



Сообщество растущей лоранции и зеленых нитчатых водорослей

Особенности морфологии и химического состава морских макрофитов западного побережья Каспия

Научная статья
УДК 581.526.3:664.292

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-52-64>
EDN: МОНХРУ

Аппазова Альбина Ренатовна – кандидат технических наук, специалист группы стандартизации и нормирования Волжско-Каспийского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия

E-mail: appazovaar@kaspnirh.vniro.ru

Харченко Наталья Николаевна – руководитель группы стандартизации и нормирования Волжско-Каспийского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия
E-mail: kharchenkonn@kaspnirh.vniro.ru

Шамсудинов Жалалудин Магомедшарипович – заведующий сектором рыбохозяйственной экологии отдела Западно-Каспийский Волжско-Каспийского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Дагестан, Махачкала, Россия

E-mail: shamsudinov1978@inbox.ru

Евсеева Наталия Викторовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела промысловых беспозвоночных и водорослей ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия
E-mail: evseeva@vniro.ru

Адреса:

1. Волжско-Каспийский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» –
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1

2. Отдел «Западно-Каспийский» Волжско-Каспийского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»
«(«КаспНИРХ») – Россия, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Абубакарова, 104
3. ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. В 2023-2024 гг. были обследованы морские растения береговой линии северо-западной части Каспийского моря. Среди них встречались выбросы *Nanozostera noltei*. Приведенные в статье результаты отражают исследования особенностей морфологии нанозостеры, а также ее химического состава. Оценка морфологических признаков двух видов морских трав Каспия *N. noltei* и *P. pectinatus* показала схожесть морфологии листовых пластин, достоверно различающихся формой верхушки листа. Идентификация вида *N. noltei* из общей массы выбросов представляется затруднительной из-за нарушения целостности растений и схожести по внешнему виду с листьями *P. pectinatus* при формировании выброса. Суммарное содержание пектиновых веществ в морской траве *N. noltei* достигает 19%, что свидетельствует о перспективности нанозостеры для производства зостерина.

Ключевые слова: Северный Каспий, нанозостера, рдест, полисахариды, пектин, биологически активные вещества

Для цитирования: Аппазова А.Р., Харченко Н.Н., Шамсудинов Ж.М., Евсеева Н.В. Особенности морфологии и химического состава морских макрофитов западного побережья Каспия // Рыбное хозяйство. 2025. № 4. С. 52-64. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-52-64>

FEATURES OF MORPHOLOGY AND CHEMICAL COMPOSITION OF MARINE MACROPHYTES OF THE WESTERN COAST CASPIAN SEA

Zoya E. Ushakova – Albina R. Appazova – Candidate of Technical Sciences, specialist of the standardization and regulation group, Volga-Caspian branch, State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography, Astrakhan, Russia

Natalya N. Kharchenko – supervisor of the standardization and regulation group, Volga-Caspian branch, State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography, Astrakhan, Russia

Zhalaludin M. Shamsudinov – head of the Fisheries Ecology Sector, West Caspian Department Volga-Caspian Branch, State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography, Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia

Natalia V. Evseeva – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Department of Commercial Invertebrates and Algae, State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia

Addresses:

1. Volga-Caspian branch of the Scientific Research Center of the Russian Federation VNIRO Federal State Budgetary Institution – Russia, 414056, Astrakhan, Savushkina str., 1

2. West Caspian Department of the Volga-Caspian Branch of the State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (KaspNIRKh) – Russia, Republic of Dagestan, Makhachkala, Abubakarova St., 104

3. State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19

Annotation. The studies of marine coastal plants of the northwestern Caspian Sea in 2023-2024 were conducted. Among them, *Nanozostera noltei* emissions were found. The results presented in the article reflect the study of the morphology of nanozosters, as well as its chemical composition. An assessment of the morphological features of two species of Caspian seagrasses, *N. noltei* and *P. pectinatus*, showed similarity in the morphology of leaf blades, which significantly differ in the shape of the leaf tip. Identification of the *N. noltei* species from the total mass of emissions is difficult due to the violation of the integrity of the plants and the similarity in appearance to the leaves of *P. pectinatus* during the formation of the emissions. The total content of pectin substances in the sea grass *N. noltei* reaches 19%, which indicates the potential of nanozostera for the production of zosterin.



Keywords: Northern Caspian, nanozostera, rdest, polysaccharides, pectin, biologically active substances

For citation: Appazova A.R., Kharchenko N.N., Shamsudinov Zh.M., Evseeva N.V. (2025). Features of morphology and chemical composition of marine macrophytes of the western coast of the Caspian Sea // Fisheries. No. 4. Pp. 52-64. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-52-64>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

В российском секторе Северного и Среднего Каспия выявлено 36 видов макроводорослей [20] и 5 видов морских трав. Распределение макроводорослей неравномерно и приурочено к твердым субстратам. По видовому богатству макроводорослей Каспийское море занимает промежуточное положение между Азовским и Черным морями [21]. В Северном Каспии преобладают зеленые водоросли и морские травы, в Среднем и Южном Каспии – зеленые и красные. Основное ядро каспийской флоры составляют зеленые водоросли родов *Ulva*, *Cladophora*, *Ulothrix*, что свидетельствует о значительном влиянии речного стока. Однако в ведущей группе доминируют красные водоросли морского происхождения родов *Polysiphonia*, *Laurencia*, *Ceramium*. В морской зоне доминируют *Osmundea caspica* (=*Laurencia caspica*) – 70% и *Polysiphonia ornata* (=*Polysiphonia caspica*) – 67% [23]. Некоторые виды зеленых (*Cladophora*) и красных (*Polysiphonia*, *Osmundea*) водорослей представлены неприкрепленными формами, которые могут образовывать обширные скопления в понижениях дна. Красные водоросли *Polysiphonia* и *Osmundea* на глубинах до 10-15 м формируют на ракушечниках обширные поля с биомассой более 1 кг/м², но такие участки немногочисленны и локализованы на границе со Средним Каспием и вдоль его западного побережья.

Особенность северной части Каспийского моря – это массовое развитие цветковых водных растений. В морских заливах именно им принадлежит главенствующая роль в формировании донных фитоценозов на рыхлых грунтах. Флора морских цветковых растений включает в себя 5 видов: *Potamogeton pectinatus*, *Ruppia maritima*, *Zanichellia palustris*, *Nanozostera noltei*, *Najas marina*. Распределение водной и прибрежно-водной растительности показывает значительную пространственную динамику, обусловленную колебаниями уровня и солености Каспийского моря. В настоящее время происходит расширение зоны распространения морской травы *Nanozostera noltei* в мелководные области.

Водные растения Северного Каспия формируют сообщества с высокими значениями биомассы, достигающие 10-12 кг/м². Запасы

N. noltei в начале 1940-х гг. составляли 700 тыс. т [15]. Более поздние оценки запасов биомассы не делались, но, основываясь на данных Громова [12], их можно ориентировочно принять равными около 200 тыс. т для Северного и западной части Среднего Каспия. Исследования, проведенные в середине 2000-х гг., показали рост значений биомассы нанозостеры по сравнению с 1980-ми гг. в 1,5-2 раза. В литературе встречаются данные о запасах штормовых выбросов нанозостеры на западном побережье острова Кулалы – 50 тыс. т сырой биомассы [15; 18]. В прибойной зоне западного Каспия в определенный период встречаются штормовые выбросы, часть которых составляет нанозостера. Количество выбросов зависит от наличия или отсутствия сезонных штормовых ветров.

Уровень Каспийского моря на протяжении всей его истории существенно изменялся. Указанные ранее в публикациях сроки возникновения штормовых ветров также изменились. Ранее опубликованные данные свидетельствовали о появлении штормовых выбросов вследствие сезонных штормовых ветров в июле-августе, позднее эти сроки сместились на август-сентябрь. Современные наблюдения говорят об их появлении лишь в октябре. Причем штормовые ветра могут вообще отсутствовать в сезон.

Часто штормовые выбросы состоят из нескольких видов водных растений, при этом трудно определить видовую принадлежность растения. Нанозостера имеет длинные узкие листья по внешнему виду схожие с листьями других морских трав (рдеста гребенчатого, руппии). Поскольку выброшенная на берег масса представляет собой смесь разных частей водных растений, вызывает затруднение идентификация и определение их видов.

Ресурсные исследования макрофитобентоса Каспийского моря велись в 1930-1970 гг. преимущественно на восточном прибрежье [2]. Западное прибрежье изучено слабо. С учетом активной нефтедобычи, появления инвазивных видов и для актуализации данных о распределении и ресурсах, существует необходимость в проведении современных исследований макрофитобентоса российской части Каспий-



ского моря. Это позволит не только обновить данные о видовом составе и запасах, но и выявить перспективные для использования и переработки макрофиты. Так, в состав нанозостеры входит полисахарид зостерин, являющийся природным адсорбентом [17]. Руппия и рдест могут иметь кормовое значение.

Слабая изученность фитобентоса Каспийского моря объясняется его рыбохозяйственным значением в отношении осетровых и других проходных и полупроходных видов рыб. Однако не стоит игнорировать значение использования водных растений в сельскохозяйственной, кормовой, пищевой, медицинской отраслях отечественной промышленности. Особенно остро в современной России встают вопросы освоения недоиспользуемых и перспективных сырьевых источников. Безусловно, к таковым относятся водные растения Каспийского моря.

Цель исследований – поиск и описание перспективных для использования видов макрофитов, произрастающих на западном побережье Каспия, определение характерных для них морфологических признаков и исследование их химического состава.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования были морские макрофиты: *Nanozostera noltei* (Hornemann) Tomlinson & Poslusny 2001 (=*Zostera noltii* Hornem, 1832), *Stuckenia pectinata* (L.) Börner, 1912 (=*Potamogeton pectinatus* L., 1753), *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh, 1811, *Osmundea caspica* (Zinova & Zaberzhinskaya) Maggs & L.M. McIvor, 2017 (=*Laurencia caspica* A.D. Zinova & Zaberzhinskaya, 1968), произрастающие вдоль западного побережья Каспийского моря и доминирующие в составе береговых выбросов.

Сбор и заготовку водных растений осуществляли из свежих береговых выбросов и в прибрежной зоне с июля по ноябрь 2023-2024 гг. в республике Дагестан. Исследовано побережье Каспийского моря протяженностью более 250 км от Аграханского залива до г. Дербент. Сбор штормовых выбросов производили ручным способом.

Данные по температуре воздуха и воды, солености морской воды, направлению и скорости ветра были получены стандартными методами.

С августа по октябрь 2023 г. осуществлялись выезды в прибрежные районы городов Махачкала, Каспийск, Избербаш. Маршрут исследования пролегал вдоль побережья по направлению с севера на юг, начиная от Аграханского залива до городского пляжа г. Избербаш, посредством наземного транспорта. В 2024 г. были исследованы береговые линии территории южнее г. Махачкалы до г. Дербент (рис. 1).

В результате выездов в республику Дагестан в 2023 и 2024 гг. было заготовлено около 2,5 кг высушенных выбросов водных растений. Необходимо отметить, что штормовых ветров в исследуемых районах в период сбора не было. В процессе заготовки выбросы водных растений промывались последовательно в морской и пресной воде, при этом отделяли встречающийся крупный мусор. Заготовленная масса представляла собой смесь частей высушенных водных растений.

Выход сушеної травы определяли по разности травы до сушки и после сушки, отнесенной к массе травы до сушки. Выход очищенной от примесей травы определяли по разности травы до и после отделения механических примесей, отнесенной к массе неочищенной от примесей травы.

Морфометрические и химические показатели измеряли в камеральных условиях.

Для определения морфометрических параметров отбирали вегетативные побеги взрослых растений *N. noltei*, *S. pectinata*.

Биометрические измерения проводились в отношении высоты надземных побегов (от места начала роста корней до верхушки самого длинного листа); длина листа (длина наиболее длинного листа с каждого растения от листового влагалища до верхушки листа), ширина листа (в наиболее широкой части листа). Производилась оценка формы верхушки листа и количество жилок.

Также были изучены гербарные материалы по видам родов *Nanozostera* и *Stukenia* в гербариях национального банка-депозитария живых систем «Ноев ковчег» Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова [24].

Массовые доли воды, золы и посторонних примесей, заготовленных воздушно-сухих проб зостеры, определялись по ГОСТ 33331.

Общее содержание белка определялось по методу Кильдаля на установках «Turbotherm» и «Vapodest-30». Аминокислотный состав белков *N. noltei*, определен после гидролиза проб в свежеприготовленной гидролизующей смеси (концентрированные соляная и трифтормукусная кислоты в соотношении 2:1 с добавлением 0,1% β-меркаптоэтанола) при 155 °C в течение 1 ч, центрифугирования продолжительностью 5 мин при 8000 об/мин на центрифуге Microfuge 22R (Beckman-Coulter, US). Разделение проводилось на жидкостном хроматографе модели L-8800 фирмы «Hitachi» (Япония).

Общее содержание эфирорастворимых веществ в пробах устанавливалось по методу Сокслета с использованием, в качестве растворителя, петролейного эфира.



Уровень клетчатки устанавливался методом Кюршнера и Ганака [3]. Содержание пектиновых веществ в воздушно-сухих образцах определялось модифицированным весовым кальций-пектантным методом, который основан на осаждении пектиновых веществ в виде кальциевых солей после гидролиза исследуемого объекта 0,4%-м раствором гидрооксида натрия [13].

Микробиологические показатели проб определялись стандартными методами. Содержание БГКП устанавливалось по ГОСТ 31747-2012, КМАФАнМ – ГОСТ 10444.15-94, плесени – ГОСТ 10444.12-2013, сальмонелл – ГОСТ 31659-2012; токсичных элементов кадмия и свинца – ГОСТ Р 51301-99, мышьяка – ГОСТ 26930-86, ртути – ГОСТ 26927-86.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В западной части Каспийского моря в верхней сублиторали доминируют два вида морских трав: нанозостера, произрастающего в Каспийском море, определяется как *Nanozostera noltei* рода *Nanozostera* семейства *Zosteraceae* [1].

Согласно современным исследованиям, номенклатурное описание вида морской травы нанозостеры, произрастающего в Каспийском море, определяется как *Nanozostera noltei* рода *Nanozostera* семейства *Zosteraceae* [1].

Нанозостера малая – многолетнее растение, имеет сплюснутое разветвленное, ползучее

корневище, 0,5-2 мм в диаметре, с тонкими корнями, по 1-2 в каждом узле. Вертикальные вегетативные побеги отходят от корневища как боковые побеги. Листья плоские, линейные, цельнокрайные с 1-3 параллельными жилками. Верхушка листа всегда выемчатая, часто асимметричная. Листовое влагалище открытое, с 2 ушками. Соцветия малоцветковые, початковидные, длиной до 3 см, в незамкнутом влагалище, с (3) 6-12 цветками на генеративных побегах 10-15 (20) см длиной. Плод односемянной, овальный или эллипсоидальный, продольно-бороздчатый, зеленовато-коричневый, гладкий, 1,5-2,0 мм длиной; семенная кожура гладкая [16].

Зостера образует поселения на песчаных, песчано-илистых и песчано-ракушечных грунтах. Рост растений не прекращается в течение всего года, замедляясь в осенне-зимнее время, а достигает максимума в весенний и летний периоды. Надземная часть достигает в длину 30-40 см. Подземное корневище активно растет на 15-20 см в год, нарастает вершиной и ветвится. С помощью корневищ происходит вегетативное размножение, которое у зостеры преобладает. Генеративных побегов образуется сравнительно мало. Максимальная биомасса приходится на июль-сентябрь. Массовый сброс листьев происходит в сентябре-октябре. Годовая продукция зостеры 300-550 г/м² [2].

Рдест гребенчатый – многолетнее растение с длинным корневищем, на котором осенью развиваются клубневидные утолщения. Рдест гребенчатый не похож на другие виды рдеста: его стебли очень сильно разветвленные, нитевидные, прямые, сильно ветвистые, длиной до 1,5 м, листья узкие, тонкие, как нити, до 15 см длиной, темно-зеленые или коричневые. Цветет в июне-июле. Соцветие состоит из нескольких мутовок, коричнево-зеленых, на длинном тонком цветоносе, во время цветения поднимается над водой. Опрыскивается ветром [16].

Рдест гребенчатый распространен в Северном полушарии. Растет на мелководье в водоёмах разного типа с пресной и солоноватой водой на разных донных отложениях. В солоноватых озёрах образует большие и густые кустарники. Рдест гребенчатый является индикатором эвтрофикации водоёмов. Все рдесты содержат много известия, поэтому могут использоваться как удобрение. Рдестом пытаются водные моллюски, насекомые, рыбы; на подводных частях рыбы откладывают икру.

Вдоль исследуемой части западного побережья Каспийского моря (рис. 1) выбросы нанозостеры малой были обнаружены в районе г. Избербаш. Здесь же наблюдалось произрастание рдеста гребенчатого. На побережье близ на-

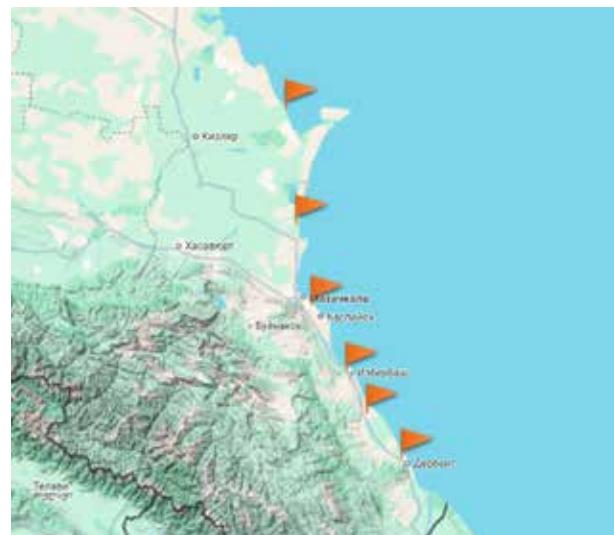


Рисунок 1. Карта-схема исследуемых частей побережья Каспийского моря и точки отбора биологических проб водных растений в 2023-2024 годах

Figure 1. Schematic map of the studied parts of the Caspian Sea coast and the sampling point for biological samples of aquatic plants in 2023-2024



Рисунок 2. Внешний вид морских трав *S. pectinata* (слева) и *N. noltei* (справа) Каспия

Figure 2. Appearance of sea grasses *S. pectinata* (left) and *N. noltei* (right) The Caspian Sea

селенных пунктов Манаскент и Каспийск было найдено незначительное количество листьев нанозостеры (штучные образцы вдоль всей линии прибоя, не подлежащие массовому сбору).

В начале ноября 2024 г. выбросы нанозостеры были обнаружены на каменистом участке небольшой бухты. Рдест массово произрастал полностью погруженный в воду на песчаном грунте. При этом, температура воды составля-

ла 18 °C, температура воздуха – 10 °C, ветер – юго-восточный 8 м/с.

Визуально отличия двух видов трав *N. noltei* и *S. pectinata* очевидны (рис. 2). Однако, в процессе образования выбросов, в общую смесь попадают в основном листья указанных видов растений, которые визуально схожи. Идентификация других растений, входящих в состав выбросов вызывает затруднения.



Рисунок 3. Образцы *N. noltei* Каспийского моря / **Figure 3.** Samples of *N. noltei* of the Caspian Sea



С целью дальнейшей переработки, нанозостеры отделяли от общей массы ручным способом. Выход травы нанозостеры составил 34,5% от заготовленных выбросов.

В процессе сортировки сравнивали фрагменты нанозостеры и рдеста. Диагностические признаки рода *Nanozostera* (*Zostera*), приводимые в определителе сосудистых растений для флоры водоемов России [16] сводятся к следующим:

1. Растения, обычно обитающие на песчаном, глинистом, галечном или илистом морском дне.

2. У основания побегов нет бурого «войлокка». Листья шириной 0,7-12 мм малопрозрачные, но с хорошо заметным жилкованием, снизу плоские, легко поддающиеся разрыву при растяжении, по краю без прозрачной каймы.

3. Соцветия заключены во влагалище кроющих листьев, с мелкими прицветникообразными листвочками – ретинакулами или без них.

В указанном источнике также приведено описание вида *N. noltii* Hornem. (*Z. minor* (Cavol.) Nolte ex Reichenb., *Z. nana* Roth) (орфография автора соблюдена):

1. Произрастают в мелководных бухтах до глубины 1 м, на иловатом грунте, нередко образует густые заросли.

2. Листья на верхушке слабовыемчатые, иногда почти закругленные, с 3 жилками, из которых боковые почти сливаются или сливаются с краем листа (листья кажутся одножилковыми); влагалища расщепленные. Ретинакулы широкотреугольные.

Нами проведена оценка морфометрических характеристик видов *N. noltei* и *S. pectinata*. В заготовленных выбросах растений образцы нанозостеры в целом виде (от корневища до верхушки листа) попадались редко и имели небольшую высоту, в основном присутствовали листья или их фрагменты (рис. 3). Образцы рдеста заготавливались отдельно, но в выбросах встречались также листья целиком или их фрагменты.

В таблице 1 приведены характеристики и значения основных морфометрических параметров высших водных растений нанозостеры малой и рдеста гребенчатого обследованных участков Каспийского моря. Для сравнения указаны литературные данные.

Таблица 1. Морфометрические характеристики и параметры растений *N. noltei* и *S. pectinata* Каспийского моря / **Table 1.** Morphometric characteristics and parameters of plants of *N. noltei* and *S. pectinata* of the Caspian Sea

Наименование оцениваемого параметра	Наименование растения			<i>S. pectinata</i> (литературные данные)
	<i>N. noltei</i>	<i>N. noltei</i> (литературные данные)	<i>S. pectinata</i>	
Высота растения	в среднем 10 см	до 20 см	в среднем 20 см	30-120 см
Корневище	ползучее с тонким узловатым корнем и вертикальными побегами	длинное ползучее, по 1-2 корня в каждом узле; вертикальные побеги отходят от корневища, как боковые побеги	длинное, ползучее	длинное, многолетнее
Стебель	неразветвленный	слабоветвистый	ветвистый	сильно разветвленный
Характеристика листовых пластинок:	плоские, линейные, цельнокрайние	плоские, линейные, цельнокрайние	узколинейные	все подводные, сидячие, узколинейные, толстоватые
- длина	до 28 см	6-20 см	в среднем 10 см	от 2 до 20 см, в среднем – до 15 см
- ширина	1-1,5 мм	от 0,5 до 2 мм	1-1,5 мм	от 0,3 до 1,5 мм* (* - по разным данным)
- жилкование	хорошо заметное, с одной жилкой посередине и боковыми сливющимися с краем листа	от 1 до 3, боковые жилки сливаются с краем листа	одна хорошо заметная жилка, боковые слиты с краем листа	3 или 5, из которых боковые приближены к краю листа и заметны слабо
- верхушка	слабовыемчатая, почти круглая	глубоко или слабовыемчатая	заостренная	постепенно заостренная
- влагалище	открытое	открытое	открытое	длинные (1-4 см), до основания расщепленные



Исходя из полученных данных, листья нанозостеры и рдеста схожи по внешнему виду. Основное их отличие – это форма верхушки листа: у нанозостеры выемчатая, у рдеста – заостренная, а также – длина листа. Встречающиеся листья растений в общей массе выбросов не целые и не имеют верхушки. К второстепенному отличительному признаку можно отнести толщину листа: у рдеста листья чуть толще в объеме, листья нанозостеры плоские, однородные по толщине по всей длине.

По нашим наблюдениям, места произрастания рдеста – это хорошо прогретое мелководье с песчаным грунтом, где он образует небольшие заросли (рис. 4).

Из сопутствующих видов, часто встречающихся в западной части Каспийского моря и представляющих практический интерес, стоит выделить зеленые ульвовые водоросли и красную лорансию каспийскую.

Ульвовые водоросли были найдены на пляжах г. Махачкалы и к югу от города. Обнаруженный вид – *Ulva clathrata*. Эти водоросли имеют двуслойные пластинчатые тонкие слоевища в виде трубок до 30 см высотой и до 1,5 см шириной, растут пучками. При изъятии из воды трубочки склоняются и представляются в виде пластин с волнистыми краями (рис. 5).

В азиатских странах ульвовые водоросли используют для приготовления витаминных са-



Рисунок 4. Заросли рдеста гребенчатого
Figure 4. Thickets of the crested forest

латов, употребляемых в пищу в лечебно-диетических целях. Ульва характеризуется высоким содержанием витаминов, белковых веществ. Используется также в растениеводстве в качестве высокоэффективной азотной подкормки.

Красные водоросли вдоль каспийского побережья распространены практически повсеместно и в разных диапазонах глубин. Нами были отмечены большие по протяженности заросли (рис. 6) в верхней сублиторали, прикрепленные к каменистому грунту, в условиях нормальной морской солености и сильного или умеренного прибоя. Они формировали монодоминантные сообщества или субдоминантные с сопутствующими видами зеленых нитчатых водорослей.

Многие виды красных водорослей находят разнообразное использование в медицине, сельском хозяйстве, употребляются в пищу и являются перспективными для извлечения биологически активных веществ. Важнейшими полисахаридами красных водорослей являются агар и каррагинан, обладающие ярко выраженными гидрофильными свойствами. Из видов родов анфельции и хондруса на Дальнем Востоке в промышленном масштабе получают лучшие по качеству гелеобразующие природные загустители и стабилизаторы различных систем. На Каспии доминирует *Laurencia caspica* семейства церамиевых *Ceramiaceae*. В литературных источниках отмечается особенность лоранции Каспийского моря образовывать неприкрепленные к грунту скопления в виде пласта. Имеются данные о наличии «лорансиевых полей» в центральной части Каспия [14; 18].

Приведенная информация по описанию видов водных растений Каспия важна для оценки потенциальных возможностей поиска новых объектов промысла. Описанные виды характе-

ризуются высоким содержанием биологически активных соединений и являются перспективными для вовлечения в переработку.

Объемы запасов зостеры на Каспии в настоящее время не уточнены, однако содержащиеся в ней вещества необходимы для биотехнологии, медицины, косметики, фармацевтики. Поэтому рентабельной может стать добыча и переработка даже небольших количеств сырья или культивирование этого вида, в том числе и сбор штормовых выбросов.

Заготовленные образцы выбросов морской травы *N. noltei* подвергались исследованиям химического состава. Как уже отмечалось выше, выбросы морской травы содержали большое количество посторонних примесей. Органические и неорганические примеси содержали части раковин двустворчатых и брюхоногих моллюсков, ил, песок, мелкую гальку, водные растения других видов (преимущественно кло-дофоры), бытовой мусор. На технологические показатели морской травы отрицательное воздействие оказывает не только присутствие посторонних примесей, но и наличие микроор-

ганизмов. В зависимости от времени экспозиции валов выбросов на воздухе, в той или иной степени развиваются эвригалинные микроорганизмы и грибы, которые начинают активно потреблять в качестве питательного субстрата простые сахара и полисахариды. Процессы потребления микроорганизмами органических веществ экзотермичны, поэтому внутри кучи выбросов сильно повышается температура, что еще больше ускоряет процессы порчи сырца.

В таблице 2 представлены результаты исследований микробиологической безопасности заготовленных проб выбросов морской травы нанозостеры малой. Также в таблице указаны действующие нормативы безопасности для нерыбных объектов промысла и продуктов, вырабатываемых из них, установленные в ТР ТС 021/2011 [22].

Микробиологические исследования отобранных проб выбросов *N. noltei* свидетельствуют об их соответствии требованиям ТР ТС 021/2011. По результатам микробиологического анализа не обнаружено превышений ни по одному из нормируемых показате-



Рисунок 5. Внешний вид и выбросы морской водоросли ульвы Каспийского моря

Figure 5. Appearance and emissions of marine algae from the Caspian Sea



Таблица 2. Микробиологические показатели безопасности *N. noltei* Каспийского моря /
Table 2. Microbiological safety indicators of *N. noltei* of the Caspian Sea

Наименование показателя	Норматив согласно ТР ТС 021/2011		Фактическое значение
	Масса продукта (г), в которой не допускается	Допустимые уровни, не более	
Патогенные микроорганизмы, в т.ч.			
сальмонеллы	25	-	не обнаружено в 25 г
<i>Listeria monocytogenes</i>	25	-	не обнаружено в 25 г
КМАФАнМ, КОЕ/г	-	5×10^4	$1,85 \times 10^3$
БГКП (coliформы)	1,0	-	не обнаружено в 1 г
Плесени, КОЕ/г	-	100	не обнаружено

Таблица 3. Токсикологические показатели безопасности *N. noltei* Каспийского моря/
Table 3. Toxicological safety indicators of *N. noltei* of the Caspian Sea

Наименование показателя	Допустимые уровни согласно ТР ТС 021/2011, мг/кг, не более	Фактическое значение
Свинец	0,5	0,23
Мышьяк	5,0	следы
Кадмий	1,0	0,32
Ртуть	0,1	0,015

лей, при этом значение показателя КМАФАнМ имеет значение $1,85 \times 10^3$ КОЕ/г, что указывает на состояние штормовых выбросов, благоприятное обсеменению микроорганизмами. Вместе с тем известно, что нанозостера устойчива к процессам гниения и разложения в морской воде и после выброса на берег. Вероятно благодаря этому свойству, штормовые выбросы не подверглись обсеменению и все показатели микробиологической безопасности соответствовали действующим нормам.

В таблице 3 представлены результаты исследований токсикологической безопасности заготовленных проб выбросов морской травы нанозостеры малой. Также в таблице указаны действующие нормативы безопасности для нерыбных объектов промысла и продуктов, вырабатываемых из них, установленные в ТР ТС 021/2011.

На основании данных таблицы 3 можно сделать вывод о том, что исследуемые пробы нанозостеры соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 для пищевых продуктов.

Химический состав нанозостеры малой из каспийского моря мы сравнили с зостерой морской дальневосточного бассейна (*Zostera marina* L.), являющейся сырьем для получения полисахарида пектиновой природы – зостерина. Как показали исследования, химический состав морских трав Каспийского и Дальневосточного бассейнов отличается незначительно (табл. 4). По содержанию минеральных веществ нанозостера малая уступает дальнево-

сточным травам на 5,5%, по содержанию белка – на 3,3%, содержание клетчатки и пектиновых веществ, напротив, выше в траве нанозостеры и составляет 16,1% и 19,0%, соответственно.

Для исследования количественного и качественного составов углеводов *N. noltei* и их основных групп устанавливалось общее содержание углеводов, содержание растворимых сахаров (моносахаридов), легкогидролизуемых сахаров (ди- и олигосахаридов) и полисахаридов (пектиновых веществ, клетчатки). Результаты исследований представлены в таблице 5.

В ходе проведенных исследований по химическому и углеводному составам установлено, что углеводы нанозостеры представлены в основном полисахаридами, включающими пектиновые вещества (зостерин) в количестве от 17,6 до 19,3% и клетчатку – от 13,7 до 14,9%, а также содержит легкогидролизуемые углеводы в количестве до 12,8% и растворимые углеводы – до 9,2%. Полученные данные по содержанию пектиновых веществ позволяют считать нанозостеру малую перспективным сырьем для получения зостерина – ценного биологически активного вещества.

Зостерин является морским пектином, схожим по своим свойствам с пектином наземных растений. Для сравнения, содержание общего пектина, в пересчете на абсолютно сухое вещество тыквы, по разным источникам, не превышает 16%. В настоящее время исследования химического состава нанозостеры малой Каспийского моря продолжаются.



Рисунок 6. Внешний вид и заросли красной водоросли лорансии (*L. caspica*) Каспийского моря

Figure 6. Appearance and thickets of the red algae loransia (*L. caspica*) of the Caspian Sea



ВЫВОДЫ

По результатам проведенных работ в прибрежной зоне Каспийского моря были обследованы береговые выбросы морских растений. Содержание нанозостеры в общей массе выбросов составило 34,5%. Оценка морфологических признаков двух видов морских трав

Каспия *N. noltei* и *S. pectinata* показала схожесть морфологии листовых пластин. Основным отличием двух видов является форма верхушки листа. Идентификация вида *N. noltei* из общей массы сухих выбросов представляется затруднительной из-за нарушения целостности растений и схожести по внешнему виду с листьями *S. pectinata* при формировании выброса.

Таблица 4. Химический состав морских трав *N. noltei* и *Z. marina*, (%) к сухому веществу / **Table 4.** Chemical composition of marine grasses *N. noltei* and *Z. marina*, (%) to dry matter

Минерал. вещества	Сумма органич. веществ	Белок	Пектиновые вещества	Клетчатка	Эфиро растворимые вещества
<i>N. noltei</i> Каспийское море					
17,5	82,5	8,2	19,0	16,1	2,8
<i>Z. marina</i> Дальний Восток*					
23,0	77,0	11,5	15,7	13,7	-

Примечание: * - литературные данные [19]

Таблица 5. Содержание групп углеводов *N. noltei* Каспийского моря, % от сухого вещества / **Table 5.** Content of *N. noltei* carbohydrate groups in the Caspian Sea, % of dry matter

Растворимые углеводы (моносахариды)	Легкогидролизуемые углеводы (дисахариды, олигосахариды)	Полисахариды	
		Пектиновые вещества	Клетчатка
8,2–9,2	10,6–12,8	17,6–19,3	13,7–14,9

Проведенные исследования по определению суммарного содержания пектиновых веществ в морской траве *N. noltei* свидетельствуют о наличии в составе пектинов в количестве до 19%. Полученные данные указывают на перспективы использования морской травы нанозостеры малой в качестве сырья для производства природного адсорбента – полисахарида зостерина.

Микробиологические и токсикологические показатели качества *N. noltei* соответствуют требованиям, установленным ТР ТС 021/2011.

Также в прибрежной зоне Северо-Западного Каспия обнаружены заросли красной водоросли лорансии *O. caspica*, морской травы рдеста гребенчатого *S. pectinata*, скопления выбросов ульвы *Ulva clathrata*. Данные виды перспективны для переработки и формируют береговые выбросы достаточного объема.

Работа выполнена в рамках государственного задания Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ ВНИРО («КаспНИРХ») по теме «Разработка современных технологических решений в комплексной переработке морских водорослей и трав, произрастающих в прибрежных зонах морей Российской Федерации, с получением антимикробных, антикоагулянтных, адсорбционных, пищевых, кормовых продуктов и удобренний широкого спектра действия».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: А.Р. Аппазова – идея статьи, подготовка обзора литературы, сбор и анализ данных, подготовка статьи, окончательная проверка статьи; Н.Н. Харченко – подготовка статьи, корректировка текста; Ж.М. Шамсудинов – сбор данных, участие в полевых выездах; Н.В. Евсеева – подготовка обзора литературы, корректировка текста, идентификация видов водных растений.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: A.R. Appazova – the idea of the article, preparation of the literature review, data collection and analysis, preparation of the article, final verification of the article; N.N. Kharchenko – preparation of the article, text correction; J.M. Shamsudinov – data collection, participation in field trips; N.V. Evseeva – preparation of the review references, text correction, identification of aquatic plant species.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Аппазова А.Р., Харченко Н.Н., Шамсудинов Ж.М. Водные растения прибрежной зоны Каспийского моря и их практическое применение // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2024. № 69/2024. С.80-95. <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2024-69-80-95>
2. Блинова Е.И. Водоросли-макрофиты и травы морей европейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура) – М.: Изд-во ВНИРО. 2007. 114 с. ISBN 978-5-85382-331-0. EDN UHCTDD
3. Бурштейн А.И. Методы исследования пищевых продуктов – Киев: Госмедиздат УССР. 1963. С. 59-61
4. ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов (с Поправками). – М.: Стандартинформ. 2014. 14 с.
5. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М.: Стандартинформ. 2010. 7 с.
6. ГОСТ 26927-86 Сырец и продукты пищевые. Методы определения ртути (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов. 2002. 13 с.
7. ГОСТ 26930-86 Сырец и продукты пищевые. Метод определения мышьяка (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов. 2002. 7 с.
8. ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella* (с Поправкой)
9. ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – М.: Стандартинформ. 2013. 20 с.
10. ГОСТ 33331-2015 Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения массовой доли воды, золы и посторонних примесей (с Поправкой). – М.: Стандартинформ. 2019. 12 с.
11. ГОСТ Р 51301-99 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка). – М.: ИПК Издательство стандартов. 1999. 25 с.
12. Громов В.В. Водная и прибрежно-водная растительность Северного Каспия: авандельта р. Волги, калмыцкое и казахское побережья // Journal of Siberian Federal University. Biology. 2010. № 3. С. 250-266. ISSN: 1997-1389. eISSN: 2313-5530. EDN NDFUXP
13. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов: учеб. пособие – М.: Дели. 2000. 255 с.
14. Зинова А.Д., Забережинская Э.Б. Новые виды красных водорослей Каспийского моря // Новости систематики низших растений. – Л.: Наука. 1968. С. 28-33
15. Киреева М.С. Растительные богатства морей Советского Союза // Растительные ресурсы. 1965. Т. 1. Вып. 3. С. 323-335
16. Лисицына Л.И., Папченков В.Г. Флора водоемов России: Определитель сосудистых растений – Москва: Наука. 2000. 237 с.
17. Мукатова М.Д. и др. Инновационные технологии комплексной переработки нерыбных биоресурсов Волжско-Каспийского бассейна – Монография. Астрахань: Изд-во АГТУ. 2018. 192 с. ISBN 978-5-89154-647-9. EDN YAPXGX.
18. Мукатова М.Д., Привезенцев А.В., Киричко Н.А., Утешев Р.Р. Водные растения Волго-Каспия и возможность их переработки // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Рыбное хозяйство. 2005. № 3 (26). С.158-166. ISSN: 1812-9498eISSN: 2687-1076. EDN JKFSKH.
19. Подкорытова А.В., Кушева О.А. Морские травы дальневосточных морей: химический состав, свойства



- полисахаридов, направления использования // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыболовецкого центра. 1997. Том 120. С. 197-202. ISSN 1606-9919. eISSN 2658-5510. EDN GKZXOH.
20. Степаньян О.В. Макрофитобентос Каспийского моря: разнообразие, распределение, продуктивность // Океанология. 2016. Т. 56. №3. С. 429-439. <https://doi.org/10.7868/S0030157416030217>
21. Степаньян О.В. Современное разнообразие макро-водорослей Азовского, Черного и Каспийского морей // Доклады академии наук. 2014. Т. 458. № 2. С. 229-232. ISSN 0869-5652. <https://doi.org/10.7868/S0869565214260259>
22. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011, утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения 7.05.2025)
23. Чиженкова О.А., Камакин А.М., Зайцев В.Ф. Некоторые аспекты развития донных биоценозов северной части Каспийского моря // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия рыбное хозяйство. 2009. № 1. С. 65-69. ISSN 2073-5529. eISSN 2309-978X. EDN KHORLZ.
24. Национальный банк-депозитарий живых систем «Ноев ковчег». – М.: МГУ имени М.В. Ломоносова. Эл. ресурс. <https://plant.depo.msu.ru/open/public> (дата обращения 7.05.2025).

LITERATURE AND SOURCES

- Appazova A.R., Kharchenko N.N., Shamsudinov. Zh. M. (2024) The Caspian sea coastal water plants and their practical // Bulletin of Kamchatka State Technical University. No 69/2024. Pp.80-95. <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2024-69-80-95>. (In Russ., abstract in Eng.)
- Blinova E.I. (2007) Macrophyte algae and herbs of the seas of the European part of Russia (flora, distribution, biology, resources, mariculture) - M.: VNIRO Publishing house. 114 p. ISBN 978-5-85382-331-0. EDN UHCTDD. (In Russ., abstract in Eng.)
- Burshtein A.I. (1963) Methods of food research - Kyiv: Gosmedizdat USSR. Pp. 59-61. (In Russ.)
- GOST 10444.12-2013 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Methods for the detection and colony count of yeasts and moulds (as Amended). - Moscow: Standardinform. 2014. 14 p. (In Russ.)
- GOST 10444.15-94 Food products. Methods for determination of quantity of mesophilic aerobes and facultative anaerobes. - Moscow: Standardinform. 2010. 7 p. (In Russ.)
- GOST 26927-86 Raw material and food-stuffs. Methods for determination of mercury (with Amendment No. 1). Moscow: Publishing house of standards. 2002. 13 p. (In Russ.)
- GOST 26930-86 Raw material and food-stuffs. Method for determination of arsenic (with Amendment No. 1). Moscow: Publishing house of standards. 2002. 7 p. (In Russ.)
- GOST 31659-2012 (ISO 6579:2002) Food products. Method for the detection of *Salmonella* spp (as Amended). (In Russ.)
- GOST 31747-2012 Food products. Methods for detection and quantity determination of coliforms. – Moscow: Standardinform. 2013. 20 p. (In Russ.)
- GOST 33331-2015 Seaweeds, sea grasses and products of their processing. Methods for determination of mass content of water, ash and foreign matter (as Amended). - Moscow: Standardinform. 2019. 12 p. (In Russ.)
- GOST R 51301-99 Food-stuffs and food raw materials. Anodic stripping voltammetric methods of toxic traces elements determination (cadmium, lead, copper and zinc). Moscow: Publishing house of standards. 1999. 25 p. (In Russ.)
- Gromov V.V. (2010) Aquatic and coastal-aquatic vegetation of the Northern Caspian: the Volga River delta, the Kalmyk and Kazakh coasts // Journal of Siberian Federal University. Biology. No. 3. Pp. 250-266. ISSN: 1997-1389. eISSN: 2313-5530. EDN: NDFUXP (In Rus., abstract in Eng.)
- Donchenko L.V. (2000) Technology of pectin and pectin products: a tutorial // M.: Dely. 255 p. (In Russ.)
- Zinova A.D., Zaberzhinskaya E.B. (1968) New species of red algae from the Caspian Sea // News of taxonomy of lower plants. L.: Nauka. Pp. 28-33. (In Russ.)
- Kireeva M.S. (1965) Plant wealth of the seas of the Soviet Union // Plant resources. Vol. 1. Release. 3. Pp. 323-335. (In Russ.)
- Lisitsyna L.I. Papchenkov V.G. (2000) Flora of water bodies of Russia: Identification of vascular plants – Moscow: Nauka. 237 p. (In Russ.)
- Mukatova M.D. etc. (2018) Innovative technologies for complex processing of non-fish bioresources of the Volga-Caspian basin - Monograph. Astrakhan: ASTU Publishing house. 192 p. ISBN 978-5-89154-647-9. EDN YAPXGX. (In Russ.)
- Mukatova M.D., Privazentsev A.V., Kirichko N.A., Uteshev R.R. (2005) Aquatic plants of the Volga-Caspian Sea and the possibility of their processing // Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. No. 3 (26). Pp.158-166. ISSN: 1812-9498eISSN: 2687-1076. EDN JKFSKH. (In Rus., abstract in Eng.)
- Podkorytova A.V., Kusheva O.A. (1997) Sea grasses of the Far Eastern seas: chemical composition, properties of polysaccharides, directions of use // News of the Pacific Research Fisheries Center. Vol. 120. Pp. 197-202. ISSN 1606-9919. eISSN 2658-5510. EDN GKZX-OH. (In Rus., abstract in Eng.)
- Stepanyan O.V. (2016) Macrophytobenthos of the Caspian Sea: diversity, distribution, productivity // Oceanology. Vol. 56. No 3. Pp. 429–439. <https://doi.org/10.7868/S0030157416030217>. (In Russ.)
- Stepanyan O.V. (2014) Modern diversity of macroalgae of the Azov, Black and Caspian Seas // Reports of the Academy of Sciences. Vol. 458. No 2. Pp. 229-232. ISSN 0869-5652. <https://doi.org/10.7868/S0869565214260259>. (In Russ.)
- Technical Regulations of the Customs Union “On food safety” TR CU 021/2011, approved by the decision of the Commission of the Customs Union dated 09.12.2011 No. 880. [Electronic resource]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (date of appeal 7.05.2025)
- Chizhenkova O.A., Kamakin A.M., Zaitsev V.F. (2009) Some aspects of development of bottom biocenoses of the northern part of the Caspian Sea // Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. No. 1. Pp. 65-69. ISSN 2073-5529. eISSN 2309-978X. EDN KHORLZ. (In Rus., abstract in Eng.)
- National Depository Bank of Living Systems “Noah’s Ark”. – M.: Lomonosov Moscow State University. Electronic resource. <https://plant.depo.msu.ru/open/public> (date of appeal 7.05.2025)

Материал поступил в редакцию/ Received 13.06.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 04.07.2025