

Ключевые слова: полисахариды календулы; плавательный стресс; эритрон; эритроциты; лимфоциты; моноциты; нейтрофилы; СДГ.

Для цитирования: Ванина Д.С., Бяловский Ю.Ю., Сычев И.А., Иштулин А.Ф., Лаксаева Е.А., Косова Ю.Д., Синельникова Е.С., Сапунова Д.А. Влияние полисахаридов календулы лекарственной на некоторые физиологические параметры животных с плавательным стрессом. Патогенез. 2025; 23(2): 44–48

DOI: 10.48612/path/2310-0435.2025.02.44-48

Для корреспонденции: Ванина Дарья Сергеевна, e-mail: sirotkina.dashulya@inbox.ru

Финансирование. Исследование не имеет спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 13.03.2024.

The effect of *Calendula officinalis* polysaccharides on some physiological parameters of animals with swimming stress

Vanina D.S., Byalovsky Yu.Yu., Sychev I.A., Ishtulin A.F., Laksaeva E.A., Kosova Yu.D., Sinelnikova E.S., Sapunova D.A.

Academician I.P. Pavlov Ryazan State Medical University
Polonskiy Str. 13, Ryazan 390000, Russian Federation

Introduction. The widespread use of various types of stress leads to the search for new, effective and fast methods of stress management and its consequences.

The aim of the study was to determine the effect of calendula inflorescence polysaccharides (CIP) on blood cellular composition, catalase and succinate dehydrogenase (SDH) activity during swimming stress in rats.

Materials and methods. The study was performed on 30 Wistar rats divided into 5 groups: intact, 2 control (stress of "forced swimming" until complete exhaustion, 1 and 7 days) and 2 experimental (stress of "forced swimming" until complete exhaustion, 1 and 7 days + intraperitoneal administration of CIP). A blood test was performed on a

URI T-5160 hemoanalyzer, catalase and SDH activity were determined. Statistical analysis was performed using Statistica 13.0 and Microsoft Excel.

Results. The most pronounced changes in the hemogram were found after 7-day swimming stress: a decrease in the average volume of erythrocytes (–7%), % lymphocytes (–24%), and an increase in % neutrophils (+29%) and the number of platelets (+44%) and leukocytes (+9%). Catalase activity did not change, while SDH activity was reduced by 15%. After a single swimming load, the changes were similar, but less pronounced, and in most cases did not reach the level of statistical significance. Under the conditions of using CIP, the greatest number of significant changes was found in group V (7-day stress + CIP): an increase compared to the corresponding control in the number of erythrocytes (+104%), hemoglobin level (+45%), % lymphocytes (+24%), as well as a decrease in % neutrophils (–29%) and a decrease in the number of platelets (–42%) and leukocytes (–3.5%). Catalase activity increased by 45%, SDH by 46%, exceeding the values of intact animals.

Conclusion. The polysaccharides of *calendula* inflorescences have a pronounced stimulating effect on adaptive reactions under stress, activating the components of the antioxidant system (catalase) and tissue respiration (succinate dehydrogenase), as well as normalizing hemogram parameters. The most pronounced adaptogenic effects are achieved under sub chronic stress by daily intraperitoneal administration of polysaccharides.

Keywords: *calendula* polysaccharides; swimming stress; erythron; erythrocytes; lymphocytes; monocytes; neutrophils; ADHD.

For citation: Vanina D.S., Byalovsky Yu.Yu., Sychev I.A., Ishtulin A.F., Laksaeva E.A., Kosova Yu.D., Sinelnikova E.S., Sapunova D.A. [The effect of *Calendula officinalis* polysaccharides on some physiological parameters of animals with swimming stress]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2025; 23(2): 44–48 (in Russian)

DOI: 10.48612/path/2310-0435.2025.02.44-48

For correspondence: Vanina Darya Sergeevna, e-mail: sirotkina.dashulya@inbox.ru

Financing. The study has no sponsorship.

Conflict of interests. The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: 13.03.2024.

Введение

Широкое распространение различных видов стресса в современном мире является одной из весомых медико-социальных проблем, что обуславливает повышенное внимание к детальному изучению реакций адаптации при стрессорных нагрузках и поиск новых, эффективных и быстрых методов протекции стресса и его последствий [1, 2]. Возможности оптимизации, пути и способы повышения резистентности организма к неблагоприятным воздействиям различной природы во многом зависят от понимания тонких механизмов реакций адаптации, что является одной из важных проблем патологической физиологии и фармакологии.

В последние десятилетия особенно перспективным направлением в этом плане является поиск, а также изучение механизмов стресс-лимитирующего действия новых естественных адаптогенов, к числу которых относятся некрахмальные гетерополисахариды растений (пектины), в частности, большим количеством содержащиеся в соцветиях календулы лекарственной (*Calendula officinalis*). В связи с этим большую актуальность приобретает расширение доказательной базы эффективности их использования для протекции при стрессе [3-6].

Данная работа является продолжением предыдущего исследования [7], где было показано адаптогенное влияние полисахаридов соцветий календулы (ПСК) на эритропоэз после иммобилизационного стресса у крыс.

Цель исследования – изучение влияния ПСК на клеточный состав и активность каталазы периферической крови, а также на изменения активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ) мышц при плавательном стрессе у крыс.

Материалы и методы исследования

ПСК из соцветий календулы экстрагировали на водяной бане (85–90°, 60 мин) в смеси 0,5% растворов щавеле-

вой кислоты и оксалата аммония 1:1 при соотношении сырье:экстрагент – 1:50. Охлажденный фильтрат осаждали трёхкратным объемом 96° этилового спирта. Осадок после центрифугирования при 2600 об/мин 10 мин промывали 80° спиртом, высушивали (60 мин при 60°) и взвешивали. Навеску сухого осадка растворяли в физрастворе (5:95). Для подтверждения наличия в растворе кислых ПСК проводили реакцию Фелинга.

Объектом исследования являлись крысы-самцы линии Wistar ($n = 30$), массой 200–250 г, без видимых патологий развития и признаков заболеваний, содержащиеся в стандартных условиях вивария, из числа которых выделены 5 равновеликих ($n = 6$) групп:

I – интактные животные;

II – контроль 1 (плавательный стресс 1 сут);

III – контроль 2 (плавательный стресс 7 сут);

IV – опыт 1 (плавательный стресс 1 сут + однократное введение ПСК);

V – опыт 2 (плавательный стресс 7 сут + ежедневное введение ПСК).

Интактные животные не подвергались каким-либо воздействиям. В контрольных и опытных группах использовали методику «принудительного плавания» крыс до полного утомления [8]. Критерием полного утомления служили три безуспешные попытки всплыть на поверхность, либо отказ от таких попыток и опускание на дно бассейна.

Плавательная нагрузка (ПН) во всех группах проводилась в одно и то же время (с 15.00 до 16.00) в аквариуме размером 100 × 100 × 20 см с утяжеляющим грузом, равным по весу 10% от массы тела конкретной особи при температуре воды 26–28°C, однократно во II-й и IV-й группах, и ежедневно в течение 7 дней в III-й и V-й группах.

В опытных, IV-й и V-й группах, по окончании каждой ПН животным внутрибрюшинно вводили раствор ПСК в дозе 0,1 г/кг массы тела.

Животных всех групп выводили из эксперимента путем передозировки средства для наркоза «Ксила» или «Золети» спустя 20 часов по завершении опытов. У всех особей для исследования брали периферическую кровь и участки бедренных мышц. С использованием гемоанализатора марки URIT-5160 определяли: численность и средний объем эритроцитов (Эц и СОЭц); уровень гемоглобина крови (Нв) и его концентрацию в эритроцитах (Нв-Эц); количество лейкоцитов (Лц) и тромбоцитов (Тц); процентное содержание (%) нейтрофилов (Нф), лимфоцитов (Лм), моноцитов (Мн). По методу Самыкиной, Сказкиной и других [9] определяли активность каталазы крови (каталазное число), в гомогенатах бедренной мышцы – активность сукцинатдегидрогеназы (СДГ) в нмоль сукцината/мг белка за 1 мин [10].

Исследования проводили в соответствии с требованиями Всемирного общества защиты животных (WSPA) и Европейской конвенции по защите экспериментальных животных, а также в соответствии с Приказом Минздрава социального развития от 23 августа 2010 года №708н «Об утверждении Правил лабораторной практики».

Полученные данные обработаны с использованием программ Statistica 13.0 и Microsoft Excel. Статистические данные были проверены на нормальность распределения по критерию Шапиро-Уилка и рекомендованы к параметрическому анализу. Все показатели были проанализированы с использованием односторонней процедуры ANOVA с последующим множественным сравнением по критерию Даннета. Для детального анализа средние групповые показатели сравнивали попарно: группы II и III сравнивали с группой I, группу IV – с группой II, группу V – с группой III.

Результаты исследования

Результаты, полученные при цитологических исследованиях периферической крови, представлены в **табл. 1**.

По сравнению с I-й группой (интактные животные) наибольшее число достоверных изменений показателей

гемограммы констатируется у животных III-й группы. К ним относятся: снижение СОЭц (–7%), и %Лм (–24%); а также увеличение % Нф (+29%) и числа Тц (+44%) и Лц (+9%).

Во II-й группе (ПН 1 сут) по сравнению с I-й обнаруживаются схожие, но значительно менее выраженные изменения по всем показателям, не находящие статистического подтверждения за исключением значимо повышенного (+27,9%) уровня Лц.

При соответственном сравнении средних параметров гемограмм в опытных (IV и V) и контрольных (II и III) группах наибольшее число достоверных изменений выявлено в V-й группе: увеличение количества Эц (+104%), уровня Нв (+45%), %Лм (+24%), а также снижение %Нф (–29%) и уменьшение числа Тц (–42%) и Лц (–3,5%).

Аналогичный сравнительный анализ между IV-й и II-й группами обнаруживает сходные тенденции изменений, но в меньшей степени выраженности. Тем не менее, при подобном сравнении в IV-й группе отмечены достоверно значимые: снижение числа Лм (–36,5%); и увеличение %Нф (+68,5%).

Сравнительные результаты определения ферментной активности в контрольных и опытных группах представлены в **табл. 2**.

Показатели активности каталазы крови в контрольных группах демонстрировали тенденцию (не достигающую порога статистической значимости) к снижению относительно соответствующих параметром в группе интактных животных. Тем не менее, в опытных группах, сравнительно с контрольными, отмечено достоверное увеличение активности каталазы: на 37% в IV-й группе и на 45% – в V-й.

Активность СДГ в контрольных группах найдена значимо сниженной по сравнению с соответствующими показателями у интактных животных: во II-й группе на 4,5%, а в III-й – на 15%. В опытных группах соответствующие показатели превышали контрольные: в IV-й группе на 10%, а V-й – на 46%

Таблица 1.

Изменения основных показателей гемограммы у крыс в контрольных и опытных группах при плавательном стрессе (М±m)

Показатели	Контрольные группы			Опытные группы	
	I	II	III	IV	V
Эц ($\times 10^{12}/л$)	5,0±0,4	4,7±0,1	4,6±0,2	5,1±0,4	9,4±0,4****
СОЭц (fL)	58,8±0,5	58,0±0,8	54,5±0,9+	57,6±0,6	57,1±1,2
Нв-Эц (г/л)	412,0±4,4	415,8±9,8	537,1±19,4	427,0±5,1	413,2±3,8
Нв (г/л)	121,2±2,6	112,8±1,5	111,5±3,1	115,2±3,3	161,5±2,2****
Лц ($\times 10^9/л$)	10,4±0,4	13,3±0,4+	11,4±0,7++	11,4±0,5	11,0±0,9**
Нф (%)	22,2±4,8	25,1±6,2	51,1±3,2+++	54,3±0,9***	21,8±2,0***
Лм (%)	62,9±2,0	57,3±3,2	38,6±2,5++++	38,1±1,2****	63,0±1,3****
Мн (%)	14,1±3,8	16,5±4,1	9,3±1,0	6,4±0,5	13,5±1,1
Тц ($\times 10^9/л$)	458,0±11,5	443,5±29,9	659,7±40,6+++	499,5±31,3	382,2±33,5****

Примечание. Обозначения показателей приведены в тексте. Обозначения статистической значимости здесь и в **табл. 2**: II-я и III-я группы сравниваются с I-й (+), IV-я и V-я, соответственно с II-й и III-й (*), по критерию Даннета. Число символов обозначает степень доверительной вероятности различий: 1 – $p \leq 0,05$; 2 – $p \leq 0,01$; 3 – $p \leq 0,001$; 4 – $p \leq 0,0001$.

Таблица 2.

Результаты сравнительного анализа ферментов (M±m)

Показатели	Контрольные группы			Опытные группы	
	I	II	III	IV	V
Каталаза (ед)	4,1±0,5	2,9±0,5	3,5±0,1	4,6±0,5*	6,3±0,5****
СДГ (нмоль/мг/мин)	122,2±1,6	116,7±1,1++	104,0±1,7++++	128,6±1,6****	151,7±2,4****

Следует отметить, что показатели активности СДГ и каталазы в опытных группах достоверно ($p \leq 0,05$) превышали аналогичные значения в группе интактных животных.

Обсуждение

Периферическая кровь является «зеркалом» гомеостаза и потому изменения её химического и клеточного состава отражают, в том числе, и неспецифическую адаптационную реакцию организма на стресс, позволяя косвенным образом судить о степени её напряженности [11].

Результаты сравнительного анализа гемограмм позволяют заключить, что общее количество Эц и уровень Нв в обеих контрольных группах демонстрируют тенденцию к небольшому снижению относительно показателей интактных животных, не опускаясь ниже границы нормы [12], что сопровождается уменьшением СОЭц и увеличением средней концентрации Нв в Эц. В сравнении с группой интактных животных обе контрольные группы характеризуются также достоверным уменьшением %Лм и увеличением %Нф. Выраженность перечисленных изменений возрастает с увеличением длительности стресса, что, помимо перераспределения клеток в сегментах «ткань-кровь», очевидно, связано с относительной недостаточностью антиоксидантной системы крови. Данный факт подтверждается снижением активности каталазы в обеих контрольных группах относительно соответствующих показателей у интактных животных, а также с выраженными нарушениями тканевого дыхания, о чем свидетельствует достоверное уменьшение активности СДГ, более выраженное в III-й группе [13, 14].

Анализ результатов в экспериментальных группах позволяет сделать вывод о выраженных адаптогенных эффектах ПСК в V-й группе, где отмечены достоверное увеличение количества Эц и уровня Нв, превышающих показатели не только контрольной, но и интактной групп, а также нормализация характеристик лейкограммы примерно до уровня, свойственного группе интактных животных. Достоверно увеличиваются также показатели активности каталазы и СДГ, что свидетельствует об адекватном функционировании антиоксидантной системы крови и повышении интенсивности тканевого дыхания.

Активность каталазы и СДГ в IV группе тоже отмечена достоверно более высокими значениями, чем во II-й, но количество Эц и уровень Нв превышают контрольные показатели незначительно, а в лейкограмме, обнаруживается преобладание %Лм над %Нф. В данном случае имеются основания объяснить подобное несоответствие различны-

ми скоростями биохимических (более быстрых) и клеточных (более медленных) реакций. В ответ на острый стресс и однократное введение ПСК происходит активация антиоксидантной системы крови и стимулируется тканевое дыхание при запаздывании соответствующих клеточных изменений в гемограммах.

Заключение

Полисахариды соцветий календулы оказывают выраженное стимулирующее воздействие на адаптивные реакции при стрессе, активируя компоненты антиоксидантной системы (каталаза) и тканевого дыхания (сукцинатдегидрогеназа), а также нормализуя показатели гемограммы. Наиболее выраженные адаптогенные эффекты достигаются путем ежедневного интраперитонеального введения полисахаридов при субхроническом стрессе; однократное их введение при остром стрессе демонстрирует феномен «запаздывания» клеточных адаптаций относительно биохимических.

Список литературы

1. Эбзеева Е.Ю., Полякова О.А. Стресс и стресс-индуцированные расстройства. *Медицинский совет*. 2022; 16(2): 127–133. DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-2-127-133
2. Есин Р.Г., Есин О.Р., Хакимова А.Р. Стресс-индуцированные расстройства. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 2020; 120(5): 131–137. DOI: 10.17116/jnevro2020120051131
3. Афанасьева П.В., Куркина А.В. Перспективы комплексного использования сырья календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2014; 16(5-2): 980–982.
4. Ерзылева Т.В. Влияние растительных полисахаридов на кровь и кроветворение в норме и при патологии. *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. 2015; 3: 97–102.
5. Ванина Д.С., Сычев И.А., Бяловский Ю.Ю., Лаксаева Е.А., Косова Ю.Д., Кокина Д.Г. Действие полисахарида цветков календулы на животных со свинцово-укусной анемией. *Современная наука. Серия: Естественные и технические науки*. 2024; 3-2: 10–16. DOI: 10.37882/2223-2966.2024.3-2.04
6. Симонова Н.В., Доровских В.А., Штарберг М.А., Лемеш Е.Ю., Майсак А.Г., Чернышева А.А. Антиоксидантная и актопротекторная активность фитоадаптогенов при окислительном стрессе в эксперименте. *Амурский медицинский журнал*. 2019; 1(25): 43–46. DOI: 10.22448/AMJ.2019.1.43-46
7. Ванина Д.С., Сычев И.А., Бяловский Ю.Ю., Аронова М.А., Синельникова Е.С., Сапунова Д.А. Влияние полисахаридов календулы лекарственной на эритропоэз животных с индуцированным стрессом. *Патогенез*. 2024; 22(4): 39–43. DOI: 10.25557/2310-0435.2024.04.39-43
8. Бяловский Ю.Ю., Ракитина И.С. *Экспериментальные модели в курсе патофизиологии*. Рязань: РИО РязГМУ, 2018. 622 с.
9. Самыкина Л.Н., Сказкина О.Я., Дроздова Н.И., Ибрагимов И.М. Определение активности каталазы эритроцитов как показателя антиоксидантной защиты организма лабораторных животных при воздействии пятиокиси ванадия. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2010; 12(1-6): 1497–1501.
10. Прохорова М.И. *Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен)*. Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1982. 327 с.

11. Банзаракшеев В.Г. Лейкоцитарные индексы как способ оценки эндогенной интоксикации организма. Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2010; 3(73): 390–391.
12. Западнюк И.П. Лабораторные животные. Киев, Вища школа, 1983. 382 с.
13. Курзакова И.О., Мухина Е.С. Каталаза биологических сред организма и её клинично-биохимическое значение в оценке окислительного стресса. В сб.: Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. Абакан, 2015: 97–98.
14. Магомедова К.М., Арсланова Р.М., Османова П.М., Гаджиева А.К. Современные представления о структуре и механизмах функционирования сукцинатдегидрогеназы. Международный студенческий научный вестник. 2020. 3: 146. DOI: 10.17513/msnv.20157
6. Simonova N.V., Dorovskikh V.A., Shtarberg M.A., Lemesh E.YU., Masjak A.G., Chernysheva A.A. [Antioxidant and actoprotective activity of phytoadaptogens under oxidative stress in the experiment]. *Amurskiy meditsinskiy zhurnal [Amur Medical Journal]*. 2019; 1(25): 43–46. DOI: 10.22448/AMJ.2019.1.43-46 (in Russian)
7. Vanina D.S., Sychev I.A., Byalovskiy YU.YU., Aronova M.A., Sinel'nikova E.S., Sapunova D.A. [The effect of calendula officinalis polysaccharides on erythropoiesis in stress-induced animals]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2024; 22(4): 39–43. DOI: 10.25557/2310-0435.2024.04.39-43 (in Russian)
8. Byalovskiy Yu.Yu., Rakitina I.S. [Experimental models in the course of pathophysiology]. Ryazan: RIO RyazGMU, 2018. 622 p. (in Russian)
9. Samykina L.N., Skazkina O.YA., Drozdova N.I., Ibragimov I.M. [Determination of erythrocyte catalase activity as an indicator of antioxidant protection of the body of laboratory animals under the influence of vanadium pentoxide]. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences [Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]*. 2010; 12(1-6): 1497–1501. (in Russian)
10. Prokhorova M.I. [Methods of biochemical research (lipid and energy metabolism)]. Leningrad: Izdatelstvo Leningradskogo universiteta; 1982. 327 p. (in Russian)
11. Banzaraksheev V.G. [Leukocyte indices as a method for assessing endogenous intoxication of the body]. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk [Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences]*. 2010; 3(73): 390–391. (in Russian)
12. Zapadnyuk I.P. [Laboratory animals]. Kiev, Vishcha shkola, 1983. 382 p. (in Russian)
13. Kurzakova I.O., Muhina E.S. [Catalase of biological media of the body and its clinical and biochemical significance in the assessment of oxidative stress]. In: Ecology of Southern Siberia and adjacent territories. Aбакан, 2015: 97–98. (in Russian)
14. Magomedova K.M., Arslanova R.M., Osmanova P.M., Gadzhieva A.K. [Modern concepts of the structure and mechanisms of functioning of succinate dehydrogenase]. *Mezhdunarodnyy studentcheskiy nauchnyy vestnik [International Student Scientific Newsletter]*. 2020. 3: 146. DOI: 10.17513/msnv.20157 (in Russian)

Reference

1. Ebzeeva E.Yu., Polyakova O.A. [Stress and stress-induced disorders]. *Meditsinskiy sovet [Medical Council]*. 2022; 16(2): 127–133. DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-2-127-133. (in Russian)
2. Esin R.G., Esin O.R., Xakimova A.R. [Stress-induced disorders]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S.Korsakova [S.S.Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]*. 2020; 120(5): 131–137. DOI: 10.17116/jnevro2020120051131 (in Russian)
3. Afanasyeva P.V., Kurkina A.V. [Prospects for the complex use of raw materials of calendula officinalis L.]. *Izvestia Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi Akademii nauk [Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]*. 2014; 16(5-2): 980–982. (in Russian)
4. Erzyleva T.V. [The influence of plant polysaccharides on blood and hematopoiesis in norm and pathology]. *Nauka molodykh (Eruditio Juvenium). Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2015; 3: 97–102. (in Russian)
5. Vanina D.S., Sychev I.A., Byalovskiy Yu.Yu., Laksaeva E.A., Kosova Yu.D., Kokina D.G. [The effect of calendula flower polysaccharide on animals with lead-acetic anemia]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskkiye nauki [Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice, a series: Natural and Technical Sciences]*. 2024; 3-2: 10–16. DOI: 10.37882/2223-2966.2024.3-2.04. (in Russian)

Сведения об авторах:

Ванина Дарья Сергеевна — ассистент кафедры патофизиологии Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0009-0009-0690-3300>

Бяловский Юрий Юльевич — доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой патофизиологии Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0002-6769-8277>

Сычев Игорь Анатольевич — доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой общей химии Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0009-0003-3684-8775>

Иштулин Артем Федорович — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры биологической химии Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0001-9750-1642>

Лаксаева Елена Анатольевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры общей химии Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0003-4477-5812>

Косова Юлия Дмитриевна — старший преподаватель кафедры общей химии Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0009-0008-8041-7725>

Синельникова Елена Сергеевна — студентка Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0009-0001-9323-6869>

Сапунова Диана Алексеевна — студентка Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0009-0002-2936-8207>