

СОДЕРЖАНИЕ ВОДНОГО ГИАЦИНТА (*EICHHORNIA CRASSIPES*) В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА

И.Н. ЧУБЧИКОВА;

С.А. ЩЕРБАНЬ, кандидат биологических наук

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины

В условиях прогрессирующего загрязнения водоемов все большее значение приобретает эффективная очистка хозяйственно-бытовых и промышленных стоков. В этой связи особый интерес вызывают биологические методы, в частности использование высшей водной растительности, санитарно-биологическая роль которой в процессах самоочищения водоемов чрезвычайно велика [2].

Водный гиацинт – *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms., сем. *Pontederiaceae* – нетрадиционный для наших широт объект, тем не менее опыт других стран дает основание использовать его в системе очистки сточных вод в качестве основного или дополнительного фактора. Благодаря своим морфологическим (мощная корневая система, хорошо развитая надводная часть с широкими листьями), экологическим (высокая плотность зарослей благодаря быстрому вегетативному размножению) и физиологическим (высокие темпы поглощения минеральных и органических веществ) свойствам это растение служит надежным барьером для взвешенных частиц [5, 8], растворенных неорганических веществ (включая цианиды) [1, 5, 6, 8, 13], нефтяных загрязнений [12], фенола [9], тяжелых металлов [1, 3, 4, 7, 11, 14] и даже болезнетворных бактерий, значительно снижая коли-индекс [5, 13]; улучшает качество воды, повышая содержание растворенного кислорода и понижая значения БПК и ХПК на 58% и 76 % соответственно [10].

Если в тропических и субтропических регионах *E. crassipes* активно вегетирует круглый год, то в нашем климате его использование ограничено теплым временем года, и зимовать растения должны в закрытых помещениях, температура и освещенность в которых позволила бы им нормально расти и вегетировать. Цель настоящей работы заключалась в изучении особенностей роста *E. crassipes* в условиях критически низких для этого вида температур, а также наблюдение за его ростом при содержании на искусственной питательной среде в зимний период с целью сохранения банка растений и последующего использования их в системе очистки.

Материалы и методы

С целью поиска условий, наиболее благоприятных для перезимовки водного гиацинта, был проведен следующий эксперимент. В качестве питательной среды использовали среду Кнопа, традиционно применяемую в гидропонике. Содержание азота, способствующего вегетативному размножению, увеличили вдвое; кроме того, азотнокислый кальций заменили аммонийной селитрой.

Контролем служили растения, содержащиеся на водопроводной воде без добавок. И контрольный, и экспериментальный культиваторы имели объем 160 л с площадью водной поверхности 1,107 кв.м. Над ними располагались 2 лампы ДРЛ-700 мощностью по 700 Вт, что обеспечивало освещенность от 8 до 16 клк (в зависимости от удаленности от лампы), температура колебалась в диапазоне от 17,4 до 23,3 °С. Для контроля были отобраны 60 здоровых среднего размера растений общим весом 3,31 кг; для эксперимента – 60 растений общим весом 3,33 кг. Плотность посадки в контроле составляла 54,2 экз·м⁻², или 2,99 кг·м⁻², а в эксперименте – 54,2 экз·м⁻², или 3,00 кг·м⁻². Раз в неделю растения пересчитывали и взвешивали; 10% среды сливали и добавляли свежей.

По результатам измерений и взвешиваний рассчитывали удельную скорость роста массы (μ_m) и вегетативного размножения (μ_n) водного гиацинта по формулам [6]:

$$\mu_m = \ln \frac{m_T}{m_{T_0}} / (T - T_0), \text{ сут.}^{-1}, \tag{1}$$

$$\mu_n = \ln \frac{n_T}{n_{T_0}} / (T - T_0), \text{ сут.}^{-1}, \text{ где} \tag{2}$$

m – масса, г или кг;
 n – численность, экз.;
 T – время, сутки.

В ходе эксперимента были выделены три стадии, на каждой из которых рассчитывали удельные скорости вегетативного размножения (μ_n) и удельные скорости роста биомассы растений (μ_m) в контроле и в эксперименте.

Результаты и обсуждение

Первая стадия эксперимента длилась 35 суток. За это время количество растений в контроле увеличилось от 60 до 75 экз. ($\mu_n=0,006 \text{ сут.}^{-1}$), в эксперименте – от 60 до 202 экз. ($\mu_n=0,034 \text{ сут.}^{-1}$), а вес растений – в контроле от 3,31 до 5,80 кг ($\mu_m=0,016 \text{ сут.}^{-1}$), в эксперименте – от 3,33 до 5,40 кг ($\mu_m=0,013 \text{ сут.}^{-1}$). Изменение удельных скоростей вегетативного размножения и роста биомассы на протяжении первой стадии эксперимента представлено на рис. 1 и 2. Биомасса контрольных растений увеличивалась при небольшой, но достаточно стабильной скорости вегетативного размножения; растения выглядели здоровыми, на четвертую неделю начали цвести. В экспериментальном культиваторе увеличение количества и массы растений происходило неравномерно. Кроме того, избыток биогенов привел к развитию зеленых микроводорослей, пленка которых покрывала поверхность воды и частично нижние листья, а сами растения были мелкими, листья многих приобрели желтоватый оттенок.

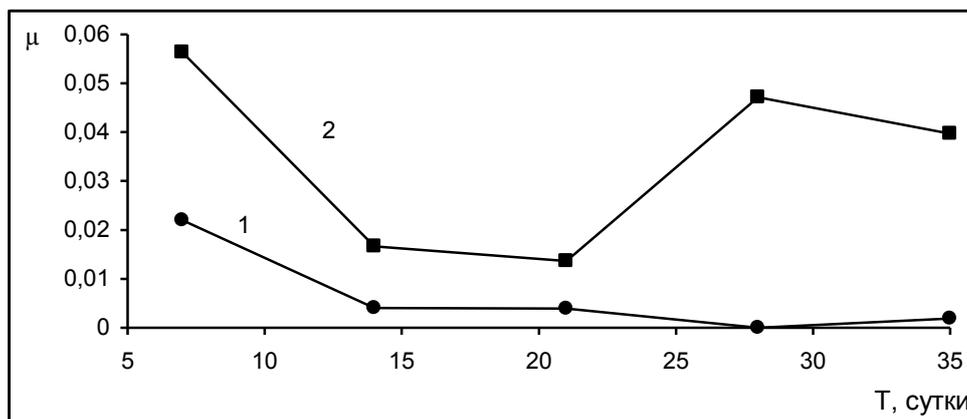


Рис.1. Динамика удельной скорости вегетативного размножения *E. crassipes* на среде Кнопа (первая стадия эксперимента): 1 – контроль, 2 – эксперимент.

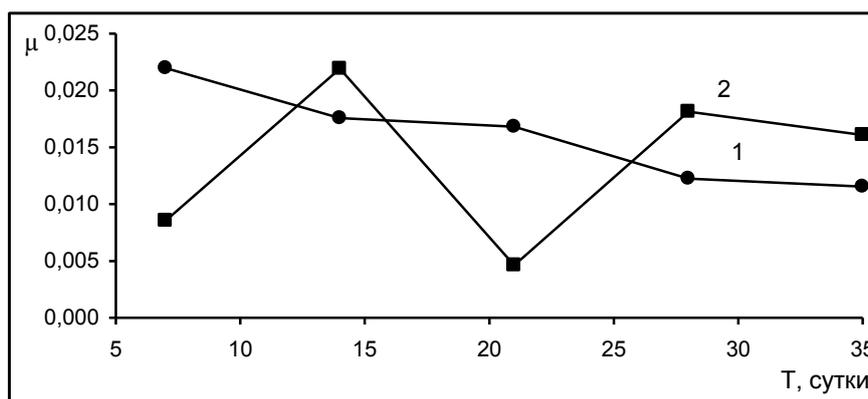


Рис.2. Динамика удельной скорости роста биомассы *E. crassipes* на среде Кнопа (первая стадия эксперимента): 1 – контроль, 2 – эксперимент.

Вторая стадия заключалась в том, что одна часть экспериментальных растений была переведена на содержание в водопроводной воде без добавок, а вторая оставлена на среде Кнопа. Для этого экспериментальный культиватор был разделен на два изолированных культиватора объемом 80 л с площадью поверхности 0,55 кв.м. В каждом культиваторе, включая контрольный, было оставлено по 60 экз., что составило 4,99 кг в контрольном, 1,79 кг в первом экспериментальном (переведенном на воду без добавок) и 1,55 кг во втором экспериментальном (оставленном на питательной среде) культиваторах. Через 35 суток (продолжительность второй стадии) количество растений увеличилось до 61 экз. в контрольном, 101 экз. в первом экспериментальном и 69 экз. во втором экспериментальном культиваторах, т.е. удельная скорость вегетативного размножения μ_n за этот период составила 0,001, 0,015 и 0,004 сут.⁻¹, соответственно. Масса растений составляла 6,18 кг в контрольном, 2,48 кг в первом экспериментальном и снизилась до 1,48 кг во втором экспериментальном культиваторах, т.е. μ_m имела значения 0,006, 0,009 и -0,001 сут.⁻¹, соответственно. При этом в контроле растения продолжали цвести, в первом экспериментальном культиваторе приобрели ярко-зеленую окраску, а во втором экспериментальном культиваторе угнетенность растений усилилась настолько, что общий их вес уменьшился по сравнению с начальным.

Дальнейшие наблюдения за ростом и развитием растений позволили выделить третью стадию эксперимента, которая длилась 21 сутки. За это время в контроле и в двух экспериментальных культиваторах количество растений увеличилось до 68, 121 и 139 экз. соответственно, а их вес – до 7,01 кг, 3,32 кг и 2,43 кг соответственно. Интересно, что во втором экспериментальном культиваторе водный гиацинт адаптировался к длительному нахождению в среде с повышенным содержанием биогенов, рос и вегетировал гораздо активнее, чем в контрольном и первом экспериментальном культиваторах ($\mu_n=0,033$ сут.⁻¹ против 0,005 и 0,008 сут.⁻¹; и $\mu_m=0,024$ сут.⁻¹ против 0,006 и 0,014 сут.⁻¹). Растения в этом культиваторе приобрели здоровую зеленую окраску, корневая система стала более мощной из-за появления новых корней. Изменение удельной скорости вегетативного размножения и роста биомассы гиацинта в течение второй и третьей стадий эксперимента представлено на рис 3 и 4.

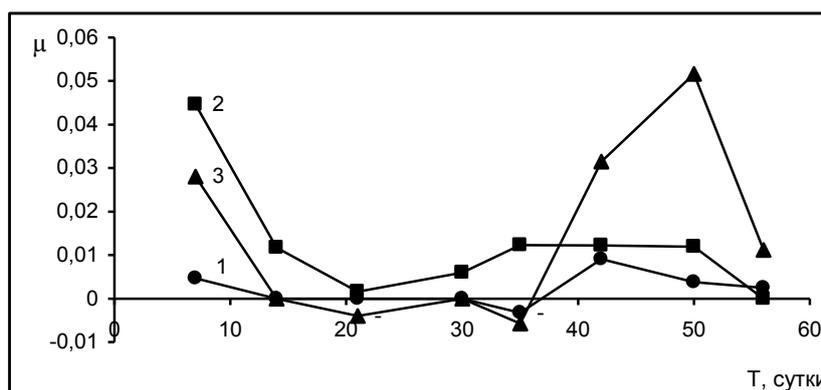


Рис.3. Динамика удельной скорости вегетативного размножения *E. crassipes* на среде Кнопа (вторая и третья стадии эксперимента): 1 – контроль, 2 – первый экспериментальный культиватор, 3 – второй экспериментальный культиватор.

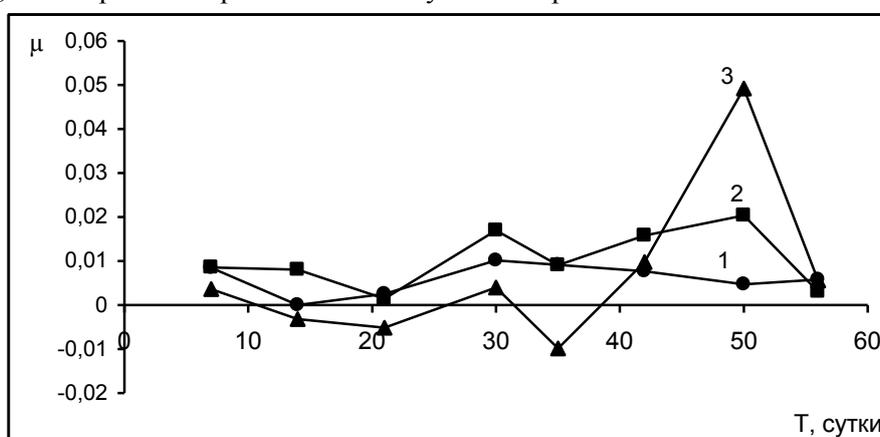


Рис.4. Динамика удельной скорости роста биомассы *E. crassipes* на среде Кнопа (вторая и третья стадии эксперимента). 1-контроль, 2- первый экспериментальный культиватор, 3 – второй экспериментальный культиватор.

Из полученных данных видно, что в условиях температурного диапазона 17,4-23,3 °С и освещенности 8-16 кЛк водный гиацинт, растущий на воде без добавок, не только сохраняет жизнеспособность, но и набирает вес, развивает мощную корневую систему, даже цветет (26 цветущих растений), хотя вегетативное размножение протекает с очень низкой удельной скоростью. Питательная среда с повышенным содержанием азота способствует активному вегетативному размножению, однако слишком длительное нахождение растений в избыточной питательной среде угнетает их, особенно корневую систему. Поэтому, несмотря на последующую адаптацию растений во втором экспериментальном культиваторе, представляется целесообразным первый месяц содержать водный гиацинт в среде с достаточно высоким содержанием биогенов. Это стимулирует вегетативное размножение (в то же время растения получают возможность создать запас питательных веществ). Затем эйхорнию необходимо перевести на воду без добавок (сохранив при этом уровень температуры и освещенности), что позволит многочисленным молодым растениям увеличить массу и развить довольно сильную корневую систему.

Список литературы

1. Брайловская В.Л., Якубовский К.Б., Попова А.И. О влиянии высшей водной растительности на качество воды водоемов-приемников сточных вод цветной металлургии // Вод. ресурсы. – 1989. – 4. – С. 135-143.
2. Мережко А.И. Роль высших водных растений в самоочищении водоемов // Гидробиол. журн. – 1973. – 2. – С. 118-125.

3. Akcin G., Saltabas O., Afsar H. Removal of lead by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) // J. Environ. Sci. Health, Part A: Environ. Sci. Eng., 1994. – A 29, N 10. – P. 2177-2183.
4. Delgado M., Bigeriego M., Guardiola E. Uptake of Zn, Cr and Cd by water hyacinth // Water Resour. Bull. – 1993. – 27, N 2. – P. 269-272.
5. Gebra C.P., Straub T.M., Rose J.B. et al. Water quality study of graywater treatment systems // Water Resour. Bull. – 1995. – 31, N 1. – P. 109-116.
6. Granato M. Cyanide degradation by water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. // Biotechnol. Lett. – 1993. – 15, N 10. – P. 1085-1090.
7. James R., Jancypattu V., Devakiamma G. et al. Impact of sublethal levels of mercury on glycogen and selected respiratory enzymes in *Heteropneustes fossilis* and role of water hyacinth in reduction of Hg toxicity // Indian J. Fish. – 1991. – 38, N 4. – P. 249-252.
8. Jantrarotai P. Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and water pennywort (*Hydrocotyle ranunculoides*) use in treatment of poultry wastewater // Diss. Abst. Int. Pt. B. Sci. and Eng. – 1991. – 51, N 11. – 89 p.
9. Nor Y.M. Phenol removal by *Eichhornia crassipes* in the presence of trace metals // Water Resour. Bull. – 1994. – 28, N 5. – P. 1161-1166.
10. Ruan Yong Gang, Liu Guang Liang. Purification of CTMP effluent by combined anaerobic and water hyacinth treatment // Appita J. – 1993. – 46, N 3. – P. 187-190.
11. Saltabas O., Akcin G. Removal of chromium, copper and nickel by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) // Toxicol. Environ. Chem. – 1994. – 41, N 3-4. – P. 131-134.
12. Tang S.Y., Lu Xian-Wen. The use of *Eichhornia crassipes* to cleanse oil-refinery wastewater in China // Ecol. eng. – 1993. – 2, N. 3. – P. 243-251.
13. Xu H., Wang B., Yang Q. et al. Treatment of domestic sewage in macrohydrophyte ponds // Water Quality International – 92. – Suzuki M. – 1992. – 26, N 1-12. – P. – 1639-1649.
14. Zaranyika M.F., Ndapwadza T. Uptake of Ni, Zn, Fe, Co, Cr, Pb, Cu and Cd by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Mukuvisi and Manyame Rivers, Zimbabwe // J. Environ. Sci. Health, Part A: Environ. Sci. Eng. – 1995. – A 30, N 1. – P. 157-169.

Maintenance of water hyacinth *Eichhornia crassipes* indoors during cold season

I.N. Chubchikova, S.A. Shcherban

Water hyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. is a heat-loving tropical plant, perspective for use in sewage purification. Maintenance conditions for it during cold season (winter 1999-2000 year) indoors in order to preservation banks of plants for utilization in purification systems were described. Specific growth rate of *E. crassipes* biomass and vegetative reproduction in nutrients at artificial illumination was present.