

# **Ферментативные гидролизаты пищевых белков для продуктов специального питания**

**Мягконосов Дмитрий Сергеевич**

**К.т.н., рук. сектора прикладной энзимологии отдела биохимии**



**ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»**

**30 октября 2019 г.**

**г. Москва**

# Актуальность проблемы использования белковых гидролизатов

**Продукты функционального питания** – это продукты специализированного питания, используемые с целью:

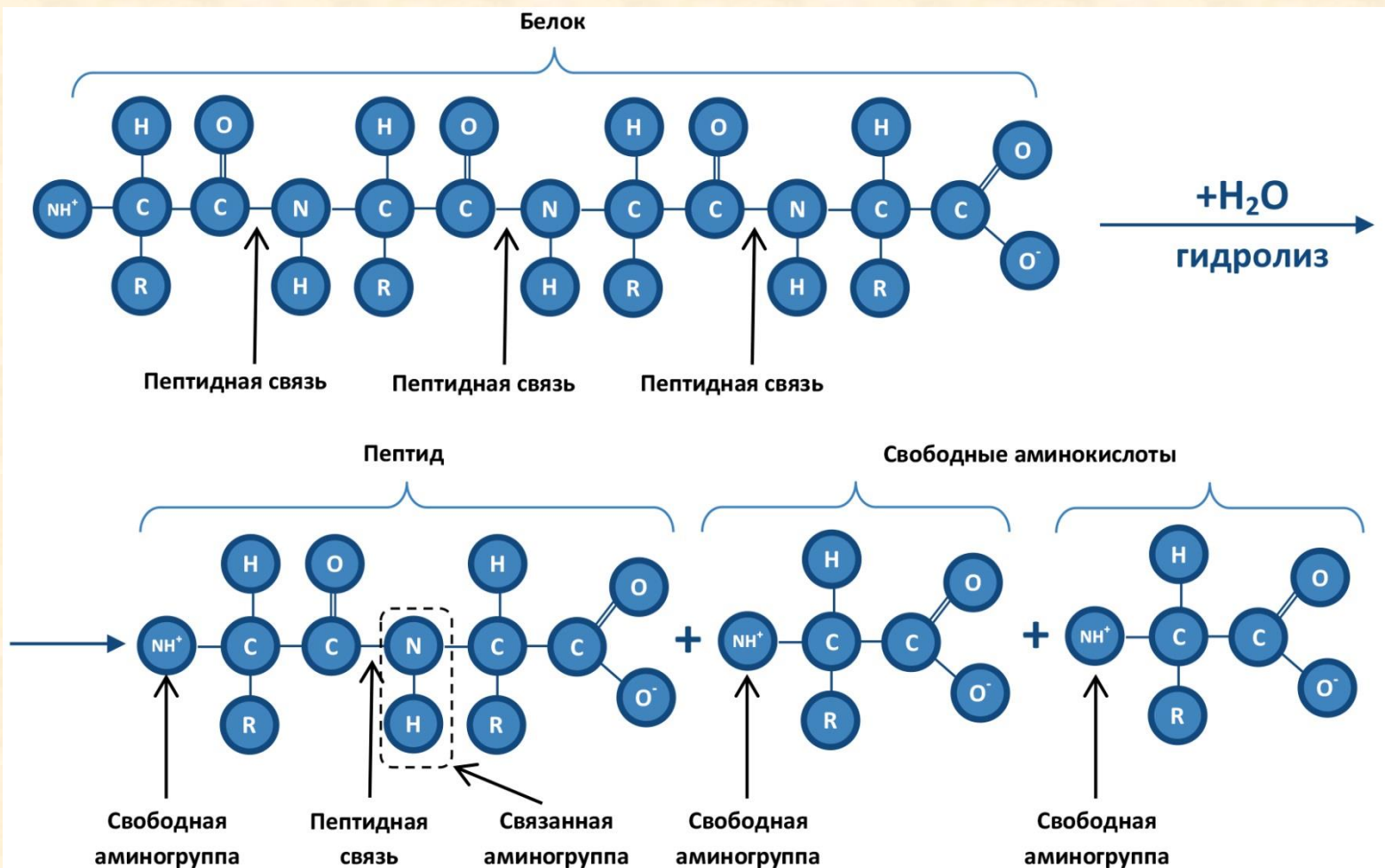
- коррекции нарушенного пищевого статуса,
  - помощи организму в адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды,
  - нормализации протекающих в организме физиологических процессов
- и дающие благотворный эффект от своего применения, в плане воздействия на самочувствие принимающего их человека.

**Продукты функционального питания** предназначены для питания лиц с **особыми** пищевыми потребностями:

- детей раннего возраста;
- спортсменов;
- людей с нарушениями пищеварения;
- послеоперационных больных на стадии реабилитации;
- людей с аллергическими реакциями на некоторые компоненты пищи
- других лиц, которым требуются пищевые продукты особого состава.

**Важной составной частью** продуктов функционального питания являются белковые компоненты (так называемый «белковый модуль»), которые являются строительным материалом для тканей организма, а также выполняют ряд других важных функций. Перспективным направлением является использование в качестве белковых компонентов **гидролизированных белков**.

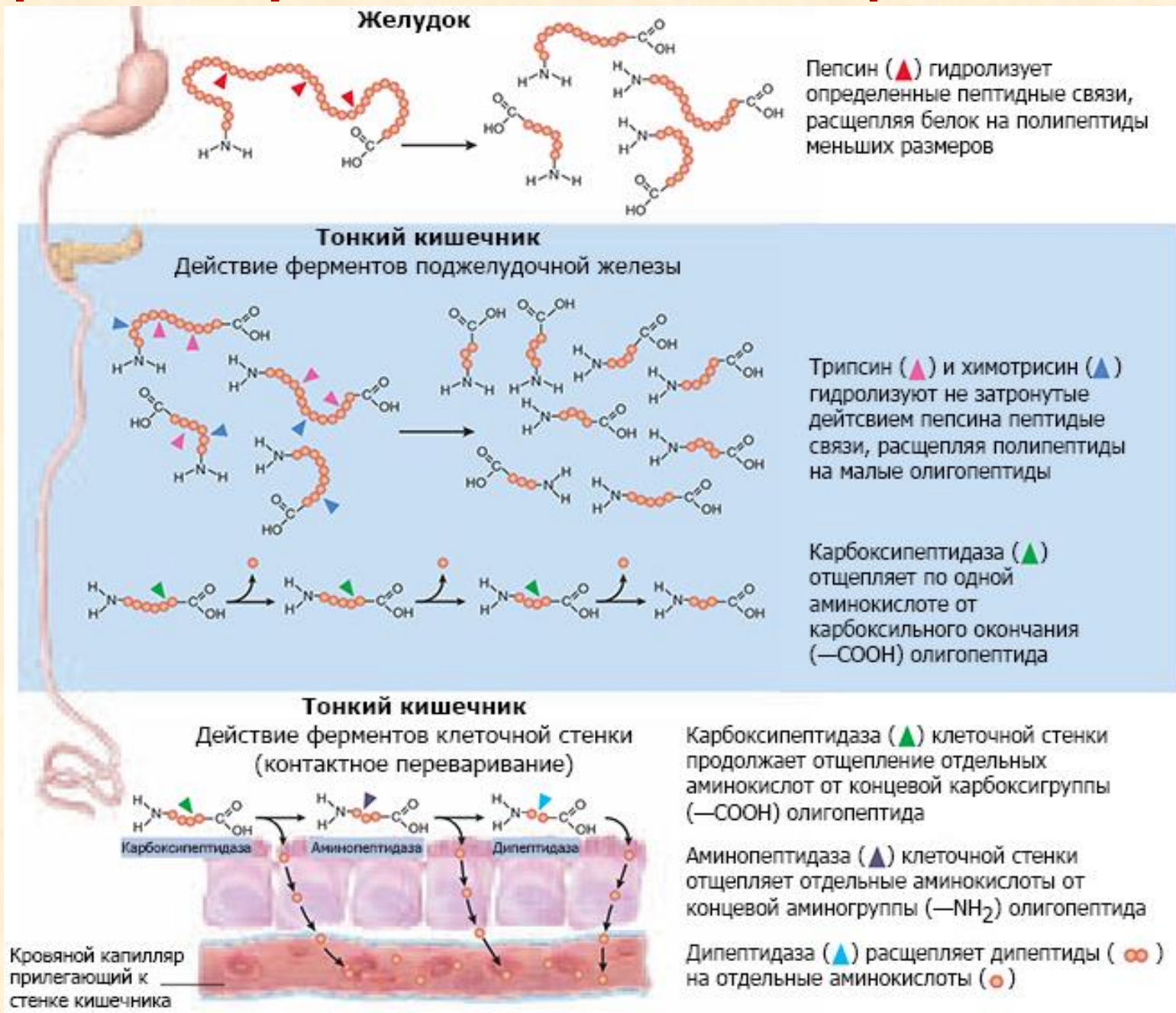
# Гидролиз – метод улучшения функциональных свойств белков



**Гидролиз** является хорошо известным методом модификации функциональных свойств белков: растворимости, вязкости, эмульгирующих и пенообразующих свойств, что приводит к **повышению** их **биологической ценности** в результате расщепления белка на фрагменты разной молекулярной массы.



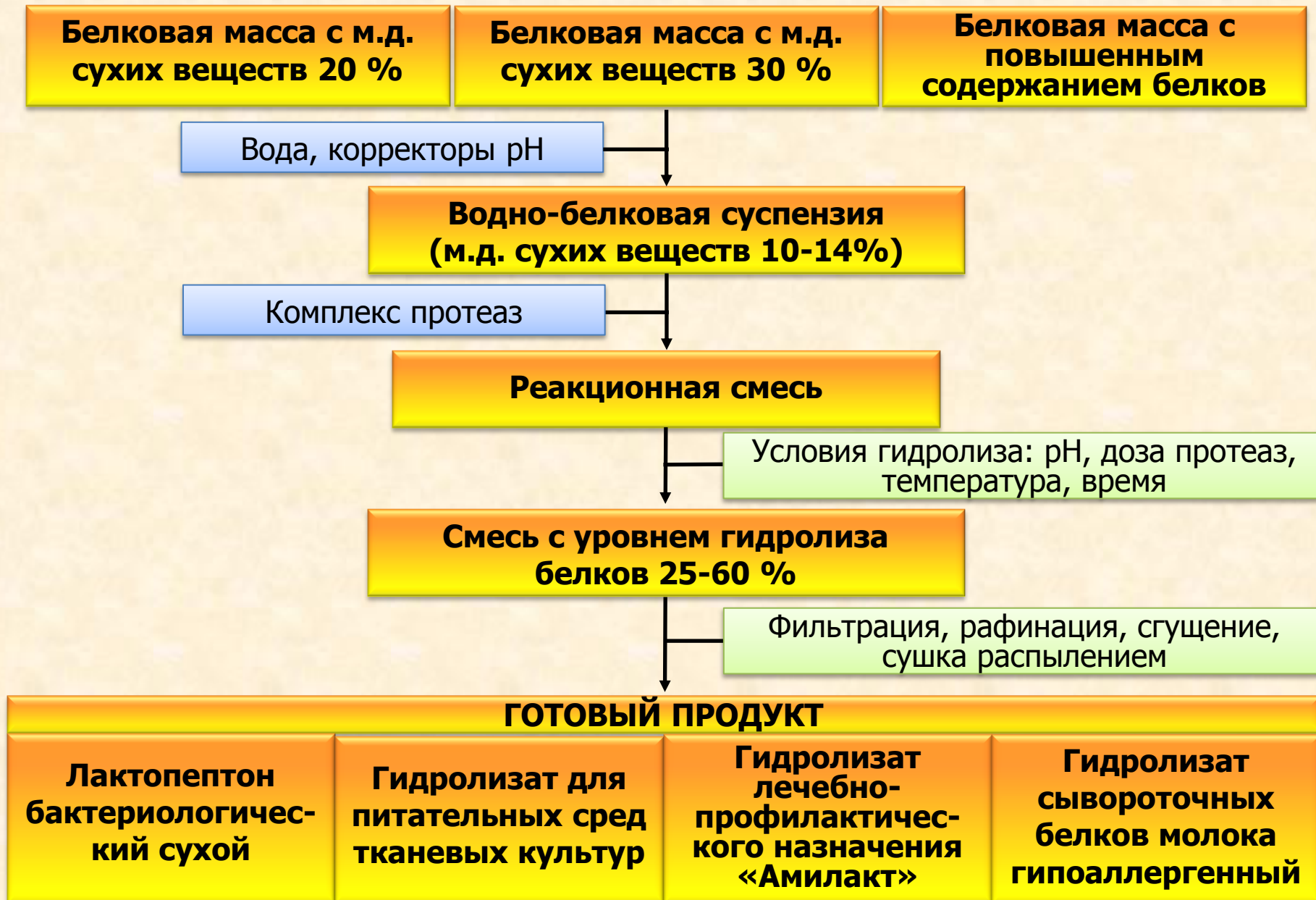
# Переваривание и усвоение белка в пищеварительной системе



## **Требования предъявляемые к гидролизата белков предназначенных для специального питания**

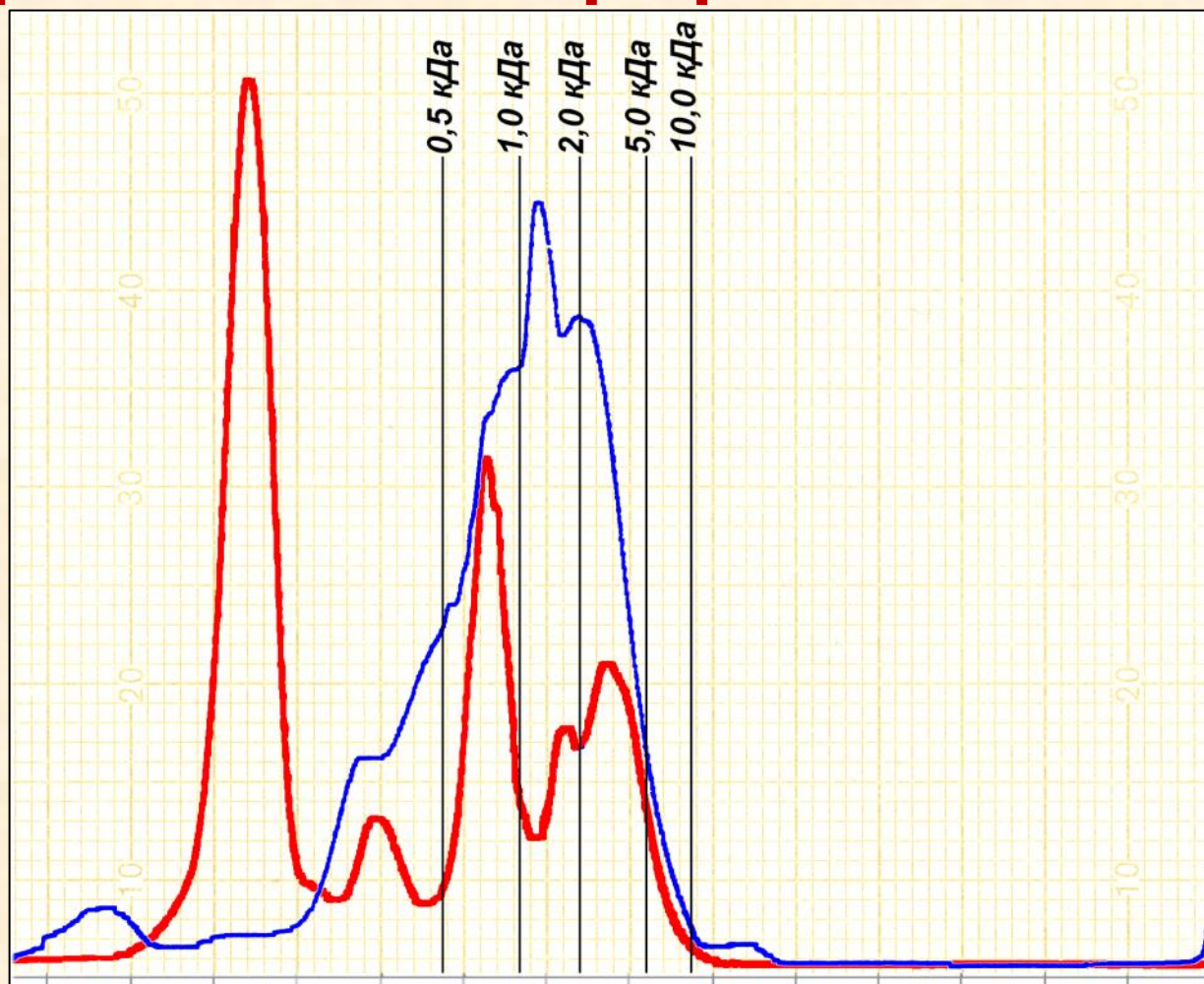
- 1) Высокая степень расщепления белка, обеспечивающая быстрое усвоение в организме**
- 2) Полноценный аминокислотный состав**
- 3) Высокая степень снижения антигенности**
- 4) Осмотическое давление раствора отвечающее физиологическим требованиям (290-320 мосм/л)**
- 5) Приемлемые вкусовые показатели (нейтральный вкус)**
- 6) Высокая степень очистки от балластных веществ: углеводов, липидов и зольного остатка**
- 7) Приемлемая стоимость продукта**

# Технологическая схема получения ферментативных гидролизатов сывороточных белков разработанная во ВНИИМС





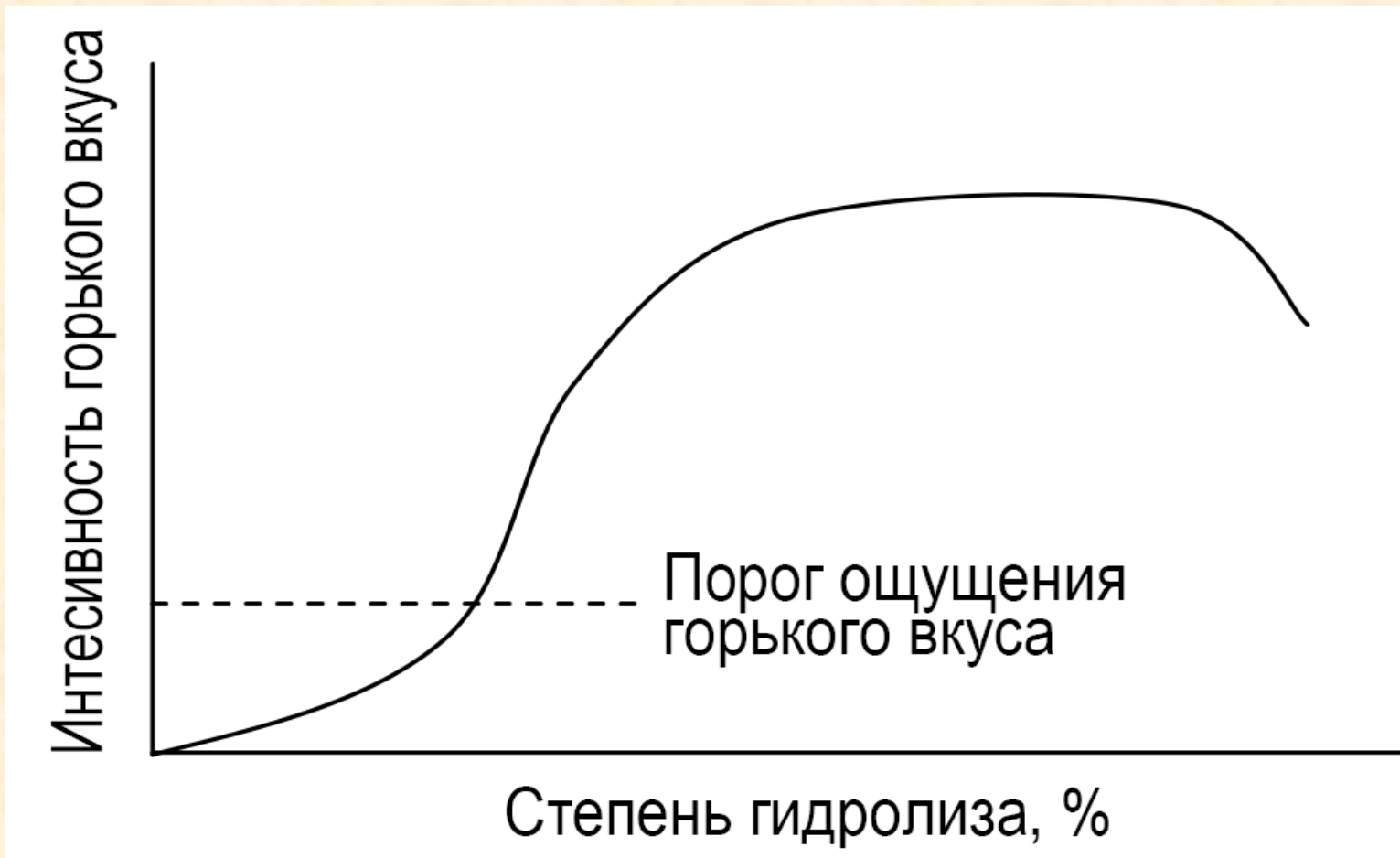
# Молекулярно-массовое распределение в гидролизатах сывороточных белков разработанных ВНИИМС



**В красных линиях** – 1) гидролизат с **высокой степенью гидролиза**, полученный при помощи комплекса ферментных препаратов (**Панкреатин + Flavourzyme**);  
**в синих линиях** – 2) гидролизат **со средней степенью гидролиза**, полученный с помощью «крупнорасщепляющей» протеазы (**Alcalase**)

# Вкусовые характеристики гидролизатов сывороточных белков

Качественная зависимость между интенсивностью горького вкуса гидролизата и степенью гидролиза



Вкус гидролизата полученного при помощи комплекса ферментных препаратов (**Панкреатин + Flavourzyme** – «*не горький, специфический (гидролизатный)*»)

Вкус гидролизата при помощи ферментного препарата **Alcalase** - «*умеренно выраженный горький*»



# Функциональные свойства гидролизатов сывороточных белков произведенных с использованием разных ферментов

Показатель (характеристика)	Гидролизат №1 (Панкреатин + Flavourzyme)	Гидролизат №2 (Alcalase)
Степень гидролиза, %	<b>22</b>	<b>15</b>
Остаточная антигенность (от массы белкового компонента )	<b><math>1 \cdot 10^{-6}</math></b>	<b><math>2 \cdot 10^{-5}</math></b>
Осмоляльность, мосм/л (для раствора м.д. с.в. 10 %)	<b>545</b>	<b>290</b>

Необходимо обеспечить **равновесие между степенью гидролиза**, которая важна для ускоренного усвоения гидролизата в организме, **степенью остаточной антигенности** гидролизата и **осмоляльностью** гидролизата.

Для **лучшего усвоения гидролизата** необходимо **изотоническое давление раствора (280-300 мосм/л)**. **Гипертонический раствор** вызывает обезвоживание эпителиальных стенок кишечника и **нарушает усвоение гидролизата**.

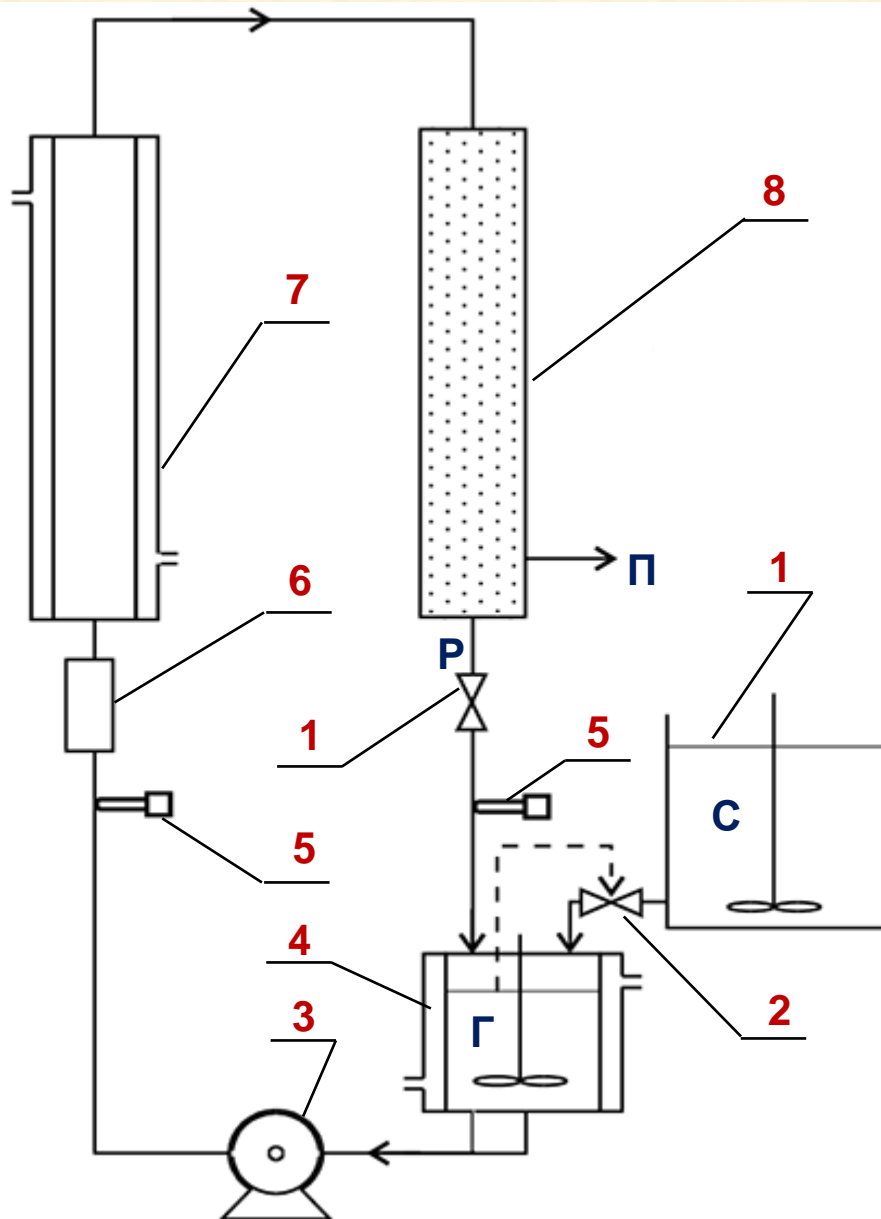
# Направления совершенствования технологии гидролизатов

1) **Контроль степени гидролиза** путем подбора протеолитических ферментов

2) **Устранение причин возникновения вкусо-ароматических веществ**, возникающих под влиянием температуры в результате реакций Майяра, Штреккера, а также окисления липидов и омыления липидов:

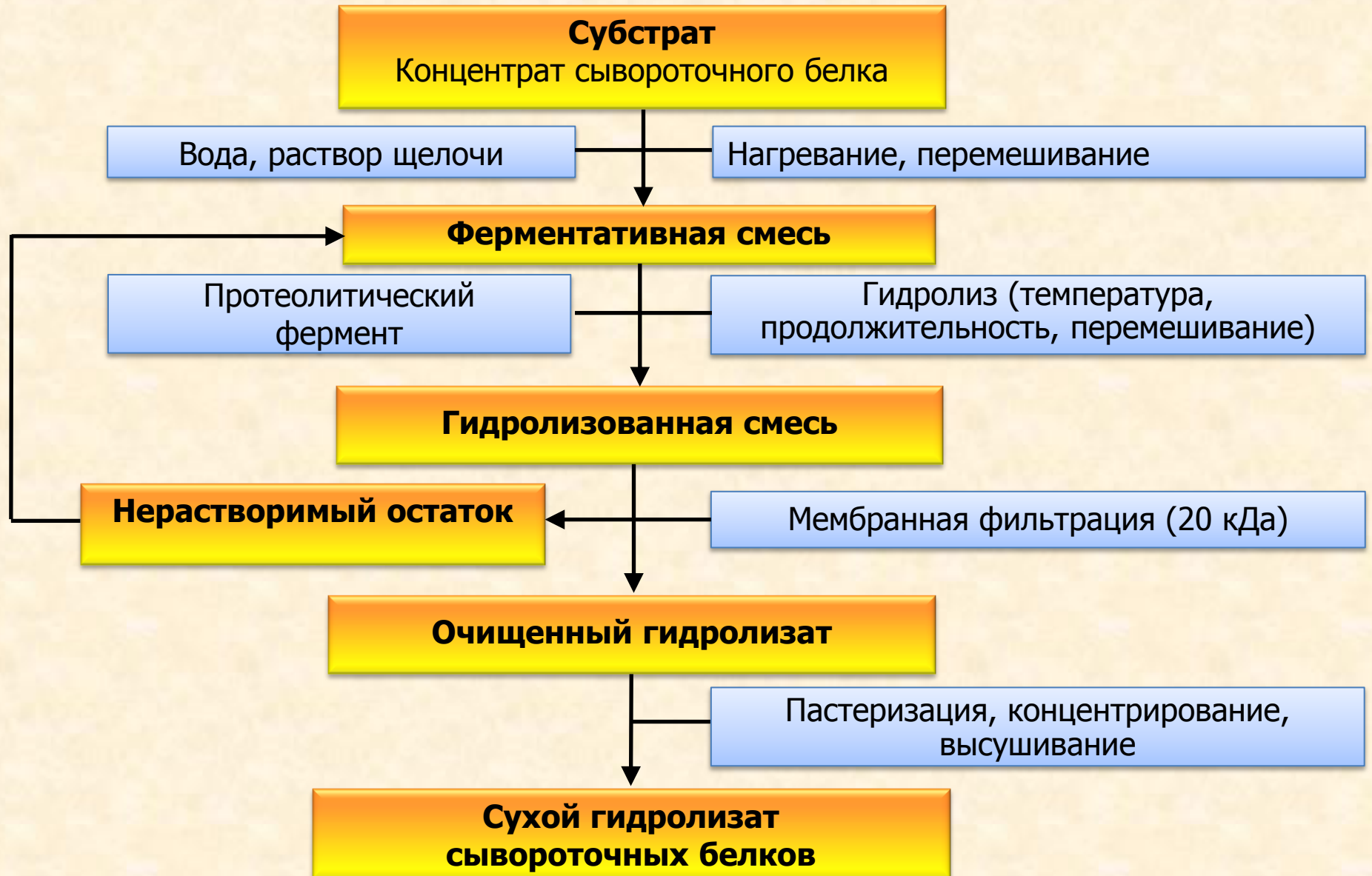
- **отказ от температурной инактивации ферментов** путем очистки гидролизата от ферментов с помощью мембранных технологий
- **удаление из ферментативной среды реакционно-способных продуктов**, таких как ионы металлов, кислоты, щелочи, сахара, липиды и свободные жирные кислоты, участвующих в реакциях, вызывающих образование нежелательных веществ

# Схема ферментативного мембранного реактора



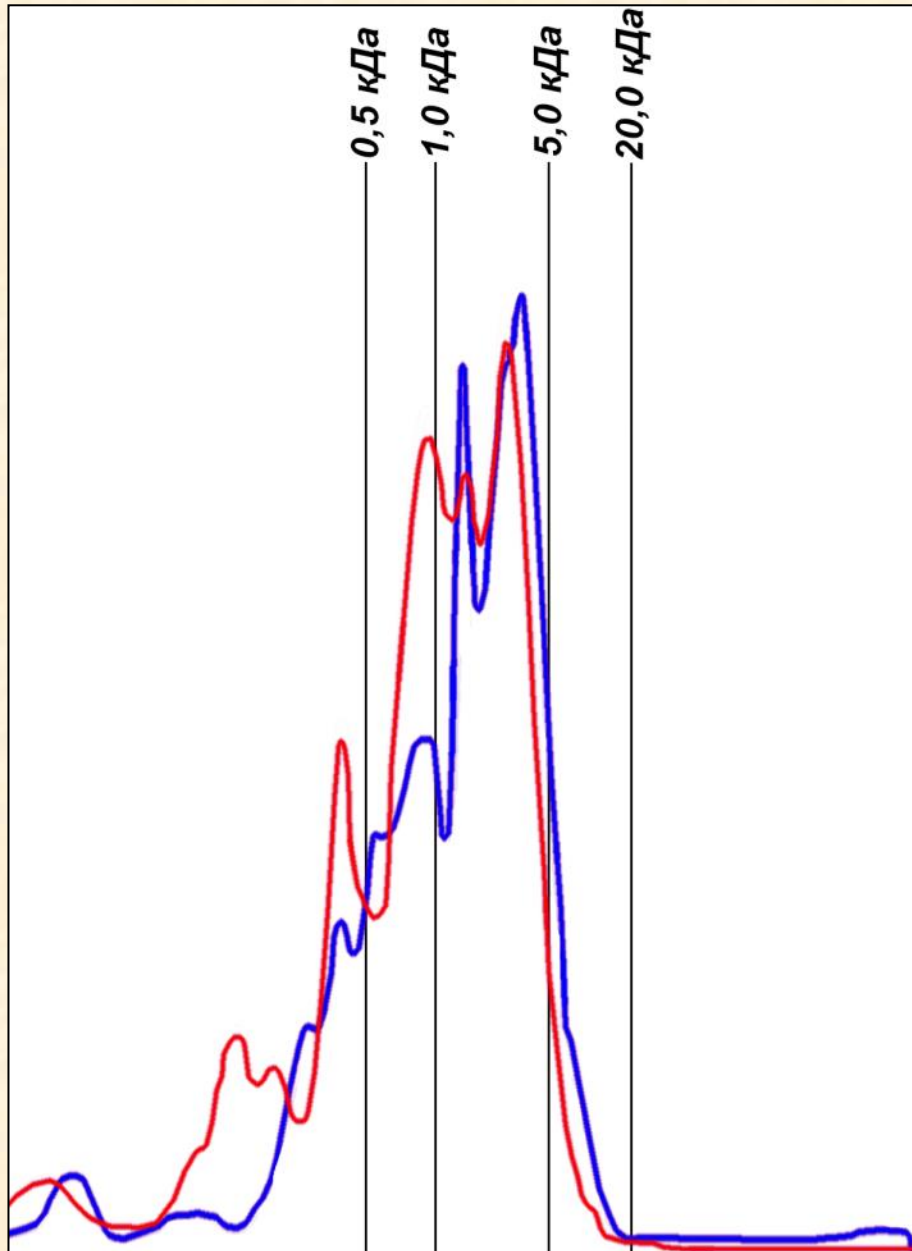
- 1 – емкость с субстратом для гидролиза,
- 2 – кран с переливным клапаном,
- 3 – насос,
- 4 – емкостной реактор,
- 5 – измеритель давления,
- 6 – расходомер,
- 7 - теплообменник,
- 8 – мембранный модуль.
- С – субстрат,
- Г – гидролизованный субстрат,
- П – поток пермеата,
- Р – поток ретентата.

# Схема технологического процесса получения белковых гидролизатов в мембранном реакторе





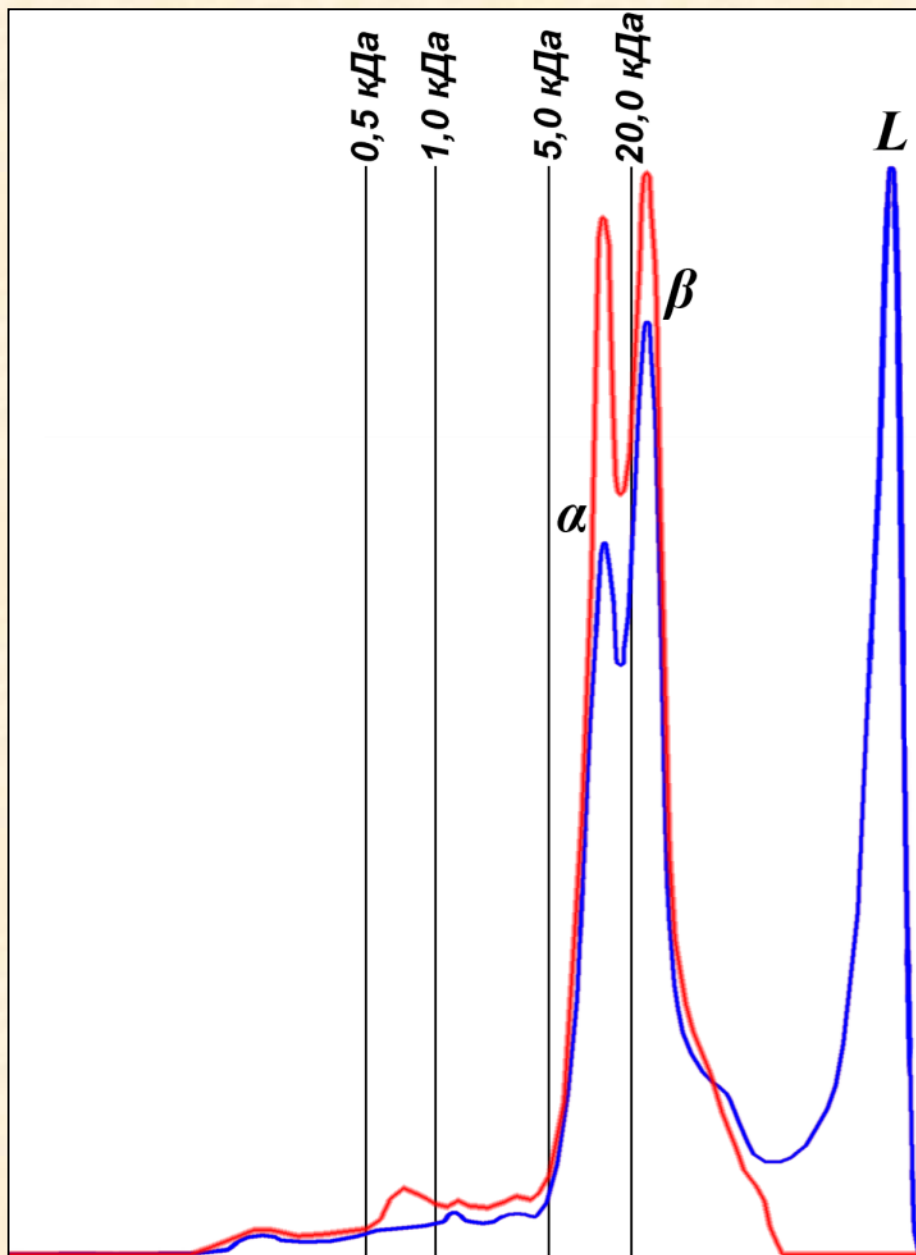
# Молекулярно-массовое распределение в гидролизатах белков полученных с применением мембранных методов



**В синих линиях** – гидролизат нативных сывороточных белков, полученный при помощи ферментного препарата Alcalase (Nonozymes A/S);

**В красных линиях** – тот же гидролизат (пермеат), полученный после фракционирования на мембранах с порогом отсечения по молекулярной массе 20 кДа.

# Молекулярно-массовое распределение в концентратах сывороточных белков используемых в качестве сырья



**В синих линиях** – раствор концентрата нативных сывороточных белков LEDOR 80 T (Hochdorf Swiss Nutrition AG);

**в красных линиях** – раствор сывороточных белков, полученный после осаждения липопротеинов и очистки микрофльтрацией.

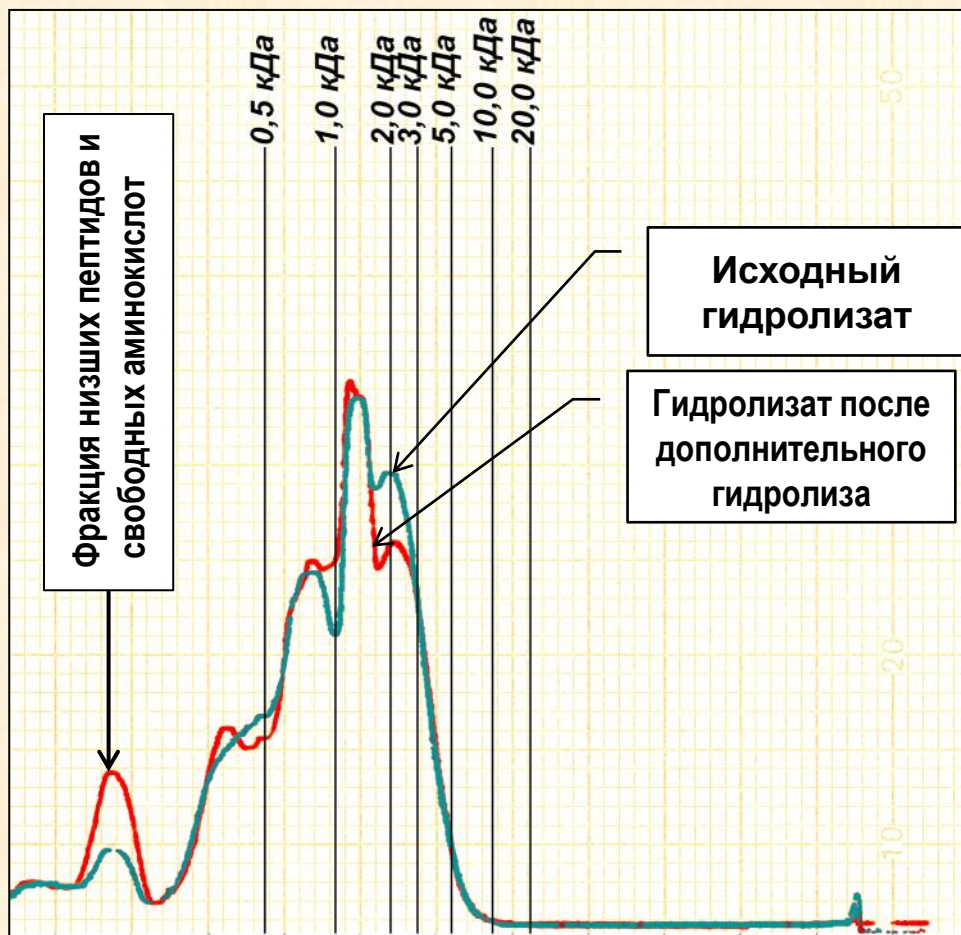
**L** – белковая фракция, содержащая липопротеины, фосфолипиды и казеины;

**α** – фракция альфа-лактоальбумина (MW = 14 кДа);

**β** – фракция бета-лактоглобулина (MW = 33 кДа).

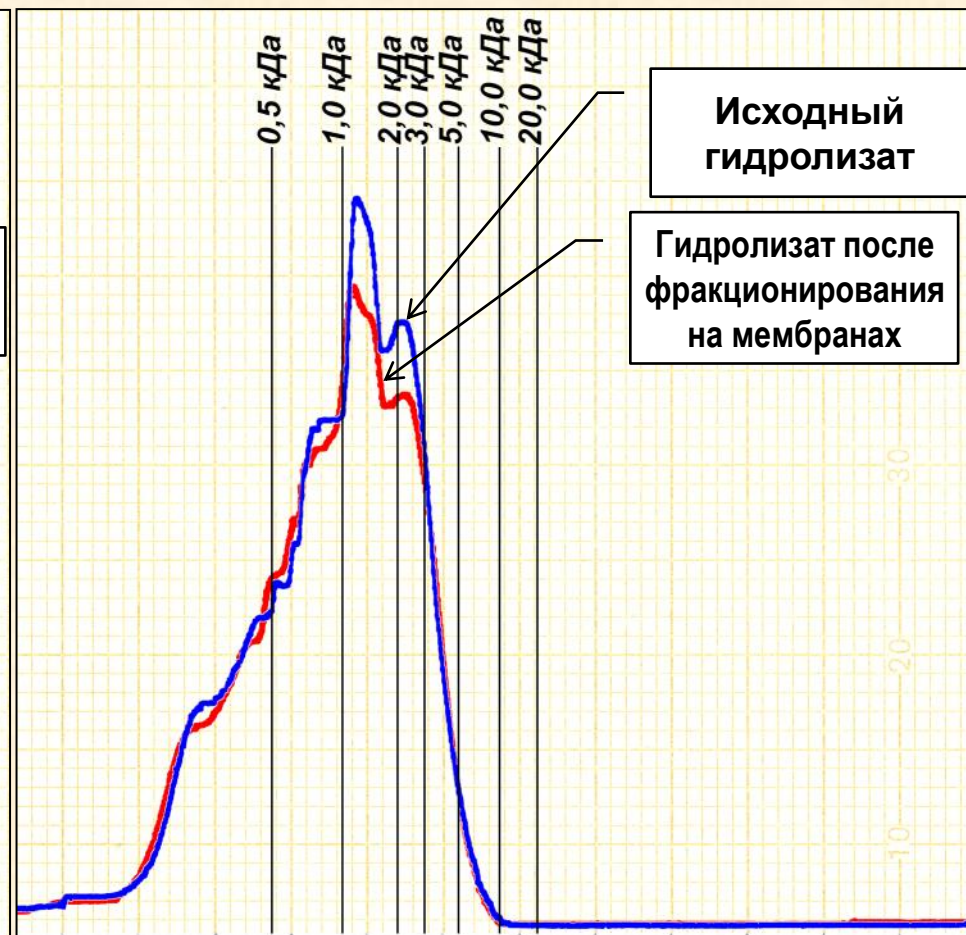
# Преимущества технологии мембранного разделения продуктов гидролиза

## Дополнительный гидролиз



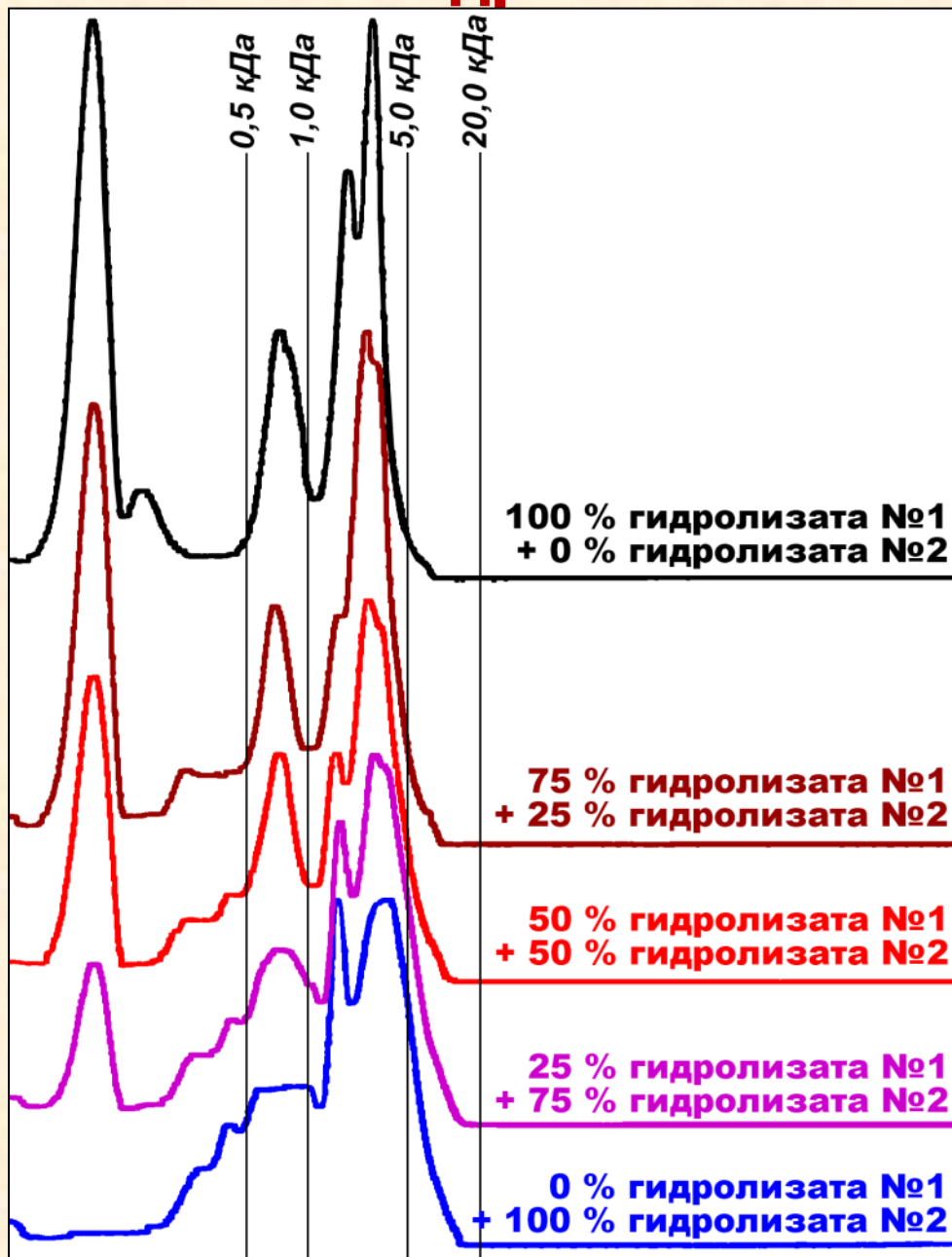
После дополнительного гидролиза увеличивается содержание свободных аминокислот. **Повышается осмоляльность, появляется специфический вкус.**

## Ультрафильтрация



После фракционирования снижается содержание фракций с большим молекулярным весом. **Снижается антигенность, снижается степень горького вкуса.**

# Молекулярно-массовое распределение в смесях гидролизатов сывороточных белков



**Гидролизат №1** получен при помощи комплекса ферментных препаратов (**Панкреатин** (ABC Farmaceutici S.p.A.) + **Flavourzyme** (Novozymes A/S)) образующих значительное количество низших пептидов и свободных аминокислот;

**Гидролизат №2** получен с помощью протеазы, выделяющей при расщеплении пептиды разных размеров (**Alcalase** (Novozymes A/S)).

































# Молекулярно-массовое распределение в гидролизатах сывороточных белков для разного назначения



FrieslandCampina 



Диапазон молекулярной массы	PDS-Hvvital®-Whey-8022_EU	PDS-Hvvital®-Whey-CMA-500_EU	PDS-Hvvital®-Whey-ETD-100_EU	ГСБМ ТУ 9229-186-04610209-2011	ГСБМ ТУ 10.51.56-218-19862939-2017
	спортивное	гипоаллергенное	детское	спортивное, гипоаллергенное	детское, гипоаллергенное
> 10 кДа	 10%	 0%	 10%	 0%	 1%
5-10 кДа	 4%	 0%	 4%	 3%	 3%
2-5 кДа	 10%	 3%	 10%	 16%	 21%
1-2 кДа	 12%	 10%	 12%	 10%	 28%
0,5-1 кДа	 14%	 18%	 14%	 22%	 25%
< 0,5 кДа	 50%	 69%	 50%	 50%	 21%

# Физико-химические свойства гидролизатов сывороточных белков для разного назначения



Показатель (характеристика)	PDS-Hvvital®- Whey-8022_EU	PDS-Hvvital®- Whey-CMA- 500_EU	PDS-Hvvital®- Whey-ETD- 100_EU	ГСБМ ТУ 9229-186- 04610209-2011	ГСБМ ТУ 10.51.56-218- 19862939-2017
	спортивное	гипоаллергенное	детское	спортивное, гипоаллергенное	детское, гипоаллергенное
Аминный азот (AN)	<b>2,3%</b>	<b>3,1%</b>	<b>2,3%</b>	<b>6,4%</b>	<b>3,0%</b>
pH (6% раствор)	<b>6,80</b>	<b>6,00</b>	<b>6,80</b>	<b>6,50</b>	<b>6,90</b>
Влага, не более	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5,5%</b>	<b>5,5%</b>
Зольный остаток, не более	<b>3,30%</b>	<b>4,70%</b>	<b>3,30%</b>	<b>3,80%</b>	<b>6,70%</b>
Содержание жира, не более	<b>4,70%</b>	<b>0,10%</b>	<b>4,70%</b>	<b>0,10%</b>	<b>3,50%</b>
Лактоза, не более	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>0,1%</b>	<b>2,0%</b>
Степень гидролиза (DH)	<b>15,0%</b>	<b>22,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>22,0%</b>	<b>15,0%</b>
Остаточная антигенность		<b>1,0x10<sup>-5</sup></b>		<b>1,0x10<sup>-5</sup></b>	<b>2,0x10<sup>-5</sup></b>
Осмоляльность, мосм/л				<b>550</b>	<b>290</b>

# **Возможности для снижения стоимости белковых гидролизатов**

## **Важным вопросом является снижение стоимости гидролизатов специального питания.**

По состоянию на 2019 год, стоимость сырья для гидролизата сывороточных белков составляет:

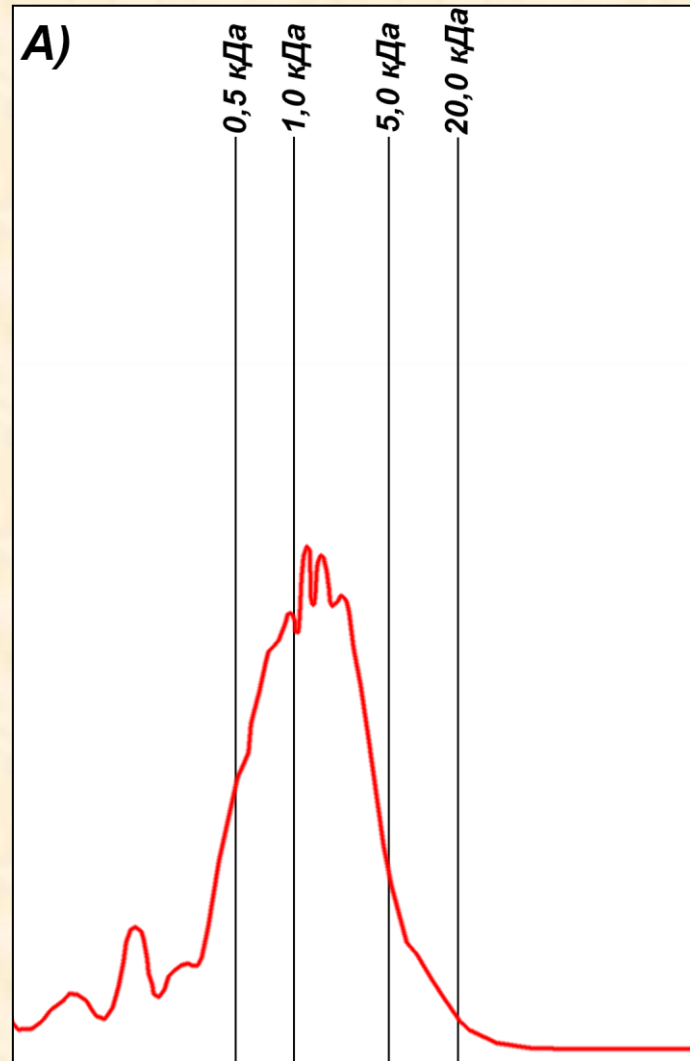
- КСБ-80 (получаемый по импорту) – 650-800 руб./кг
- Альбумин молочный (отечественного производства) – 50-80 руб./кг

С учетом стоимости сырья, технологически необходимых компонентов и производственных затрат, стоимость гидролизата сывороточных белков составляет 900-1100 руб./кг. Это находится на одном уровне с гидролизатами иностранных производителей при оптовых формах закупки.

Возможным вариантом, обеспечивающим получение гидролизата с высокой биологической ценностью, является использование белков мяса.

В рамках решения проблемы себестоимости во ВНИИМС ведется разработка гидролизата лечебного питания на основе фарша сердечной мышцы КРС.

# Молекулярно-массовое распределение в экспериментальных гидролизатах мясных белков



Пептический гидролизат  
мясного белка



Гидролизат мясного белка  
полученный методом пептического  
и панкреатического гидролиза



**БЛАГОДАРЮ  
ЗА ВНИМАНИЕ!**

8(48532) 5-04-39, 5-09-35

<http://vniims.info>

E-mail: [mail@vniims.info](mailto:mail@vniims.info),  
[uglich-cheese@mail.ru](mailto:uglich-cheese@mail.ru)