

УДК 639.371.5 : (639.3 : 631.8)

**ЗНАЧЕНИЕ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ
В ПОВЫШЕНИИ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ
НЕРЕСТОВО-ВЫРОСТНЫХ ВОДОЕМОВ
В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ**

О. Н. Васильченко, В. Н. Горюнова

КаспНИРХ

Эффективность разведения полупроходных рыб в нерестово-выростных хозяйствах в значительной степени зависит от выживания особей на ранних этапах развития, которое определяется благоприятными газовым режимом и кормовой базой в водоемах. Улучшить эти показатели можно при помощи удобрений.

Для условий дельты Волги роль минеральных удобрений в повышении кормности нерестово-выростных хозяйств еще не изучена. Нам не известны результаты подобных работ рыбхозов других областей страны. Однако положительный опыт удобрения озер как в СССР, так и в зарубежных странах имеется (Баранов, 1954; Баранов, Пшенина, 1963, Bull, 1950; Nelson, Edmonson, 1955; Waters, Ball, 1957).

Наша задача — определить влияние различных доз минеральных удобрений на гидрохимический режим, кормовую базу, темп роста молоди сазана и леща и рыбопродуктивность нерестово-выростных водоемов. Решение этой проблемы позволит рекомендовать оптимальные, экономически обоснованные нормы внесения минеральных удобрений для нерестово-выростных хозяйств дельты Волги.

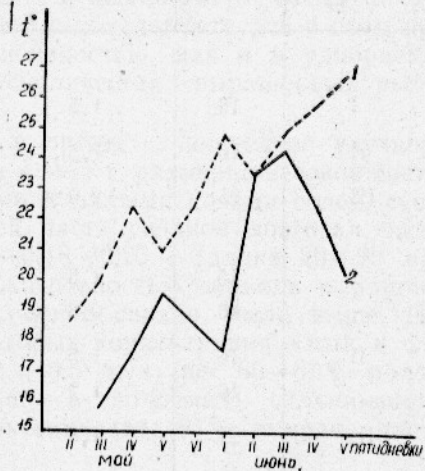
Опыты проводились в 1971—1972 гг. в прудах Волжского экспериментального рыбоводного завода, расположенного в западной части средней зоны дельты Волги в 40 км от Астрахани.

В 1971 г. в нерестово-выростные пруды вносили минеральные соли по методу, основой которого является регулярное доведение содержания в воде биогенных элементов до определенной заданной величины (Фельдман, Суховий, 1961; Нерфег, 1962). В частности, в первом варианте опытов концентрации азота в воде доводились до 2, фосфора — до 0,5 мг/л, во втором — они были уменьшены в 5 раз. В 1972 г. минеральные соли вносили таким же способом, но в соответствии с потребностью в них фитопланктона. Контрольные пруды аммиачной селитрой и суперфосфатом не удобрялись.

Молодь сазана и леща выращивали в соответствии с биотехникой, принятой в настоящее время в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги. Плотность посадки производителей: сазана — 3,6, леща — 10 гнезд на 1 га. Плодовитость рыб находилась на уровне, отмечен-

ном для 1967—1968 гг. (Васильченко, 1970). Пруды спускали по достижении молодью пократного этапа.

Абиотические условия в прудах. В 1971 г. в период нереста производителей сазана и леща, инкубации икры и нагула молоди, температура воды в прудах была невысокой — в среднем 19,9° (рисунок). Термический режим в 1972 г. был благоприятнее для развития рыб: средняя температура воды повысилась по сравнению с прошлойгодней на 3,4°. Гидрохимический режим как в удобряемых, так и контрольных прудах был в основном благоприятным для молоди сазана и леща на ранних этапах развития. Содержание растворенного в воде кислорода в отдельных водоемах изменялось в среднем от 5,72 до 10,36 мг/л, что соответствовало 64,4—108,8% насыщения. Концентрация свободной углекислоты и окисляемость соответственно не поднимались выше 12,9 мг/л и 19,1 мг O₂/л. Активная реакция воды была слабощелочной и колебалась в среднем от 7,9 до 8,5. Соленость также находилась в допускаемых пределах (55,3—115,3 мг/л).



Термический режим в перестовозростных прудах:
1 — 1971 г., 2 — 1972 г.

Концентрация минеральных форм азота и фосфора в воде удобряемых прудов по сравнению с контрольными была выше: в 1971 г. — в 2,4 и 12, а в 1972 г. — в 1,6 и 3,6 раза соответственно. При этом снижение дозы удобрений в 5—7 раз существенно не повлияло на содержание минерального и органического азота и фосфора и величину фотосинтеза фитопланктона. Последняя в прудах, где применялись малые и высокие дозы минеральных удобрений, была близкой: 3,4 — 3,6 мг/л O₂ в сутки. Валовая первичная продукция фитопланктона в прудах I и II вариантов опыта достигала в среднем 524,5 и 492,5 ккал/м² соответственно, что в 5 раз выше, чем в контрольном неудодрявшемся водоеме.

Кормовая база водоемов. Качественный состав фитопланктона в прудах был сходным. Всего в 1971—1972 гг. обнаружено 32—39 видов, относящихся к четырем типам водорослей. Наиболее разнообразными были зеленые (23 вида), преимущественно протококковые водоросли. Диатомовых и сине-зеленых обнаружено соответственно 9 и 6 форм, а эвгленовых — 1. Доминировали представители следующих родов, из протококковых — *Scenedesmus*, *Hypnomonas*, *Ankistrodesmus*, *Chlorococcum*; из диатомовых — *Stephanodiscus*, *Asterionella*, *Nitzschia*; из сине зеленых — *Oscillatoria*.

Зоопланктон был более однообразен. За период наблюдений отмечено 4 рода веслоногих рачков, 8 видов ветвистоусых и 14 коловраток. Наряду с истиннопланктонными формами встречались листоногие ракообразные и личинки насекомых. Преобладающими организмами были: из *Copepoda* — *Cyclops* sp. из *Cladocera* — *Daphnia magna*, *D. longispina*, *Moina macrocopa*, *Polyphemus pediculus*; из коловраток — *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis*, *Brachionus calyciphloris*.

Видовой состав донного населения в прудах за эти годы также существенно не различался: в основном олигохеты, листоногие рачки и личинки хирономид.

В 1971 г. были внесены минеральные удобрения, что значительно повысило кормовую базу водоемов (табл. 1).

Кормовая база в нерестово-выростных прудах
(среднесезонные показатели)

Варианты	№ прудов	Площадь прудов, га	Биомасса		
			фитопланктон, г/м ³	зоопланктон, г/м ³	зообентос, г/м ²
1971 г.					
I	15	1,5	12,94	29,51	9,27
II	16	1,5	3,43	19,46	37,81
III	25	2,0	3,13	6,38	26,40
1972 г.					
I	15	1,5	0,95	0,92	6,92
	40	0,6	1,9	2,16	11,08
II	16	1,5	9,0	1,18	7,63
	10	1,2	3,0	1,63	4,91
III	21	1,8	1,4	1,02	14,84

Примечание: I — содержание азота и фосфора в воде доводилось соответственно до 2 и 0,5 мг/л; II — до 0,4 и 0,1 мг/л; III — удобрявшиеся контрольные пруды.

Остаточная биомасса фитопланктона в пруду, где использовали максимальные концентрации солей, достигла в среднем 12,9 г/м³, т. е. увеличилась в 3,8 и 4 раза по сравнению с водоемами, удобрявшимися малыми дозами, и контрольным. Биомасса зоопланктона составила в среднем 29,5 г/м³, что соответственно в 1,5 и 4,6 раза выше, чем в сравниваемых прудах.

В 1972 г. воздействие удобрений на развитие кормовой базы водоемов проявилось слабее из-за резкого отрицательного влияния листоногих ракообразных (лептостерий и щитней), массовое появление которых предшествовало выклеву личинок рыб. В период интенсивного развития биомасса лептостерий в отдельных прудах достигала более 400 г/м³. Эти животные, являясь активными фильтраторами, сильно взмучивали воду; прозрачность воды в прудах нередко падала до 10—15 см. В результате замедлялось развитие и снижался фотосинтез фитопланктона. Замечено также, что водоросли непосредственно использовались лептостериями в пищу, что отмечалось и в осетровых прудах (Алексеев, 1960). В связи с этим остаточная биомасса фитопланктона не превышала в среднем 0,95—3,05 г/м³. Лишь в одном пруду, где взрослых листоногих рачков было сравнительно мало, она увеличивалась до 9,06 г/м³.

Истиннопланктонные животные развивались также слабо. Биомасса веслоногих, ветвистоусых рачков и коловраток составляла в среднем 0,92—2,16 г/м³. Наиболее обильно они были представлены в зоопланктоне в первые две недели с момента залития прудов. В дальнейшем нередко беспозвоночные животные почти полностью выпадали из состава планктона или обнаруживались в незначительном количестве.

На развитие донных организмов минеральные соли, по-видимому, не оказывали существенного влияния. Как в 1971, так и в 1972 г. зообентос во всех нерестово-выростных прудах был относительно хорошо развит, однако из-за преобладания в нем крупных олигохет и листоногих рачков молодью рыб в пищу практически не использовался.

Выращивание молоди в 1971 г. продолжалось 33, в 1972 г. — 43 дня. Наиболее низкими размерно-весовыми показателями отличалась молодь в контрольных неудобренных водоемах (табл. 2). В 1972 г. длина основной части леща — от 14 до 18 мм (вес 53—70 мг), сазана — 16—28 мм (вес 0,2—0,5 г). В 1971 г. из контрольного пруда также скатился самый мелкий лещ: в основном от 16 до 20 мм, при весе 84—145 мг. Сазан из-за низкой выживаемости рос в этом пруду приблизительно с такой же интенсивностью, как и в удобряемых водоемах: длина около 80% общего количества выращенных рыб — 20—24 мм вес, 0,35—0,48 г.

Внесение минеральных удобрений в пруды значительно улучшило темп роста молоди (табл. 2). При этом в 1971 г. размерно-весовой состав рыб в прудах, удобрявшихся большими и малыми дозами солей, существенно не отличался. Вес у большей части сазанов достигал 0,28—0,46 г (длина 20—24 мм), у лещей — 0,18—0,20 г (длина 20—22 мм). В 1972 г. в связи с большей продолжительностью периода выращивания средние длина и вес молоди, особенно сазана, были выше. При этом сазан рос лучше в прудах, в которых концентрация азота и фосфора доводилась соответственно до 2 и 0,5 мг/л (вес 60—80% молоди достиг 1—8 г, длина 32—68 см); лещ — в водоемах, отличающихся большими концентрациями зоопланктона (вес 97% молоди достиг 0,3—0,5 г, длина 24—32 мм).

Таблица 2

**Результаты выращивания молоди сазана и леща
в нерестово-выростных прудах**

Варианты	№ прудов	Выживание молоди от икры, %	Средний вес, г	Выход молоди		Рыбпродуктивность, кг/га
				общий, тыс. шт/га	от одной самки, тыс. шт.	
<i>1971 г.</i>						
I	15	<u>42,5</u>	<u>0,4</u>	<u>5,42</u>	<u>150,5</u>	<u>219</u>
		49,2	0,2	768	76,8	154
II	16	<u>3,9</u>	<u>0,6</u>	<u>50,5</u>	<u>14,0</u>	<u>32</u>
		29,0	0,2	455,6	45,6	83,3
III	25	<u>1,5</u>	<u>0,7</u>	<u>20,7</u>	<u>5,8</u>	<u>14,1</u>
		4,6	0,1	72,7	7,3	8,3
<i>1972 г.</i>						
I	15	<u>4,4</u>	<u>5,41</u>	<u>67,5</u>	<u>20,6</u>	<u>365</u>
		7,9	0,15	134,0	13,4	20,1
		<u>5,6</u>	<u>3,2</u>	<u>97,1</u>	<u>19,4</u>	<u>309,9</u>
II	40	11,8	0,36	101,5	11,8	36,5
		<u>7,1</u>	<u>1,8</u>	<u>107,5</u>	<u>32,2</u>	<u>194,6</u>
		21,1	0,13	359,8	36,0	46,8
III	16	<u>14,9</u>	<u>1,1</u>	<u>238,3</u>	<u>71,5</u>	<u>255,0</u>
		10,3	0,4	176,2	17,6	70,5
		<u>6,3</u>	<u>0,63</u>	<u>83,7</u>	<u>21,5</u>	<u>52,7</u>
III	21	9,2	0,06	172,6	15,5	10,3

Примечание. В дробях: числитель — сазан; знаменатель — лещ.

Выживание рыб из икры до покатной стадии колебалось в очень широких пределах. Исключительно высокий выход молоди отмечен в 1971 г. в пруду № 15, где сложились наиболее благоприятные условия для нереста производителей и нагула молоди: нерестовый субстрат, представленный мягкой луговой растительностью и посевами озимой ржи, покрывал свыше 80% площади ложа; высокие кормовая база и дозы минеральных удобрений; незначительное развитие листоногих раков. Показатели, полученные в этом пруду, свидетельствуют о потенциальной продуктивности нерестово-выростных водоемов дельты Волги.

В пруду № 16, удобрявшемся небольшими дозами минеральных веществ, также зарегистрирован значительно более высокий выход молоди (506 тыс. шт/га), чем в контрольном (93 тыс. шт/га). Рыбопродуктивность в этом водоеме (115 кг/га) оказалась более чем в 3 раза ниже, чем в пруду № 15, но почти в 5 раз выше, чем в контрольном.

Более стабильным было выживание рыб в 1972 г. вследствие того, что производители были сравнительно одинаково обеспечены нерестовым субстратом (30—40% ложа водоемов) и листоногие рачки в обоих прудах развивались относительно равномерно. Максимальный выход молоди с 1 га и от одной самки наблюдался в прудах, где концентрация биогенных элементов доводилась до 0,1 мг/л P и 0,4 мг/л N (табл. 2). В прудах, в которых содержание азота и фосфора доводилось соответственно до 0,5 и 2 мг/л, и в удобрявшемся выживании молоди было почти таким же. Но рыбопродуктивность контрольного водоема (63 кг/га) оказалась почти в шесть раз ниже, чем в прудах, удобрявшихся высокими дозами солей (в среднем 360 кг/га) и в 4—5 раз меньше, чем в прудах, где норма удобрений была минимальной (284 кг/га).

Рыбопродуктивность всех нерестово-выростных прудов могла бы быть выше, если бы в них не было листоногих рачков, резко ухудшавших условия нагула молоди.

Таким образом, исследованиями 1971—1972 гг. установлено большое влияние минеральных удобрений на величину рыбопродуктивности нерестово-выростных водоемов. Причем в 1972 г. в отличие от 1971 г. снижение количества внесенного в пруды азота и фосфора более чем в 5 раз почти не сказалось на результатах выращивания молоди. Напротив, именно при этих дозах отмечен самый высокий выход сазана и леща (414—467 тыс. шт/га).

Следовательно, по данным опытов 1972 г. получение высокого выхода молоди и рыбопродуктивности в освобожденных от излишней зарастаемости нерестово-выростных водоемах дельты Волги может быть обеспечено при сравнительно небольших затратах минеральных удобрений, рассчитанных на доведение содержания в воде азота до 0,4 мг/л, фосфора до 0,1 мг/л.

ВЫВОДЫ

1. Абиотические условия среды в опытных нерестово-выростных водоемах находились в границах, благоприятных для развития молоди сазана и леща. Внесение минеральных удобрений в пруды способствовало увеличению содержания в воде минерального азота и фосфора и валовой первичной продукции фитопланктона.

2. Влияние азотно-фосфорных солей на повышение кормовой базы более четко проявилось в 1971 г. В 1972 г. из-за массового развития листоногих ракообразных во всех прудах фито- и зоопланктон находились на невысоком уровне.

3. Внесение минеральных удобрений значительно повысило темп роста, выживание молоди и рыбопродуктивность перестово-выростных водоемов.

4. По материалам 1972 г., в свободных из излишней растительности перестово-выростных водоемах получение высокого выхода молоди сазана и леща (400—450 тыс. шт/га) и рыбопродуктивности порядка 300 кг/га может быть обеспечено путем систематического (4—5 раз за сезон) доведения содержания в воде биогенных элементов до 0,4 мг/л N и 0,1 мг/л P с учетом биологической потребности в них фитопланктона.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев Н. К. Пути повышения продуктивности прудов на осетровых рыболовных заводах Дона. Промышленное разведение рыб на Дону.—Труды АзНИИРХ, 1960, вып. 3, М., Пищепромиздат, с. 44—60.
- Баранов И. В. Вопросы минерального и комбинированного удобрения водоемов. Материалы по проблеме повышения рыбной продуктивности внутренних водоемов Карело-Финской ССР, Петрозаводск, 1954, с. 26—32.
- Баранов И. В., Пшенина Г. И. Влияние извести и азотно-фосфорных удобрений на гидрохимический режим и первичную продукцию оз. Жемчужного.—Известия ГосНИОРХ, 1963, т. 55, Л., с. 47—60.
- Васильченко Ю. Н. Плодовитость и состояние половых желез производителей сазана и леща, используемых для разведения в дельте Волги. «Вопросы ихтиологии», 1970, т. 10, вып. 1 (60), с. 83—91.
- Фельдман М. Б., Суховий А. В. Влияние минеральных удобрений на гидрохимический режим прудов. В сб. «Первичная продукция морей и внутренних водоемов», Минск, 1961, с. 167—173.
- Ball, R. C. Fertilization of natural lakes in Michigan. Trans. Am. Fish. Soc. vol. 78, 1950, pp. 45—155.
- Nelson, P. R. and W. T. Edmonson. Limnological effects of fertilizing in Bare Lake, Alaska U. S. Fish. Wildl. Bull. No. 102, 1955., pp.413—436.
- Hepher, B. Ten years of research in fish ponds fertilization in Israel I. The effect of fertilization on fish yields. Bamidgeh. vol. 11, 1962, pp. 29—38.

THE ROLE OF NITROGEN AND PHOSPHORUS FERTILIZERS IN THE FISH PRODUCTION AT HATCHERIES ON THE VOLGA DELTA

O. N. Vasilchenko, V. N. Gorunova

SUMMARY

Various doses of mineral fertilizers have been tested to ascertain their effect on the abiotic and biotic conditions of the environment, the rate of growth and survival of the young carp and bream. It has been found that the yield of ponds where vegetation is scarce may be increased up to 300 kg per hectare on condition certain biogenic elements are regularly brought in (four or five times per season), so that the content of nitrogen and phosphorus could reach 0.4 mg/l and 0.1 mg/l respectively.

L'IMPORTANCE DES ENGRAIS NITRIQUES ET PHOSPHORIQUES POUR L'AUGMENTATION DE LA PRODUCTIVITÉ DES BASSINS POUR LE FRAI ET L'ÉLEVAGE DANS LE DELTA DE VOLGA.

O. N. Vassiltchenko, V. N. Gorunova

RÉSUMÉ

L'emploi d'engrais minéral à dosage divers a produit un effet sur les conditions abiotiques et biotiques du milieu, a augmenté le rythme de croissance et le taux de survie des jeunes de carpes sauvages et de bremes dans les bassins de frai et d'élevage. Il est possible d'assurer une productivité élevée (près de 300 kg par un hectare) dans les bassins exempts de plantes aquatiques en ajoutant dans les bassins d'une façon régulière (4—5 fois par saison) des éléments biogènes pour monter la teneur en azote à 0,4 mg/l et celle de phosphore à 0,1 mg/l.