

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



Методические рекомендации

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ  
ИЗ ОТРАБОТАННОГО ГРИБНОГО СУБСТРАТА**

ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА, ВЕТЕРИНАРИИ  
И КОРМОПРОИЗВОДСТВА



АСТАНА 2025

Балджи Ю.А., Султанаева Л.З., Хасанов В.Т., Майер Е.Г.

Методические рекомендации

**Изготовление экструдированной кормовой добавки  
из отработанного грибного субстрата**  
для специалистов животноводства, ветеринарии и кормопроизводства



Астана, 2025

Рассмотрено и одобрено  
к изданию на заседании Научно-  
технического совета Казахского  
агротехнического исследовательского  
университета им. С. Сейфуллина  
протокол № 13 от 17 октября 2025 г.



УДК: 664.7:664.8:636.087

Изготовление экструдированной кормовой добавки из отработанного  
грибного субстрата.

Авторы: Балджи Ю.А., к.вет.н., и.о. профессора; Султанаева Л.З.,  
научный сотрудник; Хасанов В.Т., к.б.н., профессор; Майер Е.Г., научный  
сотрудник.

Рекомендации разработаны в соответствии с планом научно-  
исследовательских работ Казахского агротехнического исследовательского  
университета им. С.Сейфуллина по выполняемой бюджетной программе 217  
«Развитие науки», по проекту АР19676907 «Разработка технологии  
эффективного использования экстрактов и отработанных субстратов грибов,  
как средство защиты картофеля от фитопатогенов с изготовлением кормовой  
добавки».

В методических рекомендациях представлена технология изготовления  
кормовой добавки из отработанного грибного субстрата и ее влияние на  
продуктивность животных.

Предназначены для животноводов, ветеринарных врачей, специалистов  
кормопроизводства, слушателей факультета повышения квалификации, а  
также студентов, магистрантов и докторантов сельскохозяйственных и  
ветеринарных специальностей.

Рецензенты:

Ибраев Дулат Кусаинович, PhD, заведующий кафедрой «Технология  
производства и переработки продуктов животноводства» НАО «КАТИУ  
имени С.Сейфуллина».

Шантыз Азамат Хазретович., д.вет.н., профессор кафедры  
биотехнологии, биохимии и биофизики ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», РФ.

Рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании Совета  
Института «Науки о животных и ветеринарии» №1Б от 22.09.2025 года

© Балджи Ю.А., Султанаева Л.З., Хасанов В.Т., Майер Е.Г.

	СТР
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
1. Перспективы использования грибного субстрата в кормопроизводстве.....	7
2. Технология изготовления кормовой добавки из грибного субстрата, контроль качества и безопасности.....	9
3. Влияние кормовой добавки из грибного субстрата на продуктивность животных.....	10
<b>РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННОГО ГРИБНОГО СУБСТРАТА</b> .....	15
Список используемой литературы.....	17

## ВВЕДЕНИЕ

Съедобные грибы представляют собой уникальный биохимический комплекс, сочетающий высокую пищевую ценность с выраженными функциональными свойствами. Современные исследования подтверждают, что грибная биомасса отличается повышенным содержанием полноценного белка (19-35% от сухого вещества), комплексом витаминов группы В, а также широким спектром эссенциальных минеральных элементов при практически полном отсутствии липидной фракции [1]. Мировое производство культивируемых грибов достигло 34 миллионов тонн в год, что неизбежно сопровождается образованием значительного количества побочных продуктов [2]. Согласно последним данным, на каждый килограмм произведенных грибов приходится около 5 кг влажных отходов, включающих три основных категории: отработанный субстрат (75-85% от общего объема), деформированные плодовые тела (10-15%) и технологические обрезки (5-10%) [3]. При этом до 90% этих отходов в настоящее время либо утилизируются, либо применяются в качестве органических удобрений, что представляет собой нерациональное использование ценного ресурса. Грибные отходы могут составлять до 50% массы всего гриба [4].

Особый интерес для сельского хозяйства представляет отработанный субстрат вешенки (*Pleurotus ostreatus*), химический состав которого был детально изучен в многочисленных исследованиях. Установлено, что данный материал содержит 6-12% сырого протеина, включая мицелиальный белок (микопроtein) с высокой биологической ценностью [5]. Кроме того, в его состав входит 20-35% пищевых волокон, оказывающих положительное влияние на процессы пищеварения у жвачных животных [6], а также 3-5% хитина, проявляющего выраженные пребиотические и иммуномодулирующие свойства. Следует отметить, что питательная ценность субстрата существенно варьирует в зависимости от исходного сырья (солома, опилки, подсолнечная лузга) и применяемых методов обработки [7].

В западных странах доминирует культивирование шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*), требующего сложного компостирования субстрата, в глобальном масштабе объемы производства вешенки (*Pleurotus spp.*) и шиитаке (*Lentinula edodes*) существенно превышают показатели шампиньонов. Это объясняется их принадлежностью к первичным редуцентам, способным колонизировать некомпостированные лигноцеллюлозные субстраты, что значительно упрощает технологический процесс [8, 9].

Многочисленные фитохимические исследования выявили в составе вешенки широкий спектр биологически активных соединений, включая  $\beta$ -глюканы, антимикробные пептиды, лектины и фенольные соединения [10, 11]. Экспериментальные данные свидетельствуют, что эти компоненты проявляют синергетическое действие, обеспечивая комплексный фармакологический эффект: от выраженной антимикробной активности до иммуномодулирующего и гиполипидемического действия [12, 13, 14].

Особенно важно отметить, что биоактивные свойства сохраняются и в отработанном субстрате, что открывает перспективы его использования в качестве функциональной кормовой добавки.

Таким образом, комплексный анализ современных данных позволяет рассматривать отходы грибоводства, и особенно отработанный субстрат вешенки, как перспективный многофункциональный ресурс для сельского хозяйства. Его рациональное использование может внести значительный вклад в развитие устойчивых и ресурсосберегающих технологий животноводства.

Особое значение для повышения усвояемости и сохранения полезных свойств субстрата имеет баротермическая обработка, которая позволяет разрушить устойчивые лигноцеллюлозные структуры, повысить доступность питательных веществ и инактивировать потенциальные патогены. Этот метод особенно важен при использовании грибных отходов в кормопроизводстве, так как способствует обеззараживанию сырья, увеличению переваримости клетчатки и доступности мицеллярных белков.

### 1. Перспективы использования грибного субстрата в кормопроизводстве

Современные исследования демонстрируют значительный потенциал грибных добавок в животноводстве. Особый интерес представляют данные по наземным видам, где грибные добавки, не оказывая существенного влияния на рост животных, демонстрируют выраженное положительное воздействие на качество продукции и здоровье животных.

В птицеводстве, как показывают исследования, грибные добавки выполняют важнейшую антиоксидантную функцию. Работа Vargas-Sánchez R.D. и соавторов (2018) с японскими перепелами (*Coturnix japonica*) выявила, что добавление 10-20 г вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) на кг корма эффективно замедляет окисление липидов, сохраняя цвет и текстуру мяса [15]. Этот эффект особенно важен для данного вида, чьи жирные кислоты чрезвычайно подвержены окислению. Аналогичные результаты были получены Mahfiz S.U. и коллегами (2020) в исследованиях с бройлерами, получавшими 2% добавку остатков стеблей фламмулины бархатистоножковой или зимнего опенка (*Flammulina velutipes*), что улучшило их антиоксидантный статус и липидный обмен. Механизм этого действия связан с содержанием в грибах меди, цинка и селена, которые стимулируют синтез антиоксидантных ферментов, таких как СОД (супероксиддисмутаза) [16].

В животноводстве грибные добавки демонстрируют несколько иной спектр действия. Исследование Moradzadeh-Somarin Z. и соавторов (2021) показало, что включение до 21% отходов шампиньонов (*Agaricus*) в рацион овец в сочетании с люцерной приводит к улучшению усвояемости органического вещества и повышению содержания короткоцепочечных жирных кислот благодаря активации кишечной микробиоты [17].

Последующая работа *Yousefi M.* и соавторов (2022) подтвердила эти выводы, отметив, что 20% добавка шампиньонов служит ценным источником сырого протеина и снижает концентрацию аммония в рубце, хотя и несколько уменьшает усвояемость сырого протеина [18].

Перспективы применения грибных добавок выходят за рамки традиционного животноводства. В свиноводстве они способствуют формированию разнообразного микробиома, а в производстве кормов для собак успешно используются как натуральные аттрактанты, заменяя куриную печень.

*Gal L.* и соавторы (2011) установили, что обработка грибного субстрата штаммами *Bacillus amyloliquefaciens* и *Saccharomyces cerevisiae* не только улучшает органолептические свойства и срок хранения продукта, но и делает его пригодным для использования в качестве кормовой добавки в рационе бычков [19].

Последующие исследования подтвердили экономическую эффективность данного подхода. В частности, *Mandale R.* с коллегами (2023) продемонстрировали, что частичная (до 10%) замена традиционных компонентов концентрированных кормов грибными отходами шампиньонов двуспоровых (*Agaricus bisporus*) позволяет снизить себестоимость откорма коз Берари без ущерба для их продуктивности, при этом значительно улучшились промеры тела ( $P < 0,05$ ), увеличился гемоглобин ( $P < 0,05$ ), азот мочевины и глюкоза в крови [20].

Особый интерес представляют работы *Aldoori A.* и др. (2015), которые доказали возможность успешного замещения до 15% ячменя в рационе ягнят породы Авасси ферментированным грибным субстратом вешенки. При этом исследователи не выявили негативного влияния такой кормовой добавки на ключевые параметры качества туши и мясную продуктивность животных [21].

Переработка грибного субстрата в корма позволяет снизить себестоимость комбикормов на 15-20%, а также решить проблему утилизации отходов грибных производств [22].

Грибной субстрат обладает высоким потенциалом в качестве кормовой добавки благодаря своему составу, включающему остатки белка, клетчатки и биологически активных веществ. Однако для повышения питательной ценности и улучшения технологических характеристик субстрата требуется предварительная обработка. В наших исследованиях в качестве обеззараживающего фактора применяется технология экструдирования при краткосрочном (3-5 секунд) температурном воздействии до 150 °С и давлении до 50 атм., что позволяет получить легкоусвояемые, качественные и безопасные кормовые добавки.

## 2. Технология изготовления кормовой добавки из грибного субстрата, контроль качества и безопасности

Изготовление кормовой добавки осуществляли в производственно-испытательном цехе ТОО «НФТ-КАТУ» на базе факультета Ветеринарии и технологии животноводства НАО «КАТИУ им С.Сейфуллина».

Для проведения испытаний на животных, было изготовлено 84 кг кормовой добавки в технологическом режиме, указанном на рисунке 1 на оборудовании казахстанского производства – ТОО «Агротехсервис-12».

Измельченные и высушенные отработанные грибные блоки в количестве 20 кг смешали с очищенными зерновыми компонентами (пшеница, ячмень, овес) и льном, согласно рецептуре, измельчили на пневмодробилке ПД-2000 до фракции 2-3 мм. В полученную однородную массу добавили 840 мл воды и фитобиотики – экстракт полыни горькой в количестве 16,8 мл и BioFeed-P – 8,4 мл, а также трикальцийфосфат (ТКФ), минеральный премикс и поваренную соль. Небольшое количество добавляемой воды необходимо для повышения температуры экструдирования, соответственно лучшего процесса обеззараживания кормовой добавки. Смешивание производили в горизонтальном смесителе СГ-800 в течение 5 минут.



Рисунок 1 – Этапы изготовления кормовой добавки

Затем произвели подачу полученного сырья в приемную воронку экструдера ЭП-350, которое попадает через дозирующие механизмы в рабочую камеру корпуса. По мере прохождения по длине корпуса экструдера, зерносмесь перемещается, уплотняется и гомогенизируется. При выходе из экструдера вспученный пористый продукт проходит в гранулирующую установку с матрицей 8 мм после чего отсекается ножами отсекателя. Рабочий

режим экструдирования проводили при температуре до 150 °С, давлении до 50 атм. с частотой тока электропривода до 60 ампер. В последующем произвели охлаждение гранул в охладителе до 20-25 °С.

На данную технологию изготовления подана заявка на патент №2024/0773.1 от 16.05.2024 под названием «Способ приготовления кормовой добавки из обработанного грибного субстрата».

#### *Контроль качества и безопасности кормовой добавки*

Химический состав корма по разработанному рецепту был определен с использованием инфракрасного анализатора FOSS. В результате анализа было выявлено следующее содержание в готовом экструдированном корме веществ: протеина – 14,5%, жира – 5,6%, клетчатки – 7,79%, золы – 5,01%, крахмала – 48,48%. Следует учесть, что экструдированные компоненты усваиваются в организме животного до 95%.

Изучены параметры безопасности корма по разработанной рецептуре, так, при определении общей токсичности биотестированием на рыбках гуппи выявлено, что корм нетоксичный, в течение 24 ч гибели рыбок не наблюдали.

Содержание микотоксинов Fumonisin (0,3 мг/кг) и Aflatoxin (0,002 мг/кг) в образце находилось в пределах установленных норм. Результаты иммуноферментного анализа показали, что содержание Aflatoxin Total ниже определяемого уровня, который составляет 1750 нг/кг (0,00175 мг/кг), что ниже предельно допустимой концентрации.

### **3. Влияние кормовой добавки из грибного субстрата на продуктивность животных**

В проведенных экспериментах было изучено влияние экструдированной кормовой добавки из обработанного грибного субстрата вешенки на мясную продуктивность кроликов и качество мяса, и молочную продуктивность коз.

#### *Эксперимент на кроликах*

В начале исследований средняя живая масса кроликов в опытной группе составила  $2,67 \pm 0,25$  кг, в контрольной группе этот показатель составил  $2,63 \pm 0,19$  кг. К концу эксперимента вес кроликов в опытной группе увеличился до  $3,06 \pm 0,27$  кг, что на 18,6% превышает значение, наблюдаемое в контрольной группе. В то же время в контрольной группе отмечено снижение массы кроликов на 1,9%. Тем не менее, весовые параметры, зафиксированные в обеих группах, соответствуют минимальным требованиям к живой массе кроликов различных пород [23].

Полученные результаты по живой массе кроликов до и после эксперимента представлены на рисунке 2, по приросту – в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что абсолютный прирост кроликов при включении в рацион корма с добавлением грибного субстрата составил 39 г, тогда как в контрольной группе наблюдается отрицательная динамика. Относительный прирост в опытной группе составил 14,6%.



Рисунок 2 – Живая масса кроликов до и после эксперимента, кг

Применение экструдированных грибных отходов в кормлении кроликов способствует увеличению их живой массы благодаря комплексному воздействию технологических и физиологических факторов. Технологическая обработка, включающая смешивание с зерновыми компонентами и последующее экструдирование, обеспечивает эффективное обеззараживание субстрата, улучшение физических характеристик кормовой смеси и повышение доступности питательных веществ. Биологически активные компоненты грибного субстрата оказывают положительное влияние на организм животных за счет стимуляции пищеварительных процессов, усиления усвояемости питательных веществ, оптимизации микробиоценоза желудочно-кишечного тракта.

Таблица 1 – Результаты прироста живой массы кроликов

Показатель	Контрольная группа, n=5	Опытная группа, n=5
Живая масса до эксперимента, кг	$2,63 \pm 0,19$	$2,67 \pm 0,25$
Живая масса после эксперимента, кг	$2,58 \pm 0,22$	$3,06 \pm 0,27$
Абсолютный прирост, г	-0,05	+39,0
Относительный прирост, %	-1,90	+14,6
Среднесуточный прирост, г	-0,001	+0,013

Степень усваиваемости грибного белка достигает 90%. Содержание общего азота в вешенке обыкновенной составляет 2,4%, общих белков – 15%, железа – 0,0015%, фосфора – 1,35%, калия – 3,79% (от сухой массы). По содержанию витаминов вешенка находится на уровне мясopодуктов, а по количеству пантотеновой кислоты превосходит овощи, фрукты, мясо, молоко и рыбу. По содержанию биотина, вешенка – один из самых богатых этим витамином продуктов (8-76 мкг/100 г). По содержанию витамина PP, способствующего улучшению кровообращения, препятствующего возникновению тромбов в сосудах и улучшающего деятельность печени и желудка, вешенке нет равных среди культивируемых грибов.

Вероятно, отсутствие лигнина в клетчатке (в связи с его использованием грибами), обогащение мицелиальным белком и витаминами вешенки, способствует улучшению обмена веществ, ускорению процесса роста и увеличению жировой и мышечной массы животных.

В контрольной группе, где кролики получали в качестве концентрата зерносмесь, могло наблюдаться недостаточное обеспечение необходимыми питательными веществами, что способствовало уменьшению массы тела кроликов в контрольной группе.

Таким образом, разница в динамике роста массы тела между экспериментальной и контрольной группами обусловлена как биологическими свойствами отходов грибоводства, технологией изготовления корма, так и питательной ценностью рациона, предоставленного животным в каждой группе.

При послеубойной ветеринарно-санитарной экспертизе в тушках и внутренних органах, как контрольных, так и опытных кроликах каких-либо изменений не выявлено.

#### *Эксперимент на козах*

При органолептическом исследовании проб молока, не было обнаружено каких-либо изменений во вкусе и запахе до и после применения кормовой добавки из отработанных грибных блоков. Особое внимание было уделено присутствию в молоке грибного запаха, который не был обнаружен.

В таблице 2 представлены результаты физико-химического состава молока коз.

Полученные результаты проведенного эксперимента свидетельствуют о значительном увеличении содержания жира в молоке, достигающем 5,93±0,65%. Кроме того, содержание лактозы, основного углевода молока, в конце эксперимента составило 4,89±0,12%. Лактоза является важным субстратом для молочнокислых бактерий, играющих ключевую роль в производстве йогуртов и других молочных продуктов.

Содержание белка в козьем молоке зафиксировано на уровне 3,29%, что соответствует нормативным требованиям, установленным в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) и ГОСТ 32259-2013 «Молоко цельное питьевое козье. Технические условия».

Таблица 2 – Физико-химические показатели молока коз до и после эксперимента

Показатели	В норме	В начале опыта, n=5	В конце опыта, n=5
Жир, %	не менее 2,5	3,03±0,59	5,93±0,65
СОМО, %	не менее 8,2	9,14±0,18	8,97±0,21
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	не менее 1027-1030	32,04±1,00	29,01±1,20
Лактоза, %	4,0-5,5	5,00±0,10	4,89±0,12
Соли, %	0,6-0,9	0,76±0,01	0,75±0,02
Белок, %	не менее 2,8	3,38±0,07	3,29±0,08
Кислотность, pH	6,4-6,8	7,20±0,02	7,50±0,03
Соматич. кл. тыс/см <sup>3</sup>	750 000	385,0±103,3	1137,0±176
Примечание: * ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»			

Такие параметры, как содержание жира, плотность, содержание солей, также находились в пределах установленных норм. Смещение pH молока в щелочную сторону после скармливания грибного субстрата может свидетельствовать о положительных изменениях в обмене веществ у коз, а также о том, что кормовая добавка обеспечила более эффективное переваривание и усвоение питательных веществ.

К концу эксперимента отмечается повышение соматических клеток в молоке коз. Корреляция между уровнем соматических клеток и жирностью молока объясняется метаболическими процессами и качеством корма. Увеличение жирности молока отражает изменения в метаболизме животных, которые, в свою очередь, могут стимулировать продукцию соматических клеток в молочной железе, как ответ на изменение энергетического статуса.

Помимо изучения качественных показателей молока, было оценено влияние корма на физиологическое состояние организма животных посредством изучения биохимического профиля крови коз.

Таблица 3 демонстрирует, что биохимические показатели крови коз, как на начальном этапе, так и по завершении эксперимента остаются в пределах физиологической нормы. Это свидетельствует о стабильном состоянии здоровья животных и отсутствии серьезных нарушений в их метаболизме.

Следует обратить внимание на показатель активности аланинаминотрансферазы (АЛТ), который в конце эксперимента достиг нижней границы нормы. Это изменение может указывать на снижение нагрузки на печень, что в свою очередь связано с изменением режима кормления и улучшением функции этого органа. Снижение уровня АЛТ также может свидетельствовать о более эффективной утилизации нутриентов и менее выраженных метаболических стрессах у животных, что позволит продлить срок хозяйственного использования животных.

Таблица 3 – Результаты биохимического анализа крови коз

Показатель	Ед.измерения	Норма	В начале	В конце
			эксперимента	эксперимента
M±m				
АЛТ	u/L	15-52	19.17±0.82	15.17±1.45
Альбумин	g/l	23-36	37.27±0.80	36.07±0.99
Глюкоза	mmol/L	2.7-4.2	4.00±0.22	4.48±0.51
Креатинин	mmol/L	60-135	75.97±9.17	56.48±5.47
Белок общ	g/l	61-75	71.0±0.14	63.25±1.40
Мочевина	mmol/L	4.5-9.2	4.88±0.35	4.17±0.22
Билирубин общий	мкМоль/л	1.7-4.3	0.58±0.17	0.65±0.17
Щелочная фосфатаза	МЕ/л	61-283	157.17±30.27	99.83±20.94
Холестерин	mmol/L	1.7-3.5	2.23±0.16	2.13±0.25

Что касается уровня глюкозы, его незначительное отклонение от нормы, вероятно, обусловлено тем, что зерновая составляющая рациона подвергалась баротермической обработке. Эта обработка может влиять на усваиваемость углеводов и, как следствие, на уровень глюкозы в крови. Данный процесс меняет состав кормов, что потенциально улучшает их питательную ценность (крахмал разрушается до моносахаров и декстринов), но в то же время может приводить к временным изменениям в метаболизме животных, отражающимся на уровне глюкозы.

В целом, исследуемые биохимические показатели указывают на положительные изменения в состоянии здоровья коз и их реакции на новые кормовые компоненты. Мы считаем, что необходимы дополнительные наблюдения и анализы для более глубокого понимания влияния этих изменений на общее состояние и продуктивность сельскохозяйственных животных.

## РЕКОМЕНДАЦИИ

по изготовлению кормовой добавки на основе отработанного грибного субстрата

1. Для включения отработанного грибного субстрата в состав корма, сырье необходимо подвергнуть **баротермической обработке** с использованием кормового экструдера.

Схема процесса изготовления:

1) Подготовка сырья (очистка) → 2) Измельчение → 3) Смешивание с кормовыми компонентами (зерновые, бобовые, жмыхи) → 4) Экструдирование с одновременным гранулированием → 6) Охлаждение → 7) Фасовка.

### 1. Подготовка сырья

1.1. Отработанный грибной субстрат освобождают от полиэтиленовой упаковки и проверяют на отсутствие плесени и посторонних примесей.

1.2. Зерновые компоненты (пшеница, ячмень, овес и др.), лен, горох и др. очищают от примесей, подготавливают согласно рецептуре, используемой в хозяйстве или кормоцехе.

### 2. Измельчение компонентов

2.1. Подготовленный грибной субстрат и зерновые компоненты измельчают на пневмодробилке с диаметром сита 2-3 мм.

2.2. Полученную массу тщательно перемешивают до однородного состояния.

### 3. Приготовление смеси

3.1. В измельченную массу добавляют:

- Воду (для повышения температуры экструдирования и улучшения обеззараживания) – до 17%;
- Фитобиотики: экстракт полыни горькой, BioFeed-P – по 0,01%.
- Трикальцийфосфат (ТКФ) – согласно рецептуре;
- Минеральный премикс – согласно рецептуре;
- Поваренную соль – согласно рецептуре.

3.2. Смешивание проводят в горизонтальном лопастном смесителе в течение 5 минут до получения однородной массы.

### 4. Экструдирование

4.1. Подготовленное сырье из бункера накопителя подают в приемную воронку экструдера.

4.2. Сырье проходит через дозирующие механизмы в рабочую камеру, где подвергается механическому воздействию (уплотнение, гомогенизация) нагреву до 120-150 °С и давлению до 50 атм.

4.3. Параметры экструдера:

Частота тока электропривода дозирующего механизма – до 60 А (при производительности экструдера 350 кг/ч).

Скорость подачи – регулируется для равномерного процесса, не допуская перенагрузки электродвигателя.

## 5. Гранулирование

5.1. На выходе из ствола экструдера полученный вспученный пористый продукт проходит через гранулирующую головку с матрицей Ø 8 мм.

5.2. Гранулы отсекаются до нужного размера (не более 24 мм).

## 6. Охлаждение и фасовка

6.1. Готовые гранулы охлаждают в охладителе до температуры 20-25 °С.

6.2. После охлаждения гранулированную кормовую добавку фасуют в герметичную упаковку или сразу используют в кормлении животных.

## Рекомендуемые нормы введения грибного субстрата и фитобиотиков

1. При изготовлении комбикорма для коз и кроликов, рекомендуется не превышать долю отработанного субстрата грибов в объеме до 30%.

2. При производстве комбикормов для молочных коз, рекомендуется включать не более 10% отработанного субстрата грибных блоков.

3. Для оптимизации молочной продуктивности коз, рекомендуется использовать до 3,5 килограмм корма на голову в день.

4. Для оптимизации мясной продуктивности кроликов, рекомендуется использовать 80 г корма на голову в день.

5. Для стимуляции работы системы пищеварения, обменных процессов и повышения иммунитета животных, рекомендуется использовать фитобиотики: экстракт полыни горькой, BioFeed-P – по 0,01%.

## Список использованной литературы

1. Rasalanavho M. et al. Elemental bioaccumulation and nutritional value of five species of wild growing mushrooms from South Africa // *Food Chemistry*. – 2020. – Vol. 319. – Art. 126569. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126569
2. Rathore H. et al. Medicinal importance of mushroom mycelium: Mechanisms and applications // *Journal of Functional Foods*. – 2019. – Vol. 56. – P. 608-618. DOI: 10.1016/j.jff.2019.03.039
3. Patel S. et al. Mushroom production and by-product utilization: A comprehensive review // *Bioresource Technology*. – 2022. – Vol. 344. – Art. 126303. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.126303
4. Ahmed M., Rahman M. M., Akhter S. Yield and nutritional composition of oyster mushroom strains newly introduced in Bangladesh // *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. – 2013. – Vol. 48. – P. 197-202. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000200010
5. Gupta V. K. et al. Spent mushroom substrate as a feed supplement for livestock // *Animal Feed Science and Technology*. – 2011. – Vol. 163, № 2-4. – P. 109-120. DOI: 10.1016/j.anifeeds.2010.10.007
6. Zervakis G. I. et al. Exploitation of agro-industrial wastes for mushroom production // *Journal of Biotechnology*. – 2013. – Vol. 166, № 1-2. – P. 1-8 DOI: 10.1016/j.jbiotec.2013.04.010
7. Philippoussis A. Production of mushrooms using agro-industrial residues as substrates // *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation* / Eds. P. Singh-Nee Nigam, A. Pandey. – Springer, 2009. – P. 163-196. DOI: 10.1007/978-1-4020-9942-7\_8
8. Grimm D., Wösten H. A. B. Mushroom cultivation in the circular economy // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2018. – Vol. 102, № 18. – P. 7795-7803. DOI: 10.1007/s00253-018-9226-8
9. Fernandes T. et al. Pleurotus spp. cultivation on lignocellulosic wastes: substrate selection and production optimization // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2015. – Vol. 95, № 4. – P. 706-715. DOI: 10.1002/jsfa.6762
10. Zhang X. et al. Antimicrobial peptides from Pleurotus ostreatus: Structural characterization and mode of action // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2021. – Vol. 183. – P. 122-130. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.03.122
11. Chen Y. et al. Structural characterization and antioxidant properties of polysaccharides from Pleurotus ostreatus // *Food Chemistry*. – 2020. – Vol. 327. – Art. 127509. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127509
12. Gunde-Cimerman N. et al. Medicinal value of mushrooms in animal nutrition // *Trends in Food Science & Technology*. – 2022. – Vol. 119. – P. 1-15. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.12.015
13. Wasser S. P. Medicinal mushroom science: Current perspectives, advances, evidences, and challenges // *Biomedical Journal*. – 2017. – Vol. 37, № 6. – P. 345-356. DOI: 10.1016/j.bj.2017.05.001

14. Rahi D. K., Malik D. Diversity of mushrooms and their metabolites of nutraceutical and therapeutic significance // *Journal of Mycology*. – 2016. – Vol. 2016. – Art. 7654123. DOI: 10.1155/2016/7654123

15. Vargas-Sánchez R. D. et al. Antioxidant and antimicrobial effects of edible mushrooms in poultry nutrition // *Poultry Science*. – 2018. – Vol. 97, № 1. – P. 266-278. DOI: 10.3382/ps/pex276

16. Mahfuz S. U. et al. Role of medicinal mushroom on growth performance and physiological responses in broiler chicken // *World's Poultry Science Journal*. – 2020. – Vol. 76, № 1. – P. 74-90. DOI: 10.1080/00439339.2020.1716654

17. Moradzadeh-Somarin Z. et al. Valorization of dietary edible mushrooms waste: chemical and physical properties, nutrient digestibility, microbial protein synthesis and nitrogen balance in sheep // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2021. – Vol. 101, № 13. – P. 5574-5582. DOI: 10.1002/jsfa.11234

18. Yousefi M. et al. In vitro and in sacco determining the nutritive value of button mushroom stipe and its application in growing lambs diet // *Italian Journal of Animal Science*. – 2022. – Vol. 21, № 1. – P. 279-290. DOI: 10.1080/1828051X.2021.2013867

19. Gal L. et al. Bioconversion of mushroom waste to value-added products // *Bioresource Technology*. – 2011. – Vol. 102, № 10. – P. 5627-5633. DOI: 10.1016/j.biortech.2011.02.045

20. Mandale R. et al. Effect of dietary inclusion of mushroom waste on growth, nutrient digestibility, blood metabolites and economics in growing Berari goats // *Animal Nutrition and Feed Technology*. – 2023. – 23. – 261-277. DOI: 10.5958/0974-181X.2023.00023.9

21. Aldoori, Ziyad & Sinan, Ahmed & Abdulkareem, Abdullah & Abdullah, Mahfoodh. Effect of Dietary Replacement of Barley with Mushroom Cultivation on Carcass Characteristics of Awassi Lambs // *Journal of Animal Health and Production*. – 2015. – 3. – 94-98. 10.14737/journal.jahp/2015/3.4.94.98.

22. Sánchez C. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2010. – Vol. 85, № 5. – P. 1321-1337. DOI: 10.1007/s00253-009-2343-7

23. Балакирев Н. А., Тинаева Е. А., Тинаев Н. И., Шумилина Н. Н. Кролиководство. – М.: Колос, 2007. – 232 с.

**Балджи Юрий Александрович**

**Balji-y@mail.ru**

**Султанаева Лейла Зинуровна**

**Leila1997\_97@mail.ru**

**Хасанов Вадим Тагирович**

**vadim\_kazgatu@mail.ru**

**Майер Евгений Геннадьевич**

**yevgeniy.mayer@mail.ru**

Рекомендации разработаны в рамках выполнения бюджетной программы 217 «Развитие науки», по проекту AP19676907 «Разработка технологии эффективного использования экстрактов и отработанных субстратов грибов как средство защиты картофеля от фитопатогенов с изготовлением кормовой добавки», финансируемого Министерством образования и науки Республики Казахстан

Дополнительную информацию можно получить на сайте: <https://biofeed.kz>

Подписано в печать 17.10.2025 г.

Формат 60×84 1/16

Усл.изд.л.2

Тираж 100 экз.

Типография Splash