

# ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГИДРОБИОНТОВ

DOI: 10.24143/2073-5529-2017-3-74-79  
УДК 639.3.04-639.3.05

Ю. Б. Львов

## ПЛОТНОСТЬ ПОСАДКИ РАЗНЫХ ВИДОВ РЫБ В ПОЛИКУЛЬТУРЕ

Рассматриваются принципы, биологические основы и практические успехи внедрения разновидовой и возрастной поликультуры в рыбоводстве. На основании анализа литературных и многолетних собственных данных предложена градация 12 видов рыб из разных семейств по устойчивости к условиям среды обитания. В качестве наиболее устойчивого объекта выращивания выбран карась (*Carassius gibelio*). Предпринята попытка обосновать расчёт количества посадки разных видов рыб в поликультуре, учитывая их физиологические особенности. С учетом видовых физиологических особенностей исследуемых видов сделан перерасчет их естественной рыбопродуктивности по рыбоводным зонам, которая обычно приводится для карпа (*Cyprinus carpio*). В частности, во второй рыбоводной зоне на площади в 1 га может быть теоретически выращено либо 120 кг карпа, либо 150 кг карася, либо 75 кг толстолобика (*Hypophthalmichthys*). Общая продуктивность складывается из доли рыб в поликультуре и, с учетом толерантности видов, может быть ниже, чем рассчитанная по карпу. Предложен способ расчёта и формулы, которые дают возможность определить плотность посадки рыб разных видов при выращивании в поликультуре не только ориентируясь на их трофические предпочтения, но и учитывая толерантность каждого вида к условиям среды культивирования.

**Ключевые слова:** плотность посадки, поликультура в рыбоводстве, виды рыб, физиологические особенности.

### Состояние проблемы

По определению Ю. П. Мамонтова [1], поликультура – совместное выращивание в прудах рыбы разных видов, основанное на различии спектра питания (например, в обычных карповых нагульных прудах – двухлетки карпа, белого и чёрного амура, белого и пёстрого толстолобиков, сеголетки щуки или двухлетки судака).

Данный технологический приём используется для наиболее полного конвертирования кормовой базы водоёма в полезную продукцию аквакультуры. В историческом аспекте совместное выращивание рыбы разных видов применялось практически со времени начала её культивирования в искусственных условиях [2–4].

В СССР значимость поликультуры как эффективного метода интенсификации рыбоводства возросла в 60-е г. XX столетия, когда в стране были успешно разработаны биологические основы технологии промышленного разведения и выращивания растительноядных рыб дальневосточного комплекса. По данным Н. В. Шкодина [5], во второй зоне рыбоводства в монокультуре карпа при двухлетнем обороте можно получать 4,5–5 т/га товарной продукции, при трехлетнем обороте в монокультуре получают карпа 5,4–5,8 т/га; при поликультуре карпа с гибридами толстолобиков – 6,4–7 т/га.

На волне столь значимых достижений технологию поликультуры стали успешно внедрять не только в прудовом рыбоводстве. Так, по данным Ю. Л. Герасимова [6], в озерах Западной Сибири естественная рыбопродуктивность составляет 10–15 кг/га год, в озерных хозяйствах – до 50 кг/га год, а при использовании поликультуры – 125–370 кг/га год.

Преимущества использования поликультуры основываются на следующих положениях [7]:

– ни один вид рыбы не в состоянии полностью использовать естественную кормовую базу водоема;

– не существует видов рыб, полностью сходных по характеру питания. В связи с этим возможно вместе выращивать даже близкие по питанию виды;

– совместное выращивание нескольких видов рыб позволяет более полно использовать естественную кормовую базу водоемов;

– выедание одного вида корма косвенно способствует чрезмерному развитию гидробионтов, не потребляемых данным видом рыб. Последние, конкурируя с организмами, служащими кормом, препятствуют их воспроизводству и уменьшают рыбопродуктивность. Введение видов, потребляющих этих гидробионтов, повышает рыбопродуктивность как за счет новых видов рыб, так и за счет более быстрого роста данного вида;

– одни виды рыб могут питаться экскрементами других видов (например, карп и белый толстолобик);

– некоторые виды рыб не только потребляют корма, но и стимулируют их развитие. Например, белый толстолобик потребляет в основном крупные, старые, малопродуктивные клетки фитопланктона. Омлаживая популяцию, толстолобики способствуют повышению продуктивности одноклеточных водорослей;

– при выращивании видов рыб с узким спектром питания могут развиваться гидробионты, ухудшающие качество водной среды. Добавление других видов способствует улучшению качества водной среды;

– некоторые виды рыб благотворно влияют друг на друга. Например, при увеличении до известного предела плотности посадки карпа и белого толстолобика увеличивается темп роста и того, и другого;

– при совместном выращивании некоторых видов происходит взаимное улучшение среды обитания. Так, в уже известном примере с карпом и белым толстолобиком за счет увеличения продукции фитопланктона – основного продуцента кислорода – улучшался газовый режим водоема. Это способствовало более быстрому росту карпа, который, в свою очередь, взмучивая донные отложения, увеличивал кормовую базу для толстолобика;

– при выращивании рыбы в торфокарьерах подсадка к карпу белого амура дает дополнительный эффект за счет того, что торф может служить пищей для амура.

В руководстве Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО; Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO)) по поликультуре карповых рыб в странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии [8] указывается, что одной из основных особенностей прудовой аквакультуры карповых рыб является совместное выращивание видов, имеющих частично или полностью различающиеся спектры питания и пищевое поведение. Это гарантирует подходящую утилизацию всех групп кормовых организмов рыб, развивающихся в различных биотопах пруда.

При планировании продукции следует выполнить следующие шаги:

1. Необходимо тщательно изучить и принять во внимание все технические и финансовые условия. Следует решить, возможно ли и целесообразно ли внесение дополнительных кормов и органических или минеральных удобрений.

2. Видовой и возрастной состав и плотность посадки должны быть определены в соответствии с естественной продуктивностью пруда и с планируемыми нормами внесения органических/минеральных удобрений и дополнительных кормов. Возможны изменения в соотношении различных видов рыб в поликультуре. Так, например, при более высоком спросе на другие виды количество карпа может быть уменьшено, а других карповых – увеличено, но это не должно делаться механически. Несмотря на то, что общее количество и конечный размер рыб существенно не изменятся, подобные модификации должны поддерживаться соответствующими управленческими мерами, т. е. надлежащим изменением соотношения других видов, удобрения и (или) кормления. Если в процессе выращивания один или два вида растут быстрее, их количество может быть увеличено в следующем рыболовном сезоне. Между количеством, темпом

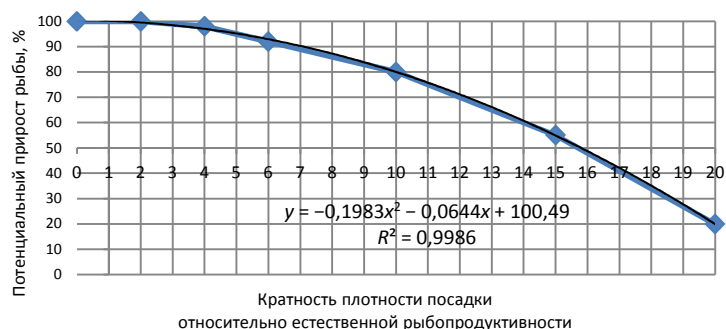
роста и конечным размером рыб существует обратная зависимость, т. е. при идентичных условиях выращивания рыба растёт быстрее и достигает больших размеров, если плотность посадки ниже, и наоборот: при большей плотности посадки конечный размер рыбы будет меньше.

Таким образом, проблему расчёта плотности посадки отдельных видов рыб, учитывая толерантность каждого вида к условиям среды культивирования в поликультуре, предполагается решать только эмпирическим путём.

**Целью исследования** являлось обоснование расчёта плотности посадки рыб разных видов, выращиваемых в поликультуре, с учётом их физиологических особенностей.

### Результаты исследования

В практике рыбоводства уже накоплен материал для того, чтобы с достаточной точностью формализовать решение этого вопроса. Так, данные, приведённые Ф. Г. Мартышевым [9], с высокой степенью корреляции отражают параболическую закономерность обратной связи прироста рыбы и кратности плотности посадки относительно естественной рыбопродуктивности водоёма (рис.).



Влияние плотности посадки на темп роста рыбы

Этот факт свидетельствует о том, что потенциальный темп роста рыбы зависит от условий среды обитания, т. е. темп прироста может служить критерием толерантности рыбы к условиям обитания.

За долгие годы истории рыбоводства эмпирическим путём была установлена средняя естественная рыбопродуктивность для монокультуры карпа в зависимости от зон рыбоводства. Однако биологические особенности различных видов рыб далеко не одинаковы, т. к. каждый вид формировался под воздействием специфических условий. Уровень переносимости неблагоприятных условий у карася выше, чем у карпа, а у карпа выше, чем у форели. На основании анализа работ ряда авторов [10–15] и результатов собственных исследований, сопоставляя уровень толерантности различных видов рыб, можно построить следующую градацию (от большей толерантности к меньшей): карась (*Carassius gibelio*), угорь (*Anguilla anguilla*), карп (*Cyprinus carpio*), щука (*Esox lucius*), канальный сомик (икталурус, *Ictalurus punctatus*), сом европейский (*Silurus glanis*), осетровые (*Acipenseridae*), окунь (*Perca fluviatilis*), толстолобик (*Hypophthalmichthys*), судак (*Sander lucioperca*), сиговые (*Coregonus*), форель (*Salmo trutta*). При этом, если рассматривать карася как вид, наиболее толерантный к неблагоприятным условиям, или как вид, имеющий 100 %-ную толерантность, то толерантность остальных перечисленных видов рыб будет иметь значения, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Уровень переносимости неблагоприятных условий различными видами рыб

Вид рыбы	Уровень переносимости неблагоприятных условий, %
Карась	100
Угорь	87
Карп	80
Щука	74
Икталурус	66
Сом	60
Осетровые	57
Окунь	54
Толстолобик	50

## Уровень переносимости неблагоприятных условий различными видами рыб

Вид рыбы	Уровень переносимости неблагоприятных условий, %
Судак	46
Сиги	45
Форель	43

Очевидно, что и теоретическая естественная рыбопродуктивность монокультуры разных видов рыб в разных рыбоводных зонах будет отличаться от рыбопродуктивности по карпу (табл. 2).

Таким образом, в определённой рыбоводной зоне, на определённой площади водоёма, в монокультуре может быть выращено разное количество рыбы конкретных видов. Например, во второй рыбоводной зоне на площади в 1 га может быть теоретически выращено либо 120 кг карпа, либо 150 кг карася, либо 75 кг толстолобика.

Таблица 2

## Теоретическая естественная рыбопродуктивность монокультуры разных видов рыб, в разных рыбоводных зонах, кг/га

Вид рыбы	Номер рыбоводной зоны					
	1	2	3	4	5	6
Карась	88	150	200	238	275	300
Угорь	76	130	173	205	238	259
Карп	70	120	160	190	220	240
Щука	64	110	147	175	202	221
Иctalurus	58	100	133	158	183	199
Сом	53	90	120	143	165	180
Осетровые	50	85	114	135	156	170
Окунь	47	80	107	127	147	161
Толстолобик	44	75	101	120	139	151
Судак	41	70	93	110	128	139
Сиги	39	67	90	106	123	134
Форель	38	65	86	103	119	130

Формально рыбопродуктивность может выглядеть так:

$$M - m = S \times E \times (N - 1),$$

где  $M$  – масса товарной рыбы, кг;  $m$  – масса посадочного материала, кг;  $S$  – площадь водоёма, га;  $E$  – естественная рыбопродуктивность, кг/га;  $N$  – кратность плотности посадки относительно естественной рыбопродуктивности водоёма:

Как правило, когда планируется зарыбление водоёма, расчёт в потребности посадочного материала производится с учётом естественной рыбопродуктивности этого водоёма:

$$m = M - S \times E \times (N - 1),$$

отсюда

$$M = S \times E \times (N - 1) + m,$$

где  $M$  – планируемая масса товарной рыбы, кг;  $m$  – искомая масса посадочного материала, кг.

При использовании поликультуры рыб рыбопродуктивность водоёма складывается из продуктивности всех культивируемых видов:

$$M_{\text{общ}} = M_{\text{вид1}} + M_{\text{вид2}} + \dots + M_{\text{видi}}.$$

Таким образом, для расчёта количества посадочного материала отдельных видов рыб необходимо предварительно запланировать состав предполагаемой поликультуры по видам рыб в процентах. Этот состав формируется в зависимости от поставленных задач и биологических особенностей культивируемых рыб. Тогда для определения количества посадочного материала отдельных видов рыб можно использовать табл. 1 и следующую формулу:

$$m_{\text{вид}} = M_{\text{вид}} - S \times E_{\text{вид}} : 100 \times (N - 1) \times \%_{\text{вида}},$$

где  $M_{\text{вид}}$  – масса товарной рыбы конкретного вида, кг;  $m_{\text{вид}}$  – масса посадочного материала конкретного вида, кг;  $S$  – площадь водоёма, га;  $E_{\text{вид}}$  – теоретическая естественная рыбопродуктив-

ность конкретного вида, кг/га;  $N$  – кратность относительно естественной рыбопродуктивности;  $\%_{\text{вида}}$  – доля данного вида в поликультуре, %.

### Заключение

Предлагаемый способ расчёта плотности посадки рыб разных видов при выращивании в поликультуре:

– даёт возможность определить плотность посадки рыб не только ориентируясь на их трофические предпочтения, но и учитывая толерантность каждого вида к условиям среды культивирования;

– позволяет создавать достаточно сложные поликультурные ихтиологические сообщества не только в товарной аквакультуре, но и в рекреационном рыбоводстве (пруды, предназначенные для любительского и спортивного лова);

– снижает риски потерь рыбопродукции, позволяет оптимизировать расход комбикормов и повысить рентабельность производства рыбы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамонтов Ю. П., Литвиненко А. И., Иванов Д. И. Словарь-справочник по пресноводной аквакультуре. М.: ООО «Столичная типография», 2008. 44 с.
2. Козлов В. И., Абрамович Л. С. Краткий словарь рыбовода. М.: Россельхозиздат, 1982. 160 с.
3. Скоткин П. Н. Биологические основы искусственного рыборазведения: исторический очерк. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. 243 с.
4. Мовчан В. А. Жизнь рыб и их разведение. М.: Колос, 1966. 349 с.
5. Шкодин Н. В. Аквакультура: учеб. пособие. Ч. 1. Теоретический курс. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2011. 188 с.
6. Герасимов Ю. Л. Основы рыбного хозяйства: учеб. пособие. Самара: Самар. ун-т, 2003. 108 с.
7. Галатдинова И. А. Новые формы поликультуры в прудовых, озерных и промышленных хозяйствах: краткий курс лекций. Саратов: СГАУ, 2016. 45 с.
8. Войнарлович А., Мот-Поульсен Т., Петери А. Поликультура карповых рыб в странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. Рим: ФАО, 2014. 27 с.
9. Мартышев Ф. Г. Прудовое рыбоводство. М.: Высш. шк., 1973. 226 с.
10. Дзебуадзе Ю. Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М.: Наука, 2001. 276 с.
11. Ивлев В. С. Экспериментальная экология питания рыб. М.: Пищепромиздат, 1955. 253 с.
12. Уголев А. М., Кузьмина В. В. Пищеварительные процессы и адаптация рыб. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 238 с.
13. Кох В., Банк О., Йенс Г. Рыбоводство. М.: Пищ. пром-сть, 1980. 218 с.
14. Аминова В. А., Яржомбек А. А. Физиология рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 2000. 200 с.
15. Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. 444 с.

Статья поступила в редакцию 17.08.2017

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Львов Юрий Борисович** – Россия, 142460, Московская обл., Ногинский р-н, пос. им. Воровского; Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства; канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник; зав. отделом разведения и селекции рыб; Yurilv@yandex.ru.



*Y. B. Lvov*

### SEEDING DENSITY OF DIFFERENT FISH SPECIES IN POLY CULTURE

**Abstract.** The article touches upon the principles, biological basics and practical progress of introduction of specific and age polyculture of fishes. Using the results of the analysis of literary and long-term native data, there has been offered the gradation of 12 fish species from different fami-

lies by resistance to habitat conditions. Crucian (*Carassius gibelio*) has been chosen as the most sustainable object of cultivation. There has been taken an attempt to calculate the number of seeding different fish species in polyculture taking into account their physiological features is made. Subject to specific physiological features of the studied species, there was carried out recalculation of their natural reproductive performance in different fish-breeding zones, which is traditionally carried out for a carp (*Cyprinus carpio*). In particular, in the second fish-breeding zone with area of 1 hectare it is possible to breed 120 kg of carp, or 150 kg of crucian, or 75 kg of silver carp (*Hypophthalmichthys*). Overall productivity is made up of a share of fishes in polyculture, but taking into account tolerance of species, it can be lower than productivity calculated for carp. The method of calculation and formulas which give the chance to determine seeding density of fish species for breeding in polyculture have been offered. This technique makes it possible to use trophic preferences and consider tolerance of each species to the conditions of breeding areas.

**Key words:** seeding density, polyculture in fish-breeding, fish species, physiological features.

#### REFERENCES

1. Mamontov Iu. P., Litvinenko A. I., Ivanov D. I. *Slovar'-spravochnik po presnovodnoi akvakul'ture* [Reference-book on freshwater aquaculture]. Moscow, OOO «Stolichnaia tipografiia», 2008. 44 p.
2. Kozlov V. I., Abramovich L. S. *Kratkii slovar' rybovoda* [Abridged dictionary of the fish-farmer]. Moscow, Rossel'khozizdat, 1982. 160 p.
3. Skatkin P. N. *Biologicheskie osnovy iskusstvennogo ryborazvedeniia: istoricheskii ocherk* [Biological grounds of artificial fish-breeding: historical assey]. Moscow, Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1962. 243 p.
4. Movchan V. A. *Zhizn' ryb i ikh razvedenie* [Life of fish and fish breeding]. Moscow, Kolos Publ., 1966. 349 p.
5. Shkodin N. V. *Akvakul'tura. Part 1. Teoreticheskii kurs* [Aquaculture. Part 1. Theoretical course]. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2011. 188 p.
6. Gerasimov Iu. L. *Osnovy rybnogo khoziaistva* [Principles of fish-farming]. Samara, Samarskii universitet, 2003. 108 p.
7. Galatdinova I. A. *Novye formy polikul'tury v prudovykh, ozernykh i industrial'nykh khoziaistvakh: kratkii kurs lektsii* [New forms of polyculture in fish-ponds, lake fisheries and fish-farms]. Saratov, SGAU, 2016. 45 p.
8. Voinarovich A., Mot-Poul'sen T., Peteri A. *Polikul'tura karpovykh ryb v stranakh Tsentral'noi i Vostochnoi Evropy, Kavkaza i Tsentral'noi Azii* [Carp polyculture in the countries of Central and Eastern Europe, Caucasia and Central Asia]. Rome, FAO, 2014. 27 p.
9. Martyshev F. G. *Prudovoe rybovodstvo* [Fish farming]. Moscow, Vysshaia shkola Publ., 1973. 226 p.
10. Dgebuadze Iu. Iu. *Ekologicheskie zakonomernosti izmenchivosti rosta ryb* [Ecological regularities of fish growth variability]. Moscow, Nauka Publ., 2001. 276 p.
11. Ivlev V. S. *Eksperimental'naiia ekologiia pitaniia ryb* [Experimental ecology of fish nutrition]. Moscow, Pishchepromizdat, 1955. 253 p.
12. Ugolev A. M., Kuz'mina V. V. *Pishchevaritel'nye protsessy i adaptatsiia ryb* [Digestive processes and adoption of fishes]. Saint-Petersburg, Gidrometeoizdat, 1993. 238 p.
13. Koch W., Bank O., Jens G. *Fischzucht*. Hamburg und Berlin, Parey, 1976. 262 p. (Russ. ed.: Kokh V., Bank O., Iens G. *Rybovodstvo*. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1980. 218 p.).
14. Amineva V. A., Iarzhombek A. A. *Fiziologiia ryb* [Physiology of fishes]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 2000. 200 p.
15. Stroganov N. S. *Ekologicheskaiia fiziologiia ryb* [Environmental physiology of fishes]. Moscow, Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1962. 444 p.

The article submitted to the editors 17.08.2017

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Lvov Yuriy Borisovich** – Russia, 142460, Moscow region, Noginsk district, village named after Vorovskiy; All-Russian Research Institute of Irrigation Fish Farming; Candidate of Agriculture, Leading Researcher; Head of the Department of Breeding and Selection of Fish; Yurilv@yandex.ru.

