

5. rp5.by [Электронный ресурс]: офиц. сайт ООО «Расписание Погоды». – Санкт-Петербург 2004-2025. – Режим доступа: <https://rp5.by/>. – Дата доступа: 22.02.2026.
6. Førland, E. J. Variations in Thermal Growing, Heating, and Freezing Indices in the Nordic Arctic, 1900-2050 / E. J. Førland et al. // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. – 2004. – Vol. 36, No. 3. – P. 346-355.
7. Matzarakis, A. Climatology of growing degree days in Greece / A. Matzarakis et al. // Climate Research. – 2007. – Vol. 34(3). – P. 233-240.
8. Fealy, R. The spatial variation in degree days derived from locational attributes for the 1961 to 1990 period / R. Fealy, R. Fealy // Irish Journal of Agricultural and Food Research. – 2008. – Vol. 47(1). – P. 1-11.
9. Gordon, R. Analyses of growing degree-days for agriculture in Atlantic Canada / R. Gordon, A. Bootsma // Climate Research. – 1993. – Vol. 3. – P. 169-176.
10. Bonhomme, R. Bases and limits to using 'degree day' units / R. Bonhomme // European Journal of Agronomy. – 2000. – Vol. 13. – P. 1-10.
11. Laaniste, P. Sowing date influence on winter oilseed rape overwintering in Estonia / P. Laaniste et al. // Soil & Plant Science, Section B: Acta Agriculturae Scandinavica. – 2007. – Vol. 57(4). – P. 342-348.
12. Martinez-Feria, R. A. Suitability of winter canola (*Brassica napus* L.) for enhancing summer annual crop rotations in Iowa : A thesis submitted to the graduate faculty in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science R. A. Martinez-Feria ; Iowa State University. – Iowa, 2015. – 158 p.

УДК 631.442.3:614.443

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

Лосевич Е. Б., Синевич Т. Г., Турук Е. В., Зверинская Н. И.

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

Аннотация. Исследовано влияние различных способов внесения избыточного активного ила очистных сооружений ОАО «Гродно Азот» на агрохимические и санитарно-гигиенические показатели супесчаной почвы. Установлено, что ил является по значению pH нейтральным либо слабощелочным, в нем содержится в среднем более 6 % органического вещества, много фосфора, кальция и магния. Содержание в нем хрома превышает ПДК в 4 раза, содержание меди и цинка превышает ОДК для песчаной почвы жилой зоны. Следовательно, использование избыточного активного ила как почвогрунта в зеленом строительстве на территории населенных пунктов возможно только с заделкой в почву (перемешиванием).

Summary. The impact of various methods of incorporating excess activated sludge from the Grodno Azot treatment facilities on the agrochemical and sanitary-hygienic parameters of sandy loam soil was studied. It was found that the sludge has a neutral or slightly alkaline pH, contains an average of over 6 % organic matter, and contains significant amounts of phosphorus, calcium, and magnesium. However, its

chromium content exceeds the MAC by four times, while its copper and zinc contents exceed the APC for sandy soil in residential areas. Therefore, the use of excess activated sludge as a soil amendment in landscaping in populated areas is only possible with soil incorporation (mixing).

Ключевые слова: избыточный активный ил, агрохимические показатели почвы, ПДК, ОДК, тяжелые металлы, зеленое строительство.

Key words: excess activated sludge, soil agrochemical parameters, MAC, APC, heavy metals, landscaping.

Объем образования избыточного активного ила на очистных сооружениях ОАО «Гродно Азот» оценивается примерно 600 тонн в год по сухому веществу. Избыточный активный ил, образующийся на очистных сооружениях, классифицируется как отход 4-го класса опасности и в основном хранится на иловых картах и площадках.

Избыточный активный ил предприятия накапливается на иловых площадках в районе деревень Грандичи и Бережаны, где проходит обработку и стабилизацию. Хранение организовано с дренажными системами для отвода иловой воды, а также периодической чисткой площадок.

Для того чтобы избежать выделения новых земель под хранение избыточного активного ила, предприятие ведет разработки более эффективных методов его утилизации и переработки. Планируется внедрение механического обезвоживания ила с целью дальнейшего использования, что позволит сократить его объем и риски для окружающей среды. К настоящему времени утверждены проекты строительства установки обезвоживания избыточного активного ила на территории завода для уменьшения его образования и вторичного использования. Первый этап включает новую биологическую очистку и механическое обезвоживание с прокладкой коллекторов, исключая транспортировку через жилые зоны.

Хранение избыточного активного ила на иловых картах ОАО «Гродно Азот» несет риски загрязнения грунтовых и поверхностных вод, почвы, изменения газо-воздушного фона и т.д. Приоритетной задачей является ликвидация накопителей отходов и вторичное использование активного ила. Для того чтобы не строить иловые площадки с отводом новых земель, предлагается использовать избыточный активный ил очистных сооружений без дополнительной обработки в качестве почвогрунта.

Подлежащий утилизации ил накапливался длительное время, имеет большой объем и существует большая вероятность неоднородности его химического состава. Нами были взяты смешанные образцы из различных мест многотонной массы привезенного на опытное поле ила. В них были определены основные агрохимические показатели, а также содержание тяжелых металлов. Анализы были выполнены в лаборатории

УКП «Гроднооблхимизация» (г. Щучин). Результаты анализа ила представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химические показатели избыточного активного ила

Показатели	pH в KCl	Органическое Вещество, %	Содержание подвижных форм элементов, мг/кг				Валовое содержание тяжелых металлов, мг/кг			
			P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Pb	Cr
мин-макс.	7,0-7,5	5,49-7,26	490-824	193-196	5802-6214	703-764	41,8-54,4	48,1-68,2	9,55-11,77	324,9-515,8
среднее	7,3	6,41	612	195	5954	737	46,1	55,8	10,5	399,1
ПДК / ОДК для жилой зоны*	не нормируются						33/66/132**	55/110/220**	32	100
	* – ГН «Показатели безопасности и безвредности почвы», 25.01.2021 № 37 ** – ОДК для песка / супеси / суглинка									

Для оценки результатов были использованы предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве жилой зоны и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) для различных по гранулометрическому составу почв (для меди и цинка), регламентированные соответствующими техническими нормативными правовыми актами Республики Беларусь (ТНПА). Кроме Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности почвы» от 25.01.2021 № 37, был использован также документ Экологические нормы и правила (ЭкоНиП 17.03.01 -001 -2021), которые устанавливают нормативы содержания химических веществ в почвах, дифференцированные для почв (грунтов) различного гранулометрического состава, различных категорий земель, территориальных зон по преимущественному функциональному использованию территорий населенных пунктов, природных территорий, подлежащих особой и (или) специальной охране.

Согласно полученным результатам, избыточный активный ил обладает высокими агрохимическими показателями: он является по значению рН нейтральным (слабощелочным), в нем содержится в среднем более 6 % органического вещества, много фосфора, кальция и магния. В то же время в нем содержатся в большом количестве тяжелые металлы: содержание хрома превышает ПДК в 4 раза, содержание меди и цинка превышает ОДК для песчаной почвы жилой зоны.

Следовательно, использование избыточного активного ила как почвогрунта в зеленом строительстве на территории населенных пунктов возможно только с заделкой в почву (перемешиванием).

В 2025 г. на опытном поле ГГАУ на рыхлосупесчаной почве был заложен опыт, целью которого является разработка технологии внесения избыточного активного ила в промышленных масштабах, конкретно – в зеленом строительстве (таблица 2).

Таблица 2 – Схема опыта

№ варианта	Способы внесения ила	Доза внесения ила	Растительность
1.	Контроль без активного ила	-	естественная
2.	Активный ил без заделки (вместо почвы)	100-120 т/га	газонная трава
3.	Активный ил без заделки насыпью на естественную растительность		
4.	Активный ил с заделкой в почву		

Площадь делянки составила 50 м² (5 м x 10 м). В варианте 2 избыточный активный ил используется как почвогрунт (питательный субстрат) на участке с предварительно снятым верхним слоем почвы. В варианте 3 ил был распределен по площади делянки без какой-либо предварительной подготовки, то есть был насыпан поверх естественной растительности, где преобладали многолетние злаковые травы. В варианте 4 имитировалось внесение ила с заделкой. Для этого предварительно был снят дерн и верхний слой почвы, внесен ил, а затем засыпан той же почвой. На указанных вариантах после внесения ила был произведен посев газонной травы.

По вариантам опыта наблюдались следующие отличия. В начале вегетации семена газонной травы проросли на всех изучаемых вариантах, но постепенно эти растения были полностью вытеснены лебедой раскидистой и другими сорняками в случае поверхностного внесения ила вместо почвы (вариант 2). Причиной этого является тот факт, что на иловых площадках произрастает очень большое количество сорных растений и избыточный активный ил изобилует их семенами.

В варианте 3, где избыточный активный ил вносился поверх естественной растительности, в которой преобладали многолетние злаки, газонная трава практически сразу была ими заглушена и впоследствии погибла.

В варианте 4 избыточный активный ил был покрыт слоем почвы 7-10 см и благодаря этому на поверхность смогли пробиться только единичные сорные растения. Газонная трава росла хорошо.

Осенью после прекращения вегетации растений нами были поделано отобраны и проанализированы почвенные образцы (верхний слой –30 см) на pH, органическое вещество, содержание подвижных форм

основных биогенных макроэлементов и валовых форм тяжелых металлов. Результаты представлены в таблице 3.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. Под действием избыточного активного ила наблюдался сдвиг значений pH в сторону более нейтральных значений на 0,6-0,7 единиц (в вариантах 4 и 2 соответственно). В варианте 3 несколько повышалось содержание органического вещества – на 0,32 %.

Из биогенных элементов наблюдалось однозначное повышение содержания в почве кальция – на 356-1189 мг/кг и магния – на 35-41 мг/кг. Содержание фосфора повышалось в вариантах 2 и 4 на 78 и 98 мг/кг соответственно. На содержание в почве обменного калия внесенный избыточный активный ил влияния не оказал.

По всем вариантам опыта произошло увеличение содержания в почве валовых форм тяжелых металлов. Для меди оно составило 1,26-4,98 мг/кг (увеличение в 2-5 раз относительно контроля), для цинка – 1,2-3,1 мг/кг, свинца – 2,27-2,86 мг/кг (более чем в 3 раза) и 4,18-28,74 мг/кг для хрома (в 2-6 раз относительно контроля).

Таблица 3 – Влияние способа внесения избыточного активного ила на агрохимические и санитарно-гигиенические показатели супесчаной почвы

№ варианта	Способы внесения ила	pH в KCl	Органическое вещество, %	Содержание подвижных форм элементов, мг/кг				Валовое содержание тяжелых металлов, мг/кг			
				P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Zn	Pb	Cr
1	Контроль без активного ила	5,1	1,68	402	54	646	105	1,22	9,7	2,65	5,13
2	Активный ил без заделки (вместо почвы)	5,8	1,52	480	47	1835	146	3,74	10,9	5,51	18,9
3	Активный ил без заделки насыпью на ест.раст.	5,2	2,00	406	50	1002	146	2,48	9,7	5,06	9,31
4	Активный ил с заделкой в почву	5,7	1,49	500	37	1804	140	6,20	12,8	4,92	33,87

В отношении способа заделки не представляется возможным выделить оптимальный по влиянию на рассмотренные агрохимические и санитарно-гигиенические показатели, можно считать их равнозначными.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. При создании газонов единственно приемлемым способом внесения активного ила является его заделка в почву. В этом случае семена

сорняков, содержащихся в иле, оказываются на такой глубине, что не могут прорасти.

2. Несмотря на значительное увеличение содержания в почве тяжелых металлов (особенно хрома и меди) после внесения избыточного активного ила, ни по одному из этих элементов не было отмечено превышения допустимых концентраций, регламентируемых действующими гигиеническими нормативами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вострова, Р. Н. Целесообразность использования компостов в зеленом строительстве / Р. Н. Вострова, Н. С. Архипенко // матер. науч.-практ. конф., БрГТУ, Брест, 2012. – С. 66-68.
2. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности почвы», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37
3. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
4. Селезнев, М. С. Биологические основы газонного травосеяния / М. С. Селезнев. – 1998. – 120 с.
5. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]: ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. акад. В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 260 с.
6. ЭкоНиП 17.03.01-001-2021.

УДК 633.358:631.816(478.4)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Лукашевич Н. П.¹, Ковалева И. В.¹, Шлома Т. М.¹, Коваль И. М.²

¹ – УО «Витебская государственная ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины»,

² – ГУ «Витебская областная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»

г. Витебск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье изложены результаты научных исследований по влиянию на продуктивность зернофуражного сорта гороха дозы внесения минерального азота при различной норме высева семян. Максимальная урожайность семян сформировалась на фоне внесения азотных удобрений в дозе 65 кг/га д.в. при посеве гороха с нормой высева 1,9 млн. шт./га. и составила 47,5 ц/га. Наибольший показатель по сбору растительного белка (8,9 ц/га) обеспечили посевы с внесением N 65 кг/га д. в. азота и норме высева 1,9 млн. всхожих семян на один гектар. Сбор энергетических кормовых единиц с урожаем семян гороха в этом же варианте опыта находился на уровне 5067 ЭКЕ/га.

Summary. This article presents the results of scientific research on the effect of mineral nitrogen application rates at different seeding rates on the productivity of a grain-forage pea variety. The maximum seed yield was achieved with nitrogen fertilizer application at a rate of 65 kg/ha active ingredient and with a seeding rate of 1.9 million