

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ

УДК 639.311:631.8

МОБИЛИЗАЦИЯ БИОГЕНОВ ИЗ ГРУНТОВ РАЗНОГО ТИПА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ

Г.П. Воронова, Л.А. Куцко, В.В. Супранович, А.И. Макаревич

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

MOBILIZATION OF BIOGEN SUBSTANCES FROM DIFFERENT TYPES OF SOILS AT USING OF CHEMICALS

G.P. Voronova, L.A. Kutsko, V.V. Supranovich, A.I. Makarevich

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. В экспериментальных условиях изучено влияние химических десорбентов (сильвинит, хлористый калий, гашеная известь) на мобилизацию биогенных веществ из донных отложений.

Ключевые слова: донные отложения, десорбирующие вещества, мобилизация биогенов, рыбоводные пруды.

Abstract. In experimental conditions there was studied the influence of chemical desorbents (sylvinit, potassium chloride, slaked lime) at mobilization of biogenic substance from bottomset beds.

Keywords: bed silt, desorbing agents, mobilization of biogens, fish breeding ponds.

Введение

В рыбхозах Беларуси для удобрения прудов ежегодно используется около 2 тыс. т дорогостоящих азотно-фосфорных удобрений. В то же время известно, что прудовые грунты богаты биогенными веществами, запас которых возрастает с каждым годом за счет пополнения иловых отложений. Кроме того,

свыше 50% вносимых в воду азотно-фосфорных удобрений аккумулируется прудовыми грунтами и переводится в трудно растворимые соединения, которые практически исключаются из биологического круговорота прудовой экосистемы [1,2].

Для рационального использования минеральных удобрений актуальное значение приобретает решение вопроса мобилизации биогенных веществ из донных отложений и вовлечение высвобождающего фосфора в биологические процессы, связанные с развитием естественной кормовой базы.

Материалы и методы исследований

Влияние десорбирующих веществ на химический состав грунтов и воды, определение оптимальных норм их применения для мобилизации биогенных элементов (азот, фосфор) из грунтов проводили в модельных опытах (микрокосмах: грунт, грунт-вода).

В качестве десорбирующих реагентов использовали сильвинит (22% KCl и 78% NaCl), гашеную известь (Ca(OH)_2) и хлористый калий (95% KCl). Исследования проводили на заиленных песчаных, супесчаных и торфянистых грунтах, отобранных из прудов рыбхозов «Любань», «Вилейка», «Красная Слобода» Минской области.

Испытывали концентрации сильвинита от 20 до 70 г/м², хлористого калия от 5 до 20 г/м². Концентрацию гашеной извести рассчитывали для каждого типа грунтов исходя из гидролитической и обменной (по pHс) кислотности, а также из гидролитической с поправкой на обменную кислотность, величины которых в опытах с торфом составили от 30 до 136,1 г/м², в опытах с песком от 4,8 до 14,4 г/м². Контролем служили грунты, не обработанные десорбирующими реагентами. Опыты по десорбции биогенов проводили в стеклянных сосудах, объемом 4 л, толщина слоя грунта составляла 5-10 см. Влажный грунт перемешивали с реагентом. Спустя 10 суток грунт заливали водой. Общая продолжительность опыта составляла 40 суток.

В грунтах до и через 10 суток после их обработки сильвинитом

определяли величины таких показателей, как: pH_{KCl} , гидролитическую кислотность, кальций, магний, гумус, минеральный фосфор, аммонийный азот. В воде каждые 5 суток в течение опыта определяли температуру, pH среды, содержание аммонийного азота и минерального фосфора. Для оценки интенсивности десорбции биогенов из грунтов при воздействии на них сильвинитом было поставлено 4 опыта, состоящих из 24-х вариантов с двойной повторностью. Температура воды в микрокосмах в среднем за период опытов составляла $12,4 \pm 0,4$ и $7,5 \pm 0,5$ °С.

Обработку материалов при использовании химических реагентов в экспериментах осуществляли по общепринятым в гидрохимии и почвоведении методикам [3,4].

Результаты исследований и их обсуждение

В практике прудового рыбоводства применяются разнообразные приемы и методы воздействия на грунты, такие как летование, боронование, известкование [5].

Положительное влияние на развитие кормовой базы и естественную продуктивность оказывает проведение обработки ложа прудов дефекационными осадками сахарного производства, содержащими до 85 % углекислого кальция и магния [6, 7]; аммиачной водой и сильвинитом [8, 9]. За счет мобилизации биогенов из донных отложений естественная рыбопродуктивность увеличивалась в 2-3 раза (до 240-490 кг/га), расход минеральных удобрений уменьшился в 1,5-2,0 раза. В тоже время, предложенные дозы химических десорбирующих реагентов, в частности сильвинита, в настоящее время требуют пересмотра, так как они были разработаны более 30 лет назад для категории прудов без учета типа почв, на которых расположены пруды, имеющих разную обеспеченность органическим веществом и биогенами. Кроме того, за такой длительный период эксплуатации прудов произошли количественные изменения в содержании в грунтах биогенных элементов, что также требует пересмотра норм внесения

десорбентов в пруды.

Как показали исследования, супесчаные и песчаные грунты с разной степенью заиленности прудов рыбхозов «Любань» и «Вилейка» имели нейтральную или близкую к нейтральной обменную кислотность (pH_{KCl} – 5,9-7,1) и, соответственно, низкую гидролитическую кислотность (0,30-2,14 мг-экв/100 г в.-с. грунта). Грунты характеризовались небольшим содержанием кальция и магния, малым содержанием гумуса и подвижного аммонийного азота. В то же время они отличались по содержанию подвижного фосфора, которое в супесчаных грунтах выростного пруда рыбхоза «Любань» более чем в 7 раз превышало аналогичное содержание в песчаных грунтах нагульного пруда рыбхоза «Вилейка». Это, по-видимому, связано с ежегодным внесением в выростные системы навоза, который, минерализуясь, поставлял в экосистему и донный биотоп пруда соединения минерального фосфора. В нагульных системах прудов рыбхоза «Вилейка», куда навоз не вносится по технологии, основное количество биогенов формировалось за счет жизнедеятельности гидробионтов и минерализации комбикормов.

Заиленные торфянистые грунты выростного пруда рыбхоза «Красная Слобода» в отличие от аналогичного в рыбхозе «Любань» характеризовались более высокой гидролитической кислотностью, значительным содержанием кальция, магния, подвижного азота и гумуса, в то время как содержание минерального фосфора в торфянистых грунтах прудов обоих рыбхозов было сходным (на уровне 20,5-25,9 мг/100 г в.-с. грунта) (таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика грунтов рыбхозов «Любань», «Красная Слобода», «Вилейка»

Рыбхоз, пруд	Тип грунта	pH_{KCl}	мг-экв/100 г в.-с. грунта			$P_{мин},$ мг P/100 г в.-с. грунта	$NH_4,$ мг N/100 г в.-с. грунта	Гумус, %
			гидролит. кислотность	Ca^{++}	Ca^{++} $+Mg^{++}$			
«Любань» Выр-3	супесь	5,9	2,14	4,38	5,2	30,5	0,21	4,1
	торф	6,2	5,28	20,0	25,1	25,9	0,42	18,8
«Красная Слобода» Выр-10	торф	5,7	16,20	33,5	41,2	20,5	4,0	51,3
«Вилейка» Н-8	песок	7,13	0,30	1,0	1,4	4,15	0,7	0,8

Обработка грунтов сильвинитом приводила к увеличению концентрации аммонийного азота в супесчаных грунтах в среднем на 137 %, в песчаных на 51 %, минерального фосфора на 29 %. В торфянистых грунтах через 10 дней после их обработки сильвинитом содержание аммонийного азота увеличилось в среднем на 19-40 %, минерального фосфора на 15-19 %.

Исследования показали, что обработка грунтов сильвинитом способствовала десорбции аммонийного азота и минерального фосфора в воду в основном на 10 день после заливания грунтов водой. При этом в микрокосмах, где грунты обрабатывались сильвинитом, мобилизационный эффект продолжался до конца опыта, в то время как в контроле концентрация биогенов в воде начинала снижаться в зависимости от типа грунта на 15-25 день опыта.

Обработка грунтов разного типа (супесь, песок, торф) сильвинитом в зависимости от используемых доз приводила к увеличению в воде аммонийного азота по сравнению с контролем на 18-131%, минерального фосфора на 8-200% (таблица 2).

При этом наибольший мобилизационный эффект наблюдался при обработке супесчаных грунтов сильвинитом в концентрации от 40 до 60 г/м², гумусированного песка от 30 до 70 г/м², торфяника от 40 до 50 г/м². Средняя оптимальная норма применения сильвинита для всех типов грунтов укладывается в пределы от 40 до 50 г/м².

Особый интерес представляет изучение процесса десорбции фосфора, который в грунтах находится в труднорастворимых соединениях. Как показали исследования, наиболее активно фосфор отдавали гумусированные пески, обработанные сильвинитом в концентрации 40 г/м², при проведении дополнительного рыхления грунта. По сравнению с контролем концентрация фосфора в воде увеличилась на 555%. Рыхление грунтов под водой без дополнительной обработки их сильвинитом увеличивало выход фосфора из грунтов по сравнению с контролем на 427%.

Таблица 2 – Среднее содержание аммонийного азота и минерального фосфора в воде при обработке грунтов сильвинитом за период эксперимента

Рыбхоз	Грунт	Вариант	Доза сильвинита, г/м ²	NH ₄ ⁺ , мг N/л	P мин., мг P/л
«Любань»	торф	1	20	1,33	0,026
	торф	2	30	1,64	0,027
	торф	3	40	1,92	0,0026
	торф	4	50	1,83	0,039
	торф	5	70	1,43	0,0025
	торф	контроль	-	0,83	0,023
	супесь	1	20	1,53	0,258
	супесь	2	40	1,72	0,374
	супесь	3	60	1,75	0,324
	супесь	контроль	-	1,08	0,196
«Красная Слобода»	торф	1	20	0,66	0,004
	торф	2	30	0,46	0,004
	торф	3	40	0,51	0,006
	торф	4	50	0,51	0,009
	торф	5	60	0,45	0,006
	торф	6	70	0,49	0,006
	торф	контроль	-	0,38	0,003
«Вилейка»	песок	1*	-	1,35	0,095
	песок	2	20	1,61	0,023
	песок	3	30	1,83	0,023
	песок	4*	40	1,30	0,118
	песок	5	50	1,63	0,022
	песок	6	60	0,78	0,023
		7	70	1,79	0,023
		контроль	-	0,86	0,018

Примечание * - после перемешивания грунта

При использовании в качестве десорбирующего вещества 95% хлористого калия (KCl) было установлено, что обработка песчаных грунтов хлористым калием в концентрации от 5 до 20 г/м² приводила к увеличению в воде содержания аммонийного азота на 43,6 – 80,0 %, фосфора на 34,2- 119,5 %. При этом наибольшая концентрация аммонийного азота и минерального фосфора в воде была отмечена при обработке грунтов в концентрации 15 г/м² (таблица 3).

Активная десорбция биогенов из грунтов под воздействием хлористого калия была отмечена на 5 день после их заливания водой и достигла максимума

на 20-25 день опыта. В это время концентрация азота в воде возросла до 4,40-5,65 мг N/л и минерального фосфора до 0,104-0,105 мг P/л.

Таблица 3 – Средние значения химических показателей воды при обработке песчаных грунтов хлористым калием (за 30 суток)

Вариант	Концентрация KCl, г/м ²	Т °С, воды	pH воды	NH ₄ , мг N/л	мин. P, мг P/л
1	5	6,1	7,86	3,16	0,073
2	10	6,1	7,78	3,35	0,081
3	15	6,1	7,79	3,96	0,101
4	20	6,1	7,84	3,28	0,062
контроль	-	6,1	7,88	2,20	0,046

Сравнение результатов воздействия на песчаные грунты 95 % хлористым калием и сильвинитом, содержащим 22 % KCl показало, что мобилизационный эффект от применяемых реагентов на выход в воду минерального фосфора был идентичен при концентрации сильвинита 40,0 г/м² с проведением рыхления грунта и хлористого калия 15,0 г/м². Несмотря на то, что мобилизационную дозу реагента за счет применения хлористого калия можно снизить в 2,6 раза, использование хлористого калия на больших площадях экономически не выгодно, так как стоимость хлористого калия в 29-35 раз превышает стоимость сильвинита (стоимость сильвинита с НДС составляет 101,3 тыс. руб. за 1 т, в то время как хлористого калия 3,0-3,5 млн. руб/т в ценах на 01.01. 2013 г.).

Обработка грунтов гашеной известью оказала положительное влияние на структуру почвы, способствовала нейтрализации ее кислотности, повышению содержания гумуса. Значения окислительно-восстановительного потенциала грунтов (pH_c) через 10 дней после обработки гашеной известью по сравнению с контролем увеличились в торфе на 7,0-26,0 %, в песке на 1,5-4,3 %. Величина гидролитической кислотности снизилась в торфе на 36-91 %, в песке на 10-21 %. Содержание кальция в зависимости от применяемых доз извести возросло в торфе на 5-20 %, в песке на 4-13 %. Существенных изменений в содержании аммонийного азота и фосфора в песчаных грунтах при использовании различных доз извести не выявлено. Отмечено небольшое увеличение

содержания минерального фосфора (на 5-7 %) и резкое (на 61 %) снижение аммонийного азота в торфянистых грунтах при применении высоких доз извести (таблица 4). Последнее говорит об интенсивности протекания процессов минерализации органического вещества при использовании высоких доз извести.

Таблица 4 – Агрохимические показатели грунтов через 10 дней после их обработки известью

Вариант	Грунт	Количество извести, г/м ²	pH _c	мг-экв/100 г в.-с. грунта			Р _{мин} , мг Р/100 г в.-с. грунта	NH ₄ , мг N/100 г в.-с. грунта	Гумус, %
				Н	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺			
1	торф	136,1	7,77	1,05	62,00	48,00	22,50	4,2	56,4
2	торф	68,0	7,24	3,00	56,00	45,00	22,20	6,9	53,2
3	торф	30,0	6,57	7,35	55,00	42,00	22,20	10,4	54,3
контроль	торф	-	6,15	11,55	53,00	40,00	21,00	10,8	53,9
1	песок	14,4	7,20	0,35	3,10	2,60	7,40	1,6	2,0
2	песок	4,8	7,40	0,31	2,75	2,40	6,50	1,4	1,4
3	песок	10,0	7,29	0,39	3,10	2,60	6,70	1,8	1,7
контроль	песок	-	7,09	0,39	2,70	2,30	7,40	1,7	1,5

Анализ воды в микрокосмах (грунт-вода) при использовании различных доз извести показал увеличение водородного показателя по сравнению с контролем в опытах с торфом на 3-8 %, с песком на 0,7-2,0 %. Степень подщелачивания воды находилось в прямой зависимости от используемых доз извести в грунтах.

Обработка грунтов гашеной известью способствовала десорбции биогенов (азота и фосфора) из грунта в воду. Концентрация минерального фосфора в опытах с торфом в среднем за период наблюдения (30 суток) по сравнению с контролем увеличилась на 250-1200 %, с песком – на 63-2880 % (таблица 5).

Содержание аммонийного азота в воде при обработке торфянистых грунтов гашеной известью по сравнению с контролем выросло на 115 %, песчаных на 7-16 %. При этом наибольшая концентрация биогенов в воде

отмечалась в основном при обработке грунтов известью исходя из их гидролитической кислотности (таблица 5).

Таблица 5 – Средние значения химических показателей воды при обработке грунтов гашеной известью в микрокосмах (за 30 суток)

Вариант	Тип грунта	Количество внесенной гашеной извести, г/м ²	t°C	pH	NH ₄ , мг N/л	P _{мин} , мг P/л	Примечание
1	торф	136,1	10,7	8,3	0,174	0,026	известь вносили исходя из гидролитической кислотности грунта
2	торф	68,0	10,7	8,2	0,070	0,007	½ гидролитической кислотности грунта
3	торф	30,0	10,7	7,9	0,073	0,032	по рН _с
контроль	торф	-	10,7	7,7	0,081	0,002	-
1	песок	14,4	10,7	8,1	1,998	1,997	исходя из гидролитической кислотности грунта
2	песок	4,8	10,7	8,1	1,838	1,099	1/3 гидролитической кислотности грунта
3	песок	10,0	10,7	8,1	1,672	0,109	по рН _с
контроль	песок	-	10,7	8,0	1,722	0,067	-

Наиболее активно процессы десорбции фосфора в торфяниках протекали на 5 сутки, в песках на 10 сутки, десорбции аммонийного азота, соответственно, на 10-15 и 20 сутки.

Известно, что торфянистые грунты, богатые органическим веществом, наиболее прочно удерживают биогенные элементы. В песчаных грунтах интенсивность обмена между грунтом и водой протекает более интенсивно, поэтому, несмотря на небольшие запасы в них биогенов, выход их при обработке песчаных грунтов десорбирующими реагентами на порядок превышает выход биогенов из торфов.

Заключение

Изучено влияние десорбирующих веществ на химический состав грунта и воды. Выявлены оптимальные нормы их применения для мобилизации биогенных элементов (азот, фосфор) из грунта в условиях эксперимента.

Показано, что обработка сильвинитом заиленных грунтов разного типа (супеси, пески, торф) способствовала увеличению в грунтах содержания подвижных форм минерального фосфора в среднем на 15-29 % и аммонийного азота на 19-137 %.

Установлено, что мобилизационный эффект по выходу биогенов из грунта от применения сильвинита проявляется на десятый день и продолжается в течение 20 дней, при этом концентрации минерального фосфора в воде в зависимости от типа грунта достигают 0,22-0,46 мг P/л, аммонийного азота до 2,02-2,55 N/л. В контрольных микрокосмах содержание фосфора не превышало 0,025-0,039 мг P/л, аммонийного азота – 0,47-1,02 мг N/л.

Выявлено, что наибольший мобилизационный эффект по десорбции биогенов из грунта в воду в течение опыта в большинстве случаев наблюдался при обработке грунтов разного типа сильвинитом в концентрации от 40 до 50 г/м². При этом наиболее активно минеральный фосфор поступал в воду при дополнительном рыхлении грунта.

При использовании в качестве десорбирующего вещества 95 % хлористого калия оптимальная норма десорбента на песчаных грунтах должна составлять 15 г/м². Учитывая высокую стоимость 95 % KCl и низкую (в 29-35 раз меньше) сильвинита экономически целесообразно для мобилизации биогенов из грунтов рыбоводных прудов применять сильвинит.

Выявлено, что оптимальная мобилизационная норма внесения извести для различного типа грунтов должна рассчитываться исходя из гидролитической кислотности грунта с учетом его объемного веса.

Список использованных источников

1. Фельдман М. Б. Разработка і обґрунтування раціонального методу внесення у ґрунт мінеральних добрив / М. Б. Фельдман, В. С. Просяний, А. В. Суховії // Наукові праці Українського науково-дослідного інституту рібного господарства. – Київ, 1962. – N 14. С. 59-70.

2. Астапович И. Т. Роль грунта при минеральном удобрении рыбоводных прудов / И. А. Астапович, Л. А. Марцинкевич // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии. Тр. БелНИИРХ. –Т. VII. – 1970. – С. 128-134.
3. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин [и др.]. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1973. – С. 262
4. Александрова Л. Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Л. Н. Александрова, О. А. Найденова. – Ленинград: Агропромиздат, 1986. – 295 с.
5. Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство / Ф.Г. Мартышев и др. – М.,1969. – С. 349
6. Воронова Г. П. Гидрохимический режим и естественная кормовая база выростных прудов при использовании дефекационных осадков сахарного производства / Г. П. Воронова [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства. – Минск, 2003. – Вып.19. – С. 163-169.
7. Куцко Л. А. К вопросу использования отходов сахарного производства (дефеката) для удобрения рыбоводных прудов / Л.А. Куцко, Г. П. Воронова // Вопросы рыбного хозяйства. – Минск, 2003 г. – Вып. 19. – С. 159-163.
8. Цыганков И.В. Повышение естественной рыбопродуктивности прудов путем мобилизации биогенов из донных отложений / И.В. Цыганков // Обзорная информация. Серия: Сельское хозяйство. – Минск, 1976. – 28 с.
9. Астапович И.Т. Инструкция по совместному применению химической обработки ложа и минерального удобрения по воде с целью повышения рыбопродуктивности прудов/ И.Т. Астапович [и др.] // Сб. научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 229-232.