

Авторефер.

Т 16

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

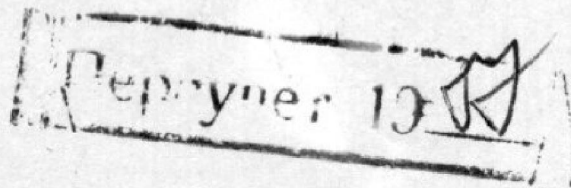
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ им. М. В. ЛОМОНОСОВА

---

ПЕТР АЛЕКСАНДРОВИЧ ТАЛАНОВ

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ  
И КУЛИНАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА БЕЛКИ  
И АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА  
И КРУП ГОРОХА И ФАСОЛИ

05.18.03 — Хранение зерна (элеваторно-складское хозяйство)  
и других сельскохозяйственных продуктов



Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

ОДЕССА, 1973 г.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ им. М. В. ЛОМОНОСОВА

ПЕТР АЛЕКСАНДРОВИЧ ТАЛАНОВ

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ  
И КУЛИНАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА БЕЛКИ  
И АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА  
И КРУП ГОРОХА И ФАСОЛИ

05.18.03 — Хранение зерна (элеваторно-складское хозяйство)  
и других сельскохозяйственных продуктов

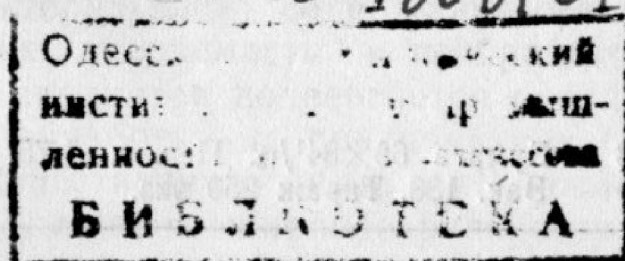
ОНАХТ 17.05.12

Влияние гидротермиче



v012201

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук



ОДЕССА, 1973 г.

Работа выполнена на кафедре технологии хранения пищевых продуктов и зерноведения Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова и кафедре технологии производства продуктов общественного питания Донецкого института советской торговли.

Научный руководитель — кандидат технических наук, доцент  
**В. А. Яковенко**

#### ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

доктор технических наук, профессор **А. Л. Фельдман**,  
кандидат технических наук, доцент **Г. Н. Ловачева**.

Оппонирующая организация — Научно-исследовательский институт общественного питания (г. Москва).

Автореферат разослан « 26 » 07 1973 года

Защита состоится « 26 » X 1973 года  
на заседании Совета Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

Ваши отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения просим направлять по адресу: г. Одесса, ГСП-510, ул. Свердлова, 112. Технологический институт пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова. Ученому секретарю Совета.

Ученый секретарь Совета — кандидат технических наук  
**Л. А. ЗАПОРОЖЕЦ**.

БП 06729 4.VI.73 г. Бумага 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л. 1,75. Бум. л. 0,87.  
Зак. 188. Тираж 250 экз.

Типография издательства «Радянська Донеччина», г. Донецк,  
ул. газеты «Социалистический Донбасс», 26.

В Директивах XXIV съезда КПСС по девятому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 годы предусматривается повышение эффективности всех отраслей производства, повышение качества, расширение ассортимента, а также улучшения питательной ценности и вкусовых достоинств продуктов питания.

Перед общественным питанием страны поставлена задача обеспечения трудящихся вкусной, питательной пищей, что является одним из важных условий улучшения жизни населения. В связи с этим перед пищевой промышленностью и общественным питанием стоят задачи более эффективного использования природных пищевых ресурсов на основе совершенствования технологии их переработки и изыскания наиболее оптимальных режимов обработки, способствующих максимальному сохранению их питательной ценности.

В текущем пятилетии дальнейший рост производства зерна и крупяных культур остается ключевой проблемой развития сельского хозяйства страны. По Украинской ССР планируется дальнейшее увеличение производства зерна и в том числе крупяных культур. Среднегодовой сбор зерна будет доведен до 40 млн. тонн. При этом особое внимание уделяется производству озимой пшеницы, кукурузы, зернобобовых культур, риса и гречихи.

В настоящее время оценка пищевых достоинств продуктов и расчет суточных рационов питания производится на основе данных, характеризующих содержание основных питательных веществ и их усвояемости в необработанных продуктах. Большинство продуктов подвергается различным видам технологической обработки на предприятиях пищевой промышленности и общественного питания. В последние годы в крупной промышленности широкое распространение при переработке зерна ряда культур в крупу получила гидротермическая обработка. Применение гидротермической обработки при

выработке круп позволяет улучшить их качество и увеличить выход крупы высоких сортов.

Внедрению этого перспективного метода обработки зерна крупяных культур на отечественных предприятиях способствовали исследования И. И. Ленарского, Н. В. Роменского, М. Е. Гинзбурга, П. Г. Гусева, П. П. Тарутина, Н. И. Соседова, В. В. Смирновой, И. Е. Драгун, А. А. Слепневой и др.

Гидротермическая обработка как способ подготовки зерна к лущению рекомендована при выработке гороховой крупы (Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях, 1967). Сведения о влиянии режимов пропаривания зерна на аминокислотный состав и перевариваемость белков крупы гороха в литературе отсутствуют. Не изучен вопрос о влиянии последующей тепловой кулинарной обработки на белковый комплекс круп из гороха и фасоли в связи с воздействием высоких температур и продолжительности нагревания при последующей кулинарной обработке.

Полученные данные об аминокислотном составе и перевариваемости белков гороха и фасоли, подвергнутых воднотепловой обработке на предприятиях пищевой промышленности и общественного питания позволят сочетать с наибольшей рациональностью в рационе питания различные продукты с учетом их взаимного дополнения и обеспечения максимальной сбалансированности аминокислот. По данным А. А. Покровского (1966), повышение усвояемости пищевых веществ только на 1% в результате улучшения сбалансированности рационов дает экономический эффект, выражающийся в сотнях миллионов рублей.

В русской и украинской кулинарии, а также кулинарий Прибалтийских, Закавказских и Среднеазиатских республик широко используются бобовые — горох, фасоль. В практике общественного питания Украины и РСФСР горох применяется больше в виде крупы. Крупа обладает повышенной пищевой ценностью и меньшей продолжительностью тепловой обработки. Несмотря на то, что фасоль по своим вкусовым достоинствам и пищевой ценности не уступает гороху, ассортимент блюд из нее в предприятиях общественного питания очень ограничен. Одним из основных ограничений применения фасоли явилось длительность тепловой и первичной (замачивание) обработок. Поэтому мы изучили возможность получения по технологической схеме, применяемой в пищевой промышленности для производства гороховой крупы, фасоли лущеной и исследовали ее кулинарно-технологические свойства.

Одновременно с целью уменьшения времени тепловой кулинарной обработки мы изучили возможность использования варки зернобобовых под давлением (в пищеварочных автоклавах).

Исходя из изложенного, мы сочли необходимым исследовать следующие вопросы с целью разработки рекомендаций, направленных на максимальное сохранение питательной ценности белкового комплекса зернобобовых и их вкусовых достоинств в процессе технологической обработки и повышения производительности труда в общественном питании в результате сокращения времени тепловой обработки при производстве готовой продукции.

1. Изучить химический состав зерна наиболее распространенных на Украине сортов гороха и фасоли и влияние технологических факторов на пищевую ценность круп, выработанных с применением гидротермической обработки и без нее.

2. Характеризовать кулинарно-технологические показатели нелущеного зерна и круп зернобобовых разных способов выработки, вареных традиционным способом и под давлением.

3. Изучить общий аминокислотный состав зерна и круп гороха и фасоли, а также содержание в них свободных аминокислот.

4. Исследовать изменение аминокислотного состава и выхода крупы в зависимости от параметров гидротермической обработки.

5. Установить оптимальные режимы тепловой кулинарной обработки, способствующие максимальному сохранению биологической ценности белкового комплекса (аминокислотный состав, перевариваемость, растворимость) зернобобовых.

Диссертационная работа объемом 146 страниц с 6 рис. и 50 табл. состоит из введения, трех глав, общих выводов и рекомендаций, списка литературы (193 наименования) и приложений.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследованиях биохимических, технологических и кулинарных свойств гороха и фасоли были использованы наиболее распространенные, районированные на Украине сорта культур урожая 1969—1970 годов: горох сортов Рамонский 77 (Донецкая и Одесская обл.), Черниговский 190 (Черкасская обл.), Уладовский 6 (Хмельницкая обл.), Уладовский 208 и Белоцерковский 1 (Киевская обл.); фасоль сортов Днепров-

ская бомба, Днепровская 10, Днепровская 8 (Днепропетровская обл.), Харьковская 4 (Харьковская обл.). Исследовали элитные семена, выращенные научно-исследовательскими селекционными учреждениями Министерства сельского хозяйства УССР. В исследованиях, связанных с изучением влияния режимов гидротермической обработки на выход круп и последующей тепловой кулинарной обработки на химический состав и белковый комплекс зернобобовых (фракционный состав, общий аминокислотный состав, свободные аминокислоты, атакуемость белков) — объектами исследования служили: горох сортов Рамонский 77 (Донецкая обл.); Уладовский 208 и фасоль — Днепровская бомба и Харьковская 4.

Крупы получали в крупяной лаборатории ВНИИЗа по технологической схеме, рекомендованной «Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях» (1967) для производства гороховой крупы. Подготовка зерна к переработке состояла в пропаривании, отлежке и сушке. Пропаривание производили при давлении пара 0,5; 1,0; 2,5 ати и продолжительности пропаривания 2, 5 и 10 минут.

Первичную (замачивание) и тепловую кулинарную обработку нелущеного зерна и круп из гороха и фасоли проводили в водопроводной воде (жесткость воды 4,8—5,0 мг-экв/л) в соответствии с правилами технологии при соотношении воды и зерна 4:1. Соль добавляли в конце варки по рецептуре (Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания, 1955). Продолжительность замачивания нелущеного зерна фасоли составляла 5 часов. С целью уменьшения продолжительности тепловой обработки и улучшения перевариваемости белков в результате инактивации ингибиторов протеиназ (Е. П. Абрамова и др., 1964; М. П. Черников и др., 1966) нелущеного зерна гороха и фасоли была изучена возможность варки под давлением, без предварительного замачивания. Варку проводили в автоклаве АЭ-1 при давлении 1,0; 1,5; 2,0 ати.

Оценку результатов исследований проводили по показателям, приведенным в табл. 1. Результаты экспериментальных исследований обработаны методами статистического математического анализа.

Для оценки технологических и кулинарных свойств зерна и круп бобовых определяли: продолжительность варки, коэффициент развариваемости, равномерность разваривания — по методике, разработанной лабораторией Государственной ко-

Таблица 1

## Показатели оценки результатов опытов

Физические показатели зерна и круп	Технологические показатели	Биохимические показатели
Влажность	Выход крупы целой и колотой	Содержание крахмала, «сырого» протеина, «сырого» жира, «сырой» клетчатки, зольных веществ, общего сахара
Масса 1000 зерен	Потребительские достоинства зерна и крупы: продолжительность варки, коэффициент развариваемости, равномерность развариваемости, цвет (после варки), запах, вкус, консистенция.	Белковый комплекс: а) фракционный состав; б) общий аминокислотный состав; в) содержание свободных аминокислот; г) атакуемость белков протеолитическими ферментами.
Выравненность		Крахмал: а) содержание крахмала; б) атакуемость нативного и клейстеризованного крахмала амилолитическими ферментами.
Форма семян		
Цвет		
<p>миссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1961); готовность исследуемых образцов контролировали объективным методом определения кулинарной готовности зерна бобовых культур (И. Ф. Крюк, 1968); влажность и массу 1000 зерен — по ГОСТу. Зерно гороха характеризовали по ГОСТу 14721—69 на горох продовольственный, поставляемый в торговую сеть; фасоль — по ГОСТу 7758—63. Расчет выходов крупы производили руководствуясь «Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях». Оценку качества вареных зерна и круп гороха и фасоли производили по таким важнейшим показателям, как внешний вид, запах, вкус, консистенция, цвет по схеме, разработанной постоянной комиссией по пищевой промышленности Совета Экономической Взаимопомощи.</p> <p>В биохимической части работы анализы проводили по следующим методикам: крахмал — поляриметрическим способом по Эверсу (ГОСТ 10845—64), золу по Смирновой-</p>		

Спельдингу (ГОСТ 10847—64), «сырой» жир — по Сокслету, «сырую» клетчатку — по Кюршнеру и Ганеку, общий сахар — пятиминутным гидролизом экстракта сахаров при 70°C с 20%-ным раствором соляной кислоты, общий азот по Кьельдалю с несселеризацией. Извлечение суммарных белков и их фракционирование — по методу А. И. Ермакова с сотр. (1972). Общий белок, содержание белка в отдельных фракциях и отварах определяли по Лоури (1951) в модификации А. А. Покровского (1964).

Для определения общего аминокислотного состава сырых и вареных круп производили гидролиз крупы без выделения суммарных белков. Гидролиз проводили 6Н перегнанной соляной кислотой в стеклянных вакуированных запаянных ампулах при модуле 1:2000. Для извлечения свободных аминокислот был применен метод А. Н. Пономаревой и В. Л. Кретовича (1961). Состав свободных аминокислот и аминокислот, связанных пептидной связью определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе системы «Бекман» по Муру и Штейну (1951). Расчет содержания аминокислот, связанных в белки, проводили по отношению к белку (N×6,25). Содержание свободных аминокислот выражали в мг% сухого вещества. Триптофан определяли химическим методом по Хорну (1945).

Атакуемость белков протеолитическими ферментами проводили по А. А. Покровскому и И. Д. Ертанову (1965). Степень атакуемости белков оценивали по нарастанию продуктов гидролиза в результате ферментативного переваривания. Продукты гидролиза (по содержанию аминокрупп) определяли нингидриновым методом Хардинга и Мак-Лина (1963).

Для определения атакуемости нативного и клейстеризованного крахмала применяли измененный метод Р. Г. Рахманкуловой и З. Ф. Фалуниной (1960). Атакуемость крахмала выражали в мг мальтозы, образовавшейся при гидролизе 1 г сухого крахмала за 1 час при 40°C.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 1. Влияние режимов гидротермической обработки на выход, химический состав и кулинарные свойства круп

Экспериментальные данные, представленные в табл. 2, показывают, что гидротермическая обработка увеличивает общий выход крупы, в том числе и целой.

Повышение давления пара при обработке зерна гороха Рамонский 77 привело к увеличению общего выхода крупы на 1,2—2,9% с одновременным увеличением выхода более ценной целой крупы.

Таблица 2

Выход крупы в зависимости от режимов гидротермической обработки

Выход крупы (в % от нелущеного зерна)	Конт-роль	P = 0,5 ати		P = 1,0 ати		P = 2,5 ати	
		5 мин.	10 мин.	2 мин.	5 мин.	2 мин.	5 мин.
Общий выход крупы	78,9	80,5	80,1	81,2	81,0	81,4	81,8
целая крупа	37,6	38,1	38,3	39,7	39,5	39,4	39,6
колотая крупа	41,3	42,4	41,8	41,5	41,5	42,0	42,2

Максимальный выход целой крупы получен при давлении пара 1,0 ати и экспозиции 2 минуты — 39,7%, т. е. на 2,1% больше контроля (крупа из непропаренного зерна). Таким образом, обработка зерна гороха паром под давлением улучшает его технологические свойства. Дальнейшие исследования показали, что при данном режиме гидротермической обработки биологическая ценность белкового комплекса крупы не изменяется. Поэтому крупы для всех дальнейших биохимических исследований были выработаны при указанном режиме пропаривания.

При лущении фасоли экспозиция была увеличена до 3 минут (против 1 минуты для гороха), так как при меньшей экспозиции количество нелущеных зерен превышало 3%. Лущеная фасоль при любой экспозиции получалась только колотая.

С целью более полной характеристики круп, полученных с применением гидротермической обработки и без нее были изучены их кулинарные свойства (табл. 3). Крупы гороха и фасоли, выработанные без гидротермической обработки, варятся в 2 раза, а крупы, полученные с применением гидротермической обработки зерна, — приблизительно в 4 раза быстрее нелущеного зерна. Коэффициент развариваемости круп, полученных из непропаренного зерна, на 5—12% выше коэффициента развариваемости нелущеного зерна гороха и фасоли. При этом следует отметить, что коэффициент развариваемости (по весу) круп, полученных из пропаренного зер-

на гороха и фасоли, на 26—27% (для гороха) и на 16—18% (для фасоли) меньше коэффициента развариваемости круп, выработанных из непропаренного зерна. Это можно объяснить денатурацией белкового комплекса и декстринизацией крахмала, в результате чего эти вещества теряют способность поглощать и связывать воду.

Технологический процесс обработки зерна гороха и фасоли в крупу, в результате которого удаляются семенные оболочки, содержащие основное количество клетчатки, увеличивает их пищевую ценность (табл. 4). Количество клетчатки в горохе уменьшается в 3,5 раза, в фасоли — приблизительно в 2 раза. В обеих культурах увеличивается содержание белка на 1,3—1,6%. Количество крахмала в гороховой крупе увеличивается на 4,2—4,6%, а в крупе фасоли — приблизительно на 5%, при этом содержание общего сахара в гороховой крупе увеличивается незначительно.

В крупах гороха и фасоли, полученных из пропаренного и непропаренного зерна, количество клетчатки, золы, общего сахара изменяется в равной мере, тогда как в крупах гороха и фасоли, полученных из зерна, подвергнутого гидротермической обработке, количество азота уменьшается на 0,03—0,05%, крахмала — на 0,9—1,8%, а количество жира увеличивается на 0,6% по сравнению с крупами, полученными из непропаренного зерна. Уменьшение количества азота можно объяснить улетучиванием аммиака при обработке зерна давлением и повышенной температурой, а уменьшение количества крахмала — его декстринизацией. Увеличение количества жира обусловлено, скорее всего, действием давления и высокой температуры, в результате чего связанные с белками и углеводами липиды переходят в свободное состояние и экстрагируются этиловым эфиром.

## 2. Влияние гидротермической, первичной и тепловой кулинарной обработки на фракционный состав белков гороха и фасоли

Крупы, полученные из непропаренного зерна фасоли, имеют соотношение белковых фракций аналогичное нелущеному зерну (табл. 5). Гидротермическая обработка зерна значительно уменьшает количество растворимых белков. Так, например, сумма извлекаемых белков снижается на 54% в крупе фасоли. Изменяется соотношение белковых фракций. Количество растворимого альбумина в крупе фасоли из пропа-

Таблица 3

Влияние гидротермической обработки зерна гороха и фасоли на изменение кулинарных свойств круп

Показатели	Рамонский 77		Уладовский 208		Днепровская бомба		Харьковская 4	
	целяя	колотая	целяя	колотая	целяя	колотая	целяя	колотая
Продолжительность варки, мин.	80	40	40	20	70	35	75	15
	2,07	2,23	2,15	2,18	2,08	2,33	2,08	1,91
Коэффициент развариваемости	2,07	2,23	2,15	2,18	2,08	2,33	2,08	1,91
	2,07	2,23	2,15	2,18	2,08	2,33	2,08	1,91

Таблица 4

## Влияние гидротермической обработки зерна гороха и фасоли на изменение химического состава круп

№ пп.	Наименование образцов	В % на сухое вещество						
		общий азот	белок (Nx6,25)	зола	жир	общий сахар	крахмал	клетчатка
<b>Горох</b>								
1.	Рамонский 77 (зерно) (Донецкая обл.)	4,45	27,82	2,78	0,75	4,61	49,24	6,01
2.	Крупа без ГТО	4,65	29,06	2,64	1,07	4,74	53,85	1,67
3.	Крупа с ГТО	4,60	28,75	2,63	1,70	4,67	52,96	1,70
4.	Уладовский 208 (зерно)	4,38	27,37	2,93	1,52	5,82	45,83	5,28
5.	Крупа без ГТО	4,63	28,94	2,80	1,77	6,02	50,05	1,49
6.	Крупа с ГТО	4,58	28,75	2,81	2,44	6,00	49,96	1,52
<b>Фасоль</b>								
1.	Днепровская бомба (зерно)	3,68	23,00	3,77	1,88	7,51	43,99	4,56
2.	Крупа без ГТО	3,89	24,31	3,60	2,08	6,93	48,92	2,06
3.	Крупа с ГТО	3,86	24,12	3,62	2,62	6,93	47,11	2,13
4.	Харьковская 4 (зерно)	4,62	28,87	3,62	1,51	7,22	39,58	4,64
5.	Крупа без ГТО	4,84	30,25	3,56	1,73	6,68	44,16	2,10
6.	Крупа с ГТО	4,80	30,00	3,58	2,29	6,70	42,41	2,08

ренного зерна уменьшается в 3 раза, а количество растворимого глобулина — в 4,7 раз. Одновременно возрастает растворимость белков фасоли в растворе щелочи.

Проведенные исследования показали, что варка крупы фасоли, полученной без применения гидротермической обработки, переводит в нерастворимое состояние 83% общего количества азота. Это несколько больше, чем при варке нелущеного зерна (80%). При варке крупы, полученной с применением гидротермической обработки, наблюдались потери растворимости суммарных белков по отношению к первоначальному содержанию их в крупе — 85,3%, т. е. на 2,3% больше, чем при варке крупы из непропаренного зерна. При этом количество нерастворимого азота увеличивается примерно на 30% по сравнению с его исходным содержанием в крупе. Это свидетельствует о том, что основное количество растворимых белков в зерне фасоли денатурирует при гидротермической обработке ( $P=1,0$  ати, и  $t=120^{\circ}\text{C}$ ), последующая варка повышает количество денатурируемого белка незначительно.

Фракционный состав белка и соотношение отдельных фракций белков крупы фасоли в зависимости от режима воднотепловой обработки изменяется в значительных пределах. Отдельные белковые фракции суммарных белков круп фасоли различно изменяют растворимость. Растворимость альбуминов снижается при варке непропаренной крупы в 4,6 раза, глобулинов — в 7 раз и глютелинов — в 3 раза. Из этого следует, что наиболее лабильной по отношению к нагреванию фракцией белков круп является — солерастворимая. Во время варки крупы в отвар переходит незначительное количество белков — 1,44—1,55%.

Из данных табл. 5 видно, что при замачивании в воду переходит совершенно незначительное количество белка — 0,21% от общего его содержания в зерне фасоли. При варке фасоли без предварительного замачивания нерастворимым становится 80% общего количества белка, а при варке под давлением — 70%, т. е. на 10% меньше. Замачивание с последующей варкой переводит в нерастворимое состояние приблизительно 75% белка. Эта разновидность варки занимает промежуточное положение между варкой без замачивания и варкой под давлением.

Снижение количества извлекаемого белка при различных вариантах варки свидетельствует о глубоких денатурационных процессах, следствием которых является потеря нативных свойств белковым комплексом фасоли. Большее снижение растворимости белков фасоли при варке без замачивания, по видимому, объясняется значительной разницей продолжительности тепловой обработки в сравнении с двумя остальными вариантами варки нелущеного зерна. При варке фасоли под давлением (температура  $120^{\circ}\text{C}$ ), т. е. при более высокой температуре растворимым остается большее количество белка по сравнению с варкой без замачивания и с варкой после предварительного замачивания. Время варки при этом уменьшается. Возможно, что в данном случае продолжительность тепловой обработки является более активным фактором денатурации, чем температура нагрева.

В отвар при всех исследованных видах технологической обработки переходит практически одинаковое количество белков фасоли — от 1,29 до 1,55% общего количества белков.

Найдено, что отдельные белковые фракции неодинаково устойчивы к воздействию тепловой обработки. Так, при варке без предварительного замачивания содержание альбуминов снизилось в 3 раза, а глобулинов — почти в 10 раз в сравне-

Влияние первичной и тепловой кулинарной обработки на фракционный состав белков зерна и круп фасоли (Днепровская бомба)

Наименование образцов и вид кулинарной обработки	Азот		Растворимый азот				Нерастворимый азот				Растворимый азот				% к белковому азоту
	общий	белково-выш	в воде	в 10% NaCl ном	в 0,2% NaOH ном	в отваре	Нерастворимый азот	в воде	в 10% NaCl ном	в 0,2% NaOH ном	в отваре	в воде	в 10% NaCl ном	в 0,2% NaOH ном	
Зерно без обработки (контроль)	3,68	3,56	1,67	1,21	0,68	—	0,12	46,90	34,00	19,10	—	—	46,90	34,00	19,10
Крупа из зерна непропаренного	3,89	3,74	1,75	1,27	0,72	0,15	0,15	46,90	33,90	19,20	—	—	46,90	33,90	19,20
Крупа из зерна пропаренного	3,86	3,74	0,60	0,27	0,86	—	2,13	15,95	7,17	23,20	—	—	15,95	7,17	23,20
Варка непропаренной крупы	3,89	3,74	0,38	0,16	0,19	0,06	3,10	10,20	4,17	5,08	1,55	1,55	10,20	4,17	5,08
Варка пропаренной крупы	3,86	3,74	0,33	0,16	0,13	0,05	3,19	8,72	4,36	3,40	1,44	1,44	8,72	4,36	3,40
Варка зерна без замачивания	3,68	3,56	0,54	0,12	0,12	0,06	2,85	15,20	3,24	3,24	1,55	1,55	15,20	3,24	3,24
Варка зерна под давлением	3,68	3,56	0,57	0,12	0,46	0,05	2,48	16,00	3,37	13,07	1,29	1,29	16,00	3,37	13,07
Замачивание	3,68	3,56	1,66	1,20	0,68	0,01	0,13	46,60	33,70	19,10	0,21	0,21	46,60	33,70	19,10
Варка после замачивания	3,68	3,56	0,53	0,09	0,46	0,05	2,55	14,95	2,58	12,90	1,35	1,35	14,95	2,58	12,90

нии с их исходным уровнем в сырых образцах фасоли. Параллельно с этим уменьшилось содержание глютелинов. Из этого следует, что значительная часть белков утратила способность к растворению в соответствующих растворителях. При этом водорастворимая часть белкового комплекса является наиболее стабильной по отношению к такому денатурирующему агенту, как температура нагревания.

Варка под давлением показала почти аналогичное изменение в соотношениях водо- и солерастворимых фракций подобно варке без замачивания. Однако щелочерастворимая фракция изменяется незначительно и при этом ее растворимость в белках фасоли, отваренной под давлением, в 4 раза больше, чем в белках фасоли, отваренной без предварительного замачивания. Можно предположить, что щелочерастворимая фракция более чувствительна к продолжительному воздействию нагревания, так как при варке двух образцов фасоли с предварительным замачиванием (время тепловой обработки снижалось по сравнению с варкой без замачивания на 30 минут) щелочерастворимая часть белкового комплекса денатурирует в меньшей степени, и ее растворимость была почти в 3,6 раза больше, чем в белках фасоли, подвергавшейся варке без замачивания, т. е. несколько меньше, чем при варке под давлением (время варки 37—40 минут).

Аналогичные закономерности имеют место при исследовании фасоли Харьковская 4 и гороха Рамонский 77 и Уладовский 208.

### 3. Влияние гидротермической и тепловой кулинарной обработки на аминокислотный состав гороха и фасоли

#### А. Изменение общего аминокислотного состава гороха и фасоли под воздействием различных режимов гидротермической и тепловой кулинарной обработки

При исследовании аминокислотного состава зерна гороха и фасоли идентифицировано 18 аминокислот (табл. 6 и 7). Белки гороха являются хорошим источником незаменимых аминокислот — лизина, треонина, лейцина, изолейцина, валина и фенилаланина. По содержанию в протеине лизина горох близок к продуктам животного происхождения и в 2—2,5 раза превосходит злаковые культуры. Протеин гороха также, как и злаковых культур, содержит мало метионина, но является хорошим источником дефицитной незаменимой аминокислоты

ты — триптофана. Незаменимые аминокислоты составляют более трети (по количеству) суммы всех аминокислот гороха (табл. 6). Из остальных (заменимых) аминокислот преимущественно преобладающими являются глутаминовая и аспарагиновая кислоты, аргинин, пролин, аланин, глицин и цистин. Зерно фасоли также содержит относительно высокое для зерновых культур количество дефицитных незаменимых аминокислот — лизина и триптофана — 7,39 и 1,32% соответственно (табл. 7). В нем практически отсутствует метионин. Количественно преобладающими аминокислотами являются глутаминовая и аспарагиновая, аргинин, аланин, цистин, лейцин, лизин, фенилаланин и изолейцин — четыре из них незаменимые.

По количественному содержанию некоторых аминокислот исследованные культуры несколько отличаются друг от друга. Так в зерне гороха содержится больше лизина, глутаминовой кислоты и почти в 2 раза больше аргинина, чем в зерне фасоли. В фасоли несколько больше гистидина, треонина, серина, аланина, цистина, лейцина и фенилаланина.

Проведенные исследования по изучению влияния различных режимов гидротермической обработки на общий аминокислотный состав гороха показали, что качественный аминокислотный состав нелущеного зерна гороха не изменялся. Количественные изменения общего аминокислотного состава также незначительны и оказались в пределах ошибки метода ( $\pm 5\%$ ). Аминокислотный состав зерна после гидротермической обработки остается на уровне контроля (зерно без обработки). Исключением является триптофан, потери которого колеблются от 10,2% при давлении 1,0 ати до 14,7% при давлении 2,5 ати. Аминокислотный состав крупы, выработанной из непропаренного и пропаренного зерна гороха и фасоли при давлении 1,0 ати в течение 2-х минут аналогичен целому нелущеному зерну.

Изучение влияния варки на аминокислотный состав гороха и фасоли показало, что количественные изменения суммы незаменимых и всех аминокислот при варке крупы из непропаренного зерна незначительны и находятся в пределах ошибки метода. Отдельные аминокислоты изменяются также в этом интервале. Исключение составляют аспарагиновая кислота, аланин, триптофан и тирозин. Содержание последнего снижается на 46,6%.

Варка без замачивания нелущеного зерна гороха практически также не снижает содержания незаменимых и суммы

Таблица 6

Изменение общего аминокислотного состава зерна и круп гороха при тепловой обработке (Рамонский 77) (% аминокислот на беск гидролизата)

Аминокислоты	Зерно без обработки				Крупа из непропаренного зерна				Крупа из пропаренного зерна				
	контроль	варка	% отклонения	варка под давлением	контроль	варка	% отклонения	контроль	варка	% отклонения	контроль	варка	% отклонения
Лизин	8,26	7,76	6,1	7,54	8,31	8,23	0,8	8,21	5,35	34,8	8,21	5,35	34,8
Гистидин	2,65	2,29	13,6	2,15	2,71	2,60	4,0	2,62	1,86	29,1	2,62	1,86	29,1
Аргинин	10,10	8,80	12,9	7,92	9,95	9,85	1,0	10,21	5,95	41,7	10,21	5,95	41,7
Аспарагиновая кислота	14,34	12,72	11,3	10,37	14,27	12,00	16,0	14,45	12,10	16,2	14,45	12,10	16,2
Треонин	2,76	2,73	1,2	2,67	2,80	2,70	3,5	2,79	2,36	15,5	2,79	2,36	15,5
Серин	3,16	3,13	0,8	3,13	3,22	3,15	2,2	3,26	2,71	16,8	3,26	2,71	16,8
Глутаминовая кислота	19,55	18,85	3,6	17,19	19,40	19,60	1,0	19,38	16,70	13,9	19,38	16,70	13,9
Пролин	4,64	4,31	7,1	4,07	4,58	4,60	0,4	4,55	3,80	16,4	4,55	3,80	16,4
Глицин	4,22	4,14	2,1	3,79	4,29	4,15	3,2	4,28	3,46	19,3	4,28	3,46	19,3
Аланин	4,58	4,02	12,3	3,87	4,52	3,92	13,3	4,71	3,26	30,8	4,71	3,26	30,8
Цистин	5,07	5,00	1,3	4,47	5,10	5,16	1,1	5,21	4,28	17,7	5,21	4,28	17,7
Валин	4,53	4,44	1,9	4,12	4,58	4,68	2,4	4,41	3,92	12,1	4,41	3,92	12,1
Метионин	сл.	сл.	—	сл.	сл.	сл.	—	сл.	сл.	—	сл.	сл.	—
Изолейцин	4,88	4,87	0,2	4,84	4,86	4,70	3,2	4,99	3,33	33,2	4,99	3,33	33,2
Лейцин	7,53	7,51	0,3	7,40	7,47	7,40	1,0	7,32	5,06	30,8	7,32	5,06	30,8
Тирозин	2,94	1,78	39,6	1,44	2,90	1,55	46,6	2,88	1,56	46,2	2,88	1,56	46,2
Фенилаланин	5,62	5,54	1,5	5,46	5,67	5,48	3,2	5,75	3,94	31,5	5,75	3,94	31,5
Триптофан	1,36	1,07	21,4	0,83	1,32	1,16	12,2	1,22	0,61	50,0	1,22	0,61	50,0
Сумма незаменимых аминокислот	34,94	33,92	2,9	32,86	35,01	34,35	1,9	34,69	24,57	29,3	34,69	24,57	29,3
Сумма всех аминокислот	106,19	98,96	6,8	91,26	105,95	100,93	4,7	106,24	80,24	24,4	106,24	80,24	24,4

Изменение общего аминокислотного состава зерна и крупы  
фасоли при тепловой обработке (Днепровская бомба)  
(% аминокислот на белок гидролизата)

Аминокислоты	Зерно без обработки				Крупа из непропаренного зерна			Крупа из пропаренного зерна				
	контроль	варка	% от контрольного	варка под давлением	Отклонение %	кон-троль	варка	% отклонения	кон-троль	варка	% отклонения	
												кон-троль
Лизин	7,39	6,91	-	6,4	8,2	7,44	7,31	-	7,51	4,81	-	36,0
Гистидин	3,64	3,17	-	13,0	17,5	3,59	3,51	-	3,70	2,87	-	22,5
Аргинин	5,38	4,67	-	13,2	20,1	5,31	5,28	-	5,42	3,28	-	39,5
Аспарагиновая кислота	13,49	11,95	-	11,5	27,3	13,32	12,03	-	13,53	11,73	-	13,4
Треонин	3,74	3,71	-	0,8	1,1	3,69	3,77	+	3,69	3,21	-	13,0
Серин	3,81	3,93	+	3,1	0,5	3,78	3,86	+	3,87	3,12	-	19,3
Глутаминовая кислота	17,62	16,75	-	5,0	12,5	17,70	17,51	-	17,71	15,20	-	14,1
Пролин	4,85	4,40	-	9,2	14,8	4,79	4,73	-	4,81	3,61	-	24,8
Глицин	4,26	4,12	-	3,3	12,1	4,21	4,09	-	4,19	3,41	-	18,7
Аланин	5,03	4,60	-	8,4	12,4	5,13	4,59	-	5,08	3,76	-	26,0
Цистин	6,35	6,15	-	3,2	11,7	6,29	6,37	+	6,28	5,29	-	15,6
Валин	4,34	4,39	+	1,2	8,8	4,30	4,36	+	4,39	3,95	-	10,1
Метонин	сл.	сл.	-	-	сл.	сл.	сл.	-	сл.	сл.	-	26,3
Изолейцин	5,61	5,60	-	0,2	0,4	5,55	5,63	+	5,56	4,08	-	28,9
Лейцин	8,92	8,85	-	0,8	0,2	9,03	9,00	-	8,98	5,55	-	38,3
Тирозин	3,44	2,05	-	40,4	46,2	3,50	1,72	-	3,39	1,69	-	50,1
Фенилаланин	6,05	5,95	-	1,7	3,0	6,16	6,04	-	6,11	4,42	-	27,6
Триптофан	1,32	1,09	-	17,5	36,3	1,30	1,09	-	1,20	0,61	-	49,2
Сумма незаменимых аминокислот	37,37	36,50	-	2,3	4,5	37,47	37,20	-	37,44	26,63	-	28,9
Сумма всех аминокислот	105,24	98,29	-	6,7	12,8	105,09	100,89	-	105,42	80,59	-	23,6

всех аминокислот — 2,9 и 6,8% соответственно. Однако в сравнении с варкой крупы из непропаренного зерна (табл. 6) наблюдается дополнительное снижение гистидина и аргинина, а снижение содержания триптофана увеличивается почти в 2 раза. Вероятно это связано с увеличением более чем в два раза времени тепловой обработки.

При снижении почти в 2 раза продолжительности тепловой обработки нелущеного зерна при давлении 1,0 ати в сравнении с его варкой традиционным способом наблюдались изменения в содержании суммы всех (14%) и незаменимых (5,9%) аминокислот (табл. 6). Содержание большинства отдельных аминокислот снижалось от 0,8 до 51,1%; отмечалось дальнейшее уменьшение количества триптофана — 39,2%. Наиболее устойчивыми к воздействию температуры и давления оказались лизин, треонин, валин, изолейцин, лейцин и фенилаланин — все аминокислоты незаменимые. Исследование влияния варки на аминокислотный состав пропаренной крупы показало, что содержание отдельных аминокислот, суммы незаменимых и общий аминокислотный состав в сравнении с варкой нелущеного зерна традиционным способом и под давлением снижается. Общий аминокислотный состав уменьшается на одну четверть; процент снижения всех без исключения отдельных аминокислот лежит выше предела ошибки метода, а снижение содержания дефицитной незаменимой аминокислоты — триптофана достигает 50%.

Тепловая обработка нелущеного зерна гороха под давлением по показателю снижения содержания аминокислот занимает промежуточное положение между варкой гидротермически обработанной крупы и нелущеного гороха традиционным способом. Однако сумма потерь всех аминокислот при этом варианте тепловой обработки в два раза меньше, чем при варке крупы, выработанной из пропаренного зерна, и составляет 14%. Обращает на себя внимание тот факт, что снижение содержания аминокислот происходит в основном за счет заменимых. Сумма незаменимых аминокислот (т. е. биологическая ценность белков) не уменьшается — 4,5—5,9%.

Аналогичные закономерности имеют место при исследовании влияния тепловой обработки на общее содержание аминокислот в зерне и крупах фасоли сорта Днепровская бомба (табл. 7), Харьковская 4 и гороха Уладовский 208.

**Б. Влияние воднотепловой обработки на состав и содержание свободных аминокислот в нелущеном зерне и крупах**

Как видно из данных табл. 8, в горохе содержится довольно большой набор свободных аминокислот, однако в его составе совершенно отсутствуют метионин и триптофан. Сумма незаменимых аминокислот находящихся в свободном состоянии, невелика и составляет только 14,3% от общего их содержания. Общее количество идентифицированных свободных аминокислот составляет 226,26 мг на 100 г сухого продукта в то время, как общее количество аминокислот в зерне достигает 29 387 мг, т. е. в 130 раз больше. Следовательно, свободные аминокислоты составляют 0,77% общего их количества. Из данных следует, что при лущении зерна без предварительного пропаривания общее содержание свободных аминокислот в крупе гороха увеличивается на 20% (в основном за счет заменимых). По-видимому, это связано с тем, что свободные аминокислоты содержатся в семядолях зерна.

Гидротермическая обработка зерна несколько снижает общее содержание свободных аминокислот в крупе. Количество таких незаменимых аминокислот, как лизин, фенилаланин, сумма лейцинов и треонин существенно уменьшается. Обращает на себя внимание факт появления в составе свободных аминокислот триптофана, что возможно, обусловлено частичным гидролизом белка. Этим же, по-видимому, можно объяснить и некоторое увеличение после пропаривания аспарагиновой кислоты и аланина. Возможно, уменьшение содержания глутаминовой кислоты связано с превращением глутамина, обнаруженного в составе амидов совместно с треонином и серином, так как при этом происходит одновременное уменьшение треонина и серина с амидами.

В процессе варки зерна традиционным способом содержание свободных аминокислот уменьшается. Наибольшее снижение суммы свободных аминокислот отмечено при варке зерна под давлением. Содержание незаменимых аминокислот уменьшается практически одинаково при обоих способах варки. Следует отметить, что в случае варки зерна традиционным способом уровень снижения незаменимых аминокислот почти в 2 раза выше суммы всех аминокислот. Несколько большее снижение суммы всех аминокислот при варке зерна под давлением в сравнении с варкой традиционным способом,

Таблица 8

Изменение состава и содержания свободных аминокислот в нелущеном зерне и крупах гороха (Рамонский 77) в результате гидротермической и тепловой кулиарной обработки (мг% СВ)

Аминокислоты	Зерно без обработки				Крупа из зерна				
	сырое (контроль)		вареное под давлением		непропаренного		пропаренного		
	сырое (контроль)	вареное	% отклонения	под давлением	сырая (контроль)	вареная	% отклонения	вареная	% отклонения
Лизин	7,50	3,98	46,9	3,65	7,48	4,14	44,6	3,22	57,0
Гистидин	1,18	0,75	36,4	1,26	1,34	1,65	23,2	0,73	45,6
Аргинин	67,80	54,80	19,0	43,90	79,75	81,50	2,2	46,55	41,7
Аспарагиновая кислота	14,67	15,05	2,6	11,15	14,98	24,60	64,0	20,61	37,6
Треонин + амиды	12,38	11,27	9,0	9,02	14,96	19,95	33,5	13,29	16,7
Серин + амиды	40,90	38,30	6,2	35,40	50,00	52,40	4,8	43,25	13,6
Глутаминовая кислота	53,38	51,80	3,7	47,15	75,80	77,80	2,6	60,00	20,9
Пролин	5,39	5,73	6,3	6,17	6,17	6,48	5,1	5,24	15,2
Глицин	3,81	2,82	25,9	3,35	4,13	3,72	10,0	2,87	30,6
Аланин	3,90	3,28	15,8	4,98	4,06	5,11	25,8	3,34	17,7
Цистин	0,57	0,31	45,6	0,28	—	0,41	—	1,86	—
Валин	3,28	3,09	5,7	3,26	2,95	4,74	60,7	2,97	0,7
Метионин	—	—	—	—	—	—	—	0,53	—
Изолейцин	2,07	1,39	32,8	2,66	1,91	2,26	18,4	1,59	16,7
Лейцин	2,41	1,61	33,2	2,60	2,12	2,07	2,5	1,29	39,2
Тирозин	2,39	1,68	29,7	2,32	2,46	2,26	8,2	1,33	45,9
Фенилаланин	4,63	3,43	25,9	4,71	4,54	5,05	11,2	2,70	40,6
Триптофан	—	—	—	—	—	1,01	—	—	—
Сумма незаменимых аминокислот	32,27	24,77	23,2	25,90	33,96	39,22	15,5	25,59	24,7
Сумма всех аминокислот	226,26	199,29	12,1	181,86	272,65	295,15	8,2	211,37	22,5

по-видимому, связано с повышенным давлением и температурой.

Как видно из данных, приведенных в табл. 8, при варке крупы из непропаренного зерна происходит увеличение содержания суммы незаменимых и всех свободных аминокислот, за исключением лизина, глицина и тирозина, количество которых несколько уменьшается.

При варке крупы, выработанной с применением гидротермической обработки отмечается значительная убыль суммы всех и отдельных аминокислот. В частности, имеет место убыль лизина, гистидина, аргинина, фенилаланина, тирозина и лейцина, а также (хотя и несколько менее выраженная) других аминокислот, за исключением аспарагиновой кислоты и валина. В вареной крупе из пропаренного зерна в небольших количествах также мог быть обнаружен метионин.

Анализируя данные табл. 8, можно отметить наибольшие снижения содержания свободных аминокислот в результате применения различных видов тепловых обработок в условиях повышенной температуры и давления. Уменьшение содержания свободных аминокислот в результате водотепловой обработки мы не рассматриваем как изолированное, в отрыве от динамики изменения аминокислот, связанных пептидными связями. Возможно, что наряду с включением свободных аминокислот в сахароаминные комплексы и их деструкцией происходит параллельный процесс гидролиза белков до свободных аминокислот, и мы, определяя содержание их в конце процесса обработки, по существу имеем дело с конечным результатом реакций. В различные отрезки времени тепловой обработки может иметь место несколько иное соотношение свободных и связанных аминокислот. Поэтому, на каком-то отрезке времени и в определенных условиях частичное гидролитическое расщепление белков может преобладать над реакциями связывания свободных аминокислот редуцирующими сахарами. Этим, по-видимому, объясняется некоторое увеличение содержания свободных аминокислот при варке крупы из непропаренного зерна. Найденные закономерности в изменении свободных аминокислот подтверждаются также проведенными исследованиями общего аминокислотного состава зерна и круп из гороха (табл. 6).

Сопоставляя уровни снижения общего содержания аминокислот (т. е. суммы свободных и связанных) и свободных аминокислот, можно сделать вывод, что уменьшение количества аминокислот в результате различных вариантов тепловой

обработки происходит в основном за счет связанных аминокислот, так как свободные аминокислоты составляют менее 1% от общего содержания их в данном продукте. Оценивая уменьшение содержания свободных аминокислот в результате водотепловой обработки с точки зрения сохранения биологической ценности белков, можно сделать вывод, что эти изменения практически не оказывают существенного влияния, так как содержание свободных аминокислот в продукте незначительно.

Поскольку наибольшее снижение содержания свободных и связанных аминокислот происходит при варке гидротермически обработанной крупы и нелущеного зерна под давлением, что коррелирует с наибольшим изменением цвета гороха и фасоли в сравнении с другими вареными образцами, можно предположить, что это обусловлено реакциями меланоидинообразования. В результате взаимодействия аминокислот с восстанавливающими сахарами происходит разложение исходной аминокислоты с образованием соответствующего альдегида, аммиака и углекислого газа (В. Л. Кретович, 1971; В. Л. Кретович и др., 1961). Для протекания этих реакций имеются все необходимые оптимальные условия: наличие влаги, температура 100°C и выше, продолжительность нагрева и наличие редуцирующих сахаров. По нашим данным, в зерне и крупах гороха и фасоли содержится до 6—8% сахаров. В литературе также имеются сведения о том, что содержание редуцирующих сахаров в бобовых при варке возрастает в 2—4 раза (М. Р. Мухтарова, Г. Н. Ловачева, 1971). Основные же потери аминокислот белков зернобобовых обусловлены скорее всего образованием сложных комплексов белков с углеводами и легкоокисляющимися липидами (А. Н. Андерсон и др., 1956; Е. И. Медведева и др., 1969; A. W. Venolia et al, 1958). Часть потерь аминокислот можно объяснить их тепловой деструкцией в условиях продолжительного воздействия давления и высокой температуры.

Различная степень снижения содержания аминокислот в нелущеном зерне и крупах, выработанных без пропаривания и с пропариванием, объясняется различными режимами водотепловой обработки: температурой, давлением и продолжительностью. Наименьшие потери аминокислот наблюдаются при варке круп, полученных без пропаривания (время варки 30—40 минут). С увеличением продолжительности тепловой обработки (нелущеное зерно, вареное традиционным способом) потери аминокислот увеличиваются. Эти потери еще

больше возрастают при варке зерна под давлением и при варке круп, выработанных с применением гидротермической обработки.

#### 4. Атакуемость белков и крахмала зерна и круп пищеварительными ферментами

Учитывая изменения аминокислотного и фракционного состава белков зернобобовых, представилось необходимым изучить атакуемость их протеолитическими ферментами с целью более полной характеристики пищевой ценности. В литературе имеются сведения (Е. П. Абрамова и др., 1964) о том, что в фасоли и горохе содержатся ингибиторы протеиназ. Автоклавирование инактивирует ингибиторы, тогда как при двухчасовом нагревании при 100°C ингибиторная активность бобовых сохраняется (М. П. Черников, 1966). Поэтому мы сочли необходимым исследовать вариант варки зернобобовых под давлением с целью возможного улучшения перевариваемости белков. Для выявления оптимальных условий тепловой обработки исследовали несколько вариантов тепловых режимов автоклавирования (P=1,0 ати; 1,5 ати; 2,0 ати).

Исследования показали, что в переваривании сырого зерна гороха и фасоли отдельных исследованных сортов существенных различий не наблюдается. Вместе с этим можно отметить несколько лучшую перевариваемость белков сырой фасоли. Варка нелущеного зерна гороха и фасоли традиционным способом без предварительного замачивания существенно улучшает перевариваемость их белков (рис. 1, А и Б). Белки зерна гороха и фасоли, вареных под давлением, несколько меньше подвержены протеолиту, чем белки этих же образцов, вареных обычным способом (табл. 9).

Более оптимальным режимом варки под давлением для белков зерна гороха является самый мягкий из исследованных режимов автоклавирования (P=1,0 ати; t=120°C). Сравнительно меньшую атакуемость белков нелущеного зерна, вареного под давлением, можно объяснить следующим образом. При варке под давлением, т. е. при автоклавировании, ингибиторы протеиназ инактивируются (Е. П. Абрамова и др., 1964) и следовало бы ожидать нарастания продуктов гидролиза в трипсиновых переварах в сравнении с варкой этих же образцов традиционным способом, т. е. при 100°C. Вероятно, в условиях длительного воздействия высокой температуры, и особенно давления, в структуре продуктов образуются уплот-

Таблица 9

Влияние различных режимов автоклавирования на перевариваемость белков нелущеного зерна гороха Рамонский 77 системой ферментов пепсин-трипсин (продукты гидролиза в мкг аминного азота в 1 мл)

Продолжительность гидролиза в часах	Фермент	Зерно нелущеное				
		сырое	вареное традиционным способом	вареное под давлением		
				P=1,0 ати	P=1,5 ати	P=2,0 ати
1	Пепсин	8,0	29,0	25,6	18,0	14,1
2	Пепсин	12,4	34,6	27,8	20,6	17,2
3	Пепсин	20,2	39,6	35,2	28,1	23,7
4	Пепсин + трипсин	36,6	56,8	51,2	46,2	40,2
5	Пепсин + трипсин	48,0	69,2	63,6	59,0	53,7
	Пепсин + трипсин	55,2	82,2	70,2	62,3	60,4

ненные белковые гели с выпрессовавшейся влагой, которые создают неблагоприятные условия для доступа ферментов.

Анализируя данные экспериментальных исследований по изучению влияния способов выработки круп и последующей тепловой кулинарной обработки на атакуемость их белков, представленные на рис. 1 (А и Б), можно сделать следующие выводы. Белки сырых круп перевариваются лучше, чем исходное зерно. Это обусловлено снижением содержания клетчатки в крупах (в 2,5—4 раза) в результате удаления семенных оболочек. Улучшение перевариваемости в большей степени относится к крупам, выработанным с применением гидротермической обработки. Выявлено, что последующая тепловая кулинарная обработка оказывает заметное влияние на устойчивость белков круп гороха и фасоли, выработанных с применением гидротермической обработки и без нее, к действию протеолитических ферментов. При этом необходимо отметить, что темпы нарастания продуктов гидролиза также выше у круп, выработанных из предварительно пропаренного зерна (рис. 1, А и Б). Белки нелущеного зерна гороха и фасоли, вареных традиционным способом, перевариваются хуже, чем белки вареных круп разных способов выработки.

Анализ данных по изменению растворимости белков и их перевариваемости позволяет сделать предположение о существовании обратной зависимости между увеличением перевариваемости и уменьшением растворимости белков зернобобовых в результате тепловой денатурации (табл. 5).

А

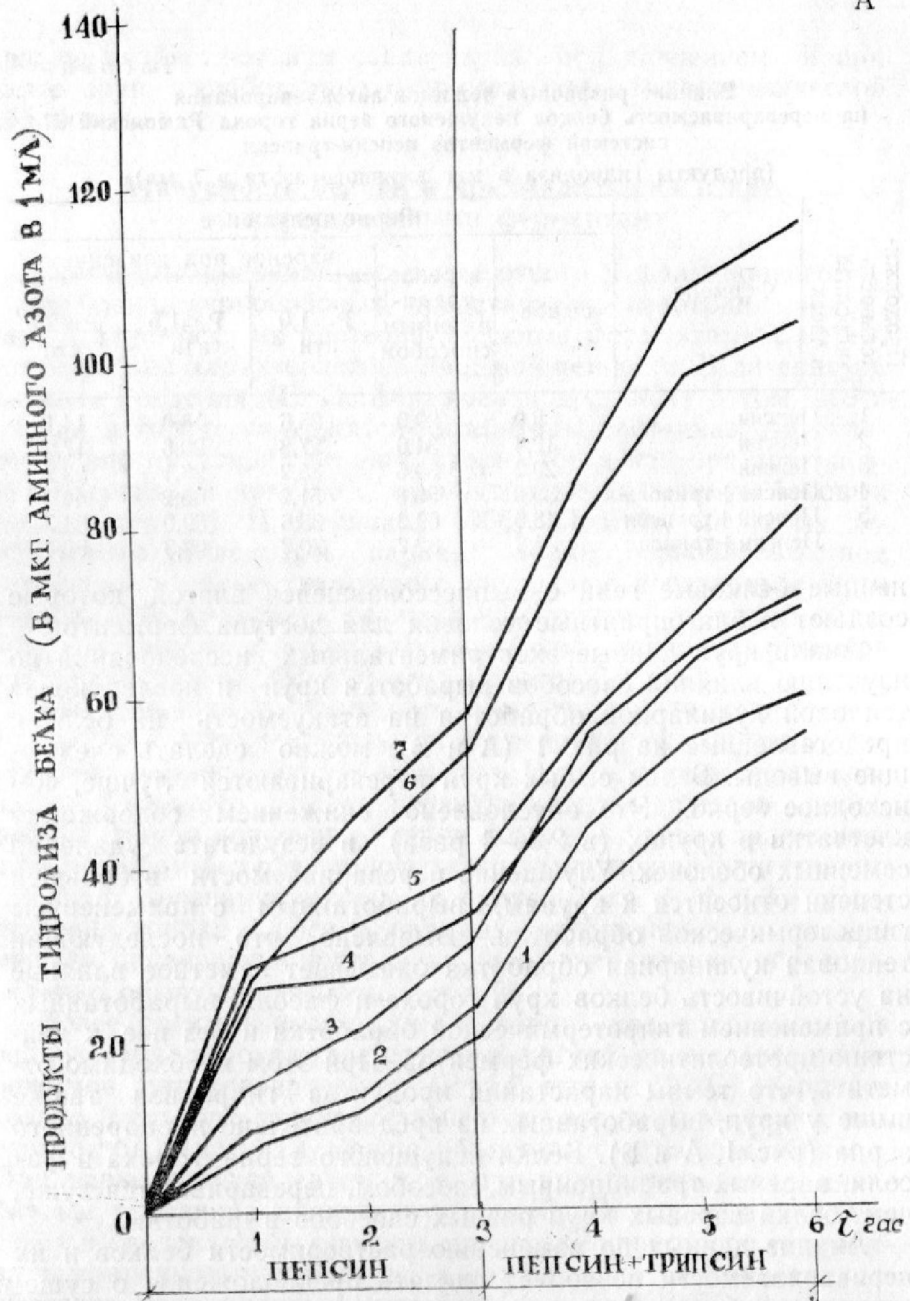
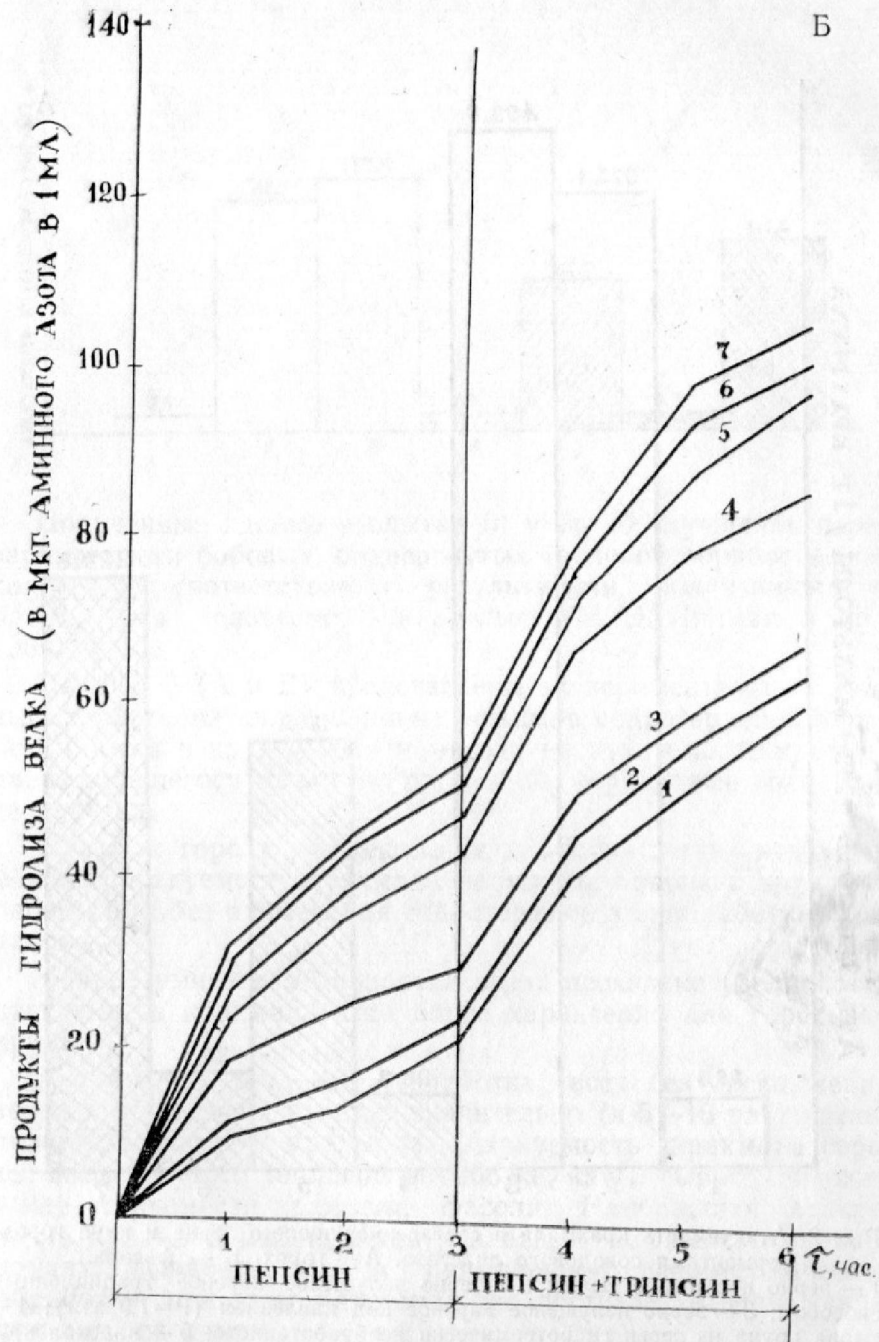


Рис. 1. Влияние режимов тепловой обработки зерна и круп на атакуемость белков системой ферментов пепсин—трипсин. А — горох, Б — фасоль. 1 — зерно нелущеное сырое, 2 — сырая крупа из зерна гидротермически необработанного; 3 — сырая крупа из зерна гидротермически обработан-

Б



ного ( $P=1,0$  атг,  $\tau=2$  мин.); 4 — зерно нелущеное вареное под давлением ( $P=1,0$  атг); 5 — зерно нелущеное вареное традиционным способом; 6 — вареная крупа из зерна гидротермически необработанного; 7 — вареная крупа из зерен гидротермически обработанного.

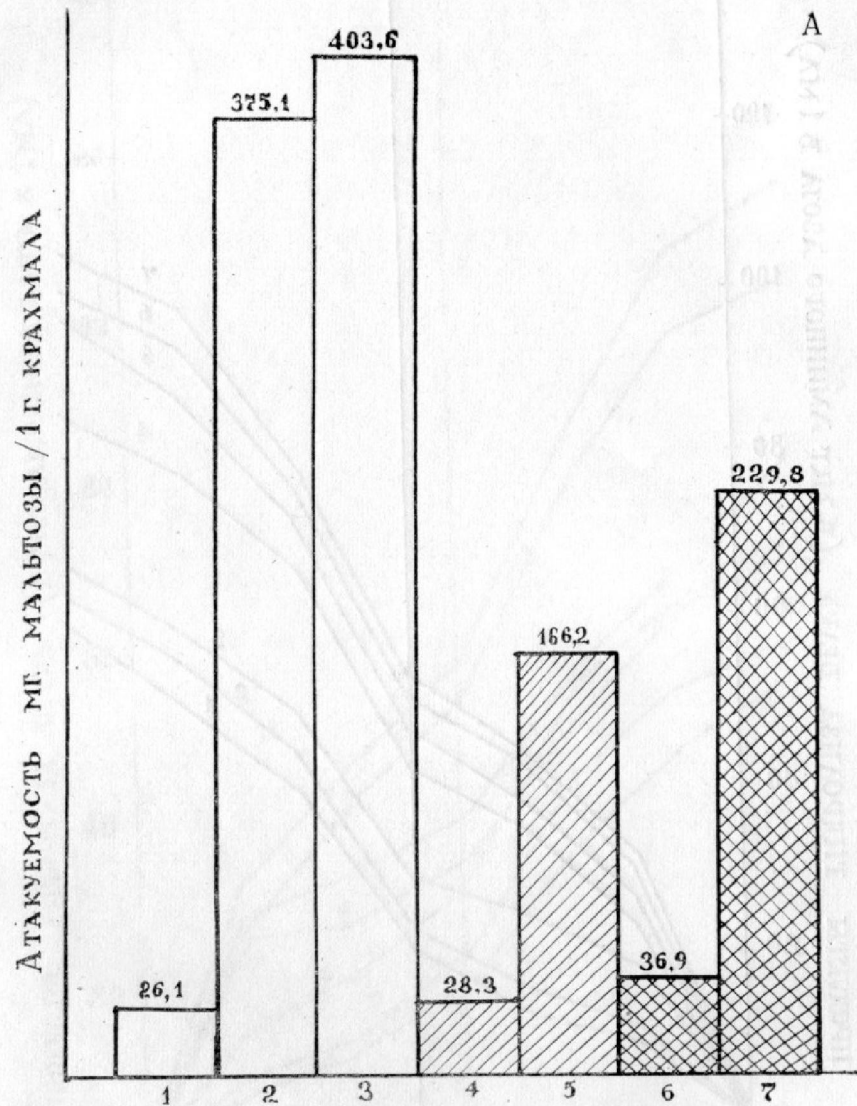
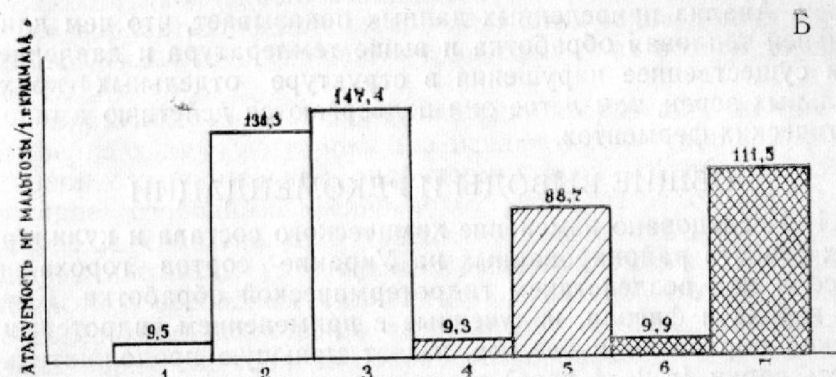


Рис. 2. Атакуемость крахмала в составе нелущеного зерна и круп гороха ферментами солодового диастаза. А — горох, Б — фасоль. 1 — зерно нелущеное сырое; 2 — зерно нелущеное вареное традиционным способом; 3 — зерно нелущеное вареное под давлением ( $P=1,0$  ати); 4 — сырая крупа из зерен гидротермически необработанного; 5 — вареная крупа из зерна гидротермически необработанного; 6 — сырая крупа из зерна гидротермически обработанного ( $P=1,0$  ати,  $\tau = 2$  мин.); 7 — вареная крупа из зерна гидротермически обработанного.



Полученные данные в опытах *in vitro* об улучшении перевариваемости бобовых, подвергнутых тепловой обработке, находятся в соответствии с результатами, полученными в опытах на растущих животных (М. Э. Ляйман и др., 1969).

На рис. 2 (А и Б) представлены экспериментальные данные, характеризующие влияние режимов воднотепловой обработки зерна и круп гороха и фасоли на атакуемость крахмала, находящегося в составе продуктов, ферментами солодового диастаза.

Крахмал гороха расщепляется намного легче крахмала фасоли. Атакуемость крахмала нелущеного зерна и круп, выработанных без применения гидротермической обработки, одинакова.

Гидротермическая обработка зерна несколько увеличивает атакуемость крахмала. Это более характерно для гороховой крупы.

Кулинарная тепловая обработка всех без исключения зерна и круп обеих культур значительно (в 5—16 раз) увеличивает атакуемость крахмала. Атакуемость крахмала гороха, подвергнутого тепловой обработке, как и сырого, намного выше атакуемости крахмала фасоли. Наибольшая атакуемость крахмала наблюдается в вареном нелущеном зерне и крупах, выработанных с применением гидротермической обработки, при этом максимум она достигает в зерне, вареном под давлением.

Изменения, связанные с расщепляемостью крахмала, можно объяснить степенью разрушения структуры крахмальных

зерен. Анализ приведенных данных показывает, что чем длительней тепловая обработка и выше температура и давление, тем существеннее нарушения в структуре отдельных крахмальных зерен, тем легче они подвергаются действию амилолитических ферментов.

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Исследовано изменение химического состава и кулинарных свойств районированных на Украине сортов гороха и фасоли под воздействием гидротермической обработки. Крупы гороха и фасоли, полученные с применением гидротермической обработки и без нее, имеют меньшую продолжительность варки (в 2—4 раза) в сравнении с нелущеным горохом и фасолью.

2. Изучен аминокислотный состав гороха и фасоли. Белки этих культур содержат полный набор незаменимых аминокислот, которые составляют более трети (по количеству) суммы всех аминокислот белков. Зерно гороха и фасоли содержит высокое для зерновых культур количество дефицитных незаменимых аминокислот лизина и триптофана — 7,39—8,37% и 1,23—1,42% соответственно. По содержанию лизина белки гороха и фасоли близки к продуктам животного происхождения и в 2,0—2,5 раза превосходят злаковые культуры.

3. Показано, что качественный аминокислотный состав нелущеного зерна гороха при исследованных режимах гидротермической обработки — давлении пара 0,5; 1,0; 2,5 ати и продолжительности пропаривания 2, 5 и 10 минут — постоянен. Количественные изменения общего аминокислотного состава зернобобовых незначительны и находятся в пределах ошибки метода ( $\pm 5,0\%$ ).

4. Тепловая кулинарная обработка нелущеного зерна и круп гороха и фасоли (исключая варку гидротермически обработанного зерна) существенно не изменяет суммы всех, незаменимых и отдельных аминокислот. Сумма потерь всех аминокислот при варке нелущеного зерна под давлением ( $P=1,0$ ) ниже (12,2—14,0%), чем при варке крупы, выработанной с применением гидротермической обработки (23,6—24,4%). Биологическая ценность белков зерна (сумма незаменимых аминокислот) практически не изменяется.

5. Наиболее устойчивыми к воздействию температуры и давления являются незаменимые аминокислоты: треонин, изолейцин, лейцин и фенилаланин. Их потери составляют 0,2—3,5%.

Самыми лабильными аминокислотами при всех исследованных вариантах воднотепловой обработки зерна и круп зернобобовых являются тирозин и триптофан — их потери достигают 50%.

6. В результате тепловой кулинарной обработки нелущеного зерна и круп из гороха (за исключением крупы, выработанной без применения гидротермической обработки) содержание свободных аминокислот снижается от 11,7 до 57,0%. При сопоставлении уровней снижения общего содержания аминокислот (т. е. суммы свободных и связанных аминокислот) и свободных аминокислот отмечено, что уменьшение содержания количества аминокислот в результате различных вариантов тепловой обработки происходит в основном за счет связанных, так как свободные аминокислоты составляют менее 1% от общего содержания их в данном продукте.

7. Наиболее лабильным компонентом суммарного белка нелущеного зерна и круп зернобобовых как при гидротермической, так и при последующей кулинарной обработке является солерастворимая фракция. Ее растворимость уменьшается в 3—9 раз.

8. Гидротермическая и тепловая кулинарная обработка зерна и круп зернобобовых увеличивает атакуемость белков протеолитическими ферментами на 60—90%. При этом максимальная перевариваемость белков отмечена в вареных крупах, выработанных из пропаренного зерна.

9. Оптимальным режимом варки под давлением для белков зерна гороха и фасоли является режим автоклавирования при  $P=1,0$  ати.

10. Установлена обратная зависимость между повышением атакуемости белков зернобобовых и уменьшением их растворимости, обусловленной тепловой денатурацией.

11. Атакуемость крахмала амилолитическими ферментами в зернобобовых усиливается в 5—16 раз с повышением режимов тепловой обработки (продолжительность, температура и давление пара). Лучшей атакуемостью обладает крахмал нелущеного зерна, вареного под давлением, и крупы, выработанной с применением гидротермической обработки.

12. Гидротермическая обработка зерна гороха при давлении пара 1,0 ати и продолжительности пропаривания 2 минуты является оптимальной из исследованных режимов с точки зрения увеличения выхода целой крупы и сохранения биологической ценности ее белкового комплекса.

13. Показана целесообразность использования в предприятиях общественного питания круп, выработанных после пропаривания зерна и применения варки нелущеного зерна бобовых культур под давлением. При этом улучшается атакуемость белков и крахмала пищеварительными ферментами, существенно снижается время тепловой кулинарной обработки (в 2—4 раза) и улучшаются органолептические показатели готовой продукции.

14. Экономическая эффективность применения гидротермической обработки зерна гороха для завода производительностью 100 тонн в сутки составляет 154 тыс. руб. в год. Дополнительная экономия в системе общественного питания, обусловленная снижением времени тепловой обработки зернобобовых и повышением производительности труда, составит 731 тыс. руб. в год.

#### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Таланов П. А. — К методике определения белкового и аминокислотного состава продуктов растительного происхождения. «Материалы научной конференции по проблемам торговли и общественного питания», Донецк, 1970.
2. Таланов П. А. — Изучение аминокислотного состава фасоли в связи с тепловой кулинарной обработкой. «Вопросы питания», 1972, № 6.
3. Таланов П. А. — Изменение фракционного состава белков фасоли в результате тепловой кулинарной обработки. Республиканский сб. «Общественное питание», Киев, 1972, № 9.
4. Таланов П. А., Педенко Э. П. — Влияние тепловой кулинарной обработки на белковый комплекс круп фасоли. Сб. «Усовершенствование методов оценки качества товаров и продукции общественного питания», Донецк, 1972 (укр. яз.).
5. Таланов П. А., Яковенко В. А. — Влияние гидротермической обработки на аминокислотный и фракционный состав белков зерна и круп гороха и фасоли. Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1973, № 1.
6. Таланов П. А., Яковенко В. А. — Влияние тепловой кулинарной обработки на аминокислотный состав фасоли. «Общественное питание», 1973, № 4.

#### МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ДОЛОЖЕНЫ:

1. На Всесоюзной межвузовской конференции по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов. Одесса, октябрь 1969.
2. На научных конференциях ДИСТА, Донецк, февраль 1968, 1969, 1970, 1972, 1973.
3. На 33-й научной конференции профессорско-преподавательского состава Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова. Одесса, октябрь, 1972.