СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ- 2017

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ “ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ 2017” ПОСВЯЩЕННОЙ ГОДУ ЭКОЛОГИИ В РФ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
17-21 АПРЕЛЯ 2017 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Проспект Свободный - 2017

Материалы научной конференции
посвященной Году экологии в Российской Федерации
17-21 апреля 2017 г.

Электронное издание

Красноярск
СФУ
2017 г.

Экология водных и наземных экосистем

УДК 57.085.23

ВЛИЯНИЕ АРАБИНОГАЛАКТАНОВЫХ БЕЛКОВ НА ЭМБРИОГЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ LARIX SIBIRICA

Лисецкая И.А., Пак М.Э.

Научные руководители д-р биол. наук, проф. Третьякова И.Н., канд. биол. наук Филиппова И.П.

Сибирский федеральный университет, Институт леса им.В.Н. Сукачева СО РАН

Арабиногалактановые белки (АГБ) – это обширный класс высокогликозилированных белков, имеющих сложную структуру и множественную локализацию. Основную их массу (до 98%) составляет углеводная часть молекулы и 2-10% полипептидный кор, содержащий главным образом такие аминокислоты как гидроксипролин, серин, аланин, треонин и глицин. Для АГБ не установлена какая-либо точная функциональная роль, хотя показано, что они участвуют в регуляции соматического и зиготического эмбриогенеза, а так же играют важную роль в различных аспектах вегетативного роста и репродуктивного развития растений. Полагают, что эти белки участвуют в адгезии клеток, в процессах растяжения клеток, а так же могут служить маркерами направления клеточной дифференцировки [1].

Larix sibirica является одним из основным лесообразователей Сибири, характеризуется неравномерностью урожаев в многолетнем цикле и низким качеством семян - поэтому важно выращивать посадочный материал с применением таких биотехнологий как соматический эмбриогенез [2]. Однако, несмотря на активные исследования по соматическому эмбриогенезу у лиственниц, как и у других хвойных видов, остается ряд нерешенных вопросов: как происходит переключение соматических клеток на путь эмбриогенеза и созревание соматических зародышей, что влияет на получение полноценных регенерантов и сеянцев [3].

Целью работы было изучение влияния АГБ на рост и развитие эмбриогенных культур лиственницы сибирской: динамика нарастания эмбрионально-суспензорной массы (ЭСМ), размеры глобулярных зародышей, созревание и прорастание соматических зародышей.

В качестве объекта исследования была выбрана клеточная линия 4, у которой созревание соматических зародышей шло наиболее активно, согласно предыдущим исследованиям [4]. Пролиферацию ЭСМ проводили на питательной среде АИ (патент №2010114891) с добавлением АГБ 2 мг/л, 4 мг/л и без добавления белков. Культивировали в темноте при 24 ± 1°С. Пересадку на свежую питательную среду того же состава проводили каждые 14 дней, сопровождая взвешиванием. С помощью

цитологического анализа измеряли размеры глобул зародышей на 7 и 14 сутки пролиферации.

Для созревания соматических зародышей использовали среду АИ с 32 мг/л абсцизовой кислоты, дополненную АГБ в двух вариантах концентрации 2 мг/л и 4мг/л и контроль - без АГБ. Культивирование осуществляли в темноте, при температуре 24±1°С. Созревшими считали соматические зародыши, достигшие 1,1-1,5 мм, имеющие биполярную структуру и семядольное кольцо. Подсчет количества созревших соматических зародышей производили на 45 сутки.

Для проращивания соматических зародышей использовали базовую питательную среду АИ с добавлением АГБ в двух вариантах концентрации 2 мг/л, 4 мг/л и контроль. Культивировали созревшие зародыши на экспериментальных средах по 10 шт на чашках Петри. Проростки измеряли в первый день посадки, на 7, 14 и 21 сутки роста.

1. Пролиферация соматических зародышей *Larix sibirica*

1.1. Динамика нарастания ЭСМ

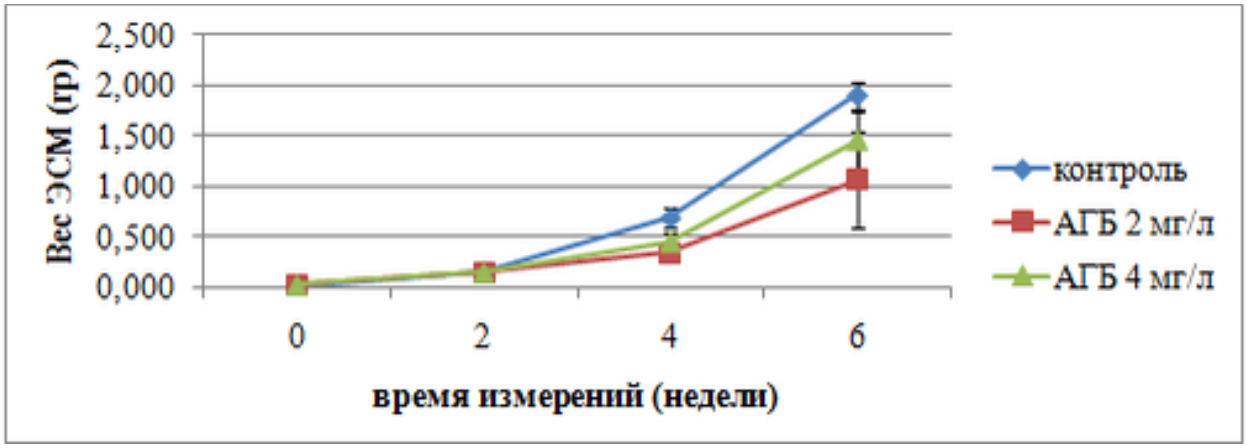


Рис. 1 -Динамика веса ЭМС клеточная линия 4 *Larix sibirica* на стадии пролиферации, среда АИ: контроль, с добавлением АГБ 2мг/л и АГБ 4 мг/л

Обработка концентрациями АГБ 2мг/л и 4 мг/л не оказала стимулирующего эффекта на прирост ЭСМ. За 6 недель прирост ЭСМ на контрольной питательной среде был больше в 1,8 и 1,3 раза, чем на среде с добавлением АГБ 2мг/л и 4 мг/л соответственно (рис. 1). За этот период эмбриогенные клеточные линии при обработке АГБ не потеряли пролиферативную активность – мультипликация зародышей продолжалась (рис.2).

Однако, в исследованиях Кройгера и Ван Хольста [5] было показано, что в культуре *Daucus carota* при внесении экзогенных арабиногалактановых белков наблюдался

Рис.2 - Клеточная линия 4 *Larix sibirica* на 7 сутки культивирования на среде АИ на стадии пролиферации: контроль (а), с добавлением АГБ 2мг/л (б), АГБ 4 мг/л (в)

стимулирующий эффект - повышался эмбриогенный потенциал культуры клеток.

1.2. Размеры глобулярных зародышей

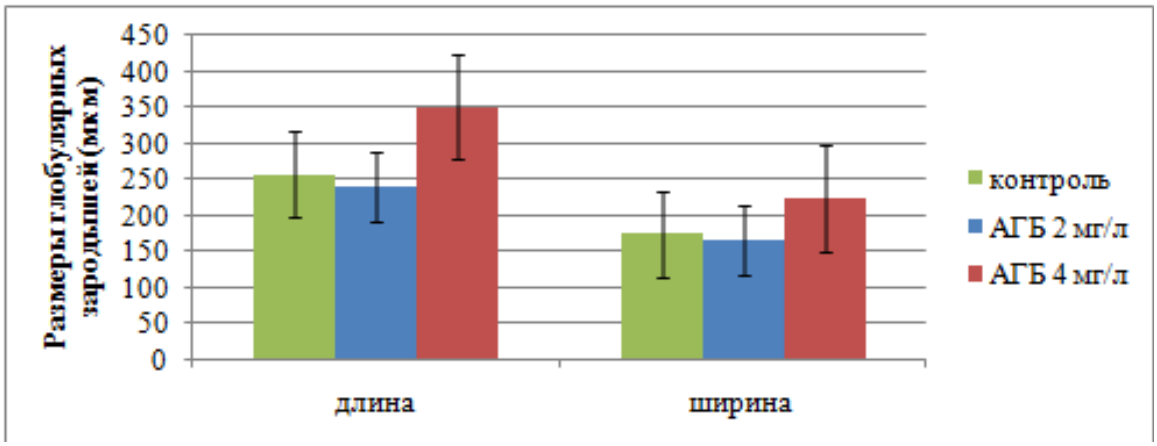
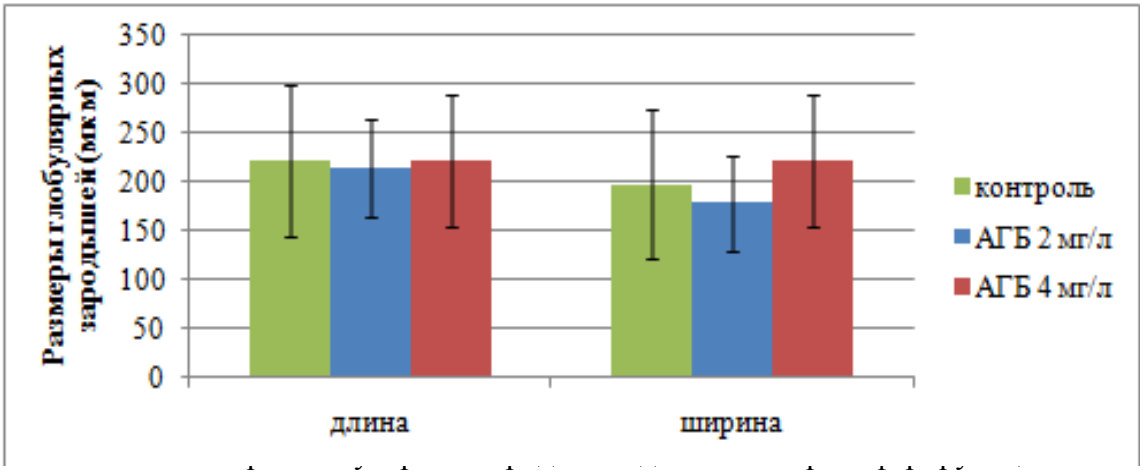


Рис. 1 -Размеры глобулярных зародышей длительно пролиферирующей эмбриогенной культуры *Larix sibirica* (4кл) на 7 сутки пролиферации на среде АИ с добавлением АГБ 2мг/л, 4 мг/л и контроль



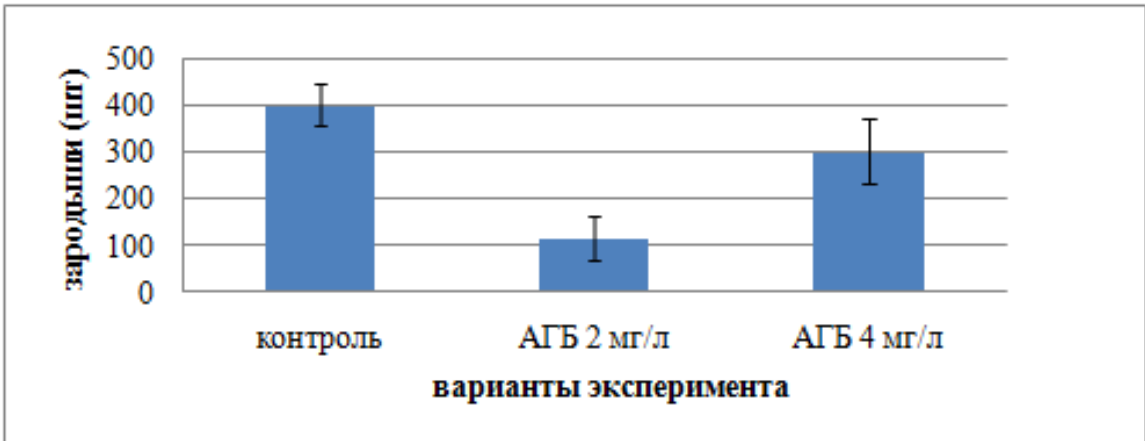
эмбриогенной культуры *Larix sibirica* (4кл) на 14 сутки пролиферации на среде АИ с добавлением АГБ 2мг/л, 4 мг/л и контроль

Измерения показали, что размеры глобулярных зародышей длительно пролиферирующей эбриогенной 4 клеточной линии, культивируемой на контрольной питательной среде и среде с добавлением двух концентраций АГБ (2 мг/л и 4 мг/л), как в длину, так и в ширину значительно не различаются. Это можно отметить и на 7, и на 14 сутки пролиферации (рис. 3,4).

2. Созревание соматических зародышей *Larix sibirica*

Исследование показало, что обработка концентрацией АГБ 2мг/л и 4 мг/л не оказала стимулирующего эффекта на созревание соматических зародышей. Эффект оказался схожим с влиянием АГБ на прирост ЭСМ. Наибольшее количество созревших зародышей наблюдалось на контрольной питательной среде (402±45 шт/г), на среде с концентрацией АГБ 4мг/л - 302±69 шт/г, с АГБ 2 мг/л - наименьшее количество зародышей (115±48 шт/г) (рис. 5).

Эгертсдоттером и Арнольдом было исследовано влияние экзогенных АГБ на развитие соматических зародышей *Picea abies*. При добавлении белков наблюдалось созревание и



развитие зародышей в растения, однако, без добавления их, развитие соматических зародышей не происходило [6].

Рис. 3 - Число созревших зародышей Кл 4 *Larix sibirica*, в 1г сухой ЭСМ на стадии созревания, среда АИ с АБК (32мг/л) с добавлением АГБ 2мг/л, 4 мг/л и контроль

3. Прорастание соматических зародышей *Larix sibirica*

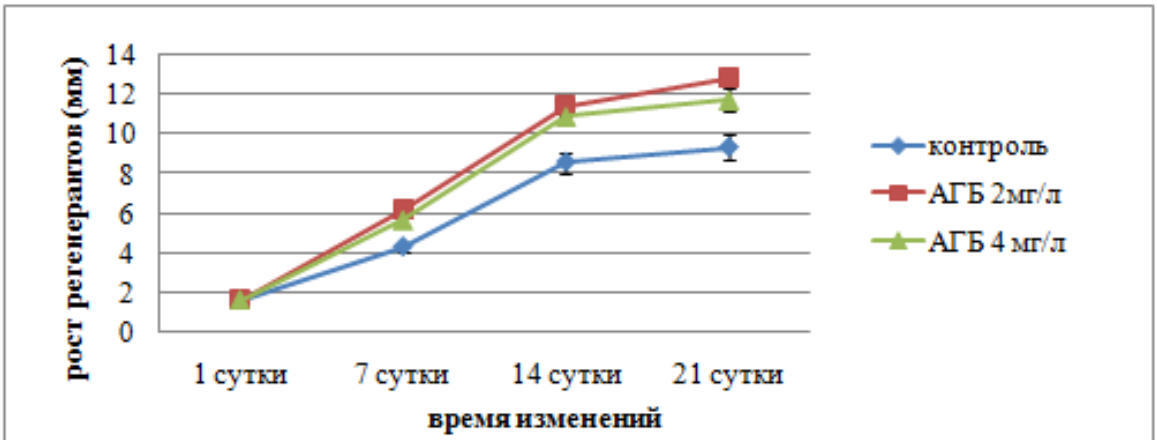


Рис. 4 - Динамика роста зародышей Кл 4 *Larix sibirica* на стадии прорастания, контрольная среда АИ и среда с добавлением АГБ 2 мг/л и 4 мг/л

АГБ оказывают стимулирующий эффект на прорастание соматических зародышей *Larix sibirica*. Обработка зародышей концентрациями 2 мг/л и 4 мг/л способствовала увеличению роста проростков по сравнению с контрольным вариантом. Прирост регенерантов при внесении АГБ 2 мг/л был выше контроля в 1,4 раза, а при внесении 4 мг/л – в 1,3 раза (рис. 6).

Таким образом, обработка длительно пролиферирующей эмбриогенной культуры *Larix sibirica* (клеточная линия 4) арабиногалактановыми белками оказала различное влияние на разные стадии эмбриогенеза - пролиферацию, созревание, прорастание соматических зародышей. Лишь на стадии прорастания АГБ оказали стимулирующее влияние на рост регенерантов, на стадии пролиферации и созревания следует использовать контрольную питательную среду АИ.

Список использованных источников

1. Румянцева Н. И. *Арабиногалактановые белки: участие в росте и морфогенезе растений*. Биохимия, 2005, 70(10).

2. Третьякова И. Н. и др. *Перспективы применения методов биотехнологии для размножения генетически ценных форм лесных древесных видов*. Хвойные бореальной зоны, 2007, 24(2-3), 309-318.

3. Park Y. S. *Implementation of conifer somatic embryogenesis in clonal forestry: technical requirements and deployment considerations*. Annals of Forest Science, 2002, 59 (5-6), 651-656.

4. Лисецкая И.А. *Особенности длительно пролиферирующих эмбриогенных культур Larix sibirica*. Красноярск, Сибирский федеральный университет, 2016 , 30.

5. Kreuger M., Holst G. J. *Arabinogalactan proteins are essential in somatic embryogenesis of Daucus carota L*. Planta, 1993, 189(2), 243-248.

6. Egertsdotter U., Arnold S. *Importance of arabinogalactan proteins for the development of somatic embryos of Norway spruce (Picea abies)*. Physiologia Plantarum, 1995, 93(2), 334-345.

УДК 591.5

РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЛОДОВИТОСТЬ НЕРЕСТОВОГО СТАДА СИБИРСКОЙ РЯПУШКИ COREGONUS SARDINELLA (VALENCIENES, 1848) РЕКИ ЕНИСЕЙ

Перепелин Ю.В., Петрова М.Н.

Научный руководитель канд. биол. наук, доц. Чупров С.М.

Сибирский федеральный университет

Сибирская ряпушка - один из важных видов промысловых рыб нижнего течения р. Енисей (15% улова сиговых рыб к 2011 году [1]). Исследованные в данной работе размерно-возрастные показатели и плодовитость нерестового стада позволяют оценить состояние популяции на текущий момент и выявить произошедшие изменения.

В настоящей работе исследованы 254 экземпляра сибирской ряпушки, выловленные в период нерестовой миграции с 13 августа 2016 г по 12 сентября 2016 г в районе Левинского песка в р. Енисей с помощью ставного невода; из них плодовитость определена у 34 самок. Проанализированы данные НИИ ЭРВ (2839 экз.) по росту ряпушки отловленной в период с 2000 по 2015 г. Из них плодовитость определена у 716 самок. Отлов рыб проводили сотрудники НИИЭРВ, автору были предоставлены исходные материалы.

В данной работе приведены данные по массе рыб, с внутренностями (W, г); массе рыб без внутренностей (w, г); абсолютная длина тела рыбы, (L, см); длина, измеряемая от конца рыла до начала хвостового плавника (промысловая длина, l, см). Возраст рыб определяли по чешуе, с использованием бинокулярного микроскопа МБС-10. Для определения плодовитости взвешивали яичник рыб и брали навеску икры массой 0,5-1,5 г, икру фиксировали 4%-ном водном растворе формальдегида.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) рассчитывалась по формуле: $ИАП = \frac{число\ икринок\ в\ пробе}{масса\ пробы, г} * масса\ гонад, г$ [2]. Индивидуальная относительная плодовитость (ИОП) рассчитывалась по формуле: $ИОП = \frac{ИАП}{масса\ тела\ без\ внутренностей,\ г}$ [2].

В уловах 2016 г встречались рыбы в возрасте от четырех лет (3+) до 8 лет (7+); преобладали пятилетние (4+) лет рыбы (61,42 % от общего улова), (табл. 1). Соотношение самцов и самок составило 2,6:1.

Средняя промысловая длина нерестующей ряпушки в уловах 2016 г. составляла 188,21±26,19 мм, колебания в пределах 154-248 мм; средняя масса - 58,2±31,2 г, колебания в

пределах 32-152 г (табл. 2). Размеры самок превосходят размеры самцов (средняя масса на 16% больше, средняя длина на 6% больше), различие значимо на уровне надежности 0,95.

Таблица 1 - Соотношение возрастных групп нерестового стада сибирской ряпушки р. Енисей в уловах, 2016 г.

Возраст, лет	3+	4+	5+	6+	7+	Всего
Самки						
%, от числа самок	10,0	64,39	18,6	5,71	1,43	100
%, от общего числа рыб	2,76	17,72	5,12	1,57	0,39	27,5
Число самок	7	45	13	4	1	70
Самцы						
%, от числа самцов	21,20	60,33	17,39	1,09	-	100
%, от общего числа рыб	15,35	43,70	12,60	0,79	-	72,4
Число рыб	39	111	32	2	-	184
Оба пола						
Число рыб	46	156	45	6	1	254
% от общего числа рыб	18,11	61,42	17,72	2,36	0,39	100

Коэффициент корреляции между длиной и массой тела ряпушки составляет r=0,93; между длиной и возрастом - r=0,65, между массой и возрастом r=0,66.

Таблица 2 - Длина и масса сибирской ряпушки нерестового стада в уловах, 2016 г

Самцы					
Возраст, лет	3+	4+	5+	6+	Среднее
Масса с внутренностями, г	48,4 +15,1	51,9 +16,0	71,7 +25,3	102 +64,5	55,2 +29,4
Промысловая длина, мм	170,41 ±14,58	173,89 ±14,29	190,94 ±18,3	215 ±51,6	176,56 ±23,52
Самки					
Возраст, лет	3+	4+	5+	6+	7+	Среднее
Масса с внутренностями, г	50,5 ± 37,3	60,8± 21,1	74,9 ± 22,8	102,5 ± 76,2	139	66,0±38,0
Промысловая длина, мм	172,5 ±22,99	180,87 ±18,05	196,15 ±9,05	217,25 ±48,98	225	185,74±29,69
Оба пола						

Возраст, лет	3+	4+	5+	6+	7+	Среднее
Масса с внутренностями, г	50,0±16,9	54,5±20,2	72,6±24,2	102,3±65,7	139	58,2±31,2
Промысловая длина, мм	170,9±14,59	175,9±18,64	192,44±18,65	216,5±43,52	225	188,21±26,19

Сравнение показателей возрастного состава промыслового стада ряпушки с данными за 1958 г., 1976 г. и период с 2000 по 2015 г.г. позволяет заключить, что уменьшилась доля четырехлетних особей (табл. 3). Учитывая неежегодность нереста сибирской ряпушки [5], можно заключить, что сроки созревания рыб сместились к более позднему возрасту. Также уменьшилась доля семи- и восьмилетних рыб в сравнении с данными 1975 г.

Таблица 3 - Соотношения возрастных групп нерестового стада сибирской ряпушки р. Енисей в разные годы

Автор, год публикации		Боброва Н.Н., 1958 [3]	Ефимов А.В., 1976 [4]	2000-2015 г (данные НИИ ЭРВ)	2016 г (наши данные)
Возраст, лет	2+	0,3	3,5	0,92	-
	3+	30,5	10,8	9,83	18,11
	4+	47,8	27,7	43,22	61,42
	5+	20,4	34	30,79	17,72
	6+	0,9	15,8	10,74	2,36
	7+	-	5,9	3,42	0,39
	8+	0,1	1,7	0,77	-
	9+	-	-	0,028	-

В уловах 2016 г. количество икринок в яичниках ряпушки варьировало от 1159 до 9598 штук, составляя в среднем 4013±537 штук. Коэффициент корреляции между ИАП и возрастом составил r=0,59, между ИАП и длиной тела - r=0,82, между длиной и массой r=0,86. Индивидуальная относительная плодовитость (ИОП) не обнаруживает линейной зависимости от возраста и размеров и достигает максимальных значений (74±8) в пятилетнем возрасте, после чего начинает снижаться, в то время как ИАП продолжает увеличиваться.

Таблица 4 - Плодовитость сибирской ряпушки в уловах 2016 г.

Возраст, лет	3+	4+	5+	6+	7+	Общая
Средняя ИАП, шт. икринок	2711 ±1709	3676 ±486	4244 ±1265	6352 ±3201	5479	4013 ±537
Средняя ИОП, шт. икринок на г массы тела без внутренностей	66±42	74±8	72±17	69±33	44	71±7
Средний диаметр икринок, мм	1,3	1,3	1,4	1,4	1,0	1,3

Сравнение с данными за 1958 г. позволяет заключить, что за период в 58 лет средняя промысловая длина и темпы роста в енисейской популяции сибирской ряпушки увеличились при одновременном снижении плодовитости. Это явление может объясняться снижением объема вылова, а также ослаблением конкуренции с другими видами сиговых (сиг-пыжьян, муксун), в частности, на стадии молоди [5], вызванным снижением численности указанных видов в связи с нерациональным промыслом [1]. За последние 40 лет средние размеры нерестующей ряпушки не изменились (рис. 1).

Снижение средних величин плодовитости енисейской ряпушки за период 40 лет отчасти объясняется уменьшением доли более старых (7+,8+ лет) рыб, выметывающих максимальное количество икры. Вместе с тем, снизилась и минимальное значение ИАП, в 11 % случаев не достигающее зафиксированной в 1958 г. нижней границы в 2440 штук икринок. Причинами снижения плодовитости могли послужить общее загрязнение Енисейского залива и нижнего течения р. Енисей [7]; загрязнение воды малыми дозами ионизирующей радиации, вызванными размытием и переносом загрязненного грунта долгоживущими радиоактивными изотопами [8]. Изменение плодовитости ряпушки может быть также связано с ростом как интенсивности, так и экстенсивности паразитарного заболевания рыб, вызываемого Henneguya zschokkei (Gurley, 1894), представителем класса Myxosporidia [9].

В целом нерестовое стадо сибирской ряпушки р. Енисей сохраняет стабильные размерно-возрастные показатели и плодовитость на протяжении не менее 20 лет; однако в более долгосрочный период (40-58 лет) состояние популяции изменилось.

Список использованных источников

1. Вышегородцев А.А., Заделенов В.А. *Промысловые рыбы Енисея.* Красноярск: СФУ, 2013. 303 с.

2. Правдин И.Ф. *Руководство по изучению рыб.* М.: Пищевая промышленность, 1966. 372 с.

3. Боброва Н.Н. Сибирская ряпушка - Coregoonus sardinella Valennciens. *Известия ВНИИОРХ*, 1958, 154, 125-130.

4. Ефимов А.В. *Биолого-промысловая характеристика рыб низовий Енисея.* Красноярск: КГУ, 1976. 69 с.

5. Москаленко Б.К. Сиговые рыбы Сибири. М.: Пищевая промышленность, 1971. 182 с.

6. Андриенко А.И. Экологические и продукционные характеристики сиговых низовьев Енисея. *Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири,* 1996, 80-81.

7. Решетников Ю.С., Акимова Н.В., Попова О.А. Аномалии в системе воспроизводства рыб при антропогенном воздействии. Известия Самарского НЦ РАН, 2000, 2(2), 247-282.

8. *Природные ресурсы Красноярского края.* Энциклопедия. Красноярск: КНИИГиМС, 2007. 472 с.

9. Герман Ю.К. О зараженности туруханской ряпушки миксоспоридиями Henneguya zschokkei (Gurley, 1894) *Сибирская зоологическая конференция: Тез. докл. Всероссийской конференции, посвященной 60-летию Института систематики и экологии животных СО РАН.* Новосибирск, 2004, 365-366.

УДК 574.5

СТРУКТУРА ДОННОГО СООБЩЕСТВА МАЛЫХ ОЗЕР БАССЕЙНА Р. ЕНИСЕЙ

Лавринович В.А.

Научный руководитель канд. биол. наук Шулепина С.П.

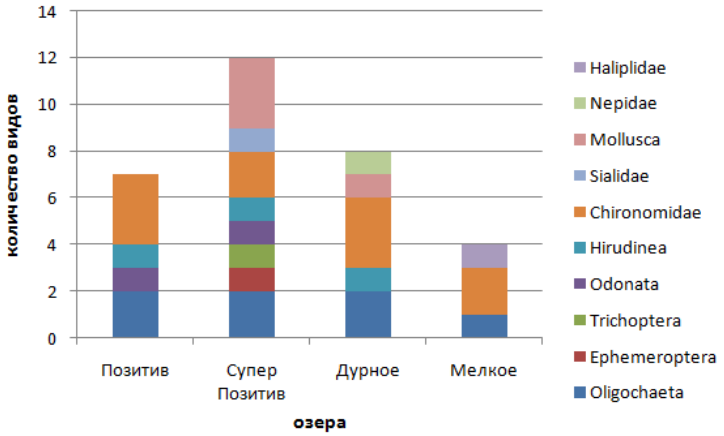
Сибирский федеральный университет

Возрастающее антропогенное воздействие на окружающую среду выделяет ряд проблем, связанных с установлением масштабов и последствий воздействия различных загрязняющих веществ на водные экосистемы. Для решения таких задач необходима информация о состоянии водных экосистем, их мониторинг. Изучение биоразнообразия донных сообществ имеет важное значение, так как они в наиболее полной мере отражают особенности динамики качества воды.

Впервые исследованы донные сообщества озер: Супер Позитив, Позитив, Дурное, Мелкое, которыенаходятся в Казачинском районе Красноярского края. Глубина в озерах варьирует от 0,5 м до 4 м. Самое мелкое озеро - оз. Мелкое, с глубиной 0,5 м, глубокие – озера Дурное и Супер Позитив, максимальная глубина которых достигает 4 м.

Отбор проб зообентоса проводили на озерах на трех станциях (в литорали – две, в профундали - одна) в июле 2016г. Пробы отбирали с помощью скребка Дулькейта[1]. На озерах Супер Позитив, Позитив, Дурное - грунт представлен детритом, на озере Мелкое - илом. Наибольшая температура зафиксирована в оз. Дурное – 25˚С, наименьшая температура отмечена в оз. Мелкое – 15 ˚С.

Во всех озерах зарегистрировано 18 видов зообентоса, из них *Chironomidae* – 5 видов, *Mollusca* -3 вида, *Oligochaeta* и *Hirudinea* – по 2 вида, *Ephemeroptera,Trichoptera,*



Odonata,Sialidae, Haliplidae, Nepidae – по 1 виду (рис.1).

Рис. 1 - Видовой состав бентофауны озер Позитив, Супер Позитив, Мелкое, Дурное, июль 2016г

Наибольшее видовое разнообразие зообентоса зарегистрировано в озере Супер Позитив (11 таксонов), наименьшее - в озере Мелкое(4 вида).Во всех озерах по числу видов преобладали личинки хирономид и олигохеты. Из олигохет чаще других встречались личинки *Limnodrilushoffmeisteri*, среди хирономидв каждом озере преобладали разные виды.Коэффициент Серенсена-Чекановского варьировался от 0,0 до 4,0. Сходство между озерами не зарегистрировано.

Плотность зообентоса по озерам варьировала (табл. 1): численность от 220экз/м^2 до 2693экз/м^2 биомасса - от 0,75г/м^2 до 42,39 г/м^2.В оз. Супер Позитив по численности доминировали олигохеты *Tubifextubifex*, по биомассе двустворчатые моллюски сем.*Pisidiidae*.

В оз. Позитив по численности преобладали хирономиды*Ablabesmyia гр. monilis*, по биомассе-хирономиды*Chironomuscingulatus*. В озере Дурное по численности преобладали личинки хирономид*Cryptoclodopelmaviridula*, по биомассе - водяной клоп *Nepacineria*. В оз. Мелкое по плотности доминировали личинки хирономид*Paratanytarsussp*.

Таблица 1 - Численность и биомасса зообентоса исследованных озер бассейна р. Енисей, июль 2016г

Озеро	Численность, экз/м^2	Биомасса, г/м^2
Супер Позитив	2693± 588	42,39 ± 18,13
Позитив	1440 ± 459	9,00± 6,73
Дурное	853 ± 134	5,34 ± 3,44
Мелкое	220 ± 87	0,75 ± 0,22

По ИндексуВудивиса [2] качество воды всех исследованных озер оценено на уровне IV класса, вода грязная (БИ=2балла). Исключение отмеченов оз. Супер Позитив, где вода соответствовала IIIклассу качества, вода загрязненная (БИ=4,5 балла).

Список использованных источников

1. Абакумова В.А. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений*. Ленинград Гидрометеоиздат, 1983

2. «*РД 52.24.309-2011. Руководящий документ. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши*» (утв. Росгидрометом 25.10.2011)