

УДК 631.147:502.55

## ЭМИССИЯ ЭТИЛМЕРКАПТАНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ СВИНЫХ НАВОЗНЫХ СТОКОВ

Бякова О. В., кандидат биологических наук, доцент<sup>1</sup>

E-mail: aib05@mail.ru

Пилип П. А., обучающийся<sup>2</sup>

E-mail: super-pasha-pilip@yandex.ru

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Вятский государственный агротехнологический университет»,  
г. Киров, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,  
г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Наращивание объемов производства продукции животноводческими предприятиями РФ крайне важно для удовлетворения потребностей населения страны. Однако крупные агрохолдинги становятся источниками загрязнения окружающей среды, в том числе запахового. Запахообразующие вещества синтезируются в микробиологических реакциях разложения навоза и навозных стоков. Неприятным запахом обладают тиолы, или меркаптаны. Активное поступление меркаптанов в атмосферный воздух приводит к нарушению качества жизни и здоровья населения. Для снижения запахового загрязнения и снижения эмиссии этилмеркаптана («запах хряка») рассмотрены различные варианты хранения навозных стоков в условиях лаборатории. Аэрация жидкой фракции навозных стоков способствовала снижению эмиссии этилмеркаптана и быстрому рассеиванию газа в воздухе. Анаэробные условия хранения жидкой фракции, наоборот, способствовали накоплению этилмеркаптана и сильнейшему запаховому загрязнению. Для снижения запахового загрязнения воздуха в производственных условиях рекомендовано использование технологии неоднократного перемешивания содержимого лагун специальными миксерами в течение 10-15 дней до внесения их в пашню.

Ключевые слова: навозные стоки, утилизация навозных стоков, запаховое загрязнение, этилмеркаптан, запах хряка, экологическая проблема

## EMISSION OF ETHYLMERCAPTAN DEPENDING ON DIFFERENT STORAGE CONDITIONS OF PIG MANURE EFFLUENTS

Byakova O. V., candidate of biological sciences, associate professor<sup>1</sup>

E-mail: aib05@mail.ru

Pilip P. A., student<sup>2</sup>



<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“Vyatka State Agrotechnological University”, Kirov, Russia

<sup>2</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russia

Annotation. Increasing the volume of production of livestock enterprises of the Russian Federation is extremely important to meet the needs of the country's population. However, large agricultural holdings are becoming the sources of environmental pollution, including odour pollution. Odour-forming substances are formed in microbiological reactions of manure decomposition and manure effluents. Thiols or mercaptans have unpleasant odor. The active intake of mercaptans into the atmospheric air leads to violating the life quality and the population health. To reduce odor pollution and the emission of ethyl mercaptan ("boar smell"), various options for storing manure effluents in a laboratory are considered. The aeration of the liquid fraction of manure effluents has contributed to the decrease in ethyl mercaptan emissions and rapid dispersion of gas in the air. The anaerobic storage conditions of the liquid fraction, on the contrary, has contributed to accumulating ethyl mercaptan and the strongest odor pollution. To reduce odorous air pollution in production conditions, it is recommended to use the technology of repeatedly mixing the contents of lagoons with special mixers for 10-15 days before applying them to arable land.

Keywords: manure effluents, utilization of manure effluents, odor pollution, ethylmercaptan, boar smell, environmental problem

Введение. Современное промышленное животноводство является источником многочисленных экологических проблем, в число которых входит запаховое загрязнение окружающей среды [4, 9, 12]. Большое количество разнообразных запахообразующих веществ выделяется при микробиологическом разложении основного побочного продукта отрасли – навоза и навозных стоков. Неприятным запахом обладают такие летучие продукты разложения, как сероводород, тиолы (меркаптаны), аммиак, биогенные амины, летучие жирные кислоты, фенолы, альдегиды и многие другие соединения. Активное поступление перечисленных соединений в атмосферный воздух оказывает выраженное негативное влияние на здоровье и качество жизни населения [1, 2, 3]. Одним из нормируемых показателей



запахового загрязнения является наличие в воздухе меркаптанов, в частности этилмеркаптана.

Этилмеркаптан (этантиол) относится к летучим сероорганическим веществам и характеризуется выраженным неприятным запахом, благодаря которому он нашел применение для одорации бытового сжиженного и природного газа. Предельно допустимая концентрация этантиола в атмосферном воздухе городских и сельских поселений, согласно СанПиН 1.2.3685-21, установлена на уровне  $5 \cdot 10^{-5}$  мг/м<sup>3</sup>, при этом порог восприятия запаха соответствующего вещества находится в пределах  $3,2 \cdot 10^{-5}$  – 0,092 мг/м<sup>3</sup> [11], то есть многие люди способны ощущать запах этилмеркаптана даже в том случае, если его содержание в воздухе будет ниже установленных нормативов [17].

Этилмеркаптан является одним из продуктов разложения серосодержащих аминокислот, пептидов и белков, которые поступают из пищеварительного тракта в навозные стоки. Соответствующее вещество более чем в 2 раза тяжелее воздуха, поэтому скапливается в приповерхностных слоях атмосферы, что усугубляет запаховую нагрузку. Сокращение земельных площадей, доступных для пространственной изоляции животноводческих предприятий от селитебных территорий [8, 14], ужесточение норм экологического нормирования качества окружающей среды и повышение спроса населения на благоприятные условия проживания вынуждают сельскохозяйственные предприятия более жестко контролировать выбросы в атмосферу запахообразующих веществ и принимать меры для снижения объемов соответствующих выбросов [6, 7, 13]. В качестве варианта борьбы с запаховым загрязнением, связанным с животноводческими комплексами, могло бы стать производство удобрений из побочных продуктов животноводства (навоза/помета и навозных стоков) [10, 15, 16]. Проблема снижения запахового загрязнения окружающей среды животноводческими предприятиями становится все более актуальной и требует особого внимания [4, 5].



Цель работы – изучить влияние анаэробных и аэробных условий хранения свиных навозных стоков на эмиссию этилмеркаптана.

Материалы и методы исследований. Для выполнения исследований использовали жидкую фракцию (ЖФ), получаемую методом сепарирования удаляемых из навозонакопительных ванн свиных навозных стоков. Время нахождения стоков в ваннах – 10 суток. Влажность ЖФ – 98,2%.

Образцы ЖФ объемом 3 литра помещали в пластиковые пятилитровые емкости и выдерживали в лабораторном помещении при температуре  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$  в условиях слабого естественного освещения. Общее время наблюдений составило 14 дней. Для измерения содержания этантиола в выделяемых из ЖФ газах применяли переносной газоанализатор ГАНК–4.

Варианты эксперимента: 1) ЖФ в открытой емкости; 2) ЖФ в емкости, закрытой крышкой; 3) ЖФ в емкости с принудительной аэрацией. Для аэрации ЖФ использовали регулируемый компрессор AP-45R. Объем подаваемого воздуха – 90 литров в час. Продолжительность аэрации – 2 раза в сутки по 2 часа. Эксперимент выполняли в трех повторах.

Вариант 1 имитировал содержание ЖФ в открытых лагунах, вариант 2 – в крытых лагунах, вариант 3 – в аэрируемых емкостях.

Измерение содержания этилмеркаптана в слое воздуха на высоте 5 см от поверхности ЖФ проводили через каждые 48 часов (1 раз в двое суток) в вариантах 1 и 3. В варианте 3 измерения выполняли через 2 часа после отключения аэратора. В варианте 2 измерения выполняли через 13 суток после начала эксперимента.

Результаты исследований. Выполненные исследования показали, что эмиссия этилмеркаптана из жидкой фракции навозных стоков изменяется во времени. Пик выбросов в атмосферный воздух, соответствующий ЗОВ, наблюдается на третьей сутки хранения ЖФ, затем объем выбросов снижается и



на 9-10 сутки стабилизируется. Полученные результаты эксперимента приведены в таблице.

Таблица – Влияние различных способов обработки жидкой фракции свиных навозных стоков на эмиссию этилмеркаптана

Вариант	Время от начала эксперимента, суток						
	1	3	5	7	9	11	13
	Концентрация этилмеркаптана, мг/м <sup>3</sup>						
1	22,5±6,1	33,8±7,2	20,5±6,0	21,0±7,3	4,2±1,1	5,3±2,0	3,9±1,4
2	22,9±5,9	-*	-	-	-	-	34,9±4,2
3	21,3±5,4	1,2±0,1	0,1±0,0	ниже ПО**	ниже ПО	ниже ПО	ниже ПО

\* – измерения не проводили

\*\*ПО – предел обнаружения

Аэрация ЖФ приводит к значительному сокращению содержания этилмеркаптана в приповерхностном слое воздуха, что обусловлено следующими факторами: механическим удалением этилмеркаптана из приповерхностного слоя с потоком воздуха в период аэрации; созданием аэробных условий, способствующих микробиологическому окислению содержащейся в меркаптанах S<sup>2-</sup>; вовлечением серосодержащих соединений в метаболизм активно развивающейся в аэробных условиях микробиоты. Соответствующее предположение подтверждается тем, что в варианте 3 наблюдалось самое сильное заиливание. Меньше всего илистых частиц за период наблюдений было накоплено в варианте 2, в котором к концу эксперимента содержание этилмеркаптана было самым высоким.

Закключение. Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы.

Аэрация жидкой фракции навозных стоков способствует снижению эмиссии этилмеркаптана и быстрому рассеиванию соответствующих запахообразующих веществ в атмосферном воздухе.



Анаэробные условия хранения ЖФ в крытых лагунах способствуют накоплению этилмеркаптана, в результате чего во время откачивания содержимого лагун и внесения их в пашню происходит сильнейшее запаховое загрязнение прилегающих территорий.

Для снижения запахового загрязнения воздуха можно использовать прием неоднократного перемешивания содержимого лагун специальными миксерами в течение 10-15 дней до внесения их в пашню.

#### Литература

1. Бударина О. В., Пинигин М. А., Яковлев Н. В. Качество жизни населения в районе расположения очистных сооружений – источников неприятного запаха // Водоснабжение и санитарная техника. 2019. № 7. С. 16-22.
2. Бякова О. В., Пилип Л. В. Иммунобиохимический статус свиней при содержании на различных полах // Иппология и ветеринария. 2019. № 4(34). С. 67-73.
3. Гошин М. Е., Бударина О. В., Демина Н. Н. Анализ состояния здоровья населения, проживающего в условиях загрязнения атмосферного воздуха пахучими веществами (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 9. С. 930-938.
4. Пилип Л. В. Анализ экологических рисков отрасли свиноводства в Кировской области // Вестник Вятской ГСХА. 2020. № 1(3). С. 1.
5. Пилип Л. В., Бякова О. В. Выбор средства обучения – залог успеваемости студента в вузе // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Воронеж. 2017. С. 309-312.
6. Пилип Л. В., Сырчина Н. В. Новые подходы к дезодорации свиного навоза // Иппология и ветеринария. 2018. № 4 (30). С. 99-106.



7. Пилип Л. В., Ашихмина Т. Я. Отходы свиноводческих комплексов – проблемы, пути решения // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров, 2017. С. 180-183.
8. Пилип Л. В., Сырчина Н. В., Ашихмина Т. Я. Промышленные свинокомплексы как источники загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2021. № 5 (51). С. 88-91.
9. Пилип Л. В., Сырчина Н. В. Роль аммонификаторов в эмиссии аммиака из свиных навозных стоков // Известия КГТУ. 2023. № 68. С. 46-54.
10. Производство биоорганических удобрений как направление реализации безотходных технологий в свиноводстве / А. В. Сазанов, Ю. Н. Терентьев, Н. В. Сырчина [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 3. С. 85-90.
11. Сырчина Н. В., Пилип Л. В., Ашихмина Т. Я. Контроль запахового загрязнения атмосферного воздуха (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 2. С. 26–34.
12. Сырчина Н. В., Пилип Л. В. Влияние подкисления на эмиссию сероводорода в органических отходах свинокомплексов // Проблемы региональной экологии. 2021. № 4. С. 102-106.
13. Сырчина Н. В., Шубин А. С., Береснева Т. П. Дезодорация свиного навоза, предназначенного для производства удобрений // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров : Радуга-ПРЕСС, 2016. С. 394-397.
14. Сырчина Н. В., Пилип Л. В., Ашихмина Т. Я. Химическая деградация земель под воздействием отходов животноводства // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. С. 219-225.



15. Трансформация микробиоты отходов животноводства под влиянием химических реагентов для устранения запаха / Е. П. Колеватых, Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 4. С. 159-165.
16. Хвосты обогащения фосфоритов Вятско-Камского месторождения как вторичные материальные ресурсы для производства натуральных удобрений / Н. В. Сырчина, Н. Н. Богатырева, Т. Я. Ашихмина, Г. Я. Кантор // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 2. С. 107-114.
17. Чепегин И. В., Андрияшина Т. В Выбросы пахучих веществ в атмосферу. Проблемы и решения // Вестник Казанского Технологического университета. 2013. Т. 16. №10. С. 80-83.

