

УДК: 576.89;577.212.3
МРНТИ: 34.15.23

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-1-3-11

Джазина К., магистрант, **основной автор**, <https://orcid.org/0009-0001-8858-0753>
НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина»,
г. Астана, проспект Женис 62, 010000, Республика Казахстан, dzhazinak01@mail.ru.
Уахит Р. С., магистр технических наук, <https://orcid.org/0000-0001-7737-7162>
ТОО «Национальный центр биотехнологии», г. Астана, Коргалжинское шоссе 13/5, 010000,
Республика Казахстан, erken.uakhitrabiga@gmail.com.
Киян В. С., PhD, ассоциированный профессор, <https://orcid.org/0000-0001-9787-9151>
ТОО «Национальный центр биотехнологии», г. Астана, Коргалжинское шоссе 13/5, 010000,
Республика Казахстан, vskiyen@gmail.com.

Jazina K., master's student, **the main author**, <https://orcid.org/0009-0001-8858-0753>
NJSC «S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University», Astana, 010000, Kazakhstan,
dzhazinak01@mail.ru.
Uakhit R. S., Master of Engineering Science, <https://orcid.org/0000-0001-7737-7162>
LLP «National Center for Biotechnology», Astana, Kurgalzhynskoye road, 13/5, 010000, Kazakhstan,
erken.uakhitrabiga@gmail.com.
Kiyan V.S., PhD, associate professor, <https://orcid.org/0000-0001-9787-9151>
LLP «National Center for Biotechnology», Astana, Kurgalzhynskoye road, 13/5, 010000, Kazakhstan,
vskiyen@gmail.com.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ДНК ИЗ
ЭХИНОКОККОВЫХ ЦИСТ
COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR DNA ISOLATION FROM
ECHINOCOCCA CYSTS**

Аннотация

Процесс выделения ДНК из цист эхинококка играет решающую роль в исследовании эхинококкоза – паразитарного заболевания, вызываемого ленточными червями рода *Echinococcus*, поражающего как людей, так и животных. Целью данного сравнительного исследования было определение эффективности различных коммерческих наборов для выделения ДНК из цист эхинококка (50 проб), полученных из органов больных животных. Изученными видами животных были крупный рогатый скот и овцы. Образцы были собраны из разных регионов Казахстана: Акмолинская, Костанайская, Карагандинская, Северо-Казахстанская, Павлодарская области. Исследование показало, что наборы для экстракции геномной ДНК GeneJet и Monarch были эффективны с точки зрения концентрации и чистоты выделенной геномной ДНК (средний показатель концентрации ДНК 165-172 мг/мкл), при этом набор Monarch показал более быстрое время экстракции. Набор Biolabmix оказался наименее эффективным (средняя концентрация 71,6 нг/мкл). Каждый метод анализируется с точки зрения выхода, качества ДНК, времени выполнения, стабильности и возможности автоматизации. Изучение этого заболевания и разработка эффективных методов диагностики во многом опираются на надежные и эффективные методы выделения ДНК, которые позволят быстрее и точнее анализировать генетический материал. Методы выделения ДНК из цист эхинококка являются важным инструментом для исследования эхинококкоза и развития диагностических методов. Учитывая результаты этого исследования, данная статья может быть рекомендацией по выбору коммерческого набора для выделения ДНК гидатидных цист.

ANNOTATION

The process of extracting DNA from *Echinococcus* cysts plays a crucial role in the study of echinococcosis, a parasitic disease caused by tapeworms of the genus echinococcosis that affects both humans and animals. The purpose of this comparative study was to determine the effectiveness of various commercial kits for the extraction of DNA from *Echinococcus* cysts (50 samples) obtained from the organs of diseased animals. The animal species studied were cattle and sheep, samples were collected from different regions of Kazakhstan: Akmola, Kostanay, Karaganda, North Kazakhstan, Pavlodar regions. The study found that the GeneJet and Monarch genomic DNA extraction kits were effective in terms of concentration and purity of extracted genomic DNA (average DNA concentration of 165-172 mg/ μ L), with the Monarch kit showing faster extraction times. The Biolabmix kit was the least effective (average concentration 71.6 ng/ μ l). Each method is analyzed in terms of yield, DNA quality, execution time, stability, and automation ability. The study of this disease and the development of effective diagnostic methods rely heavily on reliable and efficient DNA extraction methods, which will allow faster and more accurate analysis of genetic material. Methods for extracting DNA from *Echinococcus* cysts are an important tool for the study of echinococcosis and the development of diagnostic methods. Given the results of this study, this article may be a recommendation for choosing a commercial kit for DNA isolation of hydatid cysts.

Ключевые слова: *Echinococcus granulosus*, выделение ДНК, коммерческий набор, эхинококковые цисты, экстракция.

Key words: *Echinococcus granulosus*, DNA isolation, commercial kit, echinococcal cysts, extraction.

Введение. *Echinococcus granulosus* – паразитический ленточный червь, вызывающий кистозный эхинококкоз – потенциально опасную для жизни зоонозную инфекцию, поражающую людей и животных по всему миру [1]. По данным международного эпизоотического бюро (МЭБ) частота заражения кистозным эхинококкозом человека колеблется от менее чем 1 на 100 000 до более чем 200 на 100 000 в некоторых сельских популяциях, имеющих тесный контакт с домашними собаками [2]. В Казахстане сложная эпизоотолого-эпидемиологическая ситуация по зоонозным гельминтозам [3]. За 15 лет зарегистрировано 3795 случая эхинококкоза человека, из которых 78,8% приходится на юг, до 11,3% людей болеют церебральным эхинококкозом [4-6]. В связи с эпидемиологической ситуацией в стране паразитозы создают угрозу здоровому образу жизни населения.

Распространенность эхинококкоза сильно зависит от климатических факторов, включая температуру и влажность, что обусловлено их влиянием на выживание яиц и факторов окружающей среды, таких как ландшафтные факторы (землепользование, соотношение площади лугопастбищных угодий, растительный покров, изменения почвенно-растительного покрова) [7-9]. В республике гельминтозы имеют свои эпизоотологические особенности, обусловленные специфическими климатическими и социально-экономическими условиями [10]. Практически вся территория благоприятна для массового распространения гельминтов, в том числе приуроченных к природным очагам. На юге страны существует множество природных очагов паразитарных заболеваний [11].

По данным последних исследований в Казахстане известны два вида эхинококкоза: *Echinococcus granulosus* и *Echinococcus multilocularis* [12]. На сегодняшний день в мире известно пять видов *E. Granulosus*: *E. granulosus sensu stricto* (s.s.) (объединяющий генотипы G1, G2 и G3), *E. equinus* (G4), *E. ortleppi* (G5), *E. canadensis* (объединяющий генотипы G6-G8 и G10) и *E. felidis* (G9) [13,14,15].

Использование современных методов выделения ДНК позволяет более эффективно изучать генетический материал эхинококка и обеспечивает точность в определении его видового состава, что позволяет узнать больше о их распространении, эпидемиологии и сопротивляемости к лекарственным препаратам. Выделение ДНК из эхинококка – это важный этап для молекулярно-генетических исследований, направленных на более глубокое понимание биологии этого паразита и разработку методов диагностики и лечения [16,17].

Один из основных методов выделения ДНК из паразитов - использование коммерчески доступных методов выделения ДНК. Эти методы содержат все необходимые реагенты и

протоколы для эффективной изоляции ДНК из биологического материала паразитов [18]. Процесс состоит из нескольких этапов, включая растворение образца и удаление соединений, мешающих последующей обработке и амплификации ДНК [19]. Как правило, в коммерческий набор входят также инструкции по использованию, которые облегчают работу и оптимизируют процесс выделения ДНК [20].

Цель данных исследований поиск простого, практичного и высокопроизводительного метода выделения ДНК из эхинококковых цист.

Материалы и методы исследований. *Образцы эхинококковых цист.* Образцы были взяты из хитиновой оболочки эхинококковых цист, полученных из органов больных животных (печень и легкие) (рисунок 1). Изучаемый вид животных – крупный рогатый скот и овцы, образцы которых были привезены из 5 регионов Казахстана (Акмолинская, Костанайская, Карагандинская, Северо-Казахстанская, Павлодарская области). Общее число образцов - 50.

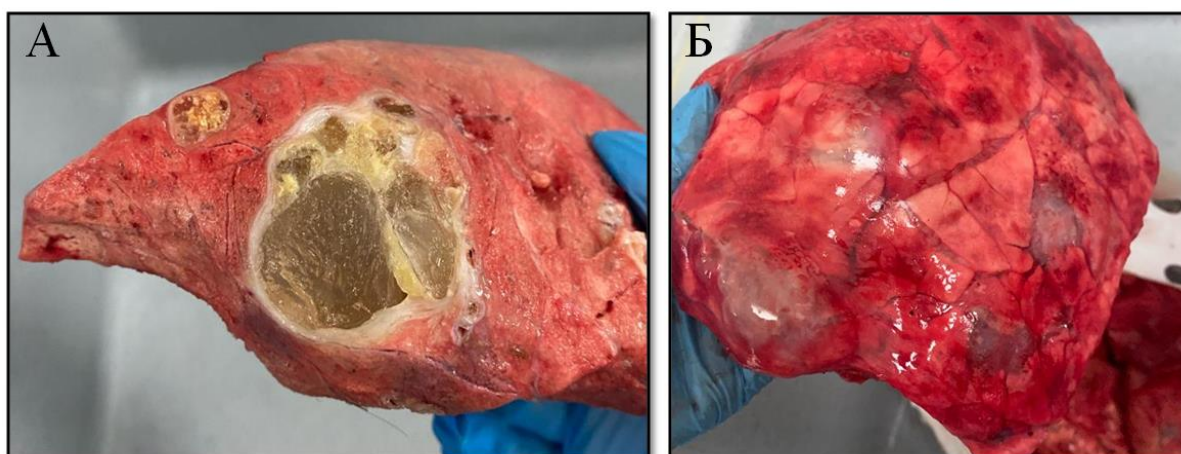


Рисунок 1 – Эхинококковые цисты в легких МРС (А) и легких КРС (Б)

Экстракция ДНК набором GeneJET Genomic DNA Purification Kit (K0722). Образцы эхинококковых цист гомогенизировали добавляя в микропробирку 400 мкл лизирующего буфера и 2,5 мкл Proteinase K и инкубировали 2 часа при 56°C. После этого проводили очистку геномной ДНК двумя промывочными растворами с этанолом. Полученную ДНК элюировали в буфере, инкубировали при комнатной температуре и центрифугировали для окончательного извлечения.

Экстракция ДНК набором Monarch® Genomic DNA Purification Kit (T3010S). В данном наборе образцы тканей эхинококковых цист гомогенизировали с добавлением 200 мкл лизирующего буфера, 3 мкл Proteinase K и инкубировали 1 час при 56°C. Так же в этом наборе добавляется 3 мкл RNase и 400 мкл Bind buffer. Провели очистку ДНК используя колонку и промывочный буфер.

Экстракция ДНК набором «Биолабмикс» (DU-250). Гомогенизация а данном наборе проходит с добавлением 300 мкл лизирующего буфера и 5 мкл Proteinase K. В отличие от предыдущих наборов длительность инкубации в данном наборе значительно меньше. Инкубация проходит в течении 15 минут при 56°C. Далее проводят очистку двумя промывающими растворами. После добавления элюирующего буфера лизат инкубируют при комнатной температуре 3 минуты и центрифугируют 1 минуту при 10000 *rcf*.

Определение концентрации ДНК. Концентрацию ДНК (выраженную в мкг/мл) рассчитывали непосредственно с помощью прибора NanoDrop™ 2000 (Thermo Scientific), а чистоту ДНК для оценки белковых и РНК примесей основывали на соотношениях поглощения длины волны на 260 и 280 нм.

Электрофорез. Экстрагированные ДНК каждого метода помещали в 1%-ный агарозный гель с использованием ТБЕ буфера и бромистого этидия. Полосы были визуализированы в ультрафиолетовом трансиллюминаторе (документально подтверждены гелем) и сфотографированы в цифровом виде (рис.3-5). Миграцию ДНК проводили в течении 10 минут при режиме 250V 120mA.

Результаты и их обсуждение. В ходе нашего исследования мы провели сравнительный анализ нескольких методов выделения ДНК из эхинококковых цист с целью определить наиболее подходящий метод для конкретных исследовательских задач. За последние годы были разработаны различные коммерческие наборы для экстракции ДНК, которые часто предлагают стандартизированные протоколы, что обеспечивает более стабильные и повторяемые результаты по сравнению с старым методом фенол-хлороформной экстракции. Эти наборы также могут быть менее подвержены загрязнению и обычно требуют меньше времени и усилий для выполнения. Были успешно выделены 50 образцов эхинококковых цист со следующей маркировкой: 03-22 – Акмолинская, 09-22 – Карагандинская, 10-22 – Костанайская, 14-22 – Павлодарская, 15-22 – Северо-Казахстанская области. Полученные данные выделения ДНК представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение концентрации и чистоты выделенной ДНК

Образец	Вид животного	GeneJet genomic DNA extraction kit		Monarch genomic DNA extraction kit		Биолабмикс	
		Концентрация	A260/A280	Концентрация	A260/A280	Концентрация	A260/A280
1	2	3	4	5	6	7	8
03-22-1	КРС	74.4	2.00	68.0	1.55	31.72	1.254
03-22-2		9.6	1.50	11.8	3.09	4.18	3.033
03-22-3		371.9	1.99	325.6	2.13	105.17	1.847
03-22-4		539.8	2.01	462.3	1.41	152.83	2.307
03-22-5		210.2	1.96	196.8	1.97	87.62	2.085
03-22-6	МРС	39.64	1.822	32.56	1.96	24.95	1.70
03-22-7		255.93	1.979	201.76	2.43	157.49	2.63
03-22-8		8.85	1.084	5.39	1.65	3.75	1.95
03-22-9		133.73	1.984	114.7	1.84	87.4	3.73
03-22-10	КРС	778.09	1.974	654.8	2.03	582.47	2.96
09-22-1		77.747	1.889	64.009	2.245	13.409	2.119
09-22-2		141.994	1.847	148.161	1.916	38.732	2.064
09-22-3		259.939	2.026	242.743	2.231	40.687	1.421
09-22-4		215.506	2.028	111.986	2.534	32.672	1.623
09-22-5	МРС	53.677	1.964	34.869	1.852	13.151	1.152
09-22-6		174.767	2.032	125.623	1.859	79.826	1.590
09-22-7		84.076	2.052	81.122	1.834	38.431	1.743
09-22-8		246.894	2.057	218.864	1.912	56.742	1.881
09-22-9		80.699	2.018	69.152	1.734	41.054	1.277
09-22-10	КРС	420.595	2.072	372.319	1.480	51.335	1.607
10-22-1		92.020	1.833	79.356	1.820	30.746	2.000
10-22-2		124.562	1.849	133.375	1.892	20.574	1.936
10-22-3		88.250	1.781	75.643	2.218	68.786	1.916
10-22-4		17.051	1.110	22.569	2.337	9.282	2.171
10-22-5	МРС	92.020	1.833	48.678	1.882	17.050	2.304
10-22-6		330.249	1.834	282.644	1.883	141.573	1.842
10-22-7		21.732	1.575	15.847	1.714	7.698	1.852
10-22-8		63.318	1.949	33.483	1.876	10.136	1.425
10-22-9		42.652	1.189	23.076	2.779	14.605	1.486
10-22-10	КРС	44.107	2.303	49.906	1.820	49.468	1.508
14-22-1		41.723	1.844	38.489	1.928	19.483	1.479
14-22-2		13.180	1.357	15.906	1.731	8.927	1.690
14-22-3		105.173	1.890	139.955	1.894	79.480	1.777
14-22-4		152.835	1.950	108.769	1.928	68.780	1.755
14-22-5	МРС	99.628	1.456	92.465	1.864	72.600	1.921

1	2	3	4	5	6	7	8
14-22-6	МРС	100.776	1.866	106.286	2.924	79.208	1.346
14-22-7		46.442	1.662	32.603	1.856	14.515	1.356
14-22-8		21.920	1.919	28.567	1.796	16.493	1.495
14-22-9		112.268	2.368	99.650	1.585	77.679	2.209
14-22-10		169.543	2.035	144.460	2.777	90.760	2.885
15-22-1	КРС	216.220	1.630	218.100	1.544	176.139	1.493
15-22-2		178.924	1.427	115.531	1.422	88.456	1.222
15-22-3		316.575	1.739	228.887	1.758	195.981	1.449
15-22-4		238.399	2.126	219.503	1.548	145.240	1.273
15-22-5		83.900	2.207	71.828	1.695	52.139	1.793
15-22-6	МРС	137.325	1.826	108.471	2.502	85.780	1.965
15-22-7		78.769	1.182	34.045	1.551	58.603	1.619
15-22-8		296.254	2.068	204.806	3.086	198.031	1.725
15-22-9		100.920	1.620	114.824	2.134	81.426	1.590
15-22-10		57.856	1.942	62.297	1.908	25.703	2.168

С каждого региона было выделено по 5 образцов хитиновых оболочек эхинококковых цист, полученных от зараженных животных. Каждый образец был выделен тремя разными методами (наборами *GeneJET Genomic DNA Purification Kit*, *Monarch® Genomic DNA Purification Kit*, «Биолабмикс»). В таблице 1 можно видеть концентрацию выделенной ДНК и ее спектральную чистоту. Спектр должен быть классическим с максимумом на 260 нм и минимумом на 230 нм. Соотношение $A_{260}/A_{280} \sim 1.6-1.8$, а A_{260}/A_{230} в пределах 2-2.2. Неклассический спектр означал, что необходимо провести дополнительную очистку пере осаждением или другим способом. Средняя концентрация ДНК, которая использовалась для дальнейшего ПЦР анализа варьировалась от 10 нг/мкл до 100 нг/мкл. Образцы с высокой концентрацией разводили до 100 нг/мкл. На рисунке 2 представлены данные спектрометрического анализа изучаемых образцов ДНК.

Как видно из рисунка 2, самая высокая концентрация ДНК была получена с использованием коммерческого набора для экстракции геномной ДНК *GeneJet*. Качество выделенной ДНК анализировали методом горизонтального электрофореза в 1% агарозном геле. Результаты этого анализа представлены на рисунке 3. Этот результат показывает, что набор для экстракции геномной ДНК *GeneJet* очень эффективен в получении высокой концентрации ДНК хорошего качества. Это важно, поскольку оно демонстрирует надежность и эффективность коммерческого набора для извлечения геномной ДНК для дальнейшего анализа и исследовательских целей.

На рисунке 3 видно, что все образцы ДНК, выделенные с помощью набора *GeneJet* и изученные в электрофорезном геле, имеют достаточную рабочую концентрацию и чистоту (рисунок 3А). С другой стороны, когда для выделения ДНК использовался набор *Monarch*, было замечено, что все образцы имели шлейф. Однако в четырех образцах, а именно 10-22-5, 10-22-6, 10-22-7 и 10-22-8, видимого результата не было, это говорит о том, что в этих образцах имела место некоторая денатурация ДНК, (Рисунок 3Б). Кроме того, при использовании набора *Biolabmix* наблюдалось только размытие полосы в образцах 14-22-1, 14-22-5 и 14-22-6, а в остальных пробах результата не было (рисунок 3В). Учитывая доступность набора *GeneJet* и хороший выход ДНК рекомендовано использовать этот метод для молекулярно-генетических анализов. Учитывая доступность набора *GeneJet* и его способность получать ДНК хорошего качества, рекомендуется использовать этот метод для молекулярно-генетического анализа.

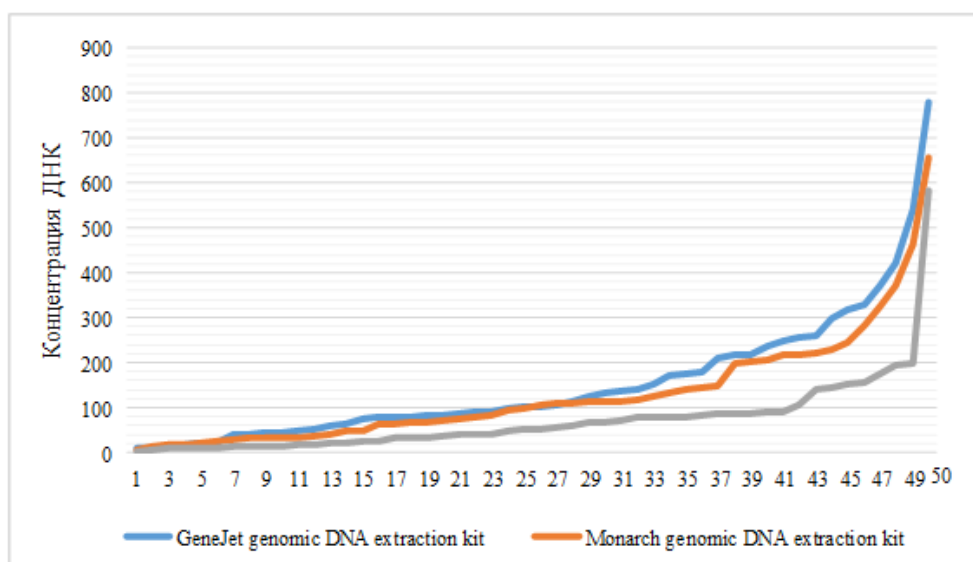
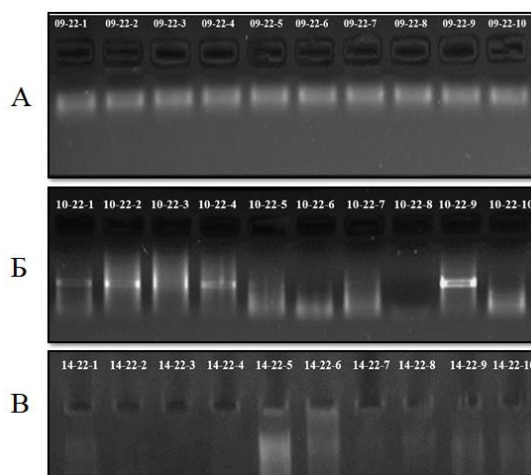


Рисунок 2 – Сравнительный анализ концентрации ДНК, выделенной из эхинококковых цист тремя разными коммерческими наборами



А – набор GeneJet kit, Б – набор Monarch, В – набор Биолабмикс

Рисунок 3 – Электрофорез в 1 % агарозном геле выделенной ДНК из образцов 14-22-1 – 14-22-10 эхинококковых цист

Закключение. В этом сравнительном исследовании была определена эффективность трех различных коммерческих наборов для экстракции ДНК, выбранных в зависимости от их доступности и стоимости. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что наборы GeneJet genomic DNA extraction kit и Monarch genomic DNA extraction kit показывают относительно одинаковую концентрацию в пределах от 9.6 до 778 нг/мкл и чистоту выделенной геномной ДНК (среднее значение – 1.8-2.2). Один из этапов выделения ДНК набора Monarch genomic DNA extraction kit, заключающийся в инкубации лизис буфером проходит на один час быстрее, что существенно сокращает общее время выделения ДНК. Средняя концентрация ДНК при использовании набора GeneJet genomic DNA extraction kit составила 169,1 нг/мкл. Средняя концентрация ДНК при использовании набора Monarch genomic DNA extraction kit равна 129,3 нг/мкл. Набор Биолабмикс показал наименьшую эффективность в сравнении с другими наборами, где средняя концентрация и чистота составили 71,6 нг/мкл и 1.2-3 нм соответственно.

Методы выделения ДНК из цист эхинококка являются важным инструментом для исследования эхинококкоза и развития диагностических методов. Несмотря на проблемы,

связанные с выделением и анализом ДНК, современные методы выделения ДНК существенно улучшили эффективность и упростили процедуру.

Источник финансирования. Представленное выше исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках проекта AP14869645 «Установление генетической принадлежности различных видов возбудителя эхинококкоза к гаплотипам, циркулирующим на территории Казахстана» на 2022-2024 годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Zarei, Z. Genotyping of Echinococcus granulosus isolated from canine in Northwest Iran [Text] / Z. Zarei [and etc.] // Journal of parasitic diseases: official organ of the Indian Society for Parasitology, 2023. Vol. 47(4). – P. 757-761. <https://doi.org/10.1007/s12639-023-01616-4>
- 2 Эхинококкоз – ВОЗЖ – Всемирная организация по охране здоровья животных (woah.org) доступен по адресу: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/echinococcosis>
- 3 Yalysheva, S.V. «On the distribution of echinococcosis in the republic of Kazakhstan» [Text]/ S.V Yalysheva // *Exp. Biol.*, 2022. P. 91.
- 4 Кереев, Я.М. (2010) Эхинококкоз животных [Текст] / Я.М. Кереев // Монография. Уральск. – 2010. – С. 197.
- 5 Шабдарбаева, Г.С. (2011) Эпизоотическая ситуация по эхинококкозу животных в некоторых регионах Казахстана. [Текст] / Г.С. Шабдарбаева [и др.] // Исследования, результаты. Казахский национальный аграрный университет. Алматы. – 2011. – С. 38-42
- 6 Шалменов, М.Ш. (2005) Рекомендации по профилактике эхинококкоза сельскохозяйственных животных в Западно-Казахстанской области. [Текст] / М.Ш. Шалменов // Уральск. – 2005. – С. 18
- 7 Giraudoux P. «Drivers of Echinococcus multilocularis transmission in China: small mammal diversity, landscape or climate?», [Text] / Giraudoux P., et al. // *PLoS Negl Trop Dis*. 2013. 7(3): e2045.
- 8 Cadavid Restrepo A.M. «Environmental risk factors and changing spatial patterns of human seropositivity for Echinococcus spp.» [Text] / A.M. Cadavid Restrepo // *Xiji County, Ningxia Hui Autonomous Region.*, 2018. PP. 1–6.
- 9 Ghatee, M.A. «Environmental, climatic and host population risk factors of human cystic echinococcosis in southwest of Iran», [Text] / Ghatee, M.A. et al. // *BMC Public Health.*, 2020. 20(1):1611.
- 10 Шабдарбаева, Г.С. ГИС-технологии в мониторинге гельминтозов и регионализации территории южного региона Казахстана. [Текст] / Г.С. Шабдарбаева [и др.] // Ростов-на-Дону. – 2017. – С. 89-99
- 11 Шабдарбаева, Г.С. Эпизоотолого-эпидемиологический мониторинг зоонозных гельминтозов на юге Казахстана [Текст] / Г.С. Шабдарбаева [и др.] // Евразийский союз ученых. – 2017, н.1-1(34).
- 12 Uakhit, R. Genetic diversity of Echinococcus spp. in wild carnivorous animals in Kazakhstan [Text] / R., Uakhit et.al. // *Veterinary world*, 2022. Vol.15(6). – P. 1489–1496. doi:10.14202/vetworld.2022.1489-1496
- 13 Bowles, J. Genetic variants within the genus Echinococcus identified by mitochondrial DNA sequencing / [Text] J. Bowles [and etc.] // *Molecular and biochemical parasitology.* – 1992. Vol.54(2), -p. 165-173. doi.org/10.1016/0166-6851(92)90109-w.
- 14 Knapp, J. A. Phylogenetic relationships within Echinococcus and Taenia tapeworms (Cestoda: Taeniidae): an inference from nuclear protein-coding genes [Text] / J. Knapp [and etc.] // *Molecular phylogenetics and evolution.* – 2011. Vol. 61(3). – P. 628-638. doi.org/10.1016/j.ympev.2011.07.022.
- 15 Saarma, U. A novel phylogeny for the genus Echinococcus, based on nuclear data, challenges relationships based on mitochondrial evidence [Text] / Saarma U. // *Parasitology.* – 2009. Vol.136(3). – P. 317-328. doi.org/10.1017/S0031182008005453
- 16 Afshin, B. DNA extraction from hydatid cyst protoscolices: Comparison of five different methods / [Text] Afshin Barazesh [and etc.] // *Veterinary world.* – 2018, vol. 11,2. – P. 231-234. doi:10.14202/vetworld.2018.231-234
- 17 Barazesh, A. Comparison of various methods for DNA extraction from human isolated paraffin-embedded hydatid cyst samples. *J Parasit Dis.* 2020 Sep;44(3):613-617

18 Dieki, R. Comparison of six methods for *Loa loa* genomic DNA extraction [Text] / Dieki, R. [and etc.] // PLoS One. – 2022, vol.21;17(3). – P. doi: 10.1371/journal.pone.0265582.

19 Longchamps, R.J. Evaluation of mitochondrial DNA copy number estimation techniques [Text] / Longchamps R.J. [and etc.] // PLoS One. – 2020, vol.31;15(1). doi: 10.1371/journal.pone.0228166.

20 Maksimov, P. Comparison of different commercial DNA extraction kits and PCR protocols for the detection of *Echinococcus multilocularis* eggs in faecal samples from foxes [Text] / Maksimov P. [and etc.] // Veterinary parasitology. – 2017. Vol. 237. – P. 83-93. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.02.015>

REFERENCES

1 Zarei, Z. Genotyping of *Echinococcus granulosus* isolated from canine in Northwest Iran [Text] / Z. Zarei [and etc.] // Journal of parasitic diseases: official organ of the Indian Society for Parasitology, 2023. Vol. 47(4). – P. 757-761. <https://doi.org/10.1007/s12639-023-01616-4>

2 Ekhnokokkoz – VOZZH – Vsemirnaya organizaciya po ohrane zdorov'ya zhivotnyh (woah.org) dostupen po adresu: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/echinococcosis>

3 Yalysheva, S.V. «On the distribution of echinococcosis in the republic of Kazakhstan» [Text]/ S.V Yalysheva // Exp. Biol., 2022. R. 91.

4 Kereev, YA.M. (2010) Ekhnokokkoz zhivotnyh [Tekst] / YA.M. Kereev // Monografiya. Ural'sk. – 2010. – S. 197.

5 SHabdarbaeva, G.S. (2011) Epizooticheskaya situaciya po ekhnokokkozu zhivotnyh v nekotoryh regionah Kazahstana. [Tekst] / G.S. SHabdarbaeva [i dr.] // Issledovaniya, rezul'taty. Kazahskij nacional'nyj agrarnyj universitet. Almaty. – 2011. – S. 38-42

6 SHalmenov, M.SH. (2005) Rekomendacii po profilaktike ekhnokokkoza sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh v Zapadno-Kazahstanskoj oblasti. [Tekst] / M.SH. SHalmenov // Ural'sk. – 2005. – S. 18

7 Giraudoux P. «Drivers of *Echinococcus multilocularis* transmission in China: small mammal diversity, landscape or climate?», [Text] / Giraudoux P., et al. // PLoS Negl Trop Dis. 2013. 7(3): e2045.

8 Cadavid Restrepo A.M. «Environmental risk factors and changing spatial patterns of human seropositivity for *Echinococcus* spp.» [Text] / A.M. Cadavid Restrepo // Xiji County, Ningxia Hui Autonomous Region., 2018. RR. 1–6.

9 Ghatee, M.A. «Environmental, climatic and host population risk factors of human cystic echinococcosis in southwest of Iran», [Text] / Ghatee, M.A. et al. // BMC Public Health., 2020. 20(1):1611.

10 SHabdarbaeva, G.S. GIS-tehnologii v monitoringe gel'mintozov i regionalizacii territorii yuzhnogo regiona Kazahstana. [Tekst] / G.S. SHabdarbaeva [i dr.] // Rostov-na-Donu. – 2017. – S. 89-99

11 SHabdarbaeva, G.S. Epizootologo-epidemiologicheskij monitoring zoonoznyh gel'mintozov na yuge Kazahstana [Tekst] / G.S. SHabdarbaeva [i dr.] // Evrazijskij soyuz uchenykh. – 2017, n.1-1(34).

12 Uakhit, R. Genetic diversity of *Echinococcus* spp. in wild carnivorous animals in Kazakhstan [Text] / R., Uakhit et.al. // Veterinary world, 2022. Vol.15(6). – P. 1489–1496. doi:10.14202/vetworld.2022.1489-1496

13 Bowles, J. Genetic variants within the genus *Echinococcus* identified by mitochondrial DNA sequencing / [Text] J. Bowles [and etc.] // Molecular and biochemical parasitology. – 1992. Vol.54(2), -p. 165-173. doi.org/10.1016/0166-6851(92)90109-w.

14 Knapp, J. A. Phylogenetic relationships within *Echinococcus* and *Taenia* tapeworms (Cestoda: Taeniidae): an inference from nuclear protein-coding genes [Text] / J. Knapp [and etc.] // Molecular phylogenetics and evolution. – 2011. Vol. 61(3). – P. 628-638. doi.org/10.1016/j.ympev.2011.07.022.

15 Saarma, U. A novel phylogeny for the genus *Echinococcus*, based on nuclear data, challenges relationships based on mitochondrial evidence [Text] / Saarma U. // Parasitology. – 2009. Vol.136(3). – P. 317-328. doi.org/10.1017/S0031182008005453

16 Afshin, B. DNA extraction from hydatid cyst protoscolices: Comparison of five different methods / [Text] Afshin Barazesh [and etc.] // Veterinary world. – 2018, vol. 11,2. – P. 231-234. doi:10.14202/vetworld.2018.231-234

17 Barazesh, A. Comparison of various methods for DNA extraction from human isolated paraffin-embedded hydatid cyst samples. J Parasit Dis. 2020 Sep;44(3):613-617

18 Dieki, R. Comparison of six methods for *Loa loa* genomic DNA extraction [Text] / Dieki, R. [and etc.] // PLoS One. – 2022, vol.21;17(3). – P. doi: 10.1371/journal.pone.0265582.

19 Longchamps, R.J. Evaluation of mitochondrial DNA copy number estimation techniques [Text] / Longchamps R.J. [and etc.] // PLoS One. – 2020, vol.31;15(1). doi: 10.1371/journal.pone.0228166.

20 Maksimov, P. Comparison of different commercial DNA extraction kits and PCR protocols for the detection of *Echinococcus multilocularis* eggs in faecal samples from foxes [Text] / Maksimov P. [and etc.] // Veterinary parasitology. – 2017. Vol. 237. – P. 83-93. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.02.015>

ТҮЙІН

Echinococcus кисталарынан ДНҚ оқшаулау процесі адам мен жануарларға әсер ететін эхинококкоз тектес таспа құрттар тудыратын паразиттік ауруды зерттеуде шешуші рөл атқарады. Бұл салыстырмалы зерттеудің мақсаты ауру жануарлардың органдарынан алынған эхинококк кисталарынан (50 үлгі) ДНҚ алу үшін әртүрлі коммерциялық жинақтардың тиімділігін анықтау болды. Зерттелетін жануарлар түрі ірі қара мен қой болды, сынамалар Қазақстанның әртүрлі аймақтарынан алынды: Ақмола, Қостанай, Қарағанды, Солтүстік Қазақстан, Павлодар облыстарынан. Зерттеу нәтижесінде GeneJet және Monarch геномдық ДНҚ экстракция жинақтары экстракцияланған геномдық ДНҚ концентрациясы мен тазалығы (орташа ДНҚ концентрациясы 165-172 мг/мкл), Monarch жинағы экстракцияның жылдамырақ уақытын көрсететіні бойынша тиімді екені анықтады. Biolabmix жинағы ең аз тиімді болды (орташа концентрациясы 71,6 нг/мкл). Әр әдіс ДНҚ-ның шығуы, сапалығы, орындалу уақыты, тұрақтылығы және автоматтандыру мүмкіндігіне қарай талданады. Эхинококкоз ауруын зерттеу және тиімді диагностикалық әдістерді әзірлеу, сенімді және тиімді ДНҚ экстракция әдістеріне сүйенеді, бұл генетикалық материалды тезірек және дәлірек талдауға мүмкіндік береді. Эхинококк кисталарынан ДНҚ алу әдістері эхинококкозды зерттеуде және диагностикалық әдістерді жасауда маңызды құрал болып табылады. Осы зерттеудің қорытындысын есептегенде, бұл мақала ДНҚ-ның гидатидтік цисталарын бөлуіне коммерциялық таңдау бойынша ұсыным бола алады.

УДК 636.2:636.09(079.2)
МРНТИ 68.41.47, 68.41.05

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-1-11-22

Забродин А.Г., магистр ветеринарных наук, **основной автор**, <https://orcid.org/0009-0002-2713-3105>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, проспект Женис 62, 010011, Казахстан, albertzabrodinvetmed@gmail.com

Доманов Д.И., кандидат ветеринарных наук, <https://orcid.org/0000-0001-6211-9275>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, проспект Женис 62, 010011, Казахстан, ddi-66@mail.ru

Камсаев К.М., кандидат ветеринарных наук, <https://orcid.org/0000-0001-8281-3934>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, проспект Женис 62, 010011, Казахстан, kamsaiev@mail.ru

Терликбаев А.А., кандидат ветеринарных наук, <https://orcid.org/0000-0001-7455-7926>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, проспект Женис 62, 010011, Казахстан, terlikbaev_askar@mail.ru

Омаров К.Ж., <https://orcid.org/0000-0001-9322-1125>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, проспект Женис 62, 010011, Казахстан, kakim.omarov14@mail.ru

Муханбеткалиев Е.Е., кандидат ветеринарных наук, <https://orcid.org/0000-0003-3320-7182>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, проспект Женис 62, 010011, Казахстан, ersyn_1974@mail.ru