

УДК 639.29

DOI: 10.47404/2619-0605\_2021\_2\_8

Битютская О.Е., Булли Л.И., Мазалова Н.Ф., Семёнова А.А.  
**ПОЛУЧЕНИЕ ПРОРОСТКОВ ЗЕЛЕННОЙ ВОДОРОСЛИ**  
***ULVA RIGIDA* C. AG.**

**Аннотация.** Биологические особенности развития, высокая удельная продукция, богатая углеводная компонента, присутствие эссенциальных макро- и микроэлементов делают *Ulva rigida* C. Ag. (1823) привлекательным объектом марикультуры и позволяют в перспективе рассматривать данный вид в качестве доступного сырьевого источника. Продуктивность ульвы зависит от многих факторов, в том числе, от соотношения в культуре гаметофитных и спорофитных особей. Регулируя условия среды вполне возможно корректировать интенсивность роста биомассы и плодоношения, получая значительный прирост талломов водоросли и проростки. Установлено, что температура 18-26 °С и снижение фертильности талломов водоросли благоприятно влияет на вегетативный рост биомассы. Повышение солености выше 26 ‰ и изменение освещенности в режиме репродуктивных фаз, интенсифицирует плодоношение ульвы, снижая рост биомассы водоросли. Проростки ульвы достаточно быстро развиваются и хорошо растут в лабораторных условиях, выдерживая значительные колебания параметров среды (солености и освещенности), достигая товарного размера (массы) за 6-8 месяцев выращивания.

**Ключевые слова:** ульва, марикультура, продуктивность, биомасса, проростки, режимы культивирования.

Bityutskaya O.E., Bulli L.I., Mazalova N.F., Semyonova A.A.  
**PRODUCTION OF GREEN ALGAE SPROUTS *ULVA RIGIDA* C. AG.**

**Abstract.** Biological features of development, high specific production, rich carbohydrate component, the presence of essential macro-and microelements make *Ulva rigida* C. Ag. (1823) an attractive object of mariculture and allow us to consider this species as an affordable source of raw materials in the future. The productivity of the ulva depends on many factors, including the ratio of gametophytic and sporophytic individuals in the culture. By adjusting the environmental conditions, it is quite possible to adjust the intensity of biomass growth and fruiting, obtaining a significant increase in algae thalloms and seedlings. It was found that the temperature of 18-26 °C and a decrease in the fertility of algae thallomas favorably affect the vegetative growth of biomass. An increase in salinity above 26 ‰ and a change in illumination in the mode of reproductive phases, intensifies the fruiting of the ulva, reducing the growth of algae biomass. *Ulva* seedlings develop quite quickly and grow well in laboratory conditions, withstanding significant fluctuations in environmental parameters (salinity and light), reaching a marketable size (mass) in 6-8 months of cultivation.

**Keywords:** ulva, mariculture, productivity, biomass, seedlings, cultivation modes.

**Введение.** Всего в мире культивируют водоросли примерно из 30 родов. В промышленных масштабах выращивают водоросли из 17 родов. К ним относятся и представители зеленых водорослей р. *Ulva* L. (*Ulvophyceae*). Подавляющее большинство ульвовых – солоноватоводные или эвригалинные формы. Все представители порядка распространены на мелководье и только в

редких случаях достигают глубины 20-30 м. Длина таллома варьирует, составляя в среднем 0,3-1,5 м. Тип дифференциации таллома (слоевища) ульвовых паренхиматозный, слабо дифференцированный. Заметно отличаются от остальной лишь крупной клетки в основании растения, снабженные ризоидными отростками [1-3].

Жизненный цикл гаплодиплобионтный со спорическим мейозом. Гаплоидными стадиями являются гаметофит, гаметы, мейотические споры (апланоспоры). Диплоидными стадиями являются спорофит, зигота. Всегда имеет место чередование генераций – диплоидного спорофита и гаплоидного гаметофита. Для ульвы характерно изоморфное чередование поколений – чередование поколений, морфологически неразличимых.

Макроводоросль ульва *Ulva rigida* C. Ag. (1823) размножается двумя вегетативными способами. Вегетативное размножение прикрепленной формы осуществляется путем прорастания клеток базального диска с образованием дополнительных побегов, неприкрепленной формы – путем фрагментации.

Биологические особенности развития и высокая удельная продукция, богатая углеводная компонента, присутствие эссенциальных макро- и микроэлементов, средняя калорийность делают *U. rigida* привлекательным объектом марикультуры в Азово-Черноморском бассейне, что позволяет в перспективе рассматривать данный вид в качестве доступного сырьевого источника [4, 5].

**Целью исследования** является разработка технологии культивирования зеленых водорослей р. *Ulva* с получением проростков.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследований служили образцы зеленой водоросли *Ulva rigida* C. Ag. (1823), собранные в декабре 2019 г., в марте, июле, октябре 2020 г. в акватории Керченского пролива (45°35' с.ш. (N) 36°52' в.д. (E)).

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 ‰. После заготовки, до начала эксперимента водоросли предварительного выдерживались (в течение одной-двух недель) для адаптации в новых условиях. Освещенность определяли Luxmetr U-116. Рост проростков оценивали по изменению длины и ширины самого длинного «луча». Данные обрабатывали с использованием стандартных методов вариационной статистики, а также компьютерной обработки (электронные таблицы Excel).

**Результаты исследования и обсуждение.** Процессы споро- и гаметогенеза у зеленых водорослей зависят от условий среды и в значительной мере от освещенности, солености и температуры. Графики, отражающие динамику данных показателей в течение эксперимента, представлены на рисунках 1 и 2. Среднегодовая температура за весь период выращивания составила  $(22,4 \pm 0,17)$  °C, соленость –  $(26,2 \pm 0,15)$  ‰. Освещенность в самые светлые часы суток (в разные сезоны года) варьировала в пределах от 200 до 20000 лк.

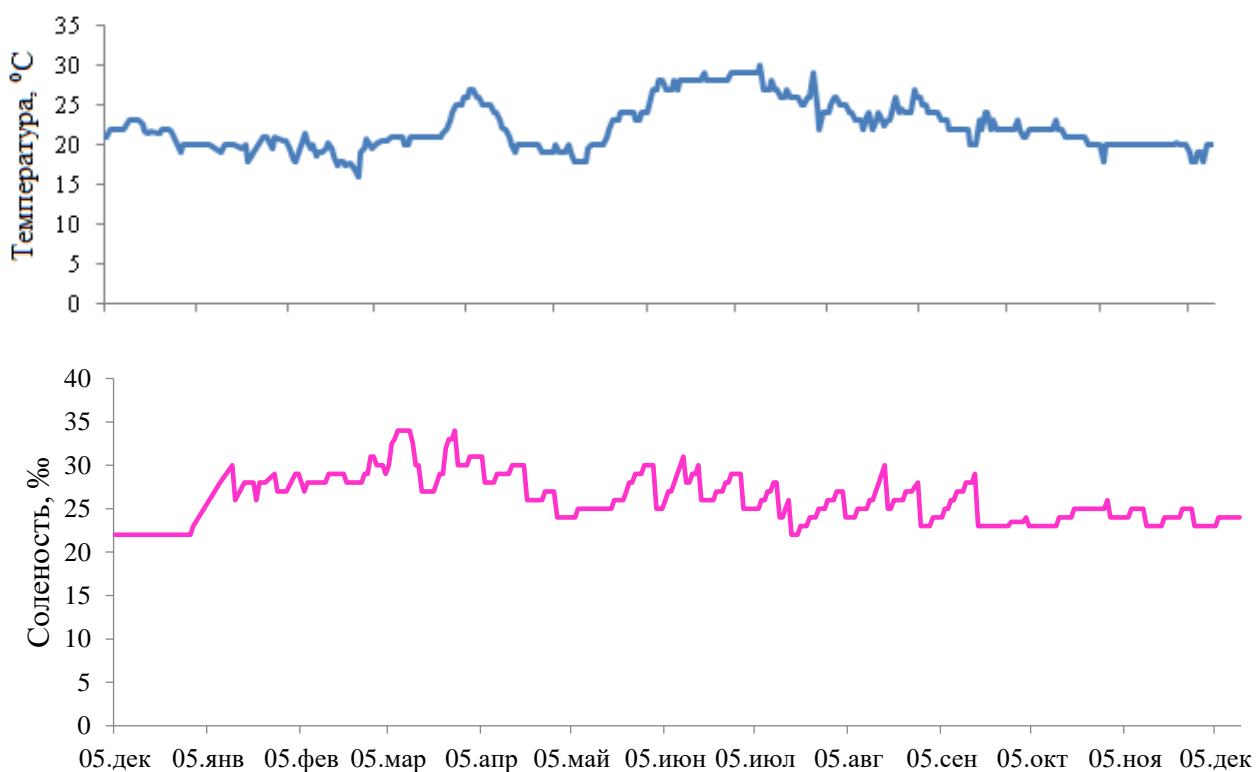


Рисунок 1 – Динамика температуры и солености при проведении работ по выращиванию ульвы в 2019-2020 гг.

Эксперимент по получению проростков ульвы предусматривал отработку режимов культивирования (рис. 2): в первом варианте (1) слоевица ульвы содержались в условиях повышающейся солености с 22 до 29 ‰, во втором (2) – соленость поддерживалась в пределах 18-22 ‰.

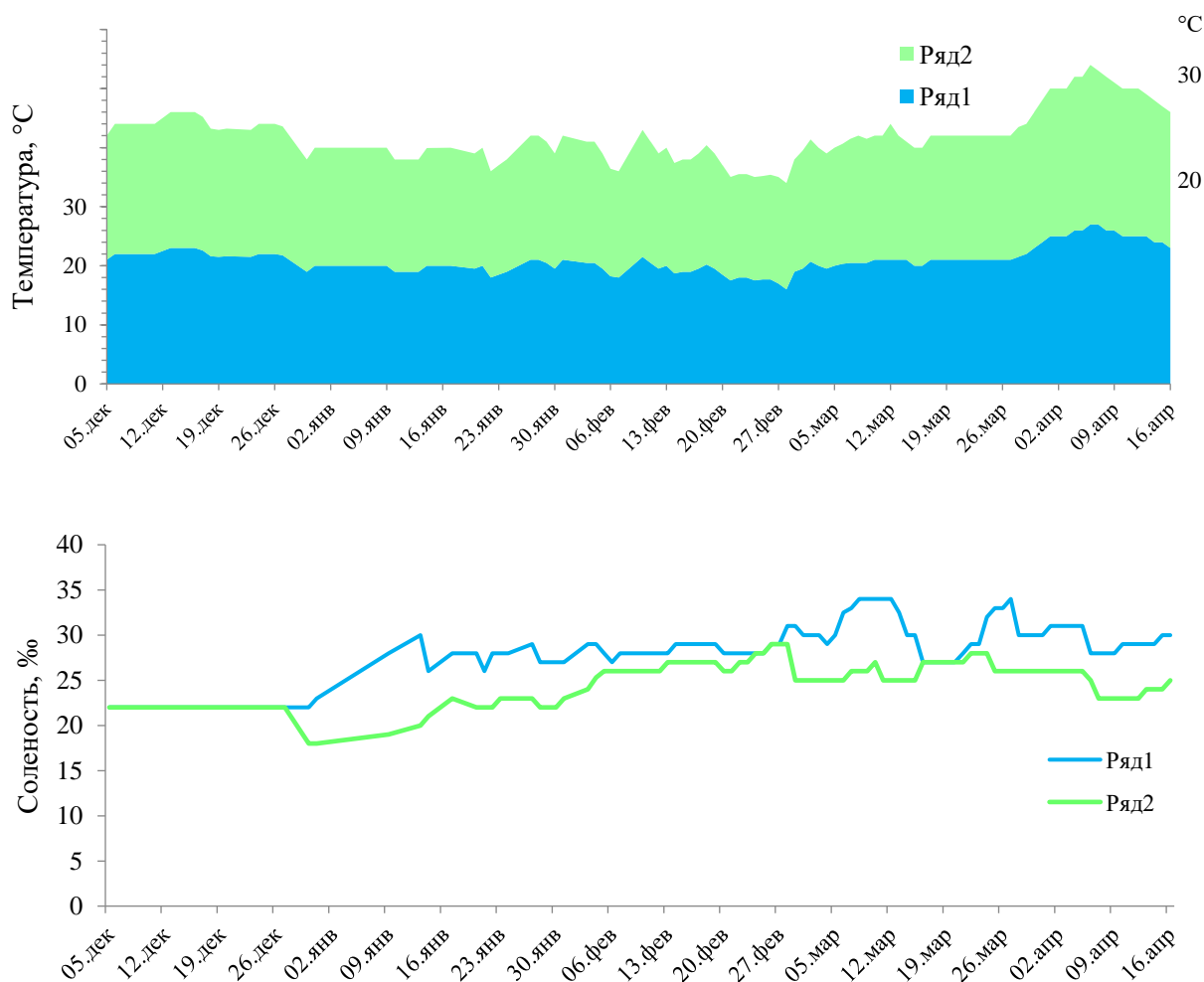


Рисунок 2 – Динамика освещенности, солености и температуры в течение эксперимента по получению проростков ульвы (1, 2 варианты)

Температура воды в январе во всех аквариумах была одинаковой и в зависимости от погодных условий изменялась от 18 до 22,6 °С, средняя –  $(20,9 \pm 0,2)$  °С. Освещенность несколько различалась – в первом варианте варьировала в пределах 640-4500 люкс, во втором – 570-3800 люкс. Более интенсивное плодоношение было отмечено в первом варианте эксперимента,

что, вероятно, связано с повышением в отдельные дни освещенности до 3,5-4,7 тыс. люкс и солености до 26-29 ‰.

Полученные результаты соответствуют литературным данным [6-8]: лучший диапазон концентраций солености, стимулирующий увеличение, как сухой массы, так и общего азота, составляет от 20 до 35 ‰, соленость ниже 20 ‰ замедляет как созревание, так и сброс спор и репродуктивных клеток, при высокой солености (40-45 ‰) производство зооидов, по-видимому, полностью прекращается.

В период активного выхода спор рост биомассы ульвы снижался (1), величина среднесуточных приростов составляла всего 0,03-0,04 ‰. Во втором варианте (2) выброс спор происходил с меньшей интенсивностью, чем в варианте (1), а рост биомассы, был более заметен в течение всего периода выращивания.

По-видимому, вегетативный рост талломов водоросли идет более активно после завершения интенсивного плодоношения и может контролироваться регулированием условий выращивания. Максимальный вегетативный рост водоросли – 4,0-4,5 ‰ в сутки отмечается при увеличении освещенности в дневные часы до 15-20 тыс. люкс, повышении температуры до 26 °С и солености выше 30 ‰. К. Lüning и P. Kadel (2008) также отмечали вегетативную фазу роста *Ulva pseudocurvata* между репродуктивными циклами, которые зависели от лунных фаз [9].

При увеличении продолжительности светового дня и повышении освещенности массовое количество проростков было отмечено уже в конце января, длина наиболее развитого луча проростка достигала 420 мкм, ширина – 21 мкм, количество лучей отмечалось от 3 до 8.

При дальнейшем прорастании зародышей хорошо дифференцируется однорядная нить, состоящая из первичных прикрепляющихся клеток и ризоидальных расширений клеток в нижней области нити. Позже вертикальная нить становится пластинчатой из-за повторяющихся продольных клеточных

делений, перпендикулярных поверхности нити (рис. 3 а, б.). Разделение клеток вдоль продольной оси приводит к развитию трубчатого моностроматозного зачатка. Трубка со временем сжимается, а стенки прилипают, образуя дистроматическую пластину.

Однако в искусственных условиях формировались в основном нитчатые талломы ульвы («slender») (рис. 4). Нитчатая форма ульвы («slender») встречается и в природе. В Керченском проливе нитчатая ульва встречается на стеблях цистозире *Cystoseira barbata*, в качестве эпифита, а также на бетонных гидротехнических сооружениях и камнях у самого уреза воды. Прикрепленные к цистозире талломы достигают 40 см, вверху они расширяются и образуют двухслойную плоскую пластину с волнистыми краями (рис. 5). Некоторые авторы считают, что появление этой формы обусловлено изменением некоторых факторов среды, в частности, микробиологической составляющей [8, 10].

При выращивании проростков в аквариумах прикрепление их к субстрату не происходило. Возможно, это может быть связано с циркуляцией воды, которая в наших условиях обеспечивалась компрессорами. По мнению ряда исследователей, прикрепление проростков не происходит при сильном течении [4].

Известно, что морские водоросли-макрофиты продуцируют большое количество биологически активных веществ: моно- и полисахаридов, пигментов, липидов, микроэлементов [11, 12]. Считается, что макроводоросли могут создавать вокруг себя благоприятную среду, формируя и контролируя видовой состав организмов [13]. В настоящее время уже не возникает сомнений в том, что между водорослями и эпифитными бактериями существуют тесные взаимовыгодные отношения [12]. Это было, показано, в частности, для эпифитов *Ulva australis* [14].

Кроме питания и стимулирования роста водорослей, эпифитные бактериальные сообщества могут влиять на морфологию и жизненный цикл

водорослей – их хозяев. Бактериальные эффекты на морфогенез были отмечены и у зеленых водорослей р. *Ulva* [15-19].

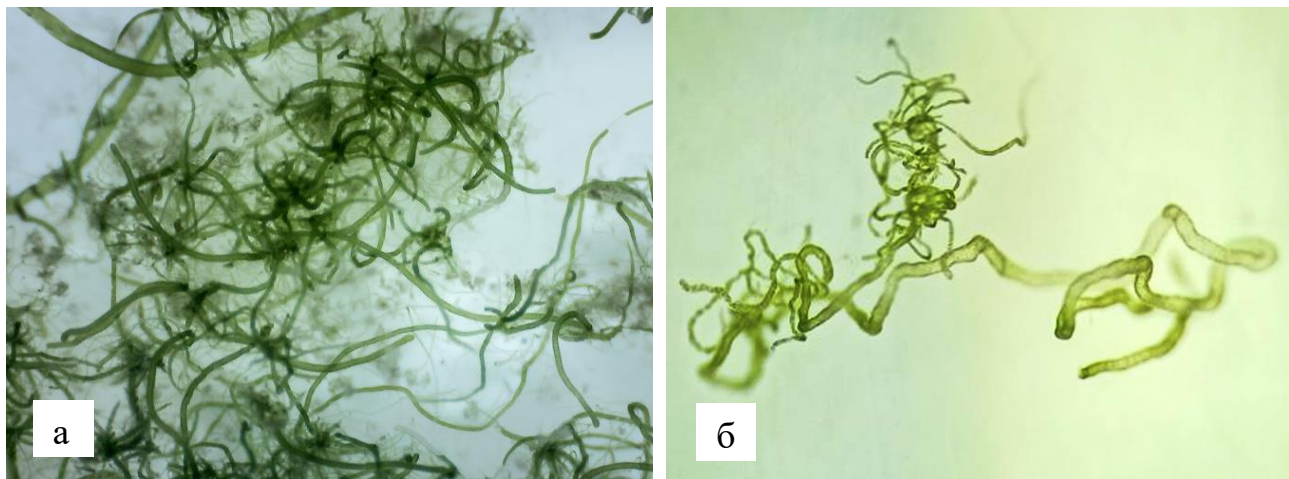


Рисунок 3 – Разрастание и переплетение нитей ульвы (а),  
образование новых нитей (б)



Рисунок 4 – Проростки *Ulva rigida*  
(4-ый месяц выращивания)



Рисунок 5 – Ульва, выросшая в  
зарослях цистозир

Аксенические культуры ульвы, когда естественная сопровождающая микрофлора была удалена, почти всегда дегенерируют [8]. Типичное слоевище находили очень редко, и результаты работы М. Antica & Е. Marčenko [10] подтверждают то же самое. Авторы [8, 10, 20, 21] объясняют это отсутствием морфогенетических регуляторов, которые предположительно продуцируются микроорганизмами. Дифференцировка проростков иногда имела место при

выращивании на полутвердых средах. Прикрепление проростков к фрагменту материнского растения также способствует дифференцировке проростков. Возможно, сама водоросль производит некоторые ауксиноподобные вещества, необходимые для нормального роста и дифференциации [10].

По данным некоторых исследователей, репродукция некоторых видов водорослей рода *Ulva* в природе наблюдается с периодичностью от 6 до 14 сут. [10, 22]. Формирование спор и репродуктивных клеток в талломах *U. rigida* из Средиземноморья происходит с периодичностью 10 суток [10]. Согласно данным А. А. Калугиной-Гутник [23], в Черном море созревание зооспор и гамет ульвы и их выход связаны с фазами луны и происходят каждые 12 дней в полнолуние и новолуние, при этом происходит разрушение и отмирание фертильной части пластины слоевища (при определенных условиях срок может сокращаться до 6-8 дней). Они прорастают без периода покоя, почти каждая клетка способна к делению. Базальный диск слоевища многолетний, а возраст большей части пластины 1,0-1,5 мес. [9].

В наших условиях также наблюдалась периодичность продуцирования спор ульвы, о чем свидетельствует наличие пиков на кривых распределения длины проростков и увеличение гетерогенности показателей их размеров (рис. б).

Пики на рисунке, по-видимому, соответствуют частоте и интенсивности выброса спор, отсутствие пиков может означать пропуск плодоношения из-за изменения условий среды. При неблагоприятных условиях для репродуктивных процессов (в основном из-за снижения освещенности при температуре ниже 18 и выше 26°C), от одного до трех циклов репродукции ульвы пропускаются.

**Выводы.** Процессы споро- и гаметогенеза у зеленых водорослей зависят от многих факторов, в значительной мере от освещенности, продолжительности светового дня, солености и температуры. Повышение солености выше 26 ‰ и освещенности, превышающей 3-4 тыс. люкс, интенсифицирует плодоношение ульвы, значительно снижая рост биомассы водоросли-спорофита. В период



активного выхода спор рост биомассы ульвы снижается, величина среднесуточных приростов составляет всего 0,03-0,04 %.

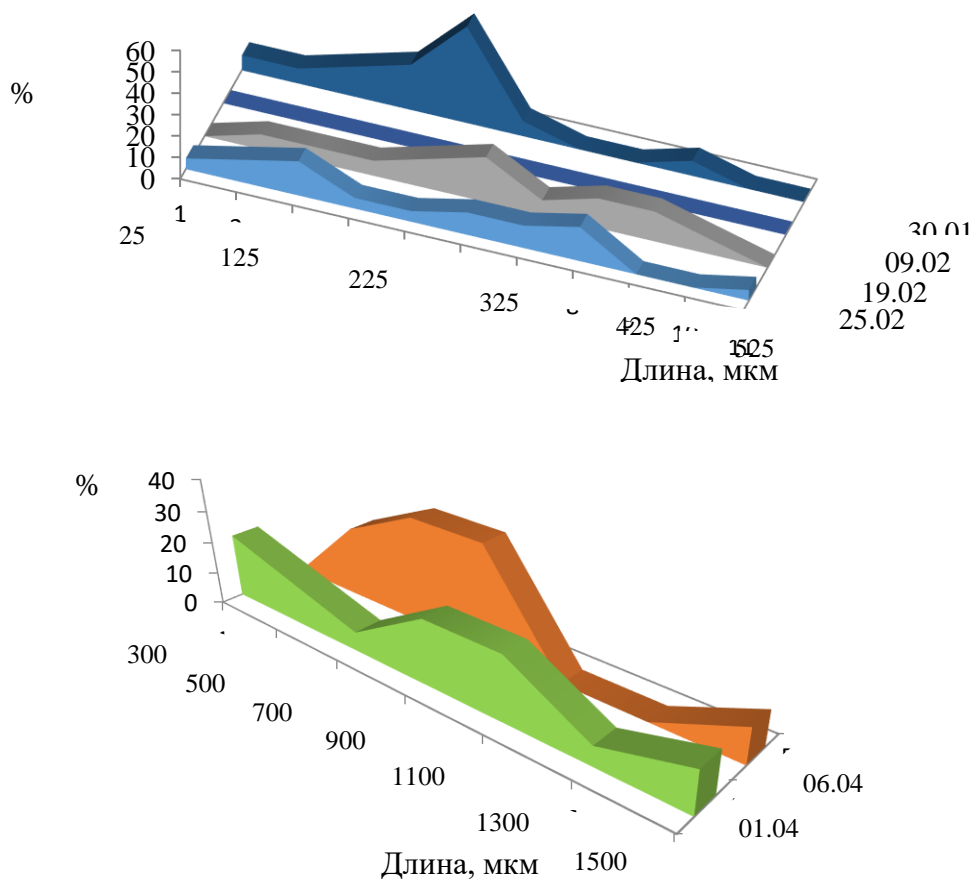


Рисунок 6 – Распределение длины проростков ульвы в период активного продуцирования спор (30.01 – 25.02.20) и его завершения (1.04 – 6.04.20)

Максимальный вегетативный рост водоросли – 4,0-4,5 % в сутки отмечается в периоды отсутствия интенсивного плодоношения. Для водорослей рода *Ulva* характерно «переключение» с еженедельного воспроизводства на двухнедельное и более длительный период при ухудшении условий, таких как более низкая освещенность и более низкая или слишком высокая температура. Проростки ульвы достаточно быстро развиваются и хорошо растут в лабораторных условиях, выдерживая значительные колебания параметров среды (солености и освещенности), достигая товарного размера (массы) за

6–8 месяцев выращивания. Регулируя условия среды, вполне возможно корректировать интенсивность роста биомассы и плодоношения, получая не только значительный прирост талломов водоросли, но и молодые пластинчатые или нитчатые формы ульвы из проростков.

Список использованной литературы:

1. Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. Ботаника. Водоросли и грибы. Т. 2 М.: Издательский центр «Академия», 2006. 320 с.
2. Milchakova N.A. Marine Plants of the Black Sea. An Illustrated Field Guide. Sevastopol: DigitPrint, 2011. 144 p.
3. AlgaeBase: Listing the World's Algae. URL: <https://www.algaebase.org> (дата обращения: 05.05.2021).
4. Тумлянов Э. А., Тумлянова Т.В. Морские растения стран Азиатско-Тихоокеанского региона, их использование и культивирование. Владивосток: Дальнаука, 2012. 337 с.
5. Битютская О.Е., Булли Л.И., Донченко Л.В. Исследование биологии и пищевой ценности *Ulva rigida* C. Ag. как перспективного объекта марикультуры // Рыбное хозяйство. 2020. № 4. С. 94-100.
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. Lüning K., Kadel P. Control of reproduction rhythmicity by environmental and endogenous signals in *Ulva pseudocurvata* (Chlorophyta) // Journal of Phycology. 2008. Vol. 44. P. 866-873.
10. Antica M., Marcenko E. Growth and differentiation of *Ulva rigida* C. Agardh in vitro // Acta Bot. Croat. 1984. Vol. 43. P. 43-48.
11. Воскобойников Г.М. Механизмы адаптации, регуляции роста и перспективы использования макрофитов Баренцева моря: автореферат дис. ... докт. биол. наук: 25.00.28 / Григорий Михайлович Воскобойников. Мурманск: ММБИ, 2006. 46 с.
12. Пуговкин Д.В. Эпифитные бактериоцены *Fucus vesiculosus* L. Баренцева моря и их роль в дегенерации нефтяных загрязнений: дис. ... канд. биол. наук: 25.00.28 / Дмитрий Витальевич Пуговкин. Мурманск: ММБИ, 2016. 146 с.
13. Хайлов К.М. Экологический метаболизм в море. К.: Наукова думка, 1971. 252 с.
14. Tujula N.A. Analysis of the epiphytic bacterial community associated with the green alga *Ulva australis*. University of New South Wales, 2006. 178 p.
15. Fries L. Some observations on the morphology of *Enteromorpha linza* (L.) J. Ag. and *Enteromorpha compressa* (L.) Grev. in axenic culture // Bot. Mar. 1975. Vol. 18. P. 251-253.
16. Provasoli L., Pintner I.J. Bacteria induced polymorphism in an axenic laboratory 591 strain of *Ulva lactuca* (Chlorophyceae) // J. Phycol. 1980. Vol. 16. P. 196-200.
17. Nakanishi K., Nishijima M., Nishimura M., Kuwano K., Saga N. Bacteria that induce morphogenesis in *Ulva pertusa* (Chlorophyta) grown under axenic conditions // Journal of Phycology. 1996. Vol. 32. P. 479-482.
18. Marshall K., Joint I., Callow M.E., Callow J.A. Effect of marine bacterial isolates on the growth and morphology of axenic plantlets of the green alga *Ulva linza* // Microbial. Ecology. 2006. Vol. 52. P. 302-310.
19. Singh R.P., Reddy C.R.K. Seaweed-microbial interactions: key functions of seaweed-associated

- bacteria // FEMS Microbiol. Ecol. 2014. Vol. 88. P. 213-230.
20. Waite T.D., Mitchell R. Some benevolent and antagonistic relationships between *Ulva lactuca* and its microflora // Aquatic Botany. 1976. Vol. 2. P. 13-22.
21. Harrison P.G. Growth of *Ulva fenestrata* (Chlorophyta) in microcosmos rich in *Zostera marina* (Anthrophyta) detritus // Phycol. 1978. Vol. 14. P. 100-103.
22. Okuda T., Yamasaki M. Successive-day fruiting of *Ulva pertusa* // J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 1977. Vol. 22. P. 45-47.
23. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. К.: Наукова думка, 1975. 247 с.

References:

1. Belyakova G.A., Dyakov Yu.T., Tarasov K.L. *Botanika. Vodorosli i gribyi* [Botany. Algae and fungi]. Vol. 2. Moscow, Izdatelskiy tsentr «Akademiya» Publ., 2006, 320 p. (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. *AlgaeBase: Listing the World's Algae. (In English)*. Available at: <https://www.algaebase.org> (accessed 05.05.2021).
4. Titlyanov E. A., Titlyanova T.V. *Morskie rasteniya stran Aziatsko-Tihookeanskogo regiona, ih ispolzovanie i kultivirovanie* [Marine plants of the Asia-Pacific region, their use and cultivation]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2012, 337 p. (In Russian).
5. Bityutskaya O.E., Bulli L.I., Donchenko L.V. Issledovanie biologii i pischevoy tsennosti *Ulva rigida* C. Ag. kak perspektivnogo ob'ekta marikulturyi [Study of the biology and nutritional value of *Ulva rigida* C. Ag. as a promising object of mariculture]. *Ryibnoe hozyaystvo* [Fisheries], 2020, no. 4, pp. 94-100. (In Russian).
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, pp. 681. (In English).
9. Lüning K., Kadel P. Control of reproduction rhythmicity by environmental and endogenous signals in *Ulva pseudocurvata* (Chlorophyta). *Journal of Phycology*, 2008, vol. 44, pp. 866-873. (In English).
10. Antica M., Marcenko E. Growth and differentiation of *Ulva rigida* C. Agardh in vitro. *Acta Bot. Croat.*, 1984, vol. 43, pp. 43-48. (In English).
11. Voskoboinikov G.M. *Mekhanizmy adaptacii, regulyacii rosta i perspektivy ispol'zovaniya makrofitov Barenceva moray. Avtoref. diss. ... doct. biol. nauk* [Mechanisms of adaptation, growth regulation and prospects for the use of macrophytes in the Barents Sea. Dr. biol. sci. diss. abstr. Murmansk, 2006, 46 p. (In Russian).
12. Pugovkin D.V. *Epifitnye bakteriocenozy Fucus vesiculosus L. Barenceva morya i ih rol' v degeneracii neftyanyh zagryaznenij. Diss. ... kand. biol. nauk* [Epiphytic bacteriocenoses of *Fucus vesiculosus* L. of the Barents Sea and their role in the degeneration of oil pollution. Cand. biol. sci. diss.]. Murmansk, 2016, 146 p. (In Russian).
13. Khailov K.M. *Ecological metabolism at sea* [Ecological metabolism in the sea]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1971, 252 p. (In Russian).
14. Tujula N.A. *Analysis of the epiphytic bacterial community associated with the green alga *Ulva australis**. University of New South Wales, 2006, pp. 178. (In English).
15. Fries L. Some observations on the morphology of *Enteromorpha linza* (L.) J. Ag. and *Enteromorpha compressa* (L.) Grev. in axenic culture. *Bot. Mar.*, 1975, vol. 18, pp. 251-253. (In English).
16. Provasoli L., Pintner I.J. Bacteria induced polymorphism in an axenic laboratory 591 strain of

- Ulva lactuca* (Chlorophyceae). *J. Phycol.*, 1980, vol. 16, pp. 196-200. (In English).
17. Nakanishi K., Nishijima M., Nishimura M., Kuwano K., Saga N. Bacteria that induce morphogenesis in *Ulva pertusa* (Chlorophyta) grown under axenic conditions. *Journal of Phycology*, 1996, vol. 32, pp. 479-482. (In English).
  18. Marshall K., Joint I., Callow M.E., Callow J.A. Effect of marine bacterial isolates on the growth and morphology of axenic plantlets of the green alga *Ulva linza*. *Microbial. Ecology*, 2006, vol. 52, pp. 302-310. (In English).
  19. Singh R.P., Reddy C.R.K. Seaweed-microbial interactions: key functions of seaweed-associated bacteria. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 2014, vol. 88, pp. 213-230. (In English).
  20. Waite T.D., Mitchell R. Some benevolent and antagonistic relationships between *Ulva lactuca* and its microflora. *Aquatic Botany*, 1976, vol. 2, pp. 13-22. (In English).
  21. Harrison P.G. Growth of *Ulva fenestrata* (Chlorophyta) in microcosmos rich in *Zostera marina* (Anthrophyta) detritus. *Phycol.*, 1978, vol. 14, pp. 100-103. (In English).
  22. Okuda T., Yamasaki M. Successive-day fruiting of *Ulva pertusa*. *J. Fac. Agr.*, Kyushu Univ., 1977, vol. 22, pp. 45-47. (In English).
  23. Kalugina-Gutnik A. A. *Phytobenthos of the Black Sea* [Phytobenthos of the Black Sea]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1975, 247 p. (In Russian).

#### Сведения об авторах / Information about authors

<b>Битютская Ольга Евгеньевна</b>	канд. техн. наук, доцент, заведующий 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 food technology Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 olha98306@yandex.ru
<b>Булли Любовь Ивановна</b>	канд. биол. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
Bulli Lubov Ivanovna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of food technology Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
<b>Мазалова Наталья Федоровна</b>	канд. наук гос. упр, старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
Mazalova Natalya Fedorovna	Ph.D. (Engin.), Senior Lecturer of the Department of Food Technology Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
<b>Семёнова Алла Сергеевна</b>	магистрант 1-го курса направления подготовки «Продукты питания животного происхождения» Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
Semyonova Alla Sergeevna	1st year master's degree student the of the training direction "Animal food products" Kerch State Marine Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82