

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Институт фундаментальной медицины и биологии*  
*Кафедра микробиологии*

Направление подготовки: 06.03.01 – Биология

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
Микробные фитазы в качестве кормовых добавок для  
сельскохозяйственных животных

Студент 4 курса

Группа 01-702

« » \_\_\_\_\_ 2021г. \_\_\_\_\_ *С* (Е.К. Стрюч)

Научный руководитель

Д.б.н., профессор

« » \_\_\_\_\_ 2021г. \_\_\_\_\_ (М.Р. Шарипова)

Заведующий кафедрой

Д.б.н., профессор

« » \_\_\_\_\_ 2021г. \_\_\_\_\_ (О.Н. Ильинская)

Казань–2021

# СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	3
<b>1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b>	5
1.1 Фитаты	5
1.2 Фитазы	5
1.3 Фитазы in vivo	10
1.2. Роль фитаз в качестве кормовых добавок	12
1.3. Особенности пищеварения у сельскохозяйственных животных	13
1.4. Свойства фитаз, используемых как кормовая добавка	15
1.5. Оценка эффективности препаратов фитаз	17
1.6. Мировой рынок кормовой фитазы	18
1.7. Рынок кормовой фитазы в России	19
<b>ВЫВОДЫ</b>	28
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	30

## ВВЕДЕНИЕ

Фосфор – один из важнейших микроэлементов, необходимых для осуществления многих обменных процессов в организме. Вместе с кальцием фосфор составляет основу скелета, а также имеет огромное значение для процессов обмена энергии, жиров и углеводов. Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, ферментов, гормонов, макроэнергетических молекул и др. [Lei, 2007]. Более 70% фосфора, который содержится в растительных кормах, находится в форме фитиновой кислоты и ее солей фитатов. Однако моногастричные животные не способны синтезировать фитазу – фермент, который гидролизует фитат и высвобождает фосфор, легко усваиваемый в пищеварительном тракте. Из-за недостатка фитазы фитиновый фосфор проходит пищеварительный тракт животных транзитом, и выходит с пометом, который далее вносится в почву в качестве органического удобрения. В связи с высоким содержанием фосфора в подобных удобрениях существуют проблемы с загрязнением почвы, появлением фосфатов в подземных водах и эвтрофикации водоемов, что особенно актуально в странах с высокоразвитым животноводством и ограниченными земельными ресурсами [Lei, 2007].

На сегодняшний день проблема недостатка усвояемого фосфора в питании животных является актуальной. Один из путей решения этой проблемы – добавление в корма животных неорганического фосфора, однако это заметно повышает его стоимость. Альтернативным способом является повышение питательной ценности кормов, а именно - вовлечение в питание животных фитинового фосфора с использованием ферментов фитаз в качестве пищевых добавок. На сегодняшний день мировой рынок коммерческих препаратов фитаз широк, однако постоянно ведется поиск новых эффективных ферментов фитаз, а также изучение их свойств с целью применения в качестве кормовых добавок.

Целью работы явилось описание и характеристика свойств фитаз, применяемых в индустрии кормления моногастричных животных и анализ рынка кормовой фитазы в России.

В связи с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

- 1) Охарактеризовать фитазы микробного происхождения.
- 2) Определить свойства фитаз, необходимые для применения в кормлении моногастричных животных.
- 3) Проанализировать рынок кормовой фитазы в России.

## ВЫВОДЫ

1) На основе биохимических и каталитических механизмов фитазы разделены на четыре группы: гистидиновые кислые фитазы (HAPs), пурпурнокислые фитазы (PAPs), цистеиновые фитазы (CPs) и  $\beta$ -пропеллерные фитазы (BPPs). Первые три группы являются кислыми фитазами, последняя – щелочной на основании pH оптимума действия фермента.

2) Идеальная фитаза, используемая для применения в кормлении моногастричных животных, должна проявлять высокую активность при низких значениях pH (2-2.5), иметь высокую способность отщеплять фосфатные группы, а также высокую термостабильность (37-43 °C).

3) На российском рынке наибольшую активность (не менее 10000 ФЕ/г) показали препараты САНФАЙЗ 5000/10000 (Wuhan SUNHY Biology Co., Ltd, Китай) (бактериальная фитаза, культивируется путем бактериального синтеза, в жидкой форме имеет активность 10000 ФЕ/г) используется для кормления кур-несушек, бройлеров, уток, свиней и Ренозим NP (СТ) (DSM Nutritional Products, США) (полученную из *Peniophora lycii* путем глубинной ферментации генетически модифицированных микроорганизмов *Aspergillus oryzae*, имеет активность 10000 ФЕ/г), который применяют для кормления кур-несушек, бройлеров и свиней.