

## СМЕСИТЕЛЬ-ФЕРМЕНТЕР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА

*Ключевые слова:* бактерии, закваска, конструктивно-технологическая схема, смеситель-ферментатор, ферментация.

*Аннотация.* Предложена схема смесителя-ферментатора для получения кормов с высоким содержанием белка, приведено описание рабочего процесса, указаны преимущества перед аналогами.

Для получения высоких результатов в животноводстве необходима хорошая кормовая база, сбалансированность существующих кормовых рационов по белку и углеводам. В последнее время одним из наиболее перспективных путей получения кормового белка является микробиологический синтез.

Сельскохозяйственные производители ищут наиболее простой и дешевый способ получения кормов с высоким содержанием белка, каковым, на наш взгляд, является применение заквасок [7, с. 110].

Для получения ферментированного корма с помощью заквасок в ферментаторе готовят питательную среду из малоценного корма (например, соломы) и горячей воды. Добавляют в нее первичную закваску, приготовленную в первичном ферментаторе и перемешивают. Далее идет процесс ферментации, по окончании которого из ферментатора выходит корм с высоким содержанием белка. Наиболее интенсивно процесс ферментации протекает при влажности питательной среды 55 %, температуре 55 °С. Особенностью получения ферментированных кормов является то, что процесс начинается в жидкофазной, а заканчивается в твердофазной среде с перемешиванием материала. Поэтому конструкция смесителя-ферментера, в котором получают белковый корм, должна учитывать данное обстоятельство.

Поэтому с целью снижения энергозатрат и времени на получение ферментированных кормов, повышения интенсификации процесса ферментирования, расширения функциональных возможностей смесителя нами разработан смеситель-ферментатор (рис. 1). Агрегат состоит из бункера 1, который установлен на раме 2, окна 3 для загрузки и выгрузного патрубка 4 для выгрузки ферментируемого материала, выгру-

жающего шнека 5, заслонки 6, рабочего органа 7, электродвигателя 8, редуктора 9, пульта управления 10 и системы поддержания постоянной температуры, включающей нагревательный элемент 11, слой теплоизоляции 12, датчики температуры 13 и реле температуры, регистрирующие элементы которых смонтированы на пульте управления 10.

Предлагаемый смеситель-ферментер может работать в двух режимах: смешивания и ферментирования.

При работе агрегата в режиме смешивания в бункер 1 через загрузочное окно 3 в зависимости от рациона загружают необходимые компоненты: измельченную солому, корнеплоды, концентрированные корма, различные добавки. Грубые корма измельчают измельчителем грубых кормов и, если степень измельчения недостаточна – молотковой дробилкой [9, с. 68], предназначенной специально для этих целей. Для измельчения концентрированных кормов в настоящее время широко применяют дробилки зерна с пневматической подачей материала в дробильную камеру [2, с. 150]. В данных дробилках применяется усовершенствованная система загрузки, которая позволяет повысить их пропускную способность на 15–20 % [3, с. 47]. Для очистки измельчаемого материала использована специальная система очистки [5, с. 3–137], позволяющая выделять из зерна до 100 % нежелательных металломагнитных, 60 % мелких и 100 % крупных минеральных примесей. Подготовку корне- и клубнеплодов ведут в измельчителе корнеплодов [8, с. 41].

После загрузки смешиваемых компонентов с помощью пульта управления смеситель-ферментер устанавливают в режим «смешивание».

Необходимое качество смешивания достигается за счет особой конструкции рабочего органа смесителя-ферментатора (рис. 2), который состоит из вала 1, внутреннего 2 и внешнего 3 ленточных шнеков, скребков 4, крепящихся к валу 1 с помощью стержней 5. Скребки 4 выполнены в виде витка спирали с шагом, равным половине длины  $L$  внутреннего пространства бункера с диаметром, равным внутреннему диаметру  $D$  бункера. Внешний ленточный шнек 3 с высотой витков  $h$  выполнен диаметром  $3/4D$  и шагом  $1/6L$ , а внутренний шнек 2 с высотой витков  $3/2h$  выполнен диаметром  $2/5D$  и шагом витков  $1/4L$ . Витки шнеков 2 и 3 выполнены под углом, меньшим угла естественного откоса смешиваемого материала.

По окончании процесса перемешивания готовую смесь выгружают через выгрузной патрубок 4 с помощью выгружающего шнека 5.

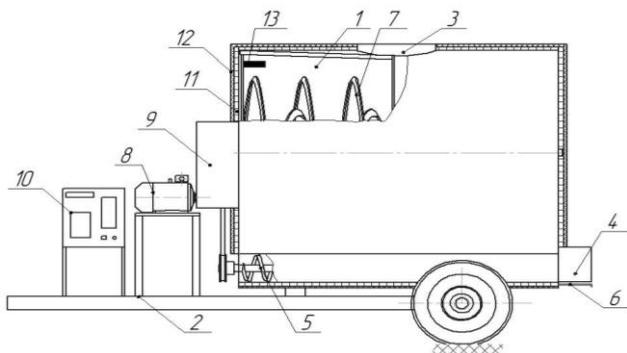


Рисунок 1 – Смеситель-ферментатор:

1 – бункер, 2 – рама; 3 – загрузочное окно; 4 – выгрузной патрубок; 5 – выгружающий шнек; 6 – заслонка, 7 – рабочий орган; 8 – электродвигатель; 9 – редуктор; 10 – пульт управления; 11 – нагревательный элемент; 12 – слой теплоизоляции; 13 – датчики температуры

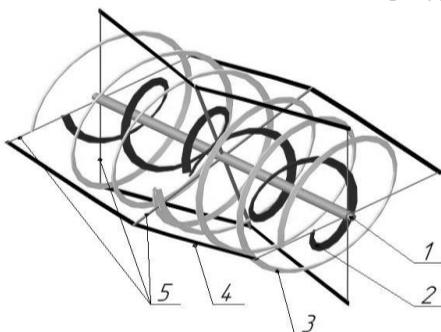


Рисунок 2 – Рабочий орган смесителя-ферментера

1 – вал; 2, 3 – внутренний и внешний ленточные шнеки; 4 – скребки; 5 – стержни

При работе смесителя в режиме «смеситель-ферментатор» через загрузочное окно 3 загружают предварительно измельченный мелкоцельный материал (например, солому), добавляют заранее подготовленную первичную закваску и заливают горячей водой. На пульте управления 10 устанавливают переключатели в режим смешивания и включают смеситель. После того, как первичная закваска равномерно распределится во всем объеме загруженного в бункер 1 материала, смешивание прекращают и устанавливают переключатели на пульте управления 10 в режим ферментирования. В этом режиме включается автоматическая система

поддержания постоянной температуры питательной среды (так как бактерии быстрее развиваются, ускоряя процесс ферментации, при определенной температуре питательной среды). При расчете системы поддержания постоянной температуры питательной среды использованы результаты исследований водонагревателей [9, с. 104].

В режиме ферментирования смеситель работает до момента получения полностью готового ферментированного корма. В процессе ферментации за счет вращения рабочего органа 7 происходит перемешивание материала и выравнивание температуры питательной среды во всем объеме. Скребки 17 помимо перемещения материала от центра к боковым стенкам бункера 1 очищают цилиндрическую поверхность бункера 1, увеличивая интенсификацию процесса теплообмена в питательной среде. После ферментации готовый продукт выгружают через выгрузной патрубок 4 с помощью выгрузного шнека 5, предварительно открыв заслонку 6.

Смеситель-ферментатор может быть выполнен в стационарном варианте и на передвижной платформе. Во втором случае его можно использовать как раздатчик с выгрузкой корма при помощи выгружающего шнека 5 в кормушки животным.

Разработанный смеситель-ферментер, несомненно, обладает преимуществами перед аналогичными смесителями.

Во-первых. Он объединяет в себе функции двух машин – смесителя и ферментера.

Во-вторых, машина оснащена выгружающим шнеком, за счет чего обеспечивается уменьшение времени выгрузки готового корма, а также расширяются функциональные возможности применения смесителя, кроме стационарного варианта, поскольку может использоваться в качестве передвижного раздатчика корма с выгрузкой его в кормушки животным.

В-третьих, установка в бункере нагревательного элемента позволяет за счет передачи теплоты перемешиваемым компонентам материала ускорить процесс развития бактерий в нем, что ведет к сокращению времени получения ферментированного корма, а автоматический режим поддержания необходимой постоянной температуры питательной среды позволяет получить качественный ферментированный корм за минимально короткие сроки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов Н. Ф., Булатов С. Ю., Сергеев А. Г., Фуфачев В. С. Анализ влияния конструктивных факторов и результатов исследования аэродинамических характеристик вентилятора дробилки ДКР-3. // Техника и оборудование для села. Подольск: 2007. № 12. С. 33–34.
2. Баранов Н. Ф., Дёмин А. А., Зыкин А. А., Мохнаткин В. Г. Исследование линии двухступенчатого измельчения грубых кормов в составе агрегата по приготовлению гранул из соломы. // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. Подольск: 2011. Т. 22. № 2. С. 148–153.
3. Булатов С. Ю. Повышение эффективности рабочего процесса малогабаритного комбикормового агрегата путём совершенствования системы загрузки и очистки фуражного зерна. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого. Киров, 2011. 112 с.
4. Булатов С. Ю., Нечаев В. Н. Результаты исследований рабочего процесса пневмосепаратора фуражного зерна. Система технологий и машин для животноводства на период до 2020 г. – технологические, организационно-экономические требования и методология разработки. Подольск: ГНУ ВНИИМЖ, 2012. № 3. С. 78–88.
5. Булатов С. Ю., Нечаев В. Н. Результаты исследований рабочего процесса системы загрузки и очистки фуражного зерна малогабаритного комбикормового агрегата. Княгинино: НГИЭИ. 2012. 140 с.
6. Булатов С. Ю., Нечаев В. Н., Савиных П. А. Исследование рабочего процесса молотковой дробилки зерна с ротором-вентилятором. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Вып. 1. Киров: Северо-Восточный научно-методический центр Россельхозакадемии, 2013. С. 54–59.
7. Булатов С. Ю., Нечаев В. Н., Савиных П. А. Исследование воздушных режимов дробилки зерна закрытого типа. Система технологий и машин для животноводства на период до 2020 г. Технологические, организационно-экономические требования и методология разработки. Подольск: ГНУ ВНИИМЖ, 2012. № 3, С. 107–112.
8. Булатов С. Ю., Савиных П. А., Смирнов Р. А. Измельчитель корнеклубнеплодов. // Сельский механизатор. М.: ОАО «Кострома», 2013. Вып. 8. С. 40 – 41.
9. Красиков С. Б., Миронов Е. Б., Оболенский Н. В. Оптимизация ИНЖС по критерию ресурсосбережения при нагреве воды для сельскохозяйственных нужд и технологических процессов: монография. Княгинино: НГИЭИ, 2013. 112 с.

## **FERMENTER MIXER FOR FEED WITH HIGH PROTEIN CONTENT**

***Keywords:** bacteria, constructive-technological scheme, fermentation mixing fermenter, yeast.*

***Annotation.** A scheme mixer fermenter for food with high content of protein, describes the workflow advantages over similar products listed.*

---

**ОБОЛЕНСКИЙ НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ** – заместитель декана инженерного факультета по научной работе, д. т. н., профессор, Нижегородский инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (obolenskinv@mail.ru).

**OBOLENSKY NIKOLAY VASILYEVICH** – vice dean of engineering faculty on research, doctor of technical sciences, professor, Nizhny Novgorod engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (obolenskinv@mail.ru).

**СВИСТУНОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ** – аспирант, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (kng\_almas@mail.ru).

**SVISTUNOV ALEXANDR IVANOVICH** – postgraduate, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics Institute, Russian, Knyaginino, (kng\_almas@mail.ru).

---