

УДК 621.357.12

UDC 621.357.12

4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и электроснабжение агропромышленного комплекса

4.3.2 – Electrical technologies, electrical equipment and power supply of the agro-industrial complex

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ ДЛЯ КРС

APPLICATION PROSPECTS OF ELECTRICAL TECHNOLOGIES IN FEED PRODUCTION FOR CATTLE

Оськин Сергей Владимирович

д-р.т.н., профессор

[Web of Science Researcher ID T-2132-2019](#)

Scopus Author ID: 57200231297

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7274-5229>

РИНЦ SPIN-код: 2746-7547

kgauem@yandex.ru

Oskin Sergey Vladimirovich

Doctor of Technical Sciences, Professor

[Web of Science Researcher ID T-2132-2019](#)

Scopus Author ID: 57200231297

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7274-5229>

RSCI SPIN-code: 2746-7547

kgauem@yandex.ru

Цокур Дмитрий Сергеевич

к.т.н., доцент

[Web of Science Researcher ID AAE-3289-2019](#)

Scopus Author ID: 57209270248

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3291-810X>

РИНЦ SPIN-код: 1473-9680

dmitry_tsokur@mail.ru

Tsokur Dmitry Sergeevich

Candidate of Technical Sciences, docent

[Web of Science Researcher ID AAE-3289-2019](#)

Scopus Author ID: 57209270248

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3291-810X>

RSCI SPIN-code: 1473-9680

dmitry_tsokur@mail.ru

Николаенко Сергей Анатольевич

к.т.н., доцент

Scopus Author ID: 56485924400

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9974-6667>

РИНЦ SPIN-код: 7921-7271

211521152115@mail.ru

Кубанский Государственный Аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

Nikolaenko Sergey Anatolyevich

Candidate of Technical Sciences, docent

Scopus Author ID: 56485924400

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9974-6667>

RSCI SPIN-code: 7921-7271

211521152115@mail.ru

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

В последнее время во всем мире потребители сельскохозяйственной продукции все больше обращают внимание ее экологической безопасности. Безмерная, порой неоправданная гонка за высокими результатами в сельскохозяйственном производстве приводит к увеличению использования химических препаратов и различных стимуляторов, что в конечном итоге приводит к пагубному воздействию на здоровье человека. Так, токсичные элементы, в частности тяжелые металлы, поступают в организм человека по средствам сельскохозяйственных растений и продуктов животноводства, вызывают раковые заболевания, негативно влияют на сердечно-сосудистую систему. В качестве альтернативы применения химических препаратов является широкое внедрение электротехнологий, в основе которой лежит воздействие на биологические объекты по средства использования электроактивированных растворов, озонозооных смесей и электромагнитных полей разной частоты. Одним из направлений использования электроактивированных растворов является экологически чистое кормопроизводство, в котором при производстве консервированного корма минимизируются внесения химических препаратов. Это возможно достичь за счет консервации анолитом, получен-

Recently, all over the world, consumers of agricultural products are increasingly paying attention to its environmental safety. The boundless, sometimes unjustified race for high results in agricultural production leads to an increase in the use of chemicals and various stimulants, which ultimately leads to a detrimental effect on human health. Thus, toxic elements, in particular heavy metals, enter the human body through agricultural plants and animal products, cause cancer, and negatively affect the cardiovascular system. As an alternative to the use of chemicals is the widespread introduction of electrical technologies, which is based on the impact on biological objects through the use of electroactivated solutions, ozone-air mixtures and electromagnetic fields of different frequencies. One of the areas of using electroactivated solutions is environmentally friendly fodder production, in which the introduction of chemical preparations is minimized in the production of canned fodder. This can be achieved through conservation with anolyte obtained from a diaphragm electroactivator, which creates the necessary acidity of the medium. The use of this technology will allow moving to a new level of environmental safety in the cattle feed industry

ным из диафрагменного электроактиватора, который и создает необходимую кислотность среды. Применение данной технологии позволит перейти на новый уровень экологической безопасности в отрасли кормопроизводства для КРС

Ключевые слова: ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫЕ РАСТВОРЫ, pH, КОНСЕРВАЦИЯ СИЛОСА, ЭЛЕКТРОАКТИВАТОР

Keywords: ENVIRONMENTAL SAFETY, ELECTROACTIVATED SOLUTIONS, pH, SILAGE PRESERVATION, ELECTROACTIVATOR

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-187-015>

Сегодня потребители сельскохозяйственной продукции все больше обращают внимание ее экологической безопасности. Агропромышленный комплекс России постоянно насыщается новым современным оборудованием, которое напрямую связано с биологическими процессами производства. Надежность работы таких установок влияет не только на технологический и прямой ущерб, но и на убытки от нарушения экологии [1].

Погоня за высокими результатами в сельскохозяйственном производстве приводит к повышенному использованию химических препаратов и различных стимуляторов. Постоянные мутации вредных микроорганизмов приводят к использованию или высоких доз препаратов или к внедрению более новых [2-3]. Экологическая безопасность зерновых культур и продуктов их подработки во многом определяют здоровье человека. В процессе питания и дыхания в организм поступают и различные токсичные вещества, к которым относятся тяжелые металлы. Этот вид токсичных составляющих поступает в сельскохозяйственные растения через корневую систему из загрязненной почвы и через листья, которые поглотили это при опрыскивании. В результате многолетних исследований ученые из США, Чехословакии, Германии, РФ пришли к мнению, что нитраты и нитриты негативным образом влияют на здоровье человека, в частности провоцируют у человека развитие болезни нервной и сердечно-сосудистой системы, раковых болезней.

<http://ej.kubagro.ru/2023/03/pdf/15.pdf>

В качестве альтернативы применения химических препаратов является широкое внедрение электротехнологий. К такому виду воздействий на биологические объекты являются использование электроактивированных растворов, озонирование, воздействие электромагнитными полями различной частоты. Целью исследований является определение стратегических направлений внедрения электротехнологий в АПК.

Одним из таких стратегических направлений является качественное кормопроизводство. Это направление требует постоянного проведения научных исследований, поиска эффективных способов и средств заготовки, хранения и приготовления кормов. Установлено, что в процессе заготовки и хранения кормов общие потери питательных веществ могут достигнуть более 30%. Для улучшения сохранности консервированных кормов используют химические и биологические препараты. Однако при этом в корм вносится определенное количество химических соединений и может образовываться еще дополнительно вредные вещества, что нежелательно. Также отдельные препараты требуют соблюдения мер техники безопасности и использование индивидуальных средств защиты. На Северном Кавказе при выращивании крупного рогатого скота в рационе кормления практически всегда присутствует силос.

Динамика созревания силоса содержит следующие этапы. Первый этап связан с развитием микрофлоры. Процесс сбраживания микробами-кислотообразователями приводит к накоплению в корме кислот. Молочно-кислые бактерии здесь определяют главенствующую роль в продуцировании молочной и частично уксусной кислот из углеводов. Получаемые кислоты приятны животным на вкус, легко усваиваются и повышают аппетит. При этом реакция среды корма от кисломолочных бактерий снижается до pH 4,2-4,0 и ниже.

В научных публикациях давно приводятся данные об успешном применении электроактивированных растворов при консервировании си-

лоса и сенажа. Как правило, для консервирования использовался анолит с рН равным 4.0. Таким образом, анолит создает необходимую кислотность среды без внесения каких-то препаратов. Следовательно, применение электроактивированного раствора будет способствовать прохождению первого этапа созревания силоса.

На втором этапе происходит главное брожение, где молочнокислые бактерии продолжают подкислять корм. Почти все неспорообразующие бактерии умирают. Если рассмотреть начало второй фазы, то в силосе, как правило, преобладают кокки. В процессе они сменяются молочнокислыми палочковидными бактериями, отличительной особенностью которых является высокая кислотоустойчивость. В идеальных условиях происходит стабилизация водородного показателя в диапазоне 3.7 - 4.1, что приводит к эффективной консервации силосной массы за несколько дней. Установлено, что для удовлетворительного силосования различных кормов необходимо создавать разное подкисление, зависящее от буферных свойств составных частей растительного сока [3]. Работа буферов проявляется в нейтрализации значительной части ионов водорода. В результате при аккумуляции кислотности, ее уровень может снизиться только в случае отреагирования всего буфера.

Именно в этот период осуществляется накопление кислот, которые тесным образом связаны с буферами. Буферы представляют собой органические вещества в виде протеина и различных солей, которые входят в состав растительного сока. Увеличение количества сырого протеина в период закладки достигается за счет введения мочевины, соевого шрота и мелассы. Определенно, что процесс силосования характеризуется специфическими буферными свойствами. Буферность сока растений находится в некой зависимости от содержащегося в нем белка. Этим и объясняется сложность силосования бобовых культур. В частности в бобовых растениях прослеживается низкое содержание сахара на уровне 3...6% и большого

количества белка –20...40 %. Силосуемость растений связана с запасом моно- и дисахаридов, дающих необходимое подкисление массе. Установлено, что около 60% сахаров переходят в молочную кислоту, тогда появляется возможность определить количество сахара для подкисления корма. Таким образом, многими учеными определены все факторы, влияющие на качество силоса в процессе заготовки. Опять становится главным поддерживать кислотность среды на уровне рН 4.0. Если такого уровня кислотности не достигается, то в большинстве случаев происходит интенсивное размножение микроорганизмов, которые обычно ингибированы анаэробизмом. В результате осуществляется процесс нейтрализации молочной кислоты, и как следствие снижение пищевой ценности силоса. Ингибация видов *Clostridium* происходит до тех пор, пока величина водородного показателя не снизится ниже значения 5.4. В результате описанные выше бактерии, в плохо законсервированном силосе, становятся доминантами среди микрофлоры [4-6]. Протеолитические виды бактерий используют аминокислоты силоса и продуцируют преимущественно масляную кислоту и аммиак, что резко снижает качество силоса.

На третьем этапе происходит постепенное отмирание возбудителей молочнокислого процесса в созревающем силосе. Соотношение кислот в готовом силосе определяет качество силосной массы. В силосной массе высокого качества должно быть следующее соотношение кислот: молочная более 60%, уксусная менее 40%. При этом величина уровня водородного показателя должна составлять более 4.2.

Весь проведенный анализ заготовки и хранения силоса показывает, что необходимо иметь изначально низкий уровень водородного показателя в массе и поддерживать его в течении всего процесса. В течении хранения также не допускать развитие вредных бактерий, которые приводят к потере питательных веществ и образованию масляной кислоты. В тоже время должны сохраняться молочнокислые бактерии, которые устойчивы при рН

4.0 и способны сбразивать гексозы, пентозы и фруктаны. Важная составляющая также этого процесса - это уровень нитратов в силосе. Высокий уровень нитратов в силосной массе может отрицательно влиять на ферментацию.

Было обнаружено исчезновение нитратов в умеренно кислой среде, которые трансформировались в аммиак по средствам промежуточного продукта распада - нитриты. В результате формируется аммоний, который с течением времени поднимает рН и, как следствие, может начаться активная жизнедеятельность клостридий (рН 5.0), что снижает качество силосования. Таким образом, при процессе силосования, для снижения уровня нитратов в силосных культурах, необходимо четко соблюдать технологию производства. Установлено, что при значительном уровне нитратов в силосных культурах, величина которых составляет выше 0,28 %, сам процесс силосования не позволяет гарантировать результативного снижения их содержания. Одновременно с этим объем нитратов, которые попадают в организм животных, находится в прямой зависимости от вида кормления, а также и от его количества.

Таким образом, есть все основания проводить консервацию силоса с использованием электроактивированного раствора в виде анолита. Как показали широкие производственные испытания в ряде хозяйств Ростовской области, Татарстане и Башкортостане, анолит обладает одновременно бактерицидными и фунгицидными свойствами, длительно сохраняет первоначальное качество силосуемых кормов.

Анализ силоса, заложеного консервантом на основе анолита в хозяйствах зерноградского района Ростовской области в 80-90-х годах показал: массовая доля молочной кислоты в общем количестве кислот в пробах кормов составила более 55%, масляной кислоты практически не обнаружено, а уксусная кислота значительно ниже допустимых норм, что соответствует требованиям стандартов, предъявляемым к качеству силоса [7].

Рациональная доза внесения электроактивированного консерванта (ЭАК) в силос из кукурузы составила 10...15 л/т. В совхозе "Нижнекамский" на двух группах коров проводили подробный анализ продуктивности, оказалось, что при скармливании на 1 голову в сутки 25-30 кг кукурузного силоса, обработанного электроактивированным консервантом, продуктивность коров по сравнению с контролем увеличивалась на 8,4%. [7].

Результаты исследований силоса, обработанного электроактивированным консервантом и заложенного в Зерноградском районе, показали: в каждой тонне силоса, увеличена питательность на 20...40 кормовых единиц. Профессорско-преподавательским составом кафедры электрических машин и электропривода Кубанского ГАУ совместно с представителями ЗАО «Нива» Павловского района производился анализ качества силосной массы, обработанного электроактивированным консервантом. В результате было установлено, что обработка электроактивированным консервантом силосной массы привела к увеличению в нем кормовых единиц с 0,22 до 0,29. Одновременно с этим произошло и изменение в количественно соотношении содержания органических кислот. В результате доля молочной кислоты на 1 кг натурального вещества составило 2,21 %, уксусной - 0,85 %. При вскармливании силосной массы коровам наблюдалась тенденция к увеличению удоя и изменению состава получаемого молока в сторону увеличения его жирности.

В 2009 году профессорско-преподавательский состав кафедры ЭМ и ЭП Кубанского ГАУ в открытом акционерном обществе колхоза «Прогресс», расположенный в Гулькевеческом районе, произвел закладка кукурузного силоса в объеме 2500 т. Перед этим кукурузный силос был обработан электроактивированным консервантом. В ноябре 2009 года был произведен анализ исходного материала, результатом которого явилась высокая оценка. В июне следующего года повторно был осуществлен анализ

кукурузного силоса, качество корма соответствовало первому классу. Все хозяйственные проверки показали минимальное содержание нитратов по сравнению с силосом, заложенным на основе биозаквасок – ниже в 5-8 раз.

На кафедре электрических машин Кубанского ГАУ продолжают исследования в данной области и идет процесс модернизации электроактиваторов. В результате такой работы получен электроактиватор, который имеет производительность до 500 л/час при водородном показателе анолита 3-3,5. Внешний вид активатора представлен на рисунке 1. Все лабораторные эксперименты показывают его качественную работу и удобство в управлении.

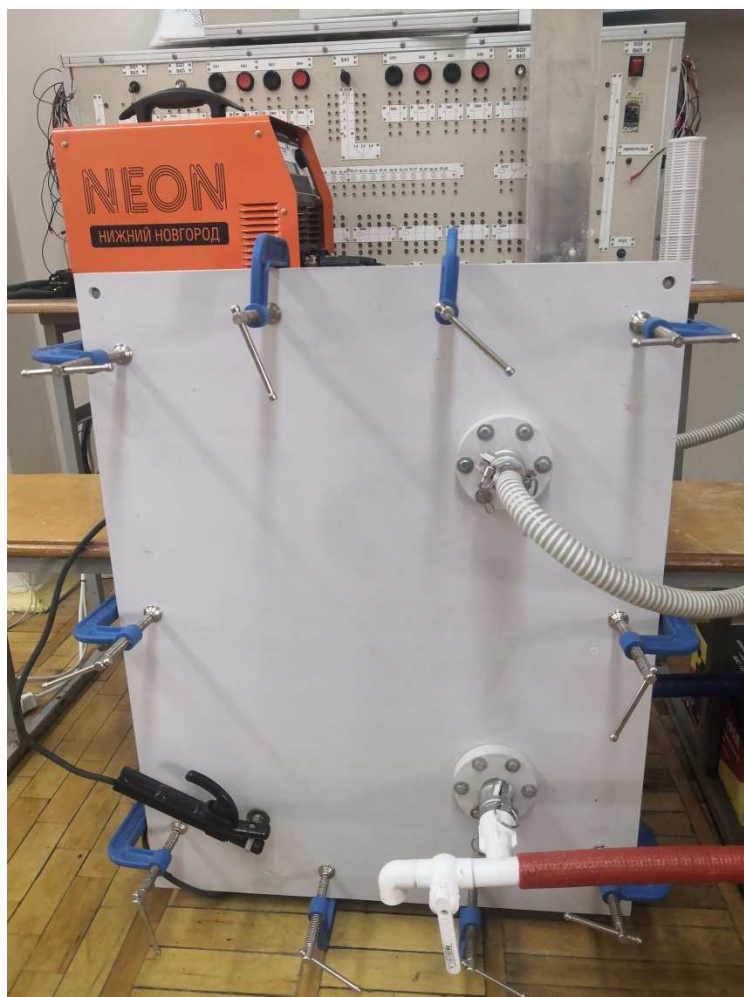


Рисунок 1. Внешний вид электроактиватора

На основании проведенных исследований установлено следующее. Необходимо повышать экологическую составляющих кормов для сельско-

хозяйственных животных. На всех этапах консервации силоса нужна кислая среда порядка рН равное 4. Такую среду можно создать путем консервации анолитом, полученным из диафрагменного электроактиватора. Многолетние производственные испытания консервации силоса электроактивированным консервантом показали, что получаемый корм экологически чист, имеет высокое качество и животные при кормлении таким силосом повышают продуктивность. Необходимо продолжать работы в этом направлении и создать электроактиватор, отвечающий всем требованиям эксплуатации.

Список литературы

1. Оськин С.В., Тарасенко Б.Ф. Надежность технических систем и экологический, экономический ущерб в сельском хозяйстве Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 101. С. 985-1004.
2. Инновационные пути повышения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции//Оськин С.В. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2010. № 24. С. 147-154.
3. Оськин С.В. Повышение экологической безопасности сельскохозяйственной продукции./С.В. Оськин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. №5, 2011, с.21-23.
4. Боярский Л.Г. Технология приготовления силоса. - М.: Агропромиздат, 1988. - с.13-20.
5. Таранов М.Л. Химическое консервирование кормов. - М.: Колос, 1982.- 143с.
6. Бойко И.И. Консервирование кормов. - М.: Россельхозиздат, 1980. - 174 с.
7. Технология заготовки кормов из трав с применением химических консервантов. /Рекомендации МСХ БССР, ЦНИИМЭСХ, БелНИИЖ - Минск: Урожай, 1982.- 50 с.

References

1. Os'kin S.V., Tarasenko B.F. Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem i eko-logicheskij, ekonomicheskij ushcherby v sel'skom hozyajstve Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvenno-go agrarnogo universiteta. 2014. № 101. S. 985-1004.
2. Innovacionnye puti povysheniya ekologicheskoy bezopasnosti sel'skohozyajstvennoj produkcii//Os'kin S.V. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 24. S. 147-154.
3. Os'kin S.V. Povyshenie ekologicheskoy bezopasnosti sel'skohozyajstvennoj produkcii./S.V. Os'kin// Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. №5, 2011, s.21-23.
4. Boyarskij L.G. Tekhnologiya prigotovleniya silosa. - M.: Agropromizdat, 1988. - s.13-20.
5. Taranov M.L. Himicheskoe konservirovanie kormov. - M.: Kolos, 1982.- 143s.

6. Воjко I.I. Konservirovanie kormov. - M: Rossel'hoizdat, 1980. -174 s.
7. Tekhnologiya zagotovki kormov iz trav s primeneniem himicheskikh konservan-tov. /Rekomendacii MSKH BSSR, CNIIMESKH, BelNIIZH -Minsk: Urozhaj, 1982.- 50 s.