

УДК 621.301.

Е. Л. ПИРОТТИ, д-р техн. наук, профессор

Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"

Л. Н. МИХАЙЛОВА, канд. техн. наук., ст. преподаватель

Подольский государственный аграрно-технический Университет,

г. Каменец-Подольский, Хмельницкая обл.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В ПРОЦЕССЕ КРИОКОНСЕРВАЦИИ

Проведены теоретические исследования применения акустических колебаний в процессах криоконсервации.

Проведет теоретичні дослідження застосування акустичних коливань в процесах криоконсервации.

Введение

Вопросу криоконсервации спермиев животных уделено достаточно большое внимание, главной проблемой остаётся снижение биологически полноценных спермиев в процессе криообратки [1, 2]. Уже на стадии охлаждения возникают конформационные изменения липопротеидных комплексов биомембран, которые в дальнейшем усиливаются при кристаллизации и деконсервации и проявляются появлением трансмембранных дефектов [8].

Проведенный анализ показывает, что повышение эффективности искусственного осеменения животных может быть связано со следующими мерами [8]:

– в применении более современных технологий консервации спермы на племенных предприятиях, позволяющих получать от взрослого быка не 19 тысяч спермодоз, а 60... 100 тыс. спермодоз в год;

– в применении более совершенных технологий деконсервации спермы, позволяющих увеличить выход активных спермиев в дозе на 20.. 25 %;

– в использовании mano- и ректоцервикального методов искусственного осеменения коров и телок, позволяющих затрачивать не 4...5 спермодоз на оплодотворение, а 2...2,5 спермодозы;

– сохранение оплодотворяющей способности спермы на высоком уровне независимо от срока ее хранения и при использовании для осеменения даже 3...5 млн. активных спермиев в дозе;

– сохранение высокого санитарного уровня биологических и технологических параметров законсервированной спермы независимо от срока хранения и санитарного уровня окружающей среды.

Цель исследований: определение возможных механизмы воздействия ультразвуковых волн с целью оптимизации условий низкотемпературного консервирования биологических.

Основные материалы исследования

Одним из перспективных физических методов воздействия на вещества для интенсификации технологических процессов является метод, основанный на использовании механических колебаний ультразвукового диапазона – так называемых ультразвуковых (УЗ) колебаний. Наиболее успешно УЗ колебания используются в процессах, связанных с жидкими состояниями реагентов, поскольку только в них

возникает специфический процесс – УЗ кавитация, обеспечивающий максимальные энергетические воздействия на различные вещества. Воздействие УЗ колебаний на различные технологические процессы в жидких средах позволяет:

- не менее чем в 10...1000 раз ускорить процессы, протекающие между двумя или несколькими неоднородными средами (растворение, очистку, обезжиривание, обезгаживание, крашение, измельчение, пропитку, эмульгирование, экстрагирование, кристаллизацию, полимеризацию, предотвращение образования накипи, гомогенизацию, эрозию, химические и электрохимические реакции и др.);
- увеличить выход полезных продуктов (например, экстрактов) и придать им дополнительные свойства (например, биологическую активность и стерильность);
- получить новые вещества (например, тонкодисперсные эмульсии и суспензии, а также реализовать технологические процессы, не реализуемые традиционными методами;
- обеспечить размерную обработку (сверление, снятие фасок, выполнение пазов) хрупких и твердых материалов, не обрабатываемых традиционными методами (стекло, самоцветы, ферриты и т. п.), также интенсифицировать многие процессы (сварку металлов и полимерных материалов, склеивание и др.).

Высокая эффективность УЗ воздействий на различные технологические процессы подтверждена многочисленными исследованиями и опытом более чем тридцатилетнего применения на ряде предприятий различных отраслей промышленности. Несомненные достоинства УЗ колебаний должны были обеспечить их широчайшее использование при решении сложных проблем современных производств, предназначенных для выпуска конкурентоспособной продукции.

Однако, в настоящее время УЗ техника практически не используется из-за высокой стоимости, узкой специализации и низкой эффективности разработанных ранее крупногабаритных промышленных установок, практически полного отсутствия малогабаритных высокоэффективных УЗ аппаратов для современных малых и средних производств, сельского хозяйства, бытового обслуживания, и полного отсутствия УЗ аппаратов индивидуального бытового применения.

Наряду с совершенствованием таких традиционных подходов, как определение для каждого биологического объекта криозащитных сред и режимов криоконсервирования, изучаются возможности использования физических факторов, оказывающих обратимо модифицирующее воздействие на криолабильные структуры биологических систем. Одним из таких физических факторов является ультразвук низкой интенсивности. Если реакции биологических объектов на ультразвуковые колебания изучены хорошо на молекулярном, клеточном и тканевом уровнях [2], то возможности влияния ультразвуковых волн на биологические объекты, находящиеся в крио-консервирующей среде, изучены недостаточно. Эффект увеличения криорезистивности получен на весьма ограниченном наборе биологических объектов: половых клетках [4] и безъядерных клетках крови [5]. Практически не освещены возможности использования ультразвука при криоконсервировании спермиев сельскохозяйственных животных [6]. Не исследованы и механизмы ультразвукового воздействия на криобиологические системы.

Учитывая это, целесообразно исследовать возможные механизмы воздействия ультразвуковых волн с целью оптимизации условий низкотемпературного консервирования таких биологических объектов как сперма сельскохозяйственных животных. Это позволит повысить эффективность способов замораживания и

отогрева биологических объектов (спермин, эмбрионы и т.п.) и выявить подходы к использованию ультразвуковых волн при криоконсервировании биологических объектов. Существенным вопросом при этом является возможность физико-математического описания взаимодействия ультразвуковых волн с криоконсервирующей средой, содержащей биологические объекты. Поскольку, при наличии ультразвуковых волн в криоконсервирующей среде возникают диффузионные процессы, где перенос и собственно молекулярные движения частиц взаимно перекрывают друг друга, и разделение их экспериментальным путём представляет собой чрезвычайно трудную задачу.

Кроме того, при построении математической модели следует ограничиться безкавитационным режимом облучения криоконсервирующей среды. Так как, физические явления, возникающие в криоконсервирующих биологических системах, под действием кавитационных взрывов могут приводить к разрушению биологических объектов.

В случае безкавитационного режима, одним из основных механизмов диффузии частиц криоконсервирующей среды к поверхности биологического объекта (спермин, эмбрионы и т. п.) являются микропотоки, возникающие под действие ультразвуковых колебаний. Эти микропотоки осуществляют перенос частиц криоконсервирующей среды к поверхности биологического объекта, математическое описание процесса массопередачи может быть произведено в рамках диффузной кинетики. Анализ многочисленных экспериментальных результатов показывает, что процесс массопередачи определяется диффузией, возникающей вследствие наличия разности концентрации частиц между слоем среды, непосредственно примыкающей к поверхности биологического объекта и толщей среды. С математической точки зрения этот факт выражается так называемым законом Фика: диффузионный поток частиц среды к поверхности объекта прямо пропорционален градиенту концентрации частиц на его поверхности. Как следует из ряда экспериментов, поток частиц среды при наличии ультразвуковых волн возрастает. Согласно закону Фика это возможно в том случае, если ультразвуковые волны могут увеличивать коэффициент молекулярной диффузии (коэффициент пропорциональности в законе Фика) или градиент концентрации на поверхности биологического объекта. Анализ результатов приведенных в позволяет сделать вывод о том, что коэффициент диффузии практически не изменяется в звуковом поле. Следовательно, должен увеличиваться градиент концентрации частиц среды на поверхности биологического объекта. Физической причиной такого увеличения являются микропотоки в малой окрестности биологических объектов, возникающие при воздействии ультразвуковых волн на криоконсервирующую среду. Это приводит к тому, что у поверхности биологического объекта образуется пограничный слой частиц среды с плотностью, отличающейся от плотности криоконсервирующей среды до воздействия ультразвуковых волн. Следует ожидать, что такой слой в окрестности поверхности биологического объекта может повысить его криорезистивность.

Выводы

Проведенный анализ показывает, что повышение выживаемости спермиев животных при криоконсервации с помощью стабилизирующих добавок можно повысить при использовании факторов акустической или электромагнитной природы. Применение данных факторов требует разработки метода и технических средств контроля по их внедрению в технологический процесс криоконсервации спермиев

животных.

Список литературы

1. Осташко Ф. И. Биотехнология воспроизводства крупного рогатого скота / Ф. И. Осташко. – К.: Аграрна Наука, 1995. – 172 с.
2. Сорокин М.С. Импульсная электромагнитная технология и технические системы повышения воспроизводства животных: дис,...кандидата техн. Наук: 05.11.17/ Сорокин Максим Сергеевич. – Харьков, 2010. – 155 с.
3. Zahler W. L. Isolation of outer acrosomal membranes from bull sperm/ W. L. Zahler, G. A. Doak// Biochim, Biophys. Acta, 1975. – 406. – P. 479– 488.
4. Зубец М. В. Некоторые аспекты применения метода КВЧ-диэлектрметрии в животноводстве / Зубец М. В., Щеголева Т. Ю., Колесников В. Г. Новое в методах зоотехнических исследований. – Харьков: УААН, 1993. – С. 31–35.
6. Аконян В. Б. Закономерности биологического действия ультразвука низких интенсивностей.: Автореф. дис. д-ра биол. наук. – М., – 1982, – 32 с.
7. Аконян В. Б., Сарвазян А. П. Исследование механизмов действия ультразвука на биологические среды и объекты. Акустический журнал, 1979, т. 25, в. 3, С. 462–463.

RESEARCHES OF PROBLEM OF INFLUENCE OF ULTRASONIC WAVES IN THE PROCESS OF KRIOKONSERVACH

E. L. Pirotti, Dr. Scie. Tech., Pf.
L. N. Mihailova, Cand. Tech. Scie.

Theoretical studies of application of acoustic vibrations are undertaken in the processes of kriokonservacii

Поступила в редакцию 26.09 2012 г.