

\*\*\*

В работе рассмотрено общее содержание липидов в моно- и смешанной культуре зеленых микроводорослей. Выявлены три монокультуры с максимальным количеством масел - *Nautococcopsis constricta*, *Selenastrum gracilis*, *Dictyochlorella globosa*. Смешанное культивирование *Nautococcopsis constricta* и *Dictyochlorella globosa*, а также *Nautococcopsis constricta* и *Selenastrum gracilis* повысило выход липидов почти в 1,4 раза всего через 7 дней культивирования.

\*\*\*

It was study the common lipid content in mono- and mixed culture of green algae. Three monoculture which the lipids is maximum: *Nautococcopsis constricta*, *Selenastrum gracilis*, *Dictyochlorella globosa*. Mixed cultivation *Nautococcopsis constricta* and *Dictyochlorella globosa*, and *Nautococcopsis constricta* and *Selenastrum gracilis* increased lipid mass nearly 1.4 times after 7 days of cultivation.

**С.М. Романова**

## **ЗНАЧЕНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА**

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

*Приведен анализ литературных данных и материалы собственных исследований по выявлению значений гидрохимических и гидробиологических показателей для изучения вопросов качества природных вод Казахстана. Показано, что оценка качества воды основных рек должна основываться на синтезе гидрохимических и гидробиологических подходов.*

В настоящее время существует множество методик для оценки качественного состояния водных экосистем с применением гидрохимических и гидробиологических показателей. Анализ показывает, что они должны основываться на синтезе подходов в области как в гидрохимии, так и гидробиологии, поскольку только в этом случае получается действительно интегральная оценка, удовлетворяющая требованиям различных водопотребителей и водопользователей, а также проводится целостная оценка качества воды отдельных водных объектов.

Кратко остановимся на методах оценки качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Методы и способы оценки качества поверхностных вод и степени их загрязненности по гидрохимическим показателям многочисленны и разнообразны. Это определяется задачами оценки, количеством и качеством исходной информации, способами обобщения аналитического материала и рядом других факторов.

Аналитическому обзору методик оценки качества воды по гидрохимическим показателям посвящен ряд работ, отражающих различные подходы и методы [1-4].

В настоящее время для проведения комплексной оценки загрязненности поверхностных вод официально утверждены и рекомендованы методические указания, разработанные Гидрохимическим институтом Росгидромета (ГХИ), утвержденные и введенные в действие с 1988 г. Согласно этим «методическим рекомендациям» при анализе загрязненности и выявления тенденции ее изменения используется индекс загрязненности вод (ИЗВ). При этом количество анализируемых загрязняющих ингредиентов ограничивается для поверхностных вод шестью, а для морских вод четырьмя ингредиентами, имеющими наибольшие значения независимо от того, превышают данные ингредиенты предельно-допустимую концентрацию (ПДК) или нет. В состав этих лимитируемых ингредиентов включены: показатели растворенного кислорода и биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>). Данные по содержанию пестицидов в расчет не принимаются. В случае, если содержание пестицидов превышает 0,1 мкг/л, возле значения ИЗВ приводятся данные по пестицидам. В результате этого вычисляемые значения ИЗВ не совсем ориентированы на определение загрязненности водных объектов и дают возможность выбора для расчетов ингредиентов, не превышающих свои ПДК.

Кислородный режим водных объектов относится к числу весьма динамичных процессов во времени и в пространстве. В зависимости от совокупности различных факторов может иметь место как недосыщение, так и перенасыщение воды кислородом. Кислород попадает в поверхностные воды в основном из воздуха и связан со скоростью течения воды, турбулентностью, температурным и ветровым режимами. С повышением температуры вода теряет кислород и наоборот. Поэтому значения ИЗВ по кислороду не должны анализироваться вместе с итоговым значением ИЗВ, так как они являются показателями разноплановых задач и решений. Поэтому всякие результаты с использованием ПДК для БПК<sub>5</sub> не дают объективной оценки загрязненности водного объекта.

Для того чтобы четко проследить и уяснить степень происходящих и ожидаемых экологических изменений в водных объектах, необходимо иметь комплексную оценку, построенную по единому принципу использования гидрохимических показателей. Например, такие гидрохимические

показатели, как минерализация (сумма солей, сумма ионов) и ионный состав поверхностных вод, являются определяющими не только для хозяйственно-бытовых, технических и ирригационных целей, но и для всего видового состава гидробионтных и бентосных сообществ. Сами водные объекты предъявляют особые требования к содержанию в воде таких загрязняющих веществ биогенного и органического происхождения.

Оценка качества поверхностных вод в системе гидрометслужбы производится исходя из основных общепринятых критериев качества вод по гидрохимическим показателям, которыми являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ, для тех или иных целей водопользования. Сеть наблюдений за качеством поверхностных вод суши включает гидропосты национальной гидрометеорологической службы. Основными критериями качества вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного водопользования (ПДК<sub>рх</sub>), хозяйственно-питьевого и культурно бытового водопользования (ПДК<sub>хб</sub>).

Действующие в Республике Казахстан нормативы ПДК<sub>рх</sub> и ПДК<sub>хб</sub> приведены в СанПиН "Санитарно-эпидемиологические требования по охране поверхностных вод от загрязнения".

Уровень загрязнения поверхностных вод суши оценивается по величине индекса загрязненности воды (ИЗВ), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества вод (таблица 1).

Таблица 1

Критерии качества поверхностных вод по величине ИЗВ

Класс качества	Характеристика качества воды	Величина ИЗВ
1	Очень чистая	≤ 0,3
2	Чистая	0,3 - 1,0
3	Умеренно загрязненная	1,0 - 2,5
4	Загрязненная	2,5 - 4
5	Грязная	4 - 6
6	Очень грязная	6 - 10
7	Чрезвычайно грязная	> 10

Казахстанскими учеными Бурлибаевым М.Ж. с соавторами разработаны «Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию. Правила по экологическому мониторингу», в основу которых положены ПР РК 52.5.06-03, утвержденные Вице-министром окружающей среды РК от 20.04.2003 г. [5-7].

Согласно этим методическим указаниям авторы разработали классификацию загрязнения водных объектов по комплексному индексу загрязнения воды (КИЗВ). Методика обработки исходных гидрохимических данных подробно изложена в работе [6].

Общее или средневзвешенное значение КИЗВ для отдельных условных групп (главные ионы, биогенные элементы, тяжелые металлы, ядовитые вещества, органические вещества, хлорорганические пестициды) может быть определено с помощью всех ингредиентов, входящих в эту группу, независимо от превышения или не превышения своих ПДК. Также не лишено смысла определение группового значения КИЗВ по ингредиентам, превышающим свои ПДК. При этом получаемые значения КИЗВ приводят к двойному результату, то есть если в первом случае значение КИЗВ является средневзвешенным и нивелированным показателем загрязненности, то во втором случае оно будет действительным показателем загрязненности, учитывающим фактическое загрязнение. К сожалению, оценка качества воды по значению КИЗВ не нашла достойного широкого применения в системе гидромета. Следует отметить тот факт, что данная методика оценки качества поверхностных вод успешно апробирована на реках РК и впервые применена гидрохимиками КазНУ им. аль-Фараби на крупном водоеме оз. Балкаш Романовой С.М. и Казангаповой Н.Б. [8]. Ниже представлена характеристика качества воды отдельных водных объектов по показателю ИЗВ.

Сравнительный анализ изменения уровня загрязненности воды р. Иле за 1991-2006 гг. показал, что качество воды стабильно характеризовалось (за исключением 2001 г.) 3 классом – «умеренно загрязненная», уровень загрязненности воды варьирует в пределах 1,01-2,5. Только в 2001 году отмечено ухудшение качества воды до 4 класса – «загрязненная», индекс загрязненности воды возрастает до 2,97. Это объясняется значительным загрязнением в верховье реки со стороны КНР, так как в данный период на трансграничном створе пр. Добын качество воды резко ухудшилось до 5 класса – «грязная» с ИЗВ – 4,62, которое связано фиксируемой высокой концентрацией меди – до 21,4 ПДК.

Сравнительный анализ уровня загрязненности воды оз. Балхаш за этот же период показал, что значение ИЗВ варьирует от 2,37 до 5,53, то есть качество воды характеризуется в основном 4-5 классами. С 2005 года качество воды относится к 4 классу – «загрязненная» (рисунок 1).

Если характеризовать загрязненность оз. Балхаш в целом, то получается следующая картина. Хлориды в процентном отношении от общего количества гидрохимических анализов превышают предельно допустимую концентрацию в 80,4 % случаев, сульфаты и медь – в 100 %, цинк - в 25,3 %, фториды – в 98,0 %, нефтепродукты – в 40 %, фенолы – в 33,3 % случаев.

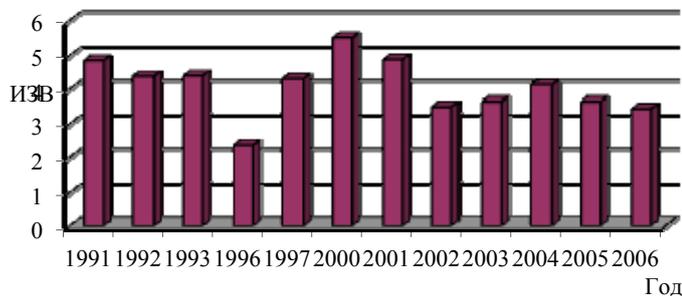


Рисунок 1- Динамика индексов загрязненности воды оз. Балхаш

Загрязнение вод, сокращение притока воды в дельту р. Иле и оз. Балхаш, понижение уровня озера способствовали резкому уменьшению биоразнообразия и биомассы фито-зоопланктона. Вследствие этого в дельте р. Иле и в акватории озера сильно уменьшились рыбные кормовые ресурсы, участились случаи различных болезней рыб, ценные виды водорослей и рыб были вытеснены менее ценными. Неблагоприятным для воспроизводства рыбных запасов оказался также режим попусков из Капшагайского водохранилища. Промысловое значение потеряло ондатроводство в дельте р. Иле, приносящее в свое время большие доходы.

Нами произведена оценка качества поверхностных вод Республики Казахстан за 2006-2008 гг., которая позволила установить заметное увеличение концентраций практически всех загрязняющих веществ. Тяжелые металлы в основном в виде их солей являются наиболее распространенными видами высокотоксичных и долго сохраняющихся канцерогенных веществ, преобладающих в клинической симптоматике токсичного воздействия на гидробионты и характеризующиеся нервно-паралитическим синдромом, а также нарушением дыхания. Небезызвестный факт, что ионы большинства тяжелых металлов оказывают токсическое действие на гидробионтные и бентосные сообщества.

Установлено, что воды рек Казахстана менее загрязнены органическими веществами, величина превышения ПДК колеблется в пределах: по нефтепродуктам от 1,0 до 2,1 ПДК, фенолам 1,2-2,5 ПДК. Доля норматива БПК<sub>5</sub> от фактического содержания составляет от 1,2 до 1,9 [9].

Уровень загрязнения воды водоемов органическим веществом, кроме водохранилищ Кенгирское, Куртинское и оз.Биликол практически такой же, как в реках.

Если концентрация загрязняющих веществ в поверхностных водах сохранится такой же или увеличится, то будет иметь место опасность для растений, животных и здоровья людей, потребляющих такую воду [10].

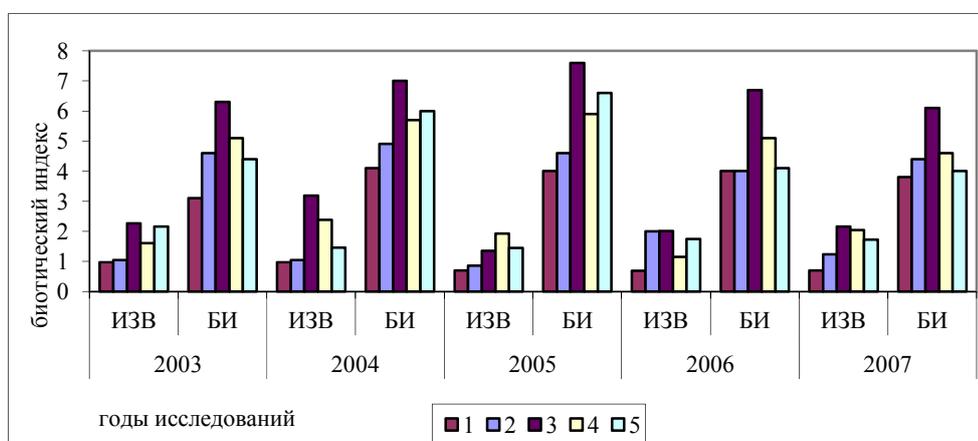


Рисунок 2 - Годовая динамика средних значений биотического индекса (БИ) и индекса загрязнения воды (ИЗВ) на створах р. Ертис по течению(1-5) в 2001-2007 гг., ось ординат – средние значения биотического индекса

Вышеприведенная неутешительная характеристика качественного состояния воды рек и водоемов объясняется, прежде всего, тем, что мониторинг качества поверхностных вод в бассейнах проводится с нарушениями требований непрерывности наблюдений. В течение ряда лет в связи с сокращением гидрометрической сети наблюдения иногда не проводились. К 2008 г. по сравнению с 1991 г. не восстановлены наблюдения не только на многих гидрохимических створах, но и на многих водных объектах [11].

Количество гидрохимических створов на гидрографической сети бассейнов и количество определяемых ингредиентов в водных объектах явно недостаточно для получения объективной информации о состоянии водных объектов.

Створы наблюдений расположены далеко друг от друга, между створами впадают притоки, неохваченные наблюдениями. Кроме того, происходит стихийное загрязнение водотоков промышленными и бытовыми отходами, стоками животноводства и частными хозяйствами.

На основании оценки загрязнения поверхностных вод разрабатываются рекомендации по осуществлению необходимых водоохранных мероприятий, которые должны обеспечить наиболее эффективные и оптимальные для народного хозяйства результаты водоохранной деятельности.

Наряду с гидрохимическими методами оценки качества поверхностных вод существуют биологические методы. Наиболее популярным для водотоков является метод биоиндикации по показателям развития сообществ макрозообентоса.

Один из самых широко применяемых методов оценки загрязнения пресных вод - метод биотических индексов Вудивисса [12].

Система Ф. Вудивисса позволяет оценивать степень загрязнения по видовому разнообразию и показательному значению таксонов в биотических индексах, которая определяется по специальной таблице. Для водотоков бассейна Верхнего Ертиса Кушниковой Л.Б. впервые был модифицирован этот биотический индекс [13]. Дополнительно был использован метод “экологических модуляций” [14], который, в последние годы широко применяется на практике [15].

Кушниковой Л.Б. с соавторами также впервые была произведена комплексная оценка качества поверхностных вод водотоков бассейна Верхнего Ертиса по гидрохимическим и гидробиологическим показателям за многолетний период. Автор при сопоставлении гидрохимических и гидробиологических данных использовала значения ИЗВ и концентрации отдельных ингредиентов. Использование ИЗВ критикуется многими авторами, однако в период 1991- 2007 гг. он был основной, при оценке качества воды по гидрохимическим показателям. Коэффициент корреляции между средними значениями ИЗВ и биотического индекса Вудивисса составил в среднем – 0,3. Годовая динамика средних значений биотического индекса (БИ) и индекса загрязнения воды (ИЗВ) на створах р. Ертис, расположенных по течению (1-5) в 2001-2007 гг. представлена на рисунке 2. Установлено, что минимальному значению БИ соответствует максимальное значение ИЗВ, что согласуется с оценкой качества воды. В той воде, которая наиболее загрязнена, макрозообентос находится в состоянии угнетения, либо вовсе исчезают отдельные виды.

Таким образом, оценка качества поверхностных вод, проведенная параллельно по гидрохимическим и гидробиологическим методам, показала, что оба метода имеют право на существование, дополняют друг друга и должны использоваться при комплексной оценке.

1. Справочник по гидрохимии /Под ред. А.М. Никанорова. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 325 с.
2. Кудис С.П., Шпаловский Э.П. Классификация качества водных ресурсов в соответствии с видами водопользования в странах ЕЭК //В кн.: Водоотведение и оценка качества поверхностных вод. - Минск: Наука и техника, 1983. - С. 35-48.
3. Белогуров В.П., Лозанский В.Р., Песина С.П. Применение обобщенных показателей для оценки уровня загрязненности водных объектов //Комплексные оценки качества поверхностных вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. - С. 33-43.
4. Гурарий В.И., Карташов А.Н., Чикина В.К. Упрощенные формулы для оценки качества воды //Комплексные оценки качества поверхностных вод. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. – С. 44-47.
5. Базарбаев С.К., Бурлибаев М.Ж. и др. Современное состояние загрязнения основных водотоков Казахстана ионами тяжелых металлов. – Алматы, 2002. – 256 с.
6. Бажиев А.М., Бурлибаев М.Ж., Турсунов Э.А. Предложения и замечания по методикам оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям // Гидрометеорология и Экология. - №1, Алматы, 2009. - С. 76-84.
7. Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Николаенко А., Турсунов Э.А. Современное экологическое состояние экосистем Или-Балкашского бассейна.- Алматы: ОО «OST-XXI век»,2009.-130 с.
8. Романова С.М., Казангапова Н.Б. Озеро Балхаш – уникальная гидроэкологическая система. – Алматы: ДООИВА, 2003. – 250с.
9. Протасов В.Ф.. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. М., 2000. – 672 с.
10. Никаноров А.М. Гидрохимия.- Л.: Гидрометеиздат, 1989.- 351с.
11. Информационно-аналитический обзор «Контрольно-инспекционная и правоприменительная деятельность в области охраны окружающей среды Республики Казахстан за 2008 год. / Комитет экологического регулирования и контроля МООН РК МООН РК, 2008.

12. Тарасов А.Г. Биотический индекс дельты реки Волги и Северного Каспия: Автореф.дис.канд. биол. наук.- М., МГУ.- 1993.-23 с.
13. Кушникова Л.Б. Гидроэкология природных вод бассейна Верхнего Ертиса в районе деятельности промышленных предприятий.- Дисс. ... канд. геогр. наук. - Алматы, 2010.-16 с.
14. Баканов А.И. Использование комбинированных индексов для мониторинга пресноводных водоемов по зообентосу // Водные ресурсы.- М., 1998.- Т.25, № 5. - С.108-111.
15. Евсеева А.А., Кушникова Л.Б. К вопросу о качестве поверхностных вод реки Ульба в черте г. Усть-Каменогорска по показателям макрозообентоса // Биологические науки Казахстана. Науч. журнал Павлодар. гос. пед. института.- №2.- Павлодар: ПМПИ, 2005.- С. 22-29.

\*\*\*

In this article set the analysis of literary facts and materials of own researches is resulted on the exposure of values of hydro chemical and hydro biological indexes for the study of questions quality of natural waters of Kazakhstan. To display that the estimation of quality water of the basic rivers must be based on the synthesis of hydro chemical and hydro biological approaches.

\*\*\*

Қазақстанның табиғи суларының сапасы жөніндегі сұрақтарды меңгеру үшін гидрохимиялық және гидробиологиялық көрсеткіштердің өзіндік зерттеу материалдары мен әдеби шолу анализі келтірілген. Көрсетілгендей, негізгі өзен суларының сапасының бағасы гидрохимиялық және гидробиологиялық әдістер синтезінде негізделуі керек.

УДК 631.53.027.

**К.Р. Утеулин, С.К. Мухамбетжанов, Г. Бари, А. Исакова**

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН  
КОМПОЗИЦИЕЙ ХЕЛАТИРОВАННЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ, СТИМУЛЯТОРОВ  
РОСТА И ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА АДАПТАЦИЮ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ  
К СОЛЕВОМУ СТРЕССУ**

(Институт биологии и биотехнологии растений, НЦБ РК)

*Получены капсулированные семена гибрида кукурузы Тулпар – 539. В составе капсул испытаны хелатные формы ряда микроэлементов для повышения всхожести семян и стартового роста проростков в условиях солевого стресса. Лучшим солепротектором в составе капсул семян кукурузы подтвержден гумат натрия – препарат ряда микроэлементов хелатированных гуминовыми кислотами.*

Засоление почв является одним из неблагоприятных факторов внешней среды, который в настоящее время значительно лимитирует производство сельскохозяйственной продукции в южных регионах и на орошаемых угодьях. Современная стратегия получения солеустойчивых растений базируется на изучении действия различных солепротекторов на морфометрические показатели участвующих в формировании устойчивости. В ряду сельскохозяйственных культур кукуруза отличается низкой солеустойчивостью [1,2].

Одним из перспективных способов повышения устойчивости солеустойчивости растений может служить предпосевная обработка (капсулирование) семян пленкообразующими составами: карбоксиметилцеллюлоза (клеящее вещество), стимуляторами всхожести семян и стартового роста растений [3].

В связи с этим, целью настоящего исследования явилось изучение всхожести капсулированных семян кукурузы в условиях солевого стресса.

**Материалы и методы**

В качестве объекта исследования служили семена кукуруза гибрида Тулпар – 539. Для капсулирования семян готовили водный раствор карбоксиметилцеллюлозы (2%), дополненный гуматом натрия или микроэлементами Cu, Mn, Mo, Zn, хелатированными ЭДТА. Семена кукурузы обрабатывали пленкообразующими составами в дражировочном котле D-300 в течение 20 мин, затем просушивали струей теплого воздуха (30°C). Полученные капсулированные семена хранили при комнатной температуре. Для тестирования капсулированных семян использована водная культура.

В чашки Петри помещали по 10 семян. Семена проращивали при температуре + 25°C и фотопериоде 14 часов. Рост побегов определяли измерением линейных размеров стебля и корня. Повторность опытов 3-х кратная. В ходе эксперимента учитывали динамику энергию прорастания, всхожесть семян [4], а также измеряли морфометрические показатели трех и семи дневных проростков. Результаты обрабатывали с использованием общепринятых статистических методов.

**Результаты и их обсуждение**

Проведенные нами исследования показали, что подавление прорастания семян кукурузы и интенсивности роста органов проростков, корня и побега, адекватно возрастанию степени хлоридного засоления (Табл. 1). Так, при концентрации NaCl 0,1 и 0,2 % прорастание семян подавлялось