

У сеголетков из прудов № 1 и 2 она составляет 8,9 и 8,6 г %. Сеголетки, выращенные при максимальной плотности, отличаются наименьшим содержанием гемоглобина в капле крови, большей вариабельностью этого признака и более низкими весовыми показателями. Однако отмеченные изменения не имеют патологического характера.

### Выводы

1. Концентрация гемоглобина у сеголетков полосатого окуня варьирует от 6,7 до 8,9 г%, количество эритроцитов — от 2,215 до 3,452 млн./мм<sup>3</sup>, содержание гемоглобина в одном эритроците — от 23,7 до 33,4 мкмкг в зависимости от условий выращивания.

2. Кровь сеголетков имеет лимфоидный характер. Обнаружены только незернистые клетки белой крови: лимфоциты, моноциты и полиморфноядерные.

3. Сеголетки полосатого окуня, выращенные при плотности посадки 24, 31,5 и 48 тыс./га, физиологически полноценны, но гематологические и рыбоводные признаки рыб, содержащихся при максимальной плотности, хуже.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Антипова П. С. Сезонные и возрастные изменения морфологического состава крови карпа. — Вопросы ихтиологии, вып. 2, 1954, с. 120—122.

Голодец Г. Г. Лабораторный практикум по физиологии рыб. — М.: Пищепромиздат, 1955.—90 с.

Engel, D. W., Davis, E. M. Relationship between activity and blood composition in certain marine teleosts. *Copeia*, No, 1964, pp. 586—587.

#### *Some haematologic characteristics of one-summer-old striped bass (Morone saxatilis Mitchell)*

Strebkova T. P.

#### SUMMARY

Changes in the haematologic characteristics of one-summer-old striped bass at the stocking densities of 48 000, 31 500 and 24 000 specimens per ha were studied. An attempt was made to define the physiological condition of fish raised under different conditions. It is found that the haemoglobin concentration, the content of erythrocytes and leucocytes and the haemoglobin content in an erythrocyte change in different ways.

All one-summer-olds reared under different conditions were physiologically normal despite different haematologic characteristics. In specimens reared at the maximum stocking density (48 000/ha) the haemoglobin content in a droplet of blood was the lowest and most variable. Besides, their weight was also the lowest. However these changes were not pathological.

УДК 639.64:594.581.3

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПИРУЛИНЫ В МАРИКУЛЬТУРЕ

О. А. Анисимов, О. Н. Альбицкая, Л. В. Спекторова,  
О. И. Горонкова (ВНИИ Биотехника, ВНИРО)

При искусственном разведении многих морских рыб и беспозвоночных требуются живые корма — одноклеточные водоросли, коловратки, артемия. Известно, что живые морские водоросли — наилучшая пища для коловраток и артемий. Однако получить большие количества водо-

рслей трудно: их сложно хранить, стоимость продукции высокая. Поэтому морские микроводоросли целесообразно по возможности заменять более дешевыми пресноводными, которые можно консервировать, а морские микроводоросли использовать только в тех случаях, когда замена невозможна, — для создания в выростных емкостях с личинками рыб так называемой зеленой воды и поддержания благоприятного гидрохимического режима, для кормления личинок некоторых двустворчатых моллюсков, а также как добавку к кормам-заменителям.

В настоящее время ведется поиск удобных и дешевых кормов, приготовленных из консервированных водорослей, или кормов неводорослевого происхождения (различные виды морских или гидролизных дрожжей, искусственные корма из муки, сои, сена, рисовых отрубей и др.). Однако скорость роста беспозвоночных, например, артемии, и их выживаемость на этих кормах не всегда удовлетворительны. Для приготовления консервированного корма лучше всего использовать биомассу пресноводных (протококковых и сине-зеленых) водорослей, технология выращивания которых разработана лучше, чем морских, отчего и конечный продукт (суспензия, паста или порошок) дешевле, чем биомасса морских водорослей.

В последние годы на мировом рынке появился водорослевый порошок из сценедесмуса и спирулины. По данным зарубежных исследователей (Person-Le-Ruyet, 1976), в настоящее время самой дешевой из имеющихся в продаже или выращенных в лабораторных условиях пресноводных водорослей является спирулина. Массовым выращиванием спирулины занимаются во многих странах, особенно в Мексике, где ее производство доведено до 1 т в день (Feldheim, 1973). В некоторых странах Южной Америки ее добавляют в пищу, но большую часть полученной продукции экспортируют в Японию, а также Францию, Бельгию и другие страны Западной Европы, где в экспериментах ею кормят личинок рыб, а также и беспозвоночных; в Японии ее также добавляют в корм крупному рогатому скоту и цыплятам (Sorgeloos, устное сообщение).

Во Франции, в Океанографическом центре в Бретани, с 1974 г. порошок сухой спирулины используют в качестве консервированного корма для артемии при выращивании в искусственных условиях лаврака, морского языка, тюрбо (Person-Le-Ruyet, 1975, 1976). Скорость роста личинок артемий на спирулине была такой же, как и на живых или замороженных кормах. При сравнении с другими видами корма (сухой сценедесмус, замороженный или высушенный платимонас), взятыми в той же концентрации, на спирулине отмечен лучший рост артемий. Двухдневные личинки достигали длины 1 мм, четырехдневные — 2 мм, шестидневные — 3,75 мм. Для этого требовалось соответственно 600, 800, 4300 мг порошка спирулины на 10 тыс. личинок артемии. По данным французских исследователей (Person-Le-Ruyet, 1976, а), для получения за шесть суток 100 г артемии (в сухом веществе) необходимо 570 г сухой спирулины. Кормовой коэффициент при этом составлял 18%. Производство 1 кг сухой артемии (только кормовые затраты) обходится в 50 французских франков (или приблизительно 10 руб.).

Сооружение и эксплуатация установок для производства микроводоросли спирулины начато в 1968 г. французскими исследователями во Франции, Мексике и Алжире. Это либо открытые бассейны на месте старых содовых месторождений, либо закрытые установки с планируемой производительностью 100—1000 т сухого вещества в год. По устному сообщению Соржелоса, производительность установок к 1978 г. достигла 2 т абсолютно сухого вещества (асв) в сутки.

Изучается биологическая ценность и способы переработки спирулины для получения усвояемых продуктов кормового и пищевого значения. Два направления в создании промышленной культуры спирулины, как и других микроводорослей (хлорелла, сценедесмус), различаются не только типом установок, но и особенностями технологии. В случае закрытых установок удельная производительность значительно выше и затраты на сооружение компенсируются более высоким, устойчивым выходом продукции и стабильным ее качеством.

В Советском Союзе (Анисимов и др., 1975) созданы установки различных типов для производства спирулины. Конструкции установок учитывают морфологические особенности строения клеток *Spirulina platensis*. Созданы установки барботажного типа с эрлифтным и шнековым побудителями расхода. Сравнительные испытания показали, что для массового культивирования спирулины наиболее перспективен культиватор со шнековым побудителем расхода (Анисимов и др., 1975) — лоток со шнеком и поперечным желобом для распределения стока поднятой суспензии. При подъеме по лотку суспензия насыщается углекислым газом. Освещение суспензии — солнечное либо искусственными светильниками, например лампами ДРЛ 1000W. Объем суспензии определяется размерами лотка; оптимальная температура и рН суспензии поддерживаются автоматически. Культиватор прост по конструкции, не требует затрат больших мощностей, легко стерилизуется.

Технология массового культивирования спирулины предусматривает использование в качестве сырья дешевых питательных сред, источника углерода, а также выращивание водорослей при естественном освещении.

Культивирование спирулины на среде, предложенной Заруком (Zarouck, 1966), а также на различных модификациях этой среды позволило определить вынос основных биогенных элементов культурой из среды: N = 10,0; P = 1,2; Ca = 0,1; C = 50 (в процентах к сухому веществу клетки).

На основании этих данных были составлены питательные среды для непрерывного проточного культивирования спирулины, рассчитанные на прирост 1—5 г сухого вещества на 1 л в сутки. В состав питательных сред были включены дешевые минеральные удобрения — мочевины, аммофос, калимагнезия (0,5—1,0 г/л). Продуктивность на средах с минеральными удобрениями была равнозначна продуктивности на стандартной среде Зарука. Выбор источника углерода для разработанных сред определяется местными ресурсами. Им могут быть карбонаты, бикарбонаты, карбонатные воды типа «Арзакан», топочные газы и т. д. Для оптимального углеродного обеспечения спирулины на этих источниках требуется стабильное поддержание рН в среде 9,0—9,5.

Для удешевления производства спирулины ее можно успешно культивировать не только при искусственном, но и при солнечном освещении. *Spirulina platensis* — светолюбивая культура. При выращивании спирулины на солнечном свете летом в условиях Узбекистана получены урожаи 20—25 г сухого вещества (асв) на 1 м<sup>2</sup> освещаемой поверхности в сутки, в Москве — не более 10 г/м<sup>2</sup> в сутки. Чтобы уменьшить зависимость культивирования от светового режима, разработана технология миксотрофного выращивания спирулины с использованием моносахаров, солей органических кислот, стоков животноводческих ферм. Добавление этих соединений к автотрофно растущей спирулине не только снижает зависимость ее от светового режима, но и повышает продуктивность (рис. 1, 2).

Спирулина — чрезвычайно лабильный организм. Условия светообеспечения, состав среды, режим выращивания существенно влияет не

только на продуктивность, но и на химический состав клеток этой водоросли.

В зависимости от физико-химических факторов среды количество белка может составлять 30—70% к сухому веществу клетки, углеводов — 7—50%, жира — 4—12, золы — 4—10%.

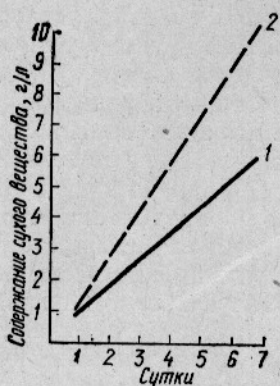


Рис. 1. Сравнительная характеристика продуктивности спирулины в автотрофной (1) и миксотрофной (2) культуре.

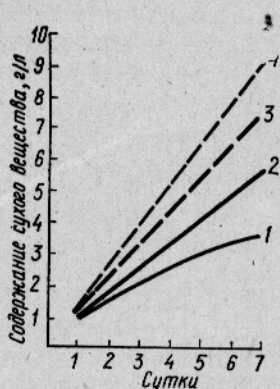


Рис. 2. Влияние интенсивности света на продуктивность автотрофной культуры:

1 — автотрофная культура при 10 Вт/м<sup>2</sup>; 2 — автотрофная культура при 110 Вт/м<sup>2</sup>; 3 — миксотрофная культура при 10 Вт/м<sup>2</sup>; 4 — миксотрофная культура при 110 Вт/м<sup>2</sup>.

При увеличении облученности культуры в клетках повышается содержание белка и аскорбиновой кислоты (Альбицкая и др., 1972, 1974).

Данные о влиянии светового режима на содержание белка и аскорбиновой кислоты в клетках спирулины приведены ниже.

Освещенность, Вт/м <sup>2</sup>	Белок, % к асв	Аскорбиновая кислота, мкг/100 г асв
60	46,88	65,56
113	55,00	137,54
174	62,00	220,00

Снижение содержания азота в среде, наоборот, ограничивает биосинтез белка, усиливая накопление углеводов (таблица).

Влияние режима азотного питания на содержание углеводов в клетках спирулины

Состав среды Зарука	Содержание углеводов, % к асв		
	группа		сумма углеводов
	I	II-IV	
С азотом	2,03	8,47	10,50
Без азота	1,86	48,0	49,86

Переход от накопительного режима культивирования к непрерывно-проточному способствует формированию физиологически молодой культуры с высоким содержанием белка (не менее 60—62% к асв). Клетки образуют большое количество вакуолей, способны к флотации. Это не только облегчает сбор урожая, но и позволяет значительно увеличить содержание белка в получаемой продукции.

### Заключение

Опыты по непрерывному культивированию спирулины с применением описанной технологии и аппаратуры в условиях солнечного освещения позволяют сделать вывод о возможности использования этой водоросли для рентабельного производства богатого белком продукта при интенсивном рыборазведении. С учетом результатов Персон-ле-Рюе (Person-Le-Ruyet, 1976) по выкармливанию артемии спирулиной одна установка со шнековым побудителем расхода и освещаемой поверхностью 180—200 м<sup>2</sup> за 200 дней работы позволит обеспечить производство не менее 100 кг артемии.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Альбицкая О. Н., Воронкова С. С., Хвостенко Т. И. Синтез витаминов культурой спирулины. — Материалы VII рабочего совещания по вопросу круговорота веществ в замкнутой системе на основе жизнедеятельности низших организмов. — Киев: Наукова думка, 1972. — с. 13—15.

Анисимов О. Л., Мискилев В. Ф., Ревенко С. К. Фотоавтотрофный культиватор для выращивания микроорганизмов. — А. с. 377132 (СССР). — Б. И., 1974.

Промышленные установки для культивирования микроводорослей, [О. Л. Анисимов, Ю. А. Беркович, М. Д. Бородин, В. Ф. Мискилев]. — Постоянная комиссия СЭВ по химической промышленности, вып. 9, М., 1975, с. 43—65.

Физиолого-биохимические особенности культуры *Spirulina platensis*, [О. Н. Альбицкая, Г. Н. Зайцева, М. В. Пахомова и др.] — Микробиология, 1974, т. 43, вып. 4, с. 649—653.

Feldheim, W. Kommerzielle Produktion von *Spirulina* in Mexico. Kohlenstoffbiologische Forschungsstation e. V. Dortmund, Aktennotiz 1973, N 7, p. 4.

Person-Le-Ruyet, Elevage larvaire d'*Artemia salina* (Branchiopode) sur nourriture inerte: *Spirulina maxima* (Cyanophyceae). Aquaculture, 1976a, 8, p. 157—167.

Person-Le-Ruyet, J. Techniques d'elevage de masse d'un rotifère, *Brachionus plicatilis* O. F. Müller, et d'un crustacé Branchiopode (*Artemia salina* L.) 10<sup>ème</sup> Symp. Eur. Biol. Mar., Ostende (Belgique), 1976, 6. Sept. p. 17—23.

Zarrouck, C. Contribution a l'etude d'une cyanophyce influence de divers facteurs phisiques et chimiques sur la crossance. et la photosynthese de *Spirulina maxima*. Thes. Doct. Sci. Appl. Fac. SU Univ. Paris, 1966, k. 108.

### *Prospects for using Spirulina platensis in mariculture*

Anisimov O. A., Albitskaya O. N., Spektorova L., Goronkova O. I.

### SUMMARY

As is known living marine Algae are the best food for *Artemia* and rotifers. However a necessity happens to arise that they should be substituted by cheaper freshwater Algae, e. g. *Spirulina platensis*. For this purpose algal-cultivation machinery of various types is used, screw cultivators being the most popular. The Algae are grown under both natural and electrical light. In relation to the physico-chemical environmental factors (light conditions, an environmental composition, growing regime etc.) the chemical composition of cells may be altered within the following ranges: 30—70% of protein, 7—50% of carbohydrates, 4—12% of oil and 4—10% of ash. A screw cultivator may ensure the production of 100 kg of dry *Artemia* from an illuminated area of 180—200 м<sup>2</sup> for 200 days.