

ISSN 1684-940X (Print)
ISSN 2789-1534 (Online)



Павлодар педагогикалық
университетінің ғылыми журналы
Научный журнал Павлодарского
педагогического университета

2001 жылдан шығады
Издается с 2001 года

ҚАЗАҚСТАННЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ КАЗАХСТАНА

3 2022

ҚАЗАҚСТАННЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ

КУӘЛІК

2008 жылы 25 наурызда

№9077-Ж

бұқаралық ақпарат құралын есепке қою туралы
Қазақстанның Мәдениет, ақпарат министрлігі берген.
Журнал жылына 4 рет шығарылады. Жаратылыстану-ғылыми бағыттағы мақалалар
қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде жарияланады.

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА

Бас редактор:

Б.Қ. Жұмабекова, биология ғылымдарының докторы, профессор
(Павлодар педагогикалық университеті, Қазақстан)

Жауапты хатшы:

М.Т. Каббасова (Павлодар педагогикалық университеті, Қазақстан)

Редакциялық алқа мүшелері

А.А. Банникова, биология ғылымдарының докторы
(М.В. Ломоносов атындағы ММУ, Ресей)

В.Э. Березин, биология ғылымдарының докторы, профессор
(ҚР БҒМ Микробиология және вирусология институты, Қазақстан)

Р.И. Берсимбай, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі
(Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан)

Ч. Дуламсурен, биология ғылымдарының докторы
(Георг-Августтің Гёттинген университеті, Германия)

И.А. Кутырев, биология ғылымдарының докторы
(РФА СБ Жалпы және эксперименттік биология институты, Ресей)

А.Э. Кучбсөв, биология ғылымдарының докторы
(Өзбекстан Республикасы Ғылым Академиясының Зоология институты)

С. Мас-Кома, биология ғылымдарының докторы, профессор
(Валенсия Университеті, Испания)

Ж.М. Мукатаева, биология ғылымдарының докторы
(Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан)

И.Р. Рахимбаев, биология ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корр. мүшесі
(Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Қазақстан)

А.В. Суров, биология ғылымдарының докторы, профессор
(А.Н. Северцов атындағы Экология және эволюция мәселелері институты, Ресей)

Н.Е. Тарасовская, биология ғылымдарының докторы, профессор
(Павлодар педагогикалық университеті, Қазақстан)

Ж.К. Шаймарданов, биология ғылымдарының докторы, профессор
(Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Қазақстан)

Техникалық хатшы:

Г.С. Салменова

Материалдар мен жарнаманың растығы үшін авторлар мен жарнама берушілер жауап береді.

Жарияланым авторларының пікірі әрдайым редакцияның пікірімен сәйкес келе бермейді.

Редакция материалдарды қабылдамау құқығын өзіне қалдырады.

Журнал материалдарын пайдалану кезінде «Қазақстанның биологиялық ғылымдарына» сілтеме жасау міндетті.

© ППУ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ КАЗАХСТАНА

СВИДЕТЕЛЬСТВО

**о постановке на учет средства массовой информации
№9077-Ж**

**выдано Министерством культуры, информации Республики Казахстан
25 марта 2008 года**

**Журнал издается 4 раза в год. Публикуются статьи естественно-научного направления
на каз., рус. и англ. языках.**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

**Б.К. Жумабекова, доктор биологических наук
(Павлодарский педагогический университет, Казахстан)**

Ответственный секретарь:

М.Т. Каббасова (Павлодарский педагогический университет, Казахстан)

Члены редакционной коллегии

- А.А. Банникова, доктор биологических наук (МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия)**
**В.Э. Березин, доктор биологических наук, профессор
(Институт микробиологии и вирусологии МОН РК, Казахстан)**
**Р.И. Берсимбай, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК
(ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Казахстан)**
**Ч. Дуламсурен, доктор биологических наук
(Геттингенский университет Георга-Августа, Германия)**
**И.А. Кутырев, доктор биологических наук
(Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Россия)**
**А.Э. Кучбоев, доктор биологических наук
(Институт зоологии Академии Наук Республики Узбекистан, Узбекистан)**
С. Мас-Кома, доктор биологических наук, профессор (Университет Валенсии, Испания)
Ж.М. Мукатаева, доктор биологических наук (ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Казахстан)
**И.Р. Рахимбаев, доктор биологических наук, профессор, чл.-корр. НАН РК
(Институт биологии и биотехнологии растений, Казахстан)**
**А.В. Суров, доктор биологических наук
(Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Россия)**
**Н.Е. Тарасовская, доктор биологических наук, профессор
(Павлодарский педагогический университет, Казахстан)**
**Ж.К. Шаймарданов, доктор биологических наук, профессор
(Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Казахстан)**

Технический секретарь:

Г.С. Салменова

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Мнение авторов публикаций не всегда совпадает с мнением редакции.

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов.

Рукописи и дискеты не возвращаются.

При использовании материалов журнала ссылка на «Биологические науки Казахстана» обязательна.

© ППУ

BIOLOGICAL SCIENCES OF KAZAKHSTAN

CERTIFICATE

about registration of mass media

№9077-Ж

Issued by the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan

March 25, 2008

**The journal is published 4 times a year. Articles of natural science direction are published
in Kazakh, Russian and English languages.**

THE EDITORIAL BOARD

Chief Editor:

*B.K. Zhumabekova, Doctor of Biological Sciences
(Pavlodar Pedagogical University, Kazakhstan)*

Executive Secretary:

M.T. Kabbassova (Pavlodar Pedagogical University, Kazakhstan)

Members of the editorial board

*A.A. Bannikova, Doctor of Biological Sciences
(Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Russia)*

*V.E. Berezin, Doctor of Biological Sciences, Professor
(Institute of Microbiology and Virology, Kazakhstan)*

*R.I. Bersimbaev, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the National
Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan (Eurasian National University
named after L.N. Gumilyov, Kazakhstan)*

*Ch. Dulamsuren, Doctor of Biological Sciences
(Georg-August University of Göttingen, Germany)*

*I.A. Kuttyrev, Doctor of Biological Sciences (Institute of general and experimental biology,
Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Russia)*

*A.E. Kuchboev, Doctor of Biological Sciences
(Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan)*

S. Mas-Coma, Doctor of Biological Sciences, Professor (University of Valencia, Spain)

*Zh.M. Mukataeva, Doctor of Biological Sciences
(Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Kazakhstan)*

*I.R. Rakhimbaev, Doctor of Biological Sciences, professor, corr. member of the National
academy of sciences of the Republic of Kazakhstan
(Institute of Plant Biology and Biotechnology, Kazakhstan)*

*A.V. Surov, Doctor of Biological Sciences
(Institute of Ecology and Evolution named after A.N. Severtsov,
Russian academy of sciences, Russia)*

*N.E. Tarasovskaya, Doctor of Biological Sciences, Professor
(Pavlodar Pedagogical University, Kazakhstan)*

*Zh.K. Shaimardanov, Doctor of Biological Sciences, professor
(East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev, Kazakhstan)*

Technical secretary:

G.S. Salmenova

The authors and advertisers are responsible for the accuracy of the materials and advertising.

The opinion of the authors of publications does not always coincide with the opinion of the editorial board.

The editorial board reserves the right to reject the materials.

When using the materials of the journal, the reference to «Biological sciences of Kazakhstan» is mandatory.

© PPU

МАЗМҰНЫ

| | | |
|---|---|----|
| ПАВЛОДАР ПЕДАГОГИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ БАСҚАРМА ТӨРАҒАСЫ-РЕКТОРЫНЫҢ ҚҰТТЫҚТАУ СӨЗІ | | 8 |
| АДАМ АНАТОМИЯСЫ ЖӘНЕ ФИЗИОЛОГИЯСЫ | | |
| С.Ж. Кабиева Д.Д. Есжанова М.Ж. Байтемирова | <i>Гуманитарлық және техникалық бөлімдегі жасөспірім ұлдарды физикалық және психофизиологиялық ерекшеліктерін салыстырмалы талдау</i> | 10 |
| БОТАНИКА | | |
| Б.З. Жумадилов А.К. Жолдасбекова | <i>Ертіс флористикалық аймағындағы Fabaceae тұқымдасын, оның экологиясы мен биологиясын зерттеу</i> | 20 |
| ЦИТОЛОГИЯ ЖӘНЕ ГИСТОЛОГИЯ | | |
| Р.В. Янко | <i>Тамақтанудың азаюының негізі егеуқұйрықтардың морфофункционалдық жағдайына әсері</i> | 30 |
| БИОТЕХНОЛОГИЯ | | |
| К.М. Аубакирова Г.А. Шалахметова С.А. Ашимов М.С. Кулатаева С.Ж. Сатканов З.А. Аликулов | <i>Теңіз аквапоникасында солерос галофиттерін (Salicornia) пайдалану келешегі</i> | 39 |
| БИОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ | | |
| Г.К. Хамитова | <i>Авторлық бағдарлама аясында оқушылардың зерттеушілік құзыреттілігін қалыптастырудағы мектеп жанындағы аумақтың рөлі</i> | 50 |
| Ш.Е. Сулейменова Н.П. Корогод Е.Ю. Варлакова | <i>Оқытудың тиімділігін арттыру құралы ретінде дидактикалық ойындарды сабақта пайдалану</i> | 58 |
| АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР | | 64 |
| МАҚАЛАНЫ РӘСІМДЕУ БОЙЫНША «ҚАЗАҚСТАННЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ» ЖУРНАЛЫНЫҢ АВТОРЛАРЫНА АРНАЛҒАН НҮСҚАУЛЫҚ | | 70 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|--|--|----|
| ПОЗДРАВИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВЛЕНИЯ-РЕКТОРА ПАВЛОДАРСКОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА | | 8 |
| АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА | | |
| С.Ж. Кабиева Д.Д. Есжанова М.Ж. Байтемирова | <i>Сравнительный анализ физических и психофизиологических особенностей юношей гуманитарного и технического отделения</i> | 10 |
| БОТАНИКА | | |
| Б.З. Жумадилов А.К. Жолдасбекова | <i>Изучение семейства Fabaceae во флористической зоне Иртыша, его экологии и биологии</i> | 20 |
| ЦИТОЛОГИЯ И ГИСТОЛОГИЯ | | |
| Р.В. Янко | <i>Влияние алиментарной депривации на морфофункциональное состояние поджелудочной железы крыс</i> | 30 |
| БИОТЕХНОЛОГИЯ | | |
| К.М. Аубакирова Г.А. Шалахметова С.А. Ашимов М.С. Кулатаева С.Ж. Сатканов З.А. Аликулов | <i>Перспективы использования галофита солерос (Salicornia) в морской аквапонике</i> | 39 |
| БИОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЕ | | |
| Г.К. Хамитова | <i>Роль пришкольного участка в формировании исследовательских компетенций учащихся в рамках авторской программы</i> | 50 |
| Ш.Е. Сулейменова Н.П. Корогод Е.Ю. Варлакова | <i>Использование дидактических игр на уроке как средства повышения эффективности обучения</i> | 58 |
| СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | | 68 |
| РУКОВОДСТВО ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ КАЗАХСТАНА» ПО ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ | | 76 |

CONTENT

| | | |
|---|---|----|
| CONGRATULATORY SPEECH OF THE CHAIRMAN OF THE BOARD-RECTOR OF PAVLODAR PEDAGOGICAL UNIVERSITY | | 8 |
| HUMAN ANATOMY AND PHYSIOLOGY | | |
| S.Zh. Kabieva D.D. Eszhanova M.Zh. Baitemirova | <i>Comparative analysis of the physical and psycho-physiological characteristics of young men of the humanitarian and technical departments</i> | 10 |
| BOTANY | | |
| B.Z. Zhumadilov A.K. Zholdasbekova | <i>Study of the Fabaceae family in the floristic zone of the Irtysh, its ecology and biology</i> | 20 |
| CYTOLOGY AND HISTOLOGY | | |
| R.V. Yanko | <i>Influence of alimentary deprivation on morphofunctional state of the rat's pancreas</i> | 30 |
| BIOTECHNOLOGY | | |
| K.M. Aubakirova G.A. Shalakhmetova S.A. Ashimov M.S. Kulatayeva S.Zh. Satkanov Z.A. Alikulov | <i>Prospects for the use of halophytes of <i>Salicornia</i> in marine aquaponics</i> | 39 |
| BIOLOGICAL EDUCATION | | |
| G.K. Khamitova | <i>The role of the school yard area in the formation of students' research competencies within the framework of the author's program</i> | 50 |
| Sh.E. Suleymenova N.P. Korogod E.Yu. Varlakova | <i>The use of didactic games in the classroom as a means of increasing the effectiveness of learning</i> | 58 |
| INFORMATION ABOUT AUTHORS | | 68 |
| GUIDELINES FOR AUTHORS OF THE JOURNAL «BIOLOGICAL SCIENCES OF KAZAKHSTAN» FOR MANUSCRIPT PREPARATION | | 82 |

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЛОФИТА СОЛЕРОС (SALICORNIA) В МОРСКОЙ АКВАПОНИКЕ

**К.М. Аубакирова¹, Г.А. Шалахметова², С.А. Ашимов³, М.С. Кулатаева¹,
С.Ж. Сатканов¹, З.А. Аликулов¹**

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
г. Нур-Султан, Казахстан

²Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

³Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
г. Нур-Султан, Казахстан

Аннотация

В Казахстане потребление рыб остается на очень низком уровне, что может быть связано с труднодоступностью качественной рыбной продукции. Одним из надежных источников рыбной продукции являются объекты аквакультуры. Для аквакультуры можно эффективно использовать и морскую воду. Наземные системы морской аквакультуры (марикультуры) могут иметь большое значение в удовлетворении спроса на рыбную продукцию. Развитие систем аквакультуры с рециркуляцией соленых вод ограничено отсутствием подходов эффективно очищать соленые сточные воды, в которых накапливается большое количество соединений азота. Содержание токсичного аммонийного азота в воде является показателем степени ее загрязнения. Соль-аккумулирующий галофит солерос (*Salicornia*), благодаря своим физиологическим характеристикам, является перспективным претендентом для выращивания в искусственной замкнутой морской аквапонике. Высокая скорость усвоения аммония солеросом в засоленной среде является функциональной стратегией обеспечения достаточного количества азота при одновременном предотвращении засоления. Поэтому, его интеграция в рециркуляционные системы в качестве биофильтра может

решать проблему обеззараживания воды повышенным содержанием соединений азота. Благодаря способности расти на засоленных почвах у солероса развит целый ряд положительных свойств. В настоящее время из солероса было выделено около девяноста биологически активные вещества. В обзоре представлена возможность использования солероса (*Salicornia*) для интеграции в морскую аквапонике в Казахстане, главным образом, из-за ее естественного распространения на большей части побережья Аральского моря.

Ключевые слова: солерос, морская аквапоника, аквакультура, аммонийный азот, рециркуляция

Введение. По оценке Продовольственной и сельскохозяйственной Организации объединенных наций (ФАО), аквакультура является одним из активно развивающихся в мире направлений в сфере производства продуктов животного белка, что обосновано ежегодным ростом спроса на рыбную продукцию в мире [1]. В связи с растущим спросом на продукцию морского рыболовства сейчас аквакультура обеспечивает почти 50% мирового производства рыбы, и ожидается, что к 2030 году этот показатель увеличится до 60% [2]. В Казахстане потребление рыб остается на очень низком уровне. Так, если ВОЗ рекомен-

дует потреблять не менее 16 кг рыбной продукции в год на человека, то согласно данным официальной статистики, этот показатель в Казахстане составляет 3–5 килограммов на человека в год, что может быть связано с труднодоступностью качественной рыбной продукции [3]. Поэтому, неотложным требованием времени является увеличение рыбной продукции в нашей республике.

Единственно надежным источником увеличения рыбной продукции являются объекты аквакультуры – выращивание товарной рыбы в промышленных условиях в искусственных водоемах (бассейны, пруды, установки замкнутого водоснабжения) [1, 4].

Для аквакультур можно эффективным способом использовать морскую воду. Наземные системы морской аквакультуры (т.е. марикультуры) могут иметь большое значение в удовлетворении спроса на рыбную продукцию, [5]. По некоторым данным, для увеличения биологических ресурсов морей имеются многочисленные возможности, однако для развития морской аквакультуры необходимо решать ряд проблем.

Разработка интегрированных систем позволяет использовать отходы рециркуляционных систем аквакультуры в качестве питательных веществ для водных растений, соединяя различные водные контуры с основной системой водоснабжения для производства рыбы. Развитие систем аквакультуры с рециркуляцией соленых вод ограничено неспособностью эффективно очищать соленые сточные воды, в которых накапливается большое количество соединений азота, полученных в результате метаболизма водных организмов [6]. Хорошо известно, что на первой ступени трофических процессов в морской среде стоят растения и бактерии. Если растения выращиваются в заболоченных почвах, взаимодействие между почвой, микроорганизмами и растениями имеет более

высокий потенциал для удаления соединений азота и получения биомассы, которая может быть использована в качестве корма для животных или даже для пищи человека [7].

Основным естественным источником соединений азота в незагрязненном водном объекте является первая ступень органического разложения (биохимическая деградация белковых соединений) с образованием аммония и нитрификация аммонийного азота. Аммиак является наиболее токсичной формой неорганического азота, образующегося в прудовой воде. Он возникает из-за минерализации органического вещества гетеротрофными бактериями и как побочный продукт азотного обмена у большинства водных животных. Содержание аммонийного азота в воде выступает в качестве показателя степени ее загрязнения. Водные нитрифицирующие микроорганизмы окисляют аммонийный азот кислородом до нитритов и нитратов.

На первой стадии процесса нитрификации аммоний окисляется до нитритов, на второй стадии нитриты окисляются до нитратов. А денитрифицирующие микроорганизмы восстанавливают нитриты и нитраты до свободного азота, который выделяется в атмосферу. Нитрит (NO_2^-) – сильный токсин для рыб, если его концентрация превышает 0,1 мг/л. Нитрат (NO_3^-) переносится рыбами даже в сравнительно высокой концентрации [8]. Эти процессы протекают в толще воды с участием кислорода и нитрифицирующих бактерий. Хорошо известно, что нитрификация почвы в соленой среде сильно нарушается из-за ингибирования микробного сообщества, окисляющего аммиак [9]. Из аммония получалась бы ценная пища для растений, если бы он был более устойчивым и не превращался в щелочной среде в токсичный аммиак. Аммоний не очень опасен для водных животных. Он представляет опасность, если значение рН

выше 8 и при высоких концентрациях, тогда из безопасного аммония (NH_4^+) получается токсичный аммиак (NH_3) [10, 11].

По этой причине, в системах рециркуляции аквакультуры удаление соединений азота, главным образом аммония и аммиака является приоритетной задачей, поскольку они быстро ухудшают качество воды и оказывают негативное воздействие на выращиваемую культуру [7, 8, 10]. Для этой цели обычно используются биофильтры, которые способствуют превращению ионизированного и деионизированного аммония в нитрат. Интеграция галофитов в качестве биофильтра в рециркуляционные системы в морской аквакультуре была предложена для адекватной альтернативы обеззараживанию воды повышенным содержанием соединений азота [12]. Поэтому, чтобы воспользоваться преимуществами отходов аквакультуры, таких как соединения азота, которые накапливаются в системах аквакультуры с рециркуляцией соленых вод, было предложено использовать искусственные заболоченные почвы с солеустойчивыми растениями – галофитами [12, 14, 15].

Рост растений на источнике азота в засоленных и незасоленных условиях варьируется в зависимости от того, подается ли азот в виде нитрата или аммония, а также зависит от вида растений. Аммоний был подходящим источником азота в незасоленных условиях для некоторых видов, в то время как для других видов NH_4^+ вызывал гораздо меньший рост, чем NO_3^- [16]. Однако сам по себе NO_3^- может не принести пользы, особенно в условиях солевого стресса, когда скорость его поглощения снижается у многих видов растений из-за высокого содержания Cl^- . Некоторые виды галофитов демонстрируют усиленный рост при использовании как нитрата, так и аммония, по сравнению с ростом

на единственном источнике нитрата или аммония [15, 17].

Высокая соленость вызывает накопление NH_4^+ в тканях растений и, как следствие, симптомы токсичности, которые могут еще больше усугубить симптомы, вызванные NaCl . Поэтому понимание того, как растения выживают и развиваются в ответ на засоление, имеет решающее значение для усиления признаков их толерантности. Среди галофитных видов эугалофиты могут хорошо переносить и расти в природной среде содержащее 500 мМ NaCl [18]. Солерос (*Salicornia europaea* L. – представитель семейства Chenopodiaceae) один из хорошо изученных эугалофитов растет в прибрежных районах морей и внутренних солончаках [19]. Соль-аккумулирующий галофит солерос (*Salicornia*), благодаря своим физиологическим характеристикам, является перспективным претендентом для выращивания в искусственной замкнутой морской экосистеме. Поэтому, в исследованиях в качестве модельной системы был использован галофит *Salicornia europaea* [19].

Солерос выращивался в пяти концентрациях NaCl (0, 1, 10, 50 и 200 мМ) в сочетании с двумя концентрациями NH_4Cl (1 и 50 мМ). Было установлено эугалофитное поведение саликорнии, которая росла лучше при 200 против 0 мМ NaCl как в свежем, так и в сухом весе. Добавление 50 мМ NH_4Cl в питательную среду вызвало общее снижение роста, которое, вероятно, было вызвано накоплением NH_4^+ и его токсичностью в корнях и побегах. Когда растения подвергались воздействию высокого NH_4Cl , высокая соленость снижала концентрацию NH_4^+ в корнях (минус 50%) по сравнению с 0 мМ NaCl [18]. В галофите *Salicornia europaea* несколько генов участвующие в NH_4^+ ассимиляции, регулируются при добавлении NaCl в среду роста, что указывает на то, что контроль

уровня NH_4^+ в присутствии высоких концентраций NaCl может иметь физиологическое значение для этого вида [20]. Это коррелирует с активацией ферментов ассимиляции NH_4^+ , глутаминсинтетазы и глутаматдегидрогеназы (GS-GOGAT), и ингибирование роста было частично восстановлено. Предполагают, что высокая скорость усвоения аммония растением в засоленной среде является функциональной стратегией обеспечения достаточного количества азота при одновременном предотвращении засоления [21]. Таким образом, детоксикация NH_4^+ является важной характеристикой при высокой солености, которая может отличать галофиты от гликофитов [13, 15].

Выращивание растений на полноценной морской воде представляет собой серьезную проблему из-за высокого содержания соли и ограниченной доступности основных микроэлементов, таких как молибдена (Mo). Для культивирования солероса в качестве культуры, выращиваемой в морской воде, было исследовано влияние применения молибдата на общий урожай и активность двух молибденсодержащих ферментов, нитратредуктазы (НР) и ксантиндегидрогеназы (КДГ) [22]. НР является первым ферментом в ассимиляции нитрата растениями. А КДГ является ключевым ферментом в образовании уреидов (мочевой кислоты, аллантаина и аллантаиновой кислоты) в катаболизме пуринов. В растениях пуриновое кольцо (в ДНК, РНК, НАДН и др.) подвергается полному разрушению через катаболический путь, позволяющий рециркулировать как углерод (С), так и азот (N). В целом окисление одной молекулы пурина до одной молекулы глиоксилата высвобождает три молекулы CO_2 и четыре молекулы аммония (NH_4^+), которые будут повторно ассимилированы в аминокислоты [23]. Таким образом, уреиды играют важную роль в ремобилизации азота в растениях, т.е.

уреиды служат внутренними органическими источниками N [24].

Повышение уровня молибдата в питательной среде с добавлением нитрата или аммония повышает урожайность при многократном удалении побегов. Аналогичным образом активность НР и КДГ усиливалась с увеличением молибдата, что указывает на то, что активность обоих ферментов может играть важную роль в содействии накоплению урожая [22, 25]. Примечательно, что активность КДГ в корнях была высокой, а уровни уреидов были низкими, тогда как в кончиках побегов уреиды были выше, а активность КДГ была ниже. Учитывая, что КДГ является ключевым ферментом в образовании уреидов с низким соотношением C/N, они предполагают взаимосвязь "источник-поглотитель" между корнями и кончиками побегов для эффективного переноса уреидов, генерируемых корнями, к молодым растущим кончикам побегов. Установлено, что поступление молибдена в солерос, выращенного в морской воде, увеличивает накопление биомассы растений за счет увеличения активности НР и КДГ, тем самым стимулируя более эффективную ремобилизацию уреидов во вновь выращенные кончики побегов после периодического удаления побегов [22]. Следует отметить, что аллантаин – продукт катаболизма пуринов (с участием КДГ) является сильным антиоксидантом. Сравнительное исследование двух групп растений – галофитов и гликофитов - выявило очень значительное увеличение аллантаина (до 30 раз) у гликофитов в условиях умеренного засоления [26]. Напротив, уровень аллантаина почти не изменился у галофитов в ответ на засоление почвы – его уровень остается постоянно высоким [25]. Таким образом, эти результаты подразумевают, что солерос, выращенный в марикультуре, может быть хорошим источником сильного антиоксиданта – аллантаина.

Благодаря способности расти на засоленных почвах солерос обладает целым рядом других положительных свойств. *Salicornia* накапливает в вакуолях значительные концентрации солей. Более того, для растений этой группы характерна мясистость листьев, которая исчезает при выращивании их на незасоленных почвах. Поэтому, результаты ряда исследований позволяют рассматривать *Salicornia* в качестве альтернативного и сбалансированного источника пищевой соли [27, 28]. Не уступая по вкусовым характеристикам пищевой соли, растения рода *Salicornia* можно употреблять в пищу как после кратковременной термической обработки, так и в свежем виде [29, 30].

Галофиты содержат биологически активные компоненты, такие как антиоксиданты, осмопротектанты, алкалоиды и другие [31]. В настоящее время из солероса было выделено около девяноста метаболитов, включая сапонины тритерпеноидов олеанана, производные кофеилхиновой кислоты, флавоноиды, хромоны, стеролы, лигнаны и алифатические соединения, которые проявляют различные биологические и фармакологические активности [32].

Как было сказано выше, аллантоин является одним из сильных антиоксидантов. Он, кроме антиоксидантной, обладает широким спектром биологической активности [33]. Аллантоин относится к категории безопасных и эффективных защитных средств для кожи и входит в состав более чем 1300 различных косметических продуктов [34, 35], в том числе, в состав композиций, предназначенных для лечения заболеваний кожи. Аллантоин способствует заживлению язв и гнойных ран, обладает успокаивающим кожу действием, стимулируя регенерацию тканей, способствует удалению рубцов, шрамов и келоидов. В составе кремов защищает кожу от солнечных ожогов, обветривания и растрес-

кивания, восстанавливает нормальную влажность и эластичность кожи [33, 34]. Фенольные соединения, обнаруженные в представителях рода *Salicornia* включают флавоноиды (мирицетин, кверцетин, кемферол, гесперитин) и фенольные кислоты (эллаговая кислота, катехин) [36, 37]. Биологическая активность компонентов фенольной группы известна своими антирадикальными, диуретическими, гепатопротекторными и противовоспалительными свойствами [37]. Семена солероса в высокой степени содержат жирные кислоты, такие как олеиновая и полиненасыщенная линолевая [38]. Разработка особых условий выращивания солероса позволит получить биологически активные вещества.

Следует отметить, что отрицательное действие высокой концентрации солей сказывается прежде всего на функционировании корневой системы. При этом в корнях страдают наружные клетки, непосредственно соприкасающиеся с раствором соли (а в стебле наиболее подвержены действию солей только клетки проводящей системы) [39]. Поэтому, можно предполагать, что из корней галофитов могут секретировать биологически активные вещества, синтезируемые под влиянием засоления среды и они могут быть полезными для водных животных в условиях морской аквапоники.

Таким образом, солерос (*Salicornia*) можно выбрать для интеграции солероса в морскую аквапонику в Казахстане главным образом из-за ее естественного распространения на большей части побережья Аральского моря. Это жизнеспособная альтернатива для устранения нагрузки питательных веществ в соленых сточных водах, а также получения биологически активных веществ, и может быть включена в морские рециркулирующие системы аквакультуры в Казахстане.

Информация о финансировании. Статья выполнена по проекту AP09260589 «Разработка инновационной биотехнологии получения экологически чистой продукции аквабиокультуры для интеграции в научный и образовательный процесс» в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Список использованных источников

1. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (FAO)// Информационный листок. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры [Электрон. Ресурс]. – 2016. - URL: <http://www.fao.org/3/i5692r/i5692r.pdf>
2. Fisheries and Aquaculture Department. *Cultured Aquatic Species*. Rome. [Электрон. Ресурс]. – 2019. - URL: www.fao.org/fishery
3. О вопросах развития рыбного хозяйства. Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 апреля 2021 года № 208
4. Lucas J.S., Southgate P.C., Tucker C.S. *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*. John Wiley & Sons. 3 edition, 2019. – 664 p.
5. Тренклер И.В. *Марикультура// Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2019. -№ 9. -С. 72-79.
6. Tanner C.C., D'Eugenio J., McBride G.B., Sukias J.P.S., Thompson K. *Effect of water level fluctuation on nitrogen removal from constructed wetland mesocosms // Ecol. Eng.* -1999.- V.12.- P.67– 92.
7. Shipin O., Koottatep T., Khanh N.T., Polprasert C. *Integrated natural treatment systems for developing communities: low tech N-removal through the fluctuating microbial pathways//Water Sci. Technol.* -2005.- V.51 (12).-P. 299–306.
8. Revsbech N.P., Jacobsen J.P., Nielsen L.P. *Nitrogen transformations in microenvironments of river beds and riparian zones//Ecol. Eng.* -2005.- V.24.-P.447–455.
9. Tissue D.T.; Nguyen L.T.T.; Bange M.P.; Anderson I.C.; Singh B.K.; Braunack M.; Osanai Y. *Impacts of waterlogging on soil nitrification and ammonia-oxidizing communities in farming system// PlantSoil.* -2018. - V.426.-P.299–311.
10. Dijk E., Eck N. *Ammonium toxicity and nitrate response of axenically grown Dactylorhiza incarnate seedlings// New Phytol.* -1995. - V.131.-P.361–367.
11. Clarke E., Baldwin A.H. *Response of wetland plants to ammonia and water level// Ecol. Eng.* -2002. - V.18.-P. 257–264.
12. Gutierrez-Wing M.T.; Malone R.F. *Biological filters in aquaculture: Trends and research directions for freshwater and marine applications// Aquac. Eng.* -2006.- V.34.-P. 163–171.
13. Quinta R.; Santos R.; Thomas D.N.; Le Vay L. *Growth and nitrogen uptake by Salicornia europaea and Aster tripolium in nutrient conditions typical of aquaculture wastewater//Chemosphere.*-2015.- V.120.- P. 414–421.
14. Jetten M.S.M. *New pathways for ammonia conversion in soil and aquatic system// Plant Soil.* -2001.- V.230.- P. 9–19.
15. Ma J., Cirillo V., Zhang D., Maggio A., Lei W., Xinlong X., Yinan Y. *Regulation of Ammonium Cellular Levels is An Important Adaptive Trait for the Euhalophytic Behavior of Salicornia europaea// Plants.* -2020. - V.9, №257.- P. 1-14.
16. Yokoi S., Bressan R., Hasegawa A. *Salt stress tolerance of plants// JIRCAS Working report.*-2002. -P. 25–33.
17. Kamel H., Mhemmed G., Megdich W., Soltani A., Abdely C. *How Does Ammonium Nutrition Influence Salt Tolerance in Spartina alterniflora Loisel? Book: Salinity and Water Stress.- Gb:Springer Science,2009. -P.91-96.*
18. Ventura Y.; Eshel A.; Pasternak D.; Sagi M. *The development of halophyte-*

- based agriculture: Past and present// *Ann. Bot.*- 2015. - V.115.- P. 529–540.
19. Park K.W.; An J.Y.; Lee H.J.; Son D.; Sohn Y.G.; Kim C.-G.; Lee J.J. The growth and accumulation of osmotic solutes of the halophyte common glasswort (*Salicornia europaea*) under salinity conditions//*J. Aquat. Plant Manag.* -2013.- V. 51.- P. 103–108.
20. Ma J.; Xiao X.; Li L.; Maggio A.; Zhang D.; Abdelshafy Mohamad O.A.; Van Oosten M.; Huang G.; Sun Y.; Tian C. Large-scale de novo transcriptome analysis reveals specific gene expression and novel simple sequence repeats markers in salinized roots of the euhalophyte *Salicornia europaea*// *Acta Physiol. Plant.*- 2018.- V.40.- P. 120-135.
21. Britto D.T.; Kronzucker H.J. Ammonium toxicity in higher plants: A critical review I. Introduction// *J. Plant Physiol.* -2002.- V. 584.- P. 567–584.
22. Ventura Y., Shpigel M., Wuddineh W., Sagi M. Molybdenum as an essential element for improving total yield in seawater-grown *Salicornia europaea* L.// *Scientia Horticulturae.*- 2010. - V. 126.- P. 395–401.
23. Werner A.K., Witte K.P. The Biochemistry of nitrogen mobilization: catabolism of purine ring//*Trends Plant Sci.* -2011.- V. 16.- P. 381–387.
24. Brychkova G., Alikulov Z., Fluhr R., Sagi M. A critical role for ureides in dark and senescence-induced purine remobilization is unmasked in the *Atxhd1* *Arabidopsis* mutant//*Plant J.*- 2008.- V.54.- P. 496–509.
25. Alikulov Z., Lips H.S. The final report for USAID CA21-026 project 2003-2006: “ The use halophyte plants for reclamation of saline lands in Central Asia”, 2006.- 43 p.
26. Lescano N., Martini C., Gonzalez C., Desimone M. Allantoin accumulation mediated by allantoinase downregulation and transport by Ureide Permease 5 confers salt stress tolerance to *Arabidopsis* plants//*Plant Molecular Biology.*- 2016. -P.581–595
27. Tikhomirova N.A., Ushakova S.A., Kovaleva N.P., Gribovskaya I.V., Tikhomirov A. Influence of high concentrations of mineral salts on production process and NaCl accumulation by *Salicornia europaea* plants as a constituent of the LSS phototroph link// *Advances in space research : the official journal of the Committee on Space Research (COSPAR).* 2005.- V. 35.- P. 1589- 1593.
28. Исякаева P.P. Голубкина E.B., Хазова H.A. Возможность применения растения рода солерос (*Salicornia*) в качестве заменителя пищевой соли // *Актуальные исследования висцеральных систем в биологии и медицине: сборник материалов Всероссийской науч.-практ. конф.* -Астрахань, 2018.-С. 35-37.
29. Ventura Y., Wuddineh W.A., Myrzabayeva M., Alikulov Z., Khozin-Goldberg I., Shpigel M., Samocha T.M., Sagi, M. Effect of seawater concentration on the productivity and nutritional value of annual *Salicornia* and perennial *Sarcocornia* halophytes as leafy vegetable crop// *Scientia Horticulturae.*- 2011. - V.128.- P. 189–196.
30. Ventura Y., Myrzabayeva M., Alikulov Z., Sagi M. Effects of salinity on flowering, morphology, biomass accumulation and leaf metabolites in an edible halophyte// *AoB Plants.*- 2014. - V.6.- P. 1–11.
31. Ksouri R., Ksouri W.M., Jallali I., Debez A., Magne C., Hiroko I., Abdelly C. Medicinal halophytes: potent source of health promoting biomolecules with medicinal, nutraceuticals and food applications // *Crit. Rev. Biotechnology.*-2012. -Vol. 32, №. 4.-P. 289–326.
32. Kim S.; Lee E.-Y.; Hillman P.F.; Ko J.; Yang I.; Nam S.-J. Chemical Structure and Biological Activities of Secondary Metabolites from *Salicornia europaea* L. // *Molecules.*- 2021. - V.26, №2252. P.2-26.

33. Gus'kov E.P, Prokof'ev V.N, Kletskii M.E, Kornienko I.V, Gapurenko O.A, Olekhovich L.P, Chistyakov V.A, Shestopalov A.V, Sazykina M.A, Markeev A.V, et al. Allantoin as a vitamin//Dokl. Biochem. Biophys. -2004.- V.398.- P. 823–827.
34. Thornfeldt C. Cosmeceuticals containing herbs: fact, fiction, and future// Dermatol.Surg.- 2005.- V.31.- P. 873-880.
35. Becker L.C, Bergfeld W.F., Belsito D.V., Klaassen C.D., Marks J.G. Jr, Shank R.C., Slaga T.J., Snyder P.W., Alan Andersen F. Final report of the safety assessment of allantoin and its related complexes// Int. J. Toxicol. -2010.- V.29.- P. 84-97.
36. Edison D.D., Karuppasamy R., Veerabahu R.M. Activity, total phenolics and flavonoids of *Salicornia brachiata* leaf extracts (*Chenopodiaceae*) // World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.- 2013. -Vol.2,№1.- P. 352-366.
37. Kim J.Y., Cho J.Y, Ma Y.K, Park K.Y, Lee S.H, Ham K.S, Lee H.J, Park K.H, Moon J.H. Dicaffeoylquinic acid derivatives and flavonoid glucosides from glasswort (*Salicornia herbacea*L.) and their antioxidative activity // Food Chem. -2011. - Vol.125.-P. 55-62.
38. Eganathan P. S.R., Subramanian H.M., Latha R., Srinivasa Rao C. Oil analysis in seeds of *Salicornia brachiata*// Ind. Crop Prod. -2006. - V.23.- P. 177–179.
39. Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.-K., Bohnert H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity//Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. - 2000. - V.51.- P. 463-499.
3. O voprosakh razvitiya rybnogo khozyaystva. Postanovleniye Pravitelstva Respubliki Kazakhstan ot 5 aprelya 2021 goda № 208
4. Lucas J.S., Southgate P.C., Tucker C.S. Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. John Wiley & Sons. 3 edition, 2019. – 664 p.
5. Trenkler I.V. Marikultura// Rybovodstvo i rybnoye khozyaystvo. 2019. -№ 9. -S. 72-79.
6. Tanner C.C., D'Eugenio J., McBride G.B., Sukias J.P.S., Thompson K. Effect of water level fluctuation on nitrogen removal from constructed wetland mesocosms // Ecol. Eng. -1999.- V.12.- P.67– 92.
7. Shipin O., Koottatep T., Khanh N.T., Polprasert C. Integrated natural treatment systems for developing communities: low tech N-removal through the fluctuating microbial pathways//Water Sci. Technol. -2005.- V.51 (12).-P. 299–306.
8. Revsbech N.P., Jacobsen J.P., Nielsen L.P. Nitrogen transformations in microenvironments of river beds and riparian zones//Ecol. Eng. -2005.- V.24.-P.447–455.
9. Tissue D.T.; Nguyen L.T.T.; Bange M.P.; Anderson I.C.; Singh B.K.; Braunack M.; Osanai Y. Impacts of waterlogging on soil nitrification and ammonia-oxidizing communities in farming system// PlantSoil.- 2018. - V.426.-P.299–311.
10. Dijk E., Eck N. Ammonium toxicity and nitrate response of axenically grown *Dactylorhiza incarnate* seedlings// New Phytol. -1995. - V.131.-P.361–367.
11. Clarke E., Baldwin A.H. Response of wetland plants to ammonia and water level// Ecol. Eng. -2002. - V.18.-P. 257–264.
12. Gutierrez-Wing M.T.; Malone R.F. Biological filters in aquaculture: Trends and research directions for freshwater and marine applications// Aquac. Eng.- 2006.- V.34.-P. 163–171.
13. Quinta R.; Santos R.; Thomas D.N.; Le Vay L. Growth and nitrogen uptake by

References

1. Prodovolstvennaya i selskokhozyaystvennaya organizatsiya Obyedinennykh Natsiy (FAO)// Informatsionnyy listok. Sostoyaniye mirovogo rybolovstva i akvakultury [Elektron. Resurs]. – 2016. - URL: <http://www.fao.org/3/i5692r/i5692r.pdf>
2. Fisheries and Aquaculture Department. Cultured Aquatic Species. Rome. – 2019. - URL: www.fao.org/fishery

- Salicornia europaea* and *Aster tripolium* in nutrient conditions typical of aquaculture wastewater//*Chemosphere*.-2015.- V.120.- P. 414–421.
14. Jetten M.S.M. New pathways for ammonia conversion in soil and aquatic system// *Plant Soil*.- 2001.- V.230.- P. 9–19.
15. Ma J., Cirillo V., Zhang D., Maggio A., Lei W., Xinlong X., Yinan Y. Regulation of Ammonium Cellular Levels is An Important Adaptive Trait for the Euhalophytic Behavior of *Salicornia europaea*// *Plants*.-2020. - V.9, №257.- P. 1-14.
16. Yokoi S., Bressan R., Hasegawa A. Salt stress tolerance of plants// *JIRCAS Working report*.-2002. -P. 25–33.
17. Kamel H., Mhemmed G., Megdich W., Soltani A., Abdely C. How Does Ammonium Nutrition Influence Salt Tolerance in *Spartina alterniflora* Loisel? *Book: Salinity and Water Stress*.- Gb:Springer Science,2009. -P.91-96.
18. Ventura Y.; Eshel A.; Pasternak D.; Sagi M. The development of halophyte-based agriculture: Past and present// *Ann. Bot*.- 2015. - V.115.- P. 529–540.
19. Park K.W.; An J.Y.; Lee H.J.; Son D.; Sohn Y.G.; Kim C.-G.; Lee J.J. The growth and accumulation of osmotic solutes of the halophyte common glasswort (*Salicornia europaea*) under salinity conditions//*J. Aquat. Plant Manag.* -2013.- V. 51.- P. 103–108.
20. Ma J.; Xiao X.; Li L.; Maggio A.; Zhang D.; Abdelshafy Mohamad O.A.; Van Oosten M.; Huang G.; Sun Y.; Tian C. Large-scale de novo transcriptome analysis reveals specific gene expression and novel simple sequence repeats markers in salinized roots of the euhalophyte *Salicornia europaea*// *Acta Physiol. Plant*.- 2018.- V.40.- P. 120-135.
21. Britto D.T.; Kronzucker H.J. Ammonium toxicity in higher plants: A critical review I. Introduction// *J. Plant Physiol.* -2002.- V. 584.- P. 567–584.
22. Ventura Y., Shpigel M., Wuddineh W., Sagi M. *Molybdenum as an essential element for improving total yield in seawater-grown Salicornia europaea L.*// *Scientia Horticulturae*.- 2010. - V. 126.- P. 395–401.
23. Werner A.K., Witte K.P. The Biochemistry of nitrogen mobilization: catabolism of purine ring//*Trends Plant Sci.* -2011.- V. 16.- P. 381–387.
24. Brychkova G., Alikulov Z., Fluhr R., Sagi M. A critical role for ureides in dark and senescence-induced purine remobilization is unmasked in the *Atxdh1* *Arabidopsis* mutant//*Plant J*.- 2008.- V.54.- P. 496–509.
25. Alikulov Z., Lips H.S. The final report for USAID CA21-026 project 2003-2006: “ The use halophyte plants for reclamation of saline lands in Central Asia”, 2006.- 43 p.
26. Lescano N., Martini C., Gonzalez C., Desimone M. Allantoin accumulation mediated by allantoinase downregulation and transport by *Ureide Permease 5* confers salt stress tolerance to *Arabidopsis* plants//*Plant Molecular Biology*.- 2016. -P.581–595
27. Tikhomirova N.A., Ushakova S.A., Kovaleva N.P., Gribovskaya I.V., Tikhomirov A. Influence of high concentrations of mineral salts on production process and NaCl accumulation by *Salicornia europaea* plants as a constituent of the LSS phototroph link// *Advances in space research : the official journal of the Committee on Space Research (COSPAR)*. 2005.- V. 35.- P. 1589- 1593.
28. Isyakayeva R.R. Golubkina E.V. Khazova N.A. *Vozmozhnost primeneniya rasteniya roda soleros (Salicornia) v kachestve zamenitelya pishchevoy soli // Aktualnyye issledovaniya vistseralnykh sistem v biologii i meditsine: sbornik materialov Vserossiyskoy nauch.-praktich. konf. -Astrakhan. 2018.-S. 35-37.*
29. Ventura Y., Wuddineh W.A., Myrzabayeva M., Alikulov Z., Khozin-Goldberg I., Shpigel M., Samocha T.M., Sagi, M. Effect of seawater concentration

- on the productivity and nutritional value of annual *Salicornia* and perennial *Sarcocornia* halophytes as leafy vegetable crop// *Scientia Horticulturae*.- 2011. - V.128.- P. 189–196.
30. Ventura Y., Myrzabayeva M., Alikulov Z., Sagi M. Effects of salinity on flowering, morphology, biomass accumulation and leaf metabolites in an edible halophyte// *AoB Plants*.- 2014. - V.6.- P. 1–11.
31. Ksouri R., Ksouri W.M., Jallali I., Debez A., Magne C., Hiroko I., Abdelly C. Medicinal halophytes: potent source of health promoting biomolecules with medicinal, nutraceuticals and food applications // *Crit. Rev. Biotechnology*.-2012. -Vol. 32, №. 4.-P. 289–326.
32. Kim S.; Lee E.-Y.; Hillman P.F.; Ko J.; Yang I.; Nam S.-J. Chemical Structure and Biological Activities of Secondary Metabolites from *Salicornia europaea* L. // *Molecules*.- 2021. - V.26, №2252. P.2-26.
33. Gus'kov E.P, Prokof'ev V.N, Kletskii M.E, Kornienko I.V, Gapurenko O.A, Olekhnovich L.P, Chistyakov V.A, Shestopalov A.V, Sazykina M.A, Markeev A.V, et al. Allantoin as a vitamin//*Dokl. Biochem. Biophys*. -2004.- V.398.- P. 823–827.
34. Thornfeldt C. Cosmeceuticals containing herbs: fact, fiction, and future// *Dermatol.Surg*.- 2005.- V.31.- P. 873-880.
35. Becker L.C, Bergfeld W.F., Belsito D.V., Klaassen C.D., Marks J.G. Jr, Shank R.C., Slaga T.J., Snyder P.W., Alan Andersen F. Final report of the safety assessment of allantoin and its related complexes// *Int. J. Toxicol*. -2010.- V.29.- P. 84-97.
36. Edison D.D., Karuppasamy R., Veerabahu R.M. Activity, total phenolics and flavonoids of *Salicornia brachiata* leaf extracts (*Chenopodiaceae*) // *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*.- 2013. -Vol.2,№1.- P. 352-366.
37. Kim J.Y., Cho J.Y, Ma Y.K, Park K.Y, Lee S.H, Ham K.S, Lee H.J, Park K.H, Moon J.H. Dicaffeoylquinic acid derivatives and flavonoid glucosides from glasswort (*Salicornia herbacea*L.) and their antioxidative activity // *Food Chem*. -2011. - Vol.125.-P. 55-62.
38. Eganathan P. S.R., Subramanian H.M., Latha R., Srinivasa Rao C. Oil analysis in seeds of *Salicornia brachiata*// *Ind. Crop Prod*. -2006. - V.23.- P. 177–179.
39. Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.-K., Bohnert H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity//*Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol*. - 2000. - V.51.- P. 463-499.

Теңіз аквапоникасында солерос галофиттерін (*Salicornia*) пайдалану келешегі

Аңдатпа

Қазақстанда балықты тұтыну өте төмен деңгейде қалып отыр, бұл сапалы балық өнімдеріне қол жеткізудің қиындығына байланысты болуы мүмкін. Балық өнімдерінің сенімді көздерінің бірі-акваөсіру нысандары. Аквакультура үшін теңіз суын тиімді пайдалануға болады. Теңіз аквакультурасының (марикультураның) жер үсті жүйелері балық өнімдеріне деген сұранысты қанағаттандыруда үлкен маңызға ие болуы мүмкін. Тұзды сулардың рециркуляциясы бар аквакультура жүйелерінің дамуы азот қосылыстарының көп мөлшері жиналатын тұзды Ағынды суларды тиімді тазарту тәсілдерінің жоқтығымен шектеледі. Судағы улы аммоний азотының мөлшері оның ластану деңгейінің көрсеткіші болып табылады. Тұз-жинақтайтын галофит солерос (*Salicornia*) өзінің физиологиялық сипаттамаларының арқасында жасанды тұйық теңіз аквапоникасында өсіру үшін перспективалы үміткер болып табылады. Тұзды ортада аммоний тұзының жоғары сіңу жылдамдығы тұзданудың алдын алу кезінде азоттың жеткілікті мөлшерін қамтамасыз етудің функци-

оналды стратегиясы болып табылады. Сондықтан оны биофильтр ретінде рециркуляциялық жүйелерге біріктіру азот қосылыстарының көп мөлшерімен суды зарарсыздандыру мәселесін шеше алады. Тұзды топырақтарда өсу қабілетінің арқасында тұз күкіртінің бірқатар оң қасиеттері бар. Галофиттер қазіргі уақытта солеростан тоқсанға жуық биологиялық белсенді заттар шығарылды. Осылайша, шолуда негізінен Арал теңізі жағалауының басым бөлігінде оның табиғи таралуына байланысты Қазақстандағы теңіз аквапоникасына интеграциялау үшін солеросты (*Salicornia*) пайдалану мүмкіндігі ұсынылған.

Түйінді сөздер: солерос, теңіз аквапоникасы, аквакультура, амоний азоты, рециркуляция

Prospects for the use of halophytes of soleros (*Salicornia*) in marine aquaponics

Summary

In Kazakhstan, fish consumption remains at a very low level, which may be due to the inaccessibility of high-quality fish products. One of the reliable sources of fish products are aquaculture facilities. Seawater can also be used effectively for aquaculture. Land-based marine aquaculture (mariculture)

*systems can be of great importance in meeting the demand for fish products. The development of aquaculture systems with salt water recirculation is limited by the lack of approaches to effectively purify saline wastewater in which a large amount of nitrogen compounds accumulates. The content of toxic ammonium nitrogen in water is an indicator of the degree of its pollution. Salt-accumulating halophyte soleros (*Salicornia*), due to its physiological characteristics, is a promising candidate for cultivation in artificial closed marine aquaponics. The high rate of ammonium uptake by soleros in a saline environment is a functional strategy for providing sufficient nitrogen while preventing salinization. Therefore, its integration into recirculation systems as a biofilter can solve the problem of disinfection of water with an increased content of nitrogen compounds. Due to the ability to grow on saline soils, soleros has developed a number of positive properties. Currently, about ninety biologically active substances have been isolated from soleros. Thus, the review presents the possibilities of using salicornia for integration into marine aquaponics in Kazakhstan, mainly due to its natural distribution on most of the Aral Sea coast.*

Key words: soleros, marine aquaponics, aquaculture, ammonium nitrogen, recycling.

**КЕАҚ «Павлодар педагогикалық
университеті»**
БСН 040340005741
ЖСК №KZ609650000061536309
АО ForteBank («Альянс Банк»)
БИК IRTYKZKA
ОКПО 40200973
КБЕ 16

**НАО «Павлодарский педагогический
университет»**
БИН 040340005741
ИИК №KZ609650000061536309
АО ForteBank («Альянс Банк»)
БИК IRTYKZKA
ОКПО 40200973
КБЕ 16

Компьютерде беттеген: А. Баттаова
Теруге 05.09.2022 ж. жіберілді.
Басуға 25.09.2022 ж. қол қойылды.
Форматы 70x100 1/16.
Кітап-журнал қағазы.
Көлемі 5,6 шартты б.т.
Таралымы 300 дана.
Бағасы келісім бойынша.
Тапсырыс №1384/1384/25.12.2021

Компьютерная верстка: А. Баттаова
Сдано в набор 05.09.2022 г.
Подписано в печать 25.09.2022 г.
Формат 70x100 1/16.
Бумага книжно-журнальная.
Объем 5,6 уч.-изд. л.
Тираж 300 экз.
Цена договорная.
Заказ №1384/11384/25.12.2021

**Павлодар педагогикалық
университетінің
редакциялық-баспа бөлімі**

**140002, Павлодар қ., Мира к-сі, 60.
Тел. 8 (7182) 55-27-98.**

**Редакционно-издательский отдел
Павлодарского педагогического
университета**

**140002, г. Павлодар, ул. Мира, 60.
Тел. 8 (7182) 55-27-98.**