

Аралбаева А.Н.,  
Мурзахметова М.К.,  
Кайынбаева А.К.,  
Жаманбаева Г.Т.

**Оценка антиоксидантной  
активности и  
мембранопротекторных  
свойств вегетативных частей  
облепихи крушиновидной**

В данной статье представлены результаты исследования антиоксидантных и мембранопротекторных свойств экстрактов из вегетативных частей облепихи крушиновидной. Как показали наши исследования, экстракты, выделенные из различных частей растений, собранных в разные периоды, отличаются друг от друга по антиоксидантным и мембраностабилизирующим свойствам. В результате экспериментов выявлено, что экстракты листьев и стеблей, собранных в летний сезон, показали наибольшую мембраностабилизирующую и противоокислительную активность. Отмечена тенденция снижения свойств экстрактов ингибировать накопление продуктов липопероксидации и гемолиз эритроцитов, выделенных из вегетативных частей растений, собранных в осенний период. Экстракты почек растения тоже проявили антиоксидантные свойства. Показано, что противоокислительные свойства экстрактов почек растения существенно ниже по сравнению с экстрактами листьев. Получены данные по содержанию общих полифенолов и флавоноидов в экстрактах из различных вегетативных частей облепихи крушиновидной.

**Ключевые слова:** облепиха, экстракт, перекисное окисление, осмотическая резистентность, антиоксиданты, полифенолы, флавоноиды.

Aralbayeva A.N.,  
Murzahmetova M.K.,  
Kayinbayeva A.K.,  
Zhamanbayeva G.T.

**Estimation of antioxidant activity  
and membranoprotective  
properties of vegetative parts of  
sea-buckthorn**

There are presented results of studies of antioxidative and membranoprotective properties of extracts from various vegetative parts of sea-buckthorn in article. On the base of our researches we can say that extracts received from various parts of plant collected in different seasons differs from each other on antioxidative and membranoprotective properties. Experimental results have revealed, leaves and stem extracts collected in summer period showed the greatest effect. The tendency of decrease in properties of extracts to inhibit accumulation of products of lipoperoxidation and erythrocyte hemolysis, allocated of the vegetative parts of a plant collected in the autumn seasons is noted. Extracts of gemmas of a plant have shown antioxidative properties too. Antioxidant effect of plant gemma's extract essentially lower than leave's extract. Data under the maintenance of the general polyphenols and flavanoids in extracts from various vegetative parts of sea-buckthorn berries крушиновидной are obtained.

**Key words:** sea-buckthorn, extract, peroxidation, osmotical resistance, antioxidans, polyphenols, flavonoids

Аралбаева А.Н.,  
Мурзахметова М.К.,  
Кайынбаева А.К.,  
Жаманбаева Г.Т.

**Крушина тәрізді шырғанақтың  
вегетативті бөліктерінің  
мембранопротекторлы және  
антиоксидантты белсенділігін  
зерттеу**

Мақалада крушина тәрізді шырғанақтың әртүрлі вегетативті бөліктерінен алынған экстрактілердің антиоксидантты және мембранопротекторлы қасиеттерін зерттеу нәтижелері баяндалған. Біздің зерттеулеріміз көрсеткендей әртүрлі мезгілде жиналған өсімдіктердің әртүрлі бөліктерінің экстрактілерінің антитотықтырғыштық және мембранатұрақтандырушы қасиеттері бірдей болмайды. Зерттеулердің нәтижелері бойынша жаздығүні жиналған жапырақтар мен сабақтардан жасалған экстрактілердің мембранатұрақтандырушы және антиоксиданттық қабілеті жоғары болып шықты. Экстрактілердің асқын тотығу процестерін тежеу және антигемолитикалық қасиеттерінің күзгі мезгілде төмендеу тенденциясы байқалады. Зерттеу барысында шырғанақ бүршіктерінің де антитотықтырғыштық қасиетінің болатындығы анықталды. Дегенмен, олардың антиоксиданттық белсенділігі жапырақ экстрактілеріне қарағанда біршама төмен болатындығы белгілі болды. Крушина тәрізді шырғанақтың әртүрлі бөліктері экстрактілерінің құрамындағы жалпы полифенолдар мен флавоноидтардың мөлшері жайлы мәліметтер алынды.

**Түйін сөздер:** шырғанақ, экстракт, асқын тотығу, осмостық резистенттілік, антиоксиданттар, полифенолдар, флавоноидтар.

**ОЦЕНКА  
АНТИОКСИДАНТНОЙ  
АКТИВНОСТИ И  
МЕМБРАНОПРОТЕК-  
ТОРНЫХ  
СВОЙСТВ  
ВЕГЕТАТИВНЫХ  
ЧАСТЕЙ ОБЛЕПИХИ  
КРУШИНОВИДНОЙ**

Одним из перспективных источников биологически активных веществ (БАВ) является уникальное растение – облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides* L.), семейства лоховые (*Elaeagnaceae*), традиционным сырьем которой являются плоды [1].

Казахстан располагает обширными естественными зарослями данного растения, которое является ценным в силу своих пищевых, витаминных, лекарственных свойств. Она встречается почти во всех горных районах нашей республики: в Памиро-Алае, Тянь-Шане, Джунгарском Алатау, Тарбагатае, Сауре, Алтае, Саянах, где растет по поймам рек от предгорий до довольно значительных высот. В некоторых районах гор, лежащих на небольших и средних высотах, облепиха образует обширные заросли, прекрасно развивается, дает богатую семенную продукцию [2-3].

Наличие в побегах и коре облепихи комплекса соединений, содержащих в своей структуре свободные фенольные гидроксилы, позволяет предположить в экстрактах побегов и коры облепихи крушиновидной виды фармакологической активности, так как одним из механизмов действия фенольных соединений является способность ингибировать свободно-радикальные реакции в организме [4-6]. Обращает на себя внимание тот факт, что антиоксидантные свойства являются предпосылкой разнообразных видов терапевтического действия [7-8].

Ввиду того, что препараты на основе сырья из облепихи обладают антиоксидантными свойствами и способны ингибировать процессы липопероксидации, ведущие в конечном счете к повреждению клеток и развитию различных патологий, есть возможность предположить, что регулярное применение биологически активных веществ (БАВ), выделенных из облепихи крушиновидной, позволит предотвратить избыточное образование продуктов свободно-радикального окисления. Использование БАВ облепихи снижает уровень образования свободных радикалов, тем самым повышая резистентность клеток к факторам, инициирующим окислительный стресс. Как говорилось ранее, в пищевой промышленности и медицине в основном используются плоды облепихи.

В связи с этим целью наших исследований явилось опре-

деление антиоксидантной активности и мембранопротекторных свойств листьев и стеблей облепихи крушиновидной, для разработки рекомендаций для более рационального использования ресурсов облепихи крушиновидной, а также возможности применения стеблей и листьев.

### Материалы и методы

В соответствии с целью и задачами работы эксперименты проводились в условиях *in vitro*. Эксперименты проводили на эритроцитах и микросомах печени белых беспородных крыс массой 300-350 г. Кровь и печень животных отбирали после усыпления диэтиловым эфиром и декапитации.

**Выделение эритроцитов.** Кровь центрифугировали 10 минут при 1000 g. Плазму и лейкоциты удаляли, а эритроциты дважды промывали средой инкубации (СИ), содержащей 150 mM NaCl, 5 mM  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (pH – 7,4). Полученную суспензию эритроцитов использовали для проведения исследований. Перед опытом эритроциты предварительно разводили в 10 раз СИ и инкубировали 5 мин при 37°C.

Исследование влияния протекторных соединений в условиях *in vitro* проводили путем преинкубации эритроцитов с веществами в среде инкубации при температуре 37°C в течение 30 минут. Затем образцы использовали для определения осмотической и перекисной резистентности эритроцитов, проницаемости эритроцитарных мембран, перекисного окисления липидов эритроцитарных мембран.

**Осмотическая резистентность эритроцитов.** Резистентность мембран эритроцитов изучали, инкубируя пробы в термостате при 37°C в течение 20 мин в растворах NaCl (0,4 г/100 мл) с добавлением различных концентраций экстрактов. Затем пробы центрифугировали 10 минут при 1000 g и определяли оптическую плотность надосадочной жидкости при длине волны 540 нм. Уровень гемолиза клеток рассчитывали в процентах по отношению к 100%-му гемолизу, вызванному раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в концентрации 0,1 г/100 мл.

Для получения гомогената навеску (0,5-1,0 г) ткани печени крыс после промывания в охлажденном физиологическом растворе помещали в 10 мл среды, содержащей 0,85% NaCl и 50 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , (pH – 7,4 при 4°C) и гомогенизировали гомогенизатором типа Polytron в течение 90 сек. Гомогенат центрифугировали при 10000g в течение 20 мин. Микросомную фракцию получали, центрифугируя супернатант при 30000g в течение

60 мин. Надосадочную жидкость осторожно сливали и осадок, представляющий собой фракцию тяжелых микросом, суспендировали в среде, содержащей 25% глицерина, 0,1 mM ЭДТА, 0,2 mM  $\text{CaCl}_2$ , 10 mM гистидина, (pH 7.2 при 4°C) и хранили при минус 4°C.

Об интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) в микросомах печени судили по содержанию ТБК-активных продуктов. Концентрацию малонового диальдегида (МДА) определяли по интенсивности развивающейся окраски в результате взаимодействия с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) по методу Н.О. Ohkawa e.a. [9]. Для индукции процесса ПОЛ в мембранах применяли систему  $\text{Fe}^{2+}$ (0,02 mM)+аскорбат (0,5 mM). Окисление проводили в среде гомогенизирования в термостатируемых ячейках при 37°C с постоянным перемешиванием. Пробы отбирали через определенные промежутки времени от 0 до 60 мин. За накоплением малонового диальдегида (МДА) – продукта ПОЛ, следили по реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой, оптическую плотность измеряли при 532 нм. Расчет содержания продуктов, реагирующих с ТБК, проводили с учетом коэффициента молярной экстинкции МДА, равного  $1.56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ .

**Приготовление экстрактов.** Для получения экстрактов сухое сырье измельчали и экстрагировали дважды 50% спиртом в соотношении 1:8 сырье-экстрагент при температуре 20-25°C. Время экстракции составило 20 часов. Полученные экстракты центрифугировали при 1000 g, отфильтровывали, смешивали. Полученные экстракты использовали для дальнейших исследований.

**Определение общих флавоноидов.** Содержание общих флавоноидов определяли по колориметрическому методу с хлоридом алюминия [10]. Реакцию проводили в пробирке, смешивая 0,1 мл экстракта с 0,3 мл 5% раствором  $\text{NaNO}_2$ . После 5 минут инкубации при комнатной температуре добавляли 0,3 мл 10% раствора  $\text{AlCl}_3$  и повторно инкубировали в течение 6 минут. Реакцию останавливали добавлением 2 мл 1 M NaOH. Оптическую плотность раствора измеряли при длине волны 510 нм. Содержание общих флавоноидов выражали в эквиваленте мг кверцетина на 1 г экстракта (QE мг/г).

**Определение общих полифенолов.** Содержание общих полифенолов определяли методом Фолина-Чоколтеу [10]. 100 мкл образца смешивали с 1 мл реагента Folin-Ciocalteu предварительно разведенным 50% этиловым спиртом в соотношении 1/10 и инкубировали в течение 5

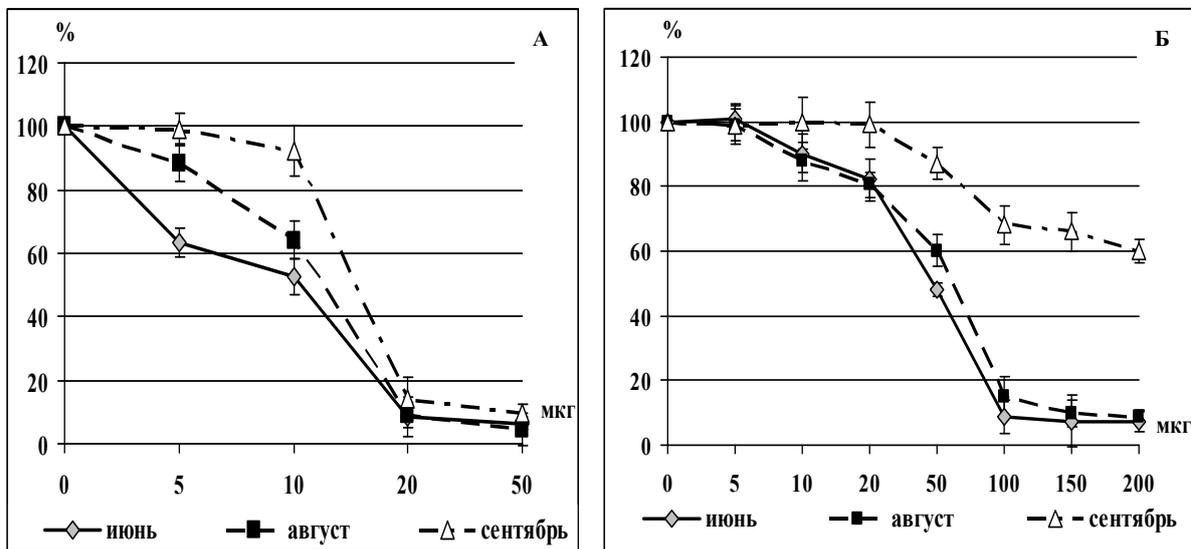
минут при комнатной температуре. После инкубации добавляли 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и оставляли при комнатной температуре на 90 минут. Оптическую плотность образцов измерили при длине волны 765 нм. Содержание общих полифенолов выражали в эквивалентах мг галлиевой кислоты на 1 г исследуемого образца (GAE мг/г).

Статистическая обработка данных. Полученные результаты статистически обрабатывали с использованием программы Microsoft Excel, рассчитывая среднюю арифметическую параметра, среднее квадратическое отклонение, ошибку средней арифметической. С учетом критерия Фишера-Стьюдента зарегистрированные изме-

нения показателей считали достоверными при  $p \leq 0.05$ .

### Результаты и их обсуждение

Для определения антиоксидантных и мембранопротекторных свойств экстрактов листьев облепихи крушиновидной собранных в июне, августе и сентябре проведены исследования действия возрастающих концентраций экстрактов на осмотическую резистентность эритроцитов и уровень перекисного окисления липидов микросом печени в условиях *in vitro*. Результаты исследования приведены на рисунке 1.



По оси абсцисс: концентрация экстракта, мкг; по оси ординат: уровень ПОЛ (А), степень гемолиза (Б), %

**Рисунок 1** – Оценка антиоксидантных (А) и мембранопротекторных (Б) свойств экстрактов листьев облепихи крушиновидной, собранной в различное время

Из рисунка видно, что все исследованные экстракты оказывают дозозависимое действие как на процессы перекисного окисления, так и на уровень осмотического гемолиза эритроцитов в гипотонической среде. Как показали исследования (рисунок 1-А), антиоксидантный эффект экстрактов листьев, собранных в июне, проявляется при концентрации 5 мкг/мг, тогда как существенное противоокислительное действие экстракта листьев, собранных в августе и сентябре, наблюдается при концентрациях 10 мкг/мг и выше. При концентрациях свыше 20 мкг/мг все экстракты полностью ингибируют образование продуктов ПОЛ.

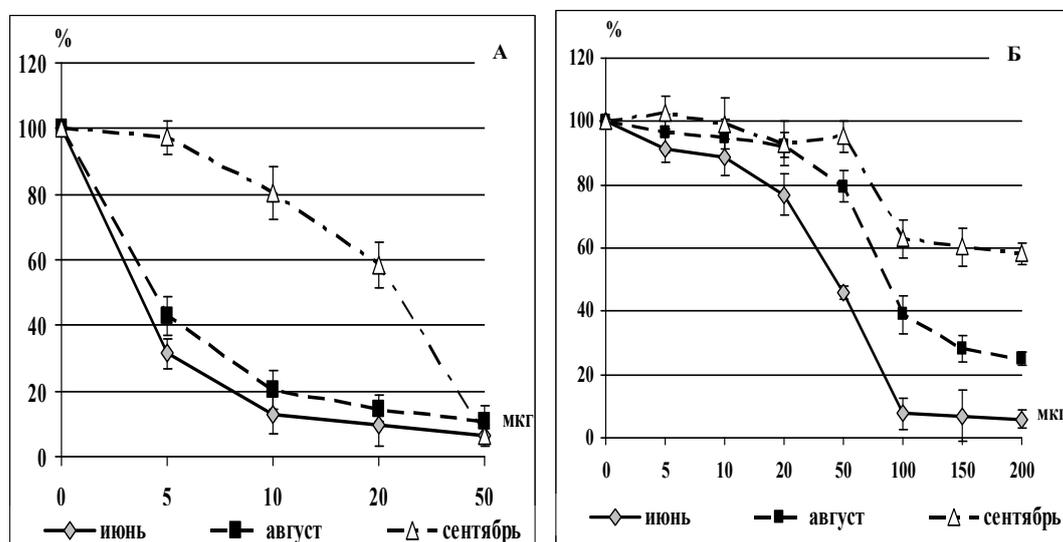
На рисунке 1 Б приведены результаты экспериментов по оценке мембранопротекторных свойств исследованных экстрактов. Как видно из рисунка, значительный антигемолитический эффект экстрактов листьев облепихи, собранной в летнее (июнь, август) время, проявляется при действии концентраций выше 10 мкг, уровень накопления ТБК-активных продуктов снизился на 11% и 17% соответственно, тогда как аналогичное действие осенних экстрактов наблюдалось при концентрации 50 мкг. Дозозависимое снижение уровня гемолиза эритроцитов отмечается до концентрации, равной 100 мкг/мл, при увеличении концент-

рации экстрактов свыше 100 мкг наблюдалось практически полное отсутствие гемолиза при действии экстрактов листьев, собранных в летнее время.

В следующей серии экспериментов были проведены исследования по оценке антиоксидантных и мембраностабилизирующих свойств экстрактов стеблей растения, собранных в летне-осенний период. Результаты, полученные в ходе работы, представлены на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно, что экстракты стеблей аналогично предыдущим результатам проявляют ингибирующий эффект на процессы липопероксидации и гемолиз эритроцитов в зависимости от концентрации. При детальном анализе

полученных данных выявлено, что антиоксидантное действие экстракта стеблей, собранных в июне, проявляется в концентрации 5 мкг/мг, интенсивность образования МДА снизилась на 70% от исходной величины, тогда как при данной концентрации экстрактов стеблей, собранных в августе и сентябре, уровень накопления продуктов липопероксидации составляет 55% и 90% соответственно. Увеличение концентрации экстрактов, собранных в июне, до 10 мкг/мг приводит к практически полному ингибированию процессов перекисного окисления, аналогичное действие экстрактов стеблей, собранных в августе и сентябре, отмечалось при концентрациях от 20 и 50 мкг/мг соответственно (рисунок 2 А).



По оси абсцисс: концентрация экстракта, мкг; по оси ординат: уровень ПОЛ (А), степень гемолиза (Б), %

**Рисунок 2** – Оценка антиоксидантных (А) и мембранопротекторных (Б) свойств экстрактов стеблей облепихи крушиновидной, собранных в различное время

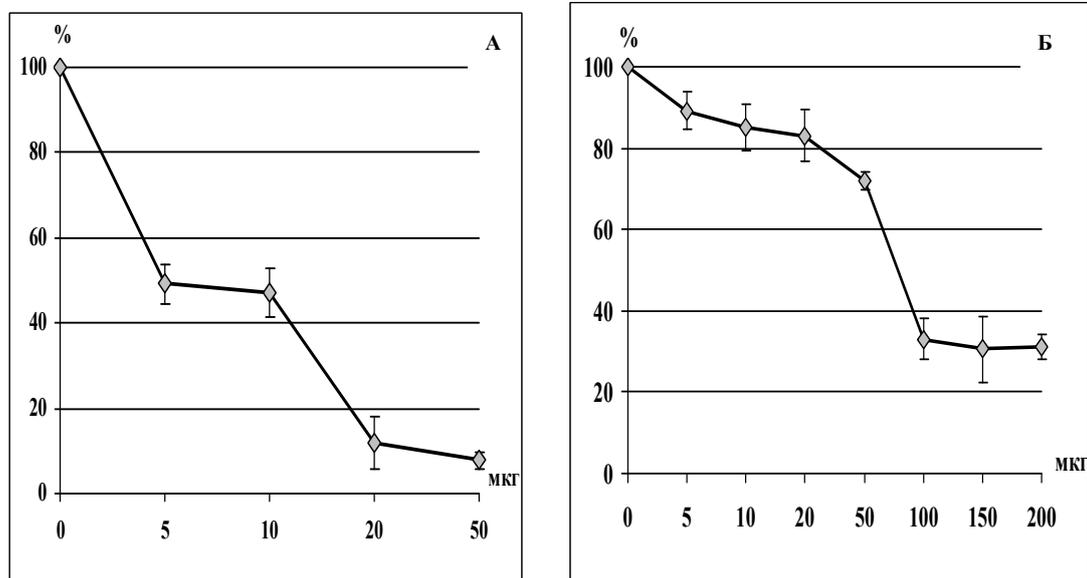
Исследование мембранопротекторных свойств экстрактов стеблей облепихи, собранных в июне, августе и сентябре, показало, как и в предыдущих экспериментах, что эффект экстрактов наблюдается в диапазоне концентраций от 5 до 100 мкг/мл. Как показали результаты исследования, экстракты стеблей, собранных в июне и августе, оказывают практически идентичное ярковыраженное антигемолитическое действие по сравнению с экстрактами стеблей, собранных в сентябре, что видно из рисунка при действии концентрации исследованных экстрактов, равной 100 мкг/мл. Экстракты стеблей, собранных в июне и августе, практически полностью пре-

дотвращали гемолиз эритроцитов в гипоосмолярной среде, тогда как экстракты стеблей, собранных в сентябре, снижали уровень гемолиза на 43%. Дальнейшее повышение концентрации экстрактов не привело к значительным изменениям гемолиза эритроцитов.

Известно, что побеги второго и третьего порядков облепихи крушиновидной образуются из ростовых почек, расположенных на верхушках основного ствола и тем самым обеспечивают ветвление кроны кустарника в «молодом возрасте». Соответственно, есть основание предположить, что данные вегетативные части растения в связи своей побегообразовательной актив-

ностью содержат большое количество биоактивных веществ. Нами были исследованы антиоксидантные и мембраностабилизирующие свойства

экстрактов почек, определено содержание общих полифенолов и флавоноидов. Результаты исследования приведены на рисунке 3.



По оси абсцисс: концентрация экстракта, мкг; по оси ординат: уровень ПОЛ (А), степень гемолиза (Б), %

**Рисунок 3** – Оценка антиоксидантных (А) и мембранопротекторных (Б) свойств экстрактов почек облепихи крушиновидной

Из рисунка видно, что способность экстракта почек ингибировать процессы ПОЛ и уровень гемолиза эритроцитов имеет дозозависимый характер. При оценке антиоксидантной и мембранопротективной активности экстракта выявлено, что при концентрации выше 20 мкг/мг происходит полное подавление процесса липопероксидации

и снижение уровня гемолиза на 62% при концентрации 100 мкг/мл. Для более полного понимания причины антиоксидантных и мембраностабилизирующих свойств экстрактов различных частей растения в разный вегетационный период были проведены исследования содержания общих полифенолов и флавоноидов (таблица 1).

**Таблица 1** – Определение содержания общих полифенолов, флавоноидов и антиоксидантной и мембранопротекторной (антигемолитической) активности экстрактов из различных вегетативных частей облепихи крушиновидной

№	Наименование экстракта	Антиоксидантная активность (IC <sub>50</sub> ) мкг/мг	Антигемолитическая активность (IC <sub>50</sub> ) мкг/мл	Содержание общих полифенолов (GAEmг/г)	Содержание общих флавоноидов (QE мг/г)	
1	Листья	июнь	11,6±2,5	58,3±8,2	90,2±12,3	9,3±0,3
2		август	12,8±3,2	46,7±5,6	63,9±5,4	8,9±0,8
3		сентябрь	14,6±4,2	192±8,4	26,7±2,0	8,4±0,1
4	Стебли	июнь	3,2±1,1	40,8±5,9	99,5±5,2	31,1±1,2
5		август	6,6±2,5	80±6,4	69,1±5,0	21,1±1,4
6		сентябрь	27,4±6,3	-	63,4±9,2	17,6±0,5
7	Экстракт почек облепихи	10,4±5,1	85±7,2	87,7±8,5	21,6±1,0	

В ходе экспериментов выявлено, что в экстрактах листьев концентрация общих полифенолов и флавоноидов составляет 63,9 мг/г эквивалентно галлиевой кислоте 8,4 мг/г эквивалентно кверцетина в июне, 90,2 мг/г и 9,4 мг/г – в августе, 26,7 мг/г и 8,9 мг/г – в сентябре, соответственно. При определении содержания общих полифенольных соединений и флавоноидов выявлено, что в экстрактах стеблей, собранных в июне, содержится до 99,5 мг/г полифенолов и 31,1 мг/г флавоноидов, аналогично в экстрактах стеблей, собранных в августе, – 69,1 мг/г и 21,1 мг/г, в сентябре – 63,4 мг/г и 17,6 мг/г,

соответственно. Определение содержания общих полифенолов и флавоноидов выявило, что экстракты почек облепихи содержат 87,7 мг/г растительных полифенолов и 21,6 мг/г флавоноидов.

Таким образом, основываясь на данных, полученных в результате исследования, можно заключить, что антиоксидантная и мембранопротекторная активность стеблей и листьев проявляется в летние месяцы, по сравнению с осенним периодом, вероятнее всего, это связано с содержанием биологически активных веществ в растении.

### Литература

- 1 Beveridge T., Li T.S., Oomah B.D., Smith A. Seabuckthorn products: manufacture and composition. // *J. Agric Food Chem.* – 1999. – Vol. 47. – P. 3480–3488.
- 2 Көкенов М.К., Әдекенов С.М., Рақымов Қ.Д., Исамбаев Ә.И., Сауранбаев Б.Н. Қазақстанның дәрілік өсімдіктері және оның қолданылуы // Алматы: Ғылым. – 1998. – 288 б.
- 3 Бессчетнов В. П. Облепиха // Алматы: Кайнар, 1980. – 80 с.
- 4 Xiao Z. Chemical study on the flavonoids in Hippophae rhamnoides // *Acta J Sichuan Med Univ.* –1980. – Vol. 11. – P. 174–176.
- 5 Suryakumar G., Gupta A. Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) // *Journal of Ethnopharmacology.* – 2011. –Vol. 138. – N 18. – P. 268–278.
- 6 Upadhyay N. K., Kumar M.S. Y., Gupta A. Antioxidant, cytoprotective and antibacterial effects of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves// *Food and Chemical Toxicology.* – 2010. – Vol. 48. – N 12. – P. 3443–3448.
- 7 Maheshwari D.T., Yogendra Kumar M.S., Verma S.K., Singh V.K., Singh S.N. Antioxidant and hepatoprotective activities of phenolic rich fraction of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves // *Food and Chemical Toxicology.* –2011. – Vol. 49. – P. 2422–2428. Мурзахметова М.К. Механизмы структурно-функциональных изменений и повышение резистентности биологических мембран при экстремальных воздействиях: дисс. докт. биол. наук: 03.00.13 и 03.00.04. – Алматы, 2001. – 232 с.
- 8 Хасанова, С.Ф. Антиоксиданты и биологически активные вещества сборов // *Фармация.* – 2003. – № 4. – С. 27–28.
- 9 Ohkawa H.O., Ohishi N., Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction // *Anal. Biochem.* – 1979. – Vol. 95. – N 2. – P. 351–358.
- 10 Yang W.J., Li D.P., Li J.K., Li M.H., Chen Y.L., Zhang P.Z. Synergistic antioxidant activities of eight traditional Chinese herb pairs // *Biol. Pharm. Bull.* – 2009. – Vol. 32, N 6. – P. 1021–1026.

### References

- 1 Beveridge T., Li T.S., Oomah B.D., Smith A. Seabuckthorn products: manufacture and composition. // *J. Agric Food Chem.* – 1999. – Vol. 47. – R. 3480–3488.
- 2 Көкенов М.К., Әдекенов С.М., Рақымов Қ.Д., Исамбаев Ә.И., Сауранбаев Б.Н. Қазақстанның дәрілік өсімдіктері және оның қолданылуы // Алматы: Ғылым. – 1998. – 288 б.
- 3 Besschetnov V. P. Oblepika // *Alma-Ata: Kajnar*, 1980. – 80 s.
- 4 Xiao Z. Chemical study on the flavonoids in Hippophae rhamnoides // *Acta J Sichuan Med Univ.* –1980. – Vol. 11. – R. 174–176.
- 5 Suryakumar G., Gupta A. Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) // *Journal of Ethnopharmacology.* – 2011. –Vol. 138. – N 18. – P. 268–278.
- 6 Upadhyay N. K., Kumar M.S. Y., Gupta A. Antioxidant, cytoprotective and antibacterial effects of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves// *Food and Chemical Toxicology.* – 2010. – Vol. 48. – N 12. – P. 3443–3448.
- 7 Maheshwari D.T., Yogendra Kumar M.S., Verma S.K., Singh V.K., Singh S.N. Antioxidant and hepatoprotective activities of phenolic rich fraction of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves // *Food and Chemical Toxicology.* –2011. – Vol. 49. – R. 2422–2428. Murzahmetova M.K. Mehanizmy strukturalno-funktional'nyh izmenenij i povyshenie rezistentnosti biologicheskikh membran pri jekstremal'nyh vozdejstvijah: diss. dokt. biol. nauk: 03.00.13 i 03.00.04. – Алматы, 2001. – 232 с.
- 8 Hasanova, S.F. Antioksidanty i biologicheski aktivnye veshhestva sborov // *Farmacija.* – 2003. – № 4. – S. 27–28.
- 9 Ohkawa H.O., Ohishi N., Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction // *Anal. Biochem.* – 1979. – Vol. 95. – N 2. – P. 351–358.
- 10 Yang W.J., Li D.P., Li J.K., Li M.H., Chen Y.L., Zhang P.Z. Synergistic antioxidant activities of eight traditional Chinese herb pairs // *Biol. Pharm. Bull.* – 2009. – Vol. 32, N 6. – P. 1021–1026.

