

Установка для кавитационного обеззараживания молочных продуктов

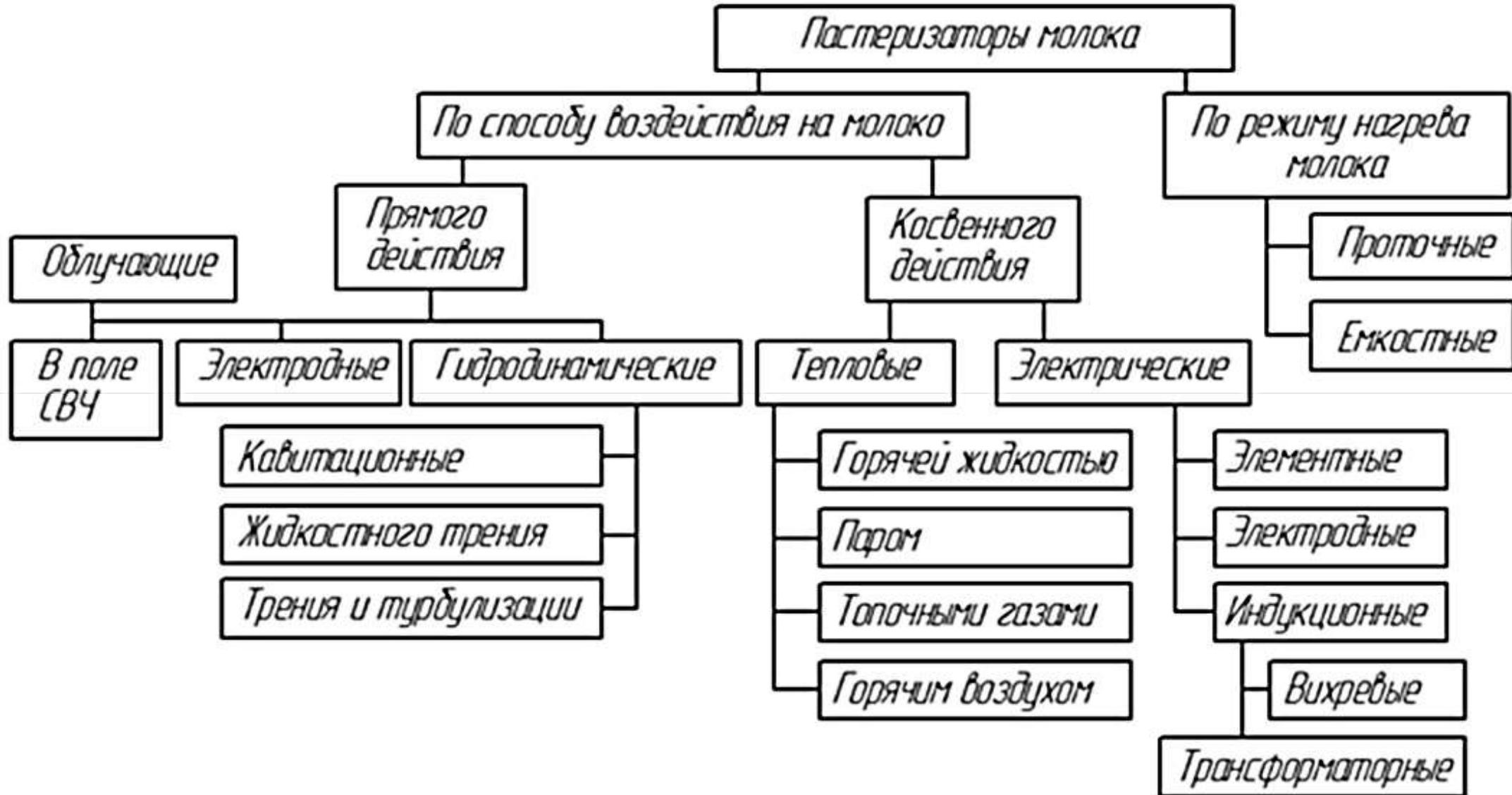
Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ
ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ
Инженерный факультет
Инициативная разработка



Введение:

- Разработка энергоэффективных электропастеризаторов на пищевых предприятиях и молочных животноводческих фермах позволит выйти на прямые связи данных хозяйств с потребителем и снизить конечную цену готового продукта. При этом готовый продукт должен отвечать требованиям ГОСТов, иметь хорошие вкусовые и питательные качества, а также быть пригодно для выработки из него молочных продуктов.
- В последние годы наибольшее распространение приобрели установки с комбинированным энергоподводом.
- Наиболее перспективным направлением для пастеризации молока и молочных продуктов является использование ультразвуковой кавитации.

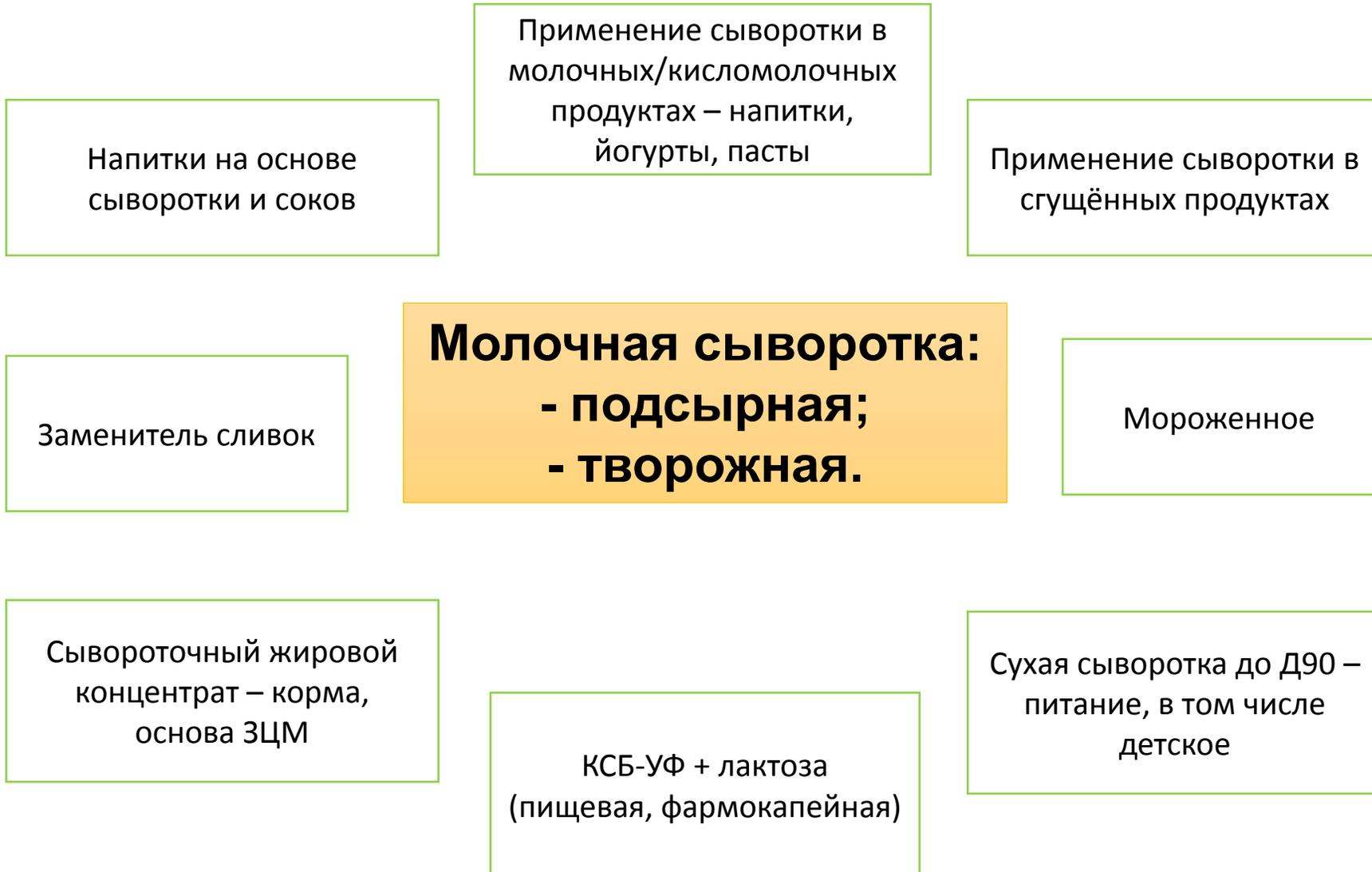
КЛАССИФИКАЦИЯ ПАСТЕРИЗАТОРОВ МОЛОКА И МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ



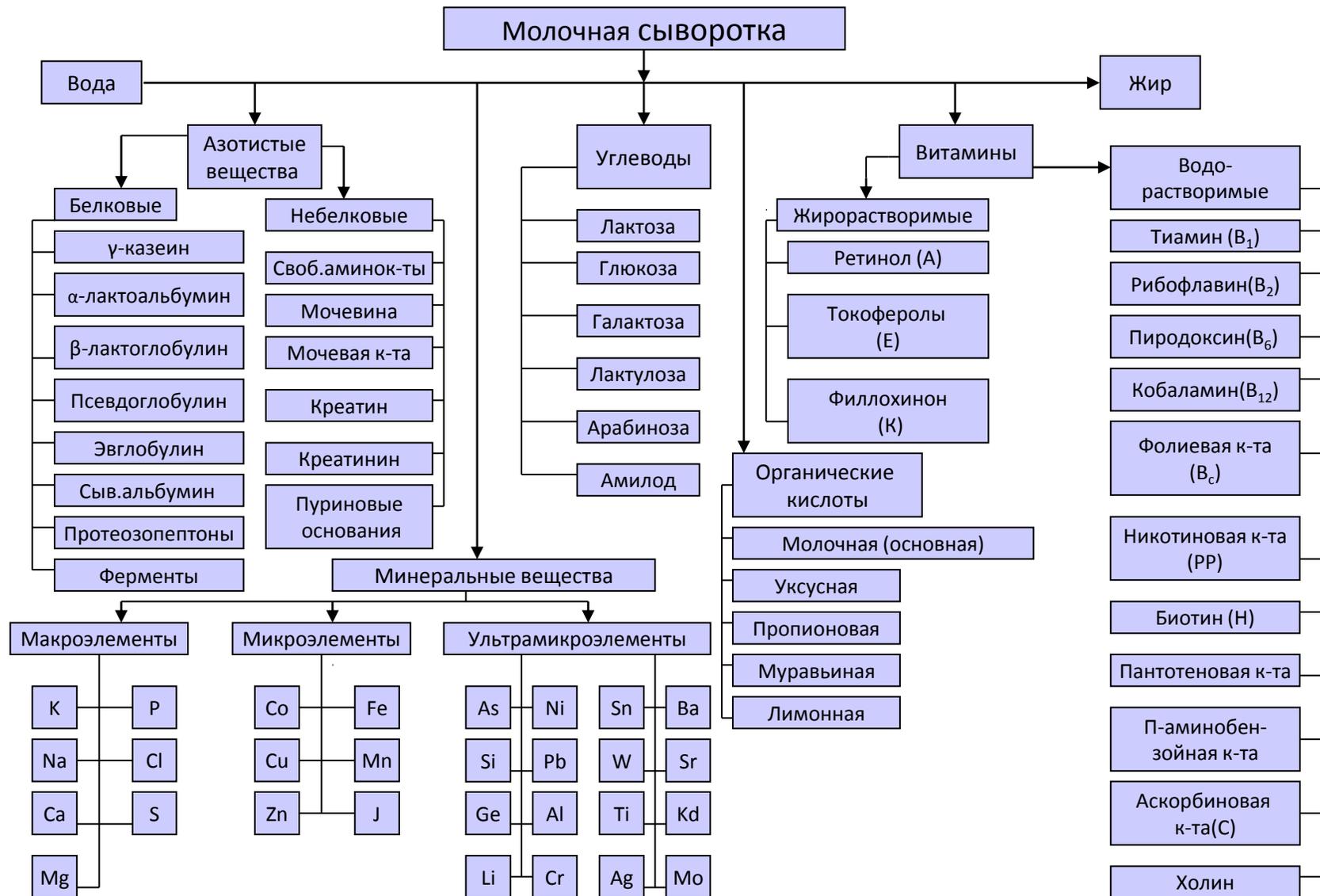
Разновидности обработки молока:

- Пастеризация-это процесс одноразового нагревания жидких продуктов или веществ до 60 °С в течение 60 минут.
- Ультрапастеризация- Жидкость на 2-3 секунды нагревают до температуры 135—150 °С и тут же охлаждают до 4—5 °С. При этом патогены и микроорганизмы уничтожаются полностью.
- Стерилизация- полное освобождение от всех видов микроорганизмов, включая бактерии и их споры, грибы, вирионы, а также от прионного белка. Осуществляется термическим, химическим, радиационным, фильтрационным методами.

Варианты переработки сыворотки на уровне предприятия



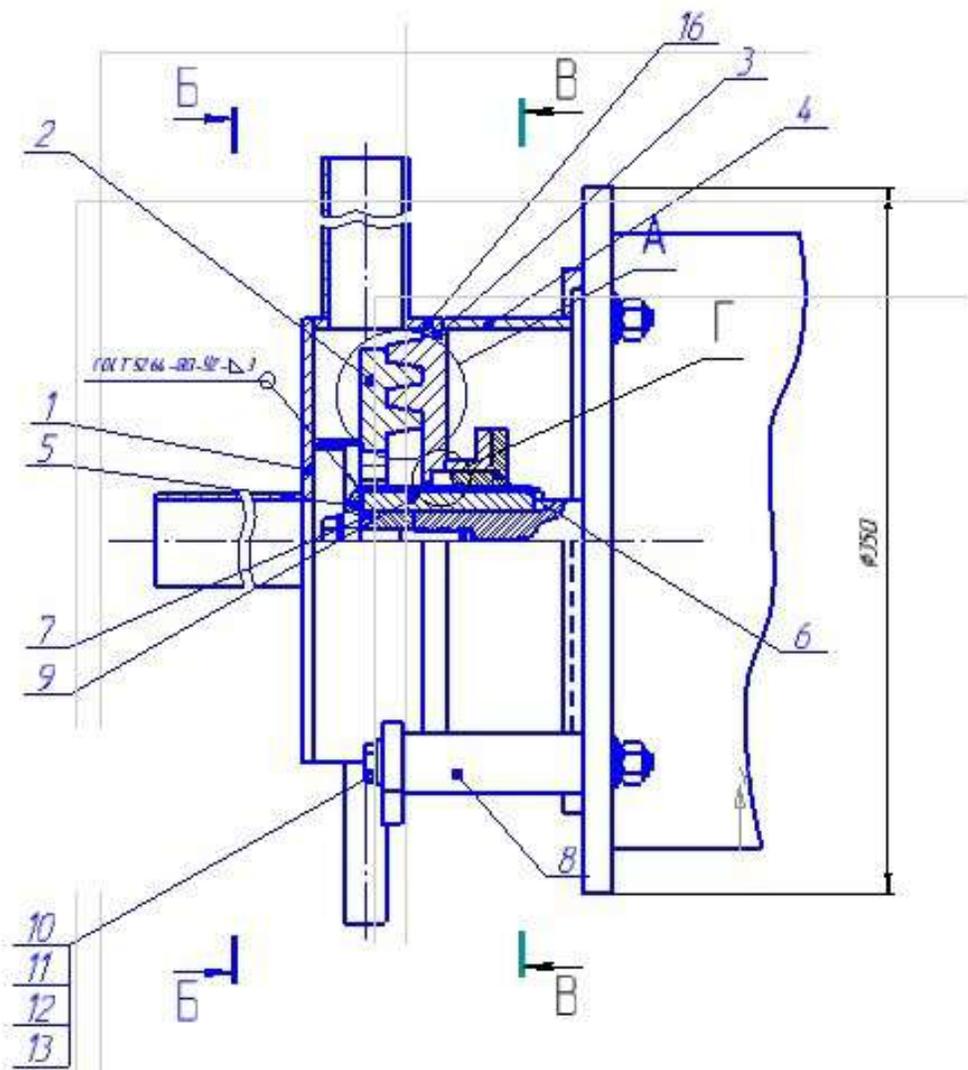
В молочной сыворотке идентифицировано более 250 соединений



Кавитация:

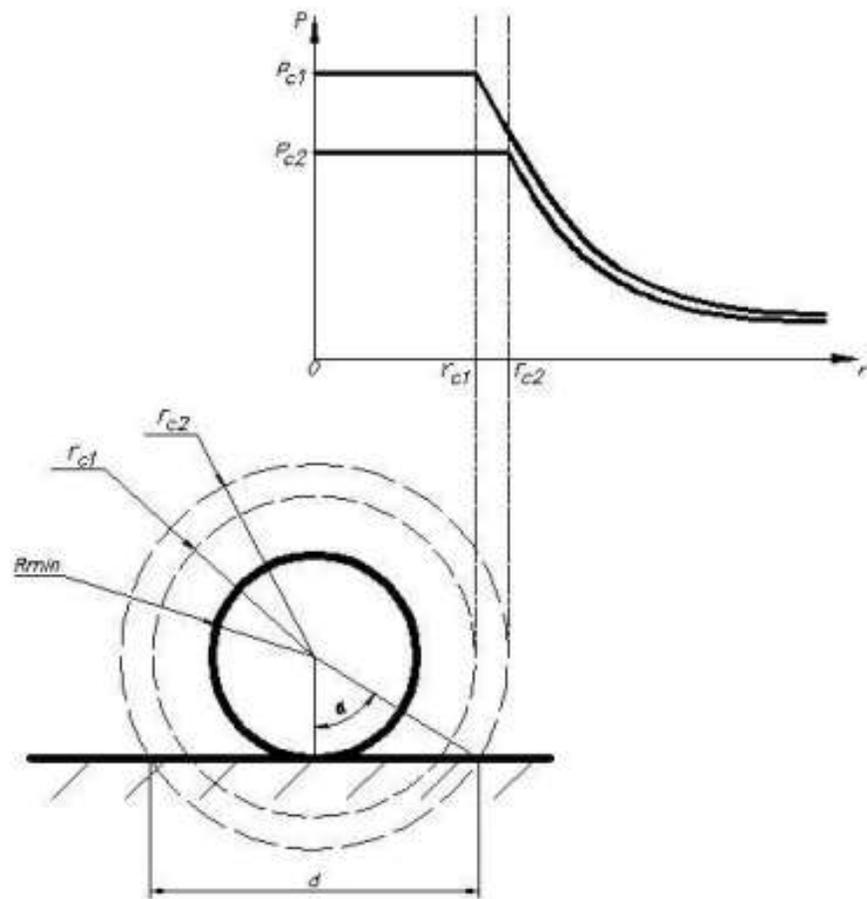
физический процесс образования пузырьков в жидких средах, с последующим их схлопыванием и высвобождением большого количества энергии, которое сопровождается шумом и гидравлическими ударами.

Чертёж рабочего органа установки для кавитационной пастеризации.



| <i>Сборочные единицы</i> | | | |
|----------------------------|-----------------|--------------------------------------|---|
| 1 | КВ 02.01.00. СБ | Корпус | 1 |
| 2 | КВ 02.02.00. СБ | Ротор | 1 |
| 3 | КВ 02.03.00. СБ | Статор | 1 |
| 4 | КВ 02.04.00. СБ | Корпус двигателя | 1 |
| <i>Детали</i> | | | |
| 5 | КВ 01.05.00 | Гайка | 1 |
| 6 | КВ 01.06.00 | Прижимной фланец | 1 |
| 7 | КВ 01.07.00 | Втулка | 1 |
| 8 | КВ 01.08.00 | Крепёжная втулка | 4 |
| <i>Стандартные изделия</i> | | | |
| 5 | | Штанка 8x10 ГОСТ 23360-78 | 1 |
| 10 | | Болт М14-6gx125S24 ГОСТ 7805-70 | 4 |
| 11 | | Гайка М14-6H S24 ГОСТ 5915-70 | 4 |
| 12 | | Шайба ϕ 15 ГОСТ 11371-70 | 8 |
| 13 | | Шайба ϕ 15 65Г 029 ГОСТ 6402-70 | 4 |
| 14 | | Болт М10-6gx40 ГОСТ 7508-70 | 2 |
| 15 | | Шайба ϕ 10,5 ГОСТ 11371-70 | 2 |
| 16 | | Прокладка резиновая | 1 |
| 17 | | Сальниковое уплотнение | 1 |

ИМПУЛЬС, ПЕРЕДАВАЕМЫЙ СТЕНКЕ ВЗРЫВНОЙ КАВЕРНОЙ



$$i = \int_{l_{c_min}}^l P_c(l_c) \cdot S_c(l_c) \cdot t_c(l_c) dl_c ,$$

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

- **Цель исследования:** Повышение качества и срока хранения молочной сыворотки при сниженных энергетических затратах.
- **Задачи исследования:**
 1. Теоретически описать процесс и разработать методику пастеризации молочной сыворотки кавитационным воздействием;
 2. Обосновать с помощью теоретических и экспериментальных исследований конструктивно-технологические параметры и режимы работы кавитационной установки, обеспечивающей обработку молочной сыворотки с минимальным нагревом;
 3. Разработать и апробировать в производственных условиях кавитационную установку для пастеризации молочной сыворотки, оценить технико-экономическую эффективность её применения в условиях АПК.

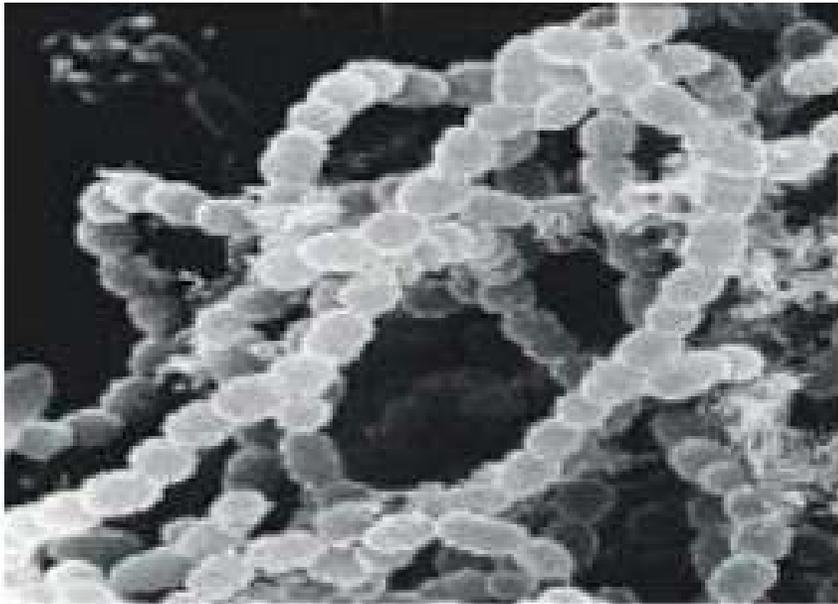
Процесс работы:

- При работе лопастных механизмов, таких как гидравлические насосы, гребные винты, гидравлические турбины, наступление кавитации влечет за собой изменение характера течения, приводящее к уменьшению КПД и тяги, рассогласованию между рабочими механизмами и приводными машинами (двигателями). Также возникновение кавитации приводит к кавитационной эрозии, разрушающей рабочие поверхности насосов, винтов и турбин и заключающейся в импульсном воздействии высокого давления, создаваемого схлопывающимся кавитационным пузырьком, на рабочую поверхность механизма.
- Вопрос обмена импульсом между кавитационным пузырьком и ограждающей стенкой интересен для более полного понимания механизма кавитационной эрозии. В доступной литературе, связанной с явлением кавитации, не было найдено исследований по определению импульса, передаваемого пузырьком стенке. В данной статье на основе теоретического исследования процессов динамики кавитационных пузырьков и их воздействия на стенку канала разработана методика расчета гидромеханического импульса, передаваемого единичным схлопывающимся
- кавитационным пузырьком стенке канала. В работе впервые строго поставлена и численно решена задача о точечном взрыве кавитационной каверны, образующейся на месте схлопнувшегося кавитационного пузырька внутри несжимаемой жидкости.

Результаты исследований:

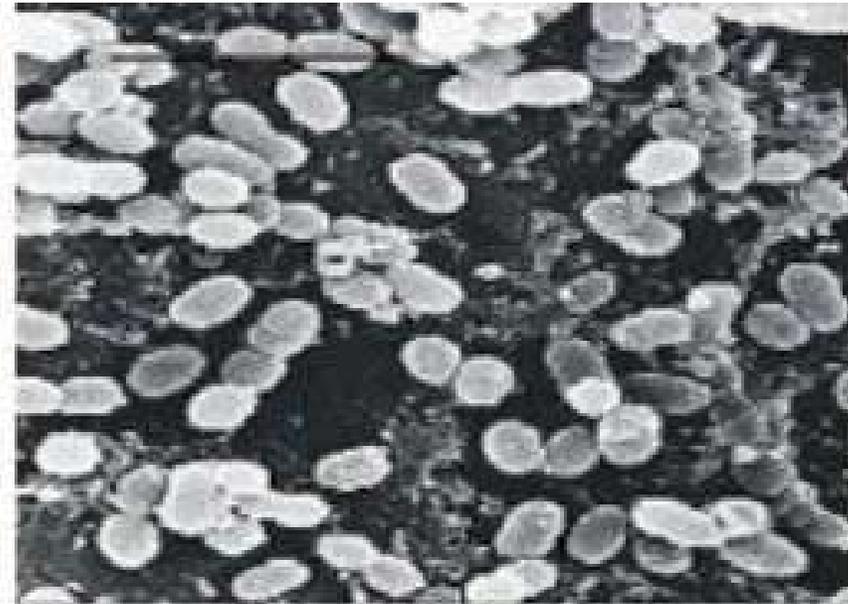
- Проведенный анализ методов пастеризации молока показал что, молоко, обрабатывающиеся при помощи температур или различных видов излучения утрачивает многие полезные вещества, такие как: ферменты, позволяющие из молока делать простоквашу и другие кисломолочные продукты, витамин С, который является термически нестойким, иммуноглобулины-нужны для стимуляции иммунной системы телят. Кавитационные пастеризаторы позволяют обработать молоко не теряя данные вещества. Ещё одним важным параметрам вкусовых качеств молока является жир, который окружён сложной белковой оболочкой. Размер жировых шариков колеблется от 1 мкм до 5 мкм. Количество и размер частиц определяет питательные качества молока, дробление жировых шариков относительно исходного на треть увеличивает питательную ценность продукта. Были исследованы состав и свойства молочной смеси до и после кавитационной обработки, а также состав и свойства готового продукта сразу после получения и в процессе хранения. По органолептическим показателям молочная смесь после кавитационной обработки не отличалась от молочной смеси до обработки: вкус и запах – чистый, без посторонних запахов и привкусов; консистенция – однородная жидкость без осадка и хлопьев; цвет – белый. После кавитационной обработки в молочной смеси отмечено незначительное повышение массовой доли сухих веществ, массовой доли жира, плотности, титруемой кислотности. Можно предположить, что изменение этих показателей является следствием кавитационной обработки.

Влияние ультразвукового излучения на патогенные микроорганизмы.



а)

Стрептококковые цепочки бактерий
до обработки ультразвуковыми
колебаниями

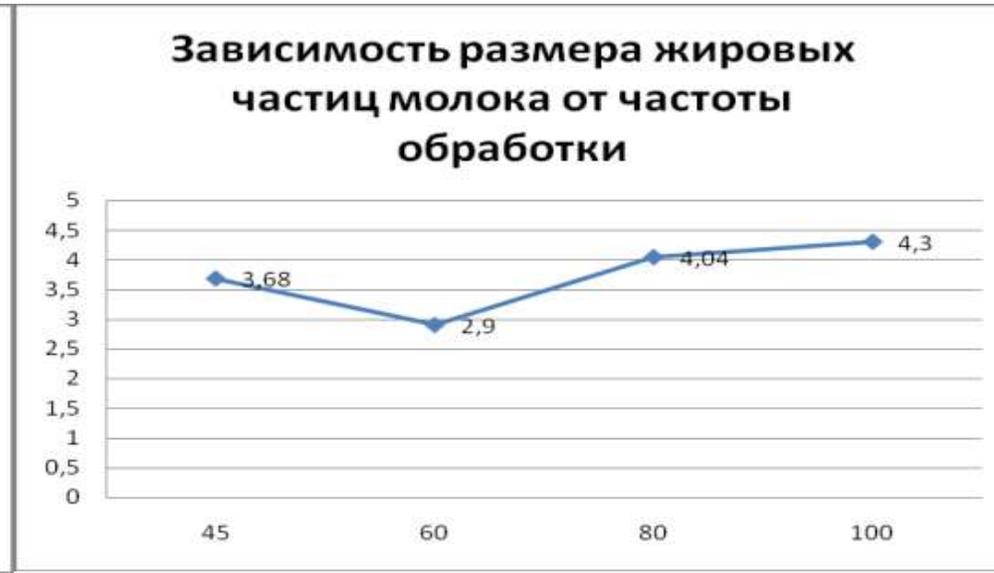
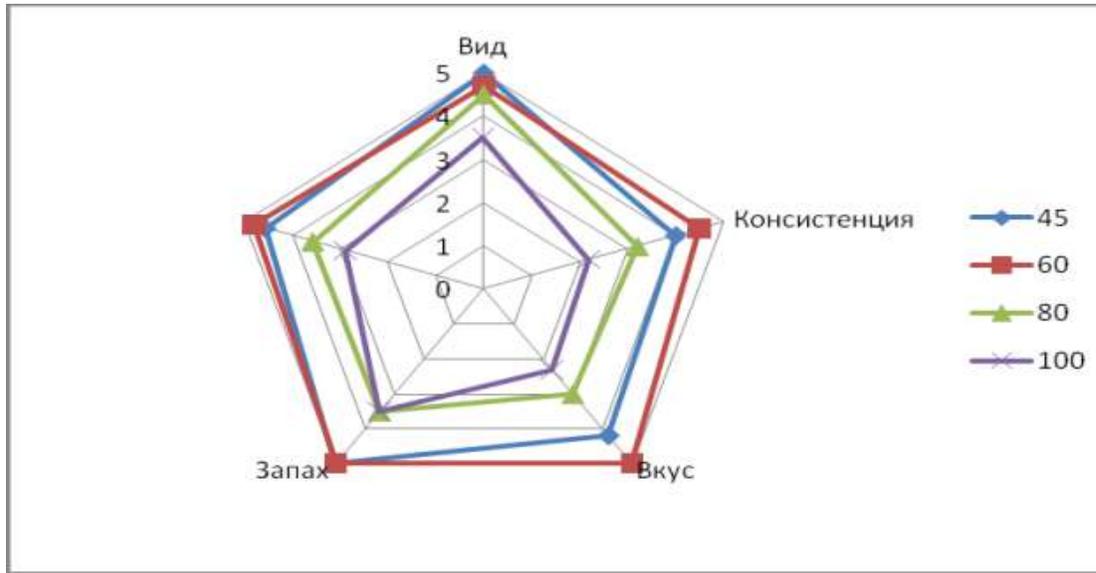


б)

Стрептококковые цепочки бактерий
после обработки ультразвуковыми
колебаниями

Какие проблемы решает кавитация:

- Молоко, обрабатываемое при помощи температур, утрачивает многие полезные вещества, такие как: ферменты, позволяющие из молока делать простоквашу и другие кисломолочные продукты, витамин С, который является термически нестойким, иммуноглобулины-нужны для стимуляции иммунной системы телят. Обработка кавитацией позволяют обработать молоко не теряя данные вещества. Ещё одним важным параметром вкусовых качеств молока является жир, который окружён сложной белковой оболочкой. Размер жировых шариков колеблется от 1 мкм до 5 мкм. Количество и размер частиц определяет питательные качества молока, дробление жировых шариков относительно исходного на треть увеличивает питательную ценность продукта.



Преимущества:

- Кавитационные установки(КУ) легко встраиваются в уже работающее технологическое оборудование, что дает возможность модернизации существующего производства, а так же удешевляет процесс ремонта оборудования.
- Кавитация способна не только уничтожать микроорганизмы, но и, при определенных условиях, может значительно ускорять их рост и развитие. Это свойство позволяет ускорять процессы ферментации и брожения.
- Таким образом использование КУ при обработки молока и молочных продуктов является весьма перспективной.

Команда:

- Хмелёв Андрей-сбор и обработка информации, инженер.
- Гайдуков Илья - инженер, сбор и обработка информации.
- Мишенина Алина – инженер.
- Зиненко Никита - инженер.
- Панфилов Иван - инженер.
- Степанов Александр – бактериальный анализ, биологические исследования молока.
- Туртулова Индира - специалист в области маркетинга.

Вопросы к экспертам:

- Как избежать каверн после использования установки?
- Как удовлетворить Гос. стандартам после обработки?
- Какая оптимальная форма лопаток кавитатора?
- Как избежать местного нагревания молока и выпадения белка в осадок после схлопывания пузырька?
- Как избежать налипания белка на лопатки кавитационной установки?
- Почему в РФ не используют пастеризацию кавитацией?
- Можно ли использовать кавитационную установку не только для молочной продукции?