

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ АКТИВАЦИИ РАСТВОРОВ В КОРМОПРИГОТОВЛЕНИИ И ПОЕНИИ ЖИВОТНЫХ

В.С. Корко,

доцент каф. электротехнологий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

П.В. Кардашов,

зав. каф. электротехнологий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Приведены результаты исследований технологии получения электроактивированных растворов требуемых параметров и их применения при кормлении и поении молодняка животных.

Ключевые слова: электротехнологии, электроактивированные растворы, приготовление кормов, животноводческие фермы.

The results of research on the technology of obtaining electro activated solutions of the required parameters and their application in feeding and watering young animals are presenting.

Keywords: electrical technologies, electro activated solutions, feed preparation, livestock farms.

Введение

Одной из проблем при кормлении животных, особенно в зимне-весенний период, является избыточное поступление кислот в пищеварительный тракт с силосованными кормами, при ферментации крахмала зерновых кормов, что приводит к их заболеваниям. Кормление переокисленными кормами отрицательно сказывается на молочной продуктивности коров: снижаются удои, ухудшается качество молока (уменьшенная жирность, нередко повышается кислотность). На практике принимают определенные меры по раскислению кормов, в том числе добавлением пищевой соды или других щелочесодержащих веществ [1, 2].

Немаловажным фактором также является баланс антиоксидантов и *pH* питьевой воды. Потребление патогенов с некачественной водой может нарушать баланс полезных микроорганизмов (комменсальных бактерий) с иммунной системой животных и может приводить к негативным последствиям для здоровья, особенно молочных коров [2].

Целью работы является исследование электротехнологии получения активированных растворов требуемых параметров непосредственно на животноводческой ферме применительно к процессам приготовления кормов, подготовки воды и питательных растворов.

Основная часть

Одним из перспективных направлений, позволяющим решить данные задачи, является разработка электротехнологии получения и применения в животноводстве электроактивированных растворов как альтернатива покупным химическим реагентам, биоактивным добавкам. Благодаря своим уникальным свойствам, и, в частности, наличию высокоактивных соединений хлора и кислорода, анолит является эффективным средством дезинфекции поверхностей и воздуха животноводческих помещений, консервантом

силоса, мясной продукции, антисептиком для лечения гнойно-воспалительных процессов и диареи у сельскохозяйственных животных. Католит содержит активированные радикалы с высокой восстановительной способностью, и в биологическом значении является антиоксидантом и стимулятором анаболических процессов. Он оказывает на клетки млекопитающих биостимулирующее, регенерирующее, иммуномодулирующее и бактериостатическое действие [3-5].

Электроактивация, как технология, обеспечивает непосредственно у потребителя (на ферме, в кормоцехе и других объектах) производство пресной или слабоминерализованной воды в метастабильном состоянии с ее последующим использованием в различных технологических процессах в качестве реагента или реакционной среды [5].

Если сравнивать технологии, в которых требуется использовать покупные химические реагенты, с технологиями на основе электроактивированных растворов, то с применением последних имеется ряд преимуществ по их упрощению, уменьшению материальных, транспортных и других расходов, повышению экологичности и безопасности.

При электроактивации слабоминерализованный водный раствор поступает в анодную и катодную камеры электрохимического реактора, разделенные ионопроницаемой мембраной. Под действием электрического тока процессы восстановления у катода и окисления у анода приводят к протеканию электрохимических реакций, в результате которых образуются новые вещества и изменяется вся система межмолекулярных взаимодействий, в том числе структура воды как растворителя. Свойства электроактивированных растворов определяются составом солей в исходной воде, а также видом и режимом электрохимического воздействия, в том числе конструкцией и электрохимическими характеристиками реактора.

При конструировании проточного электрохимического реактора учитывались требования к конструктивным материалам для изготовления рабочих камер (анодной и катодной), электродной системы с токоподводящими устройствами, разделительной мембраны, а также устройств подачи и вывода растворов. Сечения и длина рабочих камер, определяющие производительность установки, устанавливались по нормам использования католита при поении животных (из расчета 5...10 г/кг живой массы). Межэлектродные расстояния определялись по допустимым значениям напряженности электрического поля и плотности тока.

Так как растворы предназначены для кормовых целей, то для изготовления рабочих камер использовали пищевой полиэтилен, электродов – нержавеющую сталь. Электрохимический реактор выполнен из двух соосно установленных труб различных диаметров из нержавеющей стали, между которыми находится трубчатая мембрана, разделяющая межэлектродное пространство на электродные камеры. Трубы герметично закрыты с двух сторон полиэтиленовыми заглушками. Для регулировки подачи раствора $NaCl$ и выхода электроактивированных растворов установлены патрубки с вентилями. В качестве источника питания установки использовали регулируемый им-

пульсный источник питания Б5-92 с регулируемым напряжением в диапазоне 0...30 В и током до 15А.

Переменными факторами при исследовании установки для электроактивации растворов приняты концентрация исходного раствора соли $NaCl$, напряжение питания, подаваемого на электроды, время воздействия. В качестве критериев эффективности электроактивации раствора принята скорость выхода на установившийся режим и пределы изменения pH и окислительно-восстановительного потенциала ($ОВП$) анолита и католита, измеряемые с помощью pH -метра (рис. 1, 2).

Анализ зависимостей показывает, что с течением времени обработки водородный показатель раствора и значение окислительно-восстановительного потенциала увеличивается в анодной камере, изменяется (от нейтрального раствора к кислому) пропорционально увеличению концентрации исходного раствора $NaCl$. В то же время параметры католита pH и $ОВП$ пропорционально изменяются в противоположную сторону (от нейтрального раствора к щелочному). При этом скорость их изменения в большей степени зависит от концентрации исходного раствора $NaCl$, а пределы величин существенно определяются величиной тока, а, значит, количеством электричества, введенного в раствор.

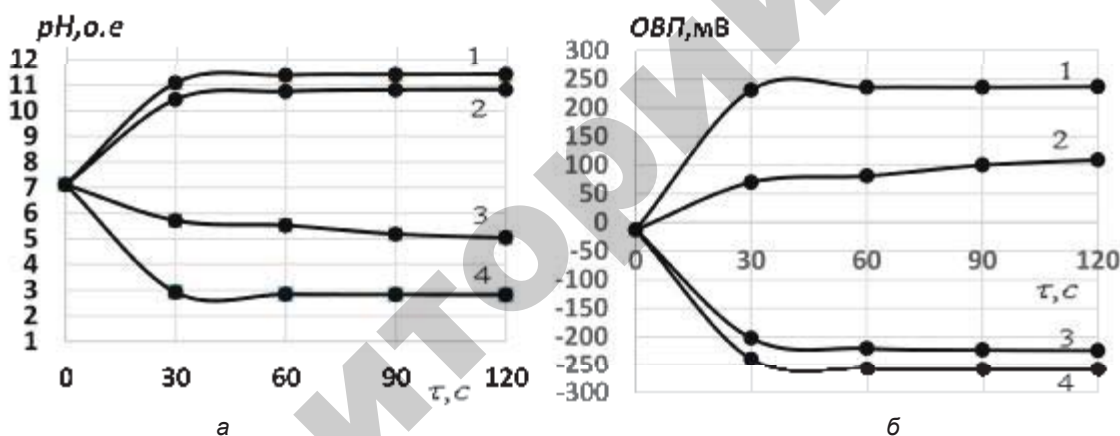


Рис. 1. Кинетика изменения pH (а) и $ОВП$ (б) католита (1, 2) и анолита (3, 4) при концентрации исходного раствора $NaCl$ – 2 г/л и токам 4 А (2, 3) и 6 А (1, 4)

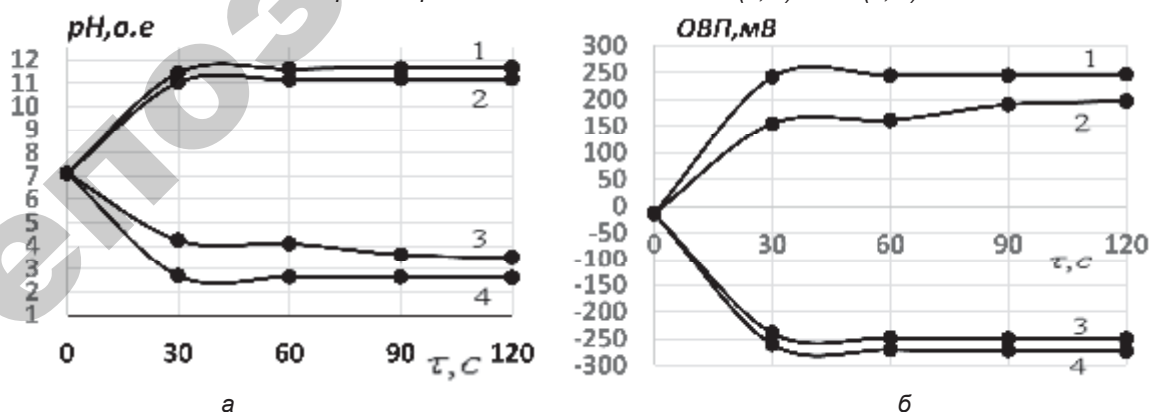


Рис. 2. Кинетика изменения pH (а) и $ОВП$ (б) католита (1, 2) и анолита (3, 4) при концентрации исходного раствора $NaCl$ – 5 г/л и токам 4 А (2, 3) и 6 А (1, 4)

На установившийся режим при токе 6А установка выходит за 30...40 с при всех принятых к исследованию концентрациях раствора NaCl, а при меньшем токе (4А) процесс длится дольше. При этом не достигаются предельные значения рН и ОВП, которые имеют место при токе 6А.

Обработка силоса электроактивированными растворами при подготовке его к скармливанию производилась в основном с целью обеззараживания, нейтрализации образовавшихся вредных кислот и стимуляции физиологических процессов в пищеварительном тракте животных.

В результате испытаний экспериментального образца установки в производственных условиях определены следующие параметры: производительность по католисту – 0,2 м³/ч, по анолисту – 0,19 м³/ч; рабочее напряжение постоянного тока на электродах – 10...15 В. При концентрации исходного раствора NaCl – 5 г/л и токе 6 А получены следующие предельные показатели растворов: анолит (рН_а = 2,63; ОВП_а = +247); католит (рН_к = 11,68; ОВП_к = -273).

При проведении биохимических исследований корма и опытов по кормлению установка настраивалась на другую производительность и достижение рН_а=4,0 и рН_к=11,0 с целью недопущения большего закисления корма по сравнению с базовым значением рН силоса, равным 3,9. Для биохимических исследований (табл. 1) один из образцов первоначально обрабатывался анолитом с рН_а=4,0 в соотношении 4 кг сило-

са к 1 л анолита, выдерживался 1 ч, после чего обрабатывался католистом с рН_к=11,0 в таком же соотношении. Другой образец принят в качестве контроля.

Данные исследований подтверждают эффективность применения электроактивированных растворов по показателям обменной энергии и содержания кормовых единиц. В результате обработки католистом кислотность силоса была доведена до нормальной (рН=4,2) согласно СТБ 1223-2000. Микробиологические исследования не проводились, но обеззараживающее действие анолита не вызывает сомнения, что подтверждается исследованиями других авторов [3-5].

Проверка эффективности применения электроактивированных растворов при поении и кормлении молодняка КРС проводилась в условиях фермы КРС в течение 35 дней. Действие изучаемых факторов оценивалось по методу периодов. Животные подобраны аналогами по породе, возрасту, массе. Условия содержания, другие режимы и рационы кормления в опытных и контрольной группах обеспечены одинаковыми. Опытной группе №2 вместо водопроводной воды 1 раз в неделю давали католит рН=9,0 по 3...5 мл на 1 кг живой массы. Для опытной группы № 3 1 раз в неделю смешивали разовую норму силоса или сенажа с анолитом рН=4,0 в соотношении по массе 4:1, через 30 мин добавляли католит рН=11 в соотношении по массе 4:1, перемешивали и скармливали.

Зоотехнические показатели (табл. 2) оценивались в конце опыта.

Результаты исследований подтверждают теоретические предпосылки по эффективности применения

Таблица 1. Показатели биохимического состава и кормовых качеств силоса

Наименование показателя, массовая доля в сухом веществе	Обозначение ТНПА, устан. требования к продукции	Обозначение ТНПА на метод испытаний	Требования к продукции, установленные в ТНПА	Фактическое значение параметра образца	
				контрольного	обработанного
Массовая доля сухого вещества, %	СТБ 1223-2000	ГОСТ 27548-97, п.7	Не менее 23 – 25	31,39	21,18
Сырой протеин, %	СТБ 1223-2000	ГОСТ 13496.4-93, п. 2	Не менее 7,0 – 10,0	9,08	9,18
Сырая клетчатка, %	СТБ 1223-2000	ГОСТ 13496.2-91, п. 4.2	Не менее 27 – 31	21,02	18,80
Сырая зола, %	отсутствуют	ГОСТ 26226-95, п. 1	Не менее 11 – 15	6,91	7,61
Сырой жир, %	отсутствуют	ГОСТ 13496.15-97	отсутствуют	3,85	3,84
Обменная энергия, МДж/кг	СТБ 1223-2000	СТБ 1223-2000	Не менее 9,0 – 9,4	9,80	9,88
Кормовые ед.	СТБ 1223-2000	СТБ 1223-2000	Не менее 0,81 – 0,88	0,90	0,91

Таблица 2. Зоотехнические показатели использования католита и анолита при поении и кормлении молодняка КРС

Группа	Средняя живая масса одной головы, кг		Прирост живой массы за время опыта на 1 гол, кг	Среднесуточный прирост живой массы, кг	Увеличение прироста живой массы по сравнению с контролем	
	в начале опыта	в конце опыта			в кг	в процентах
1 (контрольная)	179,8	194,7	14,9	0,425	148,8	100
2 (опытная)	176,2	193,2	17,0	0,486	17,01	114,3
3 (опытная)	172,5	188,3	15,8	0,451	157,9	106,1

электрохимически активированной воды в определенных дозах и режимах для поения молодняка животных и кормоприготовления.

В опыте по обработке корма анолитом и католитом прирост живой массы оказался более низким, чем при поении католитом, что указывает на необходимость проведения более длительных опытов и увеличения периодичности применения такого корма, вплоть до ежедневного. Обработанный анолитом и нейтрализованный католитом корм более охотно поедается животными, эффект проявлялся в обеззараживании корма и улучшении микрофлоры желудка животных. Вместе с тем, можно ожидать дополнительного эффекта при большем повышении *pH* корма за счет увеличения дозы или концентрации католита.

Заключение

Электроактивированные растворы можно получать непосредственно на ферме и использовать для обеззараживания, регулирования кислотности кормов, а также в качестве стимулятора роста и продуктивности сельскохозяйственных животных. Производственная проверка применения электроактивированных растворов в процессах поения животных и кормоприготовления подтвердила эффективность предложенных технологических процессов. Увеличение прироста живой массы по сравнению с контролем составляет от 6,1 до 14,3 %.

Задачами дальнейших исследований могут быть вопросы выяснения степени восприимчивости к различным режимам поения животных католитом, кормления смоченными активированной водой кормами, комбинирования кормления и поения разных возрастных групп животных, а также ослабленных и больных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковчик, Н.С. Кормопроизводство: Современные технологии / Н.С. Яковчик; под. общ. ред. С.И. Плященко. – Барановичи: РУПШ «Баранов. укрупн. тип.», 2004. – 278 с.
2. Кормление сельскохозяйственных животных: учебное пос. / В.К. Пестис [и др.]; под ред. В.К. Пестиса. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 540 с.
3. Электротехнология / В.А. Карасенко [и др.]. – М.: Колос, 1992. – 304 с.
4. Пилат, Б.В. Основы электродиализа / Б.В. Пилат. – М.: Аваллон, 2004. – 456 с.
5. Бахир, В.М. Электрохимическая активация: история, состояние, перспективы / Академия медико-технических наук Российской Федерации; под общ. ред. В.М. Бахира. – М.: ВНИИИМТ, 1999. – 256 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 03.01.2019

Информационная измерительная система для измерений физических, геометрических, структурных характеристик материалов

Предназначена для исследования и тестирования состояния материалов и сред на основе анализа закономерностей параметрического воздействия изменяющихся во времени характеристик на частотно-фазовые соотношения зондирующих акустических и электрических колебаний.

Измерительная система успешно применена для изучения свойств и состояния магнитных и немагнитных металлов, полимерных композитов, включая кинетику их перехода к твердому состоянию.



Основные технические данные

Измеряемая величина	Диапазон измерения	Погрешность
Электрическая емкость	20... 1000 пФ	$3 \cdot 10^{-2}$ пФ
Индуктивность	10... 1000 мкГн	$3 \cdot 10^{-2}$ мкГн
Удельная электрическая проводимость	$10^2 \dots 5 \cdot 10^7$ См/м	10^{-3} См/м
Диэлектрическая проницаемость	1...20	10^{-3}
Избыточная температура	100... 500 К	10^{-3} К
Относительные изменения скорости ультразвука	300... 6000 м/с	10^{-5}
Малые перемещения	0... 1 мм	1 мкм