

УДК 504.064.2.001.18

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-98-100>Тип статьи: Оригинальное исследование
Type of article: Original research**Ковалева О.В.¹,
Костомакхин Н.М.²,
Лебедев Е.Я.³**¹ ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»E-mail: lemur.84@mail.ru² ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»E-mail: kostomakhin@mail.ru³ ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»E-mail: bipkka@mail.ru**Ключевые слова:** технология очистки, биопрепараты, стоки, осадок сточных вод, молокоперерабатывающие предприятия, агрохимические показатели, утилизация, модельный эксперимент.**Для цитирования:** Ковалева О.В.¹,
Костомакхин Н.М.², Лебедев Е.Я.Влияние биопрепаратов на состав осадка сточных вод молокоперерабатывающих предприятий. *Аграрная наука*. 2020; 338 (5): 81–84.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-98-100>**Конфликт интересов отсутствует****Olga V. Kovaleva¹,
Nikolay M. Kostomakhin²,
Yegor Ya. Lebedko³**¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State Agrarian University of the Northern Trans-Urals"E-mail: lemur.84@mail.ru² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Timiryazevskaya St., Moscow, Russia

E-mail: kostomakhin@mail.ru³ FSBEI HE "Bryansk State Agrarian University"E-mail: bipkka@mail.ru**Key words:** purification technology, biological products, effluents, sewage sludge, milk processing enterprises, agrochemical indicators, utilization, model experiment.**For citation:** Kovaleva O.V., Kostomakhin N.M., Lebedko Ye.Ya. The influence of biological products on the composition of the sewage sludge of milk processing enterprises. *Agrarian Science*. 2020; 338 (5): 98–100. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-98-100>**There is no conflict of interests**

Влияние биопрепаратов на состав осадка сточных вод молокоперерабатывающих предприятий

РЕЗЮМЕ

Актуальность и методы. В статье рассмотрен вопрос очистки и утилизации постоянно возрастающего количества отходов молокоперерабатывающей промышленности. В результате испарения происходит загрязнение атмосферного воздуха, а в результате фильтрации в почву — загрязнение грунтовых вод и близлежащих водоемов. Выделяемые осадками сточных вод вредные газы превышают предельно допустимые концентрации, их запах равен 4–5 баллам по шкале органолептических показателей. Образование газов не контролируется. Они постоянно поступают в атмосферу. Наиболее опасными из них являются сернистые и парниковые (углекислый газ, метан, закись азота) газы. На состав осадка сточных вод значительное влияние оказывает качество сбрасываемых предприятием стоков, которые, как правило, состоят из производственных, хозяйственно-бытовых и вод от систем теплообмена и охлаждения.

Результаты. По данным проведенных анализов, влажность донных отложений составляла 29,3–36,4%, основными макрокомпонентами осадков становятся инертные вещества. Они входят также в состав минеральной части почвы. На основании данных модельного эксперимента выявлено, что лучшие результаты показал второй опытный образец. Так, в сравнении с контрольной группой во втором опытном образце содержание органического вещества снизилось на 2,14%, при этом реакция среды стала более кислой, разница составила 1,3. Также наблюдалось снижение концентрации подвижных форм элементов: фосфора — на 76,4 и калия — на 4,5 мг/кг, что в процентном соотношении составило 26,6% и 0,6%, соответственно. А содержание кальция и магния в иловых отложениях увеличилось на 14,2% и 10,5%, соответственно.

The influence of biological products on the composition of the sewage sludge of milk processing enterprises

ABSTRACT

Relevance and methods. The article addresses the issue of cleaning and disposal of an ever-increasing amount of waste from the milk processing industry. As a result of evaporation, air pollution occurs, and as a result of filtration into the soil — pollution of groundwater and nearby water bodies. Harmful gases emitted by sewage sludge exceed the maximum permissible concentrations, their smell is 4–5 points on the scale of organoleptic indicators. Gas generation is not controlled. They constantly enter the atmosphere. The most dangerous of them are sulfur and greenhouse (carbon dioxide, methane, nitrous oxide) gases. The composition of wastewater sludge is significantly affected by the quality of effluents discharged by the enterprise, which, as a rule, consist of: industrial, domestic and water from heat exchange and cooling systems.

Results. According to the analysis, the moisture content of bottom sediments was — 29.3–36.4%, inert substances became the main macrocomponents of sediments. They are also part of the mineral part of the soil. Based on the data of a model experiment, it was revealed that the second prototype showed the best results. So, in comparison with the control group in the second prototype, the content of organic matter decreased by 2.14%, while the reaction of the medium became more acidic, the difference was 1.3. There was also a decrease in the concentration of mobile forms of elements: phosphorus by 76.4 and potassium by 4.5 mg / kg, which in percentage terms was 26.6% and 0.6%, respectively. And the content of calcium and magnesium in sludge deposits increased by 14.2% and 10.5%, respectively.

Поступила: 25 марта
После доработки: 10 мая
Принята к публикации: 12 маяReceived: 25 march
Revised: 10 may
Accepted: 12 may

Введение

Масса осадков сточных вод ежегодно увеличивается, что существенно обостряет проблемы их эффективной и экологически безопасной утилизации. Разрабатываются новые и улучшаются уже имеющиеся методы использования стоков, их обезвоживания и хранения [6, 16]. Предлагаются новые технологии их применения в качестве удобрений. Разработка технологий для получения безопасной растительной продукции и предотвращения загрязнения почв нуждается в постоянных комплексных исследованиях.

Осадки сточных вод составляют до 40–50% от общего количества сточных вод [1, 7]. За рубежом в земледелии используют до 90% накапливающихся стоков, в западной Европе — до 40%, в США их используют 60, а в нашей стране — только 5%.

В настоящее время технологии очистки и утилизации осадка сточных вод прудов накопителей молокоперерабатывающих предприятий не отработаны [14]. Особенно осложняются проблемы очистки накопителей от осадка лесостепной и степной зон. В теплое время года осветленная фракция из накопителей может быть сброшена в водный объект при достижении соответствующих нормативов, но осадок из-за высокой влажности не поддается выгрузке и перевозке типовыми погрузочно-транспортными средствами. К тому же нет специализированных полигонов для размещения, переработки и хранения осадка [3, 11].

В результате испарения происходит загрязнение атмосферного воздуха, а в результате фильтрации в почву — загрязнение грунтовых вод и близлежащих водоемов [4, 9, 12]. Выделяемые осадками сточных вод вредные газы превышают предельно допустимые концентрации, дурно пахнут. Их запах равен 4–5 баллам по шкале органолептических показателей.

Поэтому при отсутствии технологии очистки и утилизации осадков сточных вод накопители становятся источником экологического бедствия в зонах их расположения [2, 5].

И с особой актуальностью встает вопрос очистки и утилизации постоянно возрастающего количества отходов промышленности [8, 13].

Цель исследований — оценить влияние биопрепаратов на состав осадка сточных вод прудов-накопителей.

Методика

Объектом исследования явились пруды-накопители, предназначенные для накопления сточных вод предприятий пищевой промышленности, осуществляющих переработку молока и производство молочной продукции. Пруды-накопители, имеющие прямоугольную форму, по периметру обвалованы насыпной дамбой шириной 2,5–3,0 м. Материалом исследований послужили полученные в ходе проведения исследований лабораторные данные осадка сточных вод прудов-накопителей.

В соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО 2017), утвержденным Приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (в ред. Приказов

Росприроднадзора от 20.07.2017 № 359, от 28.11.2017 № 566, от 02.11.2018 № 451) (в т.ч. с изменениями, вст. в силу 08.12.2018) Код ФККО отбираемого осадка 3 01 157 21 39 5 Осадок очистки смеси сточных вод производства молочной продукции и хозяйственно-бытовых сточных вод.

Отбор проб осадка из прудов-накопителей для лабораторных исследований проводили по 3 контрольным точкам согласно ГОСТ Р 56226-2014. Химический анализ проведен по следующим показателям: массовая доля серы, водородный показатель, массовая доля нитратов, массовая доля влаги, массовая доля аммонийного азота, подвижный фосфор.

Для проведения модельных экспериментов были выбраны пробиотические препараты, которые вводили в иловые отложения в соответствии с подобранной дозировкой. Они представляют собой жидкость, содержащую большое количество бактерий. Один из препаратов — MW Stabilizer, в нем содержится 5 семейств: *Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilisvaramyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus megaterium*, и ферменты.

Другая выбранная линейка — AST+ STI, используются совместно для улучшения процесса биодegradации в промышленных и муниципальных системах очистки сточных вод.

Результаты

В результате различных физико-химических и биологических процессов на прудах-накопителях происходит постоянное выделение газов [10, 15]. Образование газов не контролируется. Они постоянно поступают в атмосферу. Наиболее опасными из них являются сернистые (SO₂) и парниковые (углекислый газ — CO₂, метан — CH₄, закись азота — N₂O) газы.

На состав осадка сточных вод значительное влияние оказывает качество сбрасываемых предприятием стоков, которые, как правило, состоят из вод: производственных, хозяйственно-бытовых и от систем теплообмена и охлаждения.

Таблица 1.

Агрохимические показатели донных отложений прудов-накопителей

Table 1. Agrochemical indicators of bottom sediments of storage ponds

Показатель	Результаты			НД на метод испытания
	1 к.т.	2 к.т.	3 к.т.	
Массовая доля серы, мг/кг	< 24	< 24	< 24	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:5.53-08
Водородный показатель (рН), ед.рН	7,39	6,30	6,99	ГОСТ 26483
Массовая доля нитратов, мг/кг	< 109	< 109	< 109	ГОСТ 26951
Массовая доля влаги, %	29,3	33,0	36,4	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.58-08
Массовая доля аммонийного азота, %	0,13	0,20	0,22	ГОСТ 26716
Подвижный фосфор, мг/кг	< 250	< 250	< 250	–

Таблица 2.

Динамика агрохимических показателей иловых отложений прудов-накопителей

Table 2. Dynamics of agrochemical indicators of silt sediments of storage ponds

Показатель	Результаты		
	контроль	опыт 1 MW Stabilizer	опыт 2 AST+ STI
Сухой остаток, %	> 60	66,15	70,16
Органическое вещество, %	10,66	11,45	8,52
Водородный показатель (рН), ед. рН	6,5	6,3	5,2
Подвижный фосфор, мг/кг	363	368,4	286,6
Подвижный калий, мг/кг	711,6	751,6	707,1
Подвижная сера, мг/кг	20	22,6	20
Кальций, мг/кг	1578,2	1590,7	1803
Магний, мг/кг	433,2	418	478,8
Общий азот, %	0,34	0,20	0,20

Для оценки состояния донных отложений отобраны пробы грунта и проанализированы по основным показателям. Токсичных компонентов не выявлено (табл. 1).

По данным испытаний, влажность донных отложений составляла 29,3–36,4%, основными макрокомпонентами осадков становятся инертные вещества. Так, массовая доля нитратов составила более 109 мг/кг, аммонийного азота — 0,13–0,22%, подвижного фосфора — более 250 мг/кг. Указанные вещества входят также в состав минеральной части почвы. Описанные свойства делают возможной утилизацию осадков в качестве наполнителя (инертного материала) для технической рекультивации карьеров, территорий, нарушенных строительными и другими видами работ.

Содержание в донных отложениях подвижных форм фосфора говорит о довольно низкой обеспеченности им. Поэтому при использовании их в качестве органоминерального удобрения в обязательном порядке необходимо предусматривать внесение фосфорно-калийных удобрений. Нормы внесения требуется уточнять по результатам агрохимических анализов донных отложений. Внесение подвижного фосфора с осадками ограничивается емкостью поглощения фосфатов почвами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатова О.В., Догарева Н.Г. Промышленные технологии производства молочных продуктов. СПб.: Проспект науки, 2013. 370 с.
2. Волынкина М.Г., Ковалева О.В. Современное состояние перерабатывающих предприятий Тюменской области. Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: Материалы международной научно-практической конференции (19–20 апреля 2018 г.). Под общ. ред. д.с/х.н., проф. С.Ф. Сухановой. Курган: Изд-во Курганской ГСХА. 2018. С. 387–391.
3. Еремин Д.И., Попова О.Н. Агроэкологическая харак-

Динамика агрохимических показателей иловых отложений прудов-накопителей при введении микробиологических препаратов представлена в таблице 2.

На основании данных модельного эксперимента можно сделать вывод, что лучшие результаты показал второй опытный образец. Так, в сравнении с контрольной группой во втором опытно-образце содержание органического вещества снизилось на 2,14%, при этом реакция среды стала более кислой, разница составила 1,3. Также наблюдалось снижение концентрации подвижных форм элементов: фосфора — на 76,4 и калия — на 4,5 мг/кг, что в процентном соотношении составило 26,6% и 0,6% соответственно. А содержание кальция и магния в иловых отложениях увеличилось на 14,2% и 10,5% соответственно. Это говорит о том, что под действием пробиотических препаратов происходят процессы разложения органического вещества с превращением в более доступную форму.

Выводы

Порядок применения донных и иловых отложений в качестве компонента растительного грунта определяет технологический регламент, который разрабатывают специализированные организации с учетом региональных и местных условий, в том числе свойств и гидрологического режима почв, содержания в осадках и почве нормируемых загрязнений, общего и минерального азота, фосфора, калия и особенностей возделывания.

По результатам исследований можно сделать вывод, что донные и иловые отложения прудов-накопителей не являются токсичными, поэтому могут быть использованы в составе почвогрунта при рекультивации предварительно подготовленного с помощью микробиологического препарата и дополнительно обогащенного торфом с целью доведения до нормативного содержания органического вещества. При несельскохозяйственном использовании донных отложений дозы внесения определяются технологиями выращивания культур и направлениями (технологиями) рекультивации (ГОСТ Р 54534-2011). Общие требования при использовании осадков для рекультивации нарушенных земель определяются ГОСТом 17.5.3.04.

теристика микромицетов, обитающих в почве. *Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья*. 2016;1(32):12–18.

4. Кирий О.А., Колесников С.И., Зинчук А.Н. Применение бактериального препарата «Дестройл» при ликвидации загрязнений нефтепродуктами пресных водоемов. *Научный журнал КубГАУ*. 2012;83(09):108–118.

5. Кириллов Н.А., Фадеева Н.А. Перспективы использования осадков сточных вод для повышения продуктивности малогумусных почв. *Экологический вестник Северного Кавказа*. 2015;11(1):79–83.

6. Ковалева О.В. Анализ состояния экологической нагрузки животноводства на природную среду. *Актуальные пробле-*

мы экологии и природопользования: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (5 апреля 2018 г.) / под общ. ред. проф. С.Ф. Сухановой. Курган: Изд-во Курганской ГСХА. 2018. С.109–113.

7. Ковалева О.В., Волынкина М.Г., Костомыхин Н.М. Приоритетное развитие сельского хозяйства в Тюменской области. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2017;(11):3–8.

8. Ковалева О.В., Казакова Н.В., Тажитдинова С.Т. Использование мультиэнзимного комплекса «Кемзайм W» в рационах поросят. *Аграрный вестник Урала*. 2007;6(42):72–73.

9. Kovaleva O.V., Sannikova N.V. Microbiological treatment system of storage ponds. E3S Web of Conferences: The conference proceedings Innovative Technologies in Environmental Science and Education. Rostov-on-Don: Don State Technical University, 2019. DOI: 10.1051/e3sconf/201913501007.

10. Ковалева О.В., Санникова Н.В., Шулепова О.В. Экологичная система микробиологической очистки в животноводстве. *АгроЭкоИнфо*. 2019;3(37):26.

REFERENCES

1. Bogatova O.V., Dogareva N.G. Industrial technology for the production of dairy products. St. Petersburg: Prospect of Science. 2013. 370 p. (In Russ.)

2. Volynkina M.G., Kovaleva O.V. The current state of the processing enterprises of the Tyumen region. Ways to implement the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2025: *Materials of the international scientific and practical conference* (April 19–20, 2018). Under the total. ed. Doctor of Agricultural Sciences, prof. S.F. Sukhanova. Kurgan: Publishing House of the Kurgan State Agricultural Academy. 2018. P. 387–391. (In Russ.)

3. Eremin D.I., Popova O.N. Agroecological characteristics of micromycetes living in the soil. *Bulletin of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals*. 2016;1(32):12–18. (In Russ.)

4. Kiriya O.A., Kolesnikov S.I., Zinchuk A.N. The use of the bacterial drug “Destroyl” in the elimination of oil pollution of fresh water. *Scientific journal KubSAU*. 2012;83(09):108–118. (In Russ.)

5. Kirillov N.A., Fadeeva N.A. Prospects for the use of sewage sludge to increase the productivity of low-humus soils. *Ecological Bulletin of the North Caucasus*. 2015;11(1):79–83. (In Russ.)

6. Kovaleva O.V. Analysis of the state of the environmental load of livestock on the environment. Actual problems of ecology and nature management: a collection of articles on the materials of the All-Russian (national) scientific-practical conference (April 5, 2018) / under the general. ed. prof. S.F. Sukhanova. Kurgan: Publishing House of the Kurgan State Agricultural Academy. 2018. P.109–113. (In Russ.)

7. Kovaleva O.V., Volynkina M.G., Kostomakhin N.M. Priority agricultural development in the Tyumen region. *Feeding livestock and fodder production*. 2017;(11):3–8. (In Russ.)

11. Кобрин В.С., Кузубова Л.И. Опасные органические отходы (технология управления): Аналит. обзор. Новосибирск: СО РАН, ГПНТБ, НИОХ. 1995. 122 с.

12. Корниенко А.В., Можяев Е.Е., Костомыхин Н.М. Методика оценки эффективности государственных вложений в НТП. *Главный зоотехник*. 2017;(8):42–50.

13. Костомыхин Н.М., Волынкина М.Г., Ковалева О.В., Иванова И.Е., Кармацких Ю.А. Состояние и перспективы развития животноводства Тюменского региона. *Молочное и мясное скотоводство*. 2019;1:9–13.

14. Кошелев С.Н., Шульгина А.В. Перспективы повышения эффективности инвестиций в сельскохозяйственное производство. *Главный зоотехник*. 2019;(10):48–56.

15. Кулаков А.А. Оценка современного состояния малых коммунальных очистных сооружений канализации. *Вода и экология: проблемы и решения*. 2015;1(61):26–40.

16. Санникова Н.В., Ковалева О.В., Шулепова О.В., Гогмачадзе Г.Д. Пробиотические препараты при очистке сточных вод. *АгроЭкоИнфо*. 2018;4(34):29.

8. Kovaleva O.V., Kazakova N.V., Tazhitdinova S.T. The use of the Kemsime W multi-enzyme complex in the diets of piglets. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2007;6(42):72–73. (In Russ.)

9. Kovaleva O.V., Sannikova N.V. Microbiological treatment system of storage ponds. E3S Web of Conferences: The conference proceedings Innovative Technologies in Environmental Science and Education. Rostov-on-Don: Don State Technical University, 2019. DOI: 10.1051/e3sconf/201913501007.

10. Kovaleva O.V., Sannikova N.V., Shulepova O.V. Eco-friendly microbiological treatment system in animal husbandry. *AgroEcolInfo*. 2019;3(37):26. (In Russ.)

11. Kobrin V.S., Kuzubova L.I. Hazardous organic waste (control technology): Analit. overview. Novosibirsk: SB RAS, State Public Scientific Technical Library, Research Institute. 1995. 122 p. (In Russ.)

12. Kornienko A.V., Mozhaev E.E., Kostomakhin N.M. Methodology for assessing the effectiveness of government investment in scientific and technical progress. *Chief livestock specialist*. 2017;(8):42–50. (In Russ.)

13. Kostomakhin N.M., Volynkina M.G., Kovaleva O.V., Ivanova I.E., Karmatskikh Yu.A. The state and prospects of development of livestock in the Tyumen region. *Dairy and beef cattle breeding*. 2019;1:9–13. (In Russ.)

14. Koshelev S.N., Shulgina A.V. Prospects for improving the efficiency of investments in agricultural production. *Chief livestock specialist*. 2019;(10):48–56. (In Russ.)

15. Kulakov A.A. Assessment of the current state of small municipal sewage treatment plants. *Water and ecology: problems and solutions*. 2015;1(61):26–40. (In Russ.)

16. Sannikova N.V., Kovaleva O.V., Shulepova O.V., Gogmachadze G.D. Probiotic preparations for wastewater treatment. *AgroEcolInfo*. 2018;4(34):29. (In Russ.)

ОБ АВТОРАХ:

Ковалева Ольга Викторовна, кандидат с.-х. наук, доцент
Костомыхин Николай Михайлович, доктор биол. наук, профессор
Лебедько Егор Яковлевич, доктор с.-х. наук, профессор

ABOUT THE AUTHORS:

Olga V. Kovaleva, candidate agricultural sciences, associate professor
Nikolay M. Kostomakhin, Doctor of Biol. sciences, professor
Yegor Ya. Lebedko, doctor agricultural sciences, professor