

Предложенный способ ускоренной твердофазной ферментации отходов животноводства способствует быстрому выходу процесса на рабочий режим и активной трансформации ферментируемой массы за счет жизнедеятельности мезофильных и термофильных микроорганизмов. Продукт ферментации характеризуется высокой численностью микроорганизмов (не менее 1×10^7 КОЕ/г а.с.в.) и экологической безопасностью (*B. megaterium*, *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. pumilus* и *B. altitudinis*). Дальнейшие преобразования продукта ферментации позволяют получать жидкие препараты различной природы: микробной и гуминовой. Получение трех продуктов из одного и того же сырья способствует снижению их себестоимости и обеспечивает перспективу их комплексного применения при возделывании культур.

Литература

1. Shuhang W., Zhenfang J., Qingying Y. Progress in technologies of the composting animal manure // Acta Agric. Shanghai. 2003. V. 19. № 1. P. 50–52.
2. Petric I., Selimbasic V. Composting of poultry manure and wheat straw in a closed reactor: optimum mixture ratio and evolution of parameters // Biodegradation. 2008. V. 19. № 1. P. 53–63.
3. Uvarov R., Briukhanov A., Shalavina E. Study results of mass and nutrient loss in technologies of different composting rate: case of bedding poultry manure // Engineering for Rural Development: Proceedings. 2016. P. 851–857.
4. Производство, изучение и применение удобрений на основе птичьего помета / под общ. ред. Иванова А.И., Лапы В.В. Санкт-Петербург: ФГБНУ АФИ, 2018. 317 с.
5. Fomicheva N.V., Rabinovich G.Yu. Technological line for processing animal waste // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021. V. 677. № 5. 052004.
6. Кутовский В.Н., Сидоренко О.Д. Биоконверсия отходов агропромышленного комплекса. Москва: НИИСХ ЦРНЗ, 2009. 160 с.
7. Vempalli S.V., Suminakshi D., Chivukula V.S., Kalamdhad A.S. Microbial degradation of lignocellulosic fractions during drum composting of mixed organic waste // Sustain. Environ. Res. 2017. V. 27. № 6. P. 265–272.

УДК 615.355:636.085.53

DOI: <http://doi.org/10.20914/2304-4691-2025-3-30-31>

ИНГИБИТОРЫ ФЕРМЕНТОВ В КАЧЕСТВЕ КОНСЕРВАНТОВ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Е.А. Прутенская¹, В.А.Базулева², А.Е. Филатова¹

¹ФГБОУВО «Тверской государственный университет», Тверь, Россия¹

²ФГБОУВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Россия²

В настоящее время в России применяются различные технологии заготовки зерна из свежубранного урожая с влажностью до 40% [1]. Мероприятия по подготовке зерновых культур к хранению направлены на предотвращение плесневения зерна и сохранению пищевой ценности продукции. Чаще всего в хозяйствах используется комплексная технология, которая включает в себя обработку зерна консервантом, затем его плющение зерна и хранение в анаэробных условиях в зернохранилище.

Консервирование зерна необходимо для предотвращения развития посторонней и сапрофитной микрофлоры зерна. Современные консерванты делятся на химические и биологические [2]. В качестве химических консервантов чаще всего используют органические кислоты, едкий натр, сера, формиат аммония, бензоат натрия и т.п.[3]. Некоторые препараты содержат сразу комплекс химических веществ. При этом хочется отметить, что пары этих химических веществ часто опасны для человека, например мочевины приобретает консервирующий эффект только после закладки зерна и при высвобождении аммиака. Еще одним из недостатков является то, что обработанное зерно щелочью, можно скармливать только жвачным животным. При консервации зерна химическими реагентами большое значение имеет техника безопасности. Таким образом, консервирование химическими веществами является экологически не безопасным и часто дорогостоящим процессом, из-за использования коррозионностойкого оборудования.

Реже используют биологические консерванты: молочнокислые микроорганизмы, ферменты, ингибиторы ферментов. Молочнокислые микроорганизмы выступают в качестве регуляторов кислотности. Синтезированные органические кислоты снижают pH среды и подавляют развитие микрофлоры на зерне [4]. Кормопроизводители пишут, что на практике наибольшим эффектом обладает комплекс молочнокислых микроорганизмов и ферментов [3]. Однако, такие препараты не рекомендуются для консервации посевного материала, так как ферменты осуществляют деструкцию поверхностного слоя зерна, что снижает всхожесть.

В настоящее время активно используются как химические препараты, так и биологические. Экономическая выгода в использовании консервантов заключается в повышении сохранности сухого вещества, а также качественные консерванты способны обеспечить аэробную стабильность зерна, снизить потери сухого вещества от разогрева [3].

Однако, научные исследования всегда находят интересные решения современных проблем и одним из вариантов для консервирования зерна мы предлагаем использовать белко-фосфатный комплекс, выделенный из бобовых культур, а именно из фасоли [5].

Полученный белково-фосфатный комплекс обладает ингибиторной активностью по отношению к амилазам. В своем составе кроме фосфатов и белков он имеет остатки пуриновых оснований, восстанавливающие сахара, гликопротеиды, в частности фитогемагглютинин.

Установлено, что при обработке семян ржи белково-фосфатным комплексом происходит падение всхожести семян в результате торможения ростовых процессов за счет ингибирования амилаз зерна.

В сельском хозяйстве для направленного замедления жизненных функций зерна используют консервирование препаратами различной природы. Для этого используют различные способы обработки собранного зерна: полусухой (опрыскивание) или мокрый (замачивание).

Мокрый способ замачивания используется редко, в основном для получения инкрустированных семян. Зерновые культуры редко подвергают замачиванию, так как влажное зерно трудно сушить, и оно быстро плесневеет при хранении. Однако, нами были проведены исследования чтобы понять можно ли белково-фосфатный комплекс использовать в качестве ингибитора. В ходе эксперимента наблюдалось снижение прироста биомассы при прорастании зерна ржи по сравнению с контролем $132,8 \pm 4,4\%$, тогда как в белковых препаратах прирост биомассы составил $96,9 \pm 1,3\%$, $79,718 \pm 4,9\%$, $71,48 \pm 0,4\%$, $69,2 \pm 0,5\%$, $68,87 \pm 2,2\%$ соответственно при концентрациях 1, 3, 5, 7, 10%. Таким образом, полученный препарат можно использовать для подавления процесса прорастания семян.

Наиболее эффективно показал себя полусухой способ обработки семян ржи. Для исследований использовали растворы белковых препаратов с концентрациями в диапазоне от 1% до 13%. Обработанные, высушенные семена ржи использовали для проращивания в чашках Петри. Максимальная энергия прорастания семян ржи составила 64,3% при использовании 1%-го белкового раствора. При увеличении концентрации белков-ингибиторов до 10% в протравливающем растворе, энергия прорастания снизилась до 7,1%. Через 8 месяцев после обработки, для проверки эффекта ингибирования, зерно проращивали. Жизнеспособность семян после закладки на хранения увеличивается по сравнению со значениями после обработки зерна спустя неделю примерно в 4 раза (с 10,7% до 47%). Однако наиболее ярко-выраженное ингибирование прорастания зерна остается при концентрациях препарата 10 и 13%. Следовательно, полученный белковый препарат обладает направленным угнетающим действием по отношению к биохимическим процессам прорастания злаковых семян.

Также в экспериментах было отмечено, что полученный препарат обладает ингибиторной активностью и по отношению, и к грибным амилазам зерна. При исследовании были определены параметры ингибирования α -амилазы *Aspergillus oryzae*, что может быть использовано для создания фунгицидных композиций.

В представленной работе были определены способы обработки зерна и концентрации белково-фосфатного комплекса, приводящие к ингибированию амилаз зерна, что является необходимым для разработки консерванта фуражного зерна. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы в сельском хозяйстве для разработки композиции для снижения численности фитопатогенной микрофлоры, обладающей амилазной активностью

Литература

1. Симонов Г.А., Никифоров В.Е., Маклахов А.В., Симонов А.Г. Приготовление экологически чистого корма из свежубранного фуражного зерна восковой спелости // Эффективное животноводство. 2023. № 2. С. 59–61. doi: 10.24412/cl-33489-2023-2-59-61.
2. Кучин Н.Н., Мансурова А.П., Герасимов Е.Ю., Жирнов В.А. Степень уплотнения, химические и биологические препараты при консервировании фуражного зерна повышенной влажности // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. Т. 1. С. 324–329.
3. Кухлевская Ю. Консерванты кормов: ключ к рентабельности сельского хозяйства // Эффективное животноводство. 2024. № 3 (193). С. 20–22.
4. Емельянова Е.В., Кучин Н.Н. Степень подкисления сырого фуражного зерна ячменя в зависимости от условий консервирования // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2020. № 5. С. 49–57. doi: 10.26897/0021-342X-2020-5-49-57.
5. Пат. 2828662 Рос. Федерация. Способ получения белково-фосфатного комплекса из фасоли, обладающего ингибиторной активностью по отношению к α -амилазам / Базулева В.А., Прутенская Е.А., Ушаповский В.И., Сульман М.Г.; заявл. 09.02.2024; опублик. 15.10.2024. Бюл. № 29.