

УДК 631.95

06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

Комлацкий Григорий Васильевич  
д с.-х. н., профессор  
SPIN-код: 5736-4689

Элизбаров Рубен Валикович  
кандидат с.-х. наук  
*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина 13*

Цель исследования - анализ особенностей производства животноводческой продукции, направленных на снижение выбросов метана, углекислого газа и аммиака. В животноводстве источниками парниковых газов, влияющих на изменение климата, являются выбросы метана из пищеварительного тракта жвачных животных и выделение двуокиси азота из навоза. Одним из перспективных направлений снижения эмиссии является изменение рационов кормления. Использование овса, который содержит меньше клетчатки, чем ячмень, в качестве основного корма у молочных коров приводит к снижению выброса метана на 7-9 %. Значимым вкладом в решение проблемы может стать использование фитогенных кормовых добавок, воздействующих на метаногены. Последователи органического животноводства предлагают для снижения выбросов выпаживать молочным телятам настоек эвкалипта. Снижающее действие оказывает также введение в корм животных небольшого количества морских водорослей вида *Asparagopsis taxiformis*. Лидером по сокращению эмиссии диоксида углерода в атмосферу является Дания, сократившая выбросы CO<sub>2</sub> на 21 %. Способы, направленные на предупреждение негативного воздействия на окружающую среду, реализуются на работающем с 2005 года по датской технологии учебно-производственном комплексе «Пятачок» Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т.Трубилина (г. Краснодар). В целях снижения выбросов агрессивных соединений, навозные каналы оборудованы охлаждающими трубами и железобетонными ваннами для сбора навоза в течение 5-7 дней. Свины всех половозрастных групп содержатся на частично щелевых полах без подстилки. Для снижения выбросов в атмосферу и устранения запахов аммиака вентиляционная система на комплексе оборудована ловушками-фильтрами, что

UDC 631.95

06.02.10 Private animal husbandry, livestock production technology (agricultural sciences)

### **TECHNOLOGICAL ASPECTS OF GREENHOUSE GASES EMISSION REDUCTION IN LIVESTOCK**

Komlatsky Grigory Vasilievich  
Doctor of Agricultural Science, Professor  
RSCI SPIN-code: 5736-4689

Elizbarov Ruben Valikovich  
Cand.Agr.Sci.  
*Kuban state agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, Kalinina, 13*

The purpose of the study is to analyze the features of livestock production aimed at reducing emissions of methane, carbon dioxide and ammonia. In animal husbandry, methane emissions from the digestive tract of ruminants and nitrogen dioxide from manure are sources of greenhouse gases that affect climate change. One of the promising areas is to change the feeding rations. The use of oats, which contains less fiber than barley, as the main feed for dairy cows leads to a decrease in methane emissions by 7-9%, while the use of phytogenic feed additives that affect methanogens can become a significant contribution to solving the problem. Followers of organic animal husbandry suggest feeding eucalyptus infusion to dairy calves to reduce emissions. A small amount of seaweed of the species *Asparagopsis taxiformis* has a reducing effect. The leader in reducing carbon dioxide emissions into the atmosphere is Denmark, which reduced CO<sub>2</sub> emissions by 21%. Methods aimed at preventing a negative impact on the environment are being implemented at the Pyatachok educational and production complex of Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (Krasnodar), which has been operating since 2005 using Danish technology. In order to reduce emissions of aggressive compounds, manure channels are equipped with cooling pipes and reinforced concrete baths to collect manure for 5-7 days. Pigs of all age and sex groups are kept on partially slatted floors without bedding. To reduce air emissions and eliminate ammonia odors, the ventilation system at the complex is equipped with filter traps, which reduces air emissions by 90%. The manure storage is represented by two covered cylindrical concrete tanks with a volume of 2.2 thousand m<sup>3</sup>

позволяет снизить на 90% выбросы в атмосферу. Навозохранилище представлено двумя крытыми бетонными емкостями цилиндрической формы объемом 2,2 тыс.м<sup>3</sup>

Ключевые слова: ЖИВОТНОВОДСТВО, ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ, ЭМИССИЯ МЕТАНА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ, ХРАНЕНИЕ НАВОЗА

Keywords: ANIMAL HUSBANDRY, GREENHOUSE GASES, METHANE EMISSIONS, EMISSION REDUCTION TECHNIQUES, MANURE STORAGE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-181-012>

**Введение.** Одной из актуальных мировых проблем является глобальное потепление. Изменения климата приводят к аномальной засухе, пожарам, наводнениям и другим стихийным бедствиям. За последние 30 лет в 8-10 раз возросло количество засух, в 5 раз- появление мощных ураганов [1]. Одной из главных причин этих явлений являются выбросы в атмосферу парниковых газов (метана, аммиака и др.). По последним данным, в 2020 году глобальный уровень выбросов метана был самым высоким за всю историю наблюдений, причем его концентрации неуклонно из года в год возрастает, начиная с 2007 года.

Принятый Киотский протокол в 1997 году юридически обязывает развитые страны и страны с переходной экономикой, включая Россию, ограничить и снизить поступление в атмосферу выбросов парниковых газов [2]. В 2019 году наша страна присоединилась к Парижскому соглашению, подтвердив свои климатические обязательства, по которым антропогенная эмиссия газов должна не превышать 70-75% от выбросов 1990 года. Следующим этапом в процессе ограничения стал подписанный Указом Президента России от 02.07.2021г. закон № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», который налагает целый ряд обязательств на производителей парниковых газов, вплоть до сокращения поголовья и применения новых технологических решений [3].

Современное индустриальное сельское хозяйство оказывает существенное влияние на изменение климата [4]. Так, в животноводстве источниками парниковых газов являются выбросы метана из

<http://ej.kubagro.ru/2022/07/pdf/12.pdf>

пищеварительного тракта жвачных животных, которые отрыгивают его и другие газы при переваривании травы и сена, а также выделение двуокиси азота из навоза. При этом эмиссия от жвачных животных составляет 64-78% от всех выбросов в животноводческом комплексе [5].

Одна корова с продуктивностью 6-8 тыс. кг молока в год, в среднем, выделяет 70-120 кг метана. Образование метана в организме крупного рогатого скота и овец происходит метаболическим путем за счет потерь углерода, что снижает продуктивность. Во время ферментации часть энергии корма теряется из-за образования метана из  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$ . Эти потери составляют от 4 до 10% от общего количества поступающей в организм энергии и растут с повышением усвояемости клетчатки. Если бы энергия, которая теряется при синтезе метана, была бы перенаправлена по другим биохимическим путям, главным образом на синтез пропионата, то процесс ферментации в рубце мог бы быть более эффективным, что положительно повлияло бы на увеличение веса животного или выработки молока. Несмотря на то, что метан считается «короткоживущим» газом, он улавливает почти в 30 раз больше тепла, чем углекислый газ, оказывая сильное влияние на климат [6]. Сейчас в мире насчитывается более 1,4 миллиарда коров, и на долю животноводства приходится почти 10% всех парниковых газов, образующихся в результате деятельности человека. Без существенных перемен в отрасли, выбросы метана от животноводства к 2050 году вырастут на 16 %, что повлечет за собой еще большие климатические изменения.

Понимая значение экологических угроз цивилизации, исследователи всех стран мира работают над поиском путей снижения выбросов парниковых газов [7].

**Целью исследования** стал поиск технологических приемов, направленных на снижение выбросов в животноводстве.

**Материал и методы исследования.** В ходе выполнения работы были использованы общие методы научного познания.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Одним из перспективных направлений снижения эмиссии метана является изменение рационов кормления. В частности, согласно данным McKinsey, использование кормовых добавок и жиров в рационе может значительно снизить эмиссию газов. Имеются сведения, что включение в рацион лимонного сорго снижает выбросы метана на 15 %. Хорошие результаты получены при использовании в кормлении коров рапсовой муки, которая не только снижает выбросы метана, но и повышает молочную продуктивность.

По результатам исследований ученых Шведского университета сельскохозяйственных наук, использование овса в качестве основного корма молочных коров приводит к снижению выброса метана на 7-9 %, при этом продуктивность не отличается от продуктивности в случае использования ячменя. Вероятно, это связано с меньшим количеством перевариваемой клетчатки, которая содержится в овсе и наличием аскорбиновой кислоты (витамина С), так как метан образуется в переваренной пище. После полной замены ячменя овсом было зафиксировано увеличение надоев, что также можно объяснить тем, что часть жира овса используется в организме животных для производства молока, а меньшее количество клетчатки позволяет лучше использовать белок рациона. Снижению выбросов способствуют более высокое содержание жира, высокий уровень расщепляемого крахмала, меньшее содержание клетчатки, большое количество полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и среднецепочечных жирных кислот (МСФА).. Таким образом, использование овса в качестве основного корма в молочном животноводстве может стать хорошей предпосылкой и основой для разработки концепции снижения выбросов метана в молочном животноводстве. Необходимо также учитывать, что выработка коровами

метана требует увеличения затрат энергии в диапазоне от 2 до 12%, в зависимости от рациона.

Важным вкладом в решение проблемы снижения выбросов газов может стать использование фитогенных кормовых добавок, воздействующих на метаногены [8]. Производимые Delacop добавки, содержащие эфирные масла, травы и пряности, и применяемые в составе кормовых рационов, не только способствуют оптимальной продуктивности и рентабельности, но и являются лучшим решением для сокращения выбросов вредных газов в животноводстве. Связывая транзитный протеин, они повышают эффективность его использования.

Последователи органического животноводства предлагают для снижения выбросов метана выпаивать молочным телятам настой эвкалипта. Согласно недавнему исследованию, опубликованному в «Animal Feed Science and Technology», потенциал экстракта листьев эвкалипта для изменения ферментации рубца и уменьшения эмиссии метана у жвачных животных заключается в его вторичных метаболитах, которые состоят из 1,8-цинеола,  $\alpha$ -пинена, транс-пинокарвеола, п-цимена и пинокарвона. Экстракт листьев, добавляемый в дозе 10 мл на теленка в день, управляет ферментацией рубца, снижая выработку метана без каких-либо отрицательных воздействий на ростовые показатели.

Положительное влияние на снижение эмиссии метана оказывает введение в корм животных небольшого количества морских водорослей вида *Asparagopsis taxiformis*. Особенностью этих водорослей является способность вырабатывать в малых количествах бромформ ( $\text{CHBr}_3$ ), который предотвращает синтез метана в результате взаимодействия с витамином  $\text{B}_{12}$ . Исследователи, которые добавляли водоросли в корм для крупного рогатого скота в течение пяти месяцев, обнаружили, что из-за новой диеты животные выбрасывали в атмосферу на 82% меньше метана. При этом добавка водорослей к рациону никак не влияла на вкус молока.

Также не установлено изменение вкуса мяса при введении добавки мясному скоту. Статья об открытии опубликована в журнале PLoS ONE. Таким образом, кормление коров морскими водорослями — жизнеспособный долгосрочный метод уменьшения выбросов газов. Водоросли снизили выбросы метана крупным рогатым скотом на 82%

По расчетам Бельгийского научно-исследовательского института ILVO, снижение объемов выбросов метана может быть достигнуто за счет увеличения долговечности молочного стада. Так, если выбраковывать на 5% меньше коров и увеличить производство молока на 3 кг на корову в день, то выбросы метана уменьшатся на 11,7% на кг молока. Кроме того, снижение возраста первого отела с 28 до 22 месяцев снижает общий процент выбросов метана на 8,8%, что требует пересмотра интенсивности выращивания нетелей и телок случного возраста.

Страны с интенсивным животноводством решают проблему сокращения выбросов по-разному. Так, в Нидерландах к 2030 году планируется навсегда отказаться от технологии интенсивного животноводства и сократить поголовье скота на 30%. Сокращение выбросов азота является для этой страны столь важным вопросом, что было даже создано министерство природы и азота. С 2022 года правительство начало закупку животных, в основном коров и свиней, для уменьшения размера сектора животноводства и перехода на экстенсивное выращивание, в ущерб мега-фермам.

В передовиках по сокращению эмиссии диоксида углерода в атмосферу является Дания [9;10]. В течение 20 лет с 1990 по 2012 гг. эта страна сократила выбросы CO<sub>2</sub> на 21 % ( для сравнения ( Европа – только на 8%). Датское правительство поддерживает хозяйства, использующие метаногенерацию навоза, строго контролирует условия хранения, транспортировки и внесения навоза в почву в период развития растений..

Приемы, направленные на предупреждение негативного воздействия на окружающую среду, успешно реализуются на работающем с 2005 года по датской технологии учебно-производственном комплексе «Пятачок» Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т.Трубилина ( г.Краснодар) на 220 свиноматок. В частности, в целях снижения эмиссии агрессивных соединений в кормлении используется овес, а навозные каналы оборудованы охлаждающими трубами, размещенными на поверхности канализационных каналов, что снижает эмиссию NH<sub>3</sub> из навоза свиней на 60%.

Потери аммиака, закиси азота и других соединений азота во многом зависят от конструкции полов в свинарниках ( таблица 1) [11].

Таблица 1. Потери азота в зависимости от типов полов в свинарнике

Типы полов в свинарниках для различных групп животных	Потери азота,%
Супоросные свиноматки, содержание в индивидуальных станках	7,0
– частично щелевые полы	30,0
– сплошной пол	
Супоросные свиноматки, свободное содержание в групповых станках	8,0
– щелевой пол+подстилка	23,0
– сплошной пол+ подстилка	43,0
– глубокая подстилка	
Зона опороса свиноматок	
– частично щелевые полы	12,0
– полностью щелевой пол	22,0
Зона доращивания поросят	
– частично щелевые полы	12,0
– полностью щелевой пол	18,0
– глубокая подстилка	51,0
Свинарник- откормочник	
– частично щелевые полы	14,0
– полностью щелевой пол	18,0

Как следует из приведенных данных, наибольшие потери азота имеют место при содержании на глубокой подстилке. Поэтому в Дании более 80% составляет бесподстилочный навоз. На учебно-производственном комплексе «Пятачок», построенном по датскому проекту фирмы «Грокия», свиньи всех половозрастных групп содержатся на частично щелевых полах без подстилки. Для снижения выбросов в атмосферу и устранения запахов аммиака вентиляционная система на комплексе оборудована ловушками-фильтрами, что позволяет снизить на 90% выбросы в атмосферу. Прошедшие двухмесячную стажировку в Дании специалисты УПК «Пятачок» четко выполняют требования по снижению выбросов газов.

. Надо отметить, что, к сожалению, в России большая часть твердых видов органики хранится на грунтовых площадках, а бесподстилочного навоза- в открытых лагунах. На «Пятачке» навозохранилище представлено двумя крытыми емкостями цилиндрической формы, выполненными из армированного железобетона, что предупреждает загрязнение грунтовых вод. Общий объем – 4400 м<sup>3</sup> рассчитан на хранение годового объема навоза. Навоз из заполненного резервуара используется в качестве жидкого органического удобрения и вывозится на поля два раза год специальным оборудованием с емкостью 25 м<sup>3</sup>.

Нельзя забывать, что предприятия индустриального животноводства являются при несоблюдении экологических нормативов источниками потенциального загрязнения биосферы [12]. По экспертным оценкам, в этих хозяйствах более 2 млн. га земли являются загрязненными. Наибольший уровень экологической нагрузки испытывают поля при неправильной утилизации бесподстилочного навоза.

**Заключение.** Современное индустриальное животноводство является одним из источников выбросов парниковых газов, при этом эмиссия от жвачных животных составляет 64-78% от выбросов всего

животноводческого комплекса. Одним из перспективных направлений снижения эмиссии является изменение рационов кормления. Использование овса в качестве основного корма у молочных коров приводит к снижению выброса метана на 8,7%, при этом продуктивность не отличается от продуктивности в случае использования ячменя. Важным вкладом в решение проблемы может стать использование фитогенных кормовых добавок, воздействующих на метаногены. В органическом животноводстве для снижения выбросов целесообразно выпаивать молочным телятам настой эвкалипта. Приемы, направленные на предупреждение негативного воздействия на окружающую среду, успешно реализуются на работающим с 2005 года по датской технологии учебно-производственном комплексе «Пятачок» Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т.Трубилина (г.Краснодар). В целях снижения эмиссии агрессивных соединений, навозные каналы оборудованы охлаждающими трубами, свиньи получают овес. Животные всех половозрастных групп содержатся на частично щелевых полах без подстилки. Для снижения выбросов в атмосферу и устранения запахов аммиака вентиляционная система на комплексе оборудована ловушками-фильтрами, что позволяет снизить на 90% выбросы в атмосферу. Навозохранилище представлено двумя крытыми бетонными емкостями цилиндрической формы. Выполнение экологических требований и использование наилучших доступных технологий защищает окружающую среду от локального загрязнения биосферы.

#### **Литература.**

- 1.Шайтура С.В., Сумзина Л.В., Томашевская Н.Г. и др. Аграрный сектор в онтексте глобального изменения климата // Вестник Курской ГСХА,-2021.-№4.-С. 18-25
- 2.Блам Ю.А., Ковалев С.Ю., Низкоуглеродный тренд в инвестиционной олитике: поиск эффективных адаптационных механизмов,, ЭККО.-2020.-№3.-С.160-1762.
- 3.Ксенофонтов М.Ю., Ползиков Д.А. К вопросу о влиянии климатических изменений на развитие сельского хозяйства России в долгосрочной пер-спективе // Проблемы прогнозирования. 2020.-№ 3.-С.82-93.3.

4.Строков А., Депперманн А., Поташников В. Проблемы адаптации аграрной политики России к целям устойчивого развития // Экономическая политика.-2020.-Т 15.- № 6.-С. 140-165

5.Благовещенский Г.В. Роль травяных агросистем в изменяющемся климате Европы // Природообустройство. 2018.-№3.-С 79-87.

6.Комлацкий В.И. Наилучшие доступные технологии – компромисс между бизнесом и экологией//«Свиноводство», 2017, №7.- С.15-21

7.Комлацкий В.И. Наилучшие доступные технологии как элемент экологической модернизации свиноводства// Политематический сетевой элек-тронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ,2017.№126(2).-IDA[article ID]:1261702041/-Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/41.pdf> DOI 10.21515/1990-4665-126-041

8.V I Komlatsky, G V Komlatsky, A A Mosolov, A N Struk and M E.Eco-friendly ways to feed pigs without antibiotics// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 965, AgroINNOVATION: Innovative Solutions in the Agro-Industrial Complex (AgroINNOVATION 2021) 12th-14th May 2021, Volgograd, Russian Federation.Citation V I Komlatsky et al 2022 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 965 012021 Citation M I Slozhenkina et al 2022 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 981 022102Spivak

9.Комлацкий Г.В. Экологические аспекты производства свинины // Труды Кубанского государственного аграрного университета, №3(36)-2012.-с. 251-255

10.Гайдук В.И., Комлацкий Г.В. Эколого-экономические аспекты промышленного животноводства// Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - №0125(1). — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/01/pdf/30.pdf> Doi:10.21515/1990-4665-125-030

11.Тарасов С.И. Зарубежный опыт экологически безопасного использования бесподстилочного навоза // Техника и технологии в животноводстве.-2017.-№ 3.-С.32-38

12.Комлацкий Г.В. Перспективы развития молочного животноводства в свете принятого «парникового» закона // Институциональные тренды трансформации социально-экономической системы в условиях глобальной нестабильности: мат. V межд. Научно-практ. конф.:текстовое электронно издание // Краснодар, КубГАУ, Краснодарский ЦНТИ.-2021.- С.349-354

## References

1.SHajtura S.V., Sumzina L.V., Tomashevskaya N.G. i dr. Agrarnyj sektor v ontekste global'nogo izmeneniya klimata // Vestnik Kurskoj GSKHA,-2021.-№4.-S. 18-25

2.Blam YU.A., Kovalev S.YU., Nizkouglerodnyj trend v investicionnoj olitike: poisk effektivnyh adaptacionnyh mekhanizmov,, ЕККО.-2020.-№3.-S.160-1762.

3.Ksenofontov M.YU., Polzikov D.A. K voprosu o vliyanii klimaticheskikh izmenenij na razvitie sel'skogo hozyajstva Rossii v dolgosrochnoj per-spektive // Problemy prognozirovaniya. 2020.-№ 3.-S.82-93.3.

4.Strokov A., Deppermann A., Potashnikov V. Problemy adaptacii agrarnoj politiki Rossii k celyam ustojchivogo razvitiya // Ekonomicheskaya politika.-2020.-Т 15.- № 6.-S. 140-165

5.Blagoveshchenskij G.V. Rol' travyanyh agrosistem v izmenyayushchemsya klimate Evropy // Prirodoobustrojstvo. 2018.-№3.-S 79-87.

6.Комлацкий В.И. Наилучшие доступные технологии – компромисс между бизнесом и экологией//«Свиноводство», 2017, №7.- С.15-21

7. Komlackij V.I. Nailuchshie dostupnye tekhnologii kak element ekologi-cheskoj modernizacii svinovodstva// Politematicheskij setevoj elek-tronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. №126(2).-IDA[article ID]:1261702041/- Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/41.pdf> DOI 10.21515/1990-4665-126-041

8. V I Komlatsky, G V Komlatsky, A A Mosolov, A N Struk and M E. Eco-friendly ways to feed pigs without antibiotics// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 965, AgroINNOVATION: Innovative Solutions in the Agro-Industrial Complex (AgroINNOVATION 2021) 12th-14th May 2021, Volgograd, Russian Federation. Citation V I Komlatsky et al 2022 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 965 012021 Citation M I Slozhenkina et al 2022 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 981 022102 Spivak

9. Komlackij G.V. Ekologicheskie aspekty proizvodstva svininy // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, №3(36)-2012.-s. 251-255

10. Gajduk V.I., Komlackij G.V. Ekologo-ekonomicheskie aspekty industri-al'nogo zhivotnovodstva// Nauchnyj zhurnal KubGAU [Elektronnyj re-surs]. - Krasnodar: KubGAU, 2017. - №0125(1). — Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/01/pdf/30.pdf> Doi:10.21515/1990-4665-125-030

11. Tarasov S.I. Zarubezhnyj opyt ekologicheski bezopasnogo ispol'zovaniya bepodstilochnogo navoza // Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve.-2017.-№ 3.-S.32-38

12. Komlackij G.V. Perspektivy razvitiya molochnogo zhivotnovodstva v svete prinyatogo «parnikovogo» zakona // Institucional'nye trendy transformacii social'no-ekonomicheskoj sistemy v usloviyah global'noj nestabil'nosti: mat. V mezhd. Nauchno-prakt. konf.: tekstovoe elektronno izdanie // Krasnodar, KubGAU, Krasnodarskj CNTI.-2021.-S.349-354