

УДК 57.082.222

Г.А. Борило¹, В.А. Сibaгатов², С.Ю. Семенов³,
О.М. Минаева³, Е.Е. Акимова^{1,3}, А.Д. Писарчук³

¹Научно-исследовательский институт биологии и биофизики
Томского государственного университета (г. Томск)

²Томский сельскохозяйственный техникум (г. Томск)

³Биологический институт Томского государственного университета (г. Томск)
E-mail: biotech@sibmail.com

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УКСУСНОЙ И ЛИМОННОЙ КИСЛОТ И ПИЩЕВОЙ СОДЫ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЙ ВОДНОГО ГИАЦИНТА

Аннотация. Рассмотрено влияние уксусной и лимонной кислот, а также пищевой соды на эффективность консервации водного экстракта растений водного гиацинта. Эффективность консервации была оценена по приросту лабораторных мышей, содержащихся в условиях вивария и получавших законсервированный экстракт вместе с кормом из расчета 0,3 мл экстракта на 1 особь. Отмечено, что среди предложенных консервантов наибольший прирост животных отмечался в варианте с консервацией кормов уксусной кислотой, при этом наблюдалось увеличение скорости прироста на 30–50% по отношению к контрольным вариантам. Показано, что экстракты эйхорнии в используемых дозах не вызывают видимых патологических изменений в органах животных после 30-дневного приема препаратов.

Ключевые слова: водный гиацинт; кормопроизводство; водный экстракт; консервация.

Традиционное кормопроизводство является отраслью земледелия, поэтому имеет все негативные аспекты воздействия на окружающую среду, характерные для него: снижение плодородия почв, замена природного ландшафта агропромышленным, выбросы парниковых газов, связанные с высокими затратами топлива на обработку почвы, культивирование и уборку урожая [1].

В условиях Западной Сибири возможен альтернативный способ получения качественных сочных кормов – использование естественных водных источников (водоемы, озера, переувлажненные экосистемы) для культивирования водных растений. Среди высших водных растений наиболее широко известен и применяется в России водный гиацинт (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) [2].

Из литературных источников широко известна возможность использования растений водного гиацинта как в качестве корма, так и в качестве витаминной добавки в комплексе с зимними кормами в количестве до 15% к основному корму, что повышает их усвояемость, положительно сказывается на прибавке в весе животных и, соответственно, способствует экономии основных кормов [3–9]. Исходя из вышесказанного, эффективность использования эйхорнии в качестве корма или кормовой добавки для сельскохозяйственных животных в настоящее время не вызывает сомнений. Однако, несмотря на

высокую пищевую ценность, широкое применение кормов на основе эйхорнии и экстрактов, полученных из данных растений, ограничивают небольшие сроки сохранности в зеленой массе биологически активных веществ. В доступных нам источниках литературы указаны попытки решения проблемы сохранности пищевой ценности эйхорнии путем извлечения биологически активных веществ с помощью различных растворителей или консервации экстрактов и кормов. Наиболее известными и широко используемыми консервантами являются уксусная и лимонная кислоты, а также пищевая сода (гидрокарбонат натрия).

Таким образом, цель данной работы – исследовать биологическую активность водных экстрактов эйхорнии в присутствии указанных консервантов.

Материалы и методы

Для получения водного экстракта растений через биомассу водного гиацинта, измельченного в мясорубке, пропускали острый пар. После этого массу отжимали. Полученные указанным способом водные экстракты эйхорнии без упаривания консервировались уксусной и лимонной кислотами и содой из расчета 1 г/100 мл (1%). Для кормления животных использовались гранулы следующего состава: ПК2 (полнорационный комбикорм для суточных цыплят) – 40%; зерно пшеницы – 36%; зерно овса – 15%; семена подсолнечника – 5%; мясокостная мука – 1%; мел кормовой – 2%; премикс (специализированный для мышей) П-90-1 – 1%. Обменная энергия – 260 ккал / 100 г; кормовые единицы – в 100 кг корма – 118 кг к.е.; сырая клетчатка – 5,50%; сырой жир – 8,6%; сырой протеин – 18,75%; кальций – 1,28%; фосфор – 0,76%; соль кормовая (хлорид натрия) – 0,10%.

Полноценный сухой корм смачивался полученными экстрактами эйхорнии и скармливался белым беспородным мышам массой 18–26 г, содержащимся в условиях вивария при неограниченном доступе воды и сухого корма, из расчета 0,3 мл экстракта / особь.

В эксперименте было использовано два варианта контроля:

1. Чистый контроль – кормление сухими гранулами, смоченными простой питьевой водой в той же дозе, что и при применении экстрактов.
2. Дополнительный контроль – использование для смачивания гранул 1%-ных растворов консервантов без экстракта водного гиацинта.

Протяженность эксперимента составляла 1 мес., на каждый вариант приходилось 11–23 особи, всего было использовано 93 мыши.

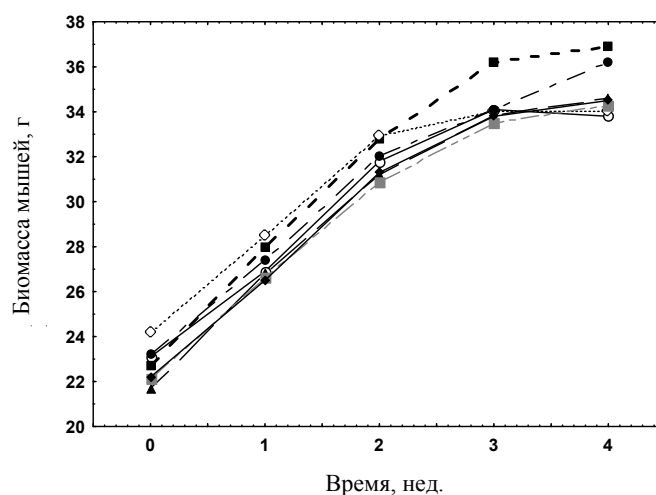
На протяжении эксперимента еженедельно мыши взвешивались, определялся прирост массы особи. По окончании эксперимента был сделан общий анализ крови экспериментальных и контрольных мышей (определение количества эритроцитов, лейкоцитов и содержание в эритроцитах гемоглобина), а также осуществлен визуальный патологический анализ внутренних органов (с определением весовых коэффициентов селезенки, кишечника, сердца, легких).

Для обработки результатов экспериментов был использован пакет «STATISTICA 6.0». Результаты экспериментов представлены в виде средней с доверительным интервалом с учетом t-критерия Стьюдента для 95%-ного уровня

значимости. Значимость различий определялась с учетом этого же критерия ($p < 0,05$).

Результаты и обсуждение

Одной из основных характеристик качества кормов или кормовых добавок является прирост биомассы животных. На рис. 1 в виде средних арифметических значений представлен еженедельный прирост биомассы мышей, получавших добавки консервированных экстрактов водного гиацинта, а также животных контрольных вариантов.



○ – вода; ■ – экстракт с уксусной кислотой; ◇ – раствор уксусной кислоты; ▲ – экстракт с лимонной кислотой; ● – раствор лимонной кислоты; ■ – экстракт с содой; ◆ – раствор соды

Рис. 1. Изменение биомассы контрольных и опытных животных на протяжении эксперимента

На основании представленных данных были вычислены скорости прироста биомассы животных в различных вариантах эксперимента. Как видно из рис. 1, биомасса мышей активно прирастала на протяжении первых 2–3 нед. эксперимента, после чего прирост замедлялся и достигал некоторого стационарного уровня, что, вероятнее всего, было связано с взрослением молодых особей мышей. Поэтому для расчетов скоростей были использованы данные периода активного роста (до 3 нед.).

На рис. 2 на примере прироста биомассы мышей в контрольном варианте в виде средней с доверительным интервалом представлены прямая регрессии, по которой были вычислены скорости прироста биомассы как тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс, и уравнение, описывающее прирост биомассы.

О соответствии выбранной модели расчета скорости прироста биомассы судили по значительному соответствию экспериментальных данных с теоретически полученной линией регрессии и сходстве теоретически рассчитанных начальных значений биомассы мышей с экспериментальными данными (табл. 1).

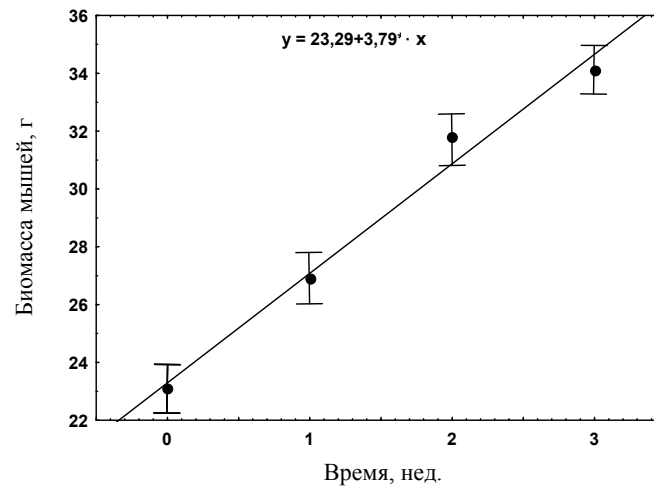


Рис. 2. Линия регрессии прироста биомассы мышей в контрольном варианте

Т а б л и ц а 1

Экспериментально полученные и теоретически рассчитанные параметры прироста биомассы мышей

Вариант эксперимента	Начальная биомасса в эксперименте, г	Теоретически рассчитанная начальная биомасса, г	Скорость роста биомассы, г / нед.
Вода	23,1	23,1	2,86
Уксусная кислота	24,2	24,8	2,51
Экстракт с уксусной кислотой	22,7	22,7	3,74
Лимонная кислота	23,2	23,5	3,27
Экстракт с лимонной кислотой	21,7	22,1	3,28
Сода	22,1	22,5	3,19
Экстракт с содой	22,2	22,5	3,13

Эффективность использования экстракта водного гиацинта в качестве кормовой добавки оценивали путем сравнения скоростей прироста массы мышей, представленных на рис. 3.

Из представленного рисунка видно, что все варианты эксперимента достоверно отличаются от варианта чистого контроля (кормление зерном, смоченным чистой питьевой водой), при этом во всех вариантах, кроме использования для смачивания зерна раствором уксусной кислоты, наблюдается статистически значимое увеличение скорости прироста биомассы мышей. По всей видимости, это может быть связано с созданием в пищеварительном тракте животного более благоприятных условий для усваивания основных кормов.

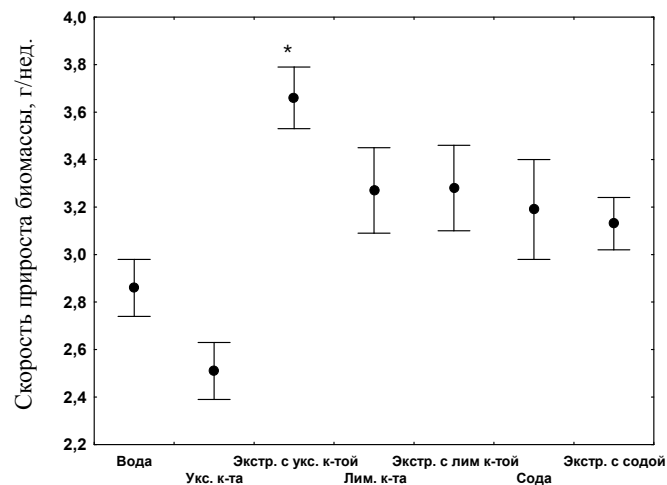


Рис. 3. Скорость прироста биомассы мышей в различных вариантах эксперимента (* $p < 0,05$)

Положительное влияние водного гиацинта на прирост массы тела животных подробно описано в литературе [3–12], однако влияние экстракта водного гиацинта на прирост мышей в вариантах с использованием в качестве консервантов растворов соды и лимонной кислоты оценить не удалось. Как уже было указано, в данных вариантах наблюдается достоверное увеличение скорости прироста биомассы как при кормлении зерном с чистыми растворами консервантов, так и при совместном применении с экстрактами эйхорнии.

Значительное увеличение скорости прироста биомассы, по сравнению с вариантом дополнительного и чистого контролей, можно отметить для варианта с кормлением животных зерном, смоченным водным экстрактом гиацинта в присутствии уксусной кислоты. В данном варианте наблюдалось увеличение скорости прироста на 30% по отношению к варианту чистого контроля и на 50% по отношению к варианту дополнительного контроля (кормление зерном, смоченным раствором уксуса), где по отношению к чистому контролю отмечено ингибирование прироста мышей. Таким образом, в данном случае наблюдается не только повышение усвояемости основных кормов, но и эффект полного снятия ингибирования усвояемости кормов, оказанный уксусной кислотой.

Наблюдаемый эффект можно объяснить тем, что в присутствии лимонной кислоты минералы, которыми богата эйхорния и наличие значительной части которых в сухих кормах в нашем регионе, по мнению ветеринаров, недостаточно, выпадают в нерастворимый и неусваиваемый организмом животного металл-цитратный комплекс, что, возможно, способствует снижению питательной ценности экстрактов. В варианте с использованием соды в качестве консерванта возможно отсутствие оптимального для усвоения экстракта эйхорнии уровня кислотности. Последнее могло также присутствовать в варианте с лимонной кислотой, т.к. данные кислоты имеют различный коэффици-

ент кислотности с уксусной кислотой, рН которой оказалась наиболее благоприятной для проявления положительного эффекта.

В связи с этим возможно рекомендовать создание при консервации экстракта водного гиацинта оптимального уровня кислотности, который будет способствовать не только сохранению полезных качеств кормовой добавки, но и положительному приросту веса животных.

При визуальном анализе состояния внутренних органов мышей патологических изменений не обнаружено ни в одной из экспериментальных групп. Весовые коэффициенты органов (печень, селезенка, кишечник) соответствовали норме.

Показатели крови (лейкоциты, эритроциты, количество гемоглобина) во всех группах на протяжении эксперимента достоверно не отличались от показателей контрольной группы и соответствовали норме, что подтверждало литературные данные, свидетельствующие об отсутствии изменений физиологических и биохимических показателей состояния животных при употреблении эйхорнии в составе корма [11–12] (табл. 2).

Таблица 2

Показатели крови мышей, получавших в течение месяца экстракты эйхорнии

Вариант эксперимента	Лейкоциты, 10^6 шт./мл	Эритроциты, 10^{12} шт./мл	Гемоглобин, г/л
Вода	(7) $5,30 \pm 0,40$	(7) $4,17 \pm 0,21$	(9) $142,2 \pm 4,9$
Уксусная кислота	(8) $6,46 \pm 0,30$	(8) $4,11 \pm 0,10$	(10) $142,9 \pm 3,9$
Экстракт с уксусной кислотой	(7) $5,39 \pm 0,57$	(7) $4,17 \pm 0,19$	(19) $144,5 \pm 3,7$
Лимонная кислота	–	–	(11) $146,5 \pm 1,9$
Экстракт с лимонной кислотой	(8) $5,24 \pm 0,40$	(8) $3,93 \pm 0,07$	(8) $137,3 \pm 5,9$
Сода	(7) $5,31 \pm 0,38$	(7) $4,14 \pm 0,19$	(11) $140,6 \pm 2,8$
Экстракт с содой	(7) $5,49 \pm 0,50$	(7) $4,19 \pm 0,19$	(10) $140,3 \pm 2,6$

Примечание. В скобках указано количество проанализированных образцов крови животных.

Таким образом, на основании результатов проведенных исследований с использованием экстрактов эйхорнии в качестве пищевой добавки к основному корму можно сделать вывод, что достоверный прирост массы животных по сравнению с чистым (вода) и дополнительным (раствор консерванта) контроля отмечается только при использовании 1%-ного раствора водного экстракта эйхорнии с добавлением уксусной кислоты. Экстракты эйхорнии в используемых дозах не вызывают видимых патологических изменений в органах животных после месячного приема препаратов.

Литература

1. Парахин Н.В. Кормопроизводство. М.: КолосС, 2006. 432 с.
2. Дмитриев А.Г., Рыженко Б.Ф., Змиевец Ю.Ф., Сокол К.Г. Технология биологической очистки и доочистки малых рек, водоемов и истоков // Городское управление. 2000. № 10. С. 60–68. URL: <http://emsu.ru/um/default.asp?god=2000&nom=10>

3. Mahendranathan T. Water hyacinth has value as pig feed // Pig Farmer. Malaysia (January issue). 1971. P. 599–607.
4. Oyakawa, N., Orlandi W., Valente E.O.L. The use of *Eichhornia crassipes* in the production of yeast, feeds, and forages // Proc. Int. Grasslands Congr. 1965. Vol. 9(2). P. 1707–1710.
5. Smetana P. Water hyacinth compared with elephant grass // Extract from report to the Government of Burma, by P. Smetana, FAO Poultry Expert, Burma. In Handbook of utilization of aquatic plants, edited by E.C.S. Little. Rome, FAO, Plant Production and Protection Division, PL: CP/20:51. 1968.
6. Knipling E.B., West S.H., Haller W.T. Growth characteristics, yield potential and nutritive content of water hyacinths // Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla. 1971. Vol. 30. P. 51–63.
7. Chakraborty B., Mandal L., Banerjee G.C. Evaluation of nutritive value of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in its squeezed and fresh forms // Indian J. anim. sc. 1992. Vol. 62, № 2. P. 185–187.
8. Biswas P., Mandal L. Nutritive value of fresh water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) plants and leaves in growing calves // Indian J. anim. sc. 1988. Vol. 58, № 7. P. 86–865.
9. Hossain W. Investigation of water hyacinth as fodder // Agric. Pak. 1959. Vol. 10 (4). P. 513–518.
10. Uchida S.; Fujii M.; Nonaka M. Nutritive value and effective utilization of waterhyacinth plants as feed for some animals // 7 World conf. on animal production. S. I. 1993. Vol. 2. P. 161–162.
11. Pardo Cardoso G.R., Marin Lopez E., Roma Reyes D., Alvarez Rodriguez Y. Efecto de un reconstituyente de planta (*Eichhornia crassipes*) en cerdos de 35 a 70 dias de edad // Rev. Producc. anim, 1993. Vol. 7, № 1/2. P. 59–63.
12. Grandi A., Marzetti P., Blasi F. Ricerche sull'impiego della farina di giacinto d'acqua (*Eichhornia crassipes*) nell'alimentazione del pollo da carne // Zootecn. Nutr. Anim. 1984. Vol. 10, № 4. P. 299–307.

Поступила в редакцию 03.09.2009 г.

Galina A. Borilo¹, Viktor A. Sibagatov², Sergei Yu. Semyonov³, Oksana M. Minaeva³,
Elena E. Akimova^{1,3}, Anna D. Pisarchuk³

¹Research Institute of Biology and Biophysics of Tomsk State University, Tomsk, Russia

²Tomsk Agriculture Technique, Tomsk, Russia

³Biological Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia

E-mail: biotech@sibmail.com

EFFECTIVENESS OF USING ACETIC AND CITRIC ACIDS AND BAKING SODA TO CONSERVE WATER HYACINTHS WATER EXTRACT

Summary. The effectiveness of conservation was estimated according to mass gain of laboratory mice held in vivarium and fed on preserved extract with their usual food at the rate of 0,3 ml of extract per an individual. The experiment data showed that most mice mass gain was when the diet of the animals was added with eichhornia water extract with acetic acid. Mass gain rate in this variant 30–50% exceeded control parameters. Visual analysis of mice viscera did not reveal pathological changes in any experimental group.

Key words: water hyacinth; feed production; extract; conservation.

Received September 3, 2009