

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**

EFFECT OF ABIOTIC AND BIOTIC FACTORS ON THE GROWTH PARAMETERS OF THE OYSTER *CRASSOSTREA GIGAS* (KATSIVELI, CRIMEA, THE BLACK SEA)

Vyalova O.Yu., Subbotin A.A., Troshchenko O.A.

Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russia

В работе представлены экологические факторы, определяющие рост двусторчатых моллюсков в условиях марикультуры. Отмечена важная роль технологических факторов в скорости роста и наборе массы мидий и устриц. Отмечена слабая связь ростовых показателей устриц с биомассой основных групп микроводорослей и общей биомассой фитопланктона.

УДК 551.464

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ МОЛЛЮСКОВ НА ПРИМЕРЕ МОРСКИХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ НА ЮГЕ ПРИМОРЬЯ

Л.А. Гайко

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

Урожайность моллюсков на морских фермах находится в тесной зависимости от влияния факторов внешней среды. В данной работе проведён анализ факторов внешней среды, влияние которых необходимо учитывать при прогнозировании урожайности моллюсков в морских фермерских хозяйствах.

Прибрежная акватория Японского моря издавна использовалась для ведения промысла приморского гребешка, но уже более 100 лет назад жители государств, расположенных на берегах Японского моря (Кореи, Японии), вели поиск путей искусственного увеличения запасов ценных промысловых объектов. В России первое опытно-промышленное морское хозяйство было создано в зал. Посъета в 1970 г. для товарного выращивания приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay). Гребешок 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 [2, 3, 11]. Это экстенсивный метод выращивания, т.е. выращивание в естественной среде, поэтому урожайность моллюсков очень зависит от внешних факторов. Поскольку в настоящее время происходит развитие марикультуры в Приморье, то разработка методов прогноза ее продуктивности является весьма актуальной [5].

Формирование определенного режима погоды в Приморье и, в частности, над акваторией марихозяйства, определяется сложными процессами взаимодействия в системе Солнце-Атмосфера-Земля. Для прогнозирования урожайности марихозяйств целесообразно использовать методы, основанные на моделировании причинно-следственных связей между климатической информацией (предикторами), и продуктивностью марихозяйств (предиктантом). В качестве предиктанта урожайности была выбрана плотность осевшего спата приморского гребешка на коллектор (экз./м²). Выбор наиболее информативных предикторов проводился с учётом того, что схема долгосрочного прогноза урожая будет наиболее устойчива, если она будет многоуровневая, т.е. будет учитывать одновременно состояние подстилающей поверхности, тропосферную циркуляцию, циркуляцию в стратосфере и гелио-физические факторы. На основании анализа особенностей гидрометеорологического режима акватории зал. Посъета, особенностей годового цикла развития гребешка, литературного анализа абиотических факторов, влияющих на приморский гребешок, и с учетом того, что прогностическая схема должна быть многоуровневой, был проведён качественный отбор возможных предсказателей. Предикторы были объединены в три группы.

Группа А – факторы, влияющие в целом на Земной шар или на полушария:

- гелиофизические факторы (солнечная активность, солнечные и лунные затмения) [10],
- циркуляция стратосферы (положение и интенсивность циркумполярного вихря) [9].

Группа В – факторы, действующие над центральным синоптическим районом:

- циркуляция тропосферы (индексы и формы атмосферной циркуляции, типы синоптических процессов) [4, 6, 7].

Группа С – факторы, действующие непосредственно на район исследования:

- особенности приземного состояния атмосферы над районом (температура и давление воз-

духа, количество осадков, типы погоды [8], скорость ветра и т.д.);

- особенности состояния подстилающей поверхности (поверхностная температура и солености морской воды, ледовый период, даты устойчивого перехода температуры воды через 0°C весной и 14 и 0°C осенью и т.д.);

- биологические особенности объекта культивирования (термогалинные характеристики биологических периодов, даты начала этих периодов, их продолжительность и т.д.).

- комплексные: разность температур воды и воздуха, среднепериодные значения температуры и солености воды для периодов развития гребешка; стандартные отклонения; коэффициенты вариации; сумма градусодней воды и значений солености для периодов.

Такой большой объема исходного массива данных был подвергнут многократному просеиванию с целью отбора наиболее информативных предсказателей. Для этого были проанализированы синхронные взаимосвязи между урожайностью (предиктантом) и факторами среды (предикторами) и рассчитаны количественные зависимости между ними.

Коэффициент аналогичности (r) Багрова [1], определяющий тесноту связи между предиктором и предиктантом, рассчитывался по формуле:

$$\rho = \frac{n_+ - n_-}{n_+ + n_-}$$

где n+ – число совпадения знаков в ходе кривых предиктора и предиктанта; n- – число несовпадения знаков в ходе этих же кривых.

Рассчитанные коэффициенты парной корреляции и коэффициенты аналогичности для некоторых предикторов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты парной корреляции (r) и аналогичности (ρ) между предиктантом (Pt) и предикторами

№	Предикторы	r	ρ	№	Предикторы	r	ρ
1	LT ₁ , сут.,	0,40	0,47	22	Qt _w 06, °C	-0,38	-0,20
2	t _a , °C	-0,30	-0,50	23	QsT ₁ , ‰	0,38	0,30
3	t _w , °C	-0,03	-0,58	24	ТП _в	0,46	0,70
4	t _a +, °C	-0,38	-0,70	25	ТП _з	-0,15	-0,50
5	t _w +, °C	-0,22	-0,50	26	ТП _в 05	0,35	0,65
6	t _a 05, °C	-0,45	-0,68	27	ТП _з 05	-0,42	-0,33
7	t _w 06, °C	-0,38	-0,30	28	ТП _з 06	-0,31	-0,69
8	t _a 06, °C	-0,53	-0,47	29	фКс11	-0,22	-0,41
9	t _w T ₁ , °C	0,37	0,30	30	фКю03	-0,33	-0,40
10	t _w T ₃ , °C	-0,34	-0,27	31	фКю06	0,30	0,33
11	sT ₁ , ‰	-0,22	-0,40	32	фКв11	0,26	0,27
12	sT ₂ , ‰	-0,19	-0,65	33	фИз03	-0,08	-0,50
13	sT ₃ , ‰	-0,51	-0,82	34	фИс11	-0,31	-0,47
14	sT ₄ , ‰	-0,12	0,30	35	ос(4?10), мм	0,21	0,40
15	V, м/с	0,18	0,25	36	ос(4+5), мм	0,09	0,47
16	P, гПа	-0,35	-0,30	37	ос(5+6), мм	0,13	0,80
17	S, ‰	-0,47	-0,70	38	C11	-0,21	-0,40
18	s06, ‰	-0,17	0,70	39	C03	-0,32	-0,10
19	Qt _w T ₁ , °C	0,42	0,30	40	z03	-0,37	-0,43
20	Q2квт _w , °C	-0,33	-0,30	41	z05	-0,33	-1,00
21	Q3квт _w , °C	-0,15	-0,47	42	z06	0,16	0,67

Примечание. LT₁ - длительность I периода (от устойчивого перехода температуры воды через 0°C весной до начала нереста), сут; t_a - средняя годовая температура воздуха, °C; t_w - средняя годовая температура воды, °C; t_a+ - средняя температура воздуха за тёплый период, °C; t_w+ - температура воды за тёплый период, °C; t_a05, t_a06 - средняя многолетняя температура воздуха за май, за июнь, °C; t_w06 - средняя многолетняя температура воды за июнь, °C; t_wT₁, t_wT₃ - средняя температура воды за I и III периоды, °C; sT₂, sT₃, sT₄ - средняя соленость морской воды за I, II, III и IV периоды, ‰; P - среднее годовое давление воздуха, гПа; S, s06 - средняя годовая соленость воды и соленость за июнь, ‰; Qt_wT₁, Q2квт_w, Q3квт_w, Qt_w06 - сумма градусодней температуры воды за I период, за I и III кварталы, за июнь, °C; QsT₁ - сумма солености морской воды за I период, ‰; ТП_в, ТП_в05 - тип погоды влажный среднегодовой и за май, сут; ТП_з, ТП_з06 - тип погоды засушливый, среднегодовой и за июнь, сут; ТП_з05 - тип погоды умеренно-засушливый, май, сут; фКю,03, фКю,06 - тип синоптических процессов, южный, март и июнь, сут; фКс11, фКв11 - тип синоптических процессов, северный и восточный, ноябрь, сут; фИс11 - форма атмосферной циркуляции, смешанная, ноябрь, сут; фИз03 - форма атмосферной циркуляции западная, март, сут; ос, ос(4÷10), ос(4+5), ос(5+6) - среднее многолетнее количество атмосферных осадков за год, за тёплый период, за апрель плюс май, за май плюс июнь, мм; C₀₃, C₁₁ - комплексный показатель циркумполярного вихря, март и ноябрь; Z03, Z05, Z06 - количество Солнечные и Лунные затмения за март, май и июнь.

В результате дальнейшей компрессии предикторов были выбраны наиболее информативные предсказатели для физико-статистического метода прогнозирования урожайности гребешка в хозяйствах марикультуры, которые представлены в таблице 2.

Таким образом, наибольшее влияние на молодь приморского гребешка оказывают такие параметры, как: - разность температур воды и воздуха в ноябре предшествующего года; - смешанная форма атмосферной циркуляции за ноябрь предшествующего года и за март текущего; - комплексный показатель циркумполярного вихря в ноябре предшествующего года и в марте текущего; - соленость воды за март; - количество Солнечных и Лунных затмений за март; - длительность преднерестового периода; - температура воздуха за май; - влажный тип погоды в мае; - южный тип синоптических процессов в марте; - дата начала оседания личинок гребешка.

Таблица 2

Информативные предикторы

№	Название предиктора	Информативный месяц
На пятипроцентном уровне значимости		
1	Продолжительность периода (1) от даты устойчивого перехода температуры воды через 0°C весной до начала нереста, сут.	Март-май
2	Период от 01 января до начала нереста, сут.	январь-май
3	Сумма солености за I период, ‰	март-май
4	Разность температур воды и воздуха, °C	ноябрь, июнь
5	Среднемесячная температура воздуха, °C	май, июнь
6	Средняя температура воды за I период, °C	март-май
7	Сумма градусодней температуры воды, °C	апрель-июнь
8	Разность сумм температуры (ср. месячной и ср. многолетней) за I период, °C	март-май
9	Сумма температуры воды за I период, °C	март-май
На десятипроцентном уровне значимости		
10	Период с 01 января до начала оседания личинок, сут.	январь-июнь
11	Сумма градусодней температуры воды, °C	июнь
12	Соленость морской воды, ‰	март
13	Разность отрицательных температур воды и воздуха, °C	ноябрь-март
14	Умеренно-засушливый тип погоды, сут.	май
15	Засушливый тип погоды, сут.	июнь
16	Среднемесячная температура воды, °C	июнь
17	Солнечно-Лунные затмения	март, май
На двадцатипроцентном уровне значимости		
18	Формы атмосферной циркуляции по Ильинскому (с)	ноябрь
19	Типы синоптических процессов по Калачиковой и Николаевой (ю)	март, июнь
20	Влажный тип погоды по Фомину, сут.	май
На тридцатипроцентном уровне значимости		
21	Комплексный показатель ЦПВ	ноябрь, март

Список литературы

1. Багров Н.А. Преобразование и отбор предсказателей в корреляционном анализе // Труды Гидрометцентра СССР, 1970. Вып. 64. С. 3-23.
2. Базикалова А.Я. Некоторые данные о размножении гребешка (*Pecten yessoensis*) // Изв. ТИНРО. 1950. Т.32. С.161-163.
3. Белогрудов Е.А. Биологические основы культивирования приморского гребешка *Patinopecten yessoensis* (Jay) (Mollusca, Biv.) в зал. Посыета (Японское море): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. 23 с.
4. Вангенгейм Г.Я. О степени однородности атмосферной циркуляции разных частей северного полушария при основных формах W, C, E // Труды ААНИИ. Л.: Морской транспорт, 1961. Т. 240.
5. Гайко Л.А. Марикультура: прогноз урожайности с учетом воздействия абиотических факторов. Владивосток: Дальнаука, 2006. 204 с.
6. Ильинский О.К. Опыт выделения основных форм атмосферной циркуляции на Дальнем Востоке // Труды ДВНИГМИ. 1965. Вып. 20. С. 26-45.
7. Калачикова В.С., Николаева Е.В. Календарь форм циркуляции над Северным полушарием, форм циркуляции

и типов синоптических процессов над Восточной Азией за 1949-1984 гг. Владивосток: ДВНИИ, 1985. 60 с.

8. Фомин М.Г. Местные генетические типы погоды по югу Дальнего Востока для теплого полугодия / Справочное пособие. Владивосток: ДВНИГМИ, 1980. 156 с.

9. Чирков Ю.И., Пестерева Н.М. Использование ресурсов климата и погоды в рисоводстве. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 160 с.

10. The American Ephemeris for the 20th Century 1990-2000 at Midnight // Revised edition by Neil F. Michelsen. San Diego, California, 1983. 307 p.

11. Mori K. Seasonal variation in physiological activity of scallops under culture in the coastal waters, of Sanriku district, Japan, and a physiological approach of a possible cause of their mass mortality // Bull. of the Mar. Biol. Stat. of Asamushi, 1975. Vol. 15. № 2. P. 59-79.

THE ANALYSIS OF ABIOTIC FACTORS IN FORECASTING YIELD OF MARINE FARMS IN THE NORTHWESTERN PART OF THE JAPAN/EAST SEA

L.A. Gayko

V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Baltiyskaya St., 43, Vladivostok, 690041, Russia, 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. The yield of mollusks on marine farms is closely dependent on the influence of environmental factors. In this paper the analysis of environmental factors, the influence of which must be considered when predicting the yield of mollusks in marine farms.

УДК 551.464

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ МАРИХОЗЯЙСТВ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Л.А. Гайко

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

На морских фермах выращивание моллюсков производится экстенсивным способом, т.е. в природной среде, их урожайность очень зависит от влияния факторов внешней среды, особенно температуры. В данной работе исследуется влияние изменения климата на жизнедеятельность гидробионтов.

В связи с глобальным изменением климата на современном этапе представляет большой интерес оценка этого влияния на жизнедеятельность гидробионтов, в данном случае, на объект марикультуры – приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis* (Jay), так как только в марихозяйствах имеется непрерывный ряд наблюдений над биологическими объектами. На юге Приморья гребешок выращивают экстенсивным методом, т.е. в естественной среде, поэтому хозяйства находятся в большой зависимости от факторов среды. Температура воды является фактором, значение которого неизменно велико на любой стадии развития моллюсков.

В работе использовались данные о температуре воды на гидрометеорологической станции (ГМС) Посъет за период 1970-2012 гг. (из архива Приморского управления гидрометслужбы) и данные наблюдений над гребешком в хозяйствах марикультуры в бух. Миносок, зал. Посъета за период с 1970 по 2012 г. (из-за экономической ситуации в стране нет данных наблюдений с 1991 по 1995 г.). Для количественной оценки осевшего спата был введен термин «урожайность» – плотность осевшего на коллекторы спата гребешка, выраженное в экз./м². Для выявления тренда во временном ходе параметров использовался регрессионный анализ, для выявления тесноты связи между параметрами – корреляционный. За критерий на 5% уровне значимости для длительности рядов в 43 года принят коэффициент корреляции $r_{кр} \geq 0,30$ (или $R^2 \geq 0,090$).

По расчетным данным за последние 80 лет на побережье зал. Петра Великого температура воды выросла в среднем на 0,4°C, а воздуха – на 1,7°C, а в зал. Посъета – на 0,6°C и на 1,3°C соответственно. Из графика аномалий (рис. 1) видно, что до 1988 г. в Посъете наблюдаются и поло-