

УДК 631.879+631.811

ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧНОГО ЭКСТРАКТА ИЗ НИЗИННОГО ТОРФА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЖИДКОЙ ФРАКЦИИ АКТИВНОГО ИЛА



¹Л.В. Касимова,
канд. хим. наук



¹И.М. Конохова,
науч. сотр.



¹А.С. Бричков,
канд. техн. наук

²В.В. Козик, д-р хим. наук, проф.

¹Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
и торфа – филиал СФНЦА РАН

²Томский государственный университет

Ключевые слова: активный ил, сток, жидкая фракция, биологическая активность, физико-химические свойства.

Для повышения биологической активности стока с городских очистительных сооружений исследовано внесение в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа. Использованы физико-химические методы анализа свойств жидкой фракции и осадка активного ила, метод биотестирования для оценки биологической активности жидкой фракции активного ила. Применение щелочного экстракта из низинного торфа снизило массу и плотность сырого осадка активного ила до 26 %, повысило посевные свойства семян пшеницы до 13 %, биологическую активность – до 9,6 %. Эффективная доза внесения щелочного экстракта торфа в активный ил составляет 0,2 %. Потребность в экстракте для достижения указанных показателей в расчете на 1 т (м³) активного ила составляет 2 л. Применение щелочного экстракта из низинного торфа открывает возможность применения жидкой фракции в качестве стимулятора роста растений.

INFLUENCE OF ALKALINE EXTRACT OF LOWLAND PEAT ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE LIQUID FRACTION OF THE ACTIVE SLUDGE SEDIMENT

¹L. Kasimova, ¹I. Konochova, ¹A. Brichkov, ²V. Kozik

¹Siberian Research Institute of Agriculture and Peat

²National Research Tomsk State University

Key words: activated sludge, effluent, liquid fraction, biological activity, physicochemical properties.

Biological activity of runoff from urban sewage treatment facilities after entering into the activated sludge alkaline extract of the lowland peat was studied. Physical and chemical methods of analysis of the properties of the liquid fraction and the activated sludge was used. And sediment bioassay method for assessing the liquid fraction of the activated sludge biological activity was used. Wet mass and density of the activated sludge precipitate was reduced to 26 %, the properties of crop seeds of wheat were increased to 13 % and the biological activity was increased to 9.6 % by the use of alkali peat extract. The effective dose of alkali peat

extract in active sludge is 0.2%. The need in the extract to achieve these performance per 1 m³ of the activated sludge is 2l. The use of alkali moor peat extract enables use of the liquid fraction as a plant growth promoter.

Ежегодное образование сточных вод от различных производств достигает больших величин. На Томских городских очистных сооружениях среднесуточное поступление сточных вод составляет 176 тыс. м³/сут, 1600 м³ осадка активного ила. В паводковые периоды за счет попадания в канализационные коллекторы поверхностных дождевых или талых вод среднесуточное поступление сточных вод на очистные сооружения достигает 228 тыс. м³ в сутки.

Актуальна проблема утилизации стоков и осадка. Сточные воды очищаются различными методами: механическими, химическими, физико-химическими, биологическими или комбинированными. Основная часть очищенных вод возвращается в производство в виде технической воды, незначительная часть после разбавления водой до достижения уровня ПДК и ниже по проверяемым показателям сбрасывается в реки [1].

Перспективно применение стока и осадка активного ила в сельском хозяйстве. Известно применение очищенного стока на полях орошения [2], осадка активного ила в качестве грунта для озеленения [3], выращивания цветов [4] или органоминерального удобрения на основе активного ила [5–8]. Но разработанные технологии утилизации стока в сельском хозяйстве широкого внедрения не нашли из-за того, что стоки проявляют токсичность при выращивании растений, что требует разведения их водой в значительных количествах (в 1000 раз и более). Причиной токсичности стоков может быть высокое содержание тяжелых металлов.

Рядом авторов [9, 10] установлено, что универсальным сорбентом для всех типов тяжелых металлов в катионной форме являются гуминовые кислоты, так как они образуют прочные соединения с ионами металлов в виде хелатов и выпадают в осадок. Применение гуминовых препаратов для осаждения тяжелых металлов в высоких дозах может привести к загрязнению стоков фульвокислотами, а использование большого количества едкого натрия для извлечения гуминовых кислот из торфа загрязняет стоки натрием.

Для осаждения тяжелых металлов применяют гуминовые кислоты торфа, сапропеля. Известны разработки по внесению в активный ил гумата натрия в дозах 2–3% [10–14], 10–20% аммонизированного торфа [11, 15, 16], 15–30% низинного торфа [17], торфощелочной суспензии [14, 16], щелочных экстрактов из торфов в дозе от 1:100 (1%) до 1: 1000 (0,1%) [17], гумино-минерального реагента в дозе 1–7% от массы сточных вод [18], смешиванию осадка с торфом при объемном соотношении соответственно 0,5:0,5 или 0,6:0,4 [15, 16, 19]. Химический состав органоминеральных удобрений на основе осадка активного ила должен соответствовать ГОСТ Р 54651–2011 и СанПиН 2.1.7.573–96.

Рядом авторов установлено образование комплексных соединений гуминовых кислот с металл-ионами и показана относительная устойчивость комплексов, которая изменяется в следующем порядке: $\text{Fe}^{3+} > \text{Al}^{3+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Co}^{2+} > \text{Mn}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ [12].

Используя щелочные торфогуминовые препараты, можно связать до 70–99% металлов из промышленных сточных вод в металлоорганические комплексы. Л. Я. Фридман и др. [20] установили, что препараты, содержащие аминокислоты, образуют нерастворимые хелаты с тяжелыми металлами, которые выпадают в осадок.

Основным недостатком известных разработок является то, что они направлены на изучение процессов осаждения тяжелых металл-ионов и практически отсутствуют исследования по оценке биологической активности очищенной от металл-ионов жидкой фракции и осадка, обогащенного нерастворимыми хелатами металл-ионов.

Л. В. Касимовой и др. [21] разрабатываются препараты из различного органического сырья (торфов, опилок, костры, соломы и др.) для повышения биологической активности стока и осадка активного ила. Выбор органического сырья для получения щелочных экстрактов об-

условлен наличием в их составе гуминовых и аминокислот, которые обогащают активный ил биологически активными веществами (гуминовыми и аминокислотами) и способствуют повышению биологической активности жидкой фракции активного ила. Показано, что смешанные комплексы, содержащие разные лиганды, обычно более устойчивы, чем комплексы с одним лигандом, даже когда им является нитрилотриуксусная кислота [12].

Цель данной работы – исследовать влияние щелочного экстракта из низинного торфа на физико-химические свойства жидкой фракции и осадка активного ила, биологическую активность жидкой фракции.

Эксперимент был проведен в Сибирском НИИ сельского хозяйства и торфа (г. Томск). Объектами исследований являлись активный ил с городских очистных сооружений г. Томска, щелочной экстракт из низинного торфа, жидкая фракция и осадок активного ила. Использованный в работе активный ил имел влажность 96,1%, плотность сырого осадка 23,2%, плотность сухого осадка 0,94%, реакцию среды (рН) 7,35, содержал более 2% азота, 320 мг/кг меди, 500 – фосфора и 215 мг/кг цинка на сухое вещество ила. Щелочной экстракт из низинного торфа содержал в своем составе, мг/л: азота – 2095, кальция – 377, железа – 99, магния – 30, фосфора – 43, калия – 5,3, цинка – 0,47, марганца – 2,3, меди – 0,15, аминокислоты – 141; рН – 8,0. Препарат получен по методике Л.В. Касимовой [22].

В работе использованы: физико-химический метод определения свойств активного ила (опыт № 1, 2) и метод биотестирования жидкой фракции активного ила (опыты № 3, 4, 5) для оценки биологической активности.

Метод биотестирования включал применение фракции для обработки семян. Исследования проведены по ГОСТ 12038–84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести» в модификации Л.В. Касимовой, которая включала проращивание семян пшеницы сорта Ирень на почве в чашках Петри. Повторность – четырехкратная. Контрольный вариант – обработка семян дистиллированной водой. Опытные варианты – обработка семян жидкой фракцией активного ила.

Методика закладки лабораторного опыта с обработкой семян пшеницы жидкой фракцией активного ила и проращивание их на почве в чашках Петри включала следующие этапы.

1. В чашки Петри внесли почву массой 70 г, уплотнили. Семена пшеницы замочили на 30 с в исходной жидкой фракции активного ила (не разведенной). Контрольный вариант – обработка семян дистиллированной водой.

2. На поверхность почвы поместили по 25 шт. семян пшеницы, которые присыпали почвой на высоту 1 см. Содержимое чашки Петри пролили дистиллированной водой объемом 20 мл. Чашки закрыли верхней крышкой и поместили в вегетационный бокс на проращивание. Повторность каждого варианта – четырехкратная.

3. Через 3 дня, после появления первых всходов, включили освещение четырьмя люминесцентными лампами марки ЛД-40. Освещение было круглосуточным. Через 7 суток определили число проросших семян и число семян с высокой силой роста. Силу роста семян пшеницы определили как число проростков, имеющих высоту более 2,5 см [23].

4. Полученную вегетативную массу проростков высушили до воздушно-сухого состояния в течение 3 суток, затем в сушильном шкафу в течение 2,5 ч при температуре 95–105°C, взвесили на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

Показатели посевных свойств семян пшеницы: энергия прорастания – число семян, проросших через 3–4 суток; всхожесть – число семян, проросших через 7–9 суток; сила роста – число семян, имеющих проростки выше 2,5 см [23]. Биологическую активность жидкой фракции оценивали по приросту вегетативной массы проростков пшеницы.

Для опыта № 1 и опыта № 4 схема опыта включала следующие варианты:

1) контроль – водная суспензия активного ила (20 г) с 10 мл дистиллированной воды;

2) 20 г активного ила с 10 мл щелочного экстракта из низинного торфа, содержащего 0,03% гуминовых кислот;

3) 20 г активного ила с 10 мл щелочного экстракта из низинного торфа, содержащего 0,015% гуминовых кислот;

4) 20 г активного ила с 10 мл щелочного экстракта из низинного торфа, содержащего 0,003% гуминовых кислот;

5) 20 г активного ила с 10 мл щелочного экстракта из низинного торфа, содержащего 0,0015% гуминовых кислот.

Доза раствора щелочного экстракта из низинного торфа, содержащая заданную концентрацию гуминовых кислот, в смеси с активным илом задана на уровне 50% от массы активного ила. После смешивания щелочного экстракта из низинного торфа с активным илом концентрация гуминовых кислот составила 0,01; 0,005; 0,001; 0,0005% в начале опыта.

Для опыта № 2 и опыта № 5 схема опыта включала контрольный вариант – активный ил и опытные варианты – смесь активного ила со щелочным экстрактом из низинного торфа в дозе от 0,2 до 10% по массе активного ила.

Для опыта № 3 схема опыта включала контрольный вариант – обработку семян пшеницы дистиллированной водой и опытные варианты с обработкой семян исходной жидкой фракцией (не разведенной) и растворами фракции, разведенной водой в 10, 100 и 1000 раз.

В работе использованы стандартные и общепринятые методики анализа физико-химических свойств жидкой фракции (стока), сырого и сухого осадка до и после внесения в активный ил щелочного экстракта. Определение содержания гуминовых кислот производилось по ГОСТ 9517–94 в модификации Л. В. Касимовой; сырого осадка – весовым методом на технических весах с точностью 0,01 г после стекания жидкости с фильтра; влаги в сыром осадке активного ила – весовым методом на технических весах с точностью 0,01 г после сушки осадка в сушильном шкафу при температуре 95–105°C в течение 2,5–3 ч. Влажность (%) сырого осадка активного ила рассчитывалась по формуле:

Содержание воды в сыром остатке : Масса сырого остатка $\times$ 100 %.

Сухое вещество в щелочных экстрактах из органического сырья определяли весовым методом – взвешиванием на технических весах с точностью 0,01 г после сушки в сушильном шкафу при температуре 95–105°C в течение 2,5–3 ч и доведения массы сухого вещества до постоянного показателя. Реакцию среды (pH) определяли по ГОСТ 11623–89. Торф. Обменная и активная кислотность.

Опыт № 1 – влияние внесения в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа на физико-химические свойства осадка (табл. 1) и жидкой фракции (табл. 2) активного ила.

Важными показателями активного ила являются масса и плотность сырого и сухого осадка, реакция среды, содержание гуминовых кислот. Осадок активного ила содержал 96,1% воды, плотность сырого осадка 23,2%, сухого осадка – 0,94%, реакция среды (pH) 7,35. Содержание гуминовых кислот в начале опыта было запланировано на уровне 0,01%, после стояния оно снизилось до 0,0076%.

Внесение в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа в дозах, обеспечивающих заданный уровень гуминовых кислот (0,001–0,10%), изменило физико-химические свойства жидкой фракции и осадка:

1) масса сырого осадка активного ила снизилась до 18,5%, плотность сырого осадка уменьшилась до 1,4% в результате образования растворимых соединений, которые перешли в жидкую фракцию;

2) содержание гуминовых кислот в жидкой фракции активного ила при проведении опыта под влиянием щелочного экстракта из низинного торфа снизилось до 0,0015–0,0024%, или в 2,2–4,2 раза, что доказывает протекание химических процессов связывания гуминовых кис-

лот в водорастворимые комплексные соединения хелатного типа с тяжелыми металл-ионами и переходом их в раствор.

Сделано предположение, что доза экстракта из торфа, обеспечивающая содержание гуминовых кислот в активном иле в начале опыта на уровне 0,01 %, может быть недостаточной, чтобы связать все металл-ионы в хелатные комплексы. Поэтому в опытах № 2, № 5 использованы более высокие дозы щелочного экстракта.

Опыт № 2 – влияние внесения в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа в дозах 0,2–10% по массе активного ила на физико-химические свойства осадка активного ила (табл. 3) и жидкой фракции активного ила (табл. 4).

Внесение в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа в дозах 0,2–5,0% изменило физико-химические показатели жидкой фракции и осадка следующим образом:

Таблица 1

Влияние внесения в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа на физико-химические свойства осадка активного ила

Вариант	Концентрация ГК в активном иле, %	Масса сырого осадка, г	Плотность сырого осадка, вес. %	Масса сухого осадка, г	Плотность сухого осадка, вес. %	Влажность осадка, %	pH смеси
1. К (АИ)	0	4,644	23,2	0,189	0,94	96,12	7,35
2. АИ+ЩЭ	0,01	4,584	22,9	0,154	0,77	96,6	6,98
3. АИ+ЩЭ	0,005	4,509	22,5	0,184	0,92	97,5	6,88
4. АИ+ЩЭ	0,001	4,504	22,5	0,184	0,92	97,6	6,85
5. АИ+ЩЭ	0,0005	4,364	21,8	0,169	0,84	96,1	6,99

Примечание. Здесь и далее: К – контроль; АИ – активный ил; ЩЭ – щелочной экстракт из низинного торфа; ГК – гуминовые кислоты.

Таблица 2

Влияние внесения в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа в дозах, обеспечивающих содержание гуминовых кислот в исследуемых смесях на уровне 0,01–0,0005 % в начале опыта, на физико-химические свойства жидкой фракции активного ила

Вариант	Заданная концентрация гуминовых кислот в активном иле, %	Объем фильтрата, мл	Концентрация ГК в жидкой фракции активного ила, %	pH жидкой фракции
1. К (АИ)	-	23,6	0,0023	8,01
2. АИ+ЩЭ	0,01	23,6	0,0024	7,99
3. АИ+ЩЭ	0,005	23,9	0,0023	8,06
4. АИ+ЩЭ	0,001	23,8	0,0015	7,94
5. АИ+ЩЭ	0,0005	23,85	0,0018	7,97

Таблица 3

Влияние дозы внесения в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа на физико-химические свойства осадка активного ила

Вариант	Доза ЩЭ, %	Масса сырого осадка АИ, г	Плотность сырого осадка АИ, вес. %	Масса сухого осадка, г	Плотность сухого осадка, вес. %	Масса воды, г	Влажность, %	pH смеси
1 К (АИ)	-	4,64	23,2	0,189	0,94	4,46	96,12	7,35
2. АИ+ЩЭ	0,2	3,43	17,1	0,13	0,65	3,30	96,15	6,51
3. АИ+ЩЭ	0,5	3,66	18,3	0,13	0,65	3,53	96,35	6,51
4. АИ+ЩЭ	1,0	4,06	20,3	0,155	0,77	3,91	96,2	6,50
5. АИ+ЩЭ	1,5	3,82	19,1	0,125	0,62	3,80	96,7	6,58
6. АИ+ЩЭ	2,0	3,40	17,0	0,135	0,67	3,27	96,1	6,55
7. АИ+ЩЭ	5,0	4,14	20,7	0,16	0,80	3,98	96,1	6,59
8. АИ+ЩЭ	10,0	5,80	28,9	0,195	0,97	5,60	96,6	6,54

Таблица 4

Влияние дозы внесения в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа на физико-химические свойства жидкой фракции активного ила

Вариант	Доза ЩЭ, %	Объем фильтрата, мл	рН жидкой фракции	Концентрация ГК в жидкой фракции, %
1. К (АИ)	-	15,36	8,01	0,0023
2. АИ+ЩЭ*	0,2	14,25	7,88	0,0015
3. АИ+ЩЭ	0,5	14,15	7,81	0,0054
4. АИ+ЩЭ	1,0	14,30	7,78	0,0010
5. АИ+ЩЭ	1,5	14,90	7,74	0,0147
6. АИ+ЩЭ	2,0	14,15	7,55	0,0388
7. АИ+ЩЭ	5,0	14,70	5,64	0,0950
8. АИ+ЩЭ	10,0	13,75	6,59	0,363

1) масса и плотность сырого осадка активного ила снизились на 26% в результате минерализации и трансформации органического вещества активного ила, образования растворимых хелатных комплексов с металл-ионами. Максимальное снижение массы и плотности сырого осадка определено при дозе внесения в активный ил 0,2% щелочного экстракта;

2) при внесении в активный ил 10% экстракта масса сырого осадка повысилась на 25%, плотность – на 3% в результате образования нерастворимых комплексных соединений типа хелата, которые выпали в осадок и повысили массу и плотность сырого осадка;

3) потребность в щелочном экстракте из низинного торфа для снижения массы и плотности осадка активного ила составляет в расчете на 1 т (м³) активного ила 2 л.

Исследования по влиянию жидкой фракции (стока) активного ила на посевные свойства семян и биологическую активность – вегетативную массу пшеницы проведены в трех лабораторных опытах: опыт № 3 – обработка семян пшеницы исходной жидкой фракцией активного ила (не разведенной) и растворами фракции, разведенными в 10, 100, 1000 раз; опыт № 4 – обработка семян жидкой фракцией, полученной из смеси активного ила с экстрактом, содержащим заданный уровень гуминовых кислот – 0,0005–0,01%; опыт № 5 – обработка семян пшеницы жидкой фракцией, полученной из смеси активного ила с 0,2–10% экстракта.

Опыт № 3 – влияние обработки семян пшеницы жидкой фракцией активного ила на посевные свойства семян и биологическую активность – вегетативную массу проростков пшеницы (табл. 5).

Результаты третьего опыта показали, что применение для обработки семян пшеницы жидкой фракции активного ила (исходной и разведенной в 10 и 100 раз) оказало токсичное действие на посевные свойства семян и биологическую активность: всхожесть семян была ниже контрольного варианта до 15%, число семян с высокой силой роста – до 16, вегетативная масса проростков пшеницы – до 25%.

Минимальное токсичное действие оказала обработка семян жидкой фракцией активного ила, разведенной водой в 1000 раз: посевные свойства семян получены на уровне контроля, вегетативная масса проростков пшеницы выше контроля на 2%. Следует отметить, что разведение стока водой в 1000 раз и более экономически невыгодно, а применение токсичной жидкой фракции (стока) активного ила в сельском хозяйстве в качестве стимулятора роста растений неперспективно.

В связи с получением низкой биологической активности жидкой фракции активного ила при обработке семян пшеницы в опытах № 4 и № 5 проведены исследования по повышению биологической активности жидкой фракции внесением в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа.

Таблица 5

Влияние обработки семян пшеницы жидкой фракцией активного ила на посевные свойства семян и биологическую активность

Вариант	Число семян, проросших на 7-е сутки, шт.	Всхо-жесть, %	Число семян с высокой силой роста		Биологическая актив-ность – вегетативная масса проростков в чашке Петри	
			шт.	%	г	%
1. Контроль – обработка семян дистиллированной водой	15,50	62	15,25	61	0,1860	100
2. Обработка семян исходной жидкой фракцией активного ила	13,75	55	13,75	55	0,1672	90
3. Обработка семян жидкой фракцией активного ила, разведенной в 10 раз	14,50	58	14,00	56	0,1679	90
4. Обработка семян жидкой фракцией активного ила, разведенной в 100 раз	11,75	47	11,25	45	0,1405	75
5. Обработка семян жидкой фракцией активного ила, разведенной в 1000 раз	15,50	62	15,00	60	0,1891	102

Опыт № 4 – влияние внесения в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа на биологическую активность жидкой фракции при обработке семян.

Внесение в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа в дозе, обеспечивающей содержание гуминовых кислот в жидкой фракции активного ила на уровне 0,0005–0,01 %, повысило посевные свойства семян пшеницы (табл. 6): всхожесть и число семян с высокой силой роста на 11 % к контрольному варианту. Биологическая активность – вегетативная масса проростков пшеницы – увеличилась до 7,2 % к контрольному варианту (табл. 7).

Максимальные показатели посевных свойств и биологической активности жидкой фракции обеспечило внесение в активный ил щелочного экстракта, обеспечивающего содержание заданного уровня 0,005 % гуминовых кислот.

После внесения экстракта в активный ил содержание гуминовых кислот в смеси снизилось в 2–4 раза. Отмеченное снижение содержания гуминовых кислот обусловлено связыванием их с металл-ионами в хелат. Оставшиеся гуминовые кислоты на уровне 0,0018–0,0023 % обеспечили оптимальные условия прорастания семян, роста и развития пшеницы.

Таблица 6

Влияние обработки семян жидкой фракцией, полученной из смеси активного ила с экстрактом из низинного торфа и содержащей заданный уровень (0,0005–0,01 %) гуминовых кислот, на посевные свойства семян

Вариант	Заданное содержание ГК в жидкой фракции активного ила, %	Число семян, проросших через 3 суток, шт.	Энергия прорастания %	Число семян пшеницы, проросших через 7 суток, шт.	Всхо-жесть, %	Число семян с высокой силой роста	
						шт.	%
1. К*	-	12,5	50,0	15,75	63,0	14,25	57,0
2. АИ+ЩЭ	0,01	11,5	46,0	14,5	58,0	13,5	54,0
3. АИ+ЩЭ	0,005	12	48,0	18,5	74,0	17	68,0
4. АИ+ЩЭ	0,001	13,5	54,0	14,75	59,0	13,75	55,0
5. АИ+ЩЭ	0,0005	12	48,0	14,25	57,0	13,5	54,0

*Контроль – обработка дистиллированной водой.

Таблица 7

Влияние обработки семян жидкой фракцией, полученной из смеси активного ила с экстрактом из низинного торфа, содержащей 0,0005–0,01 % гуминовых кислот, на биологическую активность

Варианты	Заданное содержание ГК в жидкой фракции активного ила, %	Биологическая активность – вегетативная масса проростков пшеницы	
		г	%
1. К*		0,1975	100,0
2. АИ+ЩЭ	0,01	0,1830	92,7
3. АИ+ЩЭ	0,005	0,2118	107,2
4 АИ+ЩЭ	0,001	0,2103	106,5
5. АИ+ЩЭ	0,0005	0,2047	103,6

*Контроль – обработка дистиллированной водой.

Опыт № 5 – влияние внесения в активный ил щелочного экстракта из низинного торфа в дозах 0,2–10% на посевные свойства семян пшеницы и биологическую активность жидкой фракции при обработке семян.

В пятом опыте испытано влияние обработки семян пшеницы жидкой фракцией активного ила, полученной из смеси активного ила с 0,2–10,0% щелочного экстракта из низинного торфа, на посевные свойства семян и биологическую активность – вегетативную массу проростков пшеницы (табл. 8).

Таблица 8

Влияние обработки семян пшеницы жидкой фракцией, полученной из смеси активного ила с щелочным экстрактом из низинного торфа, на посевные свойства семян и биологическую активность

Вариант	Доза ЩЭ, % по массе АИ	Число семян, проросших на 7-е сутки, шт.	Всхо-жесть, %	Число семян с высокой силой роста		Биологическая актив-ность – вегетативная масса проростков пшеницы	
				шт.	%	г	%
1. К*	0	16,25	65,0	15,25	61,0	0,2056	100,0
2. АИ+ЩЭ	0,2	17,75	71,0	16,25	65,0	0,2258	109,6
3. АИ+ЩЭ	0,5	17,50	70,0	16,25	65,0	0,2209	107,4
4. АИ+ЩЭ	1,0	17,50	70,0	15,75	63,0	0,2108	102,5
5. АИ+ЩЭ	1,5	17,00	68,0	15,75	63,0	0,2021	98,3
6. АИ+ЩЭ	2,0	17,50	70,0	16,0	64,0	0,2178	105,9
7. АИ+ЩЭ	5,0	18,75	75,0	18,5	74,0	0,2244	109,1
8. АИ+ЩЭ	10,0	17,25	69,0	16,25	65,0	0,1974	96,0
НСР ₀₅		3,97		3,42		0,0468	

*Контроль – обработка дистиллированной водой.

Внесение в активный ил 0,2–10,0% щелочного экстракта из низинного торфа повысило посевные свойства семян пшеницы и увеличило биологическую активность жидкой фракции активного ила: всхожесть семян выше контрольного варианта до 12%, число семян с высокой силой роста – до 13, вегетативная масса проростков пшеницы – до 9,6%.

Максимальные показатели биологической активности обеспечил щелочной экстракт из низинного торфа в дозе 0,2% по массе активного ила.

Потребность в экстракте из низинного торфа для повышения биологической активности жидкой фракции активного ила в пересчете на 1т (м³) активного ила – 2 л концентрата, содержащего 4,4% гуминовых кислот, или 8,8 л 1%-го препарата.

Повышение посевных свойств семян пшеницы и биологической активности жидкой фракции доказано при содержании в ней гуминовых кислот на уровне 0,0015–0,0054%, которое достигается при внесении в активный ил 0,2 и 0,5% экстракта.

Применение щелочного экстракта из низинного торфа открывает возможность применения жидкой фракции в качестве стимулятора роста растений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков* / под ред. В. Н. Соколова. – М.: Стройиздат, 1992.
2. *Евилович А. З.* Утилизация осадков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1989.
3. *Пат. РФ № 2223236.* Способ утилизации избыточного активного ила биологических очистных сооружений предприятий нефтехимии / А.Б. Бакиров, Л.И. Трубникова. – Оpubл. 10.02.2004.
4. *Догадина М. А.* Агроэкологические аспекты применения осадка сточных вод в цветоводстве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Орел, 2004. – 20 с.
5. *Пат. РФ № 1532551.* Способ получения органического удобрения / В.П. Гайденок, Б.С. Ксенофонтов, А.Ф. Воловненко [и др.]. – Оpubл. 30.12.1989. – Бюл. № 48.
6. *Хакимов Ф. И., Керженцев А. С., Севостьянов С. М.* Рекомендации по утилизации илов городских очистных сооружений. – М.: Госкомэкология России, 1999. – 52 с.
7. *ГОСТ Р 54651–2011.* Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия. – Введ. 01.01.2013. – М.: Стандартинформ, 2012. – 14 с.
8. *Пат. РФ № 2478088.* Способ получения органоминерального удобрения из осадка сточных вод / В.А. Храмов, А.А. Ефремов. – Оpubл. 27.03.2013.
9. *Орлов Д. С.* Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
10. *Пат. РФ № 2181113.* Способ получения комплексного удобрения / Б.В. Левинский. – Оpubл. 28.04.2000.
11. *Пат. РФ № 2508253.* Способ переработки осадков сточных вод / Я.М. Абрамов, В.М. Веселов, В.М. Зелевский [и др.]. – Оpubл. 2.11.2016.
12. *Поготова Ю. С.* Применение гумата натрия для очистки сточных вод и почвы от различных видов загрязнений. – Таганрог, 2014.
13. *Пат. РФ № 1225832.* Способ переработки осадков сточных вод / Я.М. Абрамов, В.М. Веселов, В.М. Зелевский [и др.]. – Оpubл. 27.02.2014.
14. *Пат. РФ № 2174107.* Способ очистки сточных вод / Я.М. Абрамов, В.М. Веселов, В.М. Зелевский [и др.]. – Оpubл. 27.09.2001.
15. *Пат. РФ № 2484024.* Способ обеззараживания, обезвреживания и переработки осадков сточных вод в полезные продукты / В.Г. Оленников, А.Б. Половинкин. – Оpubл. 10.02.2013.
16. *Баженова Э. В.* Экспериментальное обоснование способов очистки вод от ионов тяжелых металлов торфяными модификациями: дис. ... канд. техн. наук. – Тверь, 2002. – 171 с.
17. *Пат. РФ № 2497759.* Способ очистки промышленных сточных вод от тяжелых металлов / А.А. Богуш, В.Г. Воронин, Г.Н. Аношин. – Оpubл. 10.11.2013.
18. *Пат. РФ № 22332393.* Гуминоминеральный реагент и способ его получения, способ санации загрязненных почв, способ детоксикации отходов добычи и переработки полезных ископаемых и рекультивации отвалов горных пород и хвостохранилищ, способ очистки сточных вод и способ утилизации осадков / А.И. Шульгин, А.А. Шульгин. – Оpubл. 27.07.2004.
19. *Пат. РФ № 24545297.* Способ получения органического удобрения из осадка сточных вод / А.Б. Федоров, Е.М. Кулагина, В.Ю. Титова. – Оpubл. 20.03.2012.
20. *Применение натриевых солей аминокислот в качестве агентов для детоксикации ионов металлов в осадках очистных сооружений // Экологическая ситуация в городе Серпухове*

и перспективы ее улучшения / Л.Я Фридман [и др.]; под ред. Ф.И. Хакимова, А.Ю. Поповой, А.С. Керженцева. – М.: Изд-во Полтекс, 2000. – 228 с.

21. *Оценка биологической активности жидкой фракции (стока) активного ила и перспективный способ ее повышения* // Проблемы изучения и использования торфяных ресурсов Сибири: материалы третьей междунар. науч.-практ. конф. (27 сент. –3 окт. 2015 г., г. Томск, Россия) / И.М. Конохова [и др.]. – Екатеринбург: Альфа принт, 2015. – С. 140–142.

22. *Пат. № 2213452. Способ получения стимулятора роста растений* / Л.В. Касимова. – Оpubл. 10.10.2003.

23. *Абрамов В. С. Определение качества семян по силе их роста* // Селекция и семеноводство. – 1985. – № 6. – С. 42–43.