

УДК 582.26/.27:664

DOI: 10.47404/2619-0605\_2021\_4\_8

Булли Л.И., Битютская О.Е., Серёгин С.С., Мазалова Н.Ф.

## ВЫРАЩИВАНИЕ БИОМАССЫ УЛЬВЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема выбора рационального способа выращивания зеленой водоросли *Ulva rigida* C. Ag. в экспериментальных условиях, показана возможность культивирования штормовых выбросов талломов ульвы и использования для этих целей аппарата Вейса. Максимальный вегетативный рост водоросли отмечен в мае и июне при кратковременном увеличении освещенности в дневные часы до 15-20 тыс. люкс и повышении температуры до 26 °С и составлял 3,15-3,92 % в сутки. Показано, что, регулируя условия среды, можно обеспечить максимальные приросты биомассы и снижение интенсивности плодоношения, которое сдерживает рост водоросли. В период интенсивного вегетативного роста относительный прирост биомассы талломов достигал 290 мг/сутки. Разработанный проект пилотного модуля по выращиванию ульвы позволяет оценить риски и перспективы до начала масштабного исследования. Предварительные расчетные данные проекта пилотного модуля по выращиванию ульвы позволяют отнести проект к перспективным.

**Ключевые слова:** зеленые водоросли, таллом, ульва, аппарат Вейса, биомасса, рост, условия среды, пилотный проект.

Bulli L.I., Bityutskaya O.E., Seregin S.S., Mazalova N.F.

## ULVA BIOMASS CULTIVATION IN EXPERIMENTAL CONDITIONS

**Abstract.** The article deals with the problems of choosing a rational method of growing green algae *Ulva rigida* C. Ag. under experimental conditions, the possibility of cultivating storm-tossed *Ulva* thalloms and using the Weiss apparatus for these purposes was shown. The maximum vegetative growth of algae was observed in May and June with a short-term increase in daylight hours to 15–20 thousand lux and an increase in temperature to 26 °C and was 3,15-3,92 % per day. It was shown that regulation of environmental conditions, allow to ensure maximum biomass gains and a decrease in the intensity of fruiting, which inhibits the growth of algae. During the period of intensive vegetative growth, the relative increase in thallus biomass reached 290 mg/day. The developed project of the pilot module for ulva cultivation allows to assess the risks and prospects before the start of a large-scale study. Preliminary calculated data of the pilot module project for the cultivation of ulva allow us to classify the project as promising.

**Keywords:** green algae, thalli, ulva, Weiss apparatus, biomass, growth, preconditions, pilot project.

**Введение.** Морские водоросли относят к одним из наиболее полезных продуктов питания, нутрицевтики и парафармацевтики на их основе участвуют в восстановлении баланса питания и в комплексном преодолении нарушений метаболизма путем формирования пула субстратов эссенциальных веществ [1]. Для обеспечения потребности человека в продуктах из водорослей объем добычи и переработки водорослевого сырья должен быть значительно увеличен. Однако использование только естественно произрастающих водорослей не может

полностью обеспечить потребности народного хозяйства. Развитие марикультуры в прибрежных зонах морей и океанов позволяет создавать подводные плантации по выращиванию наиболее ценных и качественных по своим товарным показателям водорослей. В настоящее время более 80 % добываемых водорослей выращивают искусственно, и их доля с каждым годом возрастает.

Всего в мире культивируют водоросли примерно из 30 родов. В промышленных масштабах выращивают водоросли из 17 родов [1]. К ним относятся и представители р. *Ulva* L. (Ulvoophyceae). К представителям рода, обитающим в прибрежных водах Черного моря, относятся: *Ulva rigida* C. Agardh, *U. prolifera* O.F. Muller, *U. intestinalis* L., *U. flexuosa* Wulfen, *U. clathrate* (Roth) C. Agardh, *U. linza* L. [2]. Зеленая макроводоросль *U. rigida* весьма привлекательна в плане пищевого применения, богата белком, углеводами, минеральными веществами [1, 3]. Особенности строения, быстрый рост, высокая удельная продукция ульвы привлекают внимание ученых к данному виду как перспективному объекту марикультуры.

Зеленые водоросли культивируют в водах умеренных широт. Закрепленный на веревках посадочный материал водорослей размещают в толще или у поверхности воды [4].

В искусственных условиях культивирование ульвы предусматривает четыре основных этапа:

- 1 – адаптацию талломов водоросли к искусственным условиям;
- 2 – выращивание биомассы водорослей;
- 3 – получение и выращивание проростков в искусственных условиях;
- 4 – сбор урожая и закладка на хранение.

Водоросли выращивают в строго контролируемых условиях с целью получения биомассы с заданным биохимическим составом. Технология выращивания ульвы не требует дорогостоящего оборудования, обеспечивающего строго определенные условия для роста клеток. Там, где это

возможно по экологическим и климатическим условиям, водоросли выращивают в прибрежных условиях под открытым небом на канатах, сетках или в бассейнах, в моно-, поликультуре и в интегрированной марикультуре (совместно с морскими организмами) (табл. 1) [4, 5]. Важным преимуществом такого производства является использование естественного освещения, что в значительной степени снижает себестоимость конечного продукта. Быстрый рост таллома, большое количество продуцируемых клеток (за исключением ризоидальных клеток и некоторых базальных клеток, все клетки способны стать репродуктивными), высокая удельная продукция делают ульву привлекательным объектом марикультуры [1].

Таблица 1 – Выращивание зеленых водорослей р. *Ulva* в интегрированной, экстенсивной марикультуре и в эксперименте в аквариумах

Объект исследований	Продукция водорослей или скорость их роста	Источник	Виды в интегрированной марикультуре
<i>В интегрированной марикультуре</i>			
<i>Ulva lactuca</i> L., 1753	94-117 г сырой массы на 1 м <sup>2</sup> в день	[9]	Морское ушко ( <i>Haliotis discus</i> Reeve, 1846), морскойёж ( <i>Paracentrotus lividus</i> Lam., 1816) и морской лещ ( <i>Sparus aurata</i> L, 1758)
<i>U. lactuca</i>	189 г сырой массы на 1 м <sup>2</sup> в день	[10]	Рыба и морское ушко
<i>На сетках в море</i>			
р. <i>Ulva</i>	0,5 до 1 кг сухой массы на 1 м <sup>2</sup> сетки за сезон (2 раза в год)	[11]	–
	0,27 кг/м <sup>2</sup> в год сухой массы (3 урожая)	[4]	–
<i>В аквариумах (высечки)</i>			
<i>Ulva rigida</i> C. Ag.	(5,07 ± 0,25) %, отн. суточный прирост	[12]	Контроль

Для нормальной жизнедеятельности водоросли нуждаются в многофакторном питании, предусматривающем целый ряд макро- и микроэлементов, углекислый газ и световую энергию [6]. Водоросли потребляют

аммонийный, нитритный, нитратный азот и фосфаты, используя их для построения клеток своего тела, выделяют кислород, потребляют углекислый газ [7, 8].

По мере выращивания ульвы и ее проростков среда, в которой растут макроводоросли, приходит к истощению, чтобы пополнить недостаток элементов питания, в среду периодически добавляют минеральные соли. Основой питательной среды для водорослей может служить среда Гольдберга.

**Цель исследования** – рассмотреть проблему выбора рационального способа выращивания зеленой водоросли *Ulva rigida* C. Ag. в экспериментальных условиях, выявить возможность культивирования штормовых выбросов талломов ульвы и использования для этих целей аппарата Вейса.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследований служили образцы зеленой водоросли *Ulva rigida* C. Ag. (1823), собранные в осенний период. Заготавливали крупные темно-зеленого цвета талломы, помещая их для перевозки в емкости, заполненные морской водой.

Выращивание ульвы проводили в лабораторных условиях в стеклянных аквариумах с постоянной аэрацией и циркуляцией воды с помощью компрессоров. Периодически, по мере испарения, доливали свежую морскую воду соленостью 16-18 ‰. До начала эксперимента водоросли предварительного выдерживались (в течение одной – трех недель) для адаптации в новых условиях.

Изменение биомассы водоросли в зависимости от условий выращивания изучали по динамике относительных приростов.

Температура воды во всех емкостях была одинаковой и в зависимости от погодных условий изменялась от 18 до 22,6 °С, средняя – 20,8 °С. Освещенность в дневные часы варьировала в пределах 560-2500 люкс в осенние и зимние месяцы и 640-3000 люкс – в весенние.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Известно, что скорость роста талломов водоросли зависит от их строения, условий обитания или содержания

и от размеров растений [13]. Талломы растут преимущественно за счет деления клеток специализированных тканей (меристемы), локализация и относительное количество которых в талломе видоспецифичны [14].

«...Теоретически рост таллома с постоянной удельной скоростью можно ожидать лишь в случае, когда относительное количество «делящихся клеток» в талломе и продолжительность их цитокинеза остаются неизменными в выбранный промежуток времени. С высокой вероятностью такие условия реальны для водорослей, у которых рост происходит в результате деления неспециализированных клеток (не образующих меристемы), случайным образом локализованных на поверхности талломов (диффузный рост). Зеленые водоросли р. *Ulva* целиком удовлетворяют этому требованию и представляют удобный объект для проверки такого предположения» [14].

В последнее десятилетие исследования роста водорослей р. *Ulva* в основном были ориентированы на изучение динамики процессов роста в различных временных диапазонах и выяснение различных аспектов биохимической регуляции дифференциации ткани и роста клеток, в меньшей степени было уделено внимание анализу влияния минерального и органического питания, температуры, света и солености на скорость роста и репродукцию талломов [14].

Как показано нами ранее [1, 3], в период активного выхода спор рост биомассы ульвы снижается, величина среднесуточных приростов может составлять всего 0,03–0,04 %; за 111 дней наблюдений (эксперимента) относительный прирост биомассы ульвы составил 63,0 %, среднесуточный – 0,43 %. В варианте, в котором выброс спор происходил с меньшей интенсивностью, рост биомассы был более интенсивным. Показано также, что вегетативный рост талломов водоросли идет более активно после завершения интенсивного плодоношения и может контролироваться регулированием условий выращивания.

Исходя из этого, в настоящей работе с целью получения биомассы ульвы

при культивировании в лабораторных условиях, прежде всего, обеспечивали регулируемое естественное освещение, снижая уровень солнечной радиации до оптимального.

В таблице 2 приведены показатели относительного прироста биомассы ульвы при выращивании в лабораторных условиях талломов, заготовленных в прибрежье Керченского пролива во время шторма и водорослей, прикрепленных к субстрату.

Таблица 2 – Относительный прирост биомассы талломов ульвы при выращивании в стеклянных аквариумах

Показатели	Ульва, прикреплённая форма	Ульва из штормовых выбросов
Заготовка талломов: дата, масса, г	15.09.20 41,4	23.09.20 24,0
Снижение массы (%) талломов в течение адаптации (21-23 сут.)	-17	-30
Относительный прирост массы за ноябрь-февраль, %	25	17
Относительный прирост массы за март-июнь, %	38	27
Полученная биомасса, г	69,0	25,0

Ульве, как и многим другим культивируемым макрофитам, после размещения для выращивания требуется некоторое время – около 2-3-х недель для адаптации к новым условиям. В этот период часть талломов или их некоторые участки могут обесцветиться и погибнуть, поэтому часто отмечаются отрицательные приросты.

В течение зимнего выращивания (ноябрь-декабрь) на рост ингибирующее влияние оказывает продолжительность светового дня, в то же время, после его увеличения (январь-февраль) относительные приросты биомассы значительно возрастают. При этом ульва из штормовых выбросов имеет более низкие приросты, чем прикрепленная форма.

Динамика изменения относительных приростов в течение всего периода

выращивания ульвы в аппарате Вейса имеет такую же тенденцию, как и в предыдущем варианте (табл. 2), но рост был более интенсивным (табл. 3). За весенний период выращивания в среднем прирост массы талломов достигал 290 мг/сутки.

Максимальный вегетативный рост водоросли 3,15-3,92 % в сутки отмечен в аппаратах Вейса в мае-июне во время отсутствия интенсивного плодоношения при кратковременном увеличении освещенности в дневные часы до 15-20 тыс. люкс, повышении температуры до 26 °С и солености, достигавшей 30-32 ‰.

Таблица 3 – Относительный прирост биомассы талломов ульвы (штормовые выбросы), подрощенные в аппарате Вейса

Показатели	Номера ёмкостей аппарата Вейса				
	1	2	3	4	5
Заготовка талломов: масса, г (21.10.20)	10,5	10,8	10	6	10,5
Снижение массы (%) талломов в течение адаптации	-15	-12	-14	-10	-16
Относительный прирост массы за ноябрь-февраль, %	20	25	25	21,6	22,8
Относительный прирост массы за март-июнь, %	136,8	167,6	126,4	37,0	141,9
Относительный прирост массы за весь период, %	181,9	234,5	183	66,7	185,7
Прирост ульвы за март-июнь, мг/сутки	218	290	203	70	222
Полученная биомасса, г	29,6	36,13	28,3	10	30

В летний период при повышении температуры до 29 °С рост биомассы и плодоношение ульвы часто прекращается, может произойти обесцвечивание и деградация талломов или их участков, развитие, так называемой болезни «погибшего урожая» [4]. Относительные приросты ульвы в этот период могут иметь отрицательные значения, особенно после выброса гамет и спор.

По-видимому, лето является самым сложным периодом выращивания ульвы в искусственных условиях. Необходимо соответствующее оборудование

для поддержания оптимальных температурных режимов и параметров среды для роста биомассы водоросли и восстановления репродуктивных циклов.

Поэтому при выполнении настоящей работы в летний период ульву выращивали в хорошо проветриваемом помещении, при естественном температурном режиме и солнечном освещении только с юго-западной стороны, что исключало поражение слоевищ ульвы солнечными лучами в самые жаркие дни, обеспечивая сохранность их темно-зеленого цвета. Плодоношения в течение летнего периода не наблюдалось, и после спада высоких температур, в сентябре, эти талломы были использованы для дальнейшего выращивания в аквариумах и аппаратах Вейса (рис. 1). Прирост составил 15 % за два летних месяца.



Рисунок 1 – Подращивание ульвы в аппарате Вейса

Разработанный проект пилотного модуля по выращиванию ульвы позволяет оценить риски и перспективы до начала масштабного исследования. Предварительные испытания являются реальным способом избежать малоэффективное расходование средств. Пилотные модули по сути – это «испытательный полигон», который может служить инструментом определения реакции потенциального потребителя на продукт или услугу. Результаты этого мини-исследования используются для усовершенствования системы обработки



данных или самого продукта.

Для успешной реализации проекта нужно соблюдать баланс трех составляющих – содержания работ, времени, стоимости проекта. Эти составляющие влияют на качество работ и результатов. Руководитель проекта должен непрерывно отслеживать изменения этих составляющих и минимизировать риски.

Общие критерии, которым должны удовлетворять ключевые показатели на всех уровнях управления организации:

- ключевые показатели не могут идти вразрез с заявленными ценностями функционирования организации;

- ключевые показатели на всех уровнях должны быть согласованы между собой. Не может быть такого, что один уровень отвечает за одно, а другой уровень за другое, и их ответственность никак не пересекается;

- на каждом уровне среди ключевых показателей должен присутствовать хотя бы один стратегический, связанный с программой развития бизнеса;

- система поощрения должна быть напрямую завязана на выделенные ключевые показатели;

- ключевые показатели должны носить не только числовой (например, финансовый) характер, но также эмоциональный – качественная оценка.

Для рассматриваемого проекта потребуются дополнительные инвестиции на приобретение оборудования для выращивания ульвы, стоимость которого составит около 147,75 тыс. руб.

В проекте предусматривается также увеличение эксплуатационных затрат – наем на работу дополнительного персонала по обслуживанию нового оборудования, расходы на оплату труда рабочих в год, другие дополнительные ежегодные затраты.

Объем выпуска и реализации новой продукции составит в первый год 558,45 кг, во второй год – 591,3 кг, в третий и последующие годы – 657 кг.

Расчет безубыточного объема производства (аналитически) показал, что он

составляет 396,9 кг (что эквивалентно продукции после четырех циклов выращивания водорослей), что также подтверждает его графическая интерпретация (рис. 2).

Продолжительность жизненного цикла проекта определяется сроком эксплуатации оборудования (емкости для воды, аквариумы, аппарат Вейса, а также насосы) и составляет 5 лет. Амортизация производится равными долями в течение срока службы оборудования.

При расчете налога на прибыль учтены субсидии для вновь организованных предприятий аквакультуры.

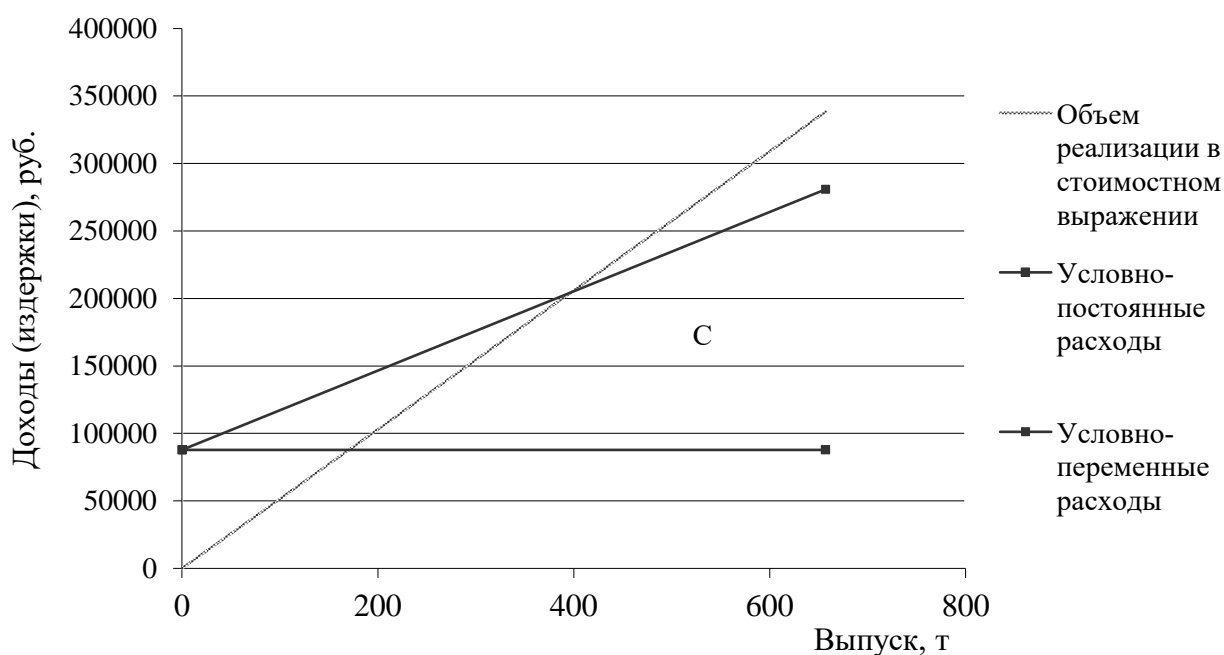


Рисунок 2 – График безубыточности проекта

Прогнозируемый объем спроса на продукцию за год составит 650-700 кг. В соответствии с этим среднее количество ульвы за 1 цикл принято за 108 кг. В расчетах приняты стабильные условия жизни водорослей –60-65 суток.

Расчет безубыточного объема производства (аналитически) показал, что он составляет 396,9 кг (что эквивалентно продукции после четырех циклов выращивания водорослей), что также подтверждает его графическая

интерпретация.

**Выводы.** В ходе исследований выявлена возможность использования для выращивания в искусственных условиях штормовых выбросов талломов ульвы. Показано, что аппараты Вейса могут использоваться в качестве элемента пилотного модуля по выращиванию ульвы.

Как показывают данные анализа проект пилотного модуля в целом выгоден, финансирование его целесообразно. Общая сумма инвестиций составляет 159750 руб., окупятся они в четвертом периоде (4-й год) реализации проекта. Учитывая, что для данного проекта выбран вариант, отличный от других предложенных решений, а также установлен период завершения, можно утверждать, в том числе оперируя полученными экономическими показателями, что данное уникальное предложенное решение (пилотный модуль) жизнеспособно.

Список использованной литературы:

1. Битютская О.Е., Булли Л.И., Донченко Л.В. Исследование биологии и пищевой ценности *Ulva rigida* C. Ag. – перспективного объекта марикультуры // Рыбное хозяйство. 2020. №4. С. 94-100.
2. Milchakova N. A. Marine Plants of the Black Sea. An Illustrated Field Guide. Sevastopol: DigitPrint, 2011. 144 p.
3. Битютская О.Е., Булли Л.И., Мазалова Н.Ф., Семенова А.А. Получение проростков зеленой водоросли *Ulva rigida* C. Ag. // Вестник КГМТУ. 2021. № 2. С. 8-19.
4. Тумлянов Э.А., Тумлянова Т.В. Морские растения стран Азиатско-Тихоокеанского региона, их использование и культивирование. Владивосток: Дальнаука, 2012. 337 с.
5. Schneider O., Sereti V., Eding E.H., Verreth J.A.J. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems // Aquac. Eng. 2004. Vol. 32. P. 379-401.
6. Mohsen A.F., Khaleafa A.F., Hashem M.A., Metwalli A. Effect of some auxins on growth, reproduction, amino acid, fat and sugar contents in *Ulva fasciata* Delile // Botanica Mar. 1974. Vol. 17. P. 127-139.
7. Matsui E., Matsui T. Photosynthesis in several marine plants of Japan as affected by salinity, drying and pH with attention to their growth habitats // Botanica Mar. 1965. Vol. 8. P. 2-4.
8. Provasoli L., Pinter I.J. Symbiotic relationships between microorganisms and seaweeds // Amer. J. Bot. 1964. Vol. 51. P. 681.
9. Schuenhoff A., Mata L., Santos R. The tetrasporophyte of *Asparagopsis armata* as a novel seaweed biofilter // Aquaculture. 2006. Vol. 252. P. 3-11.
10. Neori A., Msuya F.E., Shauli L., Schuenhoff A., Kopel F., Shpigel M. A novel three-stage seaweed (*Ulva lactuca*) biofilter design for integrated mariculture // J. Appl. Phycol. 2003. Vol. 15. P. 543-553.
11. Ohno M., Critchley A.T. Cultivation of the green alga, *Monostroma* and *Enteromorpha* «Aonori» // Seaweed Cultivation and Marine Ranching (Eds.). Kanagawa: International Fisheries Training Center; JICA, 1993. P. 7-17.
12. Егоров В.Н., Малахова Л.В., Малахова Т.В., Тодоренко Д.А. Адаптационные

характеристики черноморской зелёной водоросли *Ulva rigida* Ag. При хроническом и импактном воздействии полихлорбифенилов // Научный вестник Ужгородского университета. Серия: Биология. 2012. Выпуск 32. С. 12-18.

13. Markager S., Sand-Jensen. Light requirements and depth zonation of marine // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1992. Vol. 88. P. 83-92.
14. Лелёткин В. А., Дюкарева Е. В., Попова Л. И., Скрипцова А. В. Изменение массы и размеров талломов морской зеленой водоросли *Ulva fenestrata* при содержании в искусственных условиях // *Биология моря*. 2004. Т. 30, № 5. С. 393-402.

#### References:

1. Bityutskaya O.E., Bully L.I., Donchenko L.V. Issledovanie biologii i pishchevoj cennosti *Ulva rigida* C. Ag. – perspektivnogo ob"ekta marikul'tury [Biology and Nutritional Research *Ulva rigida* C. Ag. – a promising object of mariculture]. *Rybnoe hozyajstvo* [Fish Industry], 2020, no 4, pp. 94-100. (In Russian).
2. Milchakova, N. A. Marine Plants of the Black Sea. An Illustrated Field Guide. Sevastopol, DigitPrint Publ., 2011. 144 p. (In English).
3. Bityutskaya O.E., Bulli L.I., Mazalova N.F., Semenova A.A. Poluchenie prorostkov zelenoj vodorosli *Ulva rigida* C. Ag. [Obtaining seedlings of the green alga *Ulva rigida* C. Ag.]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KGMTU], 2021, no. 2, pp. 8-19. (In Russian).
4. Titlyanov E.A., Titlyanova T.V. *Morskie rasteniya stran Aziatsko-Tihookeanskogo regiona, ih ispol'zovanie i kul'tivirovanie* [Marine plants of the countries of the Asia-Pacific region, their use and cultivation]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2012, 337 p. (In Russian).
5. Schneider O., Sereti V., Eding E.H., Verreth J.A.J. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquac. Eng.*, 2004, vol. 32, pp. 379-401. (In English).
6. Mohsen A.F., Khaleafa A.F., Hashem M.A., Metwalli A. Effect of some auxins on growth, reproduction, amino acid, fat and sugar contents in *Ulva fasciata* Delile. *Botanica Mar.*, 1974, vol. 17, pp. 127-139. (In English).
7. Matsui E., Matsui T. Photosynthesis in several marine plants of Japan as affected by salinity, drying and pH with attention to their growth habitats. *Botanica Mar.*, 1965, vol. 8, pp. 2-4. (In English).
8. Provasoli L., Pinter I.J. Symbiotic relationships between microorganisms and seaweeds. *Amer. J. Bot.*, 1964, vol. 51, p. 681. (In English).
9. Schuenhoff A., Mata L., Santos R. The tetrasporophyte of *Asparagopsis armata* as a novel seaweed biofilter. *Aquaculture*, 2006, vol. 252, pp. 3-11. (In English).
10. Neori A., Msuya F.E., Shauli L., Schuenhoff A., Kopel F., Shpigel M. A novel three-stage seaweed (*Ulva lactuca*) biofilter design for integrated mariculture. *J. Appl. Phycol.*, 2003, vol. 15, pp. 543-553. (In English).
11. Ohno M., Critchley A.T. Cultivation of the green alga, *Monostroma* and *Enteromorpha* «Aonori». *Seaweed Cultivation and Marine Ranching* (Eds.). Kanagawa, International Fisheries Training Center, JICA, 1993, pp. 7-17. (In English).
12. Egorov V.N., Malakhova L.V., Malakhova T.V., Todorenko D.A. Adaptacionnye harakteristiki chernomorskoj zelyonoy vodorosli *Ulva rigida* Ag. pri hronicheskom i impaktnom vozdejstvii polihlorbifenilov [Adaptive characteristics of the Black Sea green alga *Ulva rigida* C. Ag. with chronic and impact exposure to polychlorinated biphenyls]. *Nauchnyj vestnik Uzhgorodskogo universiteta. Seriya: Biologiya* [Scientific Bulletin of Uzhgorod University. Series: Biology], 2012, issue 32, pp. 12-18. (In Russian).
13. Markager S., Sand-Jensen. Light requirements and depth zonation of marine. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1992, vol. 88, pp. 83-92. (In English).
14. Lelyotkin V. A., Dyukareva E. V., Popova L. I., Skripцова A. V. Izmenenie massy i razmerov tallomov morskoj zelenoj vodorosli *Ulva fenestrata* pri sodержanii v iskusstvennyh usloviyah // *Biologiya moray*, 2004, T. 30, № 5, pp. 393-402. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

- Битютская  
Ольга Евгеньевна** канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой технологии продуктов питания  
Керченский государственный морской технологический университет  
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82  
olha98306@yandex.ru
- Bityutskaya  
Ol'ga Evgen'yevna Ph.D. (Engin.), Associate Professor, Head of the Department of technology food  
Kerch State Maritime Technological University  
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82  
olha98306@yandex.ru
- Булли  
Любовь Ивановна** канд. биол. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания  
Керченский государственный морской технологический университет  
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82  
l\_bulli@mail.ru
- Bulli  
Lyubov Ivanovna Ph.D. (Biol.), Associate Professor of the Department of technology food  
Kerch State Maritime Technological University  
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82  
l\_bulli@mail.ru
- Серёгин  
Станислав Сергеевич** канд. экон. наук, доцент, начальник отдела обеспечения научно-исследовательской деятельности  
Керченский государственный морской технологический университет  
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82  
seregin2@gmail.com
- Seregin  
Stanislav Sergeevich Ph.D. (Econ.), Associate Professor, Head of the Department for ensuring research activities  
Kerch State Maritime Technological University  
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82  
seregin2@gmail.com
- Мазалова  
Наталья Федоровна** канд. наук гос. управ., доцент кафедры технологии продуктов питания  
Керченский государственный морской технологический университет  
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82  
mazalovanf@gmail.com
- Mazalova  
Natalia Fedorovna Ph.D. (Publ. Adm.), Associate Professor of the Department of technology food  
Kerch State Maritime Technological University  
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82  
mazalovanf@gmail.com