

СТАТЬЯ

УДК 574.5

**ВЛИЯНИЕ СРОКА СБОРА ПРИРОСТА БИОМАССЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ
ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ****Раимбеков К.Т.***Ошский гуманитарно-педагогический институт имени А.С. Мырсабекова,
Ош, e-mail: turgunovich67@bk.ru*

У большинства высших водных растений в ходе эволюционного развития выработалась периодичность в процессе исторического развития и роста. В статье представлены результаты экспериментального исследования по изучению влияния срока сбора прироста биомассы на урожайность представителей высших водных растений *Eichhornia crassipes*, *Potamogeton crispus*, *Azolla caroliniana*, *Elodea canadensis* и *Vallisneria spiralis* и продуктивности вышеотмеченных водных макрофитов в условиях города Ош. Доказано, что наилучший рост и накопление биомассы отмечается при сборе биомассы через каждые 3 дня. Полученные в ходе исследования результаты показали, что при ежедневном сборе среднесуточный прирост биомассы замедляется. Это объясняется тем, что при ежедневном сборе растения механически повреждаются. Прирост биомассы изученных видов растений также снижается при отсутствии регулярного сбора прироста. Необходимо обратить внимание на то, что изученные виды высших водных растений интенсивно растут и дают максимальный прирост сырой биомассы в летние месяцы (июнь-август). С приходом холодов (октябрь) и ранневесенних месяцев (май) рост и накопление биомассы этих водных растений замедляется. Анализ проведенных опытов показал, что вышеотмеченные представители высших водных растений в природных условиях г. Ош потенциально могут быть применены для очистки загрязненных вод в течение шести месяцев. Лучший рост отмеченных водных растений отмечался также в стоках, куда регулярно сбрасывались загрязненные воды птицефабрик, свиноферм и других животноводческих комплексов. Рекомендуем учитывать свойства этих растений при разработке методов их культивирования.

Ключевые слова: водный макрофит, биомасса, температура, устойчивость, экологический фактор, прирост

**INFLUENCE OF THE HARVEST PERIOD OF BIOMASS GROWTH
ON THE YIELD OF HIGHER AQUATIC PLANTS****Raimbekov K.T.***Osh humanitarian and pedagogical Institute named after A.S. Myrsabekov,
Osh, e-mail: turgunovich67@bk.ru*

Most of the higher aquatic plants in the process of their evolutionary development developed periodicity in the processes of historical development and growth. The article presents the results of an experimental study on the effect of the harvest period of biomass growth on the yield of higher aquatic plants *Eichhornia crassipes*, *Potamogeton crispus*, *Azolla caroliniana*, *Elodea canadensis* and *Vallisneria spiralis* and the productivity of the above-mentioned aquatic macrophytes in the city of Osh. It is proved that the best growth and accumulation of biomass is observed when collecting biomass every 3 days. The results obtained during the study showed that the average daily growth of biomass slows down with daily harvesting. This is due to the fact that the daily collection of plants is mechanically damaged. The increase in the biomass of the studied plant species is also reduced if there is no regular collection of growth. It should be noted that the studied species of higher aquatic plants grow rapidly and give the maximum increase in raw biomass in the summer months (June-August). With the arrival of the cold months of the year (October) and the early spring months (may), the growth and accumulation of biomass of these aquatic plants slows down. The analysis of the conducted experiments showed that the above-mentioned representatives of higher aquatic plants in the natural conditions of Osh can be potentially used for the treatment of polluted waters within six months. The best growth of these aquatic plants was also observed in drains where polluted water from poultry farms and other livestock complexes was regularly discharged. Please consider the saprobity of these plants in the development of methods for their cultivations.

Keywords: aquatic macrophyte, biomass, temperature, stability, environmental factor, growth

В настоящее время влияние антропогенных факторов на биосферу с каждым годом возрастает. Нам известно, что водные экосистемы считаются очень чувствительными к действию различных антропогенных факторов. В ряде работ показано, что основными отрицательными факторами, действующими на водные растения, являются антропогенные и природные. К неблагоприятным природным факторам относятся: сукцессионная смена фитоценозов, клима-

тические изменения, вытеснение одних видов растений другими, изменение водного режима среды обитания. Отрицательные антропогенные факторы включают: изменение водного режима природных водоемов в результате гидромелиоративных работ, резкое изменение условий среды обитания вследствие эвтрофирования и загрязнения, интенсивный сбор биомассы охраняемых видов водных макрофитов, повреждение зарослей водных растений моторным транс-

портом. Срок сбора прироста растений эффективно влияет на продуктивность [1].

Нельзя не заметить, что исследования, посвященные изучению адаптационных особенностей водных макрофитов в условиях максимальных антропогенных нагрузок на природные экосистемы воды, вызывают теоретический интерес и представляют наибольшее практическое значение, так как считаются научной основой для биомониторинга загрязненных различными отходами водных объектов и их фиторемедиации [2].

Таким образом, считается актуальным исследование механизмов устойчивости водных растений к загрязнению природных вод. В доступной литературе удалось обнаружить весьма многочисленные данные о научных исследованиях, направленных на изучение механизмов устойчивости, которые образуются непосредственно в естественных местах обитания высших водных растений в условиях антропогенного воздействия [3].

Vallisneria spiralis – относится к семейству Hydrocharitaceae и считается одним из самых распространенных видов водных растений. В ряде работ показано, что *Vallisneria spiralis* широко распространена в субтропических и тропических местностях. Это растение чаще всего встречается в водоемах Средней Азии и на юге США [4].

Potamogeton crispus широко распространен в нетропической зоне обоих полушарий и принадлежит к семейству Potamogetonaceae. Распространен в водоемах и слабопроточных водах Скандинавии, Кореи, Средней и Атлантической Европы, Центральной Азии, юга Африки, юго-востока Австралии, Северной Америки, России, Республики Коми [5].

Elodea canadensis встречается в пресных водоемах Евразии, Африки, Австралии, Канады, США, Новой Зеландии, Мексики, России. Оптимальными условиями для культивирования *Elodea canadensis* считаются илистый грунт, песчаные почвы, слабощелочные калийные и гидрокарбонатно-натриевые воды. *Elodea canadensis* в прибрежных частях водоемов очень быстро образует сплошной ковер [6].

Eichhornia crassipes (сем. Pontederiaceae) – пантропическое, многолетнее, высшее водное растение. Распространено в водоемах Азии, Северной, Южной и Центральной Америки, Африки, Европы и Австралии [7].

Azolla caroliniana – водный папоротник семейства Azollaceae. Ареал его охватывает пруды, водоемы и реки с медленным течением Южной, Северной и Центральной Америки. *Azolla caroliniana* однолетнее растение, а растения, произрастающие в есте-

ственных водоемах с тропическим режимом – многолетние. Азоллу каролинскую необходимо культивировать при температуре воды 12–28 °С и при ярком освещении. При температуре ниже 16 °С рост этого растения останавливается и листочки начинают загнивать [8].

Целью исследования было изучить и обобщить данные по некоторым основным показателям влияния срока сбора прироста биомассы на урожайность высших водных растений.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования послужили представители водных макрофитов, относящиеся к различным отделам. Среди них представители полностью погруженных укореняющихся растений – *Vallisneria spiralis*, *Potamogeton crispus* и *Elodea canadensis*, а также представители макрофитов, свободно плавающих на поверхности – *Eichhornia crassipes* Solms., *Azolla caroliniana*. Эти растения выращивали на открытом, сравнительно оптимально освещаемом и прогреваемом опытном участке. Бассейны для выращивания водных макрофитов были сделаны из деревянных досок. Глубина каждого бассейна составляла 60–70 см и площадь водной поверхности – 1 м². В качестве питательной среды для выращивания опытных растений были применены сточные воды ферм по выращиванию крупного рогатого скота в следующих концентрациях:

1. Для культивирования *Eichhornia crassipes* и *Potamogeton crispus* – сточная вода 75 % + водопроводная вода 25 %.

2. Для *Azolla caroliniana* и *Elodea canadensis* – сточная вода 50 % + водопроводная вода 50 %.

3. Для *Vallisneria spiralis* – сточная вода 25 % + водопроводная вода 75 %.

В специально оснащенных лабораториях было проведено несколько научных экспериментов для подбора оптимальной концентрации питательных сред для культивирования вышеназванных растений. Во время проведения эксперимента температура воздуха было в пределах 26–36 °С, температура воды 17–24 °С, рН 6–7.

Результаты исследования и их обсуждение

Начиная с 2018 г. мы стали детально исследовать влияние срока сбора биомассы на урожайность *Eichhornia crassipes*, *Potamogeton crispus*, *Azolla caroliniana*, *Elodea canadensis*, *Vallisneria spiralis* с целью определения наиболее оптимального срока сбора биомассы (таблица).

Влияние срока сбора прироста биомассы на урожайность высших водных растений
(среда: сточная вода фермы по выращиванию крупного рогатого скота)

№	Вариант	Плотность биомассы, г/м ²	Сроки сбора, прирост биомассы (сырой вес), г/м ²									Биомасса за 10 дней, г/м ²	Прирост за 10 дней, г/м ²	Суточ. прирост, г/м ²	
			21.07	22.07	23.07	24.07	25.07	26.07	27.07	28.07	29.07				30.07
<i>Eichhornia crassipes</i> (среда: сточная вода 75% + водопроводная вода 25%)															
1	Ежедневный сбор	2000	3235,6 ± 235,6	3567,2 ± 331,6	3985,5 ± 418,3	4257,7 ± 272,2	4476,9 ± 219,2	4732,2 ± 255,3	4945,3 ± 213,1	5288,4 ± 343,1	5356,7 ± 168,3	5537,5 ± 180,8	5537,5 ± 263,7	3537,5 ± 218,8	353,7 ± 0,41
2	Сбор через каждые 3 дня	2000	-	-	3312,4 ± 131,4	-	-	4724,9 ± 141,5	-	-	-	6125,3 ± 140,4	6125,3 ± 137,7	4125,3 ± 92,8	412,5 ± 0,37
3	Сбор только в конце опыта	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	5815,8 ± 144,7	5815,8 ± 144,7	3815,8 ± 99,8	381,6 ± 0,29	
<i>Azolla caroliniana</i> (среда: сточная вода 50% + водопроводная вода 50%)															
1	Ежедневный сбор	700	765,8 ± 65,8	834,6 ± 68,8	918,7 ± 84,1	1005,2 ± 86,5	1072,6 ± 67,4	1141,5 ± 68,9	1221,4 ± 79,9	1305,8 ± 84,4	1487,5 ± 81,7	1535,4 ± 47,9	1535,4 ± 73,5	835,4 ± 33,5	83,5 ± 0,33
2	Сбор через каждые 3 дня	700	-	-	945,3 ± 45,3	-	-	1435,6 ± 90,3	-	-	-	1815,7 ± 80,1	1815,7 ± 71,9	1115,7 ± 32,8	111,6 ± 0,43
3	Сбор только в конце опыта	700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1674,3 ± 81,6	1674,3 ± 81,6	97,4 ± 0,24	
<i>Elodea canadensis</i> (среда: сточная вода 50% + водопроводная вода 50%)															
1	Ежедневный сбор	3000	3396,6 ± 396,6	3789,3 ± 392,7	4287,8 ± 498,5	4605,5 ± 317,7	5011,2 ± 405,7	5491,6 ± 480,4	5876,9 ± 385,3	6455,7 ± 578,8	7055,5 ± 599,8	7457,0 ± 401,5	7457,0 ± 445,7	4457,0 ± 179,2	445,7 ± 0,52
2	Сбор через каждые 3 дня	3000	-	-	4485,4 ± 485,4	-	-	6278,7 ± 793,3	-	-	-	8256,0 ± 977,3	8256,0 ± 752,0	5256,0 ± 302,3	525,6 ± 0,38
3	Сбор только в конце опыта	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7784,0 ± 652,4	7784,0 ± 652,4	478,4 ± 0,41	
<i>Rotatogeton crispus</i> (среда: сточная вода 75% + водопроводная вода 25%)															
1	Ежедневный сбор	3000	3356,9 ± 356,9	3793,2 ± 436,3	4236,6 ± 443,4	4788,6 ± 552,0	5292,8 ± 504,2	5722,4 ± 429,6	6207,7 ± 485,3	6784,3 ± 576,6	7235,8 ± 451,5	7654,4 ± 418,6	7654,4 ± 465,4	465,4 ± 187,1	46,5 ± 0,47
2	Сбор через каждые 3 дня	3000	-	-	4476,5 ± 476,5	-	-	6113,4 ± 636,9	-	-	-	8086,7 ± 973,3	8086,7 ± 695,5	5086,7 ± 279,6	508,7 ± 0,47
3	Сбор только в конце опыта	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7855,8 ± 544,7	7855,8 ± 544,7	485,5 ± 218,9	48,5 ± 0,36
<i>Vallisneria spiralis</i> (среда: сточная вода 25% + водопроводная вода 75%)															
1	Ежедневный сбор	4000	4545,6 ± 545,6	5167,4 ± 621,8	5833,6 ± 686,2	6467,7 ± 634,1	7172,3 ± 704,6	7792,8 ± 620,5	8467,7 ± 674,9	9289,2 ± 821,5	9978,6 ± 689,4	10344,4 ± 365,8	10344,4 ± 636,4	6344,4 ± 246,3	634,4 ± 0,43
2	Сбор через каждые 3 дня	4000	-	-	5827,5 ± 827,5	-	-	7894,7 ± 789,6	-	-	-	10657,8 ± 763,1	10657,8 ± 793,4	6657,8 ± 307,1	665,7 ± 0,67
3	Сбор только в конце опыта	4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10471,3 ± 744,3	10471,3 ± 744,3	647,1 ± 288,0	64,7 ± 0,76

Полученные в ходе исследования результаты показали, что при ежедневном сборе среднесуточный прирост биомассы замедляется. Также прирост биомассы изученных видов растений снижается при отсутствии регулярного сбора биомассы. Одним из основных факторов, влияющих на замедление прироста растений, считается резкое увеличение их плотности. Наилучший рост и прирост биомассы отмечался при сборе биомассы через каждые 3 дня.

Нам известно, что наилучший рост и развитие водных макрофитов зависят от экологических факторов, в которых они растут. В процессе эволюционного развития у водных макрофитов выработалась периодичность. Связанная с чередованием дня и ночи, выражается снижением процессов жизнедеятельности и максимальной актив-

ности в зависимости от времени в течение суток.

Условия среды обитания бывают различными не только в зависимости от сезона и времени суток. Наибольшее влияние на водное растение оказывают температура и свет.

Город Ош, в котором проводились экспериментальные исследования, расположен на юге Кыргызстана, в восточной части Ферганской долины.

В городе Ош умеренно холодный климат и зимой сравнительно больше осадков, чем летом. Здешний климат классифицируется как Dsa системой Кеппен-Гейгера, и в течение года выпадает незначительное количество осадков.

Средняя годовая температура города Ош составляет 11,7 °С (рис. 1).

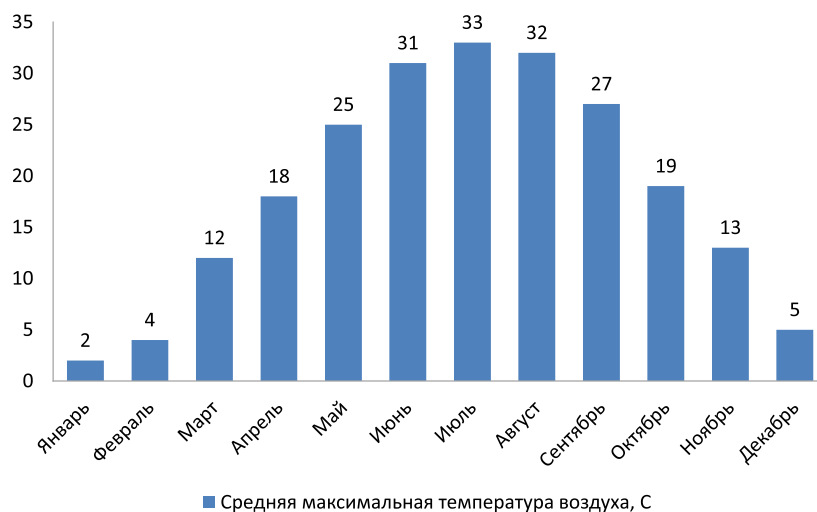


Рис. 1. Климат города Ош

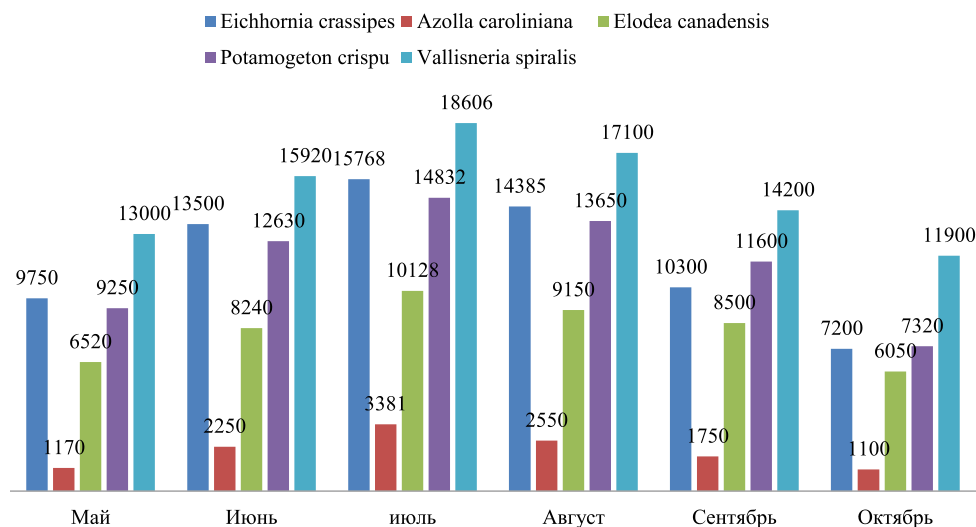


Рис. 2. Урожайность водных макрофитов в условиях города Ош

Из рис. 1 видно, что в условиях города Ош температура воздуха считается сравнительно высокой в среднем в июль, 33 °С. Низкие средние температуры отмечаются в январе, в это время средняя температура воздуха составляет 2 °С.

Мы провели ряд экспериментальных опытов по изучению продуктивности *Eichhornia crassipes*, *Potamogeton crispus*, *Azolla caroliniana*, *Elodea canadensis*, *Vallisneria spiralis* в разные времена года в условиях города Ош (рис. 2).

Анализ данного рисунка показывает, что изученные виды высших водных растений интенсивно растут и дают максимальный прирост сырой биомассы в летние месяцы (июнь-август). С приходом холодных месяцев (октябрь) и в ранневесенние месяцы (май) рост и накопление биомассы этих водных растений замедляется.

Оптимальный рост опытных растений в условиях города Ош отмечается при температурах 28–33 °С.

Выводы

1. При практическом применении *Eichhornia crassipes*, *Potamogeton crispus*, *Azolla caroliniana*, *Elodea canadensis* и *Vallisneria spiralis* для очистки загрязненных вод необходимо учитывать сроки сбора биомассы. Экспериментально доказано, что оптимальным сроком считается сбор биомассы изученных растений через каждые 3 дня.

2. Анализ проведенных экспериментов показал, что вышеотмеченные представители высших водных растений в условиях г. Ош потенциально могут быть применены для очистки загрязненных вод в течение шести месяцев.

Список литературы

1. Самбаев Н.С. Оценка гидрологического состояния р. Сырдария в пределах Кызылординской области // Вектор ГеоНаук. 2018. № 1 (3). С. 95–98.
2. Раимбеков К.Т. Воздействия додецилсульфата натрия на водный макрофит *Eichhornia crassipes* Solms // Наука. Образование. Техника. 2016. № 3–4 (57). С. 38–42.
3. Раимбеков К.Т. Изучение химического состава биомассы эйхорнии отличной до и после термической обработки // Известия ВУЗов (Кыргызстан). 2010. № 7. С. 14–16.
4. Зайнутдинова Э.М., Ягафарова Г.Г. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием водных растений // Башкирский химический журнал. 2013. № 3 (20). С. 150–152.
5. Рубцова Т.А., Прокопьева К.В. Водные сосудистые растения Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2011. № 2 (14). С. 57–65.
6. Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.Ф., Ефремов А.Н., Токарь О.Е. Элодея канадская *Elodea canadensis* (Hydrocharitaceae) на Западносибирской равнине // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 3 (23). С. 46–55.
7. Муслимов И.Ф., Фахрутдинов Р.Ш. Исследование и разработка технологии получения кормовой добавки на основе эйхорнии отличной // Информация и образование: границы коммуникаций. 2014. № 6 (14). С. 123–125.
8. Шоякубов Р.Ш., Досметов А.Т. О распространении азоллы каролинской в водоемах Узбекистана // Узб. биол. журн. 2001. № 5–6. С. 46–52.