

УДК 631.367

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

**К ВОПРОСУ ХРАНЕНИЯ
КОМБИНИРОВАННЫХ КОРМОВ В СРЕДЕ
УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА**

Чернышев Алексей Дмитриевич
Доцент кафедры
*Рязанский институт (филиал) Московского
Политехнического университета, Рязань, Россия*

Костенко Михаил Юрьевич
д.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код= 2352-0690

Безносук Роман Владимирович
к.т.н. доцент кафедры

Рембалович Георгий Константинович
д.т.н. доцент
*Рязанский государственный
агротехнологический университет имени П.А.
Костычева, Рязань, Россия*

Ушаков Олег Валентинович
к.с.- х.н. старший преподаватель
Академия права и управления ФСИН России

Ликучев Артем Игоревич
преподаватель кафедры ТМ и РМ для преподавания на ФДП и СПО
*Рязанский государственный
агротехнологический университет имени П.А.
Костычева, Рязань, Россия*

Комбинированные корма составляют основу рациона в свиноводстве (до 70% рациона) и птицеводстве (до 90% рациона) и служат дополнительным кормом в других направлениях. При хранении комбикорма возможно окисление жиров так как у измельченных частиц отсутствует оболочка, при этом жирные кислоты вступают в непосредственный контакт с атмосферным кислородом, что приводит к окислению полиненасыщенных жирных кислот. Наиболее активной является группа CH₂, которая взаимодействует с атмосферным кислородом. В результате окисления жиров накапливаются продукты распада, которые имеют неприятный вкус и запах, и могут быть не пригодны для кормления животных. Продуктами разложения жиров в комбикорме являются устойчивые соединения альдегидов, гидроксикислот, кетонов и других веществ. Предполагается затаривание с одновременным заполнением его углекислым

UDC 631.367

05.20.01-Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

**TO THE QUESTION OF COMBINED FEEDS
STORAGE IN CARBON DIOXIDE
ENVIRONMENT**

Chernyshev Alexey Dmitrievich
Associate Professor of the Department
*Ryazan Institute (branch) of the Moscow
Polytechnic University, Ryazan, Russia*

Kostenko Mikhail Yurievich
Dr.Sci.Tech., associate professor
RSCI SPIN-code= 2352-0690

Beznosuk Roman Vladimirovich
Candidate of Technical Science,
Associate Professor of the Department

Rembalovich George Konstantinovich
Dr.Sci.Tech., associate professor
*Ryazan State Agrotechnological University named
after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Ushakov Oleg Valentinovich
candidate of agricultural sciences, Senior Lecturer
*Academy of Law and Management of the Federal
Penitentiary Service of Russia*

Likuchev Artem Igorevich
lecturer
*Ryazan State Agrotechnological University named
after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Combined feeds form the main part of the diet in pig farming (up to 70% of the diet) and poultry farming (up to 90% of the diet) and serve as additional feed in other areas. During the storage of mixed feed, fat oxidation is possible since the crushed particles do not have a shell, while the fatty acids come into direct contact with atmospheric oxygen, which leads to the oxidation of polyunsaturated fatty acids. The most active group is CH₂, which interacts with atmospheric oxygen. As a result of fat oxidation, decomposition products accumulate, which have an unpleasant taste and smell, and may not be suitable for feeding animals. The decomposition products of fats in mixed feed are stable compounds of aldehydes, hydroxy acids, cetones and other substances. It is supposed to be packed with simultaneous filling of it with carbon dioxide and storage of mixed feed in sealed soft containers of the Big-Bag type. Since the molar mass of carbon dioxide is higher than the molar

газом и хранение комбикорма в герметичных мягких контейнерах типа Биг-Бэг. Так как молярная масса углекислого газа выше молярной масса газов воздушной среды, то они в том числе, кислород вытесняются из контейнера при заполнении углекислым газом. В результате сжатия мягкого конвейера перед герметизацией количество углекислого газа снижается. Мягкий герметичный контейнер с комбикормом является закрытой системой и в процессе хранения комбикорма в среде углекислого газа при возможном окислении части растительных жиров и белков снижается количество углекислого газа. Это позволяет сохранить питательные вещества комбикормов в течение длительного времени

mass of air gases, they, including oxygen, are displaced from the container when filled with carbon dioxide. As a result of the compression of the soft conveyor before sealing, the amount of carbon dioxide is reduced. A soft sealed container with mixed feed is a closed system and during the storage of mixed feed in a carbon dioxide environment, with the possible oxidation of some vegetable fats and proteins, the amount of carbon dioxide decreases. This allows us to preserve the nutrients of mixed feeds for a long time

Ключевые слова: ХРАНЕНИЕ
КОМБИНИРОВАННЫХ КОРМОВ, СРЕДА
УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Keywords: COMBINED FEED STORAGE,
CARBON DIOXIDE ENVIRONMENT

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-168-018>

Введение

Корма всегда были и остаются важной компонентой для животноводства, они определяют ценовую политику на мясную, молочную и рыбную продукцию. На протяжении многих веков перед человечеством встает вопрос по выбору правильных способов длительного хранения зерновых культур, используемых в животноводстве. Это относится и к хранению концентрированных кормов.

В первую очередь стоит заметить, что к комбинированным кормам относят как зерно злаковых и бобовых культур, отходы производства (отруби, жмыхи, шроты), высушенные остатки крахмального, свекольно-сахарного и бродильного производств, так и концентрированные комбикорма промышленного производства.

Материал и объект исследований

Комбинированные корма составляют основу рациона в свиноводстве (до 70% рациона) и птицеводстве (до 90% рациона) и служат дополнительным кормом в других направлениях.

Хранение комбикормов основано на их свойствах, в первую очередь к факторам, влияющим на состояние продукции и сохранность питательности, являются влажность и температура комбикормов и окружающей среды, а также доступ воздуха к продукту.

Для сохранения качества и питательной ценности комбикормов и их компонентов существуют следующие мероприятия:

- правильное размещение комбикормов, выполнение условий, предупреждающих слеживание комбикормов, приготовленных по различным рецептам;

- систематическое наблюдение за состоянием комбикормов при хранении;

- поддержание нормального состояния в складах и на территориях предприятий, содержание в должной чистоте всего оборудования, а также транспортных средств.

Продолжительность хранения концентрированных кормов напрямую зависит от температуры, уровня влажности в помещении, а также газовых факторов. После подготовке кормов к хранению необходимо выбрать способ их размещения на складе, существуют 2 способа – это хранение насыпью или в мешках (холщовых, полиэтиленовых, крафт-мешках).

В течение длительного наблюдения за кормами было выяснено, что общее количество микроорганизмов при хранении рассыпных комбикормов в крафт-мешках было значительно меньшим, чем при хранении насыпью. Это особенно заметно при длительных сроках. Например, можно привести данные исследований И.П. Александровой [1] о влиянии вида упаковки на потери каротина при хранении не гранулированной травяной муки (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика хранения не гранулированной травяной муки

Наименование	Время хранения, мес.			
	1	3	4	6
Насыпь	21,5	45,0	52,0	54,5
Холщовые мешки	20,0	43,5	49,0	52,0
Крафт-мешки	18,5	33,5	38,0	39,5
Полиэтиленовые мешки	16,3	31,5	36,4	36,9

К режимам хранения измельченного концентрированного корма можно отнести следующие способы:

- хранение комбикормов в сухом состоянии (влажность до критического уровня);
- хранение комбикормов при пониженных температурах;
- хранение комбикормов без доступа воздуха.

В данных режимах все живые компоненты продукции переходят в анабиотическое состояние, т.к. замедляется газообмен, развитие микроорганизмов и клещей [2].

Методы исследований

Способ предполагает затаривание и хранение комбикорма в мягкие контейнеры типа Биг-Бэг с одновременным заполнением его углекислым газом. Так как молярная масса углекислого газа выше молярной масса кислорода и других газов, содержащихся в воздухе то все газы воздушной среды, в том числе, кислород вытесняются из контейнера. В то же время углекислый газ может вступать в реакцию со свободной водой комбикорма внутри мягкого контейнера, в результате чего образуется угольная кислота. Взаимодействие угольной кислоты с белками и жирами комбикорма приводит к снижению его кормовой ценности. С целью ограничения воздействия с углекислым газом, его излишки удаляют путем сжатия

мягкого контейнера с последующей его герметизацией. Для осуществления этого процесса было разработано устройство упаковки сельскохозяйственных продуктов (рисунок 1).

Устройство (рисунок 1) состоит из мягкого контейнера 1, с вкладышем 2, который вставляется в кассету 3. Кассета представляет собой грузовую платформу 4 со стенками, выполненными в виде двух попарно жестко закрепленных стенок, которые соединены друг с другом шарнирно, а над кассетой установлены вальцы 5, образующие опорную поверхность. Грузовая платформа оборудована подвижным днищем 6, причем ее подъем осуществляется пневматическими баллонами 7. Устройство содержит загрузочный бункер 8 и запаечный аппарат 9. Так же устройство снабжено газобаллонной установкой 10 с иглой-инъектором 11 [3].



Рисунок 1– Устройство для упаковки упругих сельскохозяйственных продуктов.

При установке в кассету контейнера типа Биг-Бэг петли закрепляют на специальных крючках, а стенки кассеты закрывают замками. При загрузке комбикорма днище кассеты опущено в нижнее положение, вкладыш из полиэтиленовой пленки полностью раскрыт. В момент загрузки и по мере заполнения контейнера комбикормом осуществляется инъекционная подача углекислого газа для вытеснения воздушной среды. Загрузку контейнеров следует проводить в хорошо проветриваемом помещении или под навесом, для исключения отравления персонала углекислым газом. Для вытеснения из контейнера излишков углекислого газа производят сжатие мягкого контейнера в кассете, предварительно направив загрузочную горловину полиэтиленового вкладыша к запечному аппарату. Уплотняя комбикорм в Биг-Бэге, добиваемся уменьшения скважистости и вытеснения излишков углекислого газа, а затем запаиваем горловину полиэтиленового вкладыша. После запайки снижаем давление в пневматических баллонах и контейнер под действием собственного веса опускается в нижнее положение. После чего раскрываем кассету, извлекаем загруженный комбикормом контейнер из кассеты.

Мягкий герметичный контейнер с комбикормом является закрытой термодинамической системой. В процессе хранения комбикорма в среде углекислого газа происходит окисление растительных жиров и белков, в результате количество углекислого газа в герметичном контейнере снижается, так же идут другие биохимические процессы в комбикорме, в результате которых так же возможно выделение паров воды, кислорода и других химически активных веществ.

При хранении комбикорма возможно окисление жиров, так как у измельченных частиц отсутствует оболочка, при этом жирные кислоты вступают в непосредственный контакт с атмосферным кислородом, что приводит к окислению полиненасыщенных жирных кислот. Наиболее активной является группа CH_2 , которая взаимодействует с атмосферным

кислородом. В результате окисления жиров накапливаются продукты распада, которые имеют неприятный вкус и запах, и могут быть не пригодны для кормления животных. Продуктами разложения жиров в комбикорме являются устойчивые соединения альдегидов, гидроксикислот, китонов и других веществ.

Академиком Семеновым Н.Н. открыт механизм окисления ненасыщенных жиров, который представляет собой цепную реакцию обуславливающую окисление свободных радикалов с обоснованием пероксидов. При накоплении пероксидов происходит ускорение процесса окисления, то есть окислительный процесс в начальный период хранения происходит медленно, а затем при образовании продуктов распада, существенно ускоряется [4].

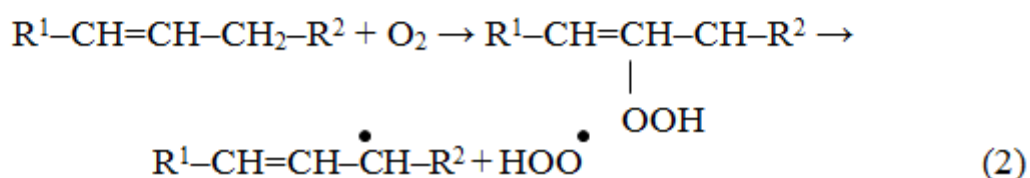
Таким образом, при хранении комбикорма уже на начальном этапе следует ограничить окисление жирных кислот комбикорма. Следует отметить, что процесс окисления жиров существенно ускоряется в присутствии металлов переменной валентности: кобальт, марганец, железо, медь. При увеличении температуры хранения, воздействия ультрафиолетовых лучей, так же происходит значительное ускорение процесса окисления жиров. При добавлении в комбикорм семян масличных структур, возможно ферментативное окисление жиров. Присутствие в семенах масличных ферментов липазы и линоксиеназы, способствует гидролизу жира, в результате чего происходит прогоркание жира.

Окисление ненасыщенных жирных кислот можно описать следующими химическими реакциями:

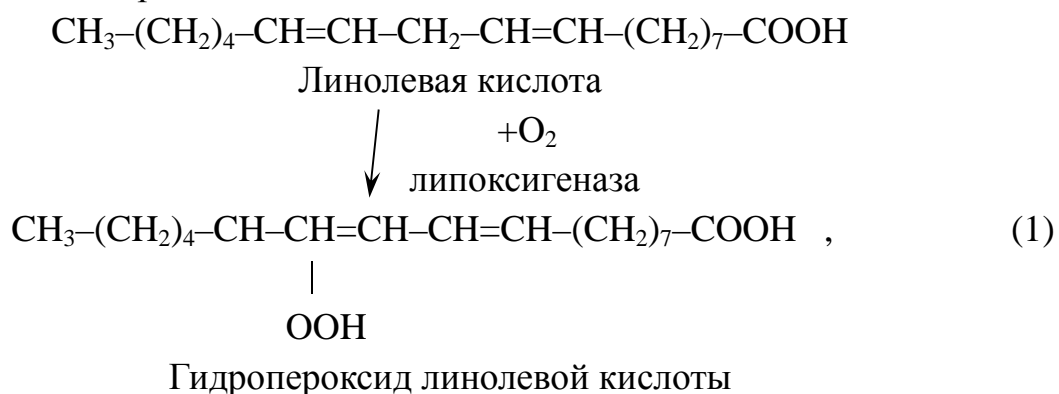
а) прогоркание жира:



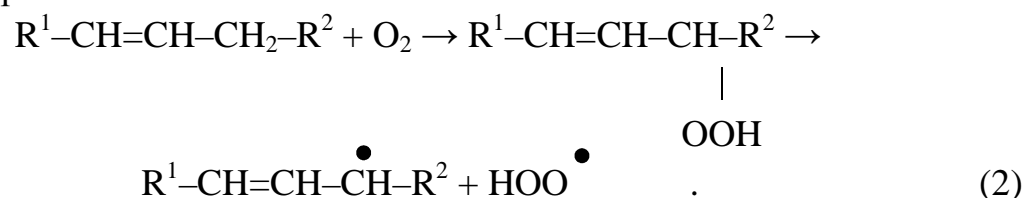
б) порча жиров:



а) прогоркание жира:



б) порча жиров:



Учитывая, что углекислый газ хорошо растворяется в жире, он частично замещает кислород, что способствует замедлению окисления, кроме того, под действием углекислого газа снижается воздействие

микроорганизмов, способствующих окислительной порче жира. Наличие углекислого газа замедляет образование перекисей, которые способствуют ускоренному окислению [5].

В процессе химического взаимодействия количество вещества в герметичном мягком контейнере не меняется. Учитывая что в процессе хранения комбикорма, возможно окисление жирных кислот, то при прогаркании жира на окисление линолевой кислоты до гидропероксида линолевой кислоты на малярную массу 280,4 г/моль тратится около 32 г/моль кислорода, что соответствует уменьшению объема кислорода в герметичном мягком контейнере на 22,4 литра. Учитывая, что наибольшее содержание жиров в комбикорме для птицы составляет не более 5 %, то возможное содержание жиров в мягком контейнере составляет 35 кг. Следует отметить, что в процессе хранения окисляется только часть жиров непосредственно контактирующих с кислородом газовой среды, а объем газовой смеси ограничен, то возможно снижение интенсивности окислительного процесса за счет замены кислорода углекислым газом.

Молярная масса углекислого газа $M(CO_2) = 44,00995 \frac{г}{моль}$ и молярная масса кислорода $M(O_2) = 31,9988 \frac{г}{моль}$. Для окисления жиров требуется в два раза больше молей углекислого газа, чем кислорода, таким образом максимальное количество газовой среды в мягком контейнере составляет 160 литров и это соответствует приблизительно 7 молям углекислого газа, что потенциально может окислить около 3 молей линолевой кислоты. Уменьшение объема газовой среды в мягком контейнере будет способствовать снижению количества углекислоты, а соответственно и уменьшению интенсивности прогаркание и окисления жиров. Лабораторные исследования содержания жиров при длительном хранении в герметичном контейнере в среде углекислого газа показали незначительное снижение живого жира по сравнению хранением в

обычной воздушной среде. Следует отметить, что часть углекислого газа может растворяться в жирных кислотах без снижения их качественных показателей.

$$\nu = \frac{m}{M}, \quad (3)$$

где, ν – количество вещества, м³; M – молярная масса газовой среды, кг/моль; m – масса газовой среды внутри герметичного мягкого контейнера, кг.

При это количество вещества можно выразить через объем газа.

$$\nu = \frac{V_{\Gamma}}{V_{M}}, \quad (4)$$

где, V_{Γ} – объем газа при нормальных условиях; V_{M} – молярный объем газа при нормальных условиях равный 22,4 г/моль.

Скважистость комбикорма определяется выражение (3)

$$S = \frac{V_n - V}{V_n} \cdot 100 \quad (5)$$

где S - скважистость, %; V_n — общий объем внутри герметичного мягкого контейнера, м³; V — истинный объем комбикорма, м³.

С учетом скважистости общий объем газовой среды будет равен:

$$V_{\Gamma} = \frac{V_n \cdot S}{100} \quad (6)$$

Таким образом, можно определить начальную и конечную массу газовой среды. При заполнении и герметизации комбикорма в мягких контейнерах типа Биг-Бэг следует осуществлять под прессовку, для удаления лишней газовой среды. Для этой цели была разработана установка, представленная на рисунке 2.



Рисунок 2 – Общий вид экспериментальной установки для упаковки комбикормов в герметичный мягкий контейнер типа Биг-Бэг с полиэтиленовым вкладышем.

Особенностью данной установки является наличие пневматических баллонов для вытеснения излишнего углекислого газа. После уплотнения проводилась запайка полиэтиленового вкладыша.

Результаты исследований

Внедрение технологии хранения комбикормов в газовой среде проводилось в ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» Сараевского района Рязанской области. Хранение комбикорма в среде углекислого газа осуществляли в течение трех месяцев, после чего проводили анализ качества питательной ценности комбикормов.

Требования к оборудованию создания газовой среды:

- концентрация кислорода в РГС в мягких герметичных контейнерах должна быть менее 3%;

- при сроке хранения 3 месяцев удельный расход РГС должен быть менее 2 м³/т;
- температура корма во время хранения в РГС не должна повышаться более 303 К (30°С).

Применение предложенной технологии хранения комбикормов в газовой среде ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» Сараевского района Рязанской области позволило снизить потери питательных веществ при хранении комбикорма в течении 3 месяцев:

- каротина на 67%;
- сырого жира на 41,2 %;
- сырого протеина на 19,6 %.

Выводы

Продолжительность хранения концентрированных кормов напрямую зависит от температуры, уровня влажности в помещении, а также газовых факторов. Предполагаемый способ затаривания и хранения комбикорма в мягкие контейнеры типа Биг-Бэг с одновременным заполнением его углекислым газом увеличить длительность хранения комбикорма. Так как молярная масса углекислого газа выше молярной масса кислорода и других газов, содержащихся в воздухе, то воздушная среда в контейнере замещается углекислым газом. Это позволяет сохранить питательные вещества комбикормов в течение длительного времени.

Библиографический список

1. Александрова, И. П. Исследование способов снижения потерь каротина при хранении травяной муки из несеяных луговых трав [Текст]: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. (05.18.03) / Всесоюзный заочный институт пищевой промышленности. – Москва: [б. и.], 1973. – 39 с.
2. Руководство по ветеринарно-санитарной экспертизе и гигиене производства мяса и мясных продуктов / [Костенко Ю. Г. и др.]; Под ред. М. П. Бутко, Ю. Г. Костенко. – 2-е изд., исправленное и дополненное – М.: РИФ "Антиква", 1994. – 607 с.

3. Способ упаковки сельскохозяйственных продуктов и кормов, в частности, чувствительных к воздействию кислорода Бышов Н.В., Борычев С.Н., Безносюк Р.В., Зарубин И.В., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К., Гайдуков К.В., Ревич Я.Л., Жуков В.Д. Патент на изобретение RU 2672026 C1, 08.11.2018. Заявка № 2018106756 от 22.02.2018.

4. Семенов, Н. Н. (1896-). Избранные труды: в 4 т. / Н. Н. Семенов. - М.: Наука, 2004. – 250 с.

5. Химия жиров: [Учеб. по спец. "Технология жиров" / Б. Н. Тютюнников, Ф. Ф. Гладкий, З. И. Бухштаб и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1992. – 447 с.

References

1. Aleksandrova, I. P. Issledovanie sposobov snizhenija poter' karotina pri hranenii travjanoy muki iz nesejanyh lugovyh trav [Tekst]: Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk. (05.18.03) / Vsesojuznyj zaochnyj institut pishhevoj promyshlennosti. – Moskva: [b. i.], 1973. – 39 s.

2. Rukovodstvo po veterinarno-sanitarnoj jekspertize i gigiene proizvodstva mjasa i mjasnyh produktov / [Kostenko Ju. G. i dr.]; Pod red. M. P. Butko, Ju. G. Kostenko. – 2-e izd., ispravlennoe i dopolnennoe – М.: RIF "Antikva", 1994. – 607 s.

3. Sposob upakovki sel'skohozjajstvennyh produktov i kormov, v chastnosti, chuvstvitel'nyh k vozdejstviyu kisloroda Byshov N.V., Borychev S.N., Beznosjuk R.V., Zarubin I.V., Kostenko M.Ju., Rembalovich G.K., Gajdukov K.V., Revich Ja.L., Zhukov V.D. Patent na izobretenie RU 2672026 C1, 08.11.2018. Zajavka № 2018106756 ot 22.02.2018.

4. Semenov, N. N. (1896-). Izbrannye trudy: v 4 t. / N. N. Semenov. - М.: Nauka, 2004. – 250 s.

5. Himija zhirov: [Ucheb. po spec. "Tehnologija zhirov" / B. N. Tjutjunnikov, F. F. Gladkij, Z. I. Buhshtab i dr.]. – 3-e izd., pererab. i dop. – М. : Kolos, 1992. – 447 s.