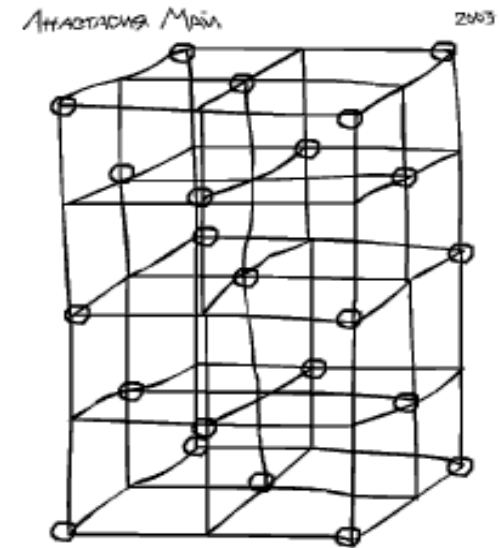


механохимия растительного сырья

Mechanochemistry of plant materials



Ломовский О.И.

Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН

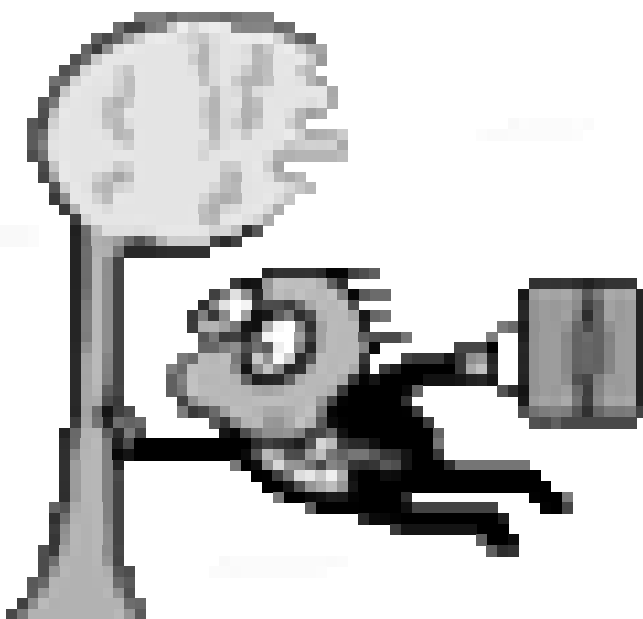
Prof. Oleg Lomovsky

Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry SB Russian Academy of Sci.

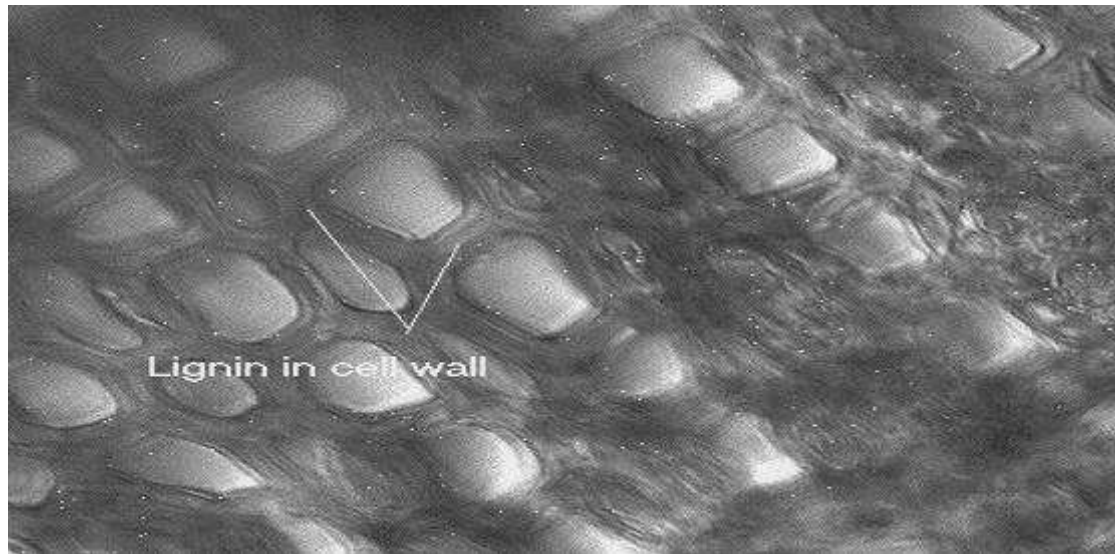
Программа «Зеленая химия» Правительства США

Химическая промышленность должна использовать биовозобновляемое сырье:

3% сейчас → 25 % через 20 лет

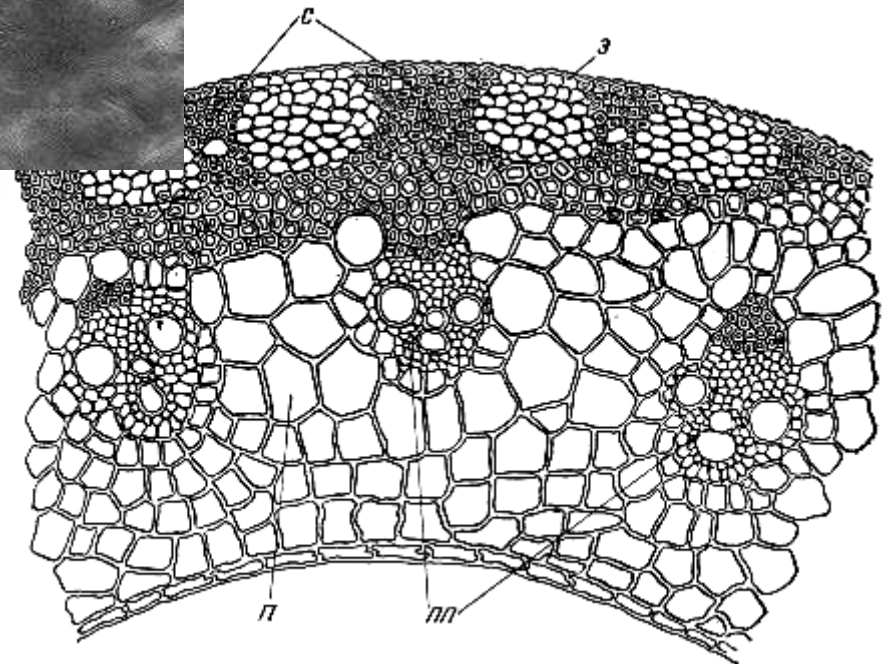


Особенности растительного сырья: клеточное строение, гетерогенность, многокомпонентность – основные (90% = биополимеры целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин) компоненты и минорные низкомолекулярные (10%) компоненты, включая биологически активные вещества (БАВ)



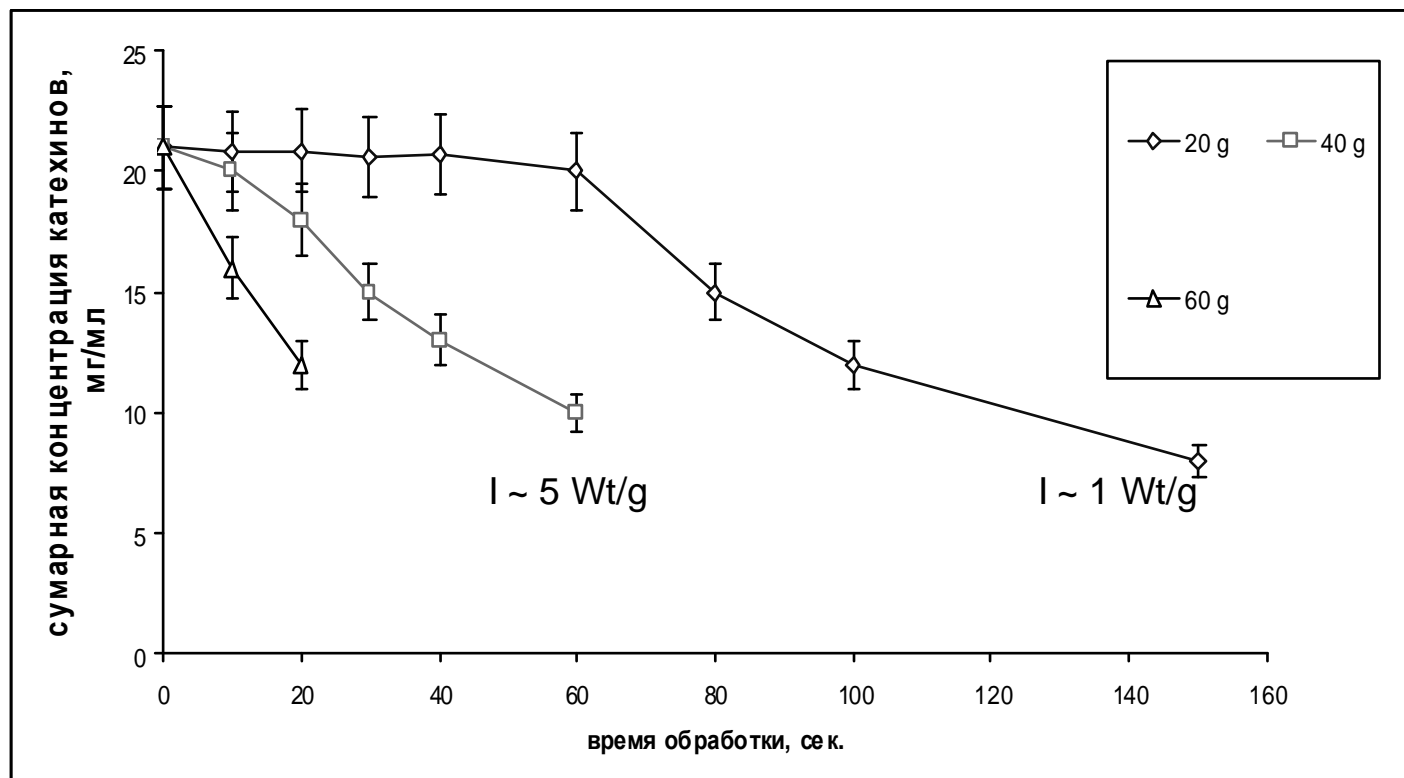
Проблемы химии растительного сырья:

- оболочки из высокопрочных химически устойчивых биополимеров,
- низкое содержание БАВ,
- быстрая деградация БАВ под воздействием воздуха, жидкостей, механической обработки

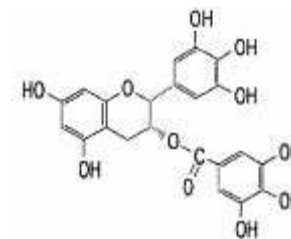
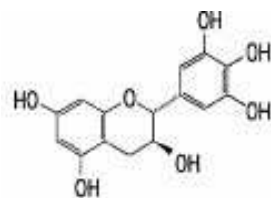
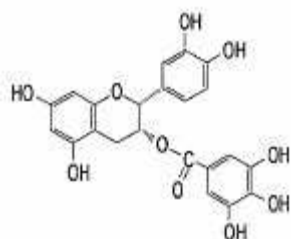


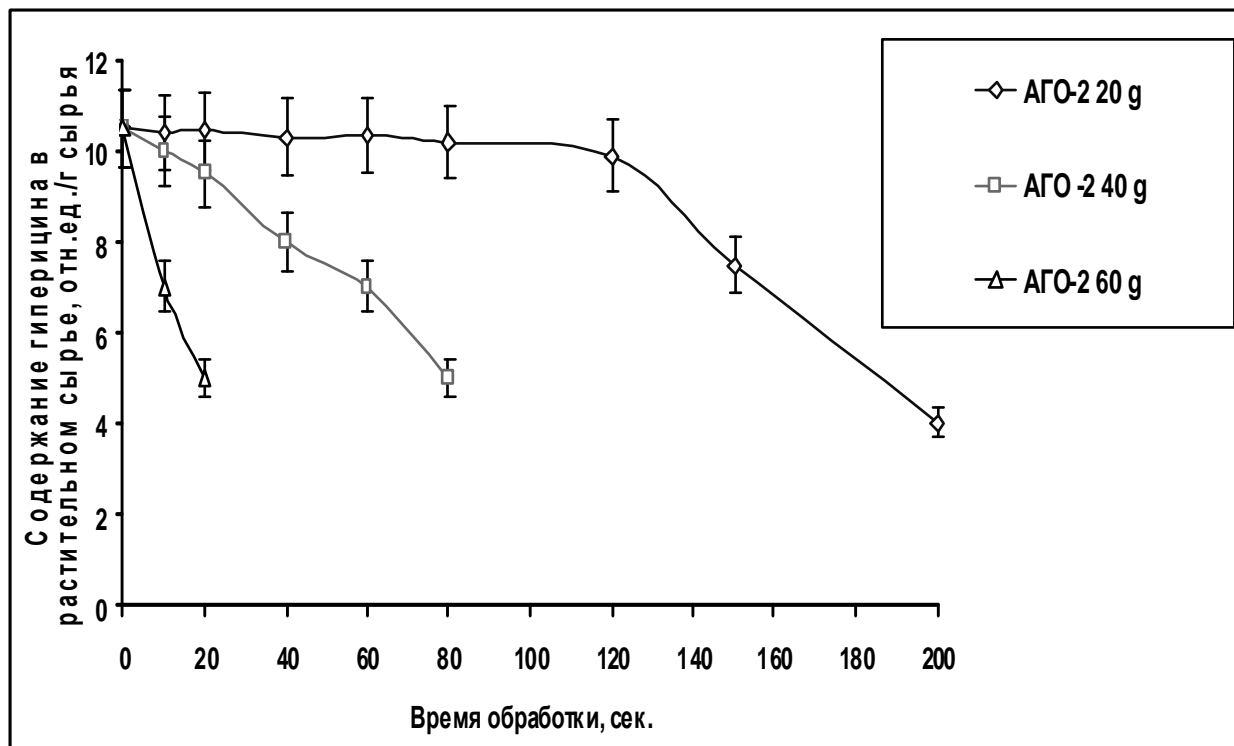
Механохимия минорных низкомолекулярных
компонентов (БАВ)
в присутствии биополимеров.

Увеличение стабильности БАВ в присутствии
биополимеров

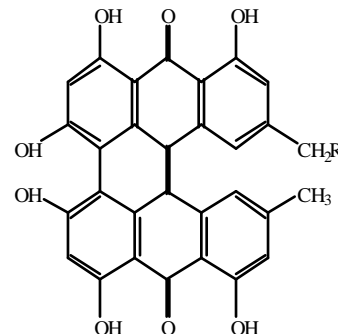
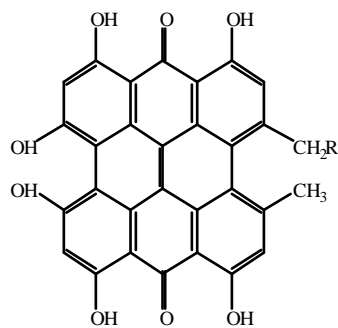


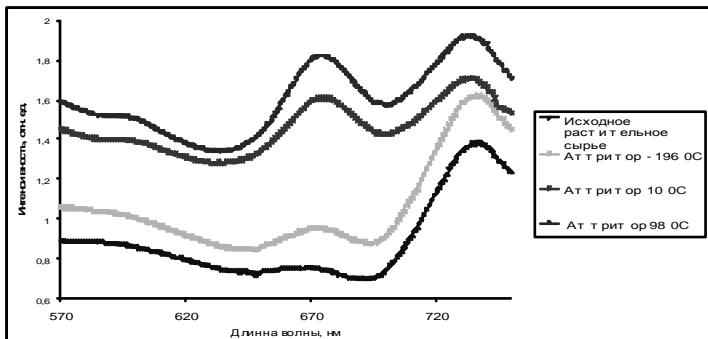
Дегградация катехинов в составе растительного сырья в зависимости от времени и интенсивности механической обработки



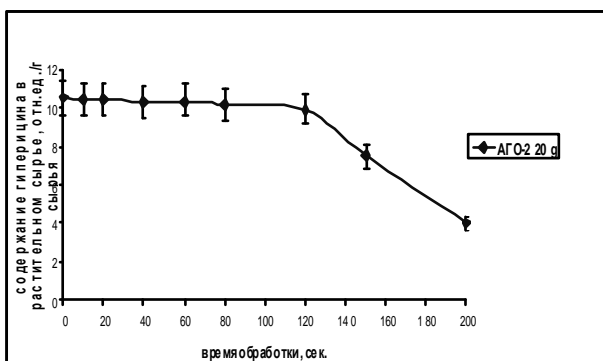


Дегградация гиперина в растительном сырье в зависимости от времени и интенсивности механической обработки





**Реакции нейтрализации в ходе механической обработки –
изучение люминесценции продукта реакции**

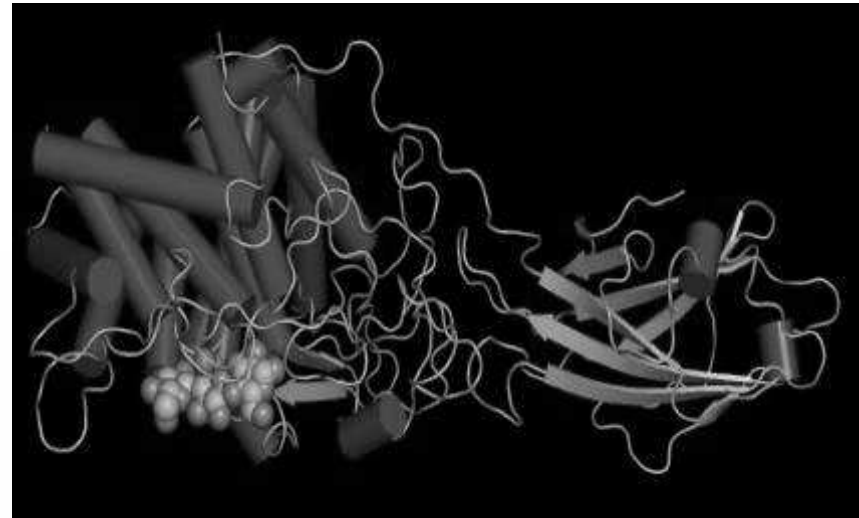
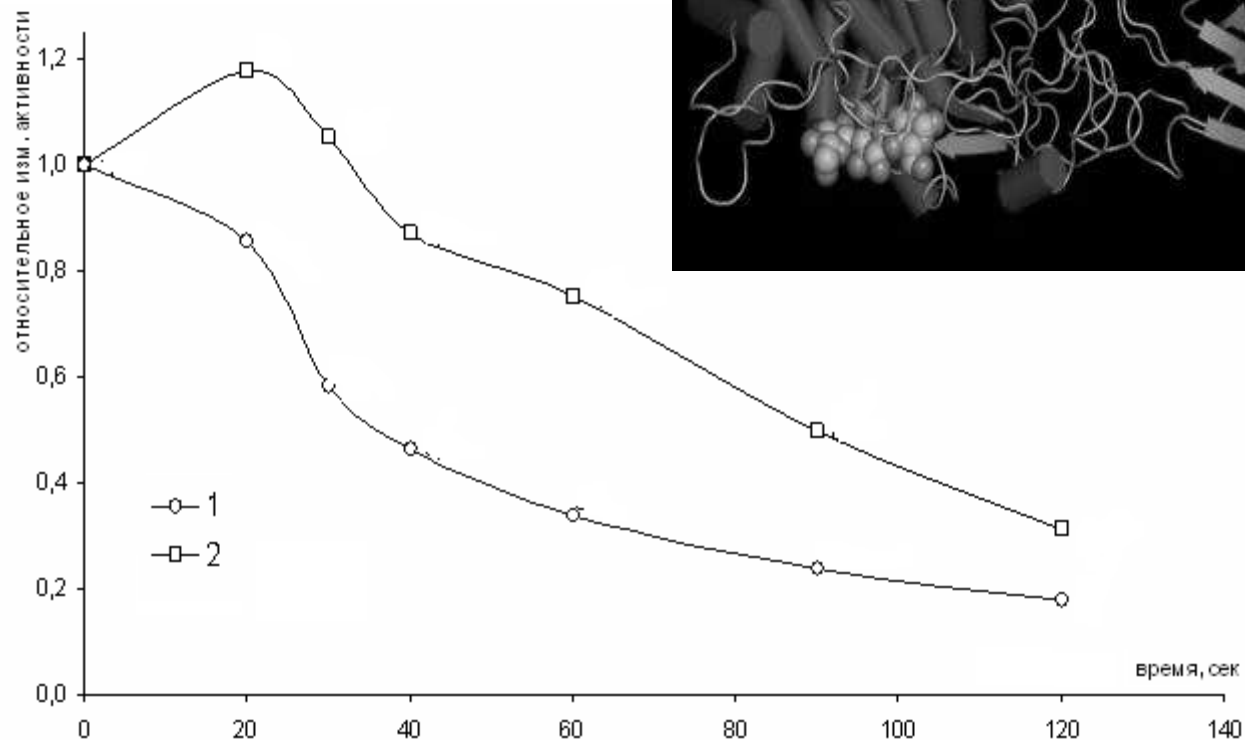


**Дегградация соли гипериксина
при механической обработке**



**Увеличение выход гипериксина
из сырья в 5,8 – 10,2 раза**

Дегградация гипериксина	Эффективная константа скорости реакции, с ⁻¹
Жидкая фаза, водный раствор, воздух	$2,3 \pm 0,7 * 10^{-5}$
Водный раствор 10% аскорбиновой кислоты, воздух	$0,8 \pm 0,1 * 10^{-5}$
Водный раствор, 1M NaOH, воздух	$0,3 \pm 0,2 * 10^{-4}$
Твердая фаза, воздух	$1,2 \pm 0,4 * 10^{-8}$

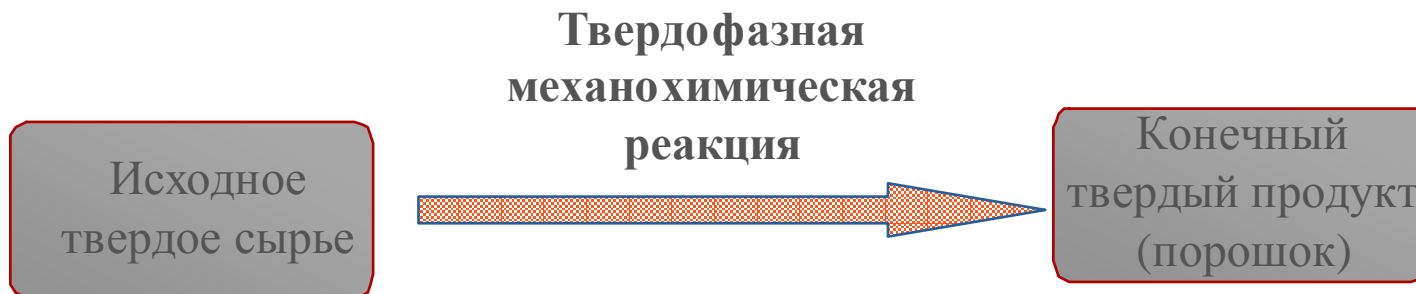
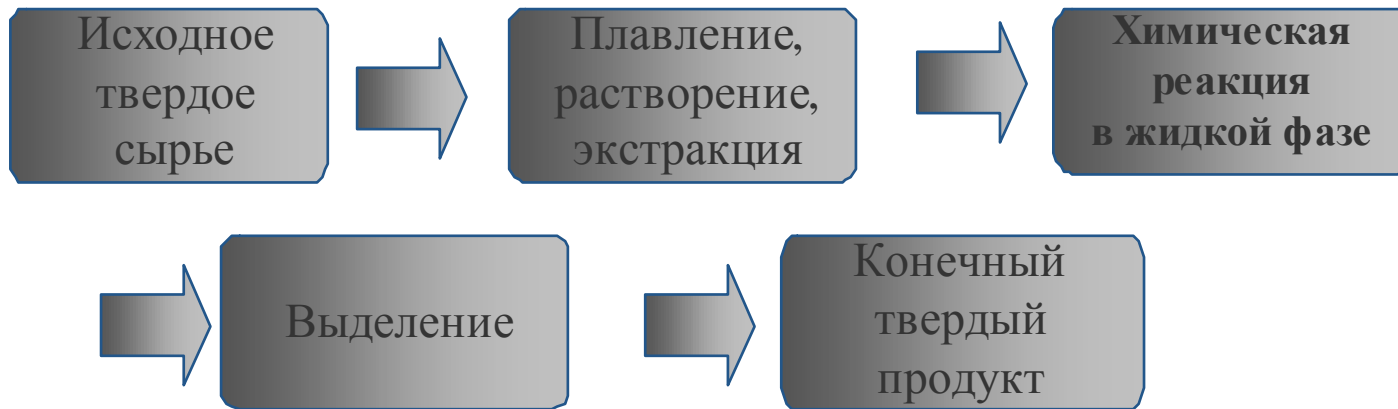


Деградация фермента целлюлазы (препарат Целлолюкс 2000) при механической обработке:

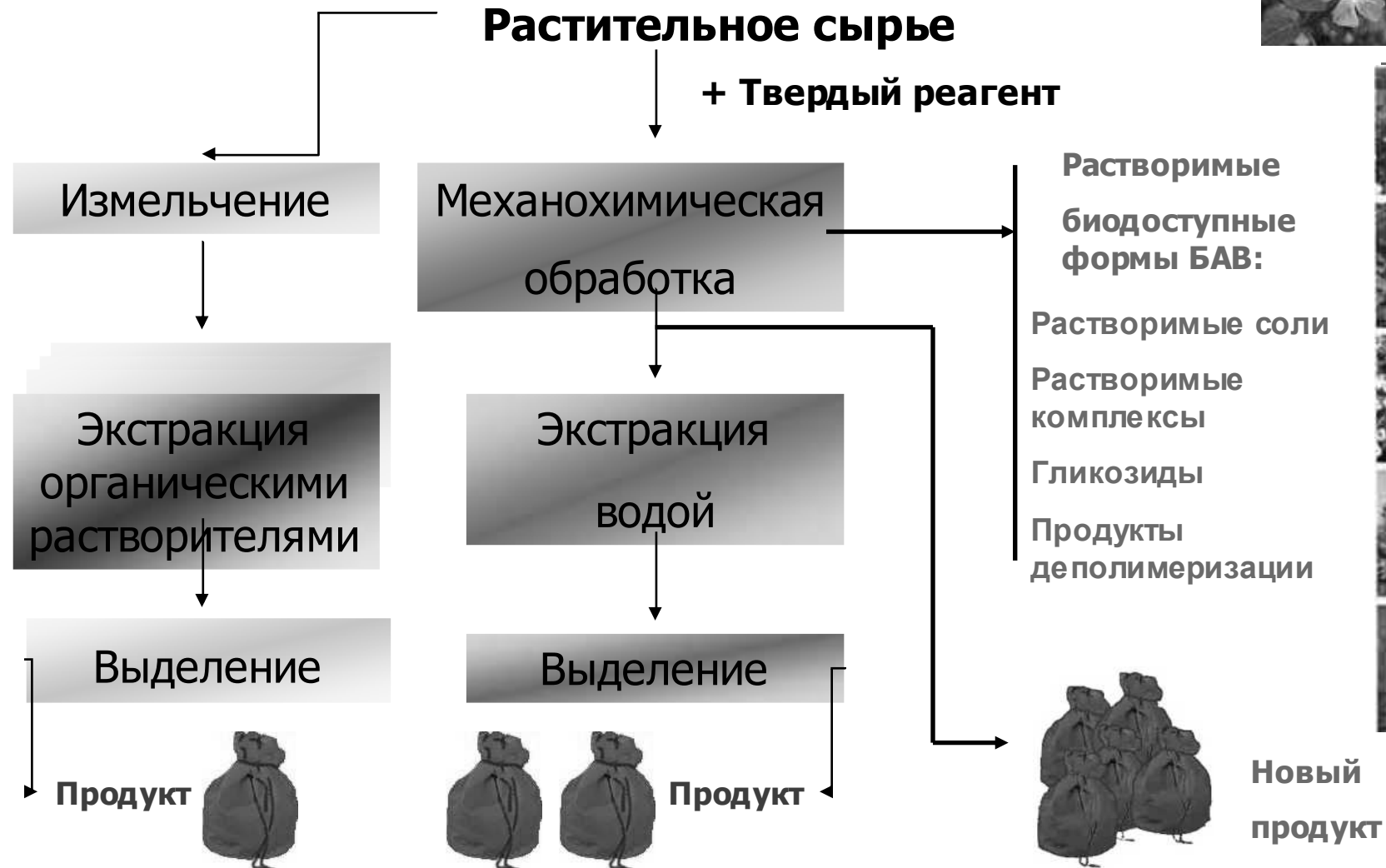
1 – обработка фермента без субстрата,

2 – совместная обработка фермента и микрокристаллической целлюлозы

The main idea of mechanochemical high-tech

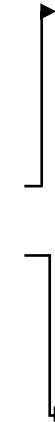
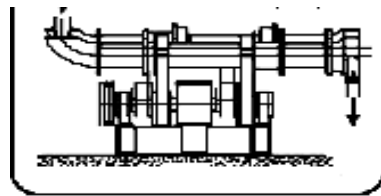


Биологически активные вещества: кислоты, основания, стеролы, гликозиды



Реакция нейтрализации и получение растворимых солей
Тримерпены из зелени хвойных
Стимуляторы роста растений

Технология



**Биологически
активные
экстракты**

**Биологически
активные
порошковые
препараты**

Приложения

Promoting plants' growth and reducing maturing period of plants
Increasing plants' productivity
Natural ecologically pure growth stimulator and immune modulator for pigs
Perspective accelerators for microbiology

Realized in China

Соли биогенных аминов из неплодовых частей облепихи

(пищевые добавки, медицинские препараты, экологически чистые консерванты листовых овощей и цветов)

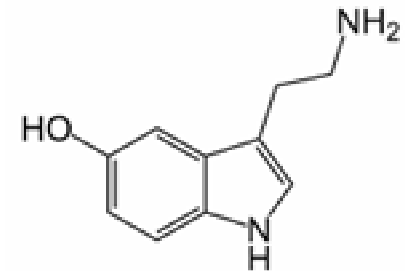
Разрабатывается твердофазная механохимическая технология получения препаратов биогенных аминов облепихи.

Обнаружена цитокининовая активность биогенных аминов.

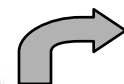
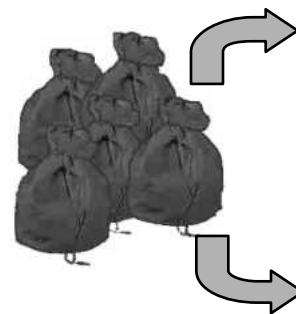
Новый тип нектотоксичных высокоэффективных регуляторов роста растений - нанобиокомпозитов.

Ингибитор старения листовых сельскохозяйственных продуктов.

Предполагается создание пилотной линии с производительностью до 100 кг порошкового продукта в час.



Механохимическая технология:



**Порошковый
биологически активный
препарат**

**Биологически активный
экстракт**

Биологическая активность механохимических препаратов

Experiments *in vitro*

(influence on differential morphogenesis)

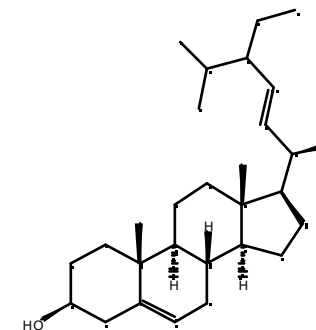
	Контроль	Контроль + препарат
<i>Частота регенерации, %</i>	10	25
<i>Объем калусовой ткани, см³</i>	1,9	1,9
<i>Число корней на эксплант</i>	4,3	6,4
<i>Длина корней, см</i>	0,7	0,9



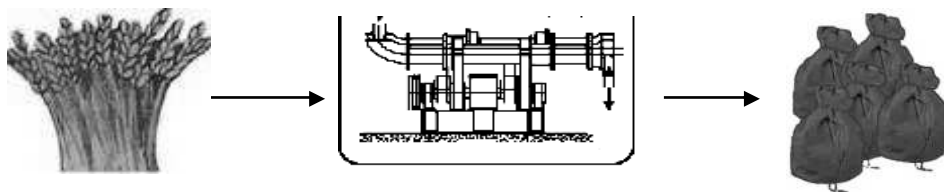
**Высокая цитокининовая
активность препаратов
тритерпеновых кислот из хвои и
биогенных аминов облепихи
(активный морфогенез растений
из клеток ткани)**

Образование растворимых комплексов

Препараты фитостеролов для животноводства



Технология

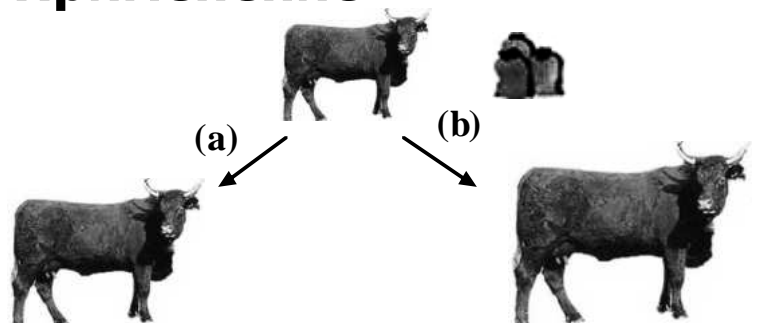


Растворимость

(биодоступность)

механохимических препаратов

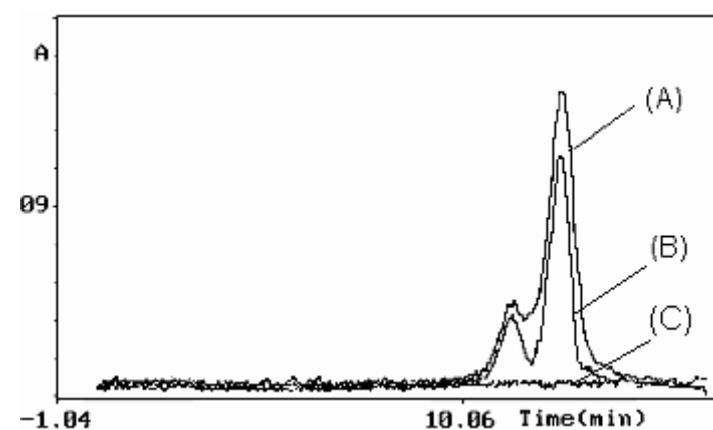
Применение



- a) Обычное кормление
- b) Кормление с добавками

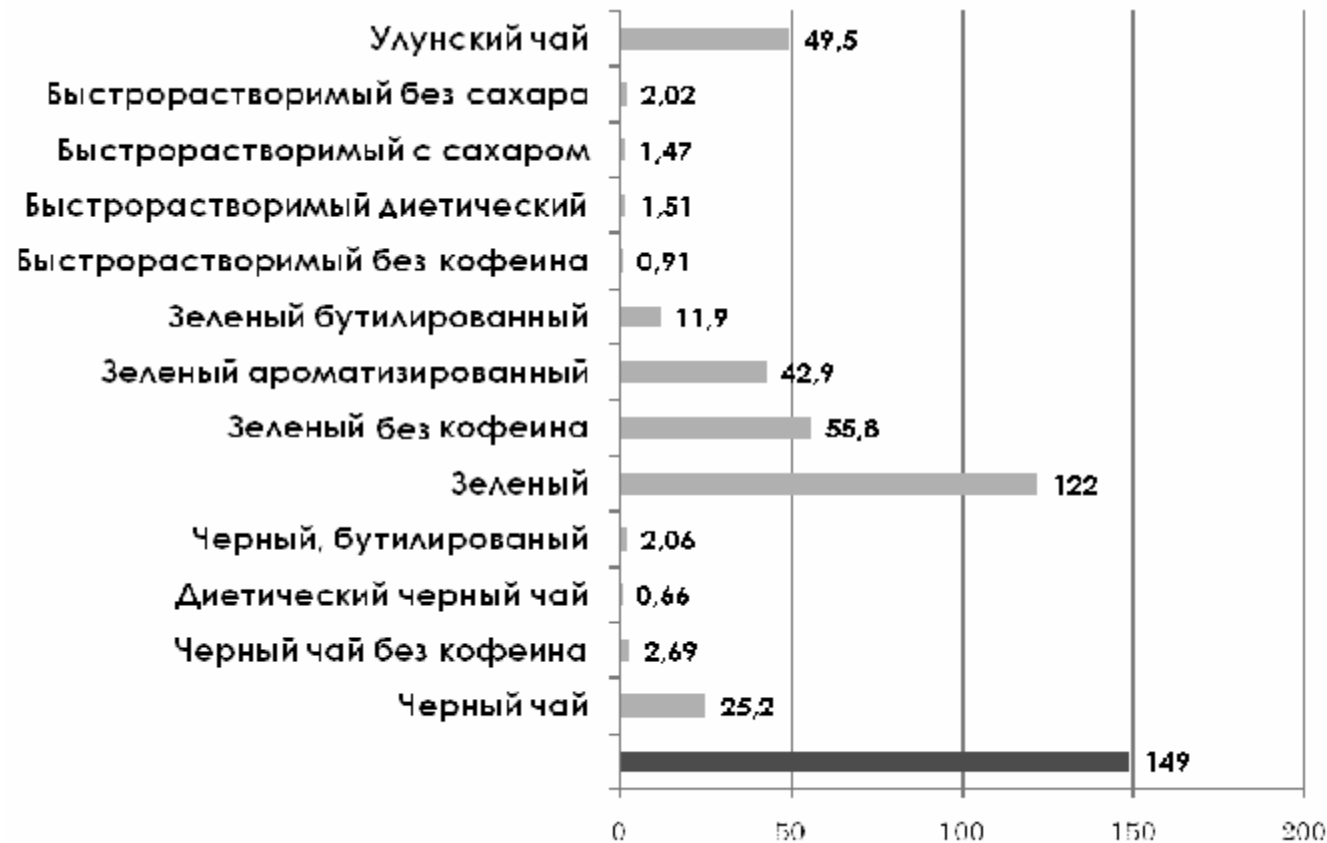
+15% - +20%

Realized in Russia



(A) – standard sample mixture (campesterol and β -sitosterol); (B) – mechanochemical product, yield of water-soluble forms; (C) – the control without mechanochemical processing.

**Содержание антиоксидантов в напитках, (мг на 100 г напитка),
Московский рынок, 2006 (данные НПО Химавтоматика)**



Механохимическая технология обеспечивает высокое содержание антиоксидантов в продуктах

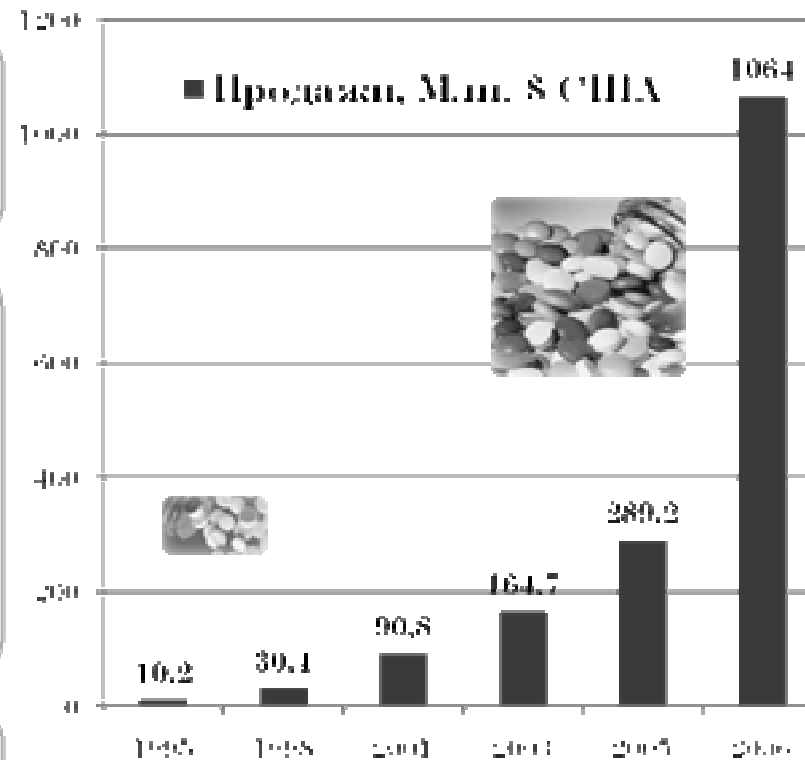
Рынок антиоксидантов

Развитие рынка

10 лет назад – применение антиоксидантов было ограничено

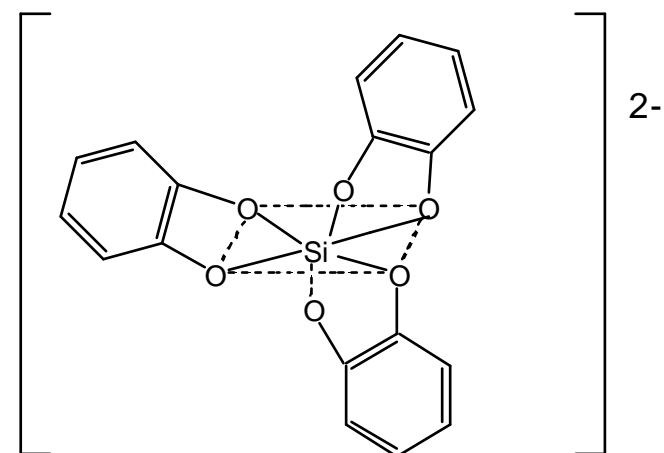
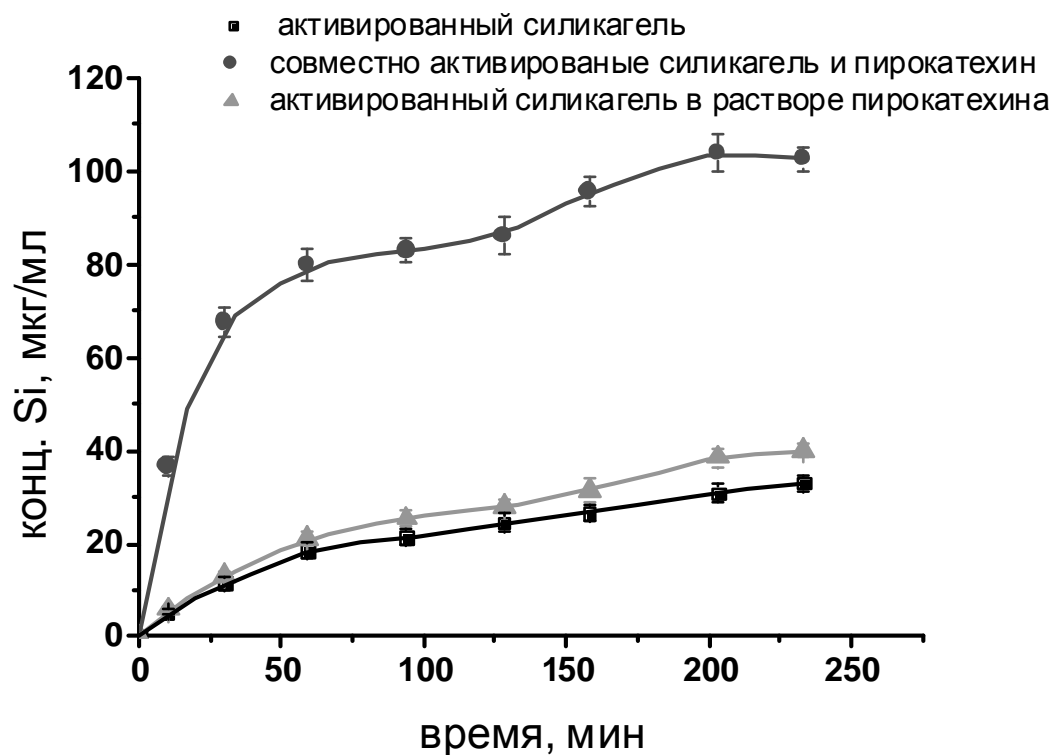
При поддержке государственного образования организации здравоохранения значительно расширяют применение антиоксидантов в качестве профилактических средств

Сегодня это миллиардный рынок



Образование растворимых комплексов (катехины зеленого чая с кремнеземом)

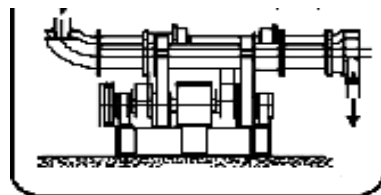
Растворение в буфере $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, pH 7



Образование растворимых гликозидов

Препараты натуральных стероидов

Technology



Powder preparation



Selective precipitation of 20E from water extract

Effective extraction of other ecdysteroids



Utilization of the preparations containing phytoecdysteroids

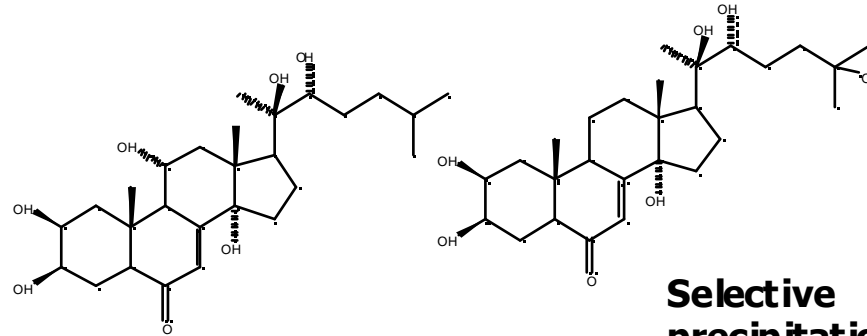


Perspective stimulators in breeding animals

Growth promoters without any hormonal consequences

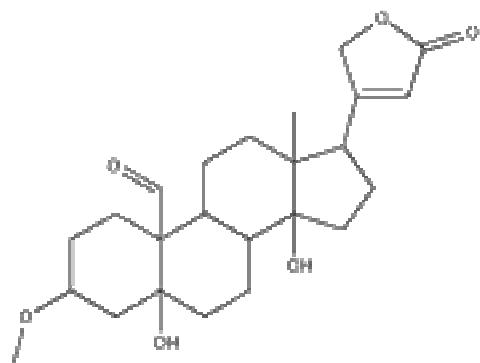
Boosting protein biosynthesis in liver, muscular tissues

Restoration of animal genesial functions



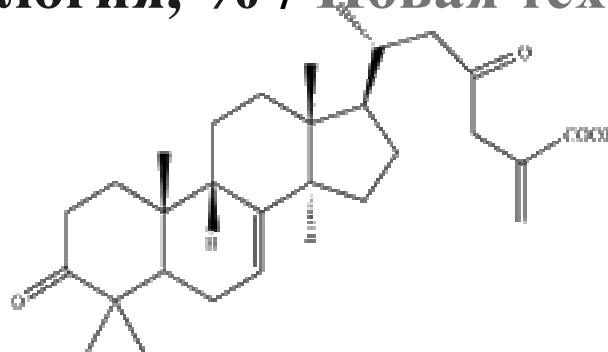
Преимущества механохимии: ВЫСОКИЙ ВЫХОД

Традиционная технология, % / Новая технология, %



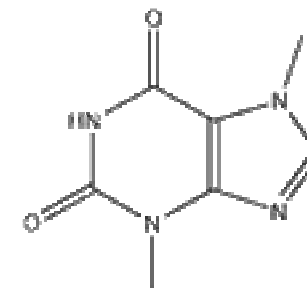
Erychroside
(Cardiac glycoside)

0.014/0.04



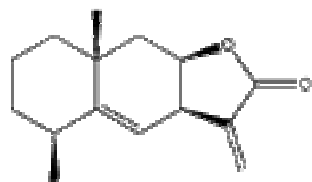
Triterpenic acids

2.5/4.5

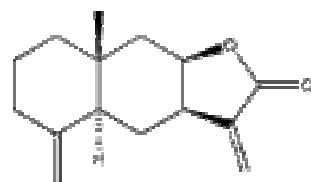


Berberine
(Isoquinoline alkaloid)

0.8/2.0

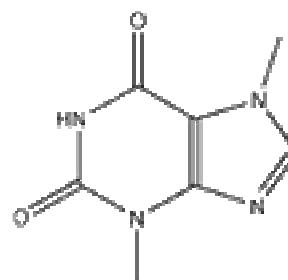


Alantolactone



Isoalantolactone

2.0/5.0



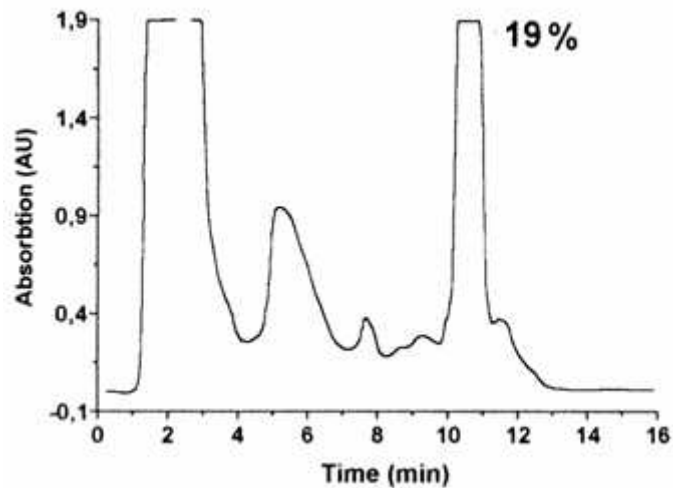
Theobromine (Purine alkaloid)

0.5/1.3

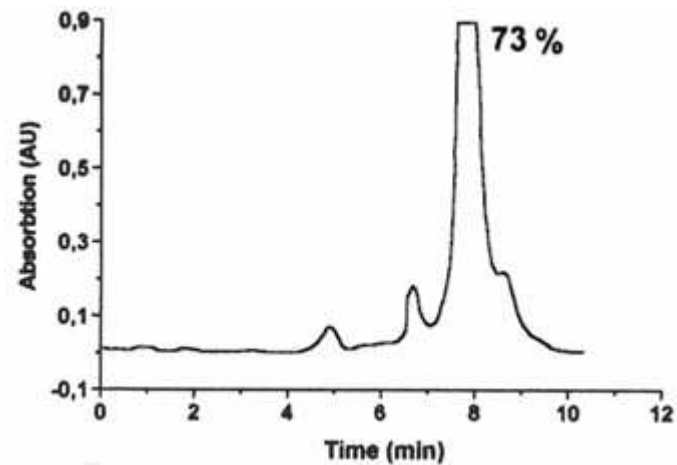
Высокая селективность механохимической технологии

Механохимическая экстракция алкалоида аконитина

High-performance Liquid Chromatography Data



Продукт традиционной
технологии

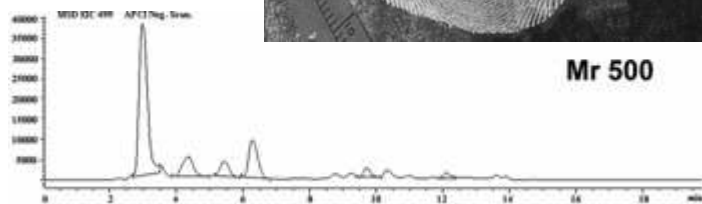
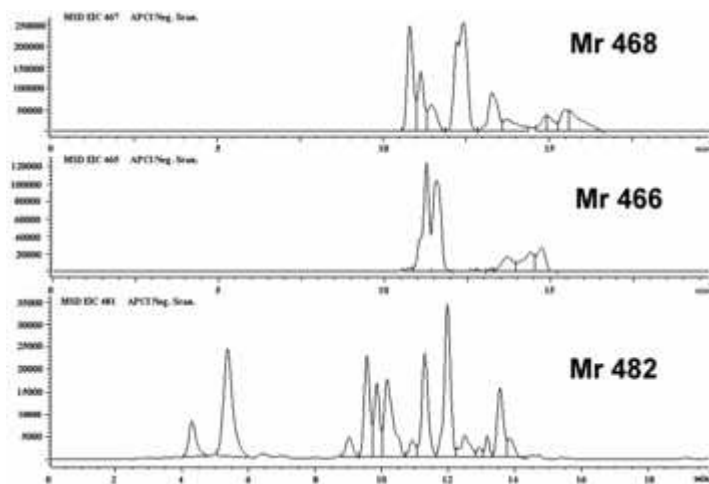


Продукт механохимической
технологии

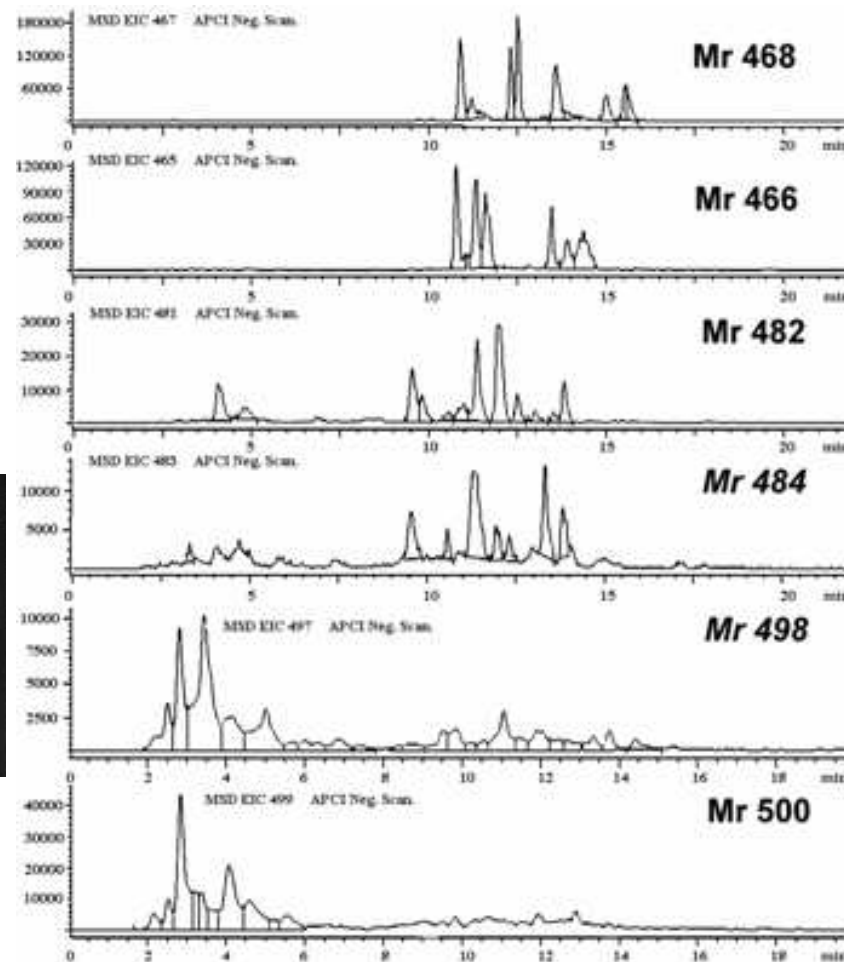
Выделение более растворимых и активных компонентов

Тритерпены из зелени хвойных

Состав стандартного продукта

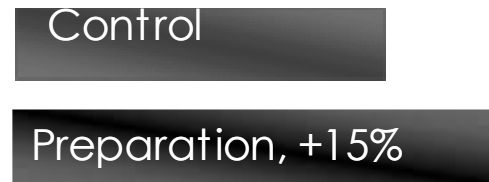


Состав механохимического продукта

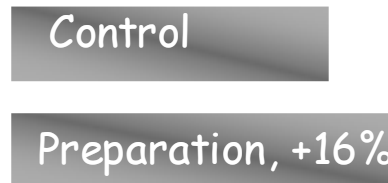
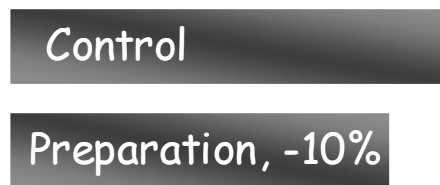


Повышение продуктивности животных и птицы препаратами *Panicum meliaceum L.* и *Serratula coronata L.*

Daily mass increase



Fodder consumption



Daily mass increase

Number of eggs

Mass of egg

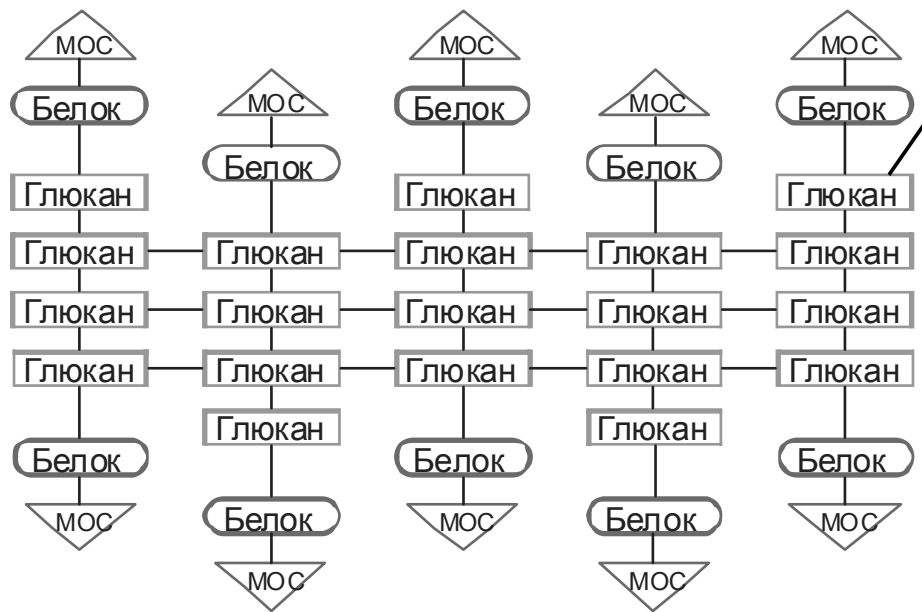
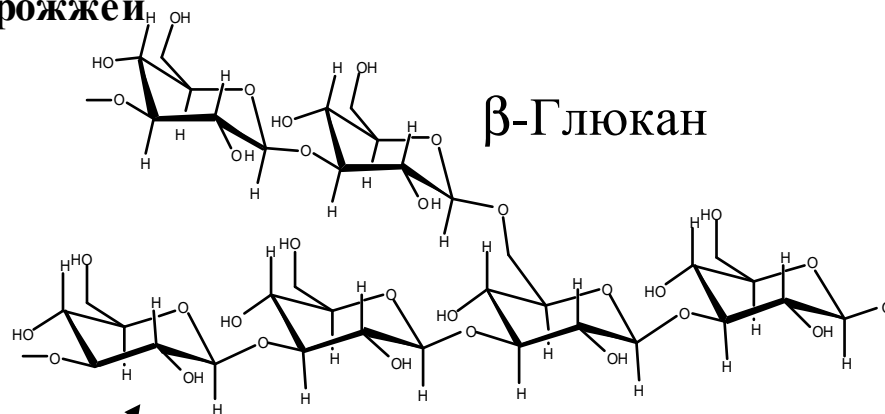
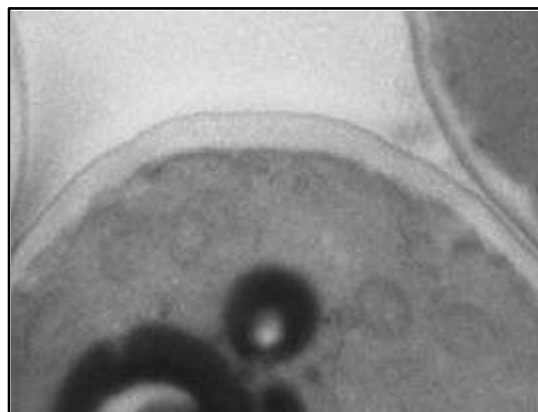


Нет эффективных технологий
без использования побочных продуктов

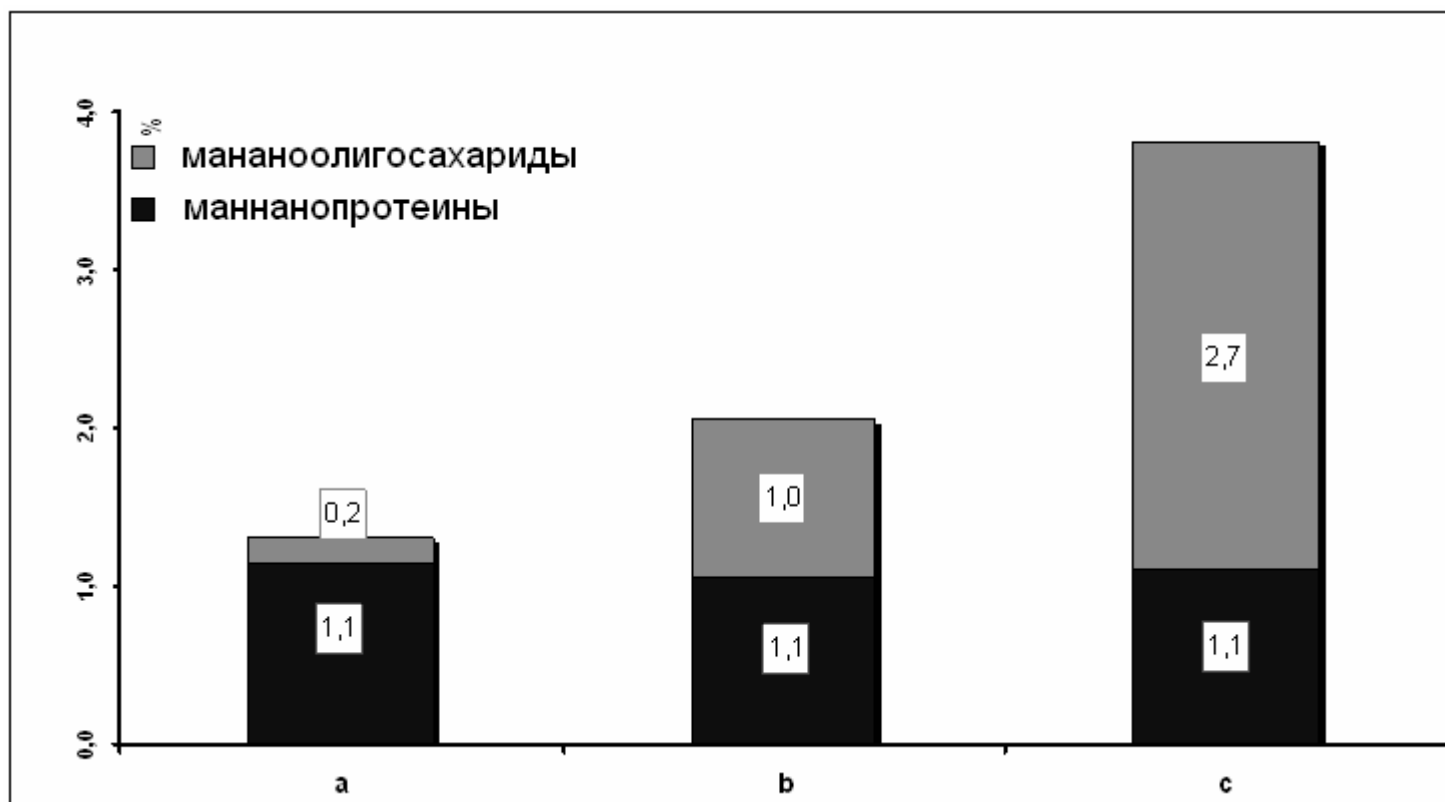
W2W (wastes to wells) – подходы в технологиях растительного сырья

Эффективное использование биомассы дрожжей

Надмолекулярная структура клеточной стенки дрожжей



Выход маннанолигосахаридов (МОС) после механоферментативной обработки



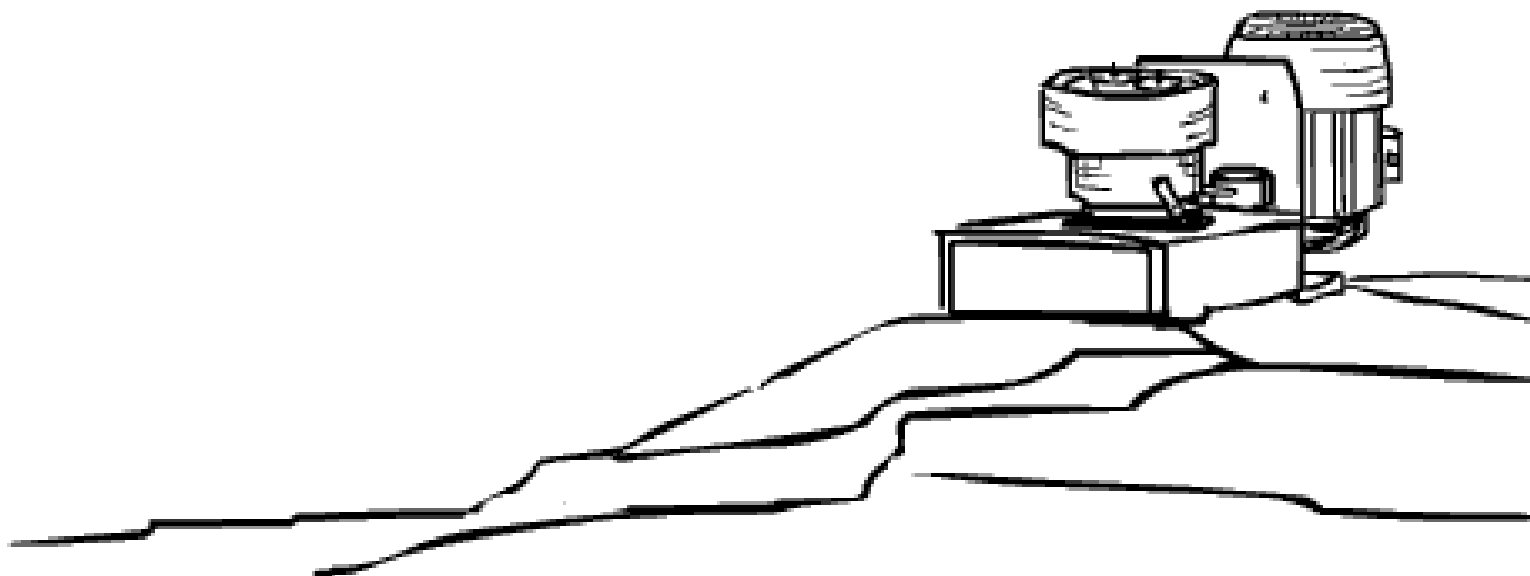
а – исходные дрожжи,

б – дрожжи после механической активации,

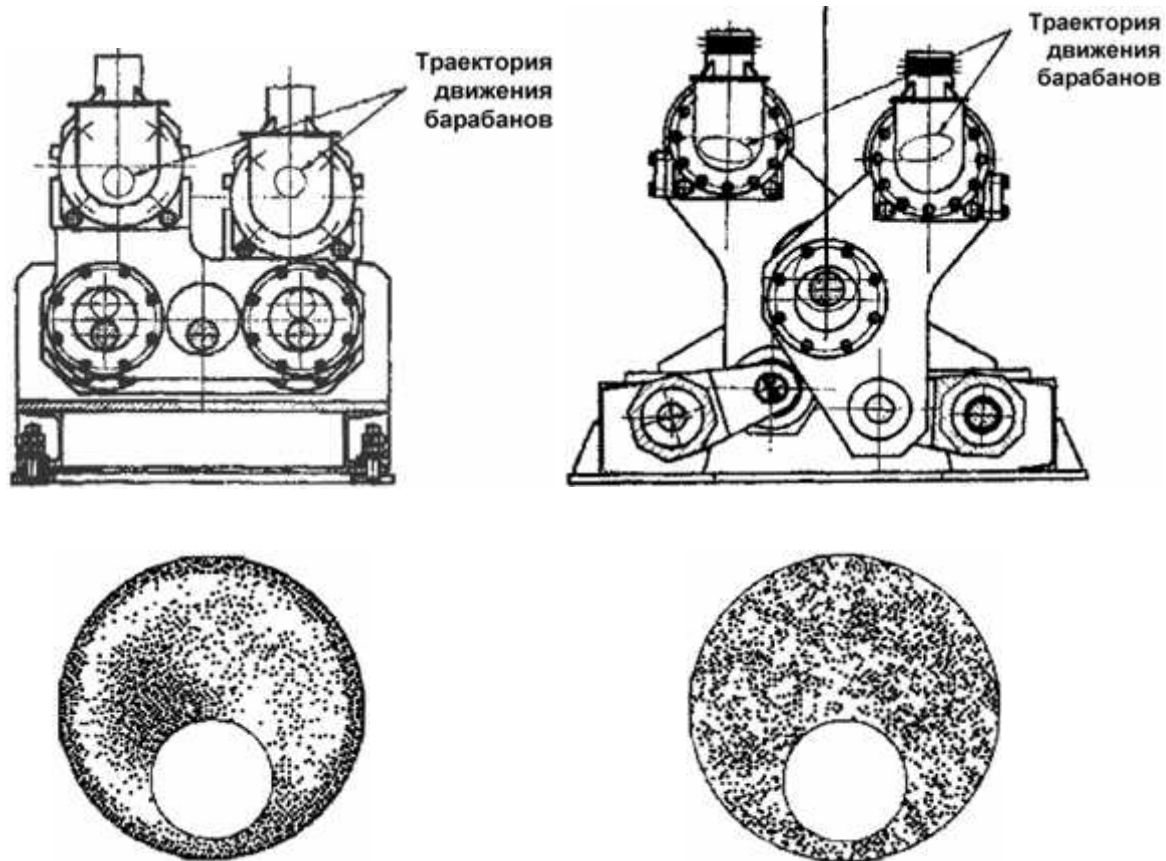
в – дрожжи после механоферментативного гидролиза.

Специальные механохимические реакторы

Не каждая мельница может использоваться как механохимический реактор

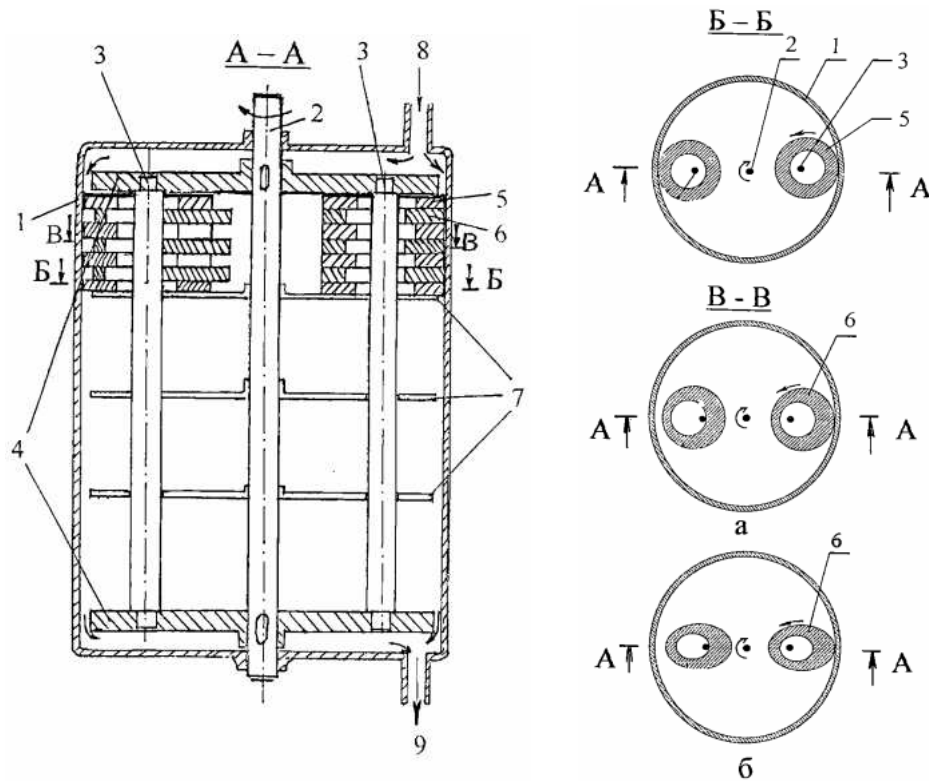


Специальные механохимические реакторы — мельницы ВЦМ и ЦЭМ



Технологическая линия располагается на площади 50 квадратных метров, потребляет около 30 кВт энергии, обслуживается одним оператором и обеспечивает изготовление 100 кг в час кормовой добавки.

Специальный реактор для растительного сырья



Роликовая мельница с контролируемой интенсивностью механического воздействия

Мобильный механохимический модуль (Проект)



Преимущества :

- Транспортабельность и возможность работы на выезде;
- Технологическая гибкость;
- Снижение стоимости переработки;
- Экологическая чистота технологии.

В итоге работы созданы основы технологии:

- твердофазной механохимической «экстракции» биологически активных веществ,
- механоферментативного гидролиза лигноцеллюлозы,
- обогащения растительного сырья за счет разделения одревесневших и недревесневших тканей растений.

