

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ В АРКТИКЕ

Сборник научных статей

по материалам Всероссийской студенческой научно-
практической конференции с международным участием
в рамках «Северного форума – 2020»
(29–30 сентября 2020 г., Якутск) и Международной научной
онлайн летней школы – 2020
(6–20 июля 2020 г., Якутск)

Ставрополь
«АГРУС»
2020

УДК 63.001(063)
ББК 4
С56

Современные проблемы и достижения аграрной науки в
С56 Арктике : сб. научных статей / ФГБОУ ВО Арктический гос.
агротехнологический ун-т. – Ставрополь : АГРУС Ставро-
польского гос. аграрного ун-та, 2020. – 396 с.

ISBN 978-5-9596-1730-1

Представлены материалы Всероссийской студенческой научно-
практической конференции с международным участием в рамках
«Северного форума – 2020» (29–30 сентября 2020 г., Якутск) и
Международной научной онлайн летней школы – 2020 (6–20 июля
2020 г., Якутск).

УДК 63.001(063)
ББК 4

ISBN 978-5-9596-1730-1

© Авторы, 2020
© ФГБОУ ВО Арктический государственный
агротехнологический университет, 2020
© Оформление. ФГБОУ ВО Ставропольский
государственный аграрный университет, 2020

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ *DAPHNIA MAGNA STRAUS* КАК КОРМОВОГО ОБЪЕКТА ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

А. А. Мухина, магистр, mikhina.alyena@yandex.ru

С. В. Севастеев, канд. биол. наук, доц., sevasteev-sv@yandex.ru
ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования плодовитости, скорости роста и биомассы *Daphnia magna Straus* в зависимости от технологии культивирования.

Ключевые слова: *Daphnia magna Straus*, дафнии, плодовитость, численность, биомасса, культивирование.

Наиболее многочисленной группой гидробионтов является зоопланктон, он играет основную роль на начальных этапах роста и развития личинок многих рыб, так как по причине анатомического и функционального недоразвития на начальных этапах развития (в личиночный период) пищеварительной системы питательные вещества искусственных кормов плохо усваиваются [2, 3]. Одним из видов, пригодных для культивирования в непроточных бассейнах, является *Daphnia magna Straus*.

Исследования, которые направлены на стимулирование развития кормовых гидробионтов с целью повышения обеспеченности рыб естественными кормами, всегда были и до сих пор продолжают быть актуальными, так как естественные корма являются единственным источником поступления в организм рыбы незаменимых аминокислот, а также витаминов, ненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ и других компонентов, необходимых для роста и жизнедеятельности рыб, которые отсутствуют в необходимом для рыбы количестве в искусственных кормах, которые обычно используются для кормления рыбы [2, 6].

Цель исследования: изучить биологические особенности *Daphnia magna Straus* при культивировании в непроточных бассейнах.

В соответствии с целью решаются следующие задачи исследования: определить биологические условия культивирования *D. magna Straus* и сравнить продуктивные показатели *D. magna Straus* при разных режимах кормления.

Эксперимент проводился в Исследовательском центре аквакультуры, материалом для исследования послужила культура планктонных ракообразных из надотряда ветвистоусых – *Daphnia magna Straus*. Продолжительность исследования 27 дней.

Кислород определяли при помощи специального прибора – оксиметра Milwaukee MW600 для определения растворенного кислорода.

Для определения нитритов (солей азотистой кислоты) использовался экспресс-метод с помощью реактива Грисса, аммонийный азот определяли с помощью реактивов – сегнетовой соли и реактива Несслера экспресс-методом [4].

Методика отбора гидробиологических проб. Для улавливания дафний при контрольных измерениях использовали планктонную сеть (сеть Апштейна). Пробы формалином не фиксировали, все измерения проводились на живых *D. magna*. Количественную обработку проб (подсчет и измерение длины) дафний проводили с помощью штемпель-пипетки и камеры Богорова [5].

Дафний просматривали под цифровым микроскопом Альтами, а анализ изображений и измерение особей *D. magna* проводили с помощью специальной программы для управления камерой – Altami Studio.

Для эксперимента использовали 4 бассейна объемом 500 литров: два из них были опытными, два контрольными. В каждый бассейн 26 марта 2020 года запустили по 100 штук дафний примерно одинакового размера, тридцать из которых измерили.

Среднюю массу *D. magna* определяли исходя из средней длины, пользуясь следующей формулой [1]:

$$W = g \cdot l^b,$$

где W – масса тела, мг;

g – масса тела, мг массы сырого вещества при длине тела, равной 1 мм (0,094);
 l – длина тела, мм;
 b – показатель степени, равный для *D. magna* – 2,917 [5].

Каждый день измеряли гидрохимические показатели воды: температуру, кислород, нитриты и аммонийный азот. В качестве корма использовали одноклеточную водоросль *Chlorellavulgaris*.

Среднюю плодовитость рассчитывали так: количество яиц / количество особей.

На 11-й день исследования в 1 бассейне (опытный) включили дополнительное освещение (небольшой прожектор), а в 4 опытный бассейн запустили небольшого осетра (3–5 г). Дополнительное освещение было включено с целью стимулирования развития культуры *D. magna* и *Chlorellavulgaris*, т. е. в теории за счет дополнительного освещения водоросль должна хорошо развиваться, а вместе с повышением количества корма в водоеме дафнии тоже должны увеличивать свою популяцию. Цель запуска осетра – стимулирование дафний к увеличению плодовитости. Осетр – хищник для *D. magna*, он поедает только крупных особей, за счет чего у дафний срабатывает инстинкт потенциального исчезновения популяции, и они начинают усиленно плодиться.

На 15-й день исследования сделали контрольные промеры 30 дафний с каждого бассейна, определили плодовитость и биомассу.

На 28-й день исследования провели повторно контрольный облов, сделали промеры 30 дафний с каждого бассейна, определили плодовитость и биомассу.

Двадцать второго апреля все бассейны слили, воду сливали через планктонную сеть.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Excel.

Начальная зарядка маточной культуры в каждый бассейн была проведена в количестве 100 шт. с близкими размерами и плодовитостью. Дафний для запуска в опытные и контрольные бассейны брали из одного маточного бассейна, поэтому изме-

рили всего 30 штук для определения средней длины, массы и т. д. Объём корма за время исследования изменялся и составлял первые 18 дней исследования (с 26 марта до 13 апреля): в 1 и 2 бассейне – 600 мл/сут, в 3 и 4 бассейне – 800 мл/сут. С 13 апреля по 21 апреля (последние 9 дней исследования) норму кормления увеличили: в 1 и 2 бассейне – 800 мл/сут, в 3 и 4 бассейне – 1000 мл/сут.

В результате измерения маточной культуры *Daphnia magna Straus* были получены следующие данные: средняя длина особей – $2,619 \pm 0,0530$; средняя масса – $1,644 \pm 0,1009$ мг; средняя плодовитость – 3 шт.

Длина и масса особей была примерно одинаковая: средняя длина особей находилась в пределах от 2,05 до 3,47 мм, а масса – от 0,763 до 3,542 мг. После измерения дафний скормили малькам форели, так как дафнии не выживают после просмотра под микроскопом. В опытные и контрольные бассейны дафний подбирали примерно такого же размера.

Пятого апреля (на 11-й день исследования) в 1 бассейне (опытный) включили дополнительное освещение (небольшой прожектор), а в 4 опытный бассейн запустили небольшого осетра.

На 15-й день исследования мы сделали промежуточную оценку развития культуры *D. magna* (табл. 1).

Через 15 дней исследования данные были следующие: максимальный показатель средней плодовитости был в 1 бассейне – 2,7, а в 3 бассейне данный показатель составил минимальное значение – 1,4.

Численность особей *D. magna Straus* возросла в разы: в 1 бассейне численность составила 22125 шт/м³; во 2 бассейне – 156000 шт/м³; в 3 бассейне – 86875 шт/м³ и в 4 бассейне – 132000 шт/м³. Максимальная численность наблюдалась во 2 бассейне, где норма кормления составляла 600 мл/сут, а минимальным данный показатель был в 1 бассейне при такой же норме кормления – 600 мл, но в этом бассейне 9 часов в сутки было включено дополнительное освещение в виде небольшого прожектора, что могло негативно повлиять на численность культуры.

Средняя длина в бассейнах варьировала от $1,653 \pm 0,1411$ мм до $2,022 \pm 0,1690$ мм, минимальная средняя длина была в 4 бассейне с нормой кормления 800 мл, а максимальная – во 2 бассейне, где норма кормления составляла 600 мл. Минимальная средняя масса особей была в 1 бассейне при норме кормления 800 мл и составила $0,730 \pm 0,1332$ мг, а максимальная средняя масса была во 2 бассейне – $1,365 \pm 0,2710$ при норме кормления 600 мл.

Минимальную среднюю длину в 4 бассейне при большей норме кормления можно объяснить тем, что 5 апреля в данный бассейн был запущен небольшой осетр, который поедал больших дафний, тем самым вызывая повышенную плодовитость. Таким образом, в 4 бассейне было очень много молодежи, а взрослых особей значительно меньше.

Показатель биомассы на один бассейн в 1 бассейне был минимальным и составил 8076,502 мг при кормлении 600 мл/сут и дополнительном освещении. Во 2 бассейне биомасса на один бассейн была максимальной и составила 106458,7 мг при норме кормления 600 мл. В 3 бассейне биомасса составила 44343,736 мг при норме кормления 800 мл. В 4 бассейне при кормлении 800 мл и осетром показатель биомассы составил 55151,41 мг.

Минимальная биомасса была в 1 бассейне при норме кормления 600 мл/сут и дополнительном освещении – $16153,005$ мг/м³. Во 2 бассейне при норме кормления 600 мл/сут данный показатель был максимальным – $212917,3$ мг/м³. В 3 бассейне биомасса составила $88687,472$ мг/м³ при кормлении 800 мл/сут. В 4 бассейне данный показатель составил $110302,82$ мг/м³, при норме кормления 800 мл/сут и присутствии осетра.

На 27-й день исследования провели повторный контрольный облов (табл. 2).

Показатель средней плодовитости в бассейнах значительно снизился по сравнению с данными за 9 апреля: в 1 и 3 бассейне у взрослых дафний яйца не встречались, во 2 и 4 бассейне данный показатель был очень низким – 0,13 и 0,3 соответственно.

Численность по сравнению с данными на 9 апреля снизилась во всех бассейнах, кроме 1, где она возросла на 42875 шт/м³.

Таблица 1 – Данные по развитию культуры *D. magna* на 9 апреля

№ бас.	Объём корм., мл/сут	Сред. плод., шт.	Числ., тыс. шт/м ³	Средняя длина, мм	Средняя масса одной особи, мг	Биомасса на один бассейн, мг	Биомасса, мг/м ³
1 (опыт.)	600	2,7	22,125	1,708±0,1156	0,730±0,1332	8076,502±0,1332	16153,005±0,2665
2 (контр.)	600	2,3	156,000	2,022±0,1690	1,365±0,2710	106458,700±0,271	212917,300±0,5421
3 (контр.)	800	1,4	86,875	1,929±0,1245	1,021±0,1854	44343,736±0,1854	88687,472±0,3708
4 (опыт.)	800	2,1	132,000	1,653±0,1411	0,836±0,1821	55151,410±0,1821	110302,82±0,3697

Таблица 2 – Данные по развитию культуры *D. magna* на 21 апреля

№ бас.	Объём корм., мл/сут	Сред. плод., шт.	Числ., тыс. шт/м ³	Средняя длина, мм	Средняя масса одной особи, мг	Биомасса на один бассейн, мг	Биомасса, мг/м ³
1 (опыт.)	800	0	65,000	2,000±0,0990	0,938±0,1238	30207,111±0,1238	60951,818±0,2500
2 (контр.)	800	0,13	62,500	2,113±0,1742	1,405±0,2337	42835,457±0,2337	87795,567±0,4790
3 (контр.)	1000	0	58,250	1,740±0,0636	0,567±0,0566	16253,801±0,0566	33053,648±0,1148
4 (опыт.)	1000	0,3	78,125	1,623±0,0664	0,528±0,0736	20288,325±0,0736	41258,237±0,1494

Во 2 бассейне численность снизилась на 93500 шт/м³, в 3 бассейне – на 28625 шт/м³, в 4 бассейне – на 53875 шт/м³. Причина снижения численности в бассейнах может быть связана либо с нехваткой нормы кормления, поэтому большинство особей *D. magna Straus* погибло, либо с накоплением в воде метаболитов, что также вызвало гибель особей. В таком случае необходимо было авансировать кормление или провести частичное изъятие в зависимости от объема биомассы, культуры.

Средняя длина и масса особей в бассейнах по сравнению с 9 апреля возросла в 1 и 2 бассейнах, а в 3 и 4 бассейнах данные показатели немного снизились. Средняя длина в 1 бассейне возросла на 0,292 мм, а масса – на 0,208 мг при норме кормления 800 мл/сут и дополнительном освещении. Во 2 бассейне при такой же норме кормления, но без дополнительного освещения средняя длина особей увеличилась на 0,091 мм, масса – на 0,04 мг. При норме кормления 1000 мл/сут в 3 бассейне показатель средней длины снизился на 0,225 мм, масса – на 0,454 мг. В 4 бассейне при норме кормления 1000 мл и присутствии осетра длина снизилась на 0,03 мм, а средняя масса снизилась на 0,308 мг.

Биомасса на один бассейн возросла только в 1 бассейне – на 22130,609 мг, в остальных бассейнах данный показатель снизился. Во 2 бассейне биомасса снизилась на 63623,243 мг, в 3 бассейне – на 28089,935 мг и в 4 бассейне – на 34863,085 мг.

Биомасса соответственно возросла только в 1 бассейне – на 44798,813 мг/м³, а в остальных бассейнах снизилась: во 2 – на 125121,733 мг/м³, в 3 – на 55633,824 мг/м³ и в 4 – на 69044,583 мг/м³.

Максимальная биомасса была во 2 бассейне при норме кормления 800 мл и составила 87795,567 мг/м³, а минимальная биомасса в 3 бассейне при норме кормления 1000 мл составила 33053,648 мг/м³.

Двадцать второго апреля все бассейны слили, дафний с каждого бассейна взвесили: 1 бассейн – 31,86 гр, 2 бассейн – 22,105 гр, 3 бассейн – 23,853 гр, 4 бассейн – 20,82 гр.

В период проведения опыта температурный режим не превышал оптимальную норму. Максимальная температура за период проведения опыта была в 3 бассейне 16 апреля и составила 23,9 °С, минимальная температура была 18,3 °С 26 марта в 1 бассейне. Продолжительность выращивания дафний в градусо-днях

в разных бассейнах следующая: 1 бассейн – 570,2, в среднем 21,1 °С/день; 2 бассейн – 597,7, в среднем 22,1 °С/день; 3 бассейн – 613,8, в среднем 22,7 °С/день; 4 бассейн – 608,1, в среднем 22,5 °С/день.

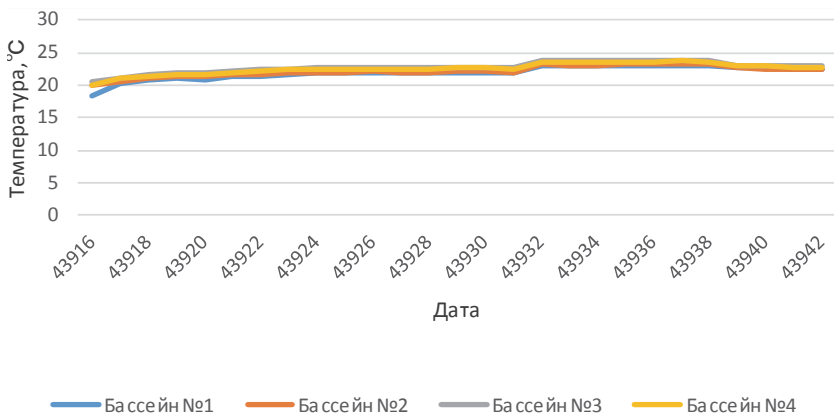


Рисунок 1 – Динамика температурного режима

Содержание кислорода, аммонийного азота, нитритов в воде также не превышали оптимальной для *D. magna* нормы и находились соответственно в следующих пределах от 6,6 до 9,7 мг/л, 0,05–0,4 мг/л, 0,001–0,07 мг/л.

Гидрохимические показатели при проведении исследования находились в оптимальных для *Daphnia magna Straus* пределах, так показатель температуры находился в пределах от 18,3 до 23,7 °С; содержание кислорода варьировало от 6,6 до 9,7 мг/л, концентрация нитритов была в пределах от 0,001 до 0,07 мг/л и аммонийного азота соответственно от 0,05 до 0,4 мг/л.

В результате проведенного исследования по выращиванию *Daphnia magna* были получены следующие данные:

1. В 1 бассейне при кормлении *D. magna* в день по 600 мл и дополнительном освещении на 15-й день исследования средняя длина особей составила $1,708 \pm 0,1156$ мм, средняя масса – $0,730 \pm 0,1332$ мг, биомасса – $16153,005 \pm 0,2665$ мг/м³, данный показатель оказался самым низким по сравнению с другими бассейнами. При кормлении по 800 мл/день с 15-го по 27-й день исследования данные значительно изменились: средняя длина –

2,000±0,0990 мм, средняя масса – 0,938±0,1238 мг, биомасса составила 60951,818±0,2500 мг/м³.

2. Во 2 бассейне на 15-й день исследования при норме кормления дафний 600 мл хлореллы в день, но без дополнительного освещения данные были следующие: средняя длина – 2,022±0,1690 мм, средняя масса – 1,365±0,2710 мг, биомасса – 212917,300±0,5421 мг/м³, а на 27-й день исследования при кормлении 800 мл/день: средняя длина – 2,113±0,1742 мм, средняя масса – 1,405±0,2337 мг, биомасса – 87795,567±0,4790 мг/м³.

3. В 3 бассейне на 15-й день исследования при кормлении дафний в день по 800 мл хлореллы: средняя длина – 1,929±0,1245 мм, средняя масса – 1,021±0,1854 мг, биомасса – 88687,472±0,3708 мг/м³. На 27-й день исследования при норме кормления 1000 мл/день данные значительно изменились: средняя длина – 1,740±0,0636 мм, средняя масса – 0,567±0,0566 мг, биомасса составила 33053,648±0,1148 мг/м³.

4. В 4 бассейне на 15-й день исследования при кормлении дафний в день по 800 мл хлореллы и с посадкой осетра: средняя длина – 1,653±0,1411 мм, средняя масса – 0,836±0,1821 мг, биомасса – 110302,82±0,3697 мг/м³, а на 27-й день исследования при норме кормления 1000 мл/день с посадкой осетра данные получили следующие: средняя длина – 1,623±0,0664 мм, средняя масса – 0,528±0,0736 мг, биомасса – 41258,237±0,1494 мг/м³.

По результатам исследования лучшая биомасса (212917,3 мг/м³) была получена на 15-й день исследования во 2 бассейне при норме кормления *Daphnia magna* Straus 600 мл/сутки, падение показателя биомассы в бассейне в последующие дни исследования можно объяснить накоплением в воде вредных для дафний веществ или большой плотностью особей. Также можно сделать вывод, что биомасса, полученная при кормлении по 800 мл/сутки, ниже в связи со слишком высокой концентрацией клеток хлореллы, что вызвало частичную гибель особей *D. magna*. Необходимо сказать про своевременный сьем культуры, так как он очень важен во избежание старения культуры и снижения численности. Делаем вывод, что при культивировании *Daphnia magna* необходимо снимать

часть продукции (30–50 %) спустя 2 недели после начала выращивания и далее через равный промежуток времени.

Таким образом, можно сделать вывод, что фактором, который в большей степени обуславливает развитие культуры *Daphnia magna* Straus, является кормление, и очень важно определить оптимальную суточную норму кормления, но своевременный съём части культуры – тоже неотъемлемая часть культивирования дафний. В результате нашего исследования мы определили, что наиболее эффективный способ культивирования *Daphnia magna* в непроточных бассейнах следующий: норма кормления дафний водорослью *Chlorellavulgaris* – 600 мл/сутки, со съёмом части продукции на 15-й день культивирования.

Список литературы:

1. Балужкина, Е. В. Взаимосвязь между массой и длиной тела у планктонных животных / Е. В. Балужкин, Г. Г. Винберг. – Ленинград : Наука, 1979. – 172 с.

2. Вербицкий, В. Б. Экологические основы и методология отбора и введения в аквакультуру новых видов организмов / В. Б. Вербицкий // Биология внутренних вод. – 2008. – № 2. – С. 12–18.

3. Кутикова, Л. А. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР / Л. А. Кутикова. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1977. – 512 с.

4. Морузи, И. В. Гидрохимический контроль в рыбоводных хозяйствах : рекомендации / И. В. Морузи. – Новосибирск : Новосибирский гос. аграрный ун-т, 1992. – 32 с.

5. Тевяшова, О. Е. Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоемах : методическое руководство / О. Е. Тевяшова. – Ростов-на-Дону : ФГУП «АзНИИРХ», 2009. – 84 с.

6. Тучапская, А. Я. Анализ методов культивирования ветвистоусых ракообразных / А. Я. Тучапская // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. – № 7. – С. 37–48.