

Заядан Б.К., Садвакасова А.К.,
Акмуханова Н.Р., Болатхан К.,
Сарсекеева Ф.К.,
Бауенова М.О.

Казахский национальный университет
имени аль-Фараби, Казахстан, Алматы

**Коллекция микроводорослей и
цианобактерий КазНУ имени
аль-Фараби и перспективы ее
использования**

В настоящее время Коллекция микроводорослей и цианобактерий Казахского национального университета им. аль-Фараби (CCMKazNU - Culture Collection of microalgae, Al-Faraby Kazakh National University) насчитывает 54 штамма из 13 родов, 25 видов. Основу коллекционного фонда составляют зеленые микроводоросли, относящиеся преимущественно к родам *Chlorella*, *Dunaliella* и *Chlamydomonas*, а также цианобактерии, в основном представленные родами *Spirulina*, *Nostoc* и *Synechocystis*. В коллекции содержатся штаммы, выделенные из почвенных и водных альгологических проб, собранных на территории Казахстана и Монголии, а также полученные из других коллекций микроводорослей России (CALU, IPPAS, PGC), Узбекистана (Коллекция культур водорослей Института ботаники) и коллекции Хламидомонас центра Дюкского Университета, США. Также содержатся мутантные штаммы микроводорослей и цианобактерий, полученные методами мутагенеза и селекции. Основные направления исследований связаны с поиском перспективных культур фототрофных микроорганизмов имеющих биотехнологическое значение, в частности для получения биологически активных веществ в медицине и биологически активных добавок в сельском хозяйстве, получение биотоплива, биоудобрений, проведение биомониторинга и биоремедиации нарушенных объектов окружающей среды.

Ключевые слова: коллекция, микроводоросль, цианобактерия, штамм, альгологически чистая культура.

Zayadan B.K., Sadvakasova A.K.,
Akmukhanova N.R.,
Bolatkhan K., Sarsekeeva F.K.,
Bauyenova M.O.

Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty

**Collection of microalgae and
cyanobacteria Kazakh national
university named after al-Farabi
and prospects of its use**

Currently, collection of microalgae and cyanobacteria Kazakh National University al-Farabi (CCMKazNU - Culture Collection of microalgae, Al-Faraby Kazakh National university) consists of 54 strains of 13 genera, 25 species. The basis of the collection fund is green microalgae *Chlorella* mainly relate to childbirth, of *Dunaliella* and *Chlamydomonas* as well as cyanobacteria is mainly represented by the genera of *Spirulina*, *Nostoc* and *Synechocystis*. The collection contained strains isolated from soil and water algological samples collected on the territory of Kazakhstan and Mongolia, as well as obtained from other collections of Russian microalgae (CALU, IPPAS, PGC), Uzbekistan (Collection of Botany Institute of algae cultures) and collection *Chlamydomonas* Center Duke University USA. Also provides mutant strains of microalgae and cyanobacteria obtained by mutagenesis and selection. Main research areas are related to the search for promising crops phototrophic microorganisms with biotechnological importance, in particular for the production of biologically active substances in medicine and dietary supplements (dietary supplements) in agriculture, biofuels, bio-fertilizers, conducting biomonitoring and bioremediation of disturbed environmental objects.

Key words: collection, microalgae, cyanobacteria strains algological pure culture.

Заядан Б.К., Садвакасова А.К.,
Акмуханова Н.Р.,
Болатхан К., Сарсекеева Ф.К.,
Бауенова М.О.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті, Қазақстан, Алматы

**Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ
микробалдырлар мен
цианобактериялар
коллекциясы және оны
пайдаланудың келешегі**

Бүгінгі таңда әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің микробалдырлар мен цианобактериялар коллекциясында (CCMKazNU - Culture Collection of microalgae, Al-Faraby Kazakh National university) 13 туыс пен 25 түрдің 54 штамы бар. Коллекция қорының негізін, көбіне *Chlorella*, *Dunaliella* және *Chlamydomonas* туысына жататын жасыл балдырлар, сонымен қатар көбіне *Spirulina*, *Nostoc* және *Synechocystis* туысының өкілдері болып табылатын цианобактериялар құрайды. Қазіргі кезде, коллекцияда Қазақстан мен Монғолия аумағынан жиналған топырақ пен судың альгологиялық үлгілерінен бөлініп алынған штамдар, сонымен қатар Ресей микробалдырлар коллекциясынан (CALU, IPPAS, PGC), Өзбекістаннан (Ботаника Институтының микробалдырлар дақылының коллекциясы) және АҚШ-ғы Дюкс Университетінің Хламидомонас орталығынан алынған штамдар бар. Сонымен қатар коллекцияда мутагенез және селекция әдістерімен алынған микробалдырлар мен цианобактериялардың мутантты штамдары бар. Зерттеулердің негізгі бағыттары, биотехнологиялық маңызы бар, соның ішінде медицинаға қажетті биологиялық белсенді заттарды және ауыл шаруашылығына қажетті биологиялық белсенді қоспаларды алуға, биоотын мен биотыңайтқыштар алуға, қоршаған ортаның бұзылған объектілеріне биомониторинг және биоремедиация жүргізуге арналған, келешегі мол фототрофты микроорганизмдердің дақылдарын іздестірумен байланысты.

Түйін сөздер: коллекция, микробалдыр, цианобактерия, штамм, альгологиялық таза дақыл.

**КОЛЛЕКЦИЯ
МИКРОВОДОРОСЛЕЙ
И ЦИАНОБАКТЕРИЙ
КАЗНУ ИМЕНИ
АЛЬ-ФАРАБИ И
ПЕРСПЕКТИВЫ
ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Введение

Коллекции культур микроводорослей являясь важным источником живого материала для фундаментальных, прикладных научных исследований и образовательного процесса, имеют огромное научное и прикладное значение. Поддержание биологических коллекций является частью приоритетной проблемы сохранения биоразнообразия и биоресурсов любого государства. Почти во всех странах мира разработаны государственные и региональные стратегии и программы, направленные на поддержание и сохранение биологических ресурсов. Вопросы объективной оценки современного состояния биоразнообразия мира и восстановления нарушенных экосистем являются весьма актуальными и для современного Казахстана.

Фототрофные микроорганизмы являются одной из больших групп микроорганизмов. Среди их представителей особое место занимают микроводоросли, являющиеся начальным звеном трофических цепей. Специфика метаболизма ряда представителей микроальгофлоры, связанная с продуцированием метаболитов с ценными для человека свойствами, сделала микроводоросли одним из важных объектов биотехнологии [1]. Значимость коллекций цианобактерий и микроводорослей существенно возросла после того, как водоросли стали активно использовать в различных биотехнологических программах [2].

Ведущие мировые коллекции фототрофных микроорганизмов являются не только своеобразными «банками» для хранения генофонда микроводорослей и цианобактерии, но и ведущими научно-исследовательскими и образовательными центрами, приоритетной задачей которых является сохранение генетических ресурсов в природных экосистемах, в интересах биотехнологии и генетической инженерии [3].

Цель коллекции – пополнение, паспортизация, создание банка данных и разработка современной технологии сохранения производственно-ценных коллекционных культур фототрофных микроорганизмов перспективных для получения биотоплива, биоудобрений и биологически активных веществ.

Материалы и методы

Сбор водорослей проводили общепринятыми методами альгологии [4]. Определение предварительной таксономической принадлежности цианобактерий на основании морфологических признаков проводили по Еленкину и Голлербаху [5, 6].

Для получения штаммов использовали накопительные культуры с последующим выделением из них монокультур. Выращивание водорослей проводили на жидких и агаризованных средах ТАР, L2 min, Тамия, 04 – (рН 6,5-7) – для зеленых; Зарука, Громова – (7,5 – 9) – для цианобактерий [7].

В коллекции штаммы хранятся в стеклянных пробирках на 20 мл с притертыми и ватно-марлевыми пробками, в чашках Петри. Для инициации роста колоний они пересеваются на обогащенные среды и размещаются в световой установке под фитолампами ФАР 40 мкМ м⁻¹ с⁻¹ (Pandora-Led, Россия) при комнатной температуре в течение 12–14 дней, после этого штаммы переносятся в холодильник-витрину и культивируются при температуре +10 °С с дополнительной подсветкой лампой дневного освещения – ЛБ–40 ФАР 15 мкМ м⁻¹ с⁻¹. Пересев коллекционных культур осуществляется один раз в 2–3 месяца. Микроскопирование микроводорослей и цианобактерий проводили с помощью микроскопов MS 20 (Micros, Австрия) и Axio Imager A1 (Carl Zeiss, Германия) при увеличении в ×400, 1000 раз.

Результаты и их обсуждение

На сегодняшний день Коллекция микроводорослей и цианобактерий Казахского национального университета им. аль-Фараби (CCMKazNU – Culture Collection of microalgae, Al-Faraby Kazakh National university) насчитывает 54 штамма из 13 родов, 25 видов. Сохраняемый фонд микроводорослей может быть разделен на три категории: дикие штаммы, выделенные из природной среды, необходимые для систематики и общей экологии; штаммы, перспективные для промышленной биотехнологии управляемых фотоавтотрофных биосинтезов; штаммы-мутанты, представляющие специфический интерес для изучения биологии фототрофных клеток, исследований пластидного генома и для целей генной инженерии водорослей. На каждую культуру имеется индивидуальный паспорт, включающий морфологические, физиолого-биохимические,

генетические и экологические характеристики. Из коллекции культур микроводорослей депонировано 47 штаммов (Таблица 1). Опубликован каталог информационных данных по хранящимся штаммам [7].

В коллекции предпочтительно поддерживаются формы, имеющие практическое значение, а также с характерными физиолого-биохимическими свойствами, которые вполне могут стать модельными объектами фундаментальных исследований фотосинтеза и регуляторных механизмов фотосинтезирующей клетки. Состав коллекции обогащен термофильными видами, выделенными из горячих источников, галофильными микроводорослями, растущими при сверхвысокой степени засоленности.

Основу коллекционного фонда составляют зеленые водоросли, относящихся преимущественно к родам *Chlorella*, *Dunaliella* и *Chlamydomonas* а также цианобактерии в основном представленные представителями родов *Spirulina*, *Nostok* и *Synechocystis*. В настоящее время в коллекции содержатся штаммы, выделенные из почвенных и водных альгологических проб, собранных на территории Казахстана и Монголии. В коллекции также содержатся мутантные штаммы микроводорослей и цианобактерий, полученные методами мутагенеза и селекции.

Основная задача коллекции – гарантированное поддержание и расширение штаммов микроводорослей и цианобактерий, выделенными из различных природных экосистем с целью дальнейшего их использования при проведении физиолого-биохимических и молекулярно-генетических исследований и разработка стратегии и методов сохранения генофонда.

Коллекция расширяется за счет депонирования селекционных штаммов, получения новых мутантных форм и образцов, выделенных из природной среды, за счет обмена с другими коллекциями.

Выделение микроводорослей в культуру с помощью традиционных методов является хорошо изученной процедурой. Согласно схеме получения чистых культур вначале из природных источников отбирали пробы воды и альгобактериальных матов, из которых выделяли культуры микроводорослей разных таксономических групп. Выбор подходящей среды является важным условием для успешного культивирования микроводорослей. При культивировании учитывали уничтожение загрязнителей, особенно тех, которые могли конкурировать с нужным видом. Среди методов выделения микроводо-

рослей использовали изоляцию их клеток с помощью разведения, изоляцию отдельных клеток с помощью микропипеток и при помощи агара.

У выделенных чистых культур микроводорослей, показавших стабильный рост в лабораторных условиях, были изучены культурально-морфологические и физиологические свойства, а также по коэффициенту скорости роста и выхода сухой биомассы отбирались наиболее продуктивные штаммы для дальнейшего изучения их биотехнологического потенциала. На последующих этапах определяли условия культивирования, обеспечивающие повышение концентрации продуцируемых метаболитов тем самым оптимизировав способы их культивирования.

Все культуры микроводорослей и цианобактерий альгологически и бактериологически чистые. Состояние культур периодически конт-

ролируется с помощью световой микроскопии. Пересев культур осуществляется 1 раз в месяц.

Начиная с 2000 г. пополняется штаммами, изолированными из таких водных экосистем Казахстана, как Каспийское море, о. Балхаш, о. Билеколь, о.Алаколь, р. Илек, р. Б. Алматинка, водоемы очистных сооружений г.Алматы, а также значительным количеством штаммов из Коллекции культур микроводорослей лабораторий микробиологии БиНИИ СПбГУ г. Санкт-Петербург (CALU) и рядом штаммов из Института биотехнологии АН Монголии. Штаммы микроводорослей и цианобактерий поддерживаются в стеклянных пробирках с ватно-марлевыми пробками на агаризованных средах. Штаммы сохраняются в активно вегетирующем состоянии в культуральной комнате на холодильной установке, оснащенной люминесцентными лампами ЛБ-40 (Рисунки 1, 2).



Рисунок 1 – Стеллаж для культивирования коллекционных культур микроводорослей



Рисунок 2 – Холодильник для хранения коллекции микроводорослей и цианобактерий

Таблица 1 – Депонированные штаммы Коллекции микроводорослей и цианобактерий Казахского национального университета им. аль-Фараби

| Шифр | Вид | Штамм | Таксономия | Выделен/получен |
|------|-----------------------------------|-----------|--|---|
| C1 | <i>Spirulina platensis</i> | CALU-532m | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Chroococcales, Spirulinaceae | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из Коллекции культур водорослей лабораторий микробиологии БиНИИ СПбГУ г. Санкт-Петербург (CALU) |
| C2 | <i>Spirulina platensis</i> | ZBK-1m-2 | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Chroococcales, Spirulinaceae | Методом селекции исходный штамм из Коллекции культур водорослей лабораторий микробиологии БиНИИ СПбГУ г. Санкт-Петербург (CALU) |
| C3 | <i>Spirulina platensis</i> | CALU-532 | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Chroococcales, Spirulinaceae | Получен из Коллекции культур водорослей лабораторий микробиологии БиНИИ СПбГУ г. Санкт-Петербург (CALU) |
| C4 | <i>Spirulina labyrinthiformis</i> | L-2 | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Chroococcales, Spirulinaceae | Из сточных вод очистных сооружений г. Алматы, методом селекции |
| C5 | <i>Oscillatoria tenuis</i> | T-1 | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Oscillatorales, Oscillatoraceae | Из горячих источников района Чонджы, Алматинской области, методом селекции |
| C6 | <i>Oscillatoria brevis</i> | WW-1 | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Oscillatorales, Oscillatoraceae | Из сточных вод очистных сооружений г. Алматы, методом селекции |
| C7 | <i>Anabaena variabilis</i> | S-1 | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Nostocales, Anabaenaceae | Из почв Алматинской области, методом селекции |
| C8 | <i>Anabaena sp</i> | T-1 | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Nostocales, Anabaenaceae | Из горячих источников района Чонджы, Алматинской области, методом селекции |
| C9 | <i>Nostoc caldicola</i> | S-2 | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Nostocales, Nostocaceae | Из почв Алматинской области, методом селекции |
| C10 | <i>Phormidium foveolarum</i> | WW-2 | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Oscillatorales, Phormidiaceae | Из сточных вод очистных сооружений г. Алматы, методом селекции |
| C11 | <i>Phormidium tenue</i> | WW-3 | Cyanophyta, Hormogoniophyceae Oscillatorales, Phormidiaceae | Из сточных вод очистных сооружений г. Алматы, методом селекции |
| C12 | <i>Synechococcus aeruginosus</i> | T-7 | Cyanophyta, Synechococco phycideae Synechococcales, Synechococcaceae | Из горячих источников Алматинской области, методом селекции |
| C13 | <i>Synechococcus sp</i> | T-1 | Cyanophyta, Synechococco phycideae Synechococcales, Synechococcaceae | Из горячих источников с. Турген, Алматинской области, методом селекции |
| C14 | <i>Synechocystis sp.</i> | K-1 | Cyanophyta, Synechococco phycideae Synechococcales, Merismopediaceae | Из горячих источников района Чонджы, Алматинской области, методом селекции |
| M1 | <i>Chlorella vulgaris</i> | T-1 | Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae | Из горячих источников района Чонджы, Алматинской области, методом селекции |
| M2 | <i>Chlorella sp.</i> | sp 1m | Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae | Получен из Коллекции культур микроводорослей Института физиологии растений, г. Москва (IPPAS). |

| Шифр | Вид | Штамм | Таксономия | Выделен/получен |
|------|----------------------------------|------------|---|--|
| M3 | <i>Parachlorella kessleri</i> | UZ 1-6 | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae</i> | Получен из Коллекции Института Ботаники АН Узбекистана |
| M4 | <i>Chlorella sp.</i> | sp -1 | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae</i> | Получен из Института биотехнологии АН Монголии |
| M5 | <i>Chlorella vulgaris</i> | sp -4 | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae</i> | Из водоемов очистных сооружений г. Алматы, методом селекции. |
| M6 | <i>Chlorella vulgaris</i> | sp -3 | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae</i> | Получен из Коллекции культур микроводорослей Института физиологии растений, г. Москва (IPPAS). |
| M7 | <i>Chlorella sp.</i> | sp 20m | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae</i> | Получен из Коллекции Института биотехнологии АН Монголии. |
| M8 | <i>Chlorella sp</i> | sp-16m | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae</i> | Получен из Коллекции Института биотехнологии АН Монголии. |
| M9 | <i>Chlorella vulgaris</i> | Z-1 | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae</i> | Из очистных сооружений г. Алматы, методом селекции |
| M10 | <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | C-2 | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae</i> | Из очистных сооружений г. Алматы, методом селекции |
| M11 | <i>Chlorella vulgaris</i> | 43B | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Chlorellaceae</i> | Получен из Коллекции культур микроводорослей Института физиологии растений, г. Москва (IPPAS). |
| M12 | <i>Scenedesmus quadricauda</i> | Z-1 | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Scenedesmiaceae</i> | Получен из Коллекции Института Ботаники АН Узбекистана |
| M13 | <i>Scenedesmus obliquus</i> | A-1 | <i>Chlorophyta, Chlorococconeae, Protococcales, Scenedesmiaceae</i> | Из очистных сооружений г. Алматы, методом селекции. |
| M14 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-124 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Получен из коллекции Хламидомонас центра Дюкского Университета США. |
| M15 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC124Res-1 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм (CC-124) из коллекции Хламидомонас центра Дюкского Университета США. |
| M16 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC124Res-2 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм (CC-124) из коллекции Хламидомонас центра Дюкского Университета США. |
| M17 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-CBn | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из Коллекции культур микроводорослей лаборатории генетики микроорганизмов СПбГУ г. Санкт-Петербург (PGC) |
| M18 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | Nfr -4 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из Коллекции культур водорослей лабораторий микробиологии БиНИИ СПбГУ г. Санкт-Петербург (CALU) |

| Шифр | Вид | Штамм | Таксономия | Выделен/получен |
|------|----------------------------------|---------------|---|---|
| M19 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-79 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм получен из коллекции Хламидомонас центра Дюкского Университета США. |
| M20 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-137 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Получен из Коллекции культур микроводорослей лаборатории генетики микроорганизмов СПбГУ г. Санкт-Петербург (PGC) |
| M21 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-137Oil S-1 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Получен методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из коллекции Хламидомонас центра Дюкского Университета США. |
| M22 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-137Oil S-2 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Получен методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из коллекции Хламидомонас центра Дюкского Университета США. |
| M23 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-137Y-1 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из Коллекции культур лаборатории генетики микроорганизмов СПбГУ (PGC) |
| M24 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-137Y-2 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из Коллекции культур микроводорослей лаборатории генетики микроорганизмов СПбГУ (PGC) |
| M25 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | 1641b | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из Коллекции культур микроводорослей лаборатории генетики микроорганизмов СПбГУ (PGC) |
| M26 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-137Chl-a-1 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из Коллекции культур микроводорослей лаборатории генетики микроорганизмов СПбГУ (PGC) |
| M27 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-137Chl-a-2 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из Коллекции культур микроводорослей лаборатории генетики микроорганизмов СПбГУ (PGC) |
| M28 | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> | CC-137Chl-a-3 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Chlamydomonadaceae</i> | Методом индуц. мутагенеза, исходный штамм из Коллекции культур микроводорослей лаборатории генетики микроорганизмов СПбГУ (PGC) |
| M29 | <i>Dunaliella salina</i> Teod | D-209 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Dunaliellaceae</i> | Получен из Коллекции культур микроводорослей Института физиологии растений, г. Москва (IPPAS). |
| M30 | <i>Dunaliella salina</i> | D-19 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Dunaliellaceae</i> | Получен из Коллекции культур водорослей Института ботаники АН Узбекистан. |
| M31 | <i>Dunaliella pseudosalina</i> | D-701 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Dunaliellaceae</i> | Получен из Коллекции культур микроводорослей Института физиологии растений, г. Москва (IPPAS). |
| M32 | <i>Dunaliella maxima</i> | D-15 | <i>Chlorophyta, Chlorophyceae, Volvocales, Dunaliellaceae</i> | Получен из Коллекции культур водорослей Института ботаники АН Узбекистан. |
| M33 | <i>Euglena viridis</i> | S-1 | <i>Euglenophyta, Euglenophyceae, Euglenales, Euglenaceae</i> | Из очистных сооружений г. Алматы, методом селекции. |

В настоящее время на базе коллекции микроводорослей научные исследования проводятся по направлениям молекулярно-генетическая таксономия выделенных микроводорослей и цианобактерий, биология и экология микроводорослей, физиология и биохимия микроводорослей. Основные направления исследований связаны с поиском перспективных культур фототрофных микроорганизмов имеющих биотехнологическое значение, методами их сохранения и оценкой их жизнеспособности в период, и после хранения.

Известно, что культуры фототрофных микроорганизмов, являются сырьем для таких прикладных аспектов, как получение биологически активных веществ и биодобавок, получение биотоплива, биоудобрений, проведение биотестирования, биоиндикации, биоремедиации и рекультивации техногенно нарушенных объектов окружающей среды [8]. При этом, одним из приоритетных направлений развития биотехнологии является поиск и изучение новых нетрадиционных источников биологически активных веществ. Литературные данные последних лет позволяют утверждать, что водоросли можно использовать для направленного биосинтеза целого ряда соединений [9]. Так, например, *S. platensis* способна к синтезу йодсодержащих соединений гормональной природы – тироксина и трийодтиронина, легко усваиваемых человеческим организмом [8, 9]. Большой интерес представляет перспектива использования одноклеточных зеленых микроводорослей для биосинтеза алкалоидов, стероидов, витаминов – соединений вторичной природы [10].

В коллекции имеются штаммы цианобактерий *Spirulina platensis* ZBK-1, *Spirulina platensis* ZBK-1m и микроводоросли *Chlorella vulgaris* sp.3., *Chlorella vulgaris* Z-1, богатые витаминами, белками, углеводами, микро- и макроэлементами и характеризующиеся высокой продуктивностью, что определяет их перспективность в получении на их основе БАВ для медицины и БАД в животноводстве и птицеводстве. На сегодняшний день проводятся научные исследования по разработке технологии получения новых биопрепаратов с пробиотическими и антиоксидантными свойствами на основе биомасс микроводорослей и цианобактерий для использования в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. В этой связи проводится оптимизация условий культивирования активных штаммов микроводорослей и цианобактерий в лабораторных фотобиореакторах. А также про-

водятся работы по массовому культивированию микроводорослей с целью получения биомассы для определения ее эффективности в отношении экспериментальных животных.

Управляемый биосинтез пигментов микроводорослей, таких как хлорофиллы, каротины, ксантофиллы, фикобилипротеины тоже является одной из наиболее актуальных задач биотехнологии, поскольку пигменты, получаемые из растительных компонентов, являются не токсичными. Перспективными объектами в этом направлении рассматриваются коллекционные штаммы зеленой микроводоросли *Dunaliella salina* D-15, *Dunaliella salina* D-19, полученные из Коллекции культур водорослей Института ботаники АН Узбекистан и штамм цианобактерии *Desertifilum* sp., выделенный из озера Шар-Нуур Баян Улгийского аймака (Монголия). Известно, что в определенных условиях *Dunaliella salina* способна к гиперсинтезу каротина, содержание которого в ее клетках может достигать 10% [11]. Перспективность штамма цианобактерии *Desertifilum* sp., как источника пигментов связана с тем, что биомасса цианобактерии, содержит только одну форму хлорофилла – хлорофилл *a*, а не смесь хлорофиллов *a* и *b*, как в случаях с микроводорослями и растительными объектами, что в свою очередь упрощает технологический процесс получения этого пигмента.

На базе коллекции микроводорослей и цианобактерий ведутся активные исследования в области получения биотоплива из микроводорослей и цианобактерий. Для этого подбираются штаммы микроводорослей, содержащие высокое количество липидов в цитоплазме. В качестве перспективных объектов для получения биотоплива рассматриваются коллекционные штаммы зеленой микроводоросли хлореллы – дикий штамм *Chlorella* sp.1., выделенный из горячих источников Уйгурского района Алматинской области, *Chlorella pyrenoidosa* C-2m, полученный методом индуцированного мутагенеза и штамм цианобактерии *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200-2, полученный методом автоселекции. Данные штаммы характеризуются высоким содержанием насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот и высокой продуктивностью по накоплению биомассы, что делает их перспективными кандидатами, пригодными в качестве сырья для дальнейшего биотехнологического производства биодизеля.

Среди цианобактерий нашей коллекции имеются такие штаммы как *Nostoc caldicola* S-2, *Anabaena variabilis* S-1, с высокой потенциаль-

ной возможностью к азотфиксации. Как известно, микроводоросли успешно используются для повышения плодородия почв, то есть для пополнения запасов органических веществ, что способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур. При этом применение цианобактерий в качестве биоудобрения является более безопасным для окружающей среды по сравнению с химическими удобрениями. В настоящее время в этом направлении ведутся работы по разработке основ использования цианобактерий в монокультурах и в сложных микробных консорциумах для применения их как стимуляторов роста в земледелии. Рассматриваются технологические методы их культивирования и изучаются возможности использования цианобактерий в агробиотехнологии.

Особое внимание уделяется пополнению коллекции штаммами микроводорослей устойчивых к различным токсикантам, с целью изучения их возможностей в экологической биотехнологии. На сегодняшний день в коллекции имеются 7 штаммов микроводорослей *Chlamydomonas reinhardtii* CC-124Res-1, *Chlamydomonas reinhardtii* CC-124Res-2, *Chlamydomonas reinhardtii* CC-124Oil-1, *Chlamydomonas reinhardtii* CC-124Oil-2, полученные методом мутагенеза и *Chlorella vulgaris* sp.4., *Chlorella* sp.1., *Chlorella* sp.5, выделенные из загрязненных источников, характеризующиеся высокой устойчивостью к ТМ (кадмию, цинку), органическим веществам и нефтепродуктам. В данное время изучаются их возможности в очистке загрязненных водных экосистем. Известно, что роль микроводорослей в биологической очистке воды огромна. Положительную роль микроводорослей обуславливает суммарное действие нескольких существенных факторов: улучшение кислородного режима за счет фотосинтетической аэрации, улучшение условий существования водной микрофлоры, аккумуляция загрязнителей и выделение биологически активных метаболитов. Применение активных штаммов микроорганизмов-деструкторов, выделение и использование устойчивых к загрязненным водам микроводорослей позволи-

ло создать новую комплексную биотехнологию очистки и восстановления экосистем водоемов и почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами [12].

Коллекционные штаммы *Chlamydomonas reinhardtii* CC124y-1, CC-124p-1, CC-124y-2 и CC-124p-2 – пигментные мутанты, полученные методом индуцированного мутагенеза и селекции, в свою очередь характеризуются высокой чувствительностью к тяжелым металлам, что дает возможности их использования в оценке экологического состояния загрязненных водных экосистем. Кроме того применяемый генетический критерий, пигментный состав, является неопределимым преимуществом для использования данного мутанта в генетическом мониторинге окружающей среды с целью определения мутабельности исследуемой среды. Использование предлагаемых тест-объектов дает интегральную оценку состояния окружающей среды и повышает точность прогноза об отдаленных последствиях мутагенных загрязнений.

Кроме того разрабатываются различные методы сохранения производственно-ценных коллекционных штаммов фототрофных микроорганизмов, в частности ведется работа по криосохранению микроводорослей и цианобактерий. При этом особое внимание уделяется вопросам функциональной активности фотосинтетического аппарата, исследованиям физиолого-биохимических характеристик культур после их криоконсервации.

Таким образом, сохраняемый в коллекции фонд культур фототрофных микроорганизмов может служить основой для быстрого и своевременного ее использования при разработке новых технологий в биоэнергетике, экологической биотехнологии, высокоэффективных препаратов медицинского и сельскохозяйственного назначения.

В будущем планируется расширить коллекцию культур водорослей новыми штаммами путем улучшения методик выделения и поддержания жизнеспособности культур, сохранения новых штаммов и таксонов, которых нет в других коллекциях.

Литература

- 1 Moskalkenko SV, Temraleeva AD, Dronova SA, Pinskiy DL (2015) Algological collection of the Institute of Physical-Chemical and Biological Problems in Soil Science (ACSSI): state and development prospects. Questions modern algology [Algologicheskaya kolleksiya Instituta Physiko-khemiceskikh problem pochvovedeniya RAN (ACSSI): sostoyanie i perspektivy razvitiya. Voprosy sovremennoi algologii] 1(8). (In Russian)

- 2 Mokronosov AT, Kupcova ES, Popov AS, Kuznecov VV (1994) Genetic collection of biological resources as a way to save the planet. Herald of the Russian Academy of Sciences [Geneticheskaya kollekciya kak sposob sohraneniya bioresurov planety. Vestnik Rossijskoi Akademii Nauk] 11(64): 991-1001. (In Russian)
- 3 Kostikov IU, Demchenko EN, Berezovskaya MA (2009) Collection of algae cultures of the Kyiv National Taras Shevchenko University. Catalog strains. Chernomorsk. Botanical journal [Kollekciya kultur vodoroslei Kievskogo nacionalnogo universiteta imeni Tarasa Shevchenko. Katalog shtammov. Chernomorsk botanicheskii zhurnal] 1(5): 37-79. (In Russian)
- 4 Gaisina LA, Fazlutdinova AI, Kabirov PP (2008) Modern methods of isolation and cultivation of algae: a tutorial. Ufa: Publishing HBSPU [Sovremennyye metody vydeleniia i kultivirovaniia vodoroslei: uchebnoe posobie. Ufa: Izdatelstvo BGPU] 152. (In Russian)
- 5 Gollerbah MM, Kosinskaya EK, Polyanskii VI (1953) Key to freshwater algae USSR. Sov. the science [Opredelitel presnovodnykh vodoroslei SSSR. Sov. nauka] 2: 665. (In Russian)
- 6 Elenkin AA (1949) Blue-green algae of the USSR. Special (systematic) part. [Sinezilennie vodorosli SSSR. Specialnaya (sistematicheskaya) chast] 1: 990-1908. (In Russian)
- 7 Zayadan BK, Akmuchanova NR, Sadvakasova AK (2013) Collection of microalgae and their methods of cultivation. Scientific method. allowance. Publishing house «Liter» [Kollekciya mikrovodoroslei i metody ih kultivirovaniia. Nauchno-metod. posobie. Izdatelstvo «Liter»] 158 c., ISBN 978-601-247-946-1
- 8 Li Y, Horsman M, Wu N, Lan CQ, Dubois-Calero N (2008) Biofuels from microalgae. Biotechnol. Prog. 24: 815-820.
- 9 Makarova EI, Oturina IP, Sidiyakin AI (2009) Applied aspects of microalgae – the inhabitants of aquatic ecosystems. Ecosystems, their optimization and security [Prikladnye aspekty primeneniia mikrovodoroslei-obitatel vodnykh ecosystem. Ecosystemy, ih optimizaciya i ohrana] 20: 120-133. (In Russian)
- 10 Herrero M (2004) Pressurized liquid extracts from *Spirulina platensis* microalga determination of their antioxidant activity and preliminary analysis by micellar electrokinetic chromatography. Journal of chromatography. 2:195 – 203.
- 11 Raja R (2007) Exploitation of *Dunaliella* for beta – carotene production. Appl. Microbiol. Biotechnol. 3(74): 517-523.
- 12 Zayadan BK, Matorin DN (2015) Biomonitoring of aquatic ecosystems based on mikrovodorosley. Publishing house «Altex» [Biomonitoring vodnykh ecosystem na osnove mikrovodoroslei. Izdatelstvo «Altex»] 252. (In Russian)