

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/342000337>

# ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ПЕЛЯДИ COREGONUS PELED ПРИ ДОБАВЛЕНИИ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ

Article · May 2020

CITATIONS

0

READS

81

5 authors, including:



**Oksana Trofimchuk**

Tomsk Polytechnic University

7 PUBLICATIONS 1 CITATION

[SEE PROFILE](#)



**Sofia A Romanenko**

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Elena A. Interesova**

Novosibirsk branch of VNIRO («ZapSibNIRO»), Institute of Systematics and Ecolog...

42 PUBLICATIONS 134 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Sergey B Turanov**

Tomsk Polytechnic University

21 PUBLICATIONS 19 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Freshwater Biodiversity Observation Network (FW BON) [View project](#)



Aquaculture of the Western Siberia [View project](#)

УДК 639.3

## ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ПЕЛЯДИ *COREGONUS PELED* ПРИ ДОБАВЛЕНИИ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ

**О. А. Трофимчук,**

Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

**А. Н. Яковлев,**

канд. физ.-мат. наук, Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

**С. Б. Туранов,**

канд. тех. наук, Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

**А. Ю. Яговкин,**

канд. хим. наук, Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

**С. А. Романенко,**

Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

**А. А. Ростовцев,**

д-р с.-х. наук, профессор, Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»),  
Россия, г. Новосибирск

**А. Л. Абрамов,**

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Россия, г. Новосибирск

**И. В. Поздняк,**

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Россия, г. Новосибирск

**С. Н. Решетникова,**

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Россия, Новосибирск;  
Томский государственный университет, Россия, г. Томск

**Е. А. Интересова,**

канд. биол. наук, Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Россия, г. Новосибирск;  
Томский государственный университет, Россия, г. Томск  
E-mail: tomsk.fish.science@mail.ru

**Р. М. Хакимов,**

директор НПО «Томск-Экология», Россия, г. Томск

**Аннотация.** *Повышение выживаемости молоди рыб и увеличение темпов ее роста — важнейшая задача аквакультуры. Хлорелла (Chlorella vulgaris) — одноклеточная микроводоросль, богата белком, жирами, витаминами, макро- и микроэлементами. Ее используют для молоди и взрослых особей рыб, в составе многокомпонентных кормов и в качестве единственного ингредиента; рассматривают как источник*

белка, витаминов, микроэлементов, биологически активных веществ, как усилитель роста, иммуностимулятор и антибактериальное средство. В настоящее время в литературе накоплены обширные сведения о положительном влиянии введения хлореллы в корма на рост и иммунный статус рыб. Учитывая, что в Западной Сибири сиговые виды рыб являются традиционным объектом пастбищного рыбоводства, целью настоящего исследования была оценка эффективности подращивания молоди пеляди *Coregonus peled* при добавлении суспензии хлореллы. В результате представленной работы выявлено, что при бассейновом способе выращивания темп весового роста пеляди, получавшей хлореллу, статистически значимо выше. Кроме того, добавление хлореллы обеспечивает большую выживаемость молоди. Таким образом, добавление суспензии хлореллы *Chlorella vulgaris* положительным образом сказалось на результатах выращивания молоди пеляди *Coregonus peled* при бассейновом способе подращивания. Следует отметить, что внедрение использования хлореллы в качестве стимулятора роста молоди сиговых видов рыб и способа повышения ее выживаемости требует тщательного подбора схемы применения данной микроводоросли для получения наилучших результатов.

**Ключевые слова:** хлорелла, *Chlorella*, пелядь, *Coregonus peled*, аквакультура, пастбищное рыбоводство, Западная Сибирь.

## THE EXPERIENCE OF GROWING LARVAE PELED *COREGONUS PELED* WITH *CHLORELLA* SUSPENSION

A. A. Rostovtsev, O. A. Trofimchuk, E. A. Interesova, R. M. Chakimov, A. N. Yakovlev,  
S. B. Turanov, A. Yu. Yagovkin, S. A. Romanenko, S. N. Reshetnikova,  
I. V. Pozdnyak, A. L. Abramov

**Summary.** The enhance of larval fish survival and growth rate are the major concerns for aquaculture. *Chlorella* (*Chlorella vulgaris*) is a unicellular microalgae rich in proteins, lipids, vitamins micro- and macroelements. It is widely used as a part of multicomponent or as only ingredient of artificial feed; it could be described as a source of proteins, vitamins, microelements, biologically active substances, as growth promoter, immune enhancer, and anti-inflammatory agent. Taking into consideration the fact that in Western Siberia *Coregonidae* are the traditional object of fishfarming, the goal of the research was to evaluate the effect of *chlorella* suspension use on growing larval *Coregonus peled*. *Chlorella vulgaris* suspension addition showed positive effect on growing and survival of larval *peled* *Coregonus peled*. It should be denoted that if *chlorella* would be applied as growth stimulator of young *Coregonidae* fish species and as a way of survival rate improvement, feeding scheme should be adjusted precisely so the best outcome could be achieved.

**Keywords:** *Chlorella*, *peled*, *Coregonus peled*, aquaculture, Western Siberia.

Повышение выживаемости молоди рыб и увеличение темпов ее роста — важнейшая задача аквакультуры. Основным способом ее решения является обеспечение объектов выращивания соответствующими кормами. Однако очевидно, что никакой искусственный комбикорм не может быть абсолютно идентичен по физиологическим эффектам естественным кормам, к которым

адаптированы те или иные виды рыб. Это обуславливает продолжающийся поиск сырья и рецептур, наилучшим образом обеспечивающих потребности объектов аквакультуры.

В последние годы перспективным направлением в этой области считают применение в кормах для рыб микроводорослей. Их используют для молоди и взрослых особей, в составе многокомпонентных кормов

и в качестве единственного ингредиента; рассматривают как источник белка, витаминов, микроэлементов, биологически активных веществ, усилителей роста и иммуностимуляторов [8, 26, 19, 22, 30, 35]. В настоящее время в аквакультуре используют более 40 видов микроводорослей [28].

Хлорелла (*Chlorella vulgaris*) — одноклеточная микроводоросль, содержит около 62 % белков, 13 % жиров, 14 % углеводов, пигменты, провитамин А, комплекс витаминов группы В, тиамин, витамины С, D, Е и К, железо, калий, кальций, фосфор, магний и др. [8, 12, 29]. В настоящее время в литературе накоплены обширные сведения о положительном влиянии введения хлореллы в корма на рост и иммунный статус рыб. Так, в эксперименте на молоди корейского морского окуня *Sebastes chlegeli* показано, что наибольшую прибавку массы и удельную скорость роста имели рыбы, получавшие хлореллу *Chlorella vulgaris* в относительно небольшой концентрации — 0,5 % от общей массы корма, по сравнению с рыбой, получавшей микроводоросль в больших количествах или не получавшей ее совсем. Кроме того, выявлено, что рыбы, получавшие 2 % хлореллы, имели значительно более высокий сывороточный альбумин и более низкую сывороточную глюкозу, чем рыбы контрольной группы. При этом рыбы из группы, корм которой на 4 % состоял из хлореллы, имели более высокий уровень белка и меньше жира в печени, чем рыбы, получавшие другую диету [25]. Показано, что замена хлореллой 5 % рыбной муки в стартовом корме для севрюги привела к повышению конечной массы молоди на 17 %, снижению затрат энергии корма на прирост на 6–8 % при близких с контролем морфофизиологических показателей рыб [1]. Также выявлено, что хлорелла *Chlorella vulgaris* в качестве ингре-

диента в рационе гигантских пресноводных креветок *Macrobrachium rosenbergii* является мощным стимулятором роста: ее добавление статистически значимо увеличило удельную скорость роста молоди креветок. Кроме того, у креветок, получавших хлореллу, было отмечено усиление иммунного ответа (общее количество гемоцитов и активность фенолоксидазы) и значительное повышение выживаемости при экспериментальном заражении *Aeromonas hydrophila* [25]. На серебряном карасе *Carassius gibelio* показано, что на фоне кормления хлореллой *Chlorella vulgaris* у рыб увеличились уровни иммуноглобулинов М и D, интерлейкина и хемокина в некоторых тканях, что свидетельствует о влиянии хлореллы на регулирование адаптивного и врожденного иммунитета [34]. Выявлено, что введение хлореллы значительно снизило негативное воздействие хронического отравления мышьяком нильской тилапии *Oreochromis niloticus*, проявившегося в снижении уровней каталазы, глутатиона, глутатионпероксидазы, малонового диальдегида и перекиси водорода в жабрах и печени подопытных рыб. При этом наблюдалось повышение уровня IgM, IgD, интерлейкина [37]. Также отмечено, что введение хлореллы в рацион карпа кои *Cyprinus carpio* привело к росту гемоглобина, гематокрита, количества эритроцитов и увеличения уровня IgM [20].

Многие биологически активные вещества содержатся в хлорелле в высоких концентрациях. Так, общее содержание каротиноидов в *Chlorella vulgaris* (4000 мг/кг) выше по сравнению с люцерной (280 мг/кг), дрожжами (*Phafifhodymyza*) (1000 мг/кг), кукурузным глютенем (290 мг/кг), морскими водорослями (390–900 мг/кг) и крабовой мукой (75–1300 мг/кг) [16]. Каротиноиды находят всё большее

применение в рыбоводной практике. Известно, что лютеин, составляющий значительную долю каротиноидов в хлорелле [13, 14], при введении его в корма придает светло-желтый оттенок окраске красной зебры *Maylandia stherae* [36]. Астаксантин, являясь мощным естественным антиоксидантом [11, 23, 35], при введении в корма повышает устойчивость рыб к различным заболеваниям, положительным образом отражается на росте и выживаемости рыб и раков [32]. Кроме того, отмечено, что он способствует усилению красно-оранжевой окраски у красной зебры *Maylandiaestherae* [36]. В настоящее время астаксантин эффективно используется для улучшения цвета у декоративных рыб [16], лососей и форели [9].

Давно известно об антибактериальной активности хлореллы [4, 15, 18, 21, 27], что, вероятно, обусловлено ассоциированной микрофлорой культур этих микроводорослей [24], а также ее экзометаболитами, в составе которых обнаружено значительное количество гликолевой кислоты [2, 33], а также муравьиной и уксусной кислот [3]. Очевидно, благодаря бактерицидным свойствам хлореллы показано, что ее добавление способствует повышению резистентности объектов аквакультуры к *Vibrio anguillarum* [17] и *Aeromonas hydrophila* [25], а также нашло применение при выращивании личинок морских рыб в качестве способа снижения численности бактерий [5].

В результате в настоящее время хлорелла рассматривается как перспективный источник белка, витаминов и других биологически активных веществ в кормах для различных объектов аквакультуры, обеспечивающий не только улучшение показателей роста и использования кормов, но и выживаемость, устойчивость к болезням, иммунитет и стрессоустойчивость [6, 31].

В Западной Сибири сиговые виды рыб являются важным объектом промысла [7] и традиционным объектом пастбищного рыбоводства в озерах и искусственных водоемах [6]. Увеличение выживаемости и темпов роста их молоди при искусственном воспроизводстве может стать существенным фактором повышения эффективности искусственного воспроизводства их запасов и аквакультуры в регионе. **Цель** настоящего исследования — оценка эффективности подращивания молоди пеляди *Coregonus peled* при добавлении суспензии хлореллы.

#### **Объекты и методы исследования**

Экспериментальные работы были проведены в апреле — мае 2019 г. в бассейновом комплексе на производственной площадке ООО НПО «Томск-Экология». В каждый из трех бассейнов объемом по 1,2 м<sup>3</sup> поместили по 30 тыс. шт. личинок пеляди *Coregonus peled* сразу после выклева. Молодь в бассейне 1 кормили науплиями артемии 2 раза в сутки (контроль), в бассейн 2, помимо науплий артемии, добавляли по 5 мл суспензии хлореллы, в бассейн 3 добавляли по 15 мл хлореллы (без кормления науплиями артемии). На 5-е сутки подращивания начали кормление молоди пеляди сухими кормами Sorpens Advance во всех бассейнах. Режим кормления сухими кормами — 12 раз в сутки. При этом 2 раза в сутки в бассейн 1 добавляли науплии артемии, бассейн 2 — науплии артемии и 5 мл суспензии хлореллы, бассейн 3 — 15 мл суспензии хлореллы. На 10-е сутки подращивания увеличено количество добавляемой суспензии хлореллы до 10 и 20 мл соответственно. На 20-е сутки подращивания прекратили давать науплии артемии, режим кормления сухими кормами оставался прежним. Температура воды в период эксперимента постепенно возрастала

с 5 до 18°C. Световой режим соответствовал естественному.

На 10, 20, 30 и 44-е (при выпуске) сутки подращивания отобраны контрольные пробы молоди из каждого бассейна, определена длина ( $L$ , мм) личинок и их масса (по средней навеске на 10-е и 20-е сутки и индивидуально на 30-е и 44-е сутки). Перед выпуском молоди в естественный водоем весовым способом определено количество выпускаемой молоди из каждого бассейна. Статистическая обработка данных проведена стандартными методами. Проверка на нормальность распределения осуществлена с использованием теста Колмогорова-Смирнова, для сравнения средних значений применен критерий  $t$  Стьюдента или тест Манна-Уитни.

### Результаты исследований и их обсуждение

Статистически значимые различия по длине личинок выявлены на 20-е сутки подращивания и перед выпуском, на 44-е сутки: темп линейного роста молоди, получавшей хлореллу, оказался выше (табл. 1). Отсутствие различий на 10-е сутки, вероятно, связано с малой продолжительностью выращивания при различных условиях, а на 30-е сутки, возможно, вызвано малым объемом выборок в контрольных пробах на данном этапе (по 10–11 экз.).

По массе статистически значимые различия выявлены на 44-е сутки подращивания между молодью из бассейнов 1 и 3: темп весового роста пеляди, получавшей хлореллу, также оказался выше (табл. 2).

Таблица 1

#### Длина ( $L$ , мм) молоди пеляди *Coregonus peled* на разных сроках подращивания

Сутки подращивания	Бассейн 1	Бассейн 2	Бассейн 3
10	$10,4 \pm 0,12$ 9,2–11,8	$10,6 \pm 0,10$ 8,9–11,6	$10,5 \pm 0,07$ 8,9–11,2
20	$10,1 \pm 0,13$ 9,0–11,2	$12,5 \pm 0,21$ 10,0–14,5	$13,2 \pm 0,14$ 11,6–15,2
30	$18,0 \pm 0,46$ 15,2–19,9	$18,2 \pm 0,49$ 15,1–21,1	$17,0 \pm 0,89$ 13,1–20,9
44	$24,3 \pm 0,52$ 18,1–26,7	$25,3 \pm 1,11$ 20,7–28,7	$27,2 \pm 0,67$ 24,1–30,7

Таблица 2

#### Масса (мг) молоди пеляди *Coregonus peled* на разных сроках подращивания

Сутки подращивания	Бассейн 1	Бассейн 2	Бассейн 3
10	2,2	2,9	2,4
20	3,0	6,4	5,4
30	$11,8 \pm 1,60$ 5–21	$13,7 \pm 1,96$ 4–26	$11,5 \pm 2,54$ 2–28
44	$49,1 \pm 5,16$ 13–80	$58,9 \pm 10,16$ 19–101	$76,8 \pm 9,05$ 47–131

Таблица 3

**Данные для расчета выживаемости молоди пеляди, полученные при определении количества выпускаемой молоди весовым способом (на 44-е сутки подращивания)**

Номер бассейна	Бассейн 1	Бассейн 2	Бассейн 3
Кол-во взвешенной молоди	26	21	15
Общая масса взвешенной молоди, г	1,898	1,803	1,766
Средняя навеска молоди, мг	73	86	117
Общая масса выпущенной молоди, г	980	1890	1960
Выпущено, шт. (расчет)	13 425	22 050	16 648

Результаты расчетов, проведенных по результатам контрольных взвешиваний в ходе определения весовым способом количества молоди пеляди при ее выпуске, показали, что добавление хлореллы обеспечивает большую выживаемость молоди: в бассейне, где молодь не получала артемию, а получала только хлореллу, выживаемость выше на 24 % по сравнению с контролем, а в бассейне, где молодь получала хлореллу на фоне традиционной схемы кормления, — на 64 % (табл. 3).

### Выводы

Таким образом, добавление суспензии хлореллы *Chlorella vulgaris* положительным образом сказалось на результатах выращивания молоди пеляди *Coregonus peled* при бассейновом способе подращивания. При этом следует отметить, что внедрение использования хлореллы в качестве стимулятора роста молоди сиговых видов рыб и способа повышения ее выживаемости в практику требует тщательного подбора схемы применения данной микроводоросли для получения наилучших результатов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абросимова, Н.А. Продуктивное действие хлореллы *Chlorella vulgaris* в составе стартового комбикорма севрюги / Н.А. Абросимова, Т.В. Арутюнян // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2019. — № 7. — С. 50–55.
2. Максимова, И.В. Выделение гликолевой кислоты клетками *Clorella pyrenoidosa* / И.В. Максимова, Е.С. Даль // Микробиология. — 1975. — Т. 44, № 6. — С. 1057–1063.
3. Максимова, И.В. Выделение органических кислот зелеными одноклеточными водорослями / И.В. Максимова, М.Н. Пименова // Микробиология. — 1969. — Т. 38, № 8. — С. 77–86.
4. Максимова, И.В. Светозависимый антибактериальный эффект водорослей и его экологическое значение / И.В. Максимова, О.А. Сидорова // Гидробиологический журнал. — 1986. — Т. 22, № 6. — С. 3–11.
5. Патент РФ № 2614604 РФ, МПК А01К 61/00. Способ снижения численности бактерий-оппортунистов в средах выращивания личинок морских рыб и их кормов: № 2015151334, заявл. 30.11.2015; опублик. 28.03.2017 / Т.В. Рауэн, В.С. Муханов, А.Н. Ханайченко и др.: ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН». — Бюл. № 10. 2015.
6. Ростовцев, А.А. Пути увеличения объемов производства продукции аквакультуры на юге Западной Сибири / А.А. Ростовцев, Е.В. Егоров, В.Ф. Зайцев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2017. — № 1 (133). — С. 4–11.

7. Ростовцев, А.А. Рыбные ресурсы Томской области / А.А. Ростовцев, Е.А. Интересова // Рыбное хозяйство. — 2015. — № 5. — С. 48–49.
8. Ahmad, M.T. Applications of microalga *Chlorella vulgaris* in aquaculture / M.T. Ahmad, M. Shariff, F. Yusoff et al. // Reviews in Aquaculture. — 2018. — pp. 1–19.
9. Ambati, R.R. Astaxanthin: sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications — a review / R.R. Ambati, S.M. Phang, S. Ravi // Marine Drugs. — 2014. — T. 12. — pp. 128–152.
10. Bai, S.C. Effects of *Chlorella* powder as a feed additive on growth performance in juvenile Korean rockfish, *Sebasteschlegeli* (Hilgendorf) / S.C. Bai, J.W. Koo, K-W. Kim et al. // Aquaculture Research. — 2001. — T. 32. — pp. 92–98.
11. Begum, H. Availability and utilisation of pigments from microalgae / H. Begum, F. Md. Yusoff, S. Banerjee et al. // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. — 2016. — T. 56. — pp. 2209–2222.
12. Bengwayan, P.T. A comparative study on the antioxidant property of *Chlorella* (*Chlorella* sp.) tablet and glutathione tablet / P.T. Bengwayan, J.C. Laygo, A.E. Pacio et al. // E-International Scientific Research Journal. — 2010. — T. 2. — pp. 25–35.
13. Borowitzka, M.A. Dunaliella: biology, production, and markets / M.A. Borowitzka // Applied Phycology and Biotechnology. — 2013. — pp. 359–368.
14. Cai, X. Isolation of a novel lutein-protein complex from *Chlorella vulgaris* and its functional properties / X. Cai, Q. Huang, S. Wang // Food & Function. — 2015. — T. 6. — pp. 1893–1899.
15. Dineshkumar, R. Cultivation and chemical composition of microalgae *Chlorella vulgaris* and its antibacterial activity against human pathogens / R. Dineshkumar, R. Narendran, P. Jayasingam et al. // Journal of Aquaculture and Marine Biology. — 2017. — T. 5. — pp. 119.
16. Gupta, S.K. Use of natural carotenoids for pigmentation in fishes / S.K. Gupta, A.K. Jha, A.K. Pal et al. // Natural Products and Radiance. — 2007. — T. 6. — C. 46–49.
17. Heisuke, N. Effect of feeding of *Chlorella* extract supplement in diet on resistance against disease of cultured ayu / N. Heisuke, K. Shogoro, T. Minami et al. // Aquaculture Science. — 1981. — T. 29. — pp. 109–116.
18. Ibrahim, K.K. Biological remediation of cyanide: A review / K.K. Ibrahim, S. Syed, V. Mohd et al. // Biotropia. — 2012. — T. 22. — pp. 151–163.
19. Katerina, K. Microalgae in fish farming: recent developments and future perspectives of using marine microalgae in fish farming / K. Katerina // Aquaculture Europe. — 2015. — T. 40. — pp. 5–10.
20. Khani, M. The effect of *Chlorella vulgaris* (Chlorophyta, Volvocales) microalga on some hematological and immune system parameters of Koi carp (*Cyprinus carpio*) / M. Khani, M. Soltani, M.S. Mehrjan et al. // Iranian Journal of Ichthyology. — 2017. — T. 3. — pp. 210–217.
21. Kokou, P. Antibacterial activity in microalgae cultures / P. Kokou, S. Fotini, P. Makridis et al. // Aquaculture Research. — 2012. — T. 43. — pp. 1520–1527.
22. Li, J. Applications of Microalgae as Feed Additives in Aquaculture / J. Li, Z. Fan, M. Qu et al. // Proceedings of International Symposium on Energy Science and Chemical Engineering: Atlantis Press. — 2015.
23. Lim, K.C. Astaxanthin as feed supplement in aquatic animals / K.C. Lim, F. Yusoff, S. Mohamed et al. // Reviews in Aquaculture. — 2018. — T. 10. — C. 738–773.
24. Makridis, P. Microbial conditions and antimicrobial activity in cultures of two microalgae species, *Tetraselmis chuii* and *Chlorella minutissima*, and effect on bacterial load of enriched *Artemia* metanauplii / P. Makridis, R.A. Costa, M.T. Dinis // Aquaculture. — 2006. — T. 255. — pp. 76–81.
25. Maliwat, G.C. Growth and immune response of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) postlarvae fed diets containing *Chlorella vulgaris* (Beijerinck) / G.C. Maliwat, S. Velasquez, J.L. Robil et al. // Aquaculture Research. — 2017. — T. 48. — pp. 1666–1676.
26. Muller-Feuga, A. The role of microalgae in aquaculture: situation and trends / A. Muller-Feuga // Journal of applied phycology. — 2000. — T. 12. — pp. 527–534.

27. Pratt, R. Chlorellin. An antibacterial substance from chlorella / R. Pratt, T.C. Daniel, J.B. Eier et al. // Science. — 1944. — Т. 99. — pp. 351–352.
28. Raja, R. Biomass from microalgae: an overview / R. Raja, S. Hemaiswarya, G. Venkatesan et al. // Oceanography. — 2014. — Т. 2. — pp. 1–7.
29. Rodriguez-Garcia, I. Evaluation of the antioxidant activity of three microalgal species for use as dietary supplements and in the preservation of foods / I. Rodriguez-Garcia, J.L. Guil-Guerrero // Food Chemistry. — 2008. — Т. 108. — pp. 1023–1026.
30. Spolaore, P. Commercial applications of microalgae / P. Spolaore, C. Joannis-Cassan, E. Duran // Journal of bioscience and bioengineering. — 2006. — Т. 101, № 2. — pp. 87–96.
31. Tomaselli, L. The microalgal cell / L. Tomaselli // Biotechnology and Applied Phycology. — 2004. — pp. 146–167.
32. Torrissen, O.J. Requirements for carotenoids in fish diets / O.J. Torrissen, R. Christiansen // Journal of Applied Ichthyology. — 1995. — Т. 11. — С. 225–230.
33. Watt, W.D. The kinetics of extracellular glicollate production by *Chlorella pyrenoidosa* / W.D. Watt, Y.E. Fogg // Journal of Experimental Botany. — 1966. — Т. 17. — pp. 117–134.
34. Xu, W. Effect of dietary Chlorella on the growth performance and physiological parameters of gibel carp, *Carassius auratus gibelio* / W. Xu, Z. Gao, Z. Qi et al. // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science. — 2014. — Т. 14. — pp. 53–57.
35. Yaakob, Z. An overview: biomolecules from microalgae for animal feed and aquaculture / Z. Yaakob, E. Ali, A. Zainal et al. // Journal of Biological Research-Thessaloniki. — 2014. — Т. 21. — pp. 1–10.
36. Yedier, S. The relationship between carotenoid type and skin color in the ornamental red zebra cichlid *Maylandiaestherae* / S. Yedier, E. Geumeus, E.J. Livengood et al. // AACL Bioflux. — 2014. — Т. 7. — pp. 207–216.
37. Zahran, E. Modulatory role of dietary *Chlorella vulgaris* powder against arsenic-induced immunotoxicity and oxidative stress in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) / E. Zahran, E. Risha // Fish and Shellfish Immunology. — 2014. — Т. 41. — pp. 654–662.



На правах рекламы

## НАДЕЖНЫЙ НАВИГАТОР В МИРЕ МЕХАНИКИ

<http://panor.ru/glavmeh>

Производственно-технический журнал «Главный механик» с актуальной информацией для эффективной организации работы цехов и служб главного механика промышленного предприятия: современные системы оплаты труда ремонтных рабочих; опыт автоматизированного учета и анализа отказов и поломок; создание графиков планово-предупредительных ремонтов.

**Наши эксперты и авторы:**  
**Дырдин А.А.**, ОАО «Липецкий металлургический комбинат»; **Аргеткин С.В.**, ОАО «Сызранский НПЗ»; **Седуш В.Я.**, исполнительный директор ассоциации механиков, д-р техн. наук, проф.; **Вакуленко В.М.**, эксперт Лазерной ассоциации; **Пчелинцев А.В.**, завод «Московский подшипник»; **Бочаров Ю.А.**, заслуженный машиностроитель РФ, проф. МГТУ им. Баумана Н.Э.; **Калаущенко В.Н.**, ОАО «Электрозавод»;

**Пустовой И.Ф.**, научный советник ОАО «Нанопром»; **Трнев Д.В.**, компания «Мир станочника»; **Ершов К.В.**, ОАО «Казанское моторостроительное объединение», канд. техн. наук, и многие другие ведущие специалисты.

Издается в содружестве с Ассоциацией механиков, при информационной поддержке Российской инженерной академии и Союза машиностроителей.

Ежемесячное издание.

Распространяется по подписке и на отраслевых мероприятиях.

### ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

- Технологии и технические решения
- Советы главному механику
- Механообрабатывающее производство
- Оборудование и механизмы
- Ремонт и модернизация оборудования
- Новое компрессорное оборудование
- Наука — производству
- Выдающиеся механики, конструкторы, ученые
- Нормирование, организация и оплата труда
- Экологические проблемы в машиностроении

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ



82716

П7202