

Аспирант О.В. Новиченко

(ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет») кафедра биотехнологии, зоологии и аквакультуры. тел. (8512) 52-49-95 (доб. 133)

E-mail: [ollevi@bk.ru](mailto:ollevi@bk.ru)

Graduate O.V. Novichenko

(Astrakhan State University, Russia) Department of biotechnology, zoology and aquaculture. phone (8512) 52-49-95 (extension 133)

E-mail: [ollevi@bk.ru](mailto:ollevi@bk.ru)

## Биологически активные вещества высших водных растений *Potamogeton perfoliatus* L. и *Zostera noltii*: состав, свойства, применение

## Biologically active substances of hydrophytes *Potamogeton perfoliatus* L. and *Zostera noltii*: composition, properties, applications

**Реферат.** Преимущественно основное внимание ученых и технологов уделялось изучению традиционных технологий переработки наземных растений. Современные тенденции развития биотехнологий требуют расширения сырьевой базы. Увеличение потребностей медицины, пищевой и кормовой промышленности в биологически активных веществах заставляет уделять внимание новым нетрадиционным источникам возобновляемого сырья. С этой точки зрения высшие водные растения *Zostera noltii* и *Potamogeton perfoliatus* L. можно рассматривать как перспективный объект благодаря высокому содержанию в них уникальных биологически активных веществ различного спектра действия. Обоснован выбор растительного сырья, установлены оптимальные параметры и режимы основных технологических операций для получения биологически активных веществ: экстракция водным спиртом на перемешивающем устройстве при комнатной температуре продолжительностью 7-10 дней. Изучены органолептические и физико-химические показатели готовой продукции, а также показатели безопасности водно-спиртовых экстрактов морских и пресноводных трав. Проведенные исследования (УФ-спектрофотометрический анализ, тонкослойная хроматография, хромато-масс-спектрометрия) показывают, что в составе растений и их экстрактов присутствуют различные биологически активные вещества. Высокое содержание кверцетина и пигментных веществ в экстрактах *Z. noltii* и *Potamogeton perfoliatus* L. свидетельствует о перспективном использовании высших водных растений р. Волги и Северного Каспия в качестве дополнительного природного источника флавоноидов и антиоксидантов. Следовательно, препараты растительного происхождения (водно-спиртовые экстракты zostеры малой и рдеста пронзеннолистного), представляющие комбинацию различных соединений, обладают высокой биологической активностью широкого спектра действия: адсорбционной способностью, антиоксидантной и противомикробной активностью. Продукты переработки изученных растений после водно-спиртового экстрагирования могут быть использованы в пищевой промышленности в качестве источников природных минеральных веществ, углеводов, белков, витаминов, флавоноидов, терпеноидов, спиртов, жирных кислот и других веществ. Изысканы направления применения выделенных биологически активных веществ из zostеры и рдеста и травяных остатков после экстракции.

**Summary.** Primary, the author places special emphasis on the study of traditional technologies for processing of geophytes. Modern development trends in biotechnology demand of expansion of the raw material base. The increase in needs medicine, food and feed industries in biologically active substances pay attention to new unconventional sources of renewable raw materials. From this perspective, higher aquatic plants *Zostera noltii* and *Potamogeton perfoliatus* L. can be considered as a perspective object due to its high content of unique biologically active substances with different properties. Rationale of choosing of plant material and identifications of optimum performance and operational conditions for the production of biologically active substances: alcohol extraction in the mixer at room temperature limited to 7-10 days. Studied the organoleptic, physico-chemical and microbial properties of end products – aqueous-alcoholic extracts of hydrophytes. Experimentations (UV spectrophotometric analysis, thin layer chromatography, mass spectrometry) indicate that the composition of plants and extracts contains different biologically active substances. The high content of quercetin and pigments in the extracts of *Z. noltii* and *Potamogeton perfoliatus* L. shows the future use of hydrophytes in the Volga river and the Northern Caspian sea as an additional natural source of flavonoids and antioxidants. Therefore, plant preparations (aqueous-alcoholic extracts of zostera and pondweed) are combinations of various compounds, which have a high biological activity with different properties: adsorptive capacity, antioxidant and antimicrobial activity. Products of studied plants after extraction with water-alcohol can be used in the food industry as a source-native with minerals, carbohydrates, protein, vitamins, flavonoids, terpenoids, alcohols, aliphatic acids and etc. Find an opportunity of use of biologically active substances from eelgrass and pondweed and herbal precipitate after extraction.

**Ключевые слова:** биологически активные вещества, высшие водные растения, экстракт, биологическая активность.

**Keywords:** biologically active substances, hydrophytes, extract, biological activity.

© Новиченко О.В., 2016

Для цитирования

Новиченко О.В. Биологически активные вещества высших водных растений *Potamogeton perfoliatus* L. и *Zostera noltii*: состав, свойства, применение // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. №1. С. 137-142. doi:10.20914/2310-1202-2016-1-137-142.

For cite

Novichenko O.V. Biologically active substances of hydrophytes *Potamogeton perfoliatus* L. and *Zostera noltii*: composition, properties, applications. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii* [Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies]. 2016, no. 1, pp. 137-142. (In Russ.). doi: 10.20914/2310-1202-2016-1-137-142.

На сегодняшний день воздействие человека на Каспий приобрело многообразный характер, включая загрязнение, инвазию, гидротехническое строительство и другие факторы, влияющие на биотические формы жизни.

В то же время наблюдается тенденция к зарастаемости Волго-Каспийского бассейна прибрежной и водной растительностью, что приводит к заболачиваемости акватории дельты Волги, снижению кормовой базы в местах нагула осетровых и частиковых видов рыб, затруднению прохода рыбы на нерестилища, ухудшению гидрологического режима [1].

Экспериментальные данные многих отечественных и зарубежных исследователей характеризуют водные растения как уникальный промышленный возобновляемый источник получения ряда значимых соединений – биологически активных веществ (БАВ) [2]. Химический состав морских и пресноводных трав зависит от вида, стадии развития и условий произрастания.

В растительном сырье содержатся разнообразные по химическому составу вещества как общие для всех высших растений (например, полисахариды, белки, соли), так и специфические для определенных растений.

Некоторые прибрежные и водные растения имеют сбалансированный макро- и микроэлементный состав и являются очень ценным сырьем для получения биологически активных веществ: альгиновой кислоты, маннита, витаминов, фенольных и терпеновых соединений, полисахаридов, главным образом пектиновых веществ (зостерин, рдестин, ламинарин, агар и т.д.) [3].

Известно, что такие БАВ как пектиновые вещества (ПВ) обладают высокими протекторными свойствами по отношению к радионуклидам и тяжелым металлам и могут быть востребованы для организации лечебного и лечебно-профилактического питания населения, проживающего в зонах экологического неблагополучия, а также лиц, подвергшихся внешнему и внутреннему облучению от инкорпорированных радионуклидов, производство пектина для Астраханской области является весьма актуальной проблемой [4].

Поэтому при наличии данных проблем возникает необходимость изыятия части водных растений без нарушения экологического равновесия реки Волги и Северного Каспия, которые могут быть рационально переработаны с целью получения оригинальных биотехнологических продуктов различного назначения.

С другой стороны, уникальный состав и комплекс биологически активных веществ (БАВ) прибрежных и водных растений Волго-Каспийского

бассейна определяет широкий спектр их применения и вызывает особый интерес ученых.

До настоящего времени проблеме исследования высших водных растений (ВВР) реки Волги и Северного Каспия с целью определения возможности их переработки и получения из них биотехнологической продукции придавалось недостаточное значение, а получение продукции различного назначения в основном не проводилось. Весьма актуальным и перспективным направлением является получение водно-спиртовых экстрактов растений, обогащенных биологически активными веществами (БАВ) с антиоксидантными и антибактериальными свойствами, высокой адсорбирующей способностью [5, 6].

На основании вышеизложенного целью настоящей работы является изучение состава, свойств и выделение биологически активных веществ высших водных растений *Zostera noltii* и *Potamogeton perfoliatus* L. для получения новых биотехнологических продуктов различного назначения (водно-спиртовых экстрактов с противомикробными и антиоксидантными свойствами).

#### Материалы и методы исследований

Объектами исследования явились пресноводная трава рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.) и штормовые выбросы морской травы зостеры малой (*Zostera noltii*), экстракты (гексановые, водно-спиртовые) с высоким содержанием БАВ.

Сбор и заготовку морской травы зостеры осуществляли в центральной части Северного Каспия на прибрежных зонах острова Кулалы, в территориальных водах Республики Казахстан, при проведении совместной экспедиции работников научно-исследовательской лаборатории АГТУ и специалистов рыбоохранной инспекции Республики Казахстан. Сбор растительного сырья осуществляли в период вегетации, в сентябре 2011 года.

В августе 2012 года были осуществлены выезды на территории банков Володарского района, где были проведены мелиоративные работы по сбору и заготовке пресноводных трав рдеста пронзеннолистного с целью проведения исследований.

Водные растения (стебли и листья) были изыты из воды, промыты, высушены в естественных условиях и доставлены в лабораторию. Воздушно-сухие растения хранились при относительной влажности 75 % и имели остаточное содержание воды 10-12 %. Исследованию подвергались воздушно-сухие растения зостера малая (*Zostera noltii*) и рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.).

Состав летучих низкомолекулярных органических соединений (ЛНОС) гексановых растворов ВВР определяли на хромато-масс-спектрометрическом комплексе TRACE DSQ II (Thermo Electron Corporation) с квадрупольным масс-анализатором. Использовали колонку Thermo TR-5ms SQC 15 м x 0.25 мм с фазой ID 0.25 мкм. Газ-носитель - гелий.

Эфирное масло, содержащее летучие низкомолекулярные соединения (ЛНОС), из измельченного воздушно-сухого растительного сырья получали методом гидродистилляции с использованием аппарата Клевенджера (ГОСТ 24027.2-80).

На сегодняшний день научно обоснованным и наиболее распространенным способом получения экстрактов высших водных растений, обогащенных биологически активными веществами, является водно-спиртовая экстракция. Указанная технология была апробирована в лабораторных условиях.

Растительное сырье экстрагировали водным спиртом при подобранном соотношении сырья-экстрагент 1:20 для устойчивости системы.

Затем растворы настаивали в течение 5 минут при комнатной температуре. После настаивания сырая трава имела мягкую неломкую структуру и легко растиралась. Экстракцию проводили на перемешивающем устройстве при комнатной температуре продолжительностью 7-10 дней. Затем полученный экстракт отделяли от травяного остатка фильтрованием через бумажный фильтр. Водно-спиртовые экстракты разливали в бутылки из затемненного стекла объемом 100 мл и стерилизовали при 85 °С в течение 15-20 мин. Хранили образцы экстрактов при комнатной температуре.

Отбор проб и определение органолептических показателей качества сырья и готовой продукции проводили в соответствии с ГОСТ 31413-2010 «Водоросли, травы морские и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб», ГОСТ 13496.0-80 «Комбикорма, сырье. Методы отбора проб» и ГОСТ 31412-2010 «Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей».

В предварительном анализе биологически активных веществ исследуемых экстрактов высших водных растений использовали УФ-спектрометрический метод и тонкослойную хроматографию (хроматография в тонких слоях сорбента, ТСХ).

Спектрофотометрическое определение по максимумам собственного поглощения является одним из распространенных методов анализа исследуемых соединений с антиоксидантными свойствами.

Спектрофотометрический анализ (Пешкова В.М. и др., 1965) проводили на спектрофотометре UV/Vis Beckman DU 800, оборудованном термостабильной кюветой (Hellma, QS1000) с оптическим путем 1 см. Рабочая температура обеспечивалась термостатом Haake D1, длина волны 517 нм.

Исследования методом ТСХ были проведены в научно-производственной лаборатории биотехнологий АГУ согласно ГОСТ 28366-89 «Реактивы. Метод тонкослойной хроматографии», а также в ЦКП при ГосНИИ Генетика, г. Москва.

В лаборатории хроматографию проводили с использованием высокоэффективных пластин Sorbfil покрытых силикагелем СТХ-1ВЭ 8-12 мкм, толщина слоя 90-110 мкм, УФ возбуждения 254 нм.

В ГосНИИ Генетика исследования по определению содержания высокомолекулярных соединений в экстрактах ВВР проводили на приборе CAMAG TLC Scanner 3 методом тонкослойной хроматографии со свидетелем, заключающимся в сравнении пройденного пути между исследуемыми экстрактами и чистыми веществами-свидетелями, с известной концентрацией. Далее, при длине волны  $\lambda = 410$  нм, сравнивалось поглощение исходящего и полученного при прохождении через вещество пучка света. Далее прибор автоматически вычисляет концентрацию вещества в смеси, идентичному веществу-свидетелю.

Нанесение веществ-свидетелей и порций экстрактов проводился на семплере CAMAG Automatic TLC Sampler 4 с инъекцией экстрактов для анализа в 4 мкл.

Статистическую обработку результатов проводили общепринятыми методами математической статистики.

#### Результаты исследований

Высшие растения были освобождены вручную от крупных механических примесей. Ил и песок были удалены промывкой ее в воде.

У промытой и высушенной водной растительности поверхность листьев чистая, без белого налета и следов плесени. Трава ломкая, неэластичная, листья неустойчивые на излом и растрепывание. Цвет от серо-зеленого до светло-коричневого у зостеры и от зеленого до темно-зеленого у рдеста.

Изучены показатели безопасности высушенных ВВР и водно-спиртовых экстрактов макрофитов, результаты которых свидетельствовали об соответствии требованиям Сан-ПиН 2.3.2.1078-01 и ГОСТ 33331-2015, что подтверждает возможность использования их для получения биотехнологических продуктов с различными свойствами.

Компонентный состав (ЛНОС в эфирном масле) морских и пресноводных трав проводили методом хромато-масс-спектрометрией. В результате проведенного анализа в компонентном составе эфирных масел *Zostera noltii* и *Potamogeton perfoliatus* L. выявлено большое количество летучих компонентов, принадлежащих к различным классам органических соединений. В составе эфирного масла рдеста обнаружено 169 соединений, из которых идентифицировано 156, в составе взморника – 147 компонентов, из которых идентифицировано 137.

Обнаруженные в растениях БАВ относятся к различным группам химических соединений: углеводороды, спирты, альдегиды и кетоны, простые и сложные эфиры, жирные кислоты, фенолы, терпены и другие вещества.

Сопоставив результаты исследований компонентного состава эфирных масел рдеста пронзеннолистного *P. perfoliatus* L. и zostеры малой *Z. noltii* оказалось, что вне зависимости от места произрастания макрофитов в компонентном составе морских и пресноводных трав обнаружены идентичные соединения, однако их количественное содержание различно.

Для предварительного обнаружения биологически активных веществ в водно-спиртовых экстрактах высших водных растений *P. perfoliatus* L. и *Z. noltii* был проведен спектрометрический анализ. Результаты спектрометрического анализа растительных экстрактов ВВР представлены на рисунках 1 и 2.

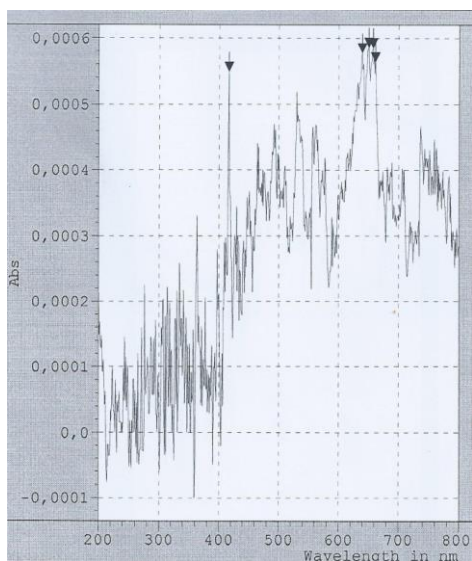


Рисунок 1. Спектрофотометрический анализ экстракта рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.)

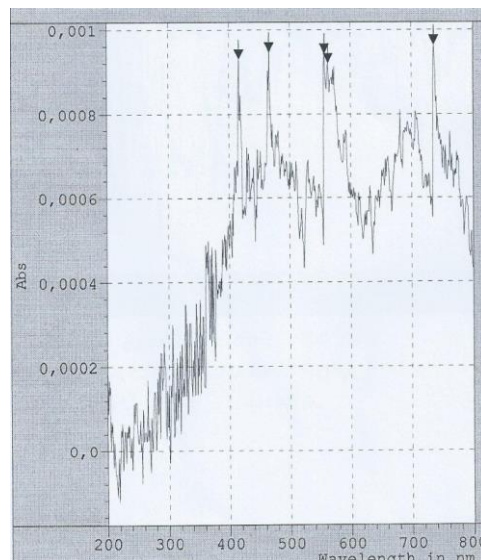


Рисунок 2. Спектрофотометрический анализ экстракта морской травы zostеры малой (*Zostera noltii*)

На рисунке 1 - спектрометрический анализ экстракта рдеста пронзеннолистного *Potamogeton perfoliatus* L., который показал наличие 5 пиков значения абсорбции (Абс) при длинах волн 416, 661, 639, 657 и 650 нм.

В результате спектрометрического анализа экстракта взморника малого (рисунок 2) также обнаружено 5 пиков Абс при длинах волн 416, 466, 557, 563 и 736 нм. Совпадение пиков значения абсорбции при 416 нм свидетельствует о наличии одного соединения, но в разных количествах (Абс для экстракта рдеста 0,0005; для zostеры – 0,0009).

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что в составе экстрактов водной растительности присутствуют биологически активные вещества. Главным образом, флавоноиды, фенольные кислоты и терпены. Благодаря наличию бензольного кольца в структуре молекул этих веществ, они обладают оптической активностью. Их растворы в спирте (а также других органических растворителях) имеют спектры поглощения в ультрафиолетовой (200-400 нм) и видимой областях (400-760).

Для точного определения количественного и качественного состава исследуемых экстрактов были использованы хроматографические методы анализа исследуемых экстрактов (ТСХ, хромато-масс-спектрометрия).

Для идентификации БАВ, относящихся к определенной группе, необходим подбор элюента при помощи тонкослойной хроматографии. Пластины использовали Sorbfit типа ПТСХ-АФ-В-УФ высокоэффективные, на силикагеле СТХ-1ВЭ с индикатором УФ-возбуждения 254 нм.

Была подобрана система растворителей в зависимости от обнаружения различных групп биологически активных веществ:

1. Этилацетат – гексан (3:7)
2. Бутанол – уксусная кислота – вода (БУВ) (4:1:5)
3. Бутанол – гексан (1:1)
4. Хлороформ – этанол (9:1)
5. Петролейный эфир – ацетон – уксусная кислота – этанол (80:2:1)
6. Бензол-метанол (9:1)
7. Бензол-метанол-уксусная кислота (45:8:4)
8. Хлороформ – ацетон (1:1)
9. Гексан-хлороформ (1:1)
10. Хлороформ – этанол (1:1)
11. Вода – этанол (9:1)
12. Вода – этанол (1:1)
13. Этанол – вода – аммиак (9:1:0,1)
14. Вода – этанол (7:3)
15. Этилацетат – метанол – вода (16:1:1)

Данные соотношения растворителей используются для идентификации флавоноидов, пуриновых алкалоидов, ароматических углеводов, терпеноидов, пигментных веществ (хлорофиллы).

На несколько пластин длиной 10 см и шириной 2,5 см были нанесены экстракты высших водных растений на расстоянии 5 мм от начала пластины. После элюирования пластину высушивали при температуре 40 °С в течение 10-15 мин. Полученные хроматограммы (рисунки 3 и 4) смотрели при дневном освещении, в УФ свете, окрашивали кристаллическим йодом и 2 % спиртовым раствором хлорида железа, отмечая изменение окраски зон флуоресценции и рассчитывали значения Rf.

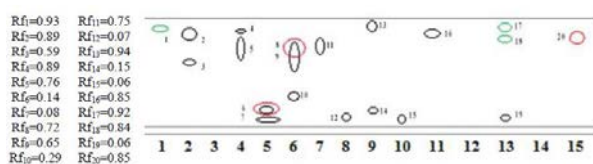


Рисунок 3. Хроматограмма разделения веществ в экстракте *Z. noltii*

1-15 – системы растворителей; область зеленого цвета – идентификация в УФ-свете, черного цвета – окрашивание I<sub>2</sub>, красного цвета – окрашивание FeCl<sub>3</sub>

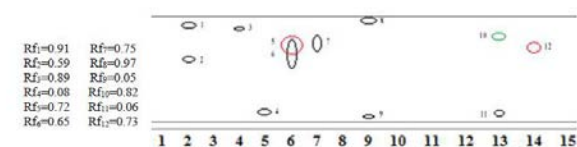


Рисунок 4. Хроматограмма разделения веществ в экстракте *Potamogeton perfoliatus* L.

1-15 – системы растворителей; область зеленого цвета – идентификация в УФ-свете, черного цвета – окрашивание I<sub>2</sub>, красного цвета – окрашивание FeCl<sub>3</sub>

Проведенные качественные реакции дают возможность утверждать, что в составе экстрактов водных растений присутствуют флавоноиды и пигменты.

В результате проведения хроматографии в тонком слое сорбента оптимальной системой для идентификации флавоноидов является БУВ (4:1:5) (Федосеева и др., 2012; Гаврилкин М.В. и др., 2010).

Обнаруженные пятна желтого цвета имеют одинаковые значения Rf для водно-спиртовых экстрактов *Z. noltii* и *Potamogeton perfoliatus* L. Значение Rf=0,89 соответствует значению Rf стандарта кверцетина (Бандюкова В.А., 1965; Бандюкова В.А. и др., 1983), Rf=0,59 соответствует соединению, относящееся к антоцианидинам (водорастворимым пигментам) (Кирхнер Ю., 1981).

Обнаружение и количественное содержание кверцетина в исследуемых образцах проводили с помощью сканирующего денситометра CAMAG-TLC Scanner 3 (Швейцария). Сравнительный анализ обнаружения кверцетина в экстрактах высших водных растений и стандартного образца кверцетина представлен на рисунке 5 (исследуемый образец водно-спиртовой экстракт зостеры малой) и на рисунке 6 (исследуемый образец водно-спиртовой экстракт рдеста пронзеннолистного).

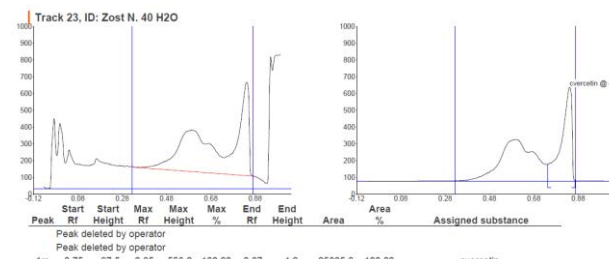


Рисунок 5. Хроматограмма кверцетина в экстракте *Z. noltii* и стандартном образце

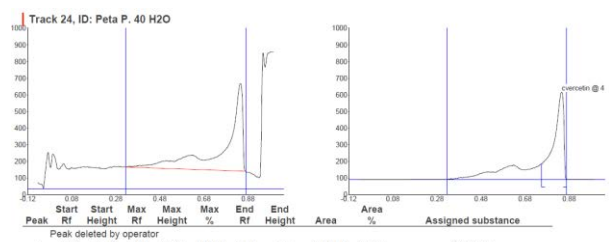


Рисунок 6. Хроматограмма кверцетина в экстракте *Potamogeton perfoliatus* L. и стандартном образце

Количественная обработка результатов исследований показала, что содержание кверцетина в экстракте *Z. noltii* составляет более 100 мг/мл, в экстракте *P. perfoliatus* L. – 90,87 мг/мл. Для точного определения содержания кверцетина в экстрактах ВВР, объем жидкого экстракта для проведения анализа уменьшили с 1 до 0,5 мл. Содержание вещества при данной концентрации в зостере составило 62,43 мг/мл, в рдесте – 53,82 мг/мл.



### Обсуждение результатов

Обнаруженные в высших водных растениях Волго-Каспийского бассейна биологически активные вещества являются природными антиоксидантами, что представляет широкий интерес для получения биопрепаратов с заданными свойствами.

Антоцианы, составляющие широкую группу флавоноидов, вносят наибольший вклад в формирование окраски растений. Антоцианы оказывают бактерицидное, мочегонное, желчегонное и отхаркивающее действия.

Кверцетин (*Quercetinum*) (3,3',4',5,7 - пентагидроксифлавоны) наиболее распространенный из флавонов (А. Блажей и др., 1977). Кверцетин используется в фармацевтической, косметической, пищевой промышленности. В пищевой промышленности при производстве специализированных продуктов питания, в также в качестве сырья для производства биологически активных добавок к пище.

Препараты растительного происхождения (водно-спиртовые экстракты *Zostera noltii*

и *Potamogeton perfoliatus* L.), представляющие комбинацию БАВ, обладают высокой биологической активностью широкого спектра действия: адсорбционной способностью, антиоксидантной и противомикробной активностью.

Следовательно, продукты переработки изученных растений после водно-спиртового экстрагирования могут быть использованы в пищевой промышленности в качестве источников природных минеральных веществ, углеводов, белков, витаминов и фенольных соединений. Экстракты оказывают высокое антимикробное действие, выраженное антиоксидантное действие, а также обладают комплексообразующими свойствами.

Травяные остатки после экстракции рекомендовано использовать в качестве добавки в кормовую продукцию для животных и рыб, так как применение БАВ водных растений в области животноводства и рыбоводства не получило широкого распространения.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Громов В.В. Водная и прибрежно-водная растительность Северного Каспия: авантюра реки Волги, калмыцкое и казахское побережья // Journal of Siberian Federal University. 2010. № 3. С. 250-266.

2 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 Binding], 2012. pp. 147-152.

3 Суворова Т.Ф., Бисенова А.Р., Мукатова М.Д. Исследование строения клеточных структур водных растений Волго-Каспийского бассейна с целью их использования в качестве промышленного сырья // Вестник АГТУ. 2010. № 2 (50). С. 46-52.

4 Подкорытова А.В. Морские водоросли – макрофиты и травы. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 175 с.

5 Сухенко Л.Т. Биологически активные вещества некоторых растений и механизмы их противомикробной активности // Естественные науки. 2010. №3. С. 166-176.

6 Hengrui Zheng, Xun Sun, Nan Guo, Ronggui Li. Evaluation of antibacterial and antioxidant activity of extracts of eelgrass *Zostera marina* Linnaeus [African Journal of Microbiology Research], 2014, vol. 8, no. 23, pp. 2315-2321.

### REFERENCES

1 Gromov V.V. Higher-plant aquatic and coastal vegetation of the Northern Caspian: Volga foredelta, Kalmyk and Kazakh Coasts [Journal of Siberian Federal University], 2010, vol. 3, pp. 250-266. (In Russ.).

2 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 Binding], 2012. pp. 147-152.

3 Suvorova T.F., Bisenova A.R., Mukatova M.D. Research of cellular structures of water plants of the Volgo-Caspian basin for the purpose of their use as industrial raw materials. *Vestnik AGTU* [Newsletter of ASTU], 2010, vol. 3, no. 26, pp. 158-166. (In Russ.).

4 Podkorytova A.V. Morskie vodorosli-makrofity i travy [Seaweeds – macrophytes and seagrasses]. Moscow, VNIRO, 2005. 175 p. (In Russ.).

5 Sukhenko L.T. Biologically active substances of some plants and mechanisms its antibacterial activity. *Estestvennye nauki* [Natural sciences], 2010, vol. 3, pp. 166-176. (In Russ.).

6 Hengrui Zheng, Xun Sun, Nan Guo, Ronggui Li. Evaluation of antibacterial and antioxidant activity of extracts of eelgrass *Zostera marina* Linnaeus [African Journal of Microbiology Research], 2014, vol. 8, no. 23, pp. 2315-2321.