

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР
ЧЕРНОВИЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Н. В. АВДОСЬЕВА

**РОЛЬ ЙОДА, КАК МИКРОЭЛЕМЕНТА,
В РЫБОВОДСТВЕ
(НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ РЫБОВОДНЫХ
ХОЗЯЙСТВ УССР)**

03. 00. 08 — зоология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Черновцы — 1974



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР
ЧЕРНОВИЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

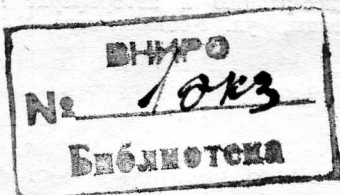
На правах рукописи

Н. В. АВДОСЬЕВА

РОЛЬ ЙОДА, КАК МИКРОЭЛЕМЕНТА,
В РЫБОВОДСТВЕ
(НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ РЫБОВОДНЫХ
ХОЗЯЙСТВ УССР)

03. 00. 08 — зоология

авдосьева
Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Работа выполнена в Украинском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства (УкрНИИРХ).

Диссертация изложена на 158 страницах машинописного текста, включая 37 таблиц. Рукопись иллюстрирована 46 диаграммами и графиками, 17 микрофотографиями. Список литературы включает 229 названий статей и монографий, в том числе 40 зарубежных авторов.

Научные руководители:

доктор биологических наук, профессор Г. И. ШПЕТ,
кандидат биологических наук, доцент И. И. ЛИТВИН

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор В. С. ТАНАСИЙЧУК,
кандидат биологических наук, доцент Н. А. БАРИНОВА.

Ведущее учреждение — Главное управление рыбного хозяйства внутренних водоемов УССР.

Автореферат разослан « 4 » *сентябрь* 1974 г.

Защита диссертации состоится на заседании Ученого совета биологического факультета Черновицкого государственного университета
« *В. октябре* » . . 1974 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Отзыв на диссертацию и автореферат просим направлять по адресу: 274012, г. Черновцы, ул. Коцюбинского, 2, Госуниверситет, Ученому секретарю.

Для удовлетворения потребности населения нашей страны в рыбопродуктах перспективным планом развития рыбного хозяйства предусматривается увеличение производства прудовой рыбы к 1975 году до 1,2 млн. центнеров.

Достичь такого резкого повышения производства рыбы возможно только при всемерной интенсификации производственного процесса карпового хозяйства, а также при широком использовании принципиально новых индустриальных форм и методов выращивания рыб.

Повышение эффективности рыбоводства идет по пути все более уплотненных посадок рыбы, применения органических и минеральных удобрений, усиленного кормления рыбы концентрированными кормами со стимуляторами роста, внедрения поликультуры, садкового выращивания рыб, создания инженерными средствами гидрохимического и других режимов для нормальной жизнедеятельности рыб.

Важное значение в этой связи приобретает применение микроэлементов как удобрений для повышения естественной продуктивности водоемов и как микродобавок к кормам для их полноценности.

Роль микроэлементов в жизнедеятельности рыб и повышении продуктивности водоемов изучена очень слабо. Как указывает Ф. Г. Мартышев (1958, 1973), по аналогии с сельскохозяйственными животными, эта роль должна быть достаточно велика и у рыб, в частности карпа.

Всестороннему изучению роли микроэлементов для живых организмов способствовали работы крупнейшего русского ученого академика В. И. Вернадского.

Сформулированная В. И. Вернадским (1922, 1926, 1927, 1928, 1935, 1940) теория о химическом единстве биосферы стала основой для создания новой отрасли естествознания — биогеохимии, которая изучает взаимосвязь химических элементов земной коры и организмов в процессе их эволюционного развития. Биогеохимия стала научной базой для развития комплексной биологической проблемы о значении микроэлементов в растениеводстве, животноводстве и медицине. Советские ученые А. П. Виногра-

дов (1931, 1935, 1944, 1945, 1949, 1952), Я. В. Пейве (1954, 1958, 1961), П. А. Власюк (1963, 1965), В. В. Ковальский (1952, 1957, 1959, 1960, 1961, 1963, 1964, 1973), Л. О. Войнар (1960), А. И. Венчиков (1962), М. В. Каталымов (1960, 1965, 1968) и их ученики не только продолжают развивать теоретические основы науки, но и создали предпосылки для практического использования микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине.

Одним из жизненно важных микроэлементов является йод, который, поступая в организм животных с пищей, водой и воздухом, концентрируется в щитовидной железе и идет на построение гормона тироксина. Тироксин регулирует скорость обмена веществ в организме и, таким образом, влияет на очень большое число метаболических процессов (Туракулов, 1959; Моррисон, 1967).

Установлено влияние йода, входящего в гормон щитовидной железы, на рост и развитие костистых рыб (Гербильский, Закс, 1947; Murr, Sklower, 1928; Hågen, 1936; Hopper, 1952; La Roche, Leblond, 1952; Olivereau, 1954; Arvy, Fontaine, Gabe, 1957; Houston, De Wilde, 1972; Rangneker, Latey, 1972).

Йодсодержащие белки широко распространены в животном мире, они вырабатываются и у животных, не имеющих щитовидной железы (Виноградов, 1937; Проссер и Браун, 1967).

Таким образом, для поддержания на оптимальном уровне физиологических процессов животные постоянно должны получать достаточное количество йода. При недостаточном поступлении йода в организм уменьшается количество секретируемого тироксина, что в критических случаях приводит к возникновению тяжелого заболевания — эндемического зоба, которым болеют все домашние животные, а также и рыбы (Туракулов, 1959; Патент, 1966; Ковальский, 1957; Ляйман, 1949).

Одной из главных причин недостаточного поступления йода в организм является недостаток его в окружающей природе. На территории СССР есть ряд биогеохимических провинций с недостатком йода во внешней среде, здесь широко используется йод для повышения продуктивности животных (Задерий, 1956; Гуревич, 1959; Смирнова, 1960; 1965; 1968; Лонгин, 1963; Леонов, Терентьева, 1963; Власюк, 1963; Мицык, 1963, 1965; Птицын, 1965; Перельгина, 1965; Варганов, 1965; Данилин, 1966; Чуриков, 1967 и другие).

Вопрос о значении микроэлементов в повышении продуктивности прудов в настоящее время только начинает привлекать внимание исследователей. Эффективность применения йода для повышения продуктивности прудов при выращивании прудовых рыб начали изучать лишь в последние годы. Исследователи (Турдаков, Идрисова, Барамзин, 1956; Йозепсон, 1967, 1970; Борисов, 1969; Сидельникова, 1971) добавляли к воде при инкубации икры или к искусственному корму препараты йода в различной дозировке как в отдельности, так и совместно с други-

ми микроэлементами, при этом не учитывали содержания йода в окружающей среде, в кормах, естественной пище и в самой рыбе.

Проблема применения йода в качестве биотического стимулятора в рыбоводстве может быть правильно решена лишь при знании особенностей круговорота микроэлемента в водоеме, динамики его в звеньях пищевой цепи рыб в различных биогеохимических провинциях.

Наша работа и была направлена на выяснение роли йода при выращивании карпа в прудах, расположенных в бедных йодом районах. Мы поставили своей целью изучить:

- 1) содержание йода в основных звеньях экологической цепи питания рыб в прудах, расположенных в бедных йодом биогеохимических провинциях УССР;

- 2) влияние внесенного в пруд йода на уровень накопления его в основных звеньях пищевой цепи рыб и в самой рыбе;

- 3) влияние внесенного в пруд йода на количественное и качественное развитие естественной кормовой базы прудов, на физиологическое состояние и показатели продуктивности выращиваемых рыб;

- 4) влияние скормленного йода с искусственными кормами на накопление его в рыбах, а также на их физиологическое состояние и показатели продуктивности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Решение поставленных задач осуществлялось методами сравнительного исследования содержания йода в основных звеньях экологической цепи питания рыб и в самих рыбах в благополучных и неблагополучных по эндемическому зобу биогеохимических провинциях УССР; сравнительного определения количественного развития организмов зоопланктона и зообентоса в контрольных и опытных прудах при обогащении их йодом; определения различий в физиологическом состоянии рыб, выращенных в обогащенных йодом и контрольных прудах; учета рыбоводных показателей — рыбопродуктивности прудов, темпа роста рыб, их выживаемости и зимостойкости в обогащенных йодом и контрольных прудах.

Материалом для настоящей работы послужили данные комплексных исследований, проведенных в течение 1968—1970 годов, в прудах рыбучастков Великий Любинець и Сторонибабы опытного хозяйства Львовского отделения УкрНИИРХ (Львовская область и рыбопитомника Горбок Закарпатского рыбокомбината (Закарпатская область), расположенных на западе Украинской ССР в бедной йодом биогеохимической провинции, известной широким распространением среди людей и животных эндемического зоба, а также в прудах рыбхоза Белая Церковь

(Киевская область), расположенных в центральной части СССР, в биогеохимической провинции, где не отмечается недостаток йода во внешней среде и не встречается заболевание эндемическим зобом. Одноразовый сбор материалов для исследований был осуществлен также в рыбхозах Комарно (Львовская), Маневичи (Волинская), Борщевка (Тернопольская), Большевцы (Ивано-Франковская), Ждымир (Закарпатская область).

Для определения содержания йода в исследуемых прудах отбирались пробы донных отложений (весной и осенью), воды (весной, летом, в осенне-зимний период), водных растений (2-3 раза за лето), фито-, зоопланктона и зообентоса (2-3 раза в месяц) в виде средних проб для каждого пруда, а также карпы-мальки, сеголетки, двулетки, — как целые рыбы, так и их органы (печень) и ткани (мышцы, кровь). Всего исследовано содержание йода в 74 образцах донных отложений, в 192 пробах прудовой воды, в 49 пробах высшей и низшей водной растительности, в 52 пробах зоопланктона, в 53 пробах зообентоса, в 429 пробах рыб, собранных из 53 прудов.

Количественное определение йода проводилось объемным химическим (Литвин, 1959, 1973) и колориметрическим (Лапин, 1960) методами.

Для обогащения прудов йодом использовался йодистый калий, который вносился в воду дву- и трехкратно с интервалами между внесениями 15, 30 и 40 дней в количестве, достаточном для создания конечной концентрации йода 50 и 100 мкг/л. Опыты по внесению йодистого калия в пруды были проведены на рыбучастках Сторонибабы и Великий Любень (Львовская область) и Горбок (Закарпатская область) в восьми прудах общей площадью 13 га, где выращивались 988 тыс. карпов, на фоне такого же количества выращиваемых рыб в контрольных прудах. Опытные и контрольные пруды подбирались по принципу аналогов, в них осуществлялось выращивание рыбопосадочного материала, за исключением одного опытного пруда, где выращивался товарный карп.

Для определения влияния внесенного йода на естественную кормовую базу в прудах проводились гидробиологические исследования по методу, описанному В. И. Жадиным (1960). Качественные и количественные пробы зоопланктона (59) и зообентоса (59) собирались стационарно во всех прудах дважды в месяц на протяжении летнего периода. Отбор проб зоопланктона проводился с применением конусной планктонной сетки (сито № 70, фильтровалось 50 л воды), зообентоса — при помощи дночерпателя Экмана-Берджа с площадью захвата 1/40 м².

Эффективность применения йода в прудах определялась по темпу роста рыб, выживаемости их в период выращивания и зимовки, рыбопродуктивности прудов.

Для обогащения скармливаемых двулеткам карпа в сетя-

ных садках комбикормов (ГОСТ III) применялся йодистый калий в дозе от 0,2 до 51, 2 мг йода и сухая морская капуста из расчета 4, 5; 9,0 и 13,5 мг йода на 1 кг веса рыб в сутки.

Влияние на рыб йода, внесенного в пруд в виде удобрения или скормленного с искусственным кормом, изучалось путем определения состояния щитовидной железы общепринятым гистоморфологическим методом (Турецкая, 1966; Olivegeau, (1966), а также путем определения ряда гематологических и биохимических показателей по общепринятым методикам. В периферической крови, отобранной из хвостовой артерии по методу Пучкова (1954), определяли количество гемоглобина гемометром Сали, количество эритроцитов — в камере Горяева методом витальной окраски (Голодец, 1955), объема эритроцитов в плазме — в гематокрите, общий белок сыворотки — при помощи рефрактометра ИРФ-22, белковые фракции — методом зонального электрофореза на агаровых блоках (Грабар, 1966; Троицкий, 1966); в мышцах и печени рыб определяли количество азота (общего и остаточного) — по методу Кьельдала, фосфора (общего, органического и неорганического) — по методу Фiske-Суббароу, жира — по методу Соксклета, сухого вещества — путем высушивания навесок тканей до постоянного веса при 105°C (Савронь, 1967).

Полученные цифровые данные были подвергнуты статистической обработке; вычислялось среднее арифметическое (M) и стандартная ошибка среднего арифметического (m), а при необходимости — нормированное отклонение (t) и степень достоверности разницы между средними арифметическими (P).

Результаты исследований представлены в 37 таблицах, 46 рисунках и 17 микрофотографиях.

СОДЕРЖАНИЕ ЙОДА В ОСНОВНЫХ ЗВЕНЬЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПИТАНИЯ РЫБ И В САМИХ РЫБАХ В ПРУДАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЯХ УССР

В донных отложениях исследуемых прудов Центральной Лесостепи (рыбхоз Белая Церковь) среднее содержание общего йода составляет $6,54 \pm 0,18$ мг в 1 кг сухой почвы, в прудах западных природных зон республики значительно ниже — от $3,11 \pm 0,01$ до $5,12 \pm 0,11$ мг в 1 кг сухой почвы (табл.1). Распределение общего йода в пробах, отобранных из отдельных прудов в пределах одного рыбоводного участка, характеризуется большой мозаичностью, коррелирующей с обогащенностью донных отложений органическим веществом (гумусом). Уровень содержания йода в донных отложениях исследуемых прудов

несколько выше его уровня в окружающих пахотных и луговых почвах, указанного в литературных источниках (Мещенко, Алексики, Межвинская, 1960; Мещенко, Котелянская, 1963; Мишник, 1963), что согласуется с данными других исследователей (Виноградов, 1939; Вимбе, Тауцинь, Бракша, 1939).

В исследованных нами прудовых водах Центральной Лесостепной зоны УССР найдено в среднем $45,4$ мкг йода в 1 л, в прудах западных областей концентрация йода в воде в $2,5-10$ (в среднем в 5) раз ниже и варьирует от $4,1 \pm 0,21$ в Прикарпатье и $4,5 \pm 0,42$ в Волинском Полесье до $19,7 \pm 1,01$ мкг/л в восточной части Западной Лесостепи (табл. I). В воде речек и ручьев, питающих пруды, концентрация йода обычно ниже, чем в прудах, на что указывают также Н. В. Веселовский, И. А. Гончарова (1961), В. Ф. Ушакова (1970), Я. В. Бумбу (1971). На повышение уровня йода в воде прудов положительное влияние оказывает наличие стока с пахотных полей, высокая степень интенсификационных мероприятий в прудах, а также расположение пруда в конце цепи зависимых прудов.

Содержание йода исследовалось в водных растениях, наиболее часто встречаемых и достигающих в прудах массового развития: в водорослях *Aphanizomenon flos-aquae*, *Cladophora* sp., *Rizoclonium* sp., *Spirogyra* sp; в цветковых растениях-рдестах (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. lucens*), гречихе (*Polygonum amphibium*), маннике (*Glyceria spectabilis*), злаковых (*Graminae*).

Наибольшее количество йода среди всех исследованных растений (и гидробионтов вообще) содержат водоросли: от $16,05 \pm 0,57$ до $20,29 \pm 0,53$ в Центральном Лесостепном районе и от $5,80 \pm 0,28$ до $7,69 \pm 0,10$ мг в 1 кг сухих водорослей в прудах Западной Лесостепной зоны. Содержание йода в цветковых растениях значительно ниже, чем в водорослях, и составляет, соответственно, в богатых и бедных йодом районах: в рдестах $9,55 \pm 0,19$ и $3,83 \pm 0,12-4,77 \pm 0,14$; в гречихе $3,91 \pm 0,08$ и $0,82 \pm 0,4$; в маннике $5,93 \pm 0,14$ и $1,9 \pm 0,06-3,14 \pm 0,06$; в злаковых $2,20 \pm 0,11$ и $0,72 \pm 0,14$ мг в 1 кг сухих растений.

Содержание йода в организмах зообентоса прудов (*Tubifex* sp., личинки хирономид) несколько выше его уровня в цветковых растениях и составляло в среднем в 1 кг сухого остатка $12,1 \pm 0,62$ мг в Центральной Лесостепи и от $2,99 \pm 0,23$ мг до $4,12 \pm 0,26$ мг в прудах Западной Лесостепи и Закарпатья.

Еще выше был уровень йода в зоопланктоне, состоящем из представителей *Rotatoria*, *Copepoda* и *Cladocera*, и составлял в среднем $14,9 \pm 0,49$ мг в прудах Центральной Лесостепи и от $4,44 \pm 0,19$ мг до $5,33 \pm 0,33$ мг в 1 кг сухого остатка в прудах западных областей Украины.

Как показали исследования, карпы, выращенные в различных природных зонах Украины, также отличаются по содержа-

Таблица 1

Среднее содержание йода в донных отложениях и водах прудов различных биохимических провинций УССР (1968—1970)

Природная зона	Административная область	Рыбоводное хозяйство	Рыбучасток	Содержание йода	
				В прудовых водах, мкг/л	В донных отложениях, мг/кг сухой почвы
				$M \pm m$	$M \pm m$
Центральная Лесостепь	Киевская	Рыбкомбинат	Белая Церковь	$45,4 \pm 3,20$	$6,54 \pm 0,18$
			Борсуки	$19,7 \pm 1,01$	
Западная Лесостепь	Тернопольская	Опытное хозяйство Львовского отделения УкрНИИРХ	Великий Любень	$7,3 \pm 0,18$	$5,12 \pm 0,11$
			Сторонибабы	$9,9 \pm 0,39$	$3,11 \pm 0,01$
			Комарно		$4,93 \pm 0,21$
	Ивано-Франковская		Центральный		
			Центральный	$7,6 \pm 0,30$	
Закарпатье	Закарпатская	Рыбкомбинат	Горбок	$12,3 \pm 0,46$	$3,34 \pm 0,38$
Прикарпатье	Львовская	Стрый	Станкив	$4,1 \pm 0,21$	
Полесье	Волынская	Маневичи	Оконск	$4,5 \pm 0,42$	

нию йода. Наблюдаются возрастные и сезонные изменения содержания этого микроэлемента; уровень его в теле молоди рыб повышается на протяжении вегетационного периода как на первом, так и на втором году жизни. Содержание йода в теле исследованных сеголетков и двулетков карпа составляет, соответственно (мкг на 1 кг сырого веса): $555,3 \pm 24,4$ и $626,4 \pm 36,4$ в Центральной Лесостепи; $169,8 \pm 5,3$ — $303,6 \pm 1,5$ и $201,6 \pm 21,1$ — $377,8 \pm 15,7$ в Западной Лесостепи; $301,2 \pm 16,8$ и $367,5 \pm 24,5$ в Закарпатье, $86,3 \pm 2,3$ и $115,8 \pm 8,6$ в Полесье. В течение зимовки количество йода в карпах уменьшается в отдельных хозяйствах на 18—32% (в среднем на 22%). Исследования тканей и органов рыб показало, что кровь и печень значительно богаче йодом, чем мышцы.

Таким образом, в прудах Западной биогеохимической зоны УССР все исследованные звенья экологической цепи питания рыб и сами рыбы значительно обеднены йодом по сравнению с таковыми из Центральной биогеохимической зоны УССР.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕСЕНИЯ ЙОДА В ПРУДЫ

После первого внесения йодистого калия в пруды концентрация йода в воде понижается довольно быстро, при последующих внесениях препарата — медленнее, однако если не внести следующую порцию микроэлемента, концентрация его в воде понижается до уровня контроля.

Исследования показали, что в обогащенных йодом прудах, по сравнению с контрольными, содержание йода в растениях увеличивалось в 3—10 раз, в зоопланктоне и в зообентосе — в 4—5 раз, в карпах — в 1,3—2,7 раза. Уровень йода в сеголетках карпа, выращенных в обогащенных йодом прудах, увеличился по сравнению с контролем в 2,1—2,7 раза, в мышцах — в 2,5—3,2 раза и в печени в 2,0—2,3 раза. Уровень йода в организме двулетков также увеличился: в мышцах в 1,2 раза, в печени — 2,8, в крови — в 1,9 раза (табл. 2). В период зимовки потери йода у опытных рыб происходили параллельно с контрольными, однако уровень его у опытных рыб оставался все же выше, чем объясняется сравнительно большая устойчивость опытных рыб к зимовке.

Из вышеизложенного следует, что в западных областях УССР внесение йодистого калия в пруды приводит к значительному обогащению этим микроэлементом всех звеньев пищевой цепи рыб. Этим объясняется увеличение содержания йода в карпах, выращенных в обогащенных йодом прудах, до уровня, имеющегося у рыб из прудов центральной части УССР. Последнее имеет важное значение в эндемических по зобу районах республики, так как население может получить ценный продукт питания, обогащенный йодом.

Содержание йода в сеголетках карпа, выращенных в прудах, обогащенных йодом (n=4)

Участок	Пруд	Назначение пруда	Йод, мкг в 1 кг свежей ткани		
			В целой рыбе	В мышцах	В печени
			M ± m	M ± m	M ± m
Любимь Великий	№ 6	опыт	373,5 ± 10,8	42,3 ± 0,7	94,8 ± 2,8
	№ 5	контр.	140,8 ± 5,9	36,8 ± 0,5	57,4 ± 1,0
	№ 17	опыт	408,8 ± 46,9	83,9 ± 2,1	125,9 ± 8,2
	№ 16	контр.	160,9 ± 2,6	33,9 ± 2,0	59,1 ± 2,0
	№ 21	опыт	453,1 ± 26,5	109,1 ± 2,1	136,3 ± 7,4
	№ 18	контр.	163,8 ± 3,6	33,6 ± 2,5	65,7 ± 1,1
	№ 5	опыт	290,9 ± 13,3		
	№ 4	контр.	140,8 ± 6,5	не исследовались	
	№ 32	опыт	381,1 ± 22,3	не исследовались	
	№ 31	контр.	184,6 ± 1,2		
Сторони-бабы	№ 1	опыт	501,6 ± 9,8	115,3 ± 4,4	173,5 ± 6,1
	№ 4	контр.	231,8 ± 5,2	43,4 ± 2,9	74,6 ± 4,7
Горбок	№ 4	опыт	516,1 ± 12,1	114,2 ± 2,4	182,1 ± 8,8
	№ 3	контр.	301,4 ± 4,9	44,4 ± 1,7	81,9 ± 7,5

Внесение йодистого калия в пруды способствует развитию естественной кормовой базы, увеличению численности и биомассы важных в пищевом отношении групп организмов. Во всех вариантах опытов в прудах, обогащенных йодом, средняя численность и биомасса организмов зоопланктона и зообентоса была выше, чем в необогащенных этим микроэлементом прудах (табл. 3).

Основу зоопланктона исследованных прудов составляли представители трех систематических групп: коловраток, веслоногих и ветвистоусых ракообразных. Доминирующей группой зоопланктона по численности и биомассе были ветвистоусые ракообразные, причем в первой половине лета доминировали крупные формы (*Daphnia magna*, *D. pulex*), во второй половине лета наблюдалось массовое развитие мелких форм (*Bosmina longirostris*). Коловратки сильнее были развиты в первой половине

Средняя численность и биомасса зоопланктона и зообентоса прудов, обогащенных йодом (1968—1970 гг.)

Пруд	Назначение пруда	Зоопланктон		Зообентос	
		Численность тыс. экз/м ³	Биомасса, г/м ³	Численность экз/м ³	Биомасса, г/м ³
Рыбучасток Великий Любине					
№ 6	опыт	576	7,78	258	3,02
№ 5	контроль	351	2,58	274	1,62
№ 17	опыт	446	1,94	312	3,41
№ 16	контроль	101	0,86	534	2,86
№ 21	опыт	430	1,50	698	5,38
№ 18	контроль	409	1,38	507	4,29
Рыбучасток Сторонибабы					
№ 1	опыт	322	1,75	280	3,39
№ 4	контроль	78	0,59	190	2,93
Рыбучасток Горбок					
№ 4	опыт	4256	11,24	608	5,34
№ 3	контроль	1714	7,19	431	3,72

лета, а представители веслоногих ракообразных развивались довольно равномерно на протяжении всех летних месяцев. Основу бентоса составляли личинки хирономид, значение олигохет и прочих организмов было небольшим.

Данные гематологических и биохимических исследований показывают, что внесенный в пруд йод, накапливаясь в организме рыб, оказывает на него положительное влияние, вызывая увеличение в крови количества гемоглобина на 13,0—28,8%, эритроцитов на 10,0—26,2% и величины гематокрита на 4,3—10,0%. В сыворотке крови опытных рыб, по сравнению с контрольными, увеличилось абсолютное количество общего белка на 17,3—26,1% и его фракций — альбуминов на 14,1—18,2%, альфа-глобулинов на 26,0—20,0%, гамма-глобулинов — на 14,4—76,0%. Наряду с увеличением относительного количества альбуминов произошло также перераспределение относительного количества глобулиновых фракций — увеличение альфа- и гамма-глобулинов при почти неизменном относительном количестве бета-глобулинов. Указанные изменения отчетливее выражены у рыб, выращенных в более высокой концентрации йода. Аналогичные изменения в крови, под влиянием подкормки йодом, наблюдали и другие исследователи у рыб (Иозепсон, 1971) и сельскохозяйственных животных (Птицын, 1965; Перельгина, 1965; Мустаимов, Сиротенко, 1965; Муляк, 1972).

У сеголетков, выращенных в обогащенных йодом прудах, по сравнению с контрольными, содержание общего азота в мышцах

было выше на 5,3—15,0%, в печени — на 16,2%. Содержание остаточного азота в тканях опытных рыб было ниже чем у контрольных: в мышцах на 1,7—9,3%, в печени на 63,2%. Эти данные свидетельствуют об интенсификации синтеза белка, особенно ярко выражено усиление белковообразовательной функции печени опытных рыб.

Опытные сеголетки усваивали больше фосфора, на что указывает увеличение у них, по сравнению с контрольными рыбами, содержания общего фосфора в мышцах на 11,5—16,7%, в печени на 6,7%; неорганического фосфора, соответственно, на 12,4—15,7% и 14,9; органического фосфора на 6,4—18,6 и 6,0%

Под влиянием йода у рыб произошли также изменения в жировом обмене, которые отчетливее выражены в опыте с внесением йода в концентрации 100 мкг/л. Такие сеголетки отличались повышенным содержанием жира по сравнению с контрольными (в мышцах на 35,5—364,6%, в печени на 61,5—114,2%). Увеличение запасного жира под влиянием йода приобретает особенно важное значение для сеголетков в связи с их зимовкой, так как во время зимовки жир используется на обеспечение не только энергетических затрат организма, но и пластического обмена (Кирпичников, Берг, 1952; Бризина, Кирпичников, 1952; Берман, 1956; Королев, 1954; Шульман, 1960; Gray, 1958).

Улучшение белкового, фосфорного и жирового обмена у рыб из прудов, обогащенных йодом, повлекло увеличение в тканях рыб сухого вещества (в мышцах на 19,0—76,7%, в печени на 16,5—27,8%).

Результаты гистоморфологических исследований свидетельствуют о том, что в щитовидной железе сеголетков карпа из контрольных прудов чаще встречались фолликулы средние и мелкие, тиреоидный эпителий кубический, местами высококубический и плоский, фолликулярный коллоид вакуолизирован. У сеголетков, выросших в обогащенных йодом прудах, установлено уменьшение высоты тиреоидного эпителия ($P < 0,05$ и $< 0,02$) и увеличение диаметра фолликул ($P < 0,001$), коллоид мало и редко вакуолизирован. Эти данные свидетельствуют о повышении функциональной деятельности щитовидной железы. Такие же морфологические изменения в строении щитовидной железы у крыс, овец и кур, под влиянием добавленного к корму йода, описаны В. В. Ковальским и Р. И. Блохиной (1963), И. В. Ковтун (1969), В. Г. Муляком (1972).

Рыбоводные показатели, полученные при выращивании сеголетков карпа в прудах, свидетельствуют о положительном влиянии вносимого йода на рост рыб. На рыбучастке Великий Любинь в опытах садках — № 5 (площадь 0,06 га), обогащенном йодом дважды до концентрации 50 мкг/л, и № 6 (площадь 0,04 га), обогащенном йодом дважды до концентрации 100 мкг/л — выращивание сеголетков длилось от середины июля до конца сентября. Результаты выращивания были лучшими при

применении более высокой концентрации йода (пруд № 6): по сравнению с контролем увеличилась выживаемость рыб (на 23,3%), а также естественная (на 71,2%) и общая (на 48,0%) рыбопродуктивность при меньших затратах кормов на единицу продукции. Идентичные результаты были получены в условиях производственного выращивания сеголетков карпа на рыбучастках Великий Любинеь, Сторонибабы (Львовская область) и Горбок (Закарпатская область), при трехкратном внесении йодистого калия в выростные пруды из расчета 100 мкг йода на 1 л воды. Опыты показали, что внесение в пруды йодистого калия способствовало лучшему темпу роста сеголетков на протяжении всего периода их выращивания. В обогащенных йодом прудах, по сравнению с контрольными, выживаемость сеголетков увеличилась на 8,0—15,3%, естественная рыбопродуктивность — на 10,5—62,9%, уменьшилась затрата кормов на единицу продукции в среднем на 10,2%. Данные о выходе сеголетков из зимовки свидетельствуют, что рыбы, выращенные в обогащенных йодом прудах, отличались во время зимовки большей выживаемостью (на 5,6—15,3%) и меньшей степенью исхудания (на 7,6%).

Таким образом, внесение йодистого калия в воду прудов способствует накоплению йода во всех исследованных звеньях пищевой цепи рыб и в самой рыбе, положительно влияет на физиологическое состояние рыб, и тем самым на их рост, выживаемость, зимостойкость, способствует увеличению естественной кормовой базы и рыбопродуктивности прудов.

РЕЗУЛЬТАТЫ СКАРМЛИВАНИЯ РЫБАМ ЙОДА С ИСКУССТВЕННЫМ КОРМОМ

Представляло интерес определить влияние на рыб йода, введенного с искусственным кормом. С этой целью были проведены две серии опытов на рыбучастке Великий Любинеь, для чего двухлетки карпа были выловлены из нагульного пруда и по 25—30 экземпляров посажены в сетяные садки (объем 1 м³), установленные в пруду. Опыты длились 25 дней.

В первой серии опытов, проведенной в июне-июле, в пяти садках рыбам ежедневно скармливали йодистый калий из расчета 0,025, 0,050; 0,100; 0,200 и 0,400 мг йода на 1 кг веса рыб в сутки и в трех садках — морскую капусту (ламинарию) из расчета 4,5, 9,0 и 13,5 мг йода на 1 кг веса рыб. Для предупреждения быстрого вымывания хорошо растворимого в воде йодистого калия, комбикорм замачивался в растворе последнего на несколько часов, а затем раскладывался на кормовые столики.

В органах и тканях рыб, подкормленных препаратами йода, уровень накопления микроэлемента достоверно повышался с увеличением задаваемой дозы йода: в мышцах с $30,0 \pm 2,4$ в

контроле до $38,0 \pm 1,51$ — $15,6 \pm 14,5$ в опыте, в печени соответственно с $85,8 \pm 9,8$ до $130,4 \pm 13,4$ — $433,7 \pm 26,4$ мкг в 1 кг свежей ткани и в крови со $111,5 \pm 8,7$ до $135,5 \pm 7,4$ — $906,9 \pm 23,4$ мкг/л.

Гематологические и биохимические исследования, проведенные в конце опыта, показали, что физиологическое состояние подопытных рыб было в пределах нормы. У рыб, получавших йодистый калий (за исключением дозы 0,025 мг йода 1 кг) и морскую капусту количество гемоглобина в крови было выше на 15—22%, а величина гематокрита — на 15—19%, чем в контроле; в белковом обмене наблюдались достоверные сдвиги в сторону увеличения, по сравнению с контролем, количества общего азота на 27—41% в мышцах и на 23—48% в печени; содержание жира увеличилось в печени на 22—40%; содержание сухого вещества в мышцах — на 9—21%, в печени — на 21—32%, по сравнению с контролем. Интенсивность роста рыб повышалась с увеличением задаваемой дозы йода. При скормлинии йодистого калия в дозах 0,2—0,4 мг/кг прирост веса рыб за 25 дней опыта составил 50—60%, при скормлинии морской капусты — 70—75%, в контроле — 30%.

Во второй серии опытов, проведенной в августе, в девяти садках рыбам ежедневно скормливали комбикорм с йодистым калием, количество которого удваивалось в каждой последующей садке и составило ряд, в пересчете на йод, 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,4; 12,8; 25,6; 51,6; мг на 1 кг живого веса рыб. Отличительной особенностью от предыдущего опыта было то, что йодистый калий вводили в растворенном виде в кормовую смесь непосредственно перед раскладкой ее на кормовые столики, без предварительного замачивания.

Исследования показали, что физиологическое состояние рыб в конце опыта было в пределах нормы. У рыб, которым йод задавался в дозах от 1,6 до 25,1 мг на 1 кг веса, наблюдалось достоверное увеличение, по сравнению с контролем, количества гемоглобина в крови на 31—34%, общего белка сыворотки — на 6—12% (за счет повышения на 11—18% абсолютного количества альбуминов), содержания азота в мышцах и печени на 5—7%, сухого вещества в мышцах — на 4—9%, в печени — на 25—32%; жира в мышцах — в 2,3 раза.

Микроскопические исследования щитовидной железы показали, что подкормка рыб йодом благотворно повлияла на ее состояние. У контрольных рыб, не получавших добавок йода, щитовидная железа состояла из фолликул средних и мелких (диаметр $43,7 \pm 2,8$ мкм), часто неправильной угловатой формы, заполненных вакуолизированным коллоидом. Тиреоидный эпителий кубический, местами плоский, его высота равнялась в среднем $4,48 \pm 0,19$ мкм. В щитовидной железе рыб, которым задавали йод из расчета 0,4—51,2 мг/кг, отмечено достоверное увеличение размера фолликул до $53,2 \pm 4,1$ — $105,4 \pm 9,1$ мкм и

достоверное понижение высоты тиреоидного эпителия до $2,47 \pm 0,06$ — $3,92 \pm 0,08$ мкм, уменьшение вакуолизации фолликулярного коллоида. Аналогичные изменения в строении щитовидной железы под влиянием добавленного к корму йода наблюдались и у теплокровных животных другими исследователями (Ковальский, Блохина, 1969; Ковтун, 1969, Муляк, 1972).

Интенсивность роста наиболее высокой была у рыб, которым задавали корм с йодом в дозах 1,6; 3,2; 12,8, и составила за 25 дней скармливания, соответственно, 24,0; 21,2 и 10% от первоначальной (в контроле 1,2%).

Данные проведенных опытов свидетельствуют, что предварительное замачивание комбикорма в растворе йодистого калия (первая серия опытов) способствует большему сохранению препарата в корме и дает возможность получить высокий эффект стимуляции роста рыб при более низкой концентрации йодистого калия в комбикормах.

Таким образом, йодистый калий, введенный в корм рыбам, на фоне недостатка йода в окружающей среде, улучшает состояние щитовидной железы, стимулирует рост рыб, приводит к усилению белкового и жирового обмена, способствует повышению содержания гемоглобина в крови, накоплению йода в органах и тканях рыб.

Полученные нами результаты опытов согласуются с данными, имеющимися в литературе, по применению йодистого калия для подкормки сельскохозяйственных животных (Мицык, 1964, 1965; Муляк, 1972), а также и рыб (Иозепсон, 1971) в бедных йодом биогеохимических провинциях.

Введение морской капусты (ламинарии) в рацион двухлеткам карпа также способствовало росту рыб, улучшению их физиологического состояния, накоплению белка, жира и йода в теле рыб. Идентичные данные были получены также Н. И. Сидельниковой (1971) при применении морской капусты в корм сеголеткам карпа в условиях Московской области в тех же дозах.

Важно отметить, что в нашем опыте добавка в корм морской капусты способствовала более высокой степени накопления йода в организме рыб и интенсивности их роста, чем добавка йодистого калия, содержащего такие же количества йода. Это можно объяснить тем, что йод продуктов органического происхождения усваивается организмом лучше, полнее трансформируется и интенсивнее задерживается щитовидной железой, чем йод минеральных солей, о чем свидетельствуют исследования ряда авторов (Коломийцева, Неймарк, 1963; Ковтун, 1969 и другие).

ВЫВОДЫ

1. В абиотических (вода, донные отложения) и биотических (растительность, зоопланктон, зообентос, рыба) компонентах прудов западных областей УССР, расположенных в бедных йо-

дом биогеохимических провинциях, содержится значительно меньше йода по сравнению с таковыми из прудов центральных районов УССР, расположенных в биогеохимической провинции с достаточным количеством йода во внешней среде.

Содержание йода в исследованных группах гидробионтов убывает в такой последовательности: фитопланктон (водоросли), зоопланктон (низшие ракообразные и коловратки), зообентос (личинки хирономид), рыба (каarp).

Установлены возрастные и сезонные изменения содержания йода в организме карпов. С возрастом рыб, от малька до двухлетки, концентрация йода в организме повышается. За период зимовки содержание йода в организме рыб понижается.

Распределение йода в органах и тканях карпов неодинаково: наиболее богаты этим микроэлементом печень и кровь, меньше йода в мышцах.

2. Внесение йодистого калия в воду прудов, расположенных в бедных йодом биогеохимических провинциях, трехкратно в концентрации 100 мкг/л приводит к значительному обогащению йодом всех исследованных групп гидробионтов: водорослей, цветковых растений, организмов зоопланктона и бентоса; наиболее высокий уровень накопления йода отмечается после третьего внесения препарата.

Обогащение прудов йодом приводит также к повышению содержания йода в организме сеголетков и двухлетков карпа.

3. Внесенный в пруд йод усиливает деятельность щитовидной железы молоди карпа, уменьшает высоту тиреоидного эпителия, увеличивает диаметр фолликул в щитовидной железе.

4. Обогащение прудов йодом благотворно влияет на рост и физиологическое состояние молоди рыб: способствует увеличению в крови гемоглобина, эритроцитов, общего белка, альбуминов, альфа- и гамма-глобулинов, а также повышению содержания азота, фосфора, жира, сухого вещества в мышцах и печени сеголетков карпа.

5. Внесение йодистого калия в пруды способствует развитию естественной кормовой базы за счет увеличения численности и биомассы организмов зоопланктона и зообентоса.

6. Рыбопродуктивность прудов, обогащенных йодом, увеличивается: естественная, в среднем, на 39,8%, общая — на 14%.

7. Молодь карпов, выращенная в прудах с добавлением йода, лучше переносит условия зимовки.

8. Подкормка двухлетков карпа йодистым калием и морской капустой (ламинарией) приводит к значительному накоплению йода в органах и тканях рыб.

9. Добавка к рациону двухлеток карпа йодистого калия усиливает деятельность щитовидной железы, уменьшает высоту тиреоидного эпителия, увеличивает размеры фолликул.

10. Введение в корм карпам йодистого калия и морской капусты, на фоне недостатка йода во внешней среде, стимулирует

рост рыб, усиливает белковый и жировой обмен, увеличивает содержание гемоглобина в крови.

11. Морская капуста, введенная в рацион карпов, оказывает более значительное влияние на интенсивность роста рыб, степень накопления в них йода, показатели крови, по сравнению с добавкой йодистого калия, содержащего такие же количества йода.

12. Применение йода в рыбоводных хозяйствах, расположенных в бедных этим микроэлементом биогеохимических провинциях, является целесообразным.

РАБОТЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Значение йода, как микроэлемента, для рыбоводных хозяйств западных областей Украины. 1970, «Вопросы рыбохозяйственного освоения и санитарно-биологического режима водоемов Украины», издат. «Наукова думка», Киев.
2. Результаты экспериментального внесения препарата йода в пруды. 1970. «Рыбное хозяйство», вып. 12, издат. «Урожай», Киев.
3. Содержание йода в прудах и уровень его накопления при экспериментальном внесении 1971. «Развитие прудового рыбоводства и рациональное освоение водоемов и водохранилищ», ВНИИПРХ, Москва.
4. Содержание йода в донных отложениях прудов (в печати).

МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ДОЛОЖЕНЫ НА:

- 1) II Республиканской конференции Украинского филиала Всесоюзного гидробиологического общества: «Вопросы рыбохозяйственного освоения и санитарно-биологического режима водоемов Украины» (Херсон, май 1970 г.).
 - 2) Всесоюзном совещании молодых специалистов по проблеме «Развитие прудового рыбоводства и рациональное освоение водоемов и водохранилищ» (Киев, апрель 1971 г.).
-

Подписано к печати 11. VI. 74. Формат 60×90 1/16. Печ. листов 1,25.

Зак. 3197. Тираж 290.

Типография издательства «Вільна Україна»
Львовского ОК КП Украины, Львов, Спартак, 10.

