

УДК 631.367

UDC 631.367

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМБИКОРМА

THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF THE GAS MEDIUM ON THE QUALITATIVE AND PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF COMPOUND FEED

Чернышев Алексей Дмитриевич
Старший преподаватель
РИНЦ SPIN-код= 5899-2853
Рязанский институт (филиал) Московского Политехнического университета, Рязань, Россия

Chernyshev Alexey Dmitrievich
Senior Lecturer
RSCI SPIN-code= 5899-2853
Ryazan Institute (branch) of the Moscow Polytechnic University, Ryazan, Russia

Костенко Михаил Юрьевич
д.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код= 2352-0690
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Kostenko Mikhail Yurievich
Dr.Sci.Tech., associate professor
RSCI SPIN-code= 2352-0690
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

Мурог Игорь Александрович
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код= 1901-8980
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Murog Igor Alexandrovich
Dr.Sci.Tech., associate professor
RSCI SPIN-code= 1901-8980
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

Безносук Роман Владимирович
к.т.н., доцент кафедры
РИНЦ SPIN-код= 1616-3982
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Beznosuk Roman Vladimirovich
Cand.Tech.Sci., associate Professor
RSCI SPIN-code= 1616-3982
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

Рембалович Георгий Константинович
д.т.н. доцент
РИНЦ SPIN-код= 9656-2331
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Rembalovich George Konstantinovich
Dr.Sci.Tech., associate professor
RSCI SPIN-code= 9656-2331
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

Комбикорм - это сложный по составу и рецептуре продукт. При его хранении происходит изменение показателей качества отдельных компонентов, при этом происходит окисление жиров, распад белка, потеря энергетической ценности. Комбикорм, независимо от способа его приготовления, рассыпных комбикормов и гранулированных, выработанных по одному рецепту, подвержен порче. В процессе хранения рассыпного и гранулированного комбикорма для кур несушек при одинаковых условиях влажности в течение 80

Compound feed is a complex product in composition and formulation. During its storage, there is a change in the quality indicators of individual components, while fat oxidation, protein breakdown, and loss of energy value occur. Compound feed, regardless of the method of its preparation, loose compound feeds and granular, developed according to the same recipe, are susceptible to spoilage. During the storage of loose and granular compound feed for laying hens under the same humidity conditions for 80 days, losses of the main components occur, such as the content of crude

суток происходят потери основных компонентов, таких как содержание сырого протеина, жира, каротина, при этом процентное изменение компонентов отслеживается в одних и тех же пределах. Ограниченный срок хранения комбикорма показывает значительное снижение пищевой ценности, которая доходит до 20% от первоначальных значений, что приводит к потере его питательных веществ и свойств, таких как: каротин, витамины, жир, сырой протеин, зола. Во время хранения комбикорма остро встает вопрос о повышении предельного срока хранения и препятствованию потере основных компонентов, в том числе и на ранних стадиях хранения. Обеспечение повышения устойчивости комбикорма при краткосрочном и долгосрочном хранении выполняется при введении в состав комбикорма и окружающую его среду специальных веществ, стабилизаторов, препятствующих распаду основных компонентов комбикорма. К таким стабилизаторам можно отнести регулируемые и не регулируемые газовые среды (РГС), при этом газовая среда подбирается под определенный сельскохозяйственный продукт. Установлено, что для хранения комбикорма подходит среда углекислого газа, которая не только сохраняет компоненты комбикорма в пределах допустимых значений, но и при взаимодействии с водой образует угольную кислоту, которая является хорошим антисептическим средством. Угольная кислота препятствует развитию патогенной микрофлоры. Анализируя зарубежный опыт хранения зерна, зернопродуктов из которых производят комбикорма, в анаэробной среде можно сделать вывод о том, что такой способ хранения снижает окислительные процессы, проходящие в продукции, при этом происходит потеря влаги, а сохранность основных компонентов обусловлена приостановлением химических процессов. Основные направления исследований упаковки комбикорма для краткосрочного и долгосрочного хранения проводились в России с 80-х годов двадцатого века. Применение углекислого газа, азота, оксида углерода в аграрной промышленности нашли свое обоснование при хранении фруктов (яблоки, груши, вишня, слива и другие), при этом активно применять газовую среду для упаковки комбикормов начали после их отправки в районы дальнего севера. Специальные герметичные вагоны заполняли газом с заданным комбикормом. Такой способ упаковки и транспортировки подходил как для рассыпного комбикорма, так и для гранулированного, в дальнейшем технологию доработали, и комбикорма в районы крайнего севера стали отправлять брикетированными. В процессе изготовления гранулированный комбикорм нагревается до высоких температур, в зависимости от оборудования нагрев может доходить до 80 °С.

protein, fat, carotene, while the percentage change of components is monitored within the same limits. The limited shelf life of compound feed shows a significant decrease in nutritional value, which reaches up to 20% of the original values, which leads to the loss of its nutrients and properties, such as: carotene, vitamins, fat, crude protein, ash. During the storage of compound feed, the issue of increasing the shelf life limit and preventing the loss of the main components, including at the early stages of storage, is acute. Ensuring an increase in the stability of compound feed during short- and long-term storage is carried out when special substances, stabilizers that prevent the decay of the main components of compound feed are introduced into the compound feed and its environment. Such stabilizers include regulated and unregulated gas media (CSG), while the gas medium is selected for a specific agricultural product. It has been established that a carbon dioxide medium is suitable for storing compound feed, which not only preserves the components of compound feed within acceptable values, but also forms carbonic acid when interacting with water, which is a good antiseptic. Carbonic acid prevents the development of pathogenic microflora. Analyzing the foreign experience of storing grain, grain products from which compound feed is produced, in an anaerobic environment, it can be concluded that this storage method reduces the oxidative processes taking place in the products, while moisture loss occurs, and the safety of the main components is due to the suspension of chemical processes. The main directions of research on compound feed packaging for short-term and long-term storage have been carried out in Russia since the 80s of the twentieth century. The use of carbon dioxide, nitrogen, carbon monoxide in the agricultural industry has found its justification in the storage of fruits (apples, pears, cherries, plums, and others), while actively using a gas environment for the packaging of compound feeds began after they were sent to the regions of the far north. Special sealed wagons were filled with gas with donated compound feed. This method of packaging and transportation was suitable for both loose mixed feed and granular, later the technology was refined, and mixed feed began to be sent briquetted to the regions of the far north. During the manufacturing process, the granulated feed is heated to high temperatures, depending on the equipment, the heating can reach up to 80 °C. Also, when heated, easily digestible compounds for animals are formed, which are a good breeding ground for microorganisms, which limits its storage conditions. Briquetting technology involves freezing granulated feed. In the future, when researching the packaging of compound feed in gas environments, the emphasis was placed on the storage of grain, grain products, components of concentrated feed in sealed silos. Basic studies have shown that with this method of packaging, the main components do not disintegrate, while the shelf life has tripled. The main direction of

Также при нагреве образуются легко усваиваемые соединения для животных, которые являются хорошей питательной средой для микроорганизмов, что ограничивает его условия хранения. Технология брикетирования предполагает заморозку гранулированного комбикорма. В дальнейшем, при исследованиях упаковки комбикорма в газовых средах акцент сделали на хранение зерна, зернопродуктов, компонентов концентрированных кормов в герметичных силосах. Основные исследования показали, что при таком способе упаковки основные компоненты не распадаются, при этом срок хранения увеличился в три раза. Основным направлением исследований в области упаковки и хранения компонентов комбикормов занимался профессор М.Г. Голика. Технология исследования заключалась в устойчивом от внешних факторов окружающей среды хранении комбикорма в полиэтиленовых рукавах с закачкой в них продуктов горения метана. При такой технологии полиэтиленовый рукав наполнялся оксидом углерода, концентрация кислорода снижалась с 21 % до 2%, а количество угарного газа возрастало до 90%. Сжигание газа проводилось в специальных установках – генераторах сжигания газов. В дальнейших исследованиях в качестве топлива для сжигания применялся не только метан, но и попутный газ, который, по сути, представлял собой смешение нескольких горючих газов, но и биогаз. Для формирования специального буфера, который отсекал хранящийся комбикорм от воздуха, применяли азот, процентное соотношение которого доходило до 12. Основным преимуществом такой технологии являлась простота конструкции и не сложная схема реализации. Технология легко подстраивалась под действующие, разработанные силосы, применялась при закладке зернопродуктов и концентрированных кормов в полиэтиленовые рукава. Основное направление исследований было направлено на отслеживание потерь влаги, каротина, сырого протеина, клетчатки. В условиях отсутствия кислорода наблюдали незначительные потери этих компонентов, от 6 до 14 %, что значительно улучшило показатели хранения в упаковке с доступом воздуха

Ключевые слова: КОМБИКОРМ, УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ, ХРАНЕНИЕ КОМБИКОРМА, РЕГУЛИРУЕМАЯ ГАЗОВАЯ СРЕДА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-189-018>

research in the field of packaging and storage of feed components was carried out by Professor M.G. Golika. The technology of the study consisted in the storage of compound feed in polyethylene hoses, resistant to external environmental factors, with the injection of methane combustion products into them. With this technology, the polyethylene sleeve was filled with carbon monoxide, the oxygen concentration decreased from 21% to 2%, and the amount of carbon monoxide increased to 90%. Gas combustion was carried out in special installations – gas combustion generators. In further studies, not only methane was used as fuel for combustion, but also associated gas, which, in fact, was a mixture of several combustible gases, but also biogas. To form a special buffer that cut off the stored feed from the air, nitrogen was used, the percentage of which reached 12. The main advantage of this technology was the simplicity of the design and not a complicated implementation scheme. The technology easily adapted to the existing, developed silos, was used when laying grain products and concentrated feed in polyethylene sleeves. The main direction of research was aimed at tracking the loss of moisture, carotene, crude protein, fiber. In the absence of oxygen, insignificant losses of the etiquette of the components were observed, from 6 to 14%, which significantly improved the storage performance in a package with air access

Keywords: COMPOUND FEED, CARBON DIOXIDE, STORAGE OF COMPOUND FEED, REGULATED GAS ENVIRONMENT

Введение

Комбикорм - это сложный по составу продукт, рецептура которого подбирается под определенный вид сельскохозяйственного животного, в основном в состав комбикорма входит зерно, до 60% от общего объема смеси, кукуруза, до 15 %, премиксы, травяная мука, витаминно-минеральные добавки, при этом все компоненты должны отражать питательную ценность концентрированного корма [4]. Комбинированные корма являются рационом питания большинства сельскохозяйственных животных, в рационе питания свиней он занимает до 80%, для отдельных отраслей птицеводства рацион комбикорма доходит до 100%. Правильная рецептура подбора комбикорма позволяет сбалансировать подход к кормлению сельскохозяйственных животных. Применение кормов, в рецепте которых в основном применяются зерновые (злаковые) культуры способствуют хорошему усвоению комбикорма свиньями и птицами, область хорошей перевариваемости таких кормов варьируется от 70 до 90%. В рационе комбикормов для крупного рогатого скота в основном применяют зерно, жмых, шроты, отруби, а для птицы и свиней добавляют элементы с повышенным содержанием жира, подсолнечник, кукуруза и другие компоненты.

Для сохранения всех питательных элементов комбикорм упаковывают в контейнер с газомодифицированной средой. Обоснование параметров газовой среды определяется исходя из состава комбикорма. Для обоснования параметров газовой среды была разработана специальная методика, заключалась в следующем: в мягкие контейнеры засыпается комбикорм, и хранение его осуществлялось в различных газовых средах. В первом мягком контейнере осуществлялось хранение комбикорма в воздушной газовой среде, а в следующих контейнерах хранение производилось в регулируемой газовой среде. Для этого в мягкие контейнеры подавали азот с целью вытеснения кислорода, а после подавали определенное количество углекислого газа. Количество

углекислого газа варьировалось в диапазоне от 5 до 40 грамм с интервалом в 5 грамм.

В качестве мягких контейнеров использовались полиэтиленовые пакеты размером 600*500*100 со специальным технологическим отверстием для откачки и (или) закачки в газовой смеси (обратный клапан). При этом все мягкие контейнеры хранились при одинаковых условиях, а именно, влажности, величины наружного давления и температуры окружающей среды. Для исследований был приобретен комбикорм для бройлеров ПК-5 до 45 дней выполненный по СТО 01535720-009-2019, который изготовлен 21.10.2022 года. Контрольную пробу перед началом эксперимента для получения исходных показателей качества хранимого комбикорма отбирали при затаривании экспериментальных образцов.

Анализ показателей проводили в сертифицированном государственном бюджетном учреждении Рязанской области, в ветлаборатории. В лаборатории исследовали на анаэробные и аэробные виды токсинообразующих веществ. Исследование основных компонентов, к которым относятся влага, зола, сырой жир и белок, клетчатка, которые формируют энергетическую ценность концентрированного корма. Все виды исследований проводились на поверенном сертифицированном оборудовании. При этом отбор проб для исследований производился с поверхности и из глубины массы комбикорма, где предположительно могли формироваться очаги бактерий [5].

Методы и материалы исследований

В процессе эксперимента для контроля содержания углекислого газа в мягких контейнерах с комбикормом использовался газоанализатор многокомпонентный МАГ-6П. Для этого через клапан мягкого контейнера вводили иглу пробоотборника прибора и проводили измерение (рисунок 1).

По окончании эксперимента отбиралась пробная партия из каждого экспериментального образца в объеме 2 кг. Число отобранных экспериментальных образцов составило десять для каждого вида хранения. Анализ микробиологического исследования, проведенного в ГБУ РО «Рязанская облветлаборатория» показал, что во всех образцах до хранения и после хранения не обнаружено бактерий рода *Salmonella*, токсинообразующих анаэробов и энтеропатогенных типов кишечной палочки, при применении усовершенствованной технологии хранения комбикормов в мягких контейнерах с модифицированной газовой средой, несмотря на увеличенный, в сравнении с требованиями, сроком хранения до 58 дней.

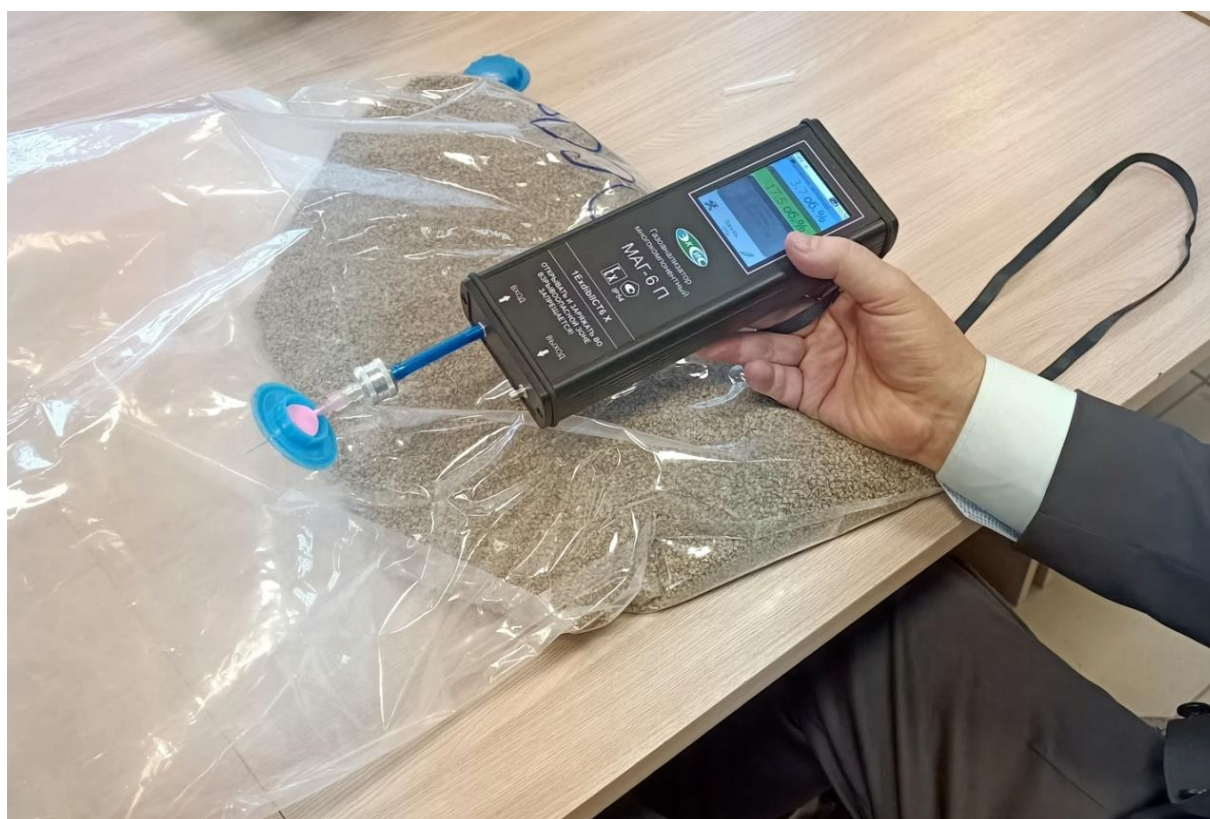


Рисунок 1 – Контроль содержания углекислого газа в мягких контейнерах с комбикормом газоанализатором МАГ-6П

Для подтверждения эффективности применения усовершенствованной технологии хранения комбикормов в мягких контейнерах с модифицированной газовой средой были проведены исследования показателей качества и физико-химических показателей.

Результаты исследований

Анализ результатов исследований показателей качества и физико-химических показателей установил, что процессы, влияющие на сохранность комбикорма, зависят от газовой среды. Установлено, что азот, являющийся инертным газом, способствует вытеснению кислорода из мягких контейнеров и не вступает в химические реакции с компонентами комбикорма. Так же установлено, что углекислый газ оказывает угнетающее действие на микробиологическую среду на поверхности гранул комбикорма, а также соединяясь с водой образует угольную кислоту, которая вступает в химические реакции с компонентами комбикорма.

На основании полученных данных проведенных исследований показателей качества и физико-химических показателей комбикорма были построены следующие графические зависимости массовой доли сырого протеина от количества CO_2 , массовой доли сырого жира от количества CO_2 , массовой доли сырого клетчатки от количества CO_2 и обменной энергии от количества CO_2 . Графические изменения показателей качества комбикорма от количества углекислого газа показаны на рисунке 2.

Анализируя графическую зависимость потерь сырого протеина обозначенного на рисунке 2 видно, что при небольших концентрациях углекислого газа массовая доля сырого протеина при длительном хранении комбикорма практически не изменяется. Необходимое количество газовой среды возможно получить путем смешивания азота и углекислого газа. Наилучший результат сохранности на основании оценки массовой доли сырого протеина был получен при концентрации углекислого газа 20,4%,

что соответствует 10 грамм на экспериментальный мягкий контейнер размерами 600мм*500мм*100мм заполненный 5 кг комбикорма.

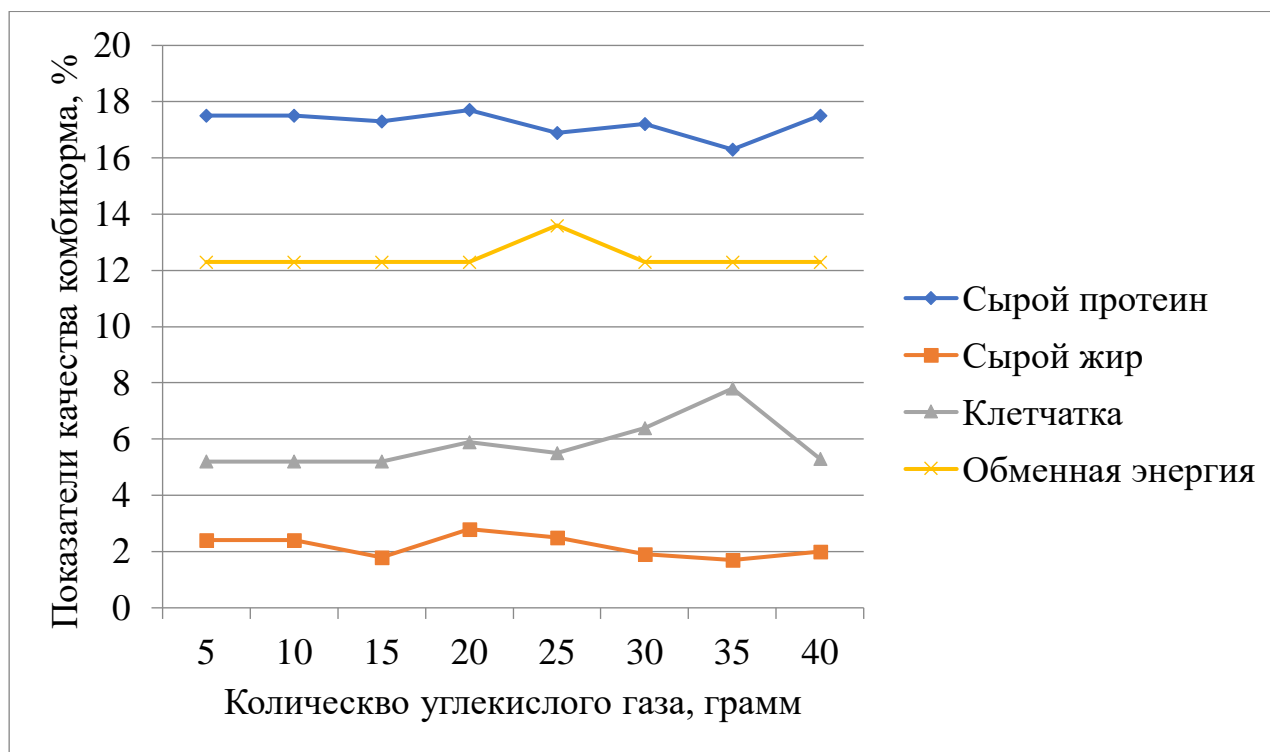


Рисунок 2 – Графическая изменяя показателей качества комбикорма от количества CO₂

Установлено, что при небольших концентрациях углекислого газа массовая доля жира при длительном хранении комбикорма существенно не изменялась. Некоторая нестабильность величины массовой доли жира вызвана погрешностью применяемого метода лабораторной оценки и составляла $\pm 0,50\%$. Рациональным значением концентрации углекислого газа является 20,4%, что позволяет обеспечить сохранность массовой доли жира в комбикорме при снижении расхода углекислого газа для создания необходимых условий хранения.

Анализ изменения показателей клетчатки показал, что при небольших концентрациях углекислого газа массовая доля клетчатки при длительном хранении комбикорма практически не изменяется.

Существенного изменения массовой доли клетчатки при концентрации 20,4% не происходит, что позволяет рекомендовать данную концентрацию в качестве рациональной для хранения комбикорма. С увеличением концентрации углекислого газа происходит некоторое увеличение доли сырой клетчатки. Наибольший рост наблюдается при увеличении концентрации углекислого газа свыше 50,9%, что соответствует 25 граммам углекислого газа на экспериментальный мягкий контейнер размерами 600мм*500мм*100мм заполненный 5 кг комбикорма.

Анализируя изменения обменной энергии видно, что при небольших концентрациях углекислого газа обменная энергия при длительном хранении комбикорма имеет максимальное значение при концентрации 50,9%. Данный факт связан с погрешностью метода определения и не оказывает существенного значения на полученный результат. Рациональным значением для хранения комбикорма в среде смеси газов азота и углекислого газа является 10 грамм, что соответствует концентрации углекислого газа 20,4%.

Заключение

Таким образом, установлено, что рациональной концентрацией углекислого газа при хранении комбикорма в мягких контейнерах составляет 20%, при чем, азот в составе газовой среды используется для вытеснения кислорода и подготовки необходимой газовой среды, при этом азот частично обеззараживает комбикорм и мягкий контейнер. Увеличение концентрации углекислого газа отрицательно не сказывается на упаковке комбикорма и сохранности его основных компонентов. Установлено, что для обеззараживания мягкого полиэтиленового контейнера размером 600*500*100, подачу азота следует осуществлять по времени около 10 секунд. Предложено использовать азот для продувки мягкого контейнера с целью удаления кислорода посредством замещения свободного объема. Так же азот ограничивает содержание углекислого газа, образующего с

водой угольную кислоту, которая не только угнетает патогенную микрофлору, но и вступает в реакцию с компонентами комбикорма.

Библиографический список

1. Исследование способов хранения комбикормов / А. Д. Чернышев, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 170. – С. 273-281. – DOI 10.21515/1990-4665-170-019. – EDN CCEQTS.
2. Семенов А.В. Хранение комбикормов в бескислородной газовой среде / А.В. Семенов, В.М. Долбаненко // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск, 2015. - С. 45-50.
3. Макашев, А. П. Применение углекислоты при хранении рыбы [Текст]. - Москва: Пищепромиздат, 1959. - 138 с.
4. К вопросу хранения комбинированных кормов в среде углекислого газа / А. Д. Чернышев, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 168. – С. 248-260. – DOI 10.21515/1990-4665-168-018. – EDN EVJJQD.
5. Исмадова, Ш. Н. Изменение химического состава комбикормов при хранении / Ш. Н. Исмадова, Ш. Ж. Юлдашева // Universum: технические науки. – 2019. – № 5(62). – С. 49-52.

References

1. Issledovanie sposobov xraneniya kombikormov / A. D. Cherny`shev, M. Yu. Kostenko, R. V. Beznosyuk [i dr.] // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 170. – S. 273-281. – DOI 10.21515/1990-4665-170-019. – EDN CCEQTS.
2. Semenov A.V. Xranenie kombikormov v beskislородnoj gazovoj srede / A.V. Semenov, V.M. Dolbanenko // Nauka i obrazovanie: opy`t, problemy`, perspektivy` razvitiya: mat-ly` mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. - Krasnoyarsk, 2015. - S. 45-50.
3. Makashev, A. P. Primenenie uglekisloty` pri xranenii ry`by` [Tekst]. - Moskva: Pishhepromizdat, 1959. - 138 s.
4. K voprosu xraneniya kombinirovanny`x kormov v srede uglekislogo gaza / A. D. Cherny`shev, M. Yu. Kostenko, R. V. Beznosyuk [i dr.] // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 168. – S. 248-260. – DOI 10.21515/1990-4665-168-018. – EDN EVJJQD.
5. Ismatova, Sh. N. Izmenenie ximicheskogo sostava kombikormov pri xranenii / Sh. N. Ismatova, Sh. Zh. Yuldasheva // Universum: texnicheskie nauki. – 2019. – № 5(62). – S. 49-52.