УДК 57.082.26

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МАССОВОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ
AZOLLA CAROLINIANA В УСЛОВИЯХ ЮГА КЫРГЫЗСТАНА****Раимбеков К.Т.***Ошский гуманитарно-педагогический институт имени А.С. Мырсабекова,
Ош, e-mail: turgunovich67@bk.ru*

Нам известно, что для научного анализа перспективности объектов культивирования необходимо лабораторные исследования, позволяющие в экспериментальных условиях анализировать эффективную продуктивность, основные параметры культивирования и методы управления качественным составом биомассы. В данной статье приведены экспериментально аргументированные результаты научных исследований по определению эффективных методов массового культивирования *Azolla caroliniana* в условиях интродукции в городе Ош. В результате лабораторных опытов на основании современных методов исследований были изучены продуктивность изученного вида водных растений на различных концентрациях органических и органоминеральных питательных средах с целью дальнейшего практического использования. В ходе анализа установлено, что 10 г/л оказалось оптимальной для культивирования *Azolla caroliniana* на питательной среде овечьего и коровьего навоза. Эффективный рост и накопление биомассы на питательной среде свиного навоза и куриного помета отмечается при концентрации 5 г/л. Среди используемых орго-минеральных питательных сред наиболее оптимальным оказалась среда коровьего навоза (10 г/л) + KNO₃ (2 г/л). С целью изучения действия первичной плотности посева на продуктивность *Azolla caroliniana* был проведен ряд лабораторных опытов. На питательной среде овечьего навоза (10 г/л) эффективный рост и оптимальное накопление биомассы наблюдается при первичной плотности биомассы 1000 г/м². На питательной среде коровьего и свиного навоза при концентрации 10 г/л лучше растет при плотности маточных культур 700 г/м². При использовании куриного помета (10 г/л) и коровьего навоза (10 г/л) с добавлением KNO₃ (2 г/л) в качестве питательной среды, первоначальная плотность биомассы 500 г/м² считается оптимальной. Установлено, что что *Azolla caroliniana* оптимально растет и дает наилучший прирост биомассы в теплые месяцы года (июнь-август). Рост и накопление биомассы резко замедляется с наступлением холодных дней (октябрь) и в ранневесенние месяцы (май).

Ключевые слова: биомасса, питательная среда, плотность, концентрация, температура, продуктивность, суточный прирост

**DEVELOPMENT OF METHODS FOR MASS CULTIVATION
OF *AZOLLA CAROLINIANA* IN SOUTHERN KYRGYZSTAN****Raimbekov K.T.***Osh humanitarian and pedagogical Institute named after A.S. Myrsabekov,
Osh, e-mail: turgunovich67@bk.ru*

We know that for scientific analysis of the prospects of cultivation objects, laboratory studies are necessary that allow analyzing the effective productivity, the main parameters of cultivation, and methods for managing the qualitative composition of biomass under experimental conditions. This article presents experimentally reasoned results of scientific research to determine effective methods of mass cultivation of *Azolla caroliniana* in the conditions of introduction in the city of Osh. As a result of laboratory experiments on the basis of modern research methods, the productivity of the studied species of aquatic plants at different concentrations of organic and organomineral nutrient media was studied for further practical use. During the analysis, it was found that 10 g / l was optimal for cultivation of *Azolla caroliniana* on a nutrient medium of oat and cow manure. Effective growth and accumulation of biomass on the nutrient medium of pig manure and chicken manure is observed at a concentration of 5 g/l. Among the organic-mineral nutrient media used, the most optimal medium was cow manure (10 g/l) + KNO₃ (2 g/l). In order to study the effect of primary seed density on the productivity of *Azolla caroliniana*, a number of laboratory experiments were conducted. Effective growth and optimal accumulation of biomass is observed on the sheep manure nutrient medium (10 g/l) at a primary biomass density of 1000 g/m². On the nutrient medium of cow and pig manure at a concentration of 10 g / l, it grows better when the density of mother crops is 700 g/m². When using chicken manure (10 g / l) and cow manure (10 g/l) with the addition of KNO₃ (2 g/l) as a nutrient medium, the initial biomass density of 500 g/m² is considered optimal. It was found that *Azolla caroliniana* grows optimally and gives the best increase in biomass in the warm months of the year (June-August). The growth and accumulation of biomass slows sharply with the onset of cold days (October) and in the early spring months (may).

Keywords: biomass, nutrient medium, density, concentration, temperature, productivity, daily growth

В последние годы вопросы экологии и охраны окружающей среды в Кыргызстане приобрели чрезвычайно острый характер. Многие промышленные, коммунально-бытовые и сельскохозяйственные стоки без предварительной очистки сбрасываются в открытые водоемы. Это повышает степень загрязнения водоемов, нарушает биологическое равновесие в них, пагубно влияет на флору и созда-

ют благоприятные условия для патогенных микроорганизмов, которые являются возбудителями различных инфекционных заболеваний [1–3].

В настоящее время химические, механические, физические способы утилизации загрязненных вод не полностью очищают загрязненные воды и требуют большие финансовые затраты. Одним из наиболее эффективных и современных способов фито-

ремедиации загрязненных стоков считается проектирование замкнутых систем. В основе этих методов лежит фиторемедиации загрязненных вод с помощью некоторых водорослей, водных макрофитов и других гидробионтов [4–6].

Разработка методов культивирования водных макрофитов в различных загрязненных водах в целях их фиторемедиации с одновременным получением кормовой биомассы создает основы биотехнологической системы [7]. Необходимыми факторами, определяющими непрерывную работу такой системы, считаются: определение видов водных макрофитов, способных обитать в различной концентрации загрязняющих веществ; создание устойчивых поликультур высших водных растений, активно участвующих в утилизации загрязнения и создающих качественную кормовую биомассу [8–10].

Azolla caroliniana – плавающая водная растения из семейства Azollaceae. Широко распространено в природных водоемах Центральной, Южной и северной Америки. Из-за климатических условий в Европе *azolla caroliniana* встречается очень редко. *Azolla caroliniana*-папоротник, у нее отсутствует корни. В устьицах плавающих листьев *azolla caroliniana* содержатся цианобактерии (*Anabaena azollae*), которые являются симбионтами, поглощающими азот из атмосферы.

Azolla caroliniana можно использовать как естественное затенение, кроме того, она служить надежным укрытием для молоди. Имеет коммерческое значение в культуре в южной и восточной Азии в качестве биоудобрения, цениться за азотофиксирующую способность, которая приносит пользу для таких культур, как рис. Собранные ли-

стья также используется в качестве пищи для свиней и уток в Юго-Восточной Азии, для крупного рогатого скота, рыбы и птицы во Вьетнаме, а также для свиней в Сингапуре и на Тайване. Растение содержит высокий уровень протеина. В слаборазвитых странах *azolla caroliniana* едят в поджаренном виде, а в Африке иногда они входят в состав мыла, а в Новой Зеландии используется как лечебное средство от ангины.

Методы массового культивирования *Azolla caroliniana* в условиях интродукции на Юге Кыргызстана на больших площадях пока не разработаны. Имеются только некоторые опытные данные по культивированию в лабораторных условиях.

Таким образом, разработка методов массового культивирования *Azolla caroliniana* в условиях Юга Кыргызстана является одним из актуальных задач прикладных наук.

Целью настоящей работы является разработка методов массового культивирования *Azolla caroliniana* в условиях интродукции Юга Кыргызстана.

Материалы и методы исследования

Azolla caroliniana культивировали в деревянных бассейнах, выстланных полиэтиленовой пленкой. Глубина воды 60–70 см. Водная поверхность каждого бассейна 1 м². В качестве питательной среды для культивирования *Azolla caroliniana* применяли навозы сельскохозяйственных животных и куриного помета в концентрациях 5, 10, 15 г/л. В качестве минеральной среды использовали 2 г/л KNO₃.

За период опыта температура воздуха колебалась в пределах 26–36 °С, температура воды 17–24 °С, pH 6–7. В рис. 1 показан климат города Ош.

Рис. 1. Климат города Ош

Среднегодовая температура города Ош составляет 11,7°C. Среднегодовая норма осадков – 37,9 мм.

В августе выпадает сравнительно меньше количество осадков. В среднем в этом месяце количество осадков составляет 6 мм. Сравнительно большое количество осадков выпадает на март, в среднем 55 мм.

Опыты ставили в 4 вариантах, из них 1 – контрольный. Ежедневно наблюдали за состоянием температуры воздуха и воды, измеряли pH. Прирост сырой биомассы измеряли через каждые 3 дня.

Результаты исследования и их обсуждение

Для водных растений, вода не только необходимый для жизни важный экологический фактор, но и непосредственная среда обитания, в которой весь комплекс факторов складывается совсем по-иному, чем для наземных растений.

Анализ литературных данных свидетельствует, что продуктивность водных растений зависит от состава и концентрации питательной среды. В связи с этим, в усло-

виях специально оснащенных лабораториях и открытых водоемах, мы провели ряд экспериментальных опытов с целью определения продуктивности *Azolla caroliniana* с целью отбора более эффективных (табл. 1). Бассейны, предназначенные для проведения опытов, сооружены на открытом, хорошо освещаемом и прогреваемом месте экспериментального участка института. Нам известно, что арычная вода несет много спор разных видов водорослей и семян водных растений. В связи с этим бассейны заполняли водопроводной водой.

В ходе анализа установлено, что 10 г/л оказалось оптимальной для культивирования *Azolla caroliniana* в питательной среде овечьего и коровьего навоза. При этом среднесуточный прирост биомассы при плотности биомассы до начала эксперимента 800 г/м², составлял 29,3 (3,7%) и 34,7 г (4,3%). Эффективный рост и накопление биомассы в питательной среде свиного навоза и куриного помета отмечается при концентрации 5 г/л. Суточный прирост сырой биомассы при этом составляет 24,7 и 29,0 г или 3,1 и 3,6%.

Таблица 1

Культивирования *Azolla caroliniana* в различных питательных средах при разной концентрации

№	Виды питательной среды	Плотность биомассы г/м ²		Суточный прирост биомассы		Прирост биомассы за 30 суток	
		До опыта	В конце опыта	г	%	г	%
1	Среда из овечьего навоза:						
	5 г/л	800	1356 ± 91	18,5 ± 2	2,3	556 ± 45	69,5
	10 г/л	800	1678 ± 86	29,3 ± 3	3,7	878 ± 55	109,6
	15 г/л	800	1275 ± 85	15,8 ± 2	2,9	475 ± 37	59,4
2	Среда из коровьего навоза:						
	5 г/л	800	1455 ± 65	21,8 ± 3	2,7	655 ± 42	81,9
	10 г/л	800	1840 ± 60	34,7 ± 4	4,3	1040 ± 45	130,0
	15 г/л	800	1330 ± 77	17,7 ± 2	2,2	530 ± 50	66,3
3	Среда из свиного навоза:						
	5 г/л	800	1540 ± 78	24,7 ± 3	3,1	740 ± 41	92,5
	10 г/л	800	1310 ± 80	17,0 ± 2	2,1	510 ± 38	63,8
	15 г/л	800	1190 ± 50	13,0 ± 3	1,6	390 ± 40	48,8
4	Среда из куриного помета:						
	5 г/л	800	1670 ± 55	29,0 ± 4	3,6	870 ± 38	108,8
	10 г/л	800	1447 ± 94	21,6 ± 3	2,7	647 ± 53	80,9
	15 г/л	800	1380 ± 78	19,3 ± 2	2,4	580 ± 44	72,5
5	Среда из овечьего навоза (10 г/л) + KNO ₃ (2 г/л)	800	1730 ± 65	31,3 ± 3	3,9	939 ± 52	117,4
6	Среда из коровьего навоза (10 г/л) + KNO ₃ (2 г/л)	800	1910 ± 77	37,0 ± 5	4,6	1110 ± 46	138,8
7	Среда из свиного навоза (10 г/л) + KNO ₃ (2 г/л)	800	1625 ± 53	27,5 ± 5	3,4	825 ± 38	103,1
8	Среда из куриного помета (10 г/л) + KNO ₃ (2 г/л)	800	1785 ± 65	32,8 ± 7	4,1	985 ± 46	123,1

Из табл. 1 видно, что среди используемых органо-минеральных питательных сред наиболее оптимальным оказалась среда коровьего навоза (10 г/л) + KNO₃ (2 г/л). Среднесуточный прирост составляет 37,0 г или 4,6%.

С целью изучения действия первичной плотности посева на продуктивности *Azolla caroliniana* был проведен ряд лабораторных опытов. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 2. Анализ данных таблиц показывает, что в питательной среде овечьего навоза (10 г/л) эффективный рост и оптимальное накопление биомассы

Azolla caroliniana наблюдается при первичной плотности биомасс 1000 г/м². Средний прирост сырой биомассы через 30 суток от начала опыта составляет 1600 г/м² или 160%. В питательной среде коровьего и свиного навоза при концентрации 10 г/л лучше растет при плотности маточных культур 700 г/м². Прирост сырой биомассы в конце опыта составляет 1750 (250%) и 1327,9 г/м² (189,7). При первичной плотности более 1000 г/м² рост и развитие *Azolla caroliniana* задерживается. Это приводит к уменьшению накопления биомассы с единицы площади.

Таблица 2

Действие первичной плотности посева на продуктивность *Azolla caroliniana*

№	Первоначальная плотность биомассы, г/м ²	После опыта (через 30 суток)			Прирост сырой биомассы в конце опыта	
		Сырая биомасса, г/м ²	Суточный прирост		г/м ²	%
		г/м ²	г/м ²	%		
Среда из овечьего навоза 10 г/л						
1	300	610 ± 80	10,4 ± 3	3,4	310,8 ± 48	103,6
2	500	1150 ± 56	21,7 ± 5	4,3	650 ± 50	130
3	700	1717,8 ± 75	33,9 ± 4	4,8	1017,8 ± 55	145,4
4	1000	2600 ± 68	53,3 ± 3	5,3	1600 ± 61	160
5	1200	2346 ± 87	38,2 ± 6	3,2	1146 ± 45	95,5
6	1500	2017,5 ± 66	17,3 ± 2	1,2	517,5 ± 30	34,5
Среда из коровьего навоза						
1	300	850,8 ± 64	18,4 ± 3	6,1	550,8 ± 43	183,6
2	500	1550 ± 75	35 ± 3	7	1050 ± 51	210
3	700	2450 ± 80	58,3 ± 5	8,3	1750 ± 50	250
4	1000	2200 ± 65	40 ± 2	4	1200 ± 65	120
5	1200	2206,8 ± 55	33,6 ± 4	2,8	1006,8 ± 36	83,9
6	1500	2655 ± 89	38,5 ± 3	2,6	1155 ± 60	77
Среда из свиного навоза 5 г/л						
1	300	752,4 ± 83	15,1 ± 2	5	452,4 ± 55	150,8
2	500	1378 ± 77	29,3 ± 6	5,8	878 ± 50	175,6
3	700	2027,9 ± 49	44,3 ± 4	6,3	1327,9 ± 37	189,7
4	1000	1617 ± 72	20,3 ± 4	2,1	617 ± 40	61,7
5	1200	1680 ± 84	16 ± 6	1,3	480 ± 68	40
6	1500	1890 ± 94	13 ± 3	0,9	390 ± 53	26
Среда из куриного помета 5 г/л						
1	300	1101 ± 88	26,7 ± 4	8,9	801 ± 54	267
2	500	2153,5 ± 71	55,1 ± 5	11	1653,5 ± 50	330,7
3	700	1533 ± 68	27,8 ± 5	3,9	833 ± 68	119
4	1000	1585 ± 55	19,5 ± 4	1,9	585 ± 54	58,5
5	1200	1590 ± 60	13 ± 3	1,1	390 ± 63	32,5
6	1500	1800 ± 80	10 ± 3	0,7	300 ± 45	20
Среда из коровьего навоза (10 г/л) + KNO ₃ (2 г/л)						
1	300	1260 ± 79	32 ± 4	10,7	960 ± 40	320
2	500	22815 ± 70	77,2 ± 5	15,4	2315 ± 46	463
3	700	1890 ± 59	39,7 ± 6	5,7	1190 ± 60	170
4	1000	1780 ± 66	26 ± 4	2,6	780 ± 35	78
5	1200	1720 ± 80	17,3 ± 5	1,4	520 ± 50	43,3
6	1500	1950 ± 70	15 ± 2	1	450 ± 44	30

При использовании куриного помета (10 г/л) и коровьего навоза (10 г/л) с добавлением KNO_3 (2 г/л) в качестве питательной среды, первоначальная плотность биомассы 500 г/м² считается оптимальной. При первичной плотности 700–1500 г/м² наблюдается резкое снижение накопления биомассы. Это объясняется тем, что в плотных культурах образуется взаимное затенение листостеблей, в результате которого приводит недостаточность солнечного освещения для фотосинтеза.

Исследование показало, что низкий прирост биомассы в конце опыта наблюдается и в разреженных посевах. Один из основных причин задержка роста и накопление биомассы – активная засоряемость разреженных маточных культур разными видами микроводорослей.

Интересно отметить, что от условий, в которых они растут, зависят рост и развитие высших водных растений. В оптимальных для жизни условиях водные растения могут проявлять свойства, которые не проявляют в других условиях. При изучении водных растений в условиях интродукции главную роль играет исследование продуктивности в разные периоды года.

Учитывая вышеизложенное мы поставили цель исследовать продуктивность *Azolla caroliniana* в разные периоды года в условиях города Ош.

Результаты проведенных научных исследований представлены в рис. 2.

Из полученных в исследовании данных, представленных на рис. 2, видно, что *Azolla caroliniana* оптимально растет и дает наилучший прирост биомассы в теплые меся-

цы года (июнь-август). Рост и накопление биомассы резко замедляется с наступлением холодных дней (октябрь) и в ранневесенние месяцы (май).

Необходимо отметить, что эффективный рост *Azolla caroliniana* в условиях интродукции города Ош зафиксирован при температурах 29–32 °С. При анализе полученных результатов видно, что это растение более теплолюбивое и устойчивое к повышенным осадкам.

Выводы

1. Доказано, что для культивирования *Azolla caroliniana* в питательной среде овечьего и коровьего навоза оптимальной концентрации считается 10 г/л. При этом прирост биомассы составляет 109,6 и 130 %.

2. Установлено, что для выращивания *Azolla caroliniana* в питательной среде свиного навоза и куриного помета более благоприятна питательная среда в концентрации 5 г/л. Суточный прирост составляет 3,1 и 3,6 %.

3. Среди органоминеральных питательных сред, используемых для культивирования *Azolla caroliniana* в лабораторных условиях сравнительно эффективным оказалась питательная среда из коровьего навоза (10 г/л) + KNO_3 (2 г/л). Прирост биомассы составляет 138,8 %.

4. Установлена оптимальная первоначальная плотность *Azolla caroliniana* при культивировании в питательной среде овечьего навоза (1000 г/м²), коровьего навоза (700 г/м²), свиного навоза (700 г/м²), куриного помета (500 г/м²) и органоминеральной питательной среде (500 г/м²).

Рис. 2. Продуктивность *Azolla caroliniana* в культуре в условиях города Ош (Среда куриный помет 10 г/л; плотность 500 г/м²)

5. В ходе анализа было установлено, что в условиях города Ош оптимальный рост *Azolla caroliniana* фиксировался в теплые месяцы года (июнь-август). С наступлением осени и весенние месяцы рост изученных растений заметно замедляется.

Список литературы

1. Курцевич Е.П. Опыт использования водоросли эйхорнии для очистки промстоков // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2000. № 9/10. С. 14–15.
2. Субботина Ю.М. Эколого-социальный аспект использования и охраны водных ресурсов // Социальная политика и социология. 2012. № 5 (83). С. 166–176.
3. Раимбеков К.Т. Биологическая очистка сточных вод животноводческих комплексов с использованием высших водных растений // UNIVERSUM: химия и биология. 2017. № 3 (33). С. 19–22.
4. Раимбеков К.Т. Определение предельно возможных нагрузок веществ, загрязняющих биосистему с высшими водными растениями // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 5. С. 45–51.
5. Чепинога В.В. Флористические находки в бассейне верхнего течения реки Лены // Известия Иркутского государственного университета. 2013. № 1. С. 102–109.
6. Манохина Р.П. Интродукция декоративных прибрежно-водных растений в Центральном Таджикистане: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Душанбе, 1984. 12 с.
7. Чачина С.В. Использование биотехнологических методов доочистки нефтесодержащих сточных вод промышленных предприятий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 8–3. С. 23–27.
8. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 279 с.
9. Раимбеков К.Т. Влияние плотности маточных культур на продуктивность высших водных растений // UNIVERSUM: химия и биология. 2017. № 3 (33). С. 19–22.
10. Свириденко Б.Ф. Элодея канадская *Elodea Canadensis* (Hydrocharitaceae) на Западно-Сибирской равнине // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 3(23). С. 46–55.