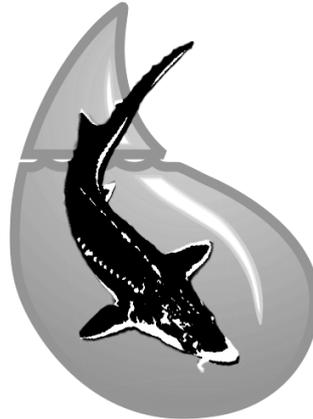


**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА”  
(ФГБНУ «АЗНИИРХ»)**



**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ  
В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ**

**28.09–02.10.2015 Г.**

**Ростов-на-Дону  
2015**

## THE EFFECTS OF CHANGES IN THE TEMPERATURE REGIME IN THE COASTAL ZONE ON THE PRODUCTIVITY OF MARINE FARMS

L.A. Gayko

*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Baltiyskaya St., 43, Vladivostok, 690041, Russia, e-mail: gayko@yandex.ru*

In the marine farms the shellfish grown extensive method (in a natural environment) and their productivity is very dependent on the influence of environmental factors, especially temperature. We investigate the influence of climate change on the livelihoods of hydrobionts.

УДК 551.464

## ПРИМЕНЕНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ПРОГНОЗУ УРОЖАЙНОСТИ В ХОЗЯЙСТВАХ МАРИКУЛЬТУРЫ

Л.А. Гайко

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток, Россия, gayko@yandex.ru*

Рассмотрены проблемы возникновения новой концепции агрометеорологии – морской, направленной на информационную поддержку хозяйств марикультуры. Установлено, что существующие методы прогноза урожайности спата гребешка носят эмпирический характер. Настало время смены парадигмы – на смену эмпирико-статистическому подходу приходит методология, ориентированная на количественный анализ причинно-следственных связей между гидрометеорологическими условиями и продуктивностью марихозяйств.

В настоящее время перспективным направлением исследования прибрежной зоны моря является поиск путей к увеличению биологических ресурсов, и одним из таких путей является морская аквакультура или марикультура. Морская аквакультура – это целый комплекс биотехнологий по производству и переработке ценных морских животных и растений.

Хозяйства марикультуры, в которых производится выращивание гидробионтов экстенсивным методом (в естественной среде), находятся в большой зависимости от влияния факторов внешней среды, особенно климатических. Для изучения влияния абиотических факторов на биологический объект и на технологию по его выращиванию необходим непрерывный длительный ряд наблюдений над объектами, которые можно получить только в хозяйствах марикультуры. Чтобы обеспечить рентабельность ведения хозяйства, необходимо создание научно-обоснованных методов долгосрочного прогноза урожайности моллюсков. Существующие методики прогноза урожайности молоди гидробионтов носят эмпирический характер. Настало время смены парадигм – на место эмпирического подхода необходимо ввести методологию, основанную на моделировании причинно-следственных связей между гидрометеорологическими условиями и продуктивностью марихозяйств. В представляемой работе рассматриваются вопросы становления нового направления агрометеорологии – морского, задачей которого является информационное обслуживание хозяйств марикультуры, а также рассматриваются теоретические подходы агрометеорологии применительно к марихозяйствам.

Первое опытно-промышленное морское хозяйство было создано в зал. Посъета в 1970 г. для товарного выращивания приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay). Приморский гребешок является наиболее перспективным видом (из моллюсков) для искусственного выращивания на Дальнем Востоке, так как обладает высокими темпами роста и прекрасными вкусовыми качествами. За основу культивирования приморского гребешка был принят японский опыт разведения моллюсков путем сбора личинок и последующего их подращивания на искусственных субстратах – коллекторах [4]. Это экстенсивный метод выращивания, т.е. выращивание в естественной среде. Существующие методики прогнозирования плотности спата приморского гребешка в основном разработаны на Экспериментальной морской базе «Посъет» и основаны на выявлении эмпирических зависимостей между биологическими и гидрологическими показателями, которые в различных комбинациях использовались при составлении прогнозов [1, 2, 7].

По заблаговременности все прогнозы, применяемые в марикультуре для предсказыва-

ния урожайности, можно разделить на три группы: долгосрочные, краткосрочные и текущие. Долгосрочные прогнозы имеют заблаговременность до четырех месяцев и составляются на основе многолетних биологических, гидрометеорологических и фенологических наблюдений. Точность долгосрочных прогнозов зависит от длительности ряда наблюдений и объема собранного многолетнего материала. Краткосрочные прогнозы охватывают период в несколько суток до начала нереста. Для составления прогноза из природных популяций делается выборка половозрелых моллюсков и производится биологический анализ. Текущие прогнозы выполняются после начала оседания личинок на коллекторы. В случае появления в планктоне новых генераций личинок можно рекомендовать дополнительный сбор спата или предлагать меры, предохраняющие коллекторы от избыточного оседания.

Такой подход к прогнозированию плотности спата приморского гребешка, основанный на выявлении эмпирических зависимостей, целиком локализован в пространстве и времени. При этом основное внимание уделяется поиску прямых эмпирических связей между средой и объектом, и используются общеизвестные методы формального статистического анализа. Но применение прогноза только в этом аспекте значительно ограничивает возможности гидрометеорологического обслуживания хозяйств марикультуры и не позволяет составить прогнозы с большой заблаговременностью. Для решения задачи прогнозирования урожайности моллюсков необходим принципиально новый подход, основанный на использовании для хозяйств марикультуры в прогностических целях климатической информации, который давно используются при составлении прогнозов в агрометеорологии [6, 9]. Новая методология должна базироваться на моделировании причинно-следственных связей между гидрометеорологическими условиями и продуктивностью марикультур, т.е. необходимо соединение описательного гидробиологического подхода и агрометеорологического, которому присущ комплексный и глубокий анализ природных явлений и процессов на количественной основе.

Но агрометеорология – это наука, изучающая климатические, метеорологические и гидрологические (понимается гидрология суши) условия, имеющие значения для сельского хозяйства, а в нашем случае мы имеем дело с новым направлением агрометеорологии, включающим также и изучение влияния факторов морской среды на объекты марикультуры. Отсюда вытекает, что морское направление агрометеорологии – это раздел науки, который изучает реально существующие связи между погодой, атмосферной циркуляцией и параметрами морской среды в предшествующий период с одной стороны и урожайностью культивируемых культур, формирующейся под влиянием этих условий, с другой стороны.

Морское направление агрометеорологии так же, как сельскохозяйственное, базируется на методах математической статистики и теории вероятности. Статистические методы основаны на оценке как синхронных, так и асинхронных корреляционных зависимостей между значениями различных гидрометеорологических элементов и самим объектом. Эти методы позволяют составлять прогнозы урожайности биологических объектов различной заблаговременности. Синоптико-статистические методы прогноза урожайности сельскохозяйственных культур разрабатывались на основе методов долгосрочных прогнозов погоды [8], учитывающих множество факторов, являющихся источниками долговременных аномалий погоды, поэтому целесообразно строить многопараметрические схемы. В долгосрочном прогнозировании урожая в сельском хозяйстве, помимо погодных условий, учитываются и факторы, связанные с биологическими особенностями культуры и технологией ее выращивания. Эти методы позволяют составлять прогнозы урожайности различной заблаговременности, в том числе и до сева.

Таким образом, в задачи морского направления агрометеорологии, применительно к хозяйствам марикультуры, входит разработка долгосрочного прогноза урожайности марикультур, создание конкретной прогностической физико-статистической модели и расчетного способа прогноза урожайности объекта культивирования. Следовательно, в морском фермерстве с успехом должны быть применены физико-статистические методы, используемые для прогноза урожайности сельскохозяйственных культур. На первом этапе для этого необходимо провести выбор наиболее информативных предикторов, влияющих на биологический объект и на технологию его выращивания. Далее необходимо провести исследование временного ряда урожайности марикультур.

В марикультуре, как и в сельскохозяйственном производстве, временной ряд урожайности

является нестационарным, т.к. колебания урожайности обусловлены уровнем агротехники, долгопериодными колебаниями климата и т.п. Для выделения из временных рядов урожайности этих существенных факторов агрометеорологи предложили использовать понятие «тенденция» или «трендовая составляющая урожайности» [9, 10]. Подобный подход применительно к марикультуре был применен автором впервые на примере прогноза урожайности гребешка. По аналогии с агрометеорологией, урожайность моллюсков ( $P_t$ ), рассматривается как сумма двух основных составляющих: неслучайной или трендовой ( $E_t$ ), обусловленной культурой агротехники и долгопериодными колебаниями климата, и случайной составляющей ( $\Delta P_t$ ), которая определяется погодными особенностями конкретного года ( $t$ ), то есть:  $P_t = E_t + \Delta P_t$ .

Для выделения неслучайной или трендовой составляющей урожайности производится сглаживание ряда урожайности моллюсков и его выравнивание при помощи аналитических функций. На основании анализа распределения отклонений от тренда весь исходный ряд урожайности условно разделяется на три группы лет: высокоурожайные (выше тренда), низкоурожайные (ниже тренда) и среднеурожайные (около тренда).

Для расчета случайной составляющей при построении прогностической схемы за основу была взята трехуровневая модель, которая хорошо себя зарекомендовала при прогнозе урожая риса [10]. Разработанная автором модель прогноза урожая моллюсков ( $\Delta P$ ) учитывает одновременно состояние морской среды, приземных слоев атмосферы, тропосферную циркуляцию, циркуляцию в стратосфере и гелиофизические факторы [3]:

$$\Delta P = a_1 (A_1, A_2) + a_2 B + a_3 (C_1, C_2, C_3) + a_4,$$

где  $a_1, a_2, a_3$  и  $a_4$  – коэффициенты уравнения;  $A_1, A_2, B, C_1, C_2, C_3$  – предикторы.

Поскольку алгоритм схемы прогноза был основан на статистических методах с учетом гелиофизических, синоптических и гидрометеорологических факторов, то такая схема прогноза является физико–синоптико–статистической.

В задачи морского направления агрометеорологии также входит создание систем различного уровня для информационного обслуживания марихозяйств, составление гидрометеоролого-технологических блок-схем хозяйственных решений, гидрометеорологических долгосрочных прогнозов, необходимых для их принятия, и рекомендации по выбору хозяйственных решений, связанных с производством приморского гребешка.

Таким образом, морское направление агрометеорологии изучает реально существующие связи между погодой, состоянием морской среды, приземных слоев атмосферы, атмосферной циркуляцией и гелиофизическими факторами в предшествующий период и урожайностью культивируемых культур, формирующейся под влиянием этих условий. На основании вышеизложенного можно утверждать, что применение методов агрометеорологии к марикультуре представляется обоснованным и прогрессивным и позволяет составлять схемы прогноза большой заблаговременности.

#### Список литературы

1. Белоградов Е.А. Биология и культивирование приморского гребешка // Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М.: Агропромиздат, 1987. С. 66-71.
2. Брегман Ю.Э., Седова Л.Г., Викторовская Г.И. Методические рекомендации по прогнозированию плотности спата приморского гребешка на коллекторах. Владивосток: ТИНРО, 1987. 15 с.
3. Гайко Л.А. Марикультура: прогноз урожайности с учетом воздействия абиотических факторов. Владивосток : Дальнаука, 2006. 204 с.
4. Ито С. Разведение морского гребешка у охотоморского побережья о. Хоккайдо. Изд. "Нихон Суйсан Сиггэн Кекай" : Пер. с яп. №54598. Владивосток, 1966. 48 с.
5. Подольский П.Г. Новое в фенологическом прогнозировании (Математический прогноз в экологии). М.: Колос, 1967. 232 с.
6. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 176 с.
7. Раков В.А. Рост и выживаемость личинок тихоокеанской устрицы (*Crassostrea gigas*) в планктоне залива Посьета (Японское море) // Изв. ТИНРО. 1979. Т. 103. С. 79-85.
8. Свиныхов Г.В. Синоптико-статистические методы долгосрочных прогнозов погоды на Дальнем Востоке // Труды ДВНИГМИ. 1977. Вып. 65. 168 с.
9. Уланова Е.С., Сиротено О.Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1968. с. 198 с.
10. Чирков Ю.И., Пестерева Н.М. Использование ресурсов климата и погоды в рисоводстве. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 160 с.

## AGROMETEOROLOGICAL APPROACH APPLICATION TO FORECAST THE AQUACULTURE FARMS YIELDS

L.A. Gayko

*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, gayko@yandex.ru*

Considered are the problems of origination of a new concept of agricultural meteorology – marine climatology aimed at informational support of sea farming. It is ascertained, that existing techniques of the spawn productivity forecast have empirical character. Time of paradigm change has come - empirical approach should be replaced by methodology based on modeling cause-and-effect relationships between hydrometeorological conditions and sea-farming efficiency.

УДК: 582.232:57.018.6

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭКСТРАГЕНТА НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ С-ФИКОЦИАНИНА ИЗ СПИРУЛИНЫ

Р.Г. Геворгиз, Н.М. Береговая

*Институт морских биологических исследований им. О.А. Ковалевского, Россия,  
Севастополь, r.gevorgiz@yandex.ru*

Разработаны биохимические основы получения водного экстракта С-фикоцианина, пищевого красителя и мощного антиоксиданта, из микроводоросли спирулины *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitler. Определена оптимальная температура экстрагента и время экстракции. Разработанный метод “горячей” экстракции С-фикоцианина может быть использован в качестве экспресс-метода определения концентрации пигмента в полевых условиях.

### Введение

Фикобилипротеины (ФБП) являются наиболее ценными составляющими биомассы спирулины, поскольку широко применяются в медицине, в фармакологии, а также в цитометрии и пищевой промышленности [1,8,10,12]. С-фикоцианин и аллофикоцианин являются водорастворимыми пигментами, поэтому из биомассы спирулины ФБП экстрагируют водой или водными растворами. На основе растворимости ФБП в воде разработаны лабораторные методики определения фикоцианина и аллофикоцианина в биомассе спирулины [5,6], а также технологии получения ФБП в промышленных масштабах [12].

Казалось бы, простота извлечения фикобилиновых пигментов должна привести к разработке простых биотехнологий, которые позволят получать дешёвые продукты и препараты на основе ФБП. Однако, в реальности получение и хранение ФБП в промышленных масштабах связано с рядом трудностей: 1. ФБП крайне не устойчивы. Разлагаются на свету, при температурном воздействии, а также при длительном хранении; 2. Процесс полного экстрагирования требует достаточно больших объёмов воды и пониженных температур [3,4,5]; 3. ФБП имеют белковую природу, поэтому препараты подвержены бактериальному загрязнению; 4. Процесс полного извлечения ФБП из биомассы спирулины достаточно продолжителен и т.д.

Оптимальные условия для экстрагирования фикобилипротеинов из биомассы спирулины остаются не ясными. Кроме того, по-прежнему ключевым ограничением применения ранее разработанных способов извлечения ФБП в промышленности является скорость экстрагирования.

Цель данной работы – выявить оптимальные условия для максимального извлечения ФБП из биомассы спирулины с минимальными временными затратами. При этом определить влияние на полноту экстракции ФБП остаточной влажности биомассы спирулины и температуры экстрагента

### Материалы и методы

Объектом исследования являлась культура *Spirulina platensis* штамм IBSS-31 из коллекции ИнБЮМ НАН Украины [2]. Культуру спирулины выращивали в полупромышленных бассейнах с рабочим объёмом суспензии 74 л, при температуре - 32 – 34 °С в квазинепрерывном режиме, при искусственном освещении лампой ДРЛ700. Средняя облучённость рабочей поверхности составляла 40 Вт/м<sup>2</sup>. При культивировании использовали питательную среду Заррук. Для получения сырой массы спирулины суспензию фильтровали через газ с ячейей 45 мкм. Затем полученную