

На повышение удобрительного фона растения реагируют увеличением интенсивности прироста массы корнеплода, набирая темпы с самого начала вегетации, когда дефицита влаги и переувлажнения еще не наблюдается. С повышением дозы азота от 90 кг/га д. в. до 120 кг интенсивность прироста массы корнеплода резко возрастает, а при дальнейшем повышении дозы азота от 120 кг/га д. в. до 150 кг прирост ниже. В целом прирост массы корнеплода при орошении примерно в полтора раза выше по сравнению с приростом при повышении удобрительного фона с $N_{90}P_{70-100}K_{150-260}$ до $N_{150}P_{110}K_{300}$.

Наилучшим вариантом орошения сахарной свеклы, в котором получена максимальная урожайность, оказался вариант с началом полива при нижней границе регулирования влажности 70 % НВ. При существенной прибавке урожая от орошения содержание сахара в корнеплодах не снижается.

Литература

1. Уваров, Г. И. Влияние агротехнологии на сахаристость и элементный состав корнеплодов / Г. И. Уваров, Я. Ю. Боровская // Сахарная свекла. – 2011. – № 8. – С. 23–25.
2. Филимонов, И. Н. Элементы агротехники и продуктивность сахарной свеклы / И. Н. Филимонов // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 38.
3. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минск: МФЦП, 2011. – 384 с.
4. Шпаар, Д. Регулирование производства сахарной свеклы и сахара в Германии / Л. Шпаар, Д. Шпихер // Сахарная свекла. – 1997. – № 6. – С. 20.
5. Шпаар, Д. Сахарная свекла / Д. Шпаар, Д. Дрегер, А. Захаренко. – Минск, 2000. – 163 с.
6. Набздоров, С. В. Опыт возделывания сахарной свеклы при орошении в условиях Республики Беларусь / С. В. Набздоров // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конференция. – Рязань: изд-во Рязанского агротехнологического института, 2019. – С. 550–556.

УДК 631.83:631.445.2:632:15

Оценка агрохимических свойств осадков сбросных каналов рыбоводных прудов

О. М. Таврыкина*, кандидат с.-х. наук, М. Ф. Степура**, доктор с.-х. наук,
Г. В. Слободницкая*, кандидат с.-х. наук, Д. С. Павлович*, младший научный сотрудник,
С. И. Ракач*, научный сотрудник
*Институт рыбного хозяйства
**Институт овощеводства

(Дата поступления статьи в редакцию 25.05.2020 г.)

В работе приводятся результаты агрохимического состава осадков сбросных каналов рыбоводных прудов, намывных из разных типов подстилающих грунтов. Определены основные агрохимические показатели, оценена обеспеченность осадков сбросных каналов элементами питания, доступными для растений, проведено сравнение их агрохимических свойств по градации, существующей для почв.

Установлено, что по всем агрохимическим показателям осадки сбросных каналов, намывные из торфяных и торфяно-глинистых прудов, характеризовались положительно и могут быть использованы в качестве удобрения под сельскохозяйственные культуры. Менее пригодными оказались осадки, намывные из песчаных прудов.

Введение

Сбросные каналы прудов представляют собой места, где происходит седиментация взвешенных веществ и накопление их в виде осадка. Период сброса воды и заключительного облова прудов сопровождается взмучиванием донных отложений, содержащих основную массу аккумулярованных биогенных элементов, которые впоследствии оседают на ложах сбросных каналов и аккумуляруются там. Поскольку осадок намывается из прудового ила, являющегося «концентрированным депо», ценного с точки зрения содержащихся там элементов минерального питания, то соответственно значительная часть накопленных в прудах биогенных элементов будет содержаться и в осадке каналов.

The results of an agrochemical composition of the discharge channels sediment of fish ponds washed from different types of underlying soils are presents in the article. The main agrochemical indicators are determined, the availability of the discharge channels sediment with nutrients for plants is estimated, their agrochemical properties are compared by the gradation existing for soils.

It was established that for all agrochemical indicators, discharge channels sediment washed out of peat and peat-clay ponds was characterized positively and can be good material for use as fertilizer for agricultural crops. Less suitable were sediments from sand ponds.

В ходе длительной непрерывной эксплуатации рыбоводных прудов каналы настолько заполняются осадками, что с трудом выполняют свою предназначаемую функцию. Это приводит к подтоплению окружающих территорий, затрудняет сброс воды из прудов, что в итоге увеличивает затраты ресурсов на производство рыбной продукции. Кроме того, поскольку объем каналов уже заполнен осадками, они перестают выполнять функцию аккумуляторов взвешенного вещества сбросов из прудов, что способствует непосредственному поступлению сбросов в водотоки. Это приводит к загрязнению водной среды, что влечет негативные экологические последствия и санкции со стороны контролирующих органов. Очистка каналов требует работы специализированной техники, отвалы складываются в непосредственной близости от

каналов и вновь смываются атмосферными осадками в русла, из которых с трудом были извлечены.

Извлечение осадков сбросных каналов и донных отложений в прудах практикуется, но приводит к ухудшению состояния окружающей среды. Загрязнение нитратами подземных вод и эвтрофикация поверхностных вод являются двумя основными проблемами, связанными с неправильным удалением осадков, которые еще не привлекли к себе должного внимания исследователей [1].

С другой стороны, донные отложения прудов обогащены органическими веществами, азотом, фосфором, макро- и микроэлементами и могут использоваться как удобрения для улучшения физических свойств почвы при выращивании сельскохозяйственных культур [1–4]. В литературе представлены обширные данные по элементному составу ила, его использованию как отдельного органоминерального удобрения, так и в сочетании с различными компостами, при этом отсутствует материал по осадкам сбросных каналов [5–8]. Элементный состав донных отложений в каждом водоеме различный, количество органического вещества в нем колеблется от 20 до 70 %, содержание азота, фосфора, калия в среднем составляет 1,5–2,5 % сухой массы. Количество микроэлементов иногда превышает их содержание в хорошо разложившемся навозе. По данным авторов [9], содержание азота в донных отложениях рыбоводных прудов Польши составляет 1,08–7,03 г/кг, фосфора – 0,22–2,07 г/кг, магния – 0,62–2,93 г/кг, калия – 0,62–2,25 г/кг, органического вещества – 0,76–3,2 т/га. Благодаря довольно высокому содержанию в донных отложениях рыбоводных прудов питательных веществ – 2800 мгN/кг, 70–112 мгP/кг, 507 мгK/кг и органического вещества (4,98–6,20 %), они успешно применяются в составе субстратов в питомниках, тепличных хозяйствах, в грибоводстве, на пастбищах, в садоводстве и т. д. [10–14]. Минеральная ценность осадка пруда при выращивании молоди тилапии площадью 1 га была эквивалентна 6,26 т мочевины и 1,96 т суперфосфата [15].

Ценное качество изучаемого удобрения по сравнению со многими другими видами органических удобрений – отсутствие болезней, вредителей и семян наземной сорной растительности [5]. В целом почвенные грунты выростных прудов, находящихся под водой 6–7 месяцев в году, накапливают за 10 лет в среднем от 3 до 7 % гумуса. При этом ил как удобрение обладает чрезвычайно ценной особенностью: урожайность возрастает не только в год внесения, но и по действию и последствию в течение 2–3 лет [7, 16].

Исследования по обеспеченности донных отложений рыбоводческих прудов республики основными элементами минерального питания были проведены в Институте рыбного хозяйства 39 лет назад [17]. В результате чего было установлено, запасы биогенных элементов в грунтах прудов гораздо выше, чем в торфяно-болотных и дерново-подзолистых почвах: содержание общего азота в 10-сантиметровом слое составило 30–60 ц/га, фосфора – 10–15 ц/га, калия – 0,7–1,7 ц/га. Поэтому мобилизация биогенных веществ донных отложений и вовлечение их в биологический круговорот с целью повышения рыбопродуктивности и урожайности сельскохозяйственных культур приобретает материальную ценность для хозяйств АПК. В дальнейшем исследования по этому вопросу практически не проводились.

Снижение почвенного плодородия в республике из-за сокращения внесения минеральных и органических удобрений может рассматриваться как угроза устойчивости сельского хозяйства. Учитывая высокую стоимость минеральных удобрений и неспособность многих хозяйств приобрести их в необходимых количествах, а также нехватку органических удобрений, использование осадков сбросных каналов рыбхозов в агроэкосистемах послужит толчком для повышения уровня рентабельности производства как аквакультуры, так и сельскохозяйственных культур.

Цель исследований – оценка агрохимических свойств осадков сбросных каналов, намываемых из разных типов подстилающих грунтов прудов рыбохозяйственных предприятий республики для повышения рентабельности сельскохозяйственного производства.

Методика и объекты исследований

Объектом исследований являлись осадки сбросных каналов, отобранные из разных типов подстилающих грунтов. Их отбор проведен в 2019 г. в рыбоводных хозяйствах Минской области: ХПУ «Вилейка» Вилейского района, ОАО «Рыбокомбинат «Любань» Любанского района, ОАО «Рыбхоз «Волма» Червенского района.

Нагульные пруды ХПУ «Вилейка» расположены в основном на песчаных и супесчаных почвах; рыбокомбината «Любань» – на супесчаных заиленных, песчано-глинистых, торфяно-илистых почвах; рыбхоза «Волма» – на торфяных почвах [18], что закономерно отразилось и на агрохимической характеристике осадков сбросных каналов.

Отбор образцов осадков проводили в соответствии с ГОСТ 28168–89. Из точечных проб, отобранных из отвалов осадков сбросных каналов, относящихся к нагульным прудам, составляли объединенную пробу. В ХПУ «Вилейка» образцы были отобраны из отвалов нагульного четвертого пруда – Н-4, в ОАО «Рыбхоз «Волма» – нагульных прудов № 6, № 7 и № 8 (Н-6, Н-7, Н-8), в ОАО «Рыбокомбинат «Любань» – нагульных прудов № 4 и № 5 (Н-4 и Н-5). Общее количество проб составило $n = 20$.

Осмотр отобранных осадков показал, что в образцах из ОАО «Рыбхоз «Волма» и ОАО «Рыбокомбинат «Любань» грунт состоял из минерализованного торфа с примесью песка в большем или меньшем количестве, пробы из ХПУ «Вилейка» были светлее описанных выше образцов, в них было больше песчаной фракции.

Определение агрохимических показателей осадков и почвенных образцов проводили по общепринятым методикам согласно ГОСТ 26483–85, ГОСТ 26487–85, ГОСТ 26207–91, ГОСТ 26488–85, ГОСТ 26489–85, ГОСТ 26213–91. Определение содержания подвижных форм меди и цинка было проведено из вытяжки 1М HCl по методике РУП «Институт почвоведения и агрохимии», определение содержания обменного марганца – из солевой вытяжки 1М KCl по методу ЦИНАО, подвижных соединений бора – по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ полученных данных показал, что кислотность (pH_{KCl}) осадков сбросных каналов, отобранных из разных рыбхозов, отличалась незначительно и была равна в рыбхозе «Вилейка» 6,1, в ОАО «Рыбхоз «Вол-

ма» – 6,4–6,7, в ОАО «Рыбокомбинат «Любань» – 6,2–6,5 (таблица 1).

Оптимальной реакцией почвенной среды для большинства растений считается слабокислая и близкая к нейтральной, pH солевой вытяжки – 6,1–6,5. В связи с этим значения обменной кислотности исследуемых образцов оказались в пределах оптимальных.

Гидролитическая кислотность, обусловленная количеством ионов водорода и алюминия, находящихся в обменном (частично в необменном) состоянии в почвенном поглощающем комплексе, по результатам нашего эксперимента была равна в осадках ХРУ «Вилейка» 1,4 ммоль(экв)/100 г почвы, ОАО «Рыбхоз Волма» – 1,2–3,1 ммоль(экв)/100 г почвы, ОАО «Рыбокомбинат «Любань» – 3,3–3,9 ммоль(экв)/100 г почвы.

Среднее содержание органического вещества в осадках каналов ХРУ «Вилейка» оказалось невелико и составило 6,4 %, в то время как в рыбхозе «Волма» в образцах, взятых из каналов нагульных прудов Н-7 и Н-8 – 12,1–12,8 %, пруда Н-6 – 35,2 %. Наиболее высоким было содержание органического вещества в осадках из рыбокомбината «Любань» – 16,7 % из канала нагульного пруда Н-5 и 44,2 % – из канала пруда Н-4 (таблица 1).

Содержание аммонийного азота, как правило, тесно связано с органическим веществом. По результатам исследований выявлено, что наибольшим содержанием этого показателя отличились осадки сбросных каналов рыбхоза «Любань» – 48,6–82,2 мг/кг почвы, несколько меньшее содержание аммонийного азота было в образцах из Волмы – 27,8–32,8 мг/кг, наименее обеспеченными оказались осадки ХРУ «Вилейка» – 16,3 мг/кг.

Содержание нитратного азота в составе осадков ХРУ «Вилейка» было незначительным – 5,8 мг/кг, рыбхоза «Волма» несколько выше – 7,6–9,5 мг/кг, рыбокомбината «Любань» – достигало величин 11,1–15,3 мг/кг.

Наибольшее содержание подвижного фосфора оказалось в осадках каналов прудов Н-6 и Н-8 рыбхоза «Волма» – 351,7 и 358,3 мг/кг соответственно, осадки рыбокомбината «Любань» были обеспечены элементом меньше – 200,7–282,3 мг/кг, наименьшим содержанием фосфора отличались осадки из ХРУ «Вилейка» – 57,5 мг/кг, что в 6 раз ниже, чем в рыбхозе «Волма».

Содержание подвижного калия в исследуемых образцах в целом оказалось невысоким: 64,2 мг/кг – в Вилейке, 51,9–233,6 мг/кг – в Волме и 138,0–258,0 мг/кг – в Любани.

В целом осадки сбросных каналов характеризовались высокой обеспеченностью обменным кальцием. Его содержание достигало максимальных значений в образцах из каналов, относящихся к нагульным прудам Н-6 и Н-8 рыбхоза «Волма» – 4223 и 5145 мг/кг соответственно, в

образцах из каналов прудов Н-4 и Н-5 рыбокомбината «Любань» – 4002 и 2081 мг/кг. Несколько меньшим оказалось содержание обменного кальция в образцах ХРУ «Вилейка» – 1821 мг/кг. В рыбхозах довольно частым мелиоративным мероприятием является проведение известкования, что подтверждают полученные данные о высоком содержании кальция.

Между осадками существенные различия, достигающие более 8 раз, выявлены по содержанию обменного магния. Так, наибольшее содержание обменного магния оказалось в осадках сбросных каналов прудов Н-8 и Н-6 – 867 и 773 мгMgO/кг почвы. В образцах рыбокомбината «Любань» содержание обменного магния было равным 205 мг/кг и 506 мг/кг соответственно для прудов Н-5 и Н-4. Наименьшее содержание магния оказалось в образцах рыбхоза «Вилейка».

Проведен анализ осадков сбросных каналов по обеспеченности элементами питания в соответствии с градацией, существующей для почв. Анализ содержания минеральных форм азота в осадках показал, что образцы из Вилейки и Волмы отличаются низким содержанием его минеральных форм, составив 22,1 мг/кг почвы в Вилейке и 35,4–42,3 мг/кг в Волме, в то время как в образцах из Любани содержание минеральных форм азота было значительно выше – 59,7 и 97,5 мг/кг почвы для 5 и 4 нагульных прудов соответственно.

Обеспеченность осадков сбросных каналов подвижным фосфором была высокой для образцов Волма Н-6 и Н-8, Любань Н-4, повышенной – для Любань Н-5, средней – для Волма Н-7 и очень низкой – для Вилейка Н-4.

Повышенным содержанием подвижного калия характеризовались образцы Волма Н-6 и Любань Н-4, средним – Волма Н-7, низким – Любань Н-5 и очень низким – Вилейка Н-4.

Содержание обменного кальция у большинства образцов осадков сбросных каналов оказалось очень высоким.

Обеспеченность осадков сбросных каналов обменным магнием была очень высокой у образцов Волма Н-6 и Н-7, Любань Н-4, повышенная – у образца Любань Н-5, средняя – у Волма Н-7 и Вилейка Н-4.

В результате исследований установлено, что обеспеченность осадков сбросных каналов элементами питания, доступными для растений (по аналогии с почвами), была следующей: фосфором – высокая, калием – повышенная, кальцием и магнием – очень высокая.

Таким образом, по всем агрохимическим показателям осадки сбросных каналов, за исключением осадков из ХРУ «Вилейка», характеризовались высокой обеспеченностью элементами питания.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика осадков сбросных каналов из разных типов подстилающих грунтов нагульных прудов рыбхозов

Показатель	ХРУ «Вилейка»	ОАО «Рыбхоз «Волма»			ОАО «Рыбокомбинат «Любань»	
	Н-4	Н-6	Н-7	Н-8	Н-4	Н-5
pH _{KCl}	6,1	6,6	6,7	6,4	6,5	6,2
H _t , ммоль(экв)/100 г почвы	1,4	3,1	1,2	1,9	3,3	3,9
Органическое вещество, %	6,4	35,2	12,8	12,1	44,2	16,7
Нитраты NO ₃ ⁻ , мг/кг	5,8	8,3	7,6	9,5	15,3	11,1
Обменный NH ₄ ⁺ , мг/кг	16,3	29,6	27,8	32,8	82,2	48,6
Подвижный P ₂ O ₅ , мг/кг	57,5	351,7	107,4	358,3	282,3	200,7
Подвижный K ₂ O, мг/кг	64,2	233,6	51,9	156,7	258,0	138,0
Обменный CaO, мг/кг	1821	4223	1450	5145	4002	2081
Обменный MgO, мг/кг	101	773	110	867	506	205

Представленные образцы осадков сбросных каналов можно отнести к органо-кремнеземистому типу (массовая доля органического вещества не менее 15 %, содержание СаО не менее 0,5 %, рН_{KCl} не менее 5,0).

Анализ содержания микроэлементов в осадках сбросных каналов показал значительные различия как по рыбхозам, так и из прудов в пределах одного рыбхоза (таблица 2).

Содержание подвижной формы меди в осадках рыбхоза «Вилейка» в среднем составило 1,31 мг/кг почвы, рыбхоза «Волма» – в образцах, взятых из каналов нагульных прудов Н-6, Н-7 и Н-8, соответственно 6,98, 1,62, 1,08 мг/кг, прудов Н-4 и Н-5 рыбхоза «Любань» – 6,44 и 3,10 мг/кг соответственно. Различия в содержании меди в осадках сбросных каналов, намываемых из разных прудов в рыбхозе «Волма», составили 6,5 раза, в рыбхозе «Любань» – 2,1 раза.

Содержание подвижного цинка в осадках по рыбхозам составило: 4,64 мг/кг почвы – в рыбхозе «Вилейка», 12,2 мг/кг – в осадках из нагульного пруда Н-6 рыбхоза «Волма». Значительно ниже оказалось содержание цинка в прудах Н-7 и Н-8 – 3,07 и 4,12 мг/кг соответственно. Содержание микроэлемента в осадках из прудов Н-4 и Н-5 рыбхоза «Любань» составило 13,95 и 5,94 мг/кг почвы соответственно.

Содержание обменного марганца в осадках сбросных каналов варьировало в меньшей степени: в образцах из Вилейки содержалось Mn 3,83 мг/кг, в прудах Н-6, Н-7, Н-8 рыбхоза «Волма» – соответственно 1,64, 1,17 и 3,38 мг/кг, в прудах Н-4 и Н-5 рыбхоза «Любань» – 2,43 и 1,69 мг/кг почвы.

Содержание подвижного бора в осадках изменялось от низкого – 0,46 мг/кг в рыбхозе «Вилейка», повышаясь до 0,68 мг/кг в образце Н-7, 0,83 мг/кг – в Н-5, 0,85 мг/кг – в Н-8 и достигнув максимального значения в осадках из прудов Н-6 рыбхоза «Волма» и Н-4 рыбхоза «Любань» – соответственно 1,93 и 1,08 мг/кг почвы.

Анализ содержания подвижных форм меди по обеспеченности в соответствии с градацией, существующей для почв, в осадках показал, что образцы из Вилейки и Волмы Н-8 отличаются низким их содержанием, образец Волма Н-7 – средним, Любань Н-5 – высоким, а образцы Волма Н-7 и Любань Н-4 – избыточным содержанием микроэлемента.

Обеспеченность осадков сбросных каналов подвижным цинком была низкой для Волмы Н-7, средней – для

Вилейки Н-4 и Волмы Н-8, высокой – для образца Любань Н-5 и избыточной – для образцов Волма Н-6 и Любань Н-4.

По содержанию обменного марганца образцы распределены между двумя группами обеспеченности: средним содержанием обменного марганца характеризовались образцы Вилейка Н-4, Волма Н-8 и Любань Н-4, низким – Волма Н-6, Волма Н-7 и Любань Н-5.

Содержание подвижного бора у образцов Вилейка Н-4 и Волма Н-7 было средним, Волма Н-8 и Любань Н-5 – высоким, Волма Н-6 и Любань Н-4 – избыточным.

В результате исследований установлено, что осадки по содержанию подвижных форм микроэлементов, доступных для растений, были неоднородны: образцы Волма Н-6 и Любань Н-4 характеризовались избыточным содержанием Cu, Zn и B, наименее обеспеченными оказались образцы Вилейка Н-4 и Волма Н-7. По содержанию обменного марганца осадки относились к средней и низкой группам обеспеченности.

Таким образом, содержание микроэлементов в осадках сбросных каналов, за исключением осадков из ХРУ «Вилейка», было высоким и избыточным.

Крупномасштабное обследование почв сельскохозяйственных земель на содержание подвижных форм микроэлементов – бора, меди и цинка – ведется в республике с 1986 г. Анализ результатов последних туров обследования показал заметное снижение запасов подвижных форм бора, меди и цинка. Доля площадей, где необходимо внесение удобрений с микроэлементами, возрастает, поэтому использование осадков сбросных каналов с высоким содержанием в них микроэлементов будет способствовать восполнению их дефицита в почве, повышению урожайности растений и снижению затрат на применение дорогостоящих микроудобрений.

Наибольшей обеспеченностью осадков сбросных каналов биогенными элементами в 10-сантиметровом слое отличились образцы из ОАО «Рыбхоз «Волма» и ОАО «Рыбокомбинат «Любань» (таблица 3).

Осадки характеризовались высоким содержанием органического вещества, запасы которого составили 1760–2961 ц/га, кальция – 21,1–26,8 ц/га и магния – 3,4–4,3 ц/га. Содержание фосфора и калия составило порядка 1,2–1,9 ц/га.

Проведенный агрохимический анализ позволяет сделать заключение, что представленные осадки являются хорошим материалом как удобрение и в качестве мелиоранта для известкования кислых почв, пролонгированны-

Таблица 2 – Содержание микроэлементов в осадках сбросных каналов из разных типов подстилающих грунтов нагульных прудов рыбхозов

Показатель	ХРУ «Вилейка»				ОАО «Рыбхоз «Волма»		ОАО «Рыбокомбинат «Любань»	
	Н-4	Н-6	Н-7	Н-8	Н-4	Н-5	Н-4	Н-5
Подвижная Cu (1M HCl), мг/кг	1,31	6,98	1,62	1,08	6,44	3,10		
Подвижный Zn (1M HCl), мг/кг	4,64	12,2	3,07	4,12	13,95	5,94		
Обменный Mn (1M KCl), мг/кг	3,83	1,64	1,17	3,38	2,43	1,69		
Подвижный B (H ₂ O), мг/кг	0,46	1,93	0,68	0,85	1,08	0,83		

Таблица 3 – Запасы биогенных элементов в 10 см слое осадков сбросных каналов из разных типов подстилающих грунтов нагульных прудов рыбхозов

Рыбхоз	Запасы биогенных элементов, ц/га					
	органическое вещество	N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
ХРУ «Вилейка»	640	0,2	0,6	0,6	18,2	10,1
ОАО «Рыбхоз «Волма»	1760	0,2	1,8	1,2	21,1	4,3
ОАО «Рыбокомбинат «Любань»	2961	0,7	1,9	1,7	26,8	3,4

ми источниками элементов питания растений, резервом органического вещества. Использование осадков сбросных каналов позволит расширить ассортимент органических удобрений в сельскохозяйственном производстве, увеличить их количество для повышения урожайности культур. Состав осадков сбросных каналов позволяет включать его как комплексное удобрение в расчеты доз внесения в почвы с учетом имеющихся в хозяйствах севооборотов и сложившегося плодородия почв.

Для оценки агрономической эффективности осадков сбросных каналов был заложен полевой опыт с капустой белокочанной.

Выводы

1. По всем агрохимическим показателям исследуемые осадки сбросных каналов рыбоводных прудов, за исключением осадков из ХРУ «Вилейка», характеризовались высокой обеспеченностью элементами питания. Обменная кислотность осадков сбросных каналов составила $pH = 6,1-6,7$, что соответствует близкой к нейтральной и нейтральной среде, гидролитическая кислотность – $1,2-3,9$ ммоль(экв)/100 г почвы, содержание органического вещества – от 12,1 % до 44,2 %. Обеспеченность осадков сбросных каналов элементами питания, доступными для растений, была следующей: фосфором – высокая (258,0–358,3 мг/кг), калием – повышенная (233,6–258,0 мг/кг), кальцием и магнием – очень высокая (2081–5145 мг/кг и 506–867 мг/кг соответственно).

2. В результате исследований установлено, что содержание подвижных форм микроэлементов в осадках сбросных каналов изменялось от низкого до избыточного. Содержание меди составило 1,31–6,98 мг/кг, цинка – 3,07–13,95 мг/кг, бора – 0,46–1,93 мг/кг. По содержанию обменного марганца осадки относились к низкой и средней группам обеспеченности.

3. Применение осадков сбросных каналов для возделывания сельскохозяйственных культур позволит решить задачу очистки каналов, повысить плодородие почв и предотвратить загрязнение подземных и поверхностных вод.

Литература

1. Mizanur, R. Agricultural use of fishpond sediment for environmental amelioration / R. Mizanur, A. Yakupitiyage, S. Ranamukhaarachchi // *Thammasat Journal of Science and Technijjgy*. – 2004. – V. 9 (4). – P. 1–11.

2. Fish pond sediment from aquaculture production – current practices and potential for nutrient / D. Drozd [et al.] // *Int. Agrophysics* – 2020. – 34. – P. 33–41.

3. Boyd, C. E. The role and management of bottom soils in aquaculture ponds / C. E. Boyd, J. F. Queiroz // *Infofish International*. – 2014. – 2. – P. 166–181.

4. Воронова, Г. П. Агрохимическая характеристика грунтов рыбоводных прудов отдельных хозяйств республики / Г. П. Воронова, Л. А. Куцко, В. В. Супранович // *Вопросы рыбного хозяйства*. – Минск, 2012. – Вып. 28. – С. 59–66.

5. Ягодин, Б. А. Агрохимия. Учебное издание / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко; под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Колос, 2002. – 584 с.

6. Вильдфлуш, И. Р. Агрохимия / И. Р. Вильдфлуш, С. П. Кукреш, В. А. Ионас. – Минск: Ураджай, 2001. – 488 с.

7. Мамась, Н. Н. Использование органического компоста с иловыми массами в сельском хозяйстве / Н. Н. Мамась, В. А. Лебедев // *Природа и экология Земли*. – 2014. – № 15 (19). – С. 38–42.

8. Александрийская, А. В. Химические свойства почвы прудов и их взаимосвязь с продукционными процессами в условиях интенсивного рыбоводства: автореф. канд. диссерт. / А. В. Александрийская. – Калининград, 1974. – 32 с.

9. A new technology for removal of bottom sediments from ditches located in fish farms and the application of bottom sediments in agriculture (in Polish) / A. Eymontt [et al.]. – 2017. – 2 (157). – P. 7–13.

10. Boyd, C. E. Bottom soils, sediment and pond aquaculture / C. E. Boyd // *Chapman and Hall*. – New York, 1995. – P. 348.

11. Avnimelech, Y. Sedimentation and resuspension in earthen ponds / Y. Avnimelech, J. A. Hargreaves, M. Kochva // *Journal of World Aquaculture Society*. – 30. – P. 401–409.

12. Nutrient status of bottom soils of two ponds in BAU (Bangladesh Agricultural University) Campus / M. A. Wahab [et al.] // *Bangladesh Journal of Fisheries*. – 1984. – 6. – P. 1–10.

13. Rahman, M. M. Use of fishpond sediment for sustainable aquaculture-agriculture farming / M. M. Rahman, A. Yakupitiyage // *Int. J. Sustainable Develop. – Planning*, 2006. – 2. – P. 192–202.

14. Yang, H. Introduction of Chinese integrated fish farming and major models / H. Yang, B. Hu // *Integrated fish farming in China*. – NACA Technical Manual 7, Thailand. – Bangkok, 1989.

15. Rahman, M. M. Ongoing research of European Commission funded POND LIVE Project / M. M. Rahman, A. Yakupitiyage // *Aquaculture and Aquatic Resource Management Field of Study; Asian Institute of Technology, Thailand*. – 2002.

16. Мамась, Н. Н. Применение речных илов в сельскохозяйственном производстве / Н. Н. Мамась // *Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник научных трудов*. – М., 2014. – № 16. – С. 151–155.

17. Цыганков, И. В. Почвенное обследование прудов и гидрохимического режима водоисточников рыбхозов БССР / И. В. Цыганков // *Отчет по теме № 51, рукоп. фонды РУП «Институт рыбного хозяйства»*. – Минск, 1979. – 164 с.

ДК 633.11.321:63[527+51]

Использование жидкого гуминового удобрения Биовермтехно в посевах озимой пшеницы

В. В. Холодинский, кандидат с.-х. наук,

Ж. Е. Сенько, научный сотрудник, Е. В. Дунькович, младший научный сотрудник

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 12.10.2020 г.)

Представлены результаты изучения эффективности применения жидкого гуминового удобрения Биовермтехно в технологиях возделывания озимой пшеницы. В демонстрационных опытах установлено, что

The results of studying the effectiveness of the liquid humic fertilizer Biovermtechno application in winter wheat cultivation technologies are presented. It is found in demonstration, trials that three-fold application of fertilizer: