



УДК 615.322:547.458

Биологическая активность полисахаридсодержащих экстрактов, выделенных из плодов боярышника обыкновенного разной степени зрелости



Е. А. Лаксаева, В. В. Давыдов, И. А. Кяримов,
Е. А. Кухтенкова, В. В. Арушанова, Е. А. Злобина

Лаксаева Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей и фармацевтической химии, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, elenalaksaeva@mail.ru

Давыдов Виктор Викторович, доктор медицинских наук, профессор, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, elenalaksaeva@mail.ru

Кяримов Ибрагим Ашраф-оглы, студент 4-го курса педиатрического факультета, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, ibragim55551@yandex.ru

Кухтенкова Елизавета Андреевна, студент 2-го курса лечебного факультета, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, kuhta1199@gmail.com

Арушанова Виктория Вячеславовна, студент 4-го курса педиатрического факультета, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, viktoriagarushanova@mail.ru

Злобина Елизавета Андреевна, студент 2-го курса лечебного факультета, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, elizabethzlobina@mail.ru

Плоды боярышника обыкновенного (*Crataegus gusoxyacantha* L.), а также его листья, цветки имеют сложный состав. В них выявлены водорастворимый полисахаридный комплекс, флавоноиды и сапонины и другие биологически активные соединения. Как следствие, препараты, изготовленные из растительного сырья боярышника, обладают высокой биологической активностью. Широкое применение в медицине находит жидкий экстракт из плодов, настойка цветков боярышника. Эти лекарственные средства применяются при сердечно-сосудистых заболеваниях, оказывают седативное и гипотензивное действие. Вызывает интерес роль отдельных групп веществ, содержащихся в плодах боярышника обыкновенного, в формировании выраженной биологической активности. Одной из таких групп являются полисахариды. Исследования последних лет показали, что полисахариды растений обладают широким спектром биологической активности и находят применение в медицине и ветеринарии. В ходе исследования получены новые данные, свидетельствующие о том, что полисахаридсодержащие экстракты (ПСЭ), выделенные из плодов боярышника обыкновенного (*Crataegus gusoxyacantha* L.) разной степени зрелости, при энтеральном введении животным усиливают эритропоэз, увеличивая количество эритроцитов и гемоглобина в крови экспериментальных животных (крыс), повышают их физическую работоспособность и устойчивость к гипобарической гипоксии. При этом выход ПСЭ из незрелых (зеленых) плодов в 1,74 раза больше, чем из зрелых. В статье приводятся

данные о том, что биологическая активность ПСЭ, выделенных из незрелых плодов боярышника, по ряду показателей выше, чем биологическая активность ПСЭ, выделенных из зрелых плодов.

Ключевые слова: полисахаридсодержащие экстракты, лабораторные крысы, показатели крови, устойчивость к гипоксии, физическая работоспособность.

DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-2-216-222>

Плоды боярышника обыкновенного (*Crataegus gusoxyacantha* L.), а также его листья и цветки имеют сложный состав [1, 2]. В них выявлены водорастворимый полисахаридный комплекс, сапонины, флавоноиды, органические кислоты (виннокаменная, лимонная, аскорбиновая), сахара, витамины (каротин) и др. Как следствие, препараты, изготовленные из растительного сырья боярышника, обладают высокой биологической активностью. Широкое применение в медицине находят жидкий экстракт из плодов и настойка цветков боярышника. Эти лекарственные средства применяются при сердечно-сосудистых заболеваниях, оказывают седативное и гипотензивное действие.

Вызывает интерес роль отдельных групп веществ, содержащихся в плодах боярышника обыкновенного, в формировании выраженной биологической активности. Одной из таких групп являются полисахариды.

Исследования последних лет показали, что полисахариды растений обладают широким спектром биологической активности и находят применение как вспомогательные вещества в приготовлении различных лекарственных форм в медицине. Установлено, что полисахариды, не оказывая побочного действия на организм, активируют ряд ферментных систем клеток, положительно влияют на обмен веществ и процессы гемопоэза, активируют функции иммунной системы как здоровых животных, так и животных с различными видами экспериментальной патологии, стимулируют физическую работоспособность и увеличивают массу мышечной ткани у животных [3–11].

Все это открывает широкие возможности для создания на их базе новых препаратов, стимулирующих адаптационные резервы организма.



В этой связи поиск новых растительных источников, богатых полисахаридами, обладающих высокой биологической активностью, – одно из приоритетных направлений научных исследований.

В незрелых плодах растений полисахаридов значительно больше, чем в зрелых, так как в процессе созревания происходит их гидролиз до более простых сахаров. Однако в литературе не представлено сведений о биологической активности полисахаридов, выделенных из незрелых плодов растений, в том числе боярышника обыкновенного.

Целью исследования являлось сравнение биологической активности полисахаридсодержащих экстрактов, выделенных из незрелых и зрелых плодов боярышника обыкновенного, при энтеральном их введении лабораторным крысам.

Материалы и методы

Полисахаридсодержащий экстракт выделяли из воздушно-сухих, предварительно очищенных и измельченных зеленых и зрелых плодов боярышника обыкновенного. Навеску сырья массой 10 г помещали в круглодонную колбу, заливали 200 мл 1%-ного щавелевокислого аммония и экстрагировали на кипящей водяной бане в течение 1,5 ч, после чего смесь отфильтровывали, фильтрат упаривали и осаждали полуторным объемом 96%-ного этилового спирта. Через 30 мин осадок отделяли фильтрованием, а затем промывали 96%-ным этиловым спиртом, ацетоном и смесью спирта и эфира. Выделенный ПСЭ высушивали в вакууме в течение 12 ч над P_2O_5 и измельчали.

Исследования проведены на 30 крысах-самцах линии Вистар массой 220–260 г, содержащихся в конвенциональных условиях вивария и получавших стандартный рацион и воду *ad libitum*.

Все животные, задействованные в эксперименте, были разделены на три группы по 10 крыс в каждой: 1-я группа – контроль (интактные животные, получавшие физиологический раствор), 2-я группа – крысы, получавшие ПСЭ спелых плодов боярышника, 3-я группа – крысы, получавшие ПСЭ зеленых плодов боярышника.

Препарат с массовой долей ПСЭ 10% вводили лабораторным крысам 1 раз в сутки энтерально в дозе 0,1 г/кг массы тела. Доза препарата, применяемая в исследовании, выбиралась в связи с имеющимися в литературе данными [7–9]. ПСЭ вводили в течение 30 сут, при этом все животные имели свободный доступ к пище (полнорационному гранулированному комбикорму) и воде.

На 1-, 15-, 30-, 37-е сутки после начала введения препарата у животных контрольной группы и животных, получавших ПСЭ, брали для исследования кровь для определения количества эритроцитов, лейкоцитов, лимфоцитов, моноцитов, уровня гемоглобина.

Массу тела животного оценивали после введения ПСЭ на 1-, 7-, 14-, 21-, 30-е сутки опыта. Физическую работоспособность исследовали на модели «плавательного» теста [10] до введения ПСЭ на 1-, 10-, 20-, 30-, 37-е сутки опыта.

Устойчивость к гипобарической гипоксической гипоксии определяли на 1-, 14-, 30-, 37-е сутки. Гипобарическая гипоксия моделировалась путем понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе в условиях разреженной атмосферы. Моделирование острой гипобарической гипоксии для крыс осуществлялось в аппарате Комовского при снижении атмосферного давления до 152 мм рт. ст., что соответствует высоте 11–12 тыс. м над уровнем моря. С момента когда у животных появлялись судороги во избежание их гибели постепенно давление повышали до исходного уровня.

Все экспериментальные данные подвергнуты математической обработке с привлечением методов вариационной статистики для малых выборок. Статистическая обработка проводилась с помощью модулей систем Microsoft Excel Stadia 7.1/prof.10. Различия сравниваемых средних величин считались достоверными при уровне значимости $P_d < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Полисахаридсодержащий экстракт боярышника обыкновенного представляет собой аморфное вещество от бежевого до коричневого цвета, растворимое в воде с образованием коллоидного раствора, обладающего поверхностно-активными свойствами. Выход ПСЭ из высушенных до постоянной массы зеленых плодов составлял 19,07%, а из зрелых – 10,96%. В ранее проведенных исследованиях было установлено, что в составе ПСЭ, выделенного из растительного сырья указанным выше методом, основную долю представлял уроновый ангидрид, и это позволило сделать заключение о том, что изучаемый ПСЭ является разновидностью пектинов [12–14].

При введении ПСЭ, выделенного из плодов боярышника, количество эритроцитов в крови подопытных животных возрастало (табл. 1). При этом стимуляция эритропоэза на 30-е сутки после начала эксперимента под влиянием полисахаридов, выделенных из зеленых



плодов, была сопоставимой со стимуляцией эритропоэза, вызванной ПСЭ из зрелых плодов. Более того, под влиянием ПСЭ, выделенного из

незрелых плодов, эффект стимуляции эритропоэза сохранился и в последствии (37-е сутки) (см. табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Изменение содержания эритроцитов ($\times 10^{12}/л$) после введения ПСЭ, выделенного из плодов боярышника разной степени зрелости
Changes in the content of red blood cells ($\times 10^{12}/л$) after the introduction of PSE, isolated from hawthorn fruits of various degrees of maturity

Группа сравнения / Comparison group	Сутки проведения эксперимента / Day of the experiment			
	1-е	15-е	30-е	37-е
1-я	7,09 \pm 0,23	7,08 \pm 0,26	7,11 \pm 0,17	7,05 \pm 0,17
2-я	7,41 \pm 0,29	7,74 \pm 0,43	8,43 \pm 0,43*	7,84 \pm 0,32*
3-я	7,49 \pm 0,48	7,55 \pm 0,32	8,65 \pm 0,47*	8,33 \pm 0,41*

Примечание. * $Pd < 0,05$ по отношению к контрольной группе; $M \pm m$ – средняя величина показателя и ее вероятная ошибка.

Note. * $Pd < 0.05$ relative to the control group; $M \pm m$ – the average value of the indicator and its probable error.

Аналогичные изменения под влиянием ПСЭ, выделенного из плодов боярышника, нами были выявлены при изучении уровня гемоглобина у экспериментальных животных (табл. 2). Следует

отметить, что биологическая активность по этому показателю у ПСЭ, выделенного из зеленых плодов, оказалась даже несколько выше, чем у ПСЭ, выделенного из зрелых плодов.

Таблица 2 / Table 2

Изменение уровня гемоглобина (г/л) после введения ПСЭ, выделенного из плодов боярышника разной степени зрелости ($M \pm m$)
Change in the level of hemoglobin (g/l) after the introduction of PSE isolated from hawthorn fruits of various degrees of maturity

Группа сравнения / Comparison group	Сутки проведения эксперимента / Day of the experiment			
	1-е	15-е	30-е	37-е
1-я	138,7 \pm 0,93	140 \pm 2,95	142,1 \pm 2,25	139,6 \pm 3,86
2-я	139,4 \pm 1,25	145,2 \pm 2,36	150,8 \pm 3,28*	161,5 \pm 4,76*
3-я	139,4 \pm 1,02	145,5 \pm 3,84	154,8 \pm 4,54*	167,4 \pm 8,79*

Примечание. *См. табл. 1 / Note. *See table 1.

Исследование состава «белой» крови не выявило статистически значимого влияния

ПСЭ на ее состав у экспериментальных животных (табл. 3).

Таблица 3 / Table 3

Изменения клеточного состава «белой» крови у крыс после введения ПСЭ, выделенного из плодов боярышника разной степени зрелости
Changes in the cellular composition of the “white” blood of rats, after the introduction of PSE isolated from hawthorn fruits of various degrees of maturity

Клеточный состав / Cellular composition	Контроль / Control			ПСЭ, выделенный из плодов / PSE isolated from fruits					
				незрелых / immature			спелых / ripe		
	Сутки проведения эксперимента / Day of the experiment								
	1-е	30-е	3е	1-е	30-е	37-е	1-е	30-е	37-е
Лимфоциты / Lymphocytes, %	69 \pm 0,31	69,3 \pm 0,76	69,65 \pm 0,40	69,3 \pm 0,82	72,36 \pm 0,93*	71,63 \pm 1,17	69,5 \pm 0,75	69,73 \pm 0,50	68,8 \pm 0,93
Моноциты / Monocytes, %	2,5 \pm 0,15	2,6 \pm 0,31	2,93 \pm 0,30	2,6 \pm 0,42	2,85 \pm 0,20	2,95 \pm 0,13	2,93 \pm 0,39	2,83 \pm 0,22	3,2 \pm 0,43
Лейкоциты, $\times 10^9/л$ / Leukocytes, $\times 10^9/л$	11,6 \pm 0,4	11,98 \pm 0,44	11,82 \pm 0,31	11,58 \pm 0,35	11,98 \pm 0,44	11,82 \pm 0,31	11,52 \pm 0,32	11,4 \pm 0,45	11,4 \pm 0,51

Примечание. *См. табл. 1 / Note. *See table 1.



В ходе исследований у животных из сравниваемых групп в равной степени постепенно увеличивалась масса тела. Достоверных раз-

личий по этому показателю на всех этапах эксперимента животных из сравниваемых групп выявлено не было (табл. 4).

Таблица 4 / Table 4

Изменение массы тела животных при введении ПСЭ, выделенного из плодов боярышника разной степени зрелости
Change in body weight of animals after the introduction of PSE, isolated from hawthorn fruits of various degrees of maturity

Группа сравнения / Comparison group	Сутки проведения эксперимента / Day of the experiment				
	1-е	7-е	14-е	21-е	30-е
1-я	294,3±20,3	308,8±20,3	322±22,23	328,9±28,8	352,9±29,8
2-я	303,4±12,1	316,1±14,0	327,2±15,1	340,5±16,9	358,7±17,8
3-я	291,0±15,3	308,1±15,6	318±15,86	336,9±18,3	358±19,56

В условиях моделирования гипобарической гипоксической гипоксии у животных, получавших ПСЭ, выделенный из плодов боярышника, формировалась повышенная резистентность к гипоксии уже на 14-е сутки (табл. 5), причем у животных, получавших ПСЭ, выделенный из незрелых плодов боярышника, указанный показатель имел тенденцию более значительного роста по сравнению с животными из 2-й группы. Уровень данного показателя у

контрольных животных имел незначительную, по сравнению с опытными животными (группы 2 и 3), тенденцию к росту, связанную с включением адаптационных механизмов и тренировкой организма (см. табл. 5). Последствие наблюдалось и на 37-е сутки у животных из всех сравниваемых групп. Однако у животных, получавших ПСЭ, резистентность к гипоксии увеличивалась на большую величину, чем у животных из контрольной группы (см. табл. 5).

Таблица 5 / Table 5

Устойчивость к гипоксии животных, получавших ПСЭ, выделенный из плодов боярышника разной степени зрелости
Resistance to hypoxia of animals treated with PSE, isolated from hawthorn fruits of various degrees of maturity

Группа сравнения / Comparison group	Сутки проведения эксперимента / Day of the experiment			
	1-е	14-е	30-е	37-е
	Время, с ($M \pm m$) / Time, s			
1-я	148,5±14,64	193,8±12,73	267,1±19,55	295,4±18,52
2-я	177,2±20,30	287,7±22,79*	443,8±39,5*	447,5±26,8*
3-я	161,5±15,85	298±17,38*	483±30,49*	510±29,25*

Примечание. *См. табл. 1 / Note. *See table 1.

Под действием ПСЭ, выделенного из плодов боярышника, у подопытных крыс повышает-

ся выносливость и физическая работоспособность (табл. 6). Это отражается в статистически

Таблица 6 / Table 6

Время плавания животных, получавших ПСЭ, выделенного из плодов боярышника разной степени зрелости
Swimming time of animals treated with PSE, isolated from hawthorn fruits of various degrees of maturity

Группа сравнения / Comparison group	Сутки проведения эксперимента / Day of the experiment				
	1-е	10-е	20-е	30-е	37-е
	Время плавания, с $M \pm m$ / Time, s				
1-я	14,58±1,44	15,37±1,43	15,54±1,26	25,3±1,52	25,4±1,41
2-я	13,83±1,62	22,31±2,58*	25,44±2,34*	41,9±5,23*	38,6±3,77*
3-я	13,24±1,66	26,39±3,19*	29,58±3,41*	44,1±4,08*	40,4±3,76*

Примечание. *См. табл. 1 / Note. *See table 1.



достоверном увеличении времени плавания животных с грузом 0,1 массы тела и достижении своего максимального значения на 30-е сутки эксперимента. При этом физическая работоспособность животных, получавших ПСЭ, выделенный из незрелых плодов боярышника, существенно не отличалась от физической работоспособности животных, получавших ПСЭ, выделенный из зрелых плодов. Физическая работоспособность животных из контрольной группы также повышалась под влиянием тренировок в ходе эксперимента, но это повышение было статистически менее выраженным по сравнению с животными из опытных групп.

Результаты и их обсуждение

Обсуждая возможные механизмы влияния ПСЭ, выделенного из плодов боярышника, на показатели крови лабораторных животных, следует отметить, что основную долю ПСЭ, по данным из литературы, составляют пектины. Пектины в желудочно-кишечном тракте не подвергаются гидролизу, и поэтому моносахара, являющиеся составной частью полисахаридов, не всасываются и не попадают во внутреннюю среду организма. Согласно литературным данным, пектины являются питательной средой для сапрофитов и способствуют их развитию в кишечнике [7]. Продукты жизнедеятельности сапрофитов характеризуются высокой биологической активностью, обладая в том числе способностью активировать эритропоэз и гемопоэз. Повышение уровня эритроцитов и гемоглобина в крови увеличивает кислородную емкость крови, что, на наш взгляд, и приводит к повышению физической работоспособности животных и их резистентности к гипобарической гипоксической гипоксии. Обращают на себя внимание факты высокой биологической активности не только ПСЭ, выделенного из зрелых плодов боярышника, но и ПСЭ, выделенного из незрелых плодов. Учитывая представленные в статье данные о том, что выход ПСЭ из зеленых плодов боярышника практически в два раза выше, чем из зрелых плодов, можно сделать вывод, что незрелые плоды боярышника обыкновенного могут использоваться в качестве растительного сырья для получения полисахаридов, обладающих высокой биологической активностью.

Выводы

1. Энтеральное введение ПСЭ, выделенного из плодов боярышника, повышает физическую работоспособность и устойчивость к гипоксии лабораторных крыс, что свидетельствует о повышении их адаптационных резервов.

2. Энтеральное введение ПСЭ, выделенного из плодов боярышника, лабораторным животным увеличивает количество эритроцитов и уровень гемоглобина крови, что косвенно свидетельствует о повышении кислородной емкости крови и является одним из наиболее вероятных механизмов повышения неспецифических адаптационных резервов организма животных.

3. ПСЭ, выделенный из незрелых плодов боярышника обыкновенного, обладает выраженной биологической активностью, что позволяет рассматривать данное растительное сырье в качестве источника БАВ.

Список литературы

1. Государственная Фармакопея СССР. 11-е изд. М. : Медицина, 1990. Вып. 2. 400 с.
2. *Омариева Л. В., Истригова Т. А.* Боярышники Дагестана – ценный источник биологически активных веществ // Науч. журн. КубГАУ. 2016. Т. 116, № 2. С. 2–11.
3. *Хотимченко М. Ю.* Сорбционные свойства и фармакологическая активность некрахмальных полисахаридов : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Владивосток, 2011. 46 с.
4. *Грудева-Попова Ж. Г., Цветкова Т. З.* Экспериментальное изучение влияния пектиновых веществ на неспецифическую защиту организма // Клиническая диагностика. 1999. № 3. С. 15–18.
5. *Сергеев А. В., Ревазова Е. С., Денисова С. И.* Иммуномодулирующая и противоопухолевая активность полисахаридов растительного происхождения // Бюл. эксперимент. биологии и медицины. 1985. Т. 100, № 12. С. 741–743.
6. *Лавренова Г. Ю.* Влияние некоторых растительных полисахаридов на коагулянтную активность крови животных // Фармакология и токсикология. 1986. Т. 49, № 4. С. 38–40.
7. *Лаксаева Е. А.* Зависимость накопления плодами обыкновенной ирги биологически активных веществ от экологической ситуации и их влияние на состояние животных : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Балашиха, 2011. 24 с.
8. *Сычев И. А., Порядин Г. В., Смирнов В. М.* Влияние полисахаридов донника желтого на мембраны клеток крови при перекисном окислении // Рос. мед.-биол. вестн. им. акад. И. П. Павлова. 2006. № 4. С. 49–54.
9. *Сычев И. А., Смирнов В. М., Порядин Г. В.* Действие полисахаридов донника желтого на систему кроветворения в норме и при патологии // Рос. мед.-биол. вестн. им. акад. И. П. Павлова. 2007. № 1. С. 50–58.
10. *Сычев И. А., Лаксаева Е. А.* Влияние полисахарида ирги обыкновенной на кровь здоровых животных // Рос. мед.-биол. вестн. им. акад. И. П. Павлова. 2010. № 3. С. 155–162.



11. Ерзылева Т. В. Влияние растительных полисахаридов на кровь и кроветворение в норме и при патологии // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2015. № 3. С. 97–102.
12. Василенко Ю. К., Кайшева Н. Ш., Компанцев В. А. Сорбционные свойства пектиновых препаратов // Хим.-фарм. журн. 1993. Т. 27, № 11. С. 44–46.
13. Михеева Л. А., Тры А. В. Выделение пектина из растительного сырья и изучение его некоторых химических свойств // Вестн. ВГУ. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2013. № 2. С. 53–56.
14. Ефремов А. А., Кондратьев Т. А. Выделение пектина из нетрадиционного сырья и применение его в кондитерском производстве // Химия растительного сырья. 2008. № 4. С. 181–186.

Образец для цитирования:

Лаксаева Е. А., Давыдов В. В., Кяримов И. А., Кухтенкова Е. А., Арушанова В. В., Злобина Е. А. Биологическая активность полисахаридсодержащих экстрактов, выделенных из плодов боярышника обыкновенного разной степени зрелости // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2019. Т. 19, вып. 2. С. 216–222. DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-2-216-222>

Polysaccharidebased Biological Activity of Extracts Isolated from Fruits of *Crataegus Monogyna* of Varying Degrees of Maturity

E. A. Laksaeva, V. V. Davydov, I. A. Kyarimov, E. A. Kukhtenkova, V. V. Arushanova, E. A. Zlobina

Elena A. Laksaeva, <https://orcid.org/0000-0003-4477-5812>, Ryazan State Medical University academician I. P. Pavlov, 9 Visokovolt'naya St., Ryazan 390026, Russia, elenalaksaeva@mail.ru

Victor V. Davydov, <https://orcid.org/0000-0001-6479-7504>, Ryazan State Medical University academician I. P. Pavlov, 9 Visokovolt'naya St., Ryazan 390026, Russia,

Ibrahim A. Kyarimov, Ryazan State Medical University academician I. P. Pavlov, 9 Visokovolt'naya St., Ryazan 390026, Russia, ibragim555551@yandex.ru

Elizaveta A. Kukhtenkova, Ryazan State Medical University academician I. P. Pavlov, 9 Visokovolt'naya St., Ryazan 390026, Russia, kuhta1199@gmail.com

Viktoria V. Arushanova, Ryazan State Medical University academician I. P. Pavlov, 9 Visokovolt'naya St., Ryazan 390026, Russia, viktoriaarushanova@mail.ru

Elizaveta A. Zlobina, Ryazan State Medical University academician I. P. Pavlov, 9 Visokovolt'naya St., Ryazan 390026, Russia, elizabethzlobina@mail.ru

The fruits of midland hawthorn (*Crataegus gusoxyacantha* L.), as well as leaves and flowers have a complex composition. A water-soluble polysaccharide complex, flavonoids and saponins, and other biologically active compounds were revealed in them. Consequently, preparations made from the vegetable material of hawthorn have a high biological activity. A liquid extract of fruits and a tincture of hawthorn flowers, are widely used in medicine. These drugs are used for cardiovascular diseases, have a sedative and hypotensive effect. The role of separate groups of substances contained in the fruits of hawthorn in the formation of such a marked biological activity is of interest. One of such groups is polysaccharides. Recent studies have shown that plant polysaccharides have a wide range of biological activities and are used in medicine and veterinary. In this study, new data have been revealed, indicating

that fruits extracted from midland hawthorn (*Crataegus gusoxyacantha* L.) of various degrees of ripeness in case of enteral administration in animals strengthen erythropoiesis, increasing the amount of erythrocytes and of hemoglobin in the blood of experimental animals (rats), increase their physical performance and resistance to hypobaric hypoxic hypoxia. At the same time, the output of polysaccharide from unripe (green) fruits is 1.74 times higher than that of ripe ones. The article contains data that the biological activity of the (PCE) extracted from unripe hawthorn fruits in a number of indices is higher than the biological activity of the PCE extracted from ripe hawthorn fruits.

Keywords: polysaccharide-containing extracts, laboratory rats, blood indices, resistance to hypoxia, physical performance.

References

1. Gosudarstvennaya Farmakopeya SSSR [USSR State Pharmacopoeia]. 11-e izd. Moscow, Meditsina Publ., 1990, iss. 2. 400 p. (in Russian).
2. Omarieva L. V., Isrigova T. A. Hawthorn Dagestan is a valuable source of biologically active substances. *Nauchnyj zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of Kub SAV], 2016, vol. 116, no. 2, pp. 2–11 (in Russian).
3. Khotimchenko M. Y. *Sorbcionnye svoystva i farmakologicheskaya aktivnost' nekrahmal'nyh polisaharidov* [Sorptions properties and pharmacological activity of non-starch polysaccharides]. Thesis Diss. Doct. Sci. (Med.). Vladivostok, 2011. 46 p. (in Russian).
4. Grudeva-Popova J. G., Cvetkova T. Experimental study of the effect of pectin substances on the nonspecific protection of the body. *Klinich. lab. diagnostika* [Russian Clinical Laboratory Diagnostics], 1999, no. 3, pp. 15–18 (in Russian).
5. Sergeev V. A., Revazova E. S., Denisova S. I. Immunomodulating and anti-tumor activity of plant polysaccharides. *Byulleten' ehksperimental'noy biologii i meditsiny* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine], 1985, vol. 100, no. 12, pp. 741–743 (in Russian).
6. Lavrenova G. Y. The influence of some plant polysaccharides on the blood coagulant activity of animals. *Farmakologiya i Toxicologiya*, 1986, vol. 49, no. 4, pp. 38–40 (in Russian).



7. Laksaeva E. A. *Zavisimost' nakopleniya plodami obyknovennoy irgi biologicheskii aktivnykh veshchestv ot ekologicheskoy situatsii i ikh vliyanie na sostoyanie zhivotnykh* [The dependence of the accumulation of the fruits of the Amelanchier ovalis Medik. biologically active substances from the ecological situation and their impact on the state of animals]. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Balashikha, 2011. 24 p. (in Russian).
8. Sychev I. A., Poryadin G. V., Smirnov V. M. The effect of polysaccharides clover yellow on the membrane of blood cells during peroxidation. *Rossiyskiy mediko-biologicheskii vestnik im. akad. I. P. Pavlova* [I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald], 2006, no. 4, pp. 49–54 (in Russian).
9. Sychev I. A., Smirnov V. M., Ordin G. V. The effect of polysaccharides clover yellow on the hematopoietic system in health and disease. *Rossiyskiy mediko-biologicheskii vestnik im. akad. I. P. Pavlova* [I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald], 2007, no. 1, pp. 50–58 (in Russian).
10. Sychev I. A., Laksaeva E. A. The effect of the polysaccharide of Amelanchier ovalis Medik on the blood of healthy animals. *Rossiyskiy mediko-biologicheskii vestnik im. akad. I. P. Pavlova* [I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald], 2010, no. 3, pp. 155–162 (in Russian).
11. Ersilia T. V. Effect of plant polysaccharides on blood and blood formation in normal and pathological conditions. *Nauka molodyh* [Eruditio Juvenium], 2015, no. 3, pp. 97–102 (in Russian).
12. Vasilenko Yu. K., Kaisheva N. Sh., Komantsev V. A. Sorption properties of pectin preparations. *Himiko-farmaceuticheskiy zhurnal* [Pharmaceutical Chemistry Journal], 1993, vol. 27, no. 11, pp. 44–46 (in Russian).
13. Miheeva L. A., Try A. V. Isolation of pectin from vegetable raw materials and the study of its certain chemical properties. *Vestnik VGU. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya* [Proceedings of Voronezh State University. Ser. Chemistry. Biology. Pharmacy], 2013, no. 2, pp. 53–56 (in Russian).
14. Efremov A. A., Kondratuc T. A. Isolation of pectin from unconventional raw materials and its use in the confectionery industry. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of Vegetable Raw Materials], 2008, no. 4, pp. 181–186 (in Russian).

Cite this article as:

Laksaeva E. A., Davydov V. V., Kyarimov I. A., Kukhtenkova E. A., Arushanova V. V., Zlobina E. A. Polysaccharidebased Biological Activity of Extracts Isolated from Fruits of Crataegus Monogyna of Varying Degrees of Maturity. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2019, vol. 19, iss. 2, pp. 216–222 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-2-216-222>
