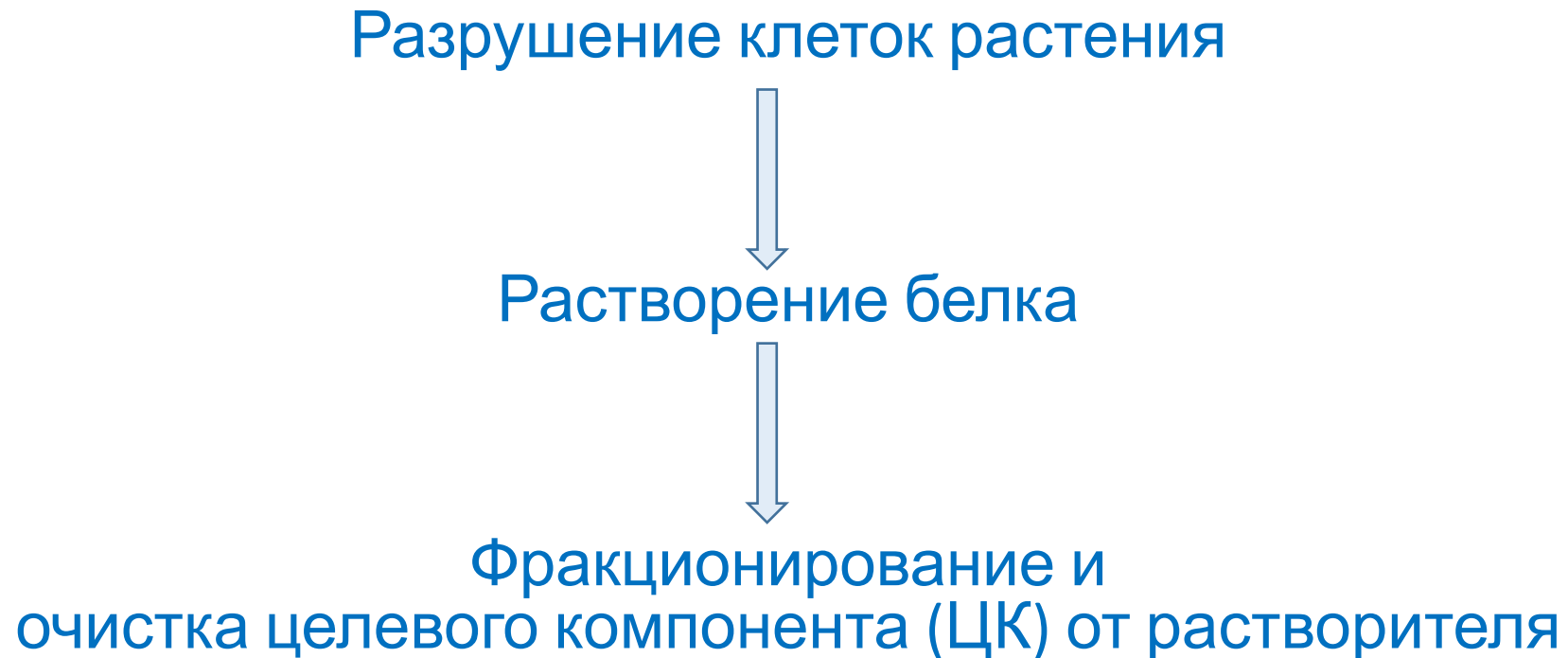


# Продуктивная экстракция

# Общая схема экстракции белка из растений



# Основной этап экстракции белка из растений

Разрушение клеток растения



## Растворение белка



Фракционирование и  
очистка целевого компонента (ЦК) от растворителя

# Основной этап экстракции белка из растений

**Этап растворения белка определяет:**

- Продолжительность всего процесса экстракции
- Полноту выхода ЦК
- Чистоту фракции ЦК

# Недостатки существующих технологий

- 1) Малый выход продукта
- 2) Большой объем используемых «незеленых» растворителей

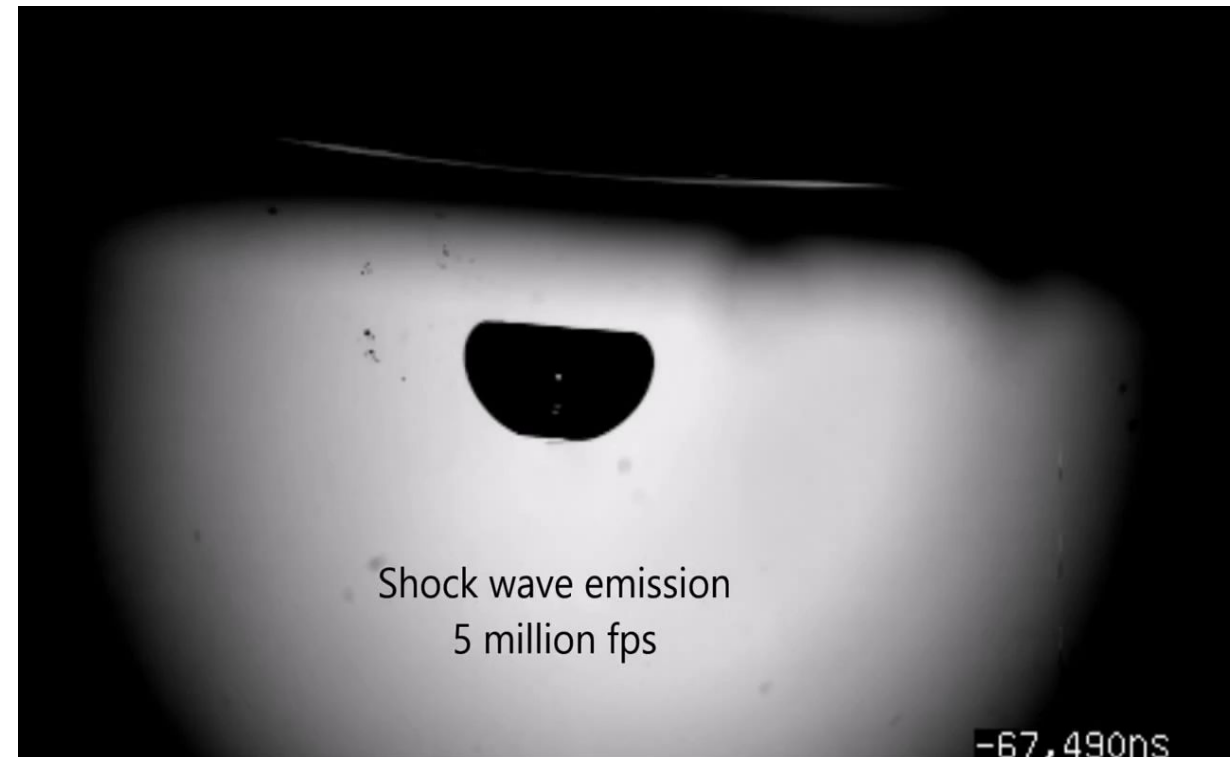
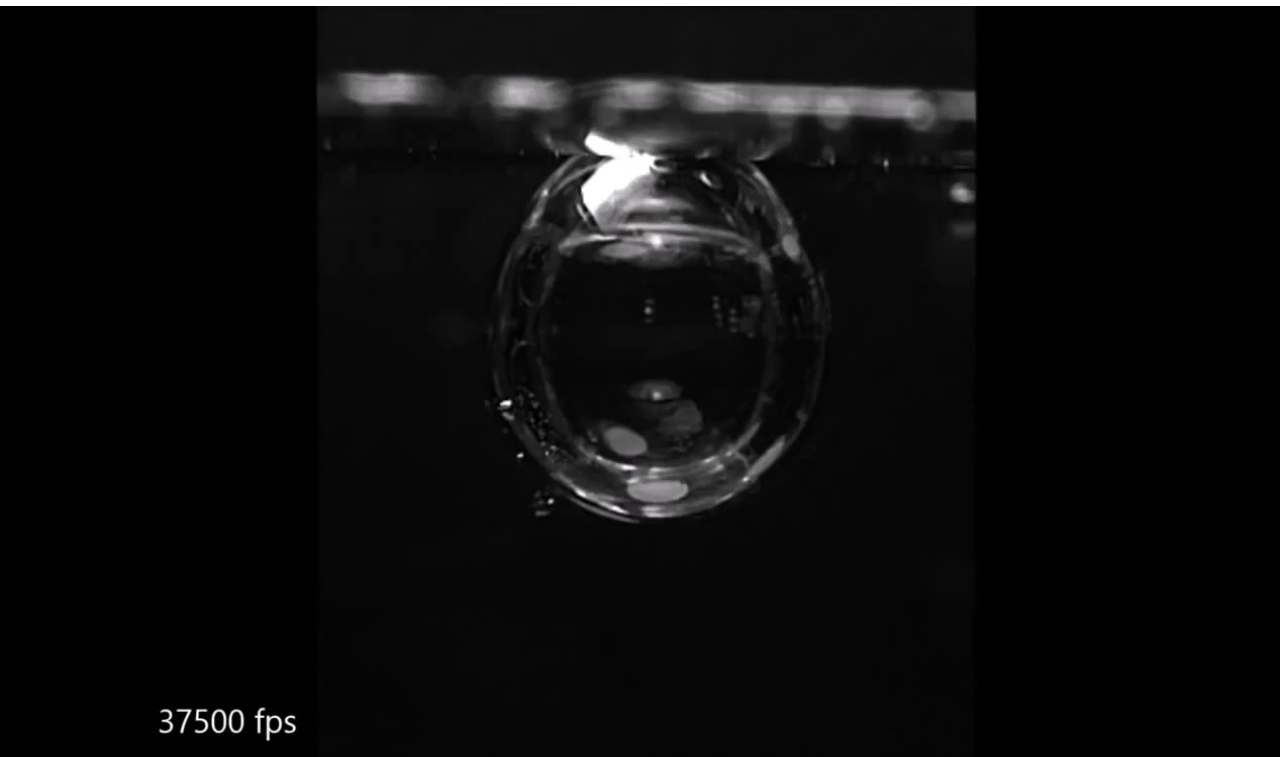
# Традиционные методы экстракции белка

- Самый простой и наиболее часто применяемый метод – **мацерация** (настаивание). Основные причины малого выхода ЦК при мацерации:
  - ✓ низкая интенсивность диффузии растворителя
  - ✓ испарение растворителя
- **Модификации мацерации** решают эти проблемы с помощью:
  - ✓ кавитации
  - ✓ повышения температуры и давления

# Модификация мацерации: кавитация

- Кавитация – это процесс мгновенного образования и схлопывания множества пузырьков пара в жидкости.
- Кавитация возникает в результате местного понижения давления жидкости. За счет этого резко снижается местная температура кипения и жидкость в этой точке закипает. Затем кавитационный пузырёк пара схлопывается, испуская ударную волну, под действием которой активируется растворение белка.

# Модификация мацерации: кавитация



Посмотрите 2 фрагмента видеосъемки схлопывания кавитационных пузырьков пара



# Модификация мацерации: кавитация

- Наиболее оптимальный метод, вызывающий кавитацию в жидкости – воздействие ультразвуком (**ультразвуковая экстракция, УЗЭ**).
- Распространение ультразвуковых волн в водной среде приводит к образованию чередующихся зон высокого и низкого давления. В зоне низкого давления возникают кавитационные пузырьки. В зоне высокого давления происходит их коллапс и испускание ударных волн.
- Последствия распространения ударных волн:
  - ✓ эффективное разрушение растительного материала
  - ✓ активация диффузии растворителя

# Модификация мацерации: повышение температуры и давления

- Повышение температуры активирует диффузию растворителя, а повышенное давление препятствует его испарению (удерживает растворитель в жидком состоянии).
- Этот принцип используется в методе **ускоренной жидкостной экстракции (УЖЭ)**.

# Модификация мацерации: повышение температуры и давления

- Обе проблемы (малый выход и «незеленые» растворители) решает один из методов УЖЭ - **субкритическая экстракция водой (СЭВ)**.
- Вода – наверняка самый нетоксичный растворитель («зеленее» не бывает).
- Повышенные температура и давление разрывают водородные связи между молекулами воды и таким образом
  - ✓ уменьшают вязкость воды и ее поверхностное натяжение
  - ✓ ускоряют диффузию

# Перспективный метод: повышение выхода белка при ингибировании протеаз

- Протеазы в живой растительной клетке находятся в вакуолях и отграничены от белков цитоплазмы. При измельчении растительного материала вакуоли разрушаются и высвобождают протеазы.
- При СЭВ и УЖЭ ингибитором протеаз является высокая температура.
- В ходе экстракции при низких температурах (УЗЭ) добавляются различные ингибиторы протеаз.

# Сравнительная характеристика некоторых современных методов экстракции

Название метода	Преимущества	Недостатки
<b>УЗЭ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– просто</li><li>– быстро</li><li>– низкая температура (удобно для получения термолабильных ЦК)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– стоимость оборудования</li><li>– использование органических растворителей</li></ul>
<b>СЭВ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– вода – самый «зеленый» растворитель</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– высокая температура</li><li>– высокое давление</li><li>– стоимость оборудования</li></ul>

# Необходимость проведения дополнительных исследований

- Эффективная механическая обработка сырья в ходе УЗЭ позволяет использовать растворители, которые не подходят для традиционных методов (напр. мацерации) из-за их низкой растворяющей способности.
- Одним из таких растворителей является вода. Использование воды при УЗЭ решило бы следующие проблемы:
  - ✓ «незеленые» растворители при типичной УЗЭ и
  - ✓ большие энергозатраты при СЭВ