

РОСТ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ PARASALMO MYKISS WAL. В УСЛОВИЯХ КОНДОПОЖСКОЙ ГУБЫ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА (КАРЕЛИЯ)

Дзюбук Ирина Михайловна

Кандидат биологических наук, доцент
Петрозаводский государственный университет
ikrup69@mail.ru

GROWTH AND SURVIVAL OF JUVENILE RAINBOW TROUT PARASALMO MYKISS WAL. IN THE CONDITIONS OF THE KONDOPOGA BAY OF ONEGA LAKE (KARELIA)

I. Dzyubuk

Summary. The results on the growth and survival of juvenile rainbow trout *Parasalmo mykiss* Wal., obtained from spawners grown in the Kaluga region (Russia) and Finland, in the Kondopoga Bay of Onega Lake have been presented. The growing conditions for juveniles were favorable, most of the values of hydrochemical parameters were close to optimal, except for the values of biological oxygen consumption and iron content in water. The water temperature in July reached 18 °C, which was close to the critical limit. The absolute weight gain of the Finnish fry was 32 g and that of the Kaluga fry — 77 g. The survival rate of the fry was high (98.9–99.9%). Correlation analysis confirmed a high degree of correlation between the mortality of Finnish fry and water temperature. The results of the studies showed that, when grown in the Kondopoga Bay of Onega Lake, the Kaluga juvenile rainbow trout was distinguished by a lower intensity of mass accumulation, but a high survival rate with an increase in water temperature to values close to critical, in contrast to the Finnish juveniles.

Key words: cage fish farming, Onega Lake, rainbow trout, juveniles, fry, fingerlings, rearing, survival rate.

Аннотация. В статье представлены результаты по росту и выживаемости молоди радужной форели *Parasalmo mykiss* Wal., полученной от производителей, выращенных в Калужской области (Россия) и Финляндии, в Кондопожской губе Онежского озера. Условия выращивания молоди были благоприятными, большинство значений гидрохимических параметров были близки к оптимальным, кроме значений биологического потребления кислорода и содержания железа в воде. Температура воды в июле достигла 18 °C, что было близко к критической границе. Абсолютные приросты массы финского малька составили 32 г и калужского сеголетка — 77 г. Выживаемость молоди была высокая (98,9–99,9%). Корреляционный анализ подтвердил высокую степень связи отхода финского малька с температурой воды. Результаты исследований показали, что при выращивании в Кондопожской губе Онежского озера калужская молодь радужной форели отличалась меньшей интенсивностью накопления массы, но высокой выживаемостью при увеличении температуры воды до значений близких к критическим, в отличие от финской молоди.

Ключевые слова: садковое рыбоводство, Онежское озеро, радужная форель, молодь, мальки, сеголетки, выращивание, выживаемость.

Рыбоводство является устойчиво и перспективно развивающейся отраслью хозяйствования на внутренних водоемах России [12; 8]. Карелия является одним из ведущих производителей товарной радужной форели *Parasalmo mykiss* Wal. в садках на северо-западе России [3]. Для этого есть благоприятные природно-климатические условия, наличие большого количества водоемов, пригодных для развития аквакультуры, применение научно обоснованных технологий выращивания, достаточная кадровая база высококвалифицированных специалистов, инвестиционная привлекательность отрасли и другое.

В настоящее время актуальны работы по изучению эффективности выращивания посадочного материала

радужной форели в различных рыбоводных хозяйствах России [5; 7; 2; 9; 1].

Для выращивания ценных видов рыб и получения необходимых объемов рыбной продукции важно использовать качественный посадочный материал. От его качества, от условий подращивания в наших водоемах, от успешной адаптации к условиям выращивания во многом зависит конечный результат получения качественной рыбной продукции.

В садковых хозяйствах Карелии, наряду с молодь радужной форели, привезенной из хозяйств России, рыбоводы использовали также посадочный материал из Финляндии. В настоящее время актуальным и важ-

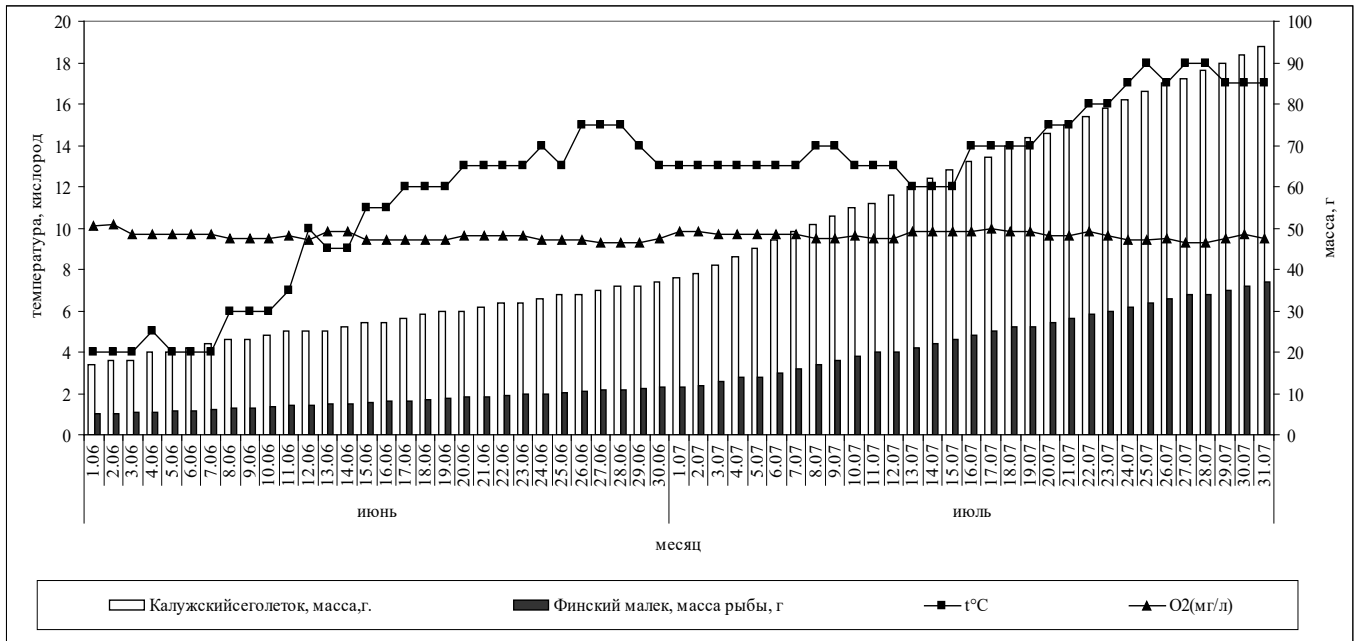


Рис. 1. Изменение массы молоди радужной форели в условиях Кондопожской губы Онежского озера), 2019 г.

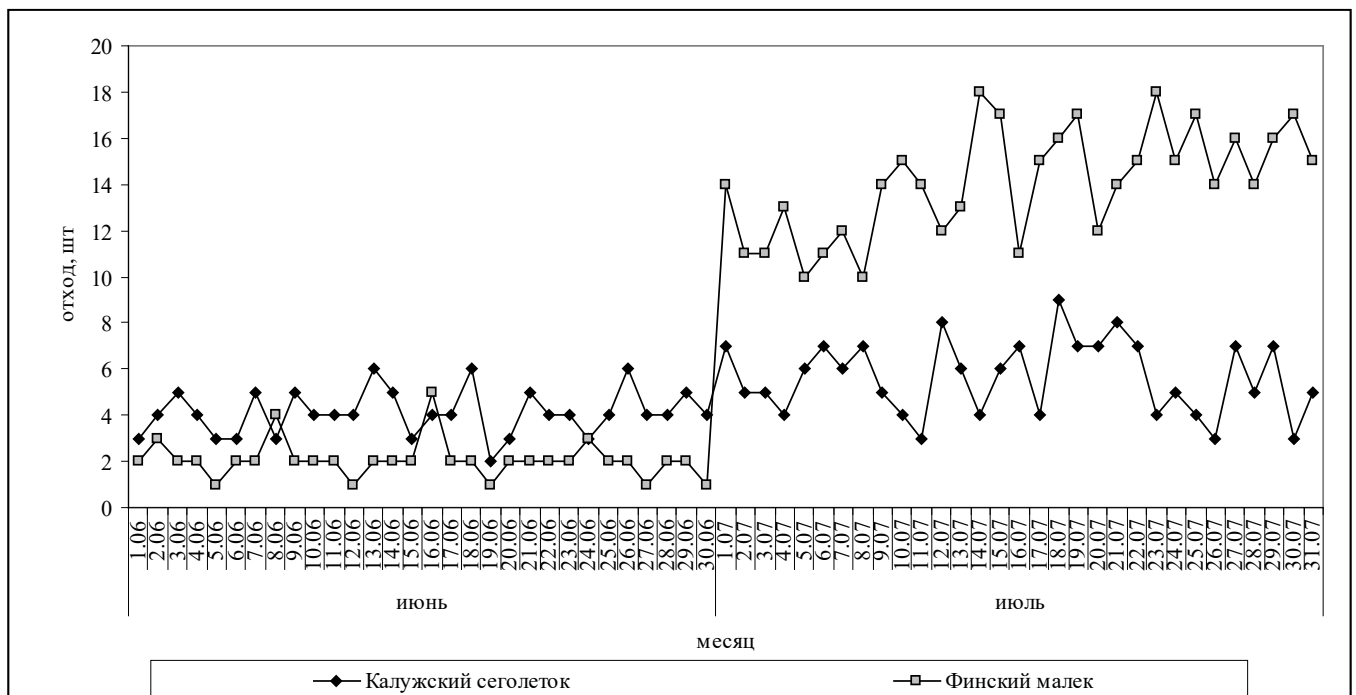


Рис. 2. Динамика отхода молоди радужной форели в Кондопожской губе Онежского озера, 2019

ным является получение и выращивание качественного отечественного посадочного материала, который был бы сопоставим с зарубежным по биологическим и экологическим показателям.

В связи с этим целью наших исследований было — оценить рост и выживаемость молоди радужной форели *Parasalmo mykiss* Wal. из отечественного (Калуга, Россия) и зарубежного (Финляндия) посадочного материала в условиях Кондопожской губы Онежского озера (Карелия, Россия).

Материалы и методики исследования

Исследования проводили в летний период (июнь-июль) 2019 года на форелевом хозяйстве, расположенном в Кондопожской губе Онежского озера. На хозяйстве реализуется двухлетний цикл выращивания товарной форели.

Материалом для исследований была молодь радужной форели *Parasalmo mykiss* Wal., полученная от производителей, выращенных в Калужской области (1 садок, возраст рыбы 0+ лет) и в Финляндии (1 садок, возраст рыбы 1+ лет).

В ходе исследований роста и выживаемости молоди рыб оценивали гидрохимические условия — pH, содержание в воде аммонийного азота, нитритов, нитратов, сульфатов и фосфатов, показатель БПК₅, температуру и содержание растворенного в воде кислорода. Контроль этих параметров ведется на хозяйстве в постоянном режиме.

Кормление молоди рыб проводили ручным методом. Использовали корма фирмы Rehu Raisio (производство Финляндии). Размер корма выбирали в зависимости от массы мальков, согласно рекомендациям производителя.

Для определения темпа роста молоди производили взвешивание рыб. Использовали весовой метод: в чашу весов наливали 250–500 мл воды, стрелку весов ставили на ноль. В чашу помещали определенное количество рыб и взвешивали. Для вычисления средней массы молоди количество взвешенных рыб делили на их общую массу. По результатам взвешивания рассчитывали величину прироста массы молоди.

Для оценки выживаемости рыб ежедневно отбирали при помощи сачка погибших особей, считали и определяли отход.

Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных методов вариационной статистики в программе Microsoft Excel [13].

Полученные результаты динамики массы молоди радужной форели и выживаемости при изменении температуры и концентрации кислорода в воде Кондопожской губы Онежского озера были обработаны методом корреляции Спирмена в программе Past 4.11. рисунок 1 и 2.

Всего исследовано по 670 шт. мальков на морфологический анализ и по 550 тыс.шт. мальков на выживаемость.

Результаты и обсуждение

Гидрохимические показатели воды в районе форелевого хозяйства в основном были в пределах допустимых значений ПДК рыбохозяйственных [10; 6].

Водородный показатель (pH) воды был в пределах нормы и составлял в среднем 6,5. Для выращивания радужной форели благоприятные значения pH находятся в пределах от 6,5 до 8,5, а критические — ниже 5 и выше 9. Содержание в воде аммонийного азота (0,36 мг/л), нитритов (0,0 мг/л), нитратов (0,01 мг/л), сульфатов (4,5 мг/л) и фосфатов (<0,01 мг/л) также были в пределах нормы и не превышали ПДК рыбохозяйственных.

В ходе исследований было отмечено несколько повышенное содержание железа в воде (0,3 мгFe/л). Для форели опасны его концентрации в пределах 0,2 мгFe/л. Однако, допустимым при выращивании форели считают концентрацию общего железа до 1 мг/л, а оптимальной и технологической нормой — не более 0,5 мг/л [10; 11; 6].

Также было отмечено некоторое превышение ПДК рыбохозяйственного (<2,1 мг/дм³) показателя БПК₅, который был в пределах 2,17–2,43 мг/дм³. При повышении температуры воды более 20 °C это могло привести к существенному снижению содержания растворенного кислорода в воде и отрицательно повлиять на рост молоди форели.

Радужная форель требовательна к содержанию растворенного в воде кислорода, особенно чувствительны эмбрионы, личинки и мальки. При выращивании радужной форели содержание растворенного в воде кислорода должно быть не менее 7 мг/л [11]. В ходе исследования оно было в пределах 9,3–10,4 мгO₂/л, что было благоприятно для выращивания молоди радужной форели. Содержание углекислого газа в воде также было в норме и составляло 4,0–4,1 мг/л.

Температура воды в июне нарастала в пределах 4–16 °C. В июле она сначала стабилизировалась в пределах 12–14 °C, а к концу месяца повысилась до 18 °C и

Таблица 1. Выживаемость молоди радужной форели в Кондопожской губе Онежского озера в июне и июле 2019 г (%).

Месяц	Выживаемость, %	
	Финская молодь	Калужская молодь
Июнь	99,9	99,9
Июль	98,9	99,2

Таблица 2. Коэффициенты корреляции Спирмена по результатам исследования динамики массы и отхода молоди радужной форели при изменении температурных условий воды в Кондопожской губе Онежского озера, 2019 г.

Параметр/фактор	Финская молодь		Калужская молодь	
	r	p	r	p
Масса /температура	0,969	< 0,001	0,869	< 0,001
Отход/температура	0,579	< 0,001	0,306	0,016

была близка к верхней критической границе (20°C). Известно, что при повышенных температурах воды снижается эффективность использования пищи на рост рыб и возрастает возможность их заболевания [6].

За весь период исследования прирост массы финского малька составил в среднем 32 г, т.е. масса увеличилась в 7,4 раза (рис. 1). В июне масса финского малька в среднем увеличилась на 6,4 г (в 2,3 раза), в июле — на 25,5 г (в 3,2 раза). Прирост массы калужской молоди за период исследования составил в среднем 77 г (в 5,5 раза), за июнь масса молоди в среднем увеличилась на 20 г (в 2,2 раза), а за июль — на 56 г (в 2,5 раза). Интенсивность накопления массы как финской, так и калужской молоди была больше в июле, чем в июне. В целом, интенсивность накопления массы была больше финской молоди, чем у калужской. Это может быть связано как с качеством посадочного материала, так и с разницей в стартовой массе финского малька (5,0 г) и калужского сеголетка (17,0 г) в начале выращивания в Кондопожской губе Онежского озера.

Выживаемость как финской молоди, так и из Калуги в условиях Кондопожской губы Онежского озера за весь период исследований была высокой (рис.2, табл. 1). В июне выживаемость молоди составила по 99,9% каждая, в июле — 98,9% (финская) и 99,2% (калужская). В июле было отмечено некоторое увеличение отхода финского малька, что, вероятно, может быть связано с его меньшей массой и большей чувствительностью к действию факторов водной среды, по сравнению с калужской молодью. Это подтверждают и результаты корреляционного анализа (табл. 2).

Полученные в ходе исследований результаты динамики массы молоди радужной форели и ее выживаемо-

сти при изменении температуры и концентрации кислорода в воде Кондопожской губы Онежского озера за июнь и июль 2019 года, были обработаны методом корреляции Спирмена (табл. 2). При этом учитывали, что температура воды увеличивалась на протяжении периода выращивания, а содержание кислорода было стабильное в пределах 10,4–14,4 мгО₂/л. Рассчитанный коэффициент корреляции Спирмена ($r=0,869$; $0,969$; $p < 0,001$) свидетельствует о высокой степени связи массы молоди форели, как калужской, так и финской, с температурой воды, т.е. при увеличении температуры воды от 4 до 18 °C происходит увеличение массы молоди.

Результаты корреляционного анализа показали среднюю степень связи между температурой воды и отходом финского малька ($r=0,579$; $p < 0,001$), и низкую степень связи температуры воды и отхода калужской молоди. Т.е. выживаемость финского малька (меньшего по массе) в большей степени зависела от температуры, чем выживаемость калужского (большого по массе). Если в июне ежедневный отход финской молоди был ниже, чем у калужского малька, то с повышением температуры воды в июле ежедневный отход финской молоди увеличился в 2–3 раза (рис. 2). Коэффициент корреляции между содержанием кислорода в воде и параметрами молоди радужной форели (масса, отход) не подтвердил наличие связи между ними.

Заключение

В связи с интенсивным развитием рыбководства в России возникает целый ряд проблем, связанных с выращиванием качественной рыбной продукции. Результаты получения необходимого объема такой продукции во многом зависят от качества посадочного

материала. В рыбоводных садковых хозяйствах Карелии использовали посадочный материал из Финляндии. Поэтому в настоящее время актуальным является стабильное получение и выращивание на рыбоводных хозяйствах Карелии качественного, сопоставимого с зарубежным по росту, выживаемости и другим показателям, отечественного посадочного материала.

В ходе наших исследований проведена оценка роста и выживаемости молоди радужной форели *Parasalmo mykiss* Wal. из отечественного (Калуга, Россия) и зарубежного (Финляндия) посадочного материала в Кондопожской губе Онежского озера.

Условия водной среды Кондопожской губы Онежского озера для выращивания нашего и зарубежного малька в летний период 2019 года были благоприятны, значения большинства исследованных параметров были близки к оптимальным. В нормальных пределах, не превышающих ПДК рыбохозяйственных, были значения pH, содержание в воде аммонийного азота, нитритов, нитратов, сульфатов и фосфатов. Незначительно повышенное содержание железа в воде, но не превышающее оптимальные и технологически допустимые значения, не оказало влияние на рост и выживаемость молоди форели. Высокое значение БПК₅ могло привести к снижению содержания растворенного кислорода в воде и отрицательно повлиять на рост молоди форели, однако температура воды не поднималась более 18°C и этого не произошло. Вода была благоприятна для выращивания молоди радужной форели по содержанию растворенного кислорода (9,3–10,4 мгО₂/л) и температурным (4–18°C) условиям.

За период исследований в этих условиях средние показатели массы тела финской молоди увеличились от 5,0 до 37,0 г и калужской от 17,0 до 94,0 г. Абсолютные приросты массы за весь период исследований составили 32 г и 77 г соответственно. Интенсивность накопления массы у финской молоди за два месяца была боль-

ше (в 7,4 раза), по сравнению с калужской (в 5,5 раза). При выращивании радужной форели в благоприятных условиях (температурных, кислородных и др.) водной среды Кондопожской губы Онежского озера в летний период и при кормлении ее в соответствии с нормами, финская молодь превосходит отечественную (калужскую) по интенсивности накопления массы.

Выживаемость молоди за весь период исследований была высокая и составила 98,9–99,9%, что закономерно при выращивании радужной форели в благоприятных условиях водной среды. В июле было отмечено увеличение (в 2–3 раза) отхода финского малька, по сравнению с таковым в июне. Это может быть связано с увеличением температуры воды до значений, близких к критическим. Это подтверждает и рассчитанный коэффициент корреляции Спирмена, который показал высокую степень связи между отходом финского малька и температурой воды. Отход калужской молоди оставался на одном уровне и в меньшей степени (чем отход финской) был связан с температурой.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что при выращивании молоди радужной форели в Кондопожской губе Онежского озера в летний период необходимо обращать особое внимание на такие гидрохимические параметры, как, значения БПК₅ и содержание железа в воде, которые могут быть выше ПДК рыбохозяйственных. В целом температурные условия и содержание кислорода в воде были благоприятные для выращивания как отечественной (Калуга) молоди, так и зарубежной (Финляндия). Масса молоди значительно увеличилась. При этом калужская молодь отличалась меньшей интенсивностью накопления массы, но высокой выживаемостью при увеличении температуры воды до значений близких к критическим, в отличие от финской молоди.

Выражаем благодарность за помощь в сборе материала Михайлову Дмитрию Сергеевичу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айткалиева А. А., Альпеисов Ш. А., Ибажанова А. С. 2020. Сравнительная оценка морфофункционального состояния рыбопосадочного материала и товарной радужной форели при использовании кормов с добавлением препарата пробиотического действия. Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, 1: 131–137.
2. Зеленников О. В., Голод В. М. 2019. Гаметогенез радужной форели *Parasalmo mykiss*, выращенной от вылупления до полового созревания при температуре около 20 °С. Вопросы ихтиологии, 59 (1): 68–79.
3. Концепция развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Республики Карелия до 2025 года в рамках актуализации «Стратегии социально-экономического развития Республики Карелия до 2020 года». Изд-во Министерство сельского, рыбного и охотничьего хозяйства Республики Карелия, Петрозаводск, 2017. 59 с.
4. Канидьева А. Н. Инструкция по разведению радужной форели. М. ВНИИПРХ, 1985. 60 с.
5. Кравец П. П., Анохина В. С., Неженец С. С. 2017. Комплексная оценка рыбоводного качества посадочного материала *Parasalmo mykiss irideus* для культивирования в водоемах Кольского полуострова. Мат. между. науч. — прак. конф. «Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств», с. 123–129.

6. Кучко Т. Ю., Дзюбук И. М. Садковое форелеводство // Учеб. пособие. Садковое форелеводство: учебное электронное пособие для студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов / Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Петрозавод. гос. ун-т. — Электрон. дан. — Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2016. — 1 электрон. опт. Диск (CD-R); 12 см. — Систем. требования: PC, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше; Windows, MAC OSX; 256 Мб; видеосистема: разрешение экрана 800×600 и выше; графический ускоритель (опционально); мышь или другое аналогичное устройство. — Загл. с этикетки диска.
7. Кушникова Л. Б., Ануарбеков С. М., Бадрызлова Н. С. 2018. Эффективность выращивания посадочного материала радужной форели в разнотипных рыбоводных хозяйствах. Мат. Всерос. науч. — прак. конф. «Водные биоресурсы и аквакультура Юга России», с. 354–358.
8. О развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации: информ. изд. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. — 164 с. ISBN 978–5–7367–1613–5
9. Портная Т. В., Овсянкина Е. В., Прокопчик В. А. 2019. Artemia salina в стартовом кормлении рыбопосадочного материала радужной форели. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства, 22–2: 77–84.
10. Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю., Дзюбук И. М. Основы рыбоводства. Учебник. С-Пб.: изд-во Лань, 2011. 487с.
11. Рыжков Л. П., Дзюбук И. М., Корнев О. Н., Полина А. В. Нормирование выращивания посадочного материала радужной форели в садках. Учебное пособие. Петрозаводск: ПетрГУ. 2014. 41с.
12. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2019 г. № 2798-р. 58 с. Доступ: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/documents/otraslevaya_deyatelnost/ekonomika_otrasli/rasp_2798-r_261119.pdf
13. Элементарная биометрия: учеб. пособие. — 3-е изд., испр. и доп. /Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. — Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. — 110 с.

© Дзюбук Ирина Михайловна (ikrup69@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Петрозаводск