

УДК 581.6

## АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ TAMARIX RAMOSISSIMA LEDEB, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Пилипенко Т.В., Сухенко Л.Т., Егоров М.А., Астафьева О.В., Пилипенко В.Н.**

*Астраханский государственный университет, Астрахань, e-mail: 79171987178@yandex.ru*

Тамарикс (*Tamarix ramosissima* Ledeb) образуют комплексы зарослей древовидных кустарников Северо-Западного Прикаспия и являются мощными агентами средообразовательного процесса, влияющего на рельеф поверхности, почвенно-гидрологические условия, плотность почвогрунтов, а также на структуру биогеоценозов и облик ландшафтов. Отличительной чертой Астраханской области является расположение дельты Волги в пустынных почвенных условиях с особенностью природы и климата. Целью данной работы было изучение антиоксидантной активности водно-спиртовых экстрактов различных органов растения *Tamarix ramosissima* рода *Tamarix*. Задачей исследования было установить способности экстрактов с различным процентным содержанием фенолсодержащих БАВ, улавливать свободные стабильные радикалы методом DPPH. Соцветия тамарикса имеют сравнительный высокий показатель антиоксидантной активности, равный 35,6% подавления DPPH. Наиболее перспективные экстракты листьев и соцветий тамарикса по уровню поглощения радикалов DPPH, которыми оказались 25% соотношения водно-спиртовых экстрактов фотосинтезирующих частей и 100% экстракты соцветий *Tamarix ramosissima*.

**Ключевые слова:** тамарикс, фенолсодержащие компоненты, биологически активное вещество, антиоксидантная активность, водно-спиртовой экстракт

## ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACTS OF TAMARIX RAMOSISSIMA LEDEB, WHICH GROWS IN ARID CONDITIONS IN THE ASTRAKHAN REGION

**Pilipenko T.V., Sukhenko L.T., Egorov M.A., Astafieva O.V., Pilipenko V.N.**

*Astrakhan State University, Astrakhan, e-mail: 79171987178@yandex.ru*

Salt cedar (*Tamarix ramosissima* Ledeb) forms thickets of treelike shrubs of the North-Western Caspian lowland and it is a powerful agent of process affecting the topography, soil and hydrological conditions, density of soils, as well as the structure of ecosystems and landscapes. The hallmark of the Astrakhan region is situated in the Volga Delta in the desert soil conditions. The objective of this work was to explore the antioxidant activity of hydro-alcoholic extracts of different parts of the plant *Tamarix ramosissima* *Tamarix* genus. The objective of the research was to determine the ability of extracts from various percentage content of phenolic substances, to perform free stable radical DPPH method. Inflorescences of the salt cedar have a comparative high rate of antioxidant activity equal to 35.6% of DPPH suppression. The most promising extracts of leaves and inflorescences of salt cedar at the level of absorption of the DPPH radical, which was a 25% ratio of water-alcohol extracts of the photosynthetic parts and 100% extracts of inflorescences *Tamarix ramosissima*.

**Keywords:** salt cedar, phenolic substances, antioxidant activity, hydro-alcoholic extracts

Тамарикс (*Tamarix ramosissima* Ledeb) широко распространен в Евразии, в т.ч. на юге России в Прикаспийской низменности, Африке и Северной Америке (как инвазивный вид) [6]. Считается, что тамарикс является солевыделяющим галофитом (криногаллофитом, криптогаллофитом), который характеризуется способностью пропускать через себя большое количество ионов натрия и хлора и выделять их через специализированные органы (солевые железы) на поверхности фотосинтезирующих органов (листьев, веточек) в виде солей [6]. Некоторые авторы [8] считают, что различные виды кустарников тамарикса (*Tamarix meyeri* Boiss, *Tamarix ramosissima* Ledeb) образуют комплексы зарослей древовидных кустарников Северо-Западного Прикаспия и являются мощными агентами средообразовательного процесса, влияющего на рельеф поверхности, почвенно-гидрологи-

ческие условия, плотность почвогрунтов, а также на структуру биогеоценозов и облик ландшафтов [8].

Астраханская область относится к региону юга России – Прикаспия, являющегося регионом с аридным климатом. Климат Астраханской области относится к умеренному, резко-континентальному, с высокими температурами летом и низкими зимой, с большими годовыми и суточными амплитудами температуры воздуха, высокой инсоляцией, малым количеством осадков и высоким уровнем залегания грунтовых вод (на глубине 1,5-2,0 м) [3, 7, 5, 10]. В регионе, где располагается АО, распространены 3 вида тамарикса. Род *Tamarix* семейства *Tamaricaceae* представляет собой небольшие древовидные кустарники, которые встречаются на юге Европы, Азии и Африки, в пустынях, полупустынях, степях и занимают господствующее положение среди расте-

ний. Известно около 15 видов рода *Tamarix*, которые относятся к солеустойчивым, не требовательным к почве, холодостойким, светолюбивым растениям. В Астраханском регионе встречаются, преимущественно, вдоль рек, рукавов и т.д., по краям рвов или искусственных водотоков, а также на солонцах, солончаках, барханных песках.

Известно, что тамарикс поглощает в почве не только NaCl, но и ионы Ca, Mg, K и др. [6]. В литературе обнаружены исследования химического состава тамарикса, где *Tamarix ramosissima* Ledeb обнаруживает основное вещество – эвгенол (2-метокси-4-аллилфенол), являющееся производным фенола. Известно, что эвгенол входит в состав многих эфирных масел, в т.ч. гвоздичного, лаврового, базиликового, коричного. Среди известной литературы не обнаружено сведений об антиокислительной (антиоксидантной) активности фенолсодержащих компонентов (биологическое активное вещество – эвгенол), выделенных и описанных в спиртовых экстрактах вида *Tamarix ramosissima*, произрастающих в Астраханском регионе с аридным климатом [2]. Одним из способов оценки АОА является колориметрия свободных радикалов, основанная на реакции DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>N<sub>5</sub>O<sub>6</sub>, M = 394,33), растворенного в этаноле, с образцом антиоксиданта (АН). В результате восстановления DPPH антиоксидантом снижается пурпурно-синяя окраска DPPH в этаноле, а реакция контролируется по изменению оптической плотности при 514 нм обычными методами спектрофотометрии [4].

Поэтому, целью данной работы было изучение антиоксидантной активности водно-спиртовых экстрактов различных органов растения *Tamarix ramosissima* рода *Tamarix*. Задачей исследования было установить способности экстрактов с различным процентным содержанием фенолсодержащих

БАВ, улавливать свободные стабильные радикалы методом DPPH.

### Материалы и методы исследования

Материалами для исследования были собраны в Приволжском районе во время вегетации фотосинтезирующие органы растения *Tamarix ramosissima*; соцветия, собранные во время цветения (май-июнь). Собранный растительный материал высушивали при постоянном поступлении воздуха в тeneвых условиях, до полной потери влаги (70-90% влаги). Высушенные части растений измельчали, помещали в сосуды с водно-спиртовым раствором (40%) и водной средой в соотношении 1:5, 1:10. Экстракцию проводили при постоянном перемешивании, комнатной температуре, в течение 5-7 дней до полного насыщения растворителя. Затем растительный экстракт фракционировали в приборе Клевенджера. Метод определения АОА. Приготовленные экстракты проходили через пастеризацию (при T = 85 °C), концентрацию до получения экстракта в дозе активного вещества 10 мкг/мл в 100% водно-спиртовых экстрактах фотосинтезирующих частей и соцветий, 1 мкг/мл в 100% водных экстрактах листьев тамарикса. В методе DPPH применялись экстракты фотосинтезирующих органов, соцветий тамарикса в 100%, 50%, 25%, 10%, 5%, разведенных в этаноле для проведения реакции подавления DPPH. Исследование АОА в DPPH тесте проводили спектрофотометрическим методом со спиртовым раствором радикала DPPH при длине волны 517 нм. В результате статических испытаний измерения были проведены через 60 мин и затем были построены кривые зависимости % ингибирования радикалов DPPH от концентрации исходного антиоксиданта [1].

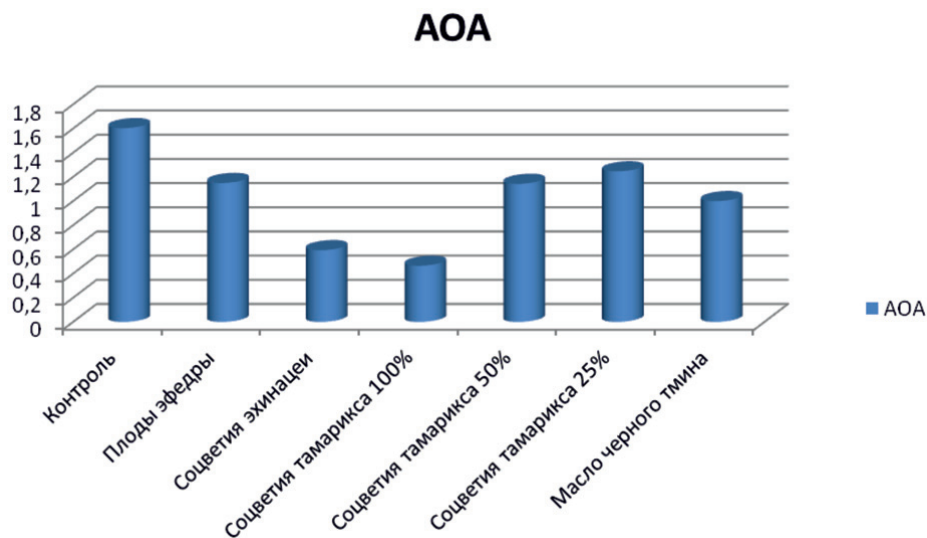
### Результаты исследования и их обсуждение

Одним из основных показателей, характеризующих антиоксидантную активность (АОА) по методу DPPH, является E<sub>C50</sub> – концентрация экстракта антиоксиданта, при которой наблюдается 50%-ное ингибирование радикалов DPPH. Было определено условное значение E<sub>C50</sub>, которое внесено в таблицы, характеризующие результаты подавления активности радикала DPPH, принимающего участие в перекисном окислении и разрушении мембранных липидов.

Таблица 1

Антиоксидантная активность (АОА) фенольных соединений водно-спиртовых экстрактов (40%) листьев *T. ram*

Пробы	Величина ОП АОА	% подавления DPPH	E <sub>C50</sub> мкг/мл
Контроль	1,687	2,05	0
Экстракт 100%	0,339	45,85	10
Экстракт 50%	0,422	38,00	5
Экстракт 25%	0,322	47,65	2,5
Экстракт 10%	0,694	20,25	1
Экстракт 5%	1,0675	8,55	0,5



*Сравнение способности водно-спиртовых экстрактов растений подавлять активность радикала DPPH (AOA)*

**Таблица 2**

Антиоксидантная активность (AOA) фенольных соединений водных экстрактов фотосинтезирующих органов *Tamarix ramosissima*

Пробы	Величина ОП AOA	% подавления DPPH	$E_{C50}$ мкг/мл
Контроль	1,603	2,46	0
Экстракт 100%	0,482	32,76	1
Экстракт 50%	0,368	42,65	0,5
Экстракт 25%	0,576	26,4	0,25
Экстракт 10%	0,9705	10,8	0,1

**Таблица 3**

Сравнительная антиоксидантная активность AOA водно-спиртовых экстрактов растений

Пробы – экстракты	Величина ОП AOA	% подавления DPPH
Контроль	1,603	2,46
Плоды эфедры	1,149	7,03
Соцветия эхинацеи	0,593	25,43
Соцветия тамарикса 100%	0,4645	35,65
Соцветия тамарикса 50%	1,142	7,2
Соцветия тамарикса 25%	1,2455	5,8
Масло черного тмина	0,999	10,25

Результаты антиокислительной AOA водно-спиртовых экстрактов фотосинтезирующих частей растений *Tamarix ramosissima*, содержащих фенольные соединения (в том числе соединения эвгенола) по величине оптической плотности обесцвечивания DPPH и % подавления активности радикала показаны в табл. 1. В таблице отражены соотношения биологически активных фенолсодер-

жащих веществ в экстрактах, разведенных этанолом различных концентрациях.

Из представленных данных таблицы видно, что наибольшим поглощающим эффектом обладает экстракт фотосинтезирующих органов 25% *T. ramosissima*, содержащий ( $E_{C50}$ ) 2,5 мкг/мл активного антиоксидантного компонента. Экстракты, содержащие 100%, 50% и другие соотно-

шения фенольных соединений, обладали выраженной антиокислительной активностью в сравнении с контролем.

На основе проведенных экспериментальных работ охарактеризована поглощающая способность водных экстрактов фотосинтезирующих органов *Tamarix ramosissima* в различных соотношениях активного фенолсодержащего вещества в табл. 2.

Проведенный анализ полученных результатов антиокислительной активности водных извлечений из фотосинтезирующих органов выявил наибольший процент подавления активности радикала DPPH в концентрации активного вещества 0,5 мкг/мл, но процент подавления составил всего 42,6. По нашему мнению, это связано с меньшей возможностью извлечения фенольных соединений при водной экстракции. Однако положительные данные результатов, сравнивая с полученными значениями, свидетельствуют о том, что водная экстракция высвобождает антиокислительные компоненты из фотосинтезирующих органов *Tamarix ramosissima*.

В табл. 3 представлены результаты полученных нами сравнительных данных антиокислительной активности водно-спиртовых экстрактов других видов растений, собранных в тех же природных условиях.

На рисунке представлено в сравнении графическое отображение наблюдаемой антиокислительной активности экстрактов некоторых других видов растений.

Как видно из графика, соцветия тамарикса имеют сравнительный высокий показатель антиокислительной активности, равный 35,6% подавления DPPH, почти такое же подавление активности DPPH проявляет экстракт эхинацеи пурпурной. Остальные экстракты сильно отстают по значениям выделяемого показателя.

Анализируя полученные экспериментальные данные, можно выявить наиболее перспективные варианты полученных экстрактов фотосинтезирующих органов и соцветий тамарикса по уровню поглощения радикалов DPPH, которыми оказались 25%

соотношения водно-спиртовых экстрактов фотосинтезирующих органов и 100% экстракты соцветий *Tamarix ramosissima*. Такие показатели позволяют более детально изучить наличие и количественное соотношение биологически активных веществ (возможно фенольного содержания) с антиокислительными и другими биологически активными свойствами.

#### Список литературы

1. Астафьева О.В. Практические занятия блока «Выделение и изучение биологически активных компонентов» дисциплины «Общая биотехнология» // ИД «Астраханский университет», 2015.
2. Афанасьев И.А. Хроматомасспектрометрические исследования экстракта вида *Tamarix ramosissima*, произрастающего в условиях астраханской области Афанасьев И.А. Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 10. – С. 126-128.
3. Белевич Е.Ф. Районирование дельты Волги / Е.Ф. Белевич // Труды Астраханского заповедника. – 1963. – Вып. 8 – С. 401-421.
4. Волков В.А., Дорофеев Н.А., Пахомов П.Н. Кинетический метод анализа антирадикальной активности экстрактов растений/химико-фармацевтический журнал. – 2009. – Том 43, № 6. – С. 27-31.
5. Дикорастущие растения флоры Юга России как источник ценных фитокомпонентов с противомикробными и биорегуляторными свойствами. Сухенко Л.Т. Изд. Дом «Астраханский университет», г. Астрахань, 2013. – 360 с.
6. Шуйская Е.В., Лебедева М.П., А.В. Колесников, Т.И. Борисочкина, К.Н. Тодерич. Химический состав солей выделяемых тамариксом (*Tamarix ramosissima*), произрастающим в условиях различного засоления почв // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2016. Вып. 82.
7. Пилипенко В.Н. Современная флора дельты Волги: монография / В.Н. Пилипенко, С.Н. Перевалов. – Астрахань: Астраханский гос. ун-т, 2002. – 138 с.
8. Ясулбутаева И.В., Магомедов М.М.-Р. Биологическая активность почв экотонных сообществ тамариковых зарослей Северо-западного Прикаспия / Юг России: экология, развитие. – 2011. – № 2. – С. 109-114.
9. Astafieva O.V., Novichenko O.V., Egorov M.A. The Possibility of Use of Extracts from Higher Hydrophytes and Geophytes of the Astrakhan Region for the Needs of Cosmetology / Biochemistry and Biotechnology: Research and Development. USA, New York State, Nova science publishers, Inc., 2012. pp. 147-152.
10. Sukhenko L., M. Egorov. The Research of the Laboratory of Biotechnologies of Astrakhan State University in the Field of the Bioactive Natural and Plant Components/ Pharmaceutical and Medical Biotechnology. USA, New York State, Nova science publishers, Inc., 2013. P. 87-92.