

Двтор ерз,
3-14

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Аспирант А.Ф.ЗАГИБАЛОВ

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕЛЕННОГО ГОРОШКА
ПРИ РАЗНЫХ МЕТОДАХ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

(№ 05.371 – технология консервирования пищевых продуктов)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса – 1970

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Аспирант А.Ф.ЗАГИБАЛОВ

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕЛЕННОГО ГОРОШКА
ПРИ РАЗНЫХ МЕТОДАХ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

(№ 05.371 – технология консервирования пищевых продуктов)

Переучет 19.84 г.

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

К.В. 11593
Одесский технологический
институт
им. М. В. Ломоносова
Б И Б Л И О Т Е К А

Одесса – 1970

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова (лаборатория биохимии и микробиологии) и на Тираспольском консервном заводе им. 1 Мая.

Научный руководитель -- доктор технических наук, профессор А.Т.Марх

Официальные оппоненты:

член-корреспондент Академии наук МССР, доктор биологических наук, профессор В.Г.Клименко,

кандидат технических наук, доцент Е.Г.Кротов

Ведущее предприятие -- Тираспольский консервный завод им. 1 Мая.

Автореферат разослан " " _____ 1970 г.

Защита диссертации состоится " " _____ 1971 г.

на заседании Совета Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направить в Совет института по адресу: Г.Одесса, ГСП-510, ул.Свердлова, 112.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

Л.ЗАПОРОЖЕЦ

Готовясь к XXIУ съезду КПСС, советский народ под руководством Коммунистической партии добивается больших успехов в хозяйственном и культурном строительстве. Пятилетний план развития народного хозяйства на 1966-1970 годы предусматривает ускорение научно-технического прогресса на основе широкого развития научных исследований и использование их результатов в промышленности.

Важная роль в создании изобилия продуктов питания для населения отводится биологическим наукам, которые призваны совершенствовать методы переработки и хранения пищевого сырья, расширять ассортимент выпускаемой продукции. Одной из основных задач в развитии пищевой промышленности является использование и внедрение новейших методов термической обработки пищевых продуктов.

В консервной промышленности для производства натуральных и других видов консервов широко используется белковое овощное сырье - зеленый горошек. В 1970 году предприятия консервной промышленности должны выработать 6,08 млрд. учетных банок плодовых и овощных консервов, в том числе 230 млн банок зеленого горошка. Предусматривается в ближайшие годы увеличить выработку натуральных консервов из зеленого горошка более чем в 3 раза.

В настоящее время основным методом консервирования зеленого горошка является тепловая стерилизация. Однако, перспективным и надежным методом в сохранении пищевых продуктов может служить замораживание. Замораживание дает возможность сохранять продукты в натуральном виде, равномерно снабжать ими население и транспортировать в различные районы страны.

Ассортимент замороженной продукции в СССР - разнообразный, по МРТУ он составляет более 80 наименований. В системе Министерства пищевой промышленности СССР проектом на 1975 год предусматривается увеличение объема производства замороженной продукции в 5,8 раза по сравнению с 1967 годом.

Много работ посвящено исследованию зеленого горошка при консервировании стерилизацией. Однако, данных по изменению пищевой ценности горошка при замораживании и

холодильном хранении, а также консервов, приготовленных из замороженного сырья, в литературе недостаточно. Слабо изучен белковый комплекс горошка, его изменения при различных условиях термической обработки и хранения.

В связи с этим основной задачей нашего исследования было изучить влияние различных режимов замораживания (-30° , -65° , -120° , -196°) на биохимические показатели промышленных сортов зеленого горошка, районированных на юге СССР, исследовать изменение азотистых веществ горошка при обработке. Интерес представляло также сравнение усвояемости белков горошка при разных условиях обработки (бланширование, замораживание, кулинарная обработка, стерилизация), изучение при этом активности ферментных систем зеленого горошка и изменение питательной ценности зеленого горошка при производстве натуральных консервов из замороженного сырья.

Содержание диссертации изложено на 177 страницах машинописного текста и состоит из введения, литературного обзора, экспериментальной части (3 главы) и выводов. В работе имеется 34 таблицы и 31 рисунок. Список цитированной литературы включает 232 названия, 125 на русском, 107 — на иностранных языках.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

М е т о д и к а и с с л е д о в а н и я

Для исследования были взяты три сорта зеленого горошка: „Консервный ранний 20/2“, „Овощной-76“, „Белла донна-136“, выращенные в Тираспольском районе, Молдавской ССР, которые замораживали в двух вариантах (бланшированный и небланшированный) в жидком азоте при -196° , на турбохолодильной машине ТХМ-300 при -120° , на холодильной машине „Нема“ при -65° , в скороморозильном аппарате при -30°C . Натуральные консервы изготовляли в производственных условиях на Тираспольском консервном заводе им. 1 Мая.

Общепринятыми методами определялись сухие вещества, сахара (редуцирующие, нередуцирующие, общее количест-

во), крахмал, аскорбиновая кислота (общее количество, свободная, связанная и скисленная формы), суммарные каротиноиды и хлорофилл по методике Ветштейна. Формы азота и белковые фракции определялись по методике В.Г.Клименко, фракционный состав белков в нативном состоянии исследовали так же методом хроматографии на колонках с сефадексом по прописи Г.А.Смирновой. Свободные аминокислоты определяли методом хроматографии на бумаге, количественное определение проводили по методике В.Л.Кретовича и Ж.В.Успенской, аминокислотный состав альбуминов и глобулинов определяли на аминоканализаторе по методике Мура и сотр. Аминный азот - нингидринным методом Мутинга и Кайзера. Атакуемость белков протеолитическими ферментами *in vitro* проводили по прописи А.А.Покровского и И.Д.Ертанова. Активность ферментных систем определяли: липазы - методом титрования свободных жирных кислот, пероксидазы - по методике Д.М.Михлина, З.С.Брановецкой и А.Н.Бояркина, протеолитических ферментов - по прописи А.Н.Белозерского и Н.И.Проскуракова; каталазы, полифенолоксидазы, аскорбиноксидазы - в аппарате Варбурга.

ИЗМЕНЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ЗЕЛЕНОГО ГОРОШКА ПРИ БЛАНШИРОВАНИИ, ЗАМОРАЖИВАНИИ И ХОЛОДИЛЬНОМ ХРАНЕНИИ

Зеленый горошек выделяется среди других овощных культур, применяемых для консервирования, высоким содержанием азотистых веществ. Важным показателем качества белкового комплекса является его фракционный состав, то есть соотношение отдельных групп белков, в основу разделения которых положена способность извлекаться различными растворителями.

При предварительной тепловой обработке-бланшировке зеленого горошка теряется часть азотистых веществ. Потери общего количества азота при бланшировании водой составляют 2,6-3,5%, потери экстрактивных небелковых азотистых веществ - 8,4-10,3% от общего азота. При бланшировке изменяется фракционный состав белков, происходит их частич-

ное перераспределение, уменьшается растворимость и содержание глобулинов на 68,5–80,0% от первоначального содержания белков, альбуминов – на 21,5–24,0%, щелочерастворимая фракция увеличивается на 28,5–61,0%. Имеет место увеличение азота плотного остатка. Это можно объяснить тем, что под влиянием высокой температуры происходит денатурация белков.

В таблице 1 представлены данные фракционного состава белков горошка при разных температурах замораживания.

Таблица 1

Растворимость белков горошка при разных температурах замораживания.

(Сорт „Консервный ранний 20/2 “)

Фракции белков (в % азота на сухой вес)	Сырье	Температура замораживания (°C)			
		-30	-65	-120	-196
	Небланшированный				
Альбумины	0,97	0,97	0,99	0,97	0,98
Глобулины	1,36	1,37	1,31	1,36	1,37
Глютелины	0,39	0,38	0,40	0,39	0,37
	Бланшированный				
Альбумины	0,76	0,64	0,69	0,67	0,63
Глобулины	0,43	0,33	0,28	0,29	0,31
Глютелины	0,48	0,71	0,72	0,72	0,74

Из таблицы видно, что колебания в содержании альбумина и глобулина невелики и находятся в пределах ошибки опыта. Очень близкие между собой результаты получены и при дифференцированном исследовании азотистых веществ зеленого горошка при указанных четырех режимах замораживания. Можно сделать вывод, что замораживание при довольно широком диапазоне температур (от -30° до -196°) не оказывает существенного влияния на свойства белков.

При замораживании небланшированного горошка (рис.1) не обнаружено изменений фракционного состава белка, растворимость альбуминовой и глобулиновой фракций остается постоянной. После шести месяцев хранения замороженного не-

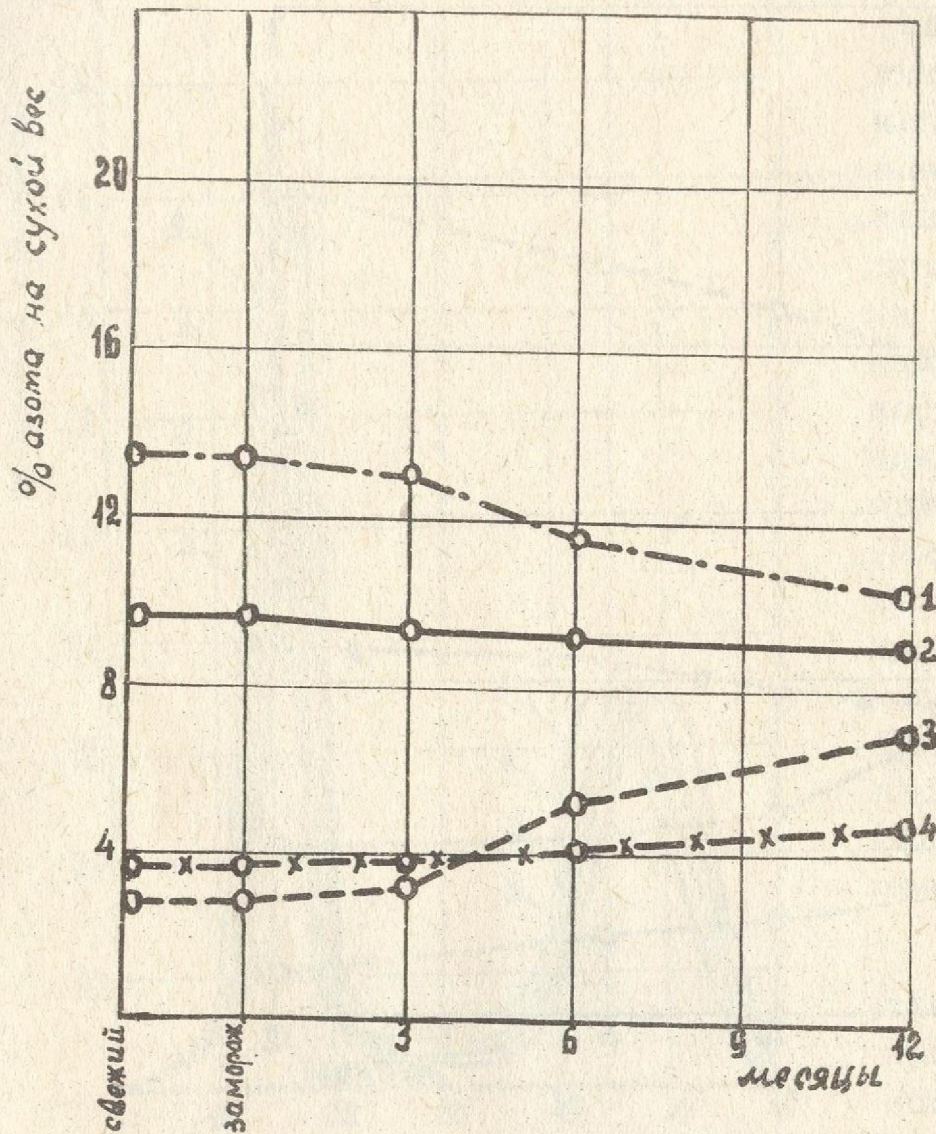


Рис.1. Изменение содержания азотистых веществ небланшированного горошка сорта „Консервный ранний 20/2“ при холодном хранении: 1 - глобулинов, 2 - альбуминов, 3 - плотного остатка, 4 - глютелинов

бланшированного горошка не наблюдается изменений общего азота, в то время как азот плотного остатка увеличивается. За этот период растворимость глобулиновой фракции уменьшается на 8,0-15,0% при отсутствии изменений в содержании альбуминов, глютелины увеличиваются на 10-12%.

Несколько иная картина наблюдается при замораживании бланшированного горошка (рис.2). Увеличивается в 1,5-2 раза глюте-

линовая фракция белка, растворимость глобулинов и альбу - минов уменьшается. При холодильном хранении такого горо - шка имеет место дальнейшее увеличение глютелиновой фрак - ции, альбуминовая и глобулиновая фракции уменьшаются. Уве - личивается азот плотного остатка.

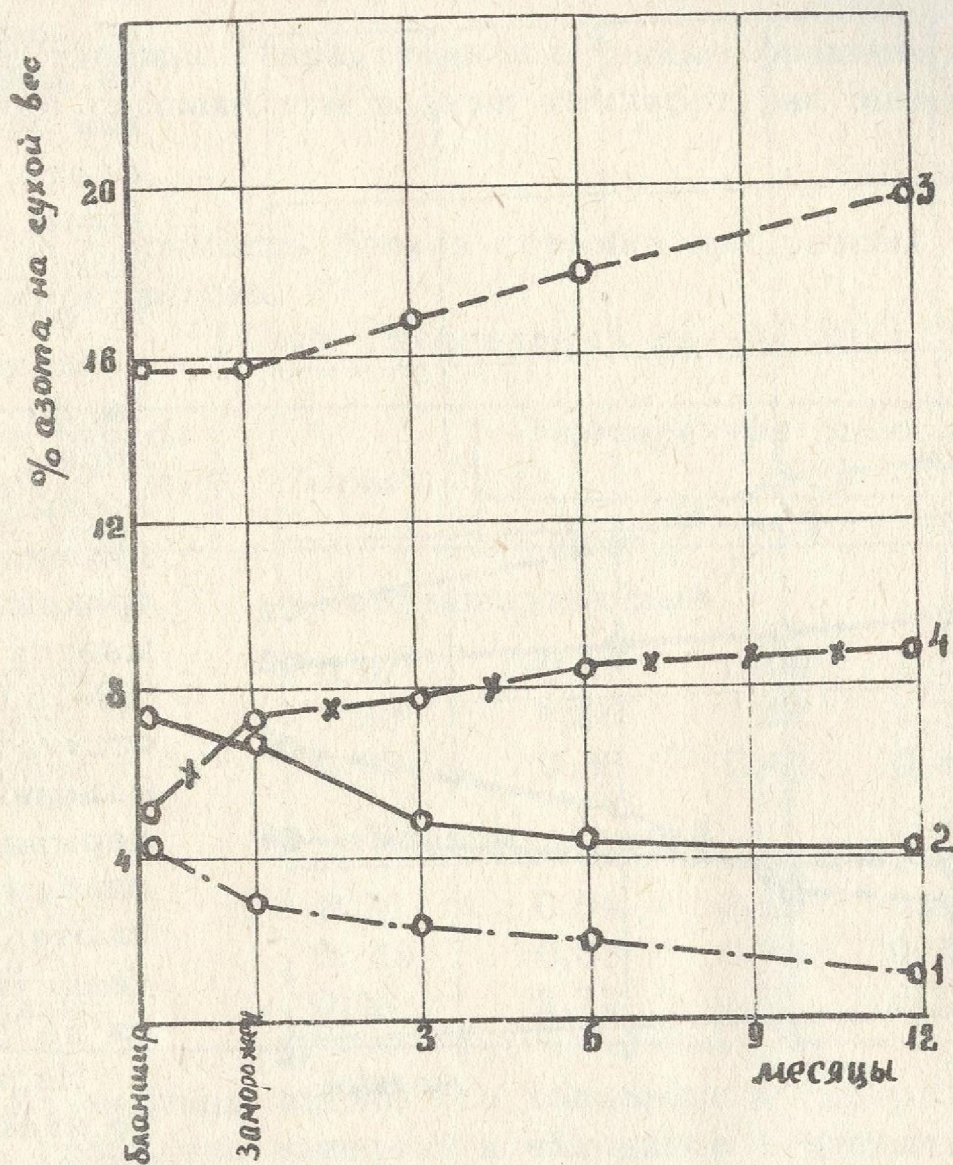


Рис.2. Изменение содержания азотистых веществ бланширо - ванного горошка сорта „Консервный ранний 20/2” при холо - дильном хранении: 1 - глобулинов, 2 - альбуминов, 3 - плот - ного остатка, 4 - глютелинов

Для изучения белковых фракций горошка в нативном состоянии параллельно с описанным методом использовали хроматографию на колонках с сефадексом. Суммарные белки горошка разделены

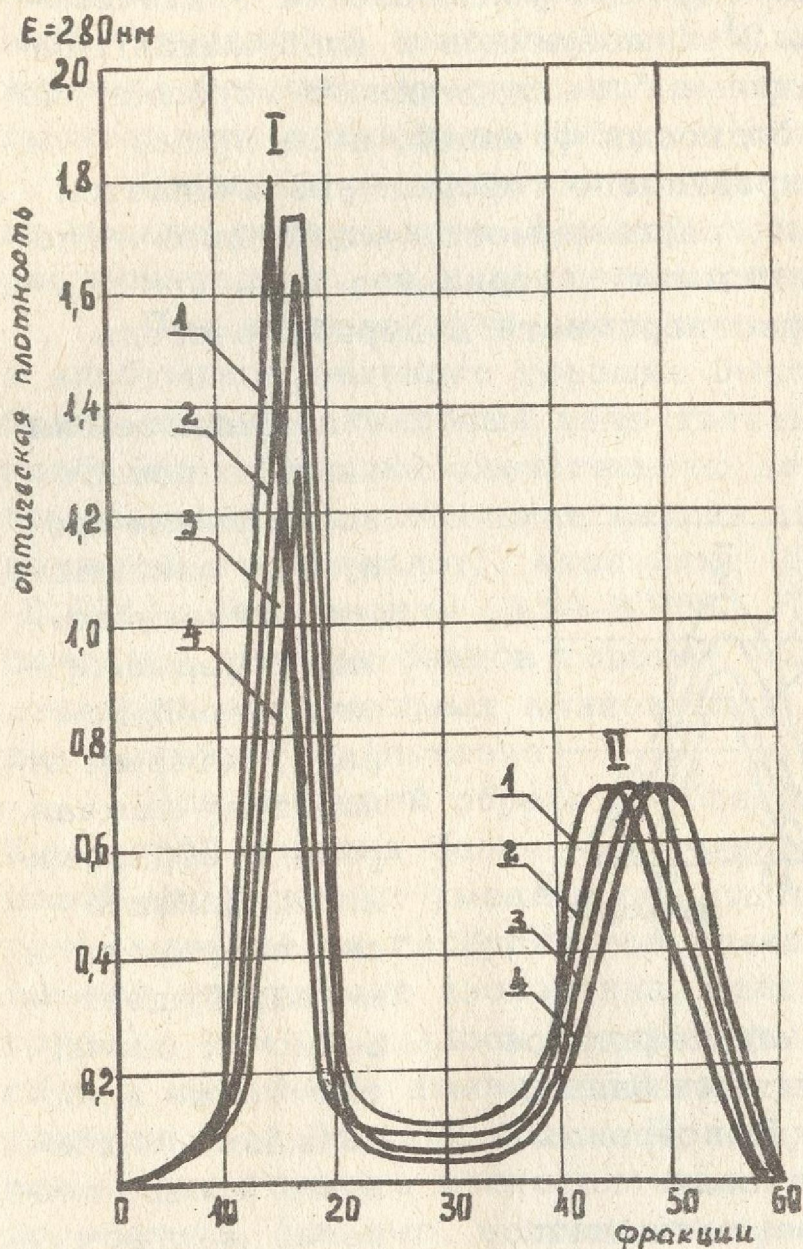


Рис.3. Фракционирование на сефадексе Г - 100 белков солевой вытяжки горошка сорта „Консервный ранний 20/2”: 1 - свежего; 2 - замороженного; 3-замороженного, после 3 месяцев хранения; 4 - замороженного, после 6 месяцев хранения

этим методом на глобулины и альбумины (пик 1 - глобулины, пик - 2 - альбумины). Сравнивая кривые элюирования белков свежего и замороженного горошка (рис.3), изменений оптической плотности глобулиновой и альбуминовой фракций не обнаружено. После шести месяцев хранения уменьшается оптическая плотность пика 1 (глобулин), при этом плотность пика 2 (альбумин) остается постоянной.

На рис.4 представлены кривые элюирования белков горошка, подвергнутого бланшированию, замораживанию с последующим холодильным хранением. Кривая элюирования белков бланшированного горошка показывает, что его фракционный состав под влиянием

тепловой обработки изменился как в качественном, так и количественном отношении. Резко уменьшилась глобулиновая фракция (пик 1¹). В процессе холодильного хранения замороженного бланшированного горошка уменьшается оптическая плотность пиков 1¹ и 2¹ (глобулинов и альбуминов). Таким образом, замораживание небланшированного горошка не влияет на растворимость белковых фракций, в то время как при замораживании бланшированного горошка увеличивается щелочерастворимая фракция, растворимость альбуминов и глобулинов уменьшается. Длительное холодильное хранение скажется на уменьшении растворимости в первую очередь глобулинов.

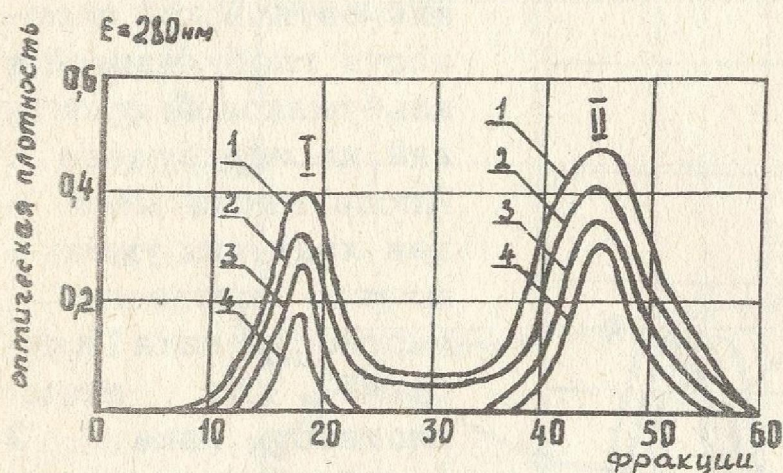


Рис. 4. Фракционирование на сефадексе Г₁-100 белков солевой вытяжки бланшированного горошка сорта „Консервный ранний 20/2“: 1 — бланшированного ; 2 — замороженного; 3 — замороженного, после 3 месяцев хранения; 4 — замороженного, после 6 месяцев хранения

найдено 16 свободных аминокислот. Обнаружено большое количество треонина (27–31% от общего содержания свободных аминокислот), глутаминовой кислоты (17,5–18,6%), аланина (9,2–15,3%). В небольших количествах встречается глицин, гистидин, цистин.

Большое влияние на качество пищевых продуктов оказывают аминокислоты, содержащиеся в свободном виде, которым отводится важная роль в образовании специфического аромата и вкуса; существенно их значение также в поддержании на должном уровне секреции желудочного сока.

Всего в зеленом горошке

При бланшировании горошка общие потери свободных аминокислот составляют 29,0–32,0%. В 1,5–2 раза уменьшается содержание лизина, изменяется содержание аланина, серина, фенилаланина, лейцин+изолейцина. Более устойчивы к воздействию высоких температур аргинин, глутаминовая кислота, тирозин + α -аминомасляная кислота, треонин. Замораживание горошка при разных температурах не оказывает существенного влияния на состав свободных аминокислот.

Пищевая ценность белкового комплекса определяется не только содержанием фракций, извлекаемых различными растворителями, но и аминокислотным составом этих фракций.

При исследовании аминокислотного состава глобулинов и альбуминов зеленого горошка было обнаружено, что эти белки имеют одинаковый качественный состав аминокислот. В глобулинах горошка значительную долю аминокислот из группы незаменимых составили лейцин (9,50–9,76% от общего количества аминокислот), изолейцин (3,10–4,87%), лизин (7,45–8,87%), фенилаланин (5,55–6,25%). При сравнении аминокислотного состава белков горошка мы обнаружили, что содержание незаменимых аминокислот в глобулинах и альбуминах примерно одинаковое.

При тепловой обработке–бланшировании горошка в альбуминовой фракции белка увеличивается содержание глутаминовой кислоты при уменьшении содержания лейцина, изолейцина, пролина; в глобулиновой фракции незначительно уменьшается содержание изолейцина, лейцина. При замораживании горошка нам не удалось установить каких-либо закономерностей в изменении аминокислотного состава альбуминовой и глобулиновой фракций белка. При длительном хранении замороженного горошка несколько увеличивается содержание амидного азота. Видимо, в процессе хранения происходит денатурация белков.

Пищевая ценность содержащих белок продуктов обуславливается количеством белка, его аминокислотным составом и способностью расщепляться протеолитическими ферментами пищеварительного тракта. Поэтому, для гидролиза белков использовали образцы свежего, бланшированного и замороженного при разных режимах зеленого горошка. Для более пол-

ного представления о расщепляемости белков после кулинарной обработки один из вариантов предусматривал пятнадцатиминутную варку всех образцов горошка в кипящей воде. Параллельно исследовали натуральные консервы, изготовленные из свежего горошка в жестебанке № 9.

В таблице 2 представлены данные накопления продуктов гидролиза при переваривании белков свежего и прошедшего тепловую обработку горошка. После шестого часа гидролиза накопление продуктов гидролиза у свежего горошка составляет 90,5–102,0 мг на 1 грамм белка. Однако, кулинарная обработка (варка) горошка оказывает заметное влияние на усвояемость белков. Так, после шестого часа расщепления накопление продуктов гидролиза увеличивается почти в 1,5 раза (с 90,5–102,0 до 158,0–180,0 мг на 1 грамм белка).

Сравнивая результаты гидролиза белков свежего и замороженного при разных температурах горошка (рис.5), можно видеть, что накопление продуктов гидролиза больше у тех образцов, температура замораживания которых ниже. Накопление продуктов гидролиза в образцах горошка сорта „Консервный ранний 20/2“, замороженных в азоте, равно 1150 мг на 1 грамм белка, выше, чем в образцах, замороженных при -30°C (92,0 мг), при -65°C (96,5 мг) и при -120°C (102,5 мг) и выше, чем в образцах свежего горошка (90,5 мг). Однако, при расщеплении белков консервированного стерилизацией горошка накопление продуктов гидролиза происходит в меньшей степени, чем у замороженного. После шестого часа гидролиза у консервированного горошка сорта „Консервный ранний 20/2“ накопление продуктов гидролиза равно 86,5 мг против 103,0 мг у замороженного при -120° .

Нами исследовалось влияние различных температур замораживания на активность ферментов небланшированного зеленого горошка. Обнаружено, что зеленый горошек отличается высокой активностью пероксидазы, которая при замораживании в большинстве случаев возрастает. При дальнейшем холодильном хранении активность пероксидазы падает. Так, в образцах горошка, замороженного при -30° , -65° , -120° , после 12 месяцев хранения активность ее составляет 86–90% от первоначальной, а замороженного при -196° – 64–81%.

Таблица 2

НАКОПЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ ГИДРОЛИЗА ПРИ ПЕРЕВАРИВАНИИ БЕЛКОВ
ГОРОШКА СИСТЕМОЙ ПРОТЕИНАЗ ПЕПСИН-ТРИПСИН (в мг на 1 грамм белка)

Продол- жительность гидроли- за (час)	Фермент	Консервный ранний 20/2		Овощной-76		Белладонна-136				
		свежий : : рован : ный	варе - : ный	свежий: бланши- : рован - : ный	варе-: свежий: : рован - : ный	свежий: бланши- : рован - : ный	варе - : ный			
1	пепсин	24,0	51,0	70,5	17,5	35,0	50,5	31,5	64,5	71,0
2	пепсин	52,5	73,0	94,0	34,0	54,0	85,0	55,0	80,0	91,5
3	пепсин	66,5	98,5	118,5	59,5	97,5	115,5	57,5	91,5	126,0
4	трипсин	68,0	101,5	124,5	63,0	101,0	120,0	60,5	93,5	126,5
5	трипсин	84,0	110,5	140,0	82,5	120,0	161,0	80,5	120,5	171,5
6	трипсин	90,5	137,5	158,0	96,5	140,5	172,0	102,5	149,5	180,0

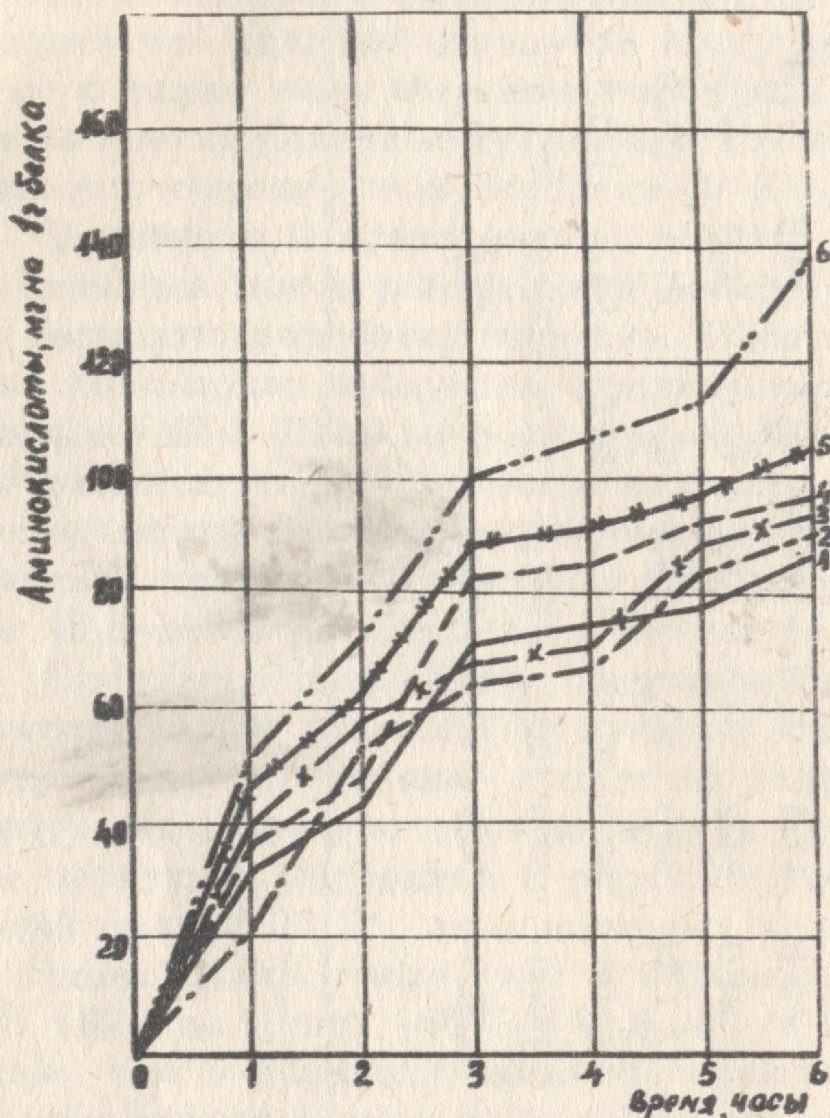


Рис.5. Накопление продуктов гидролиза при расщеплении белков горошка сорта „Консервный ранний 20/2“ системой протеиназ пепсин-трипсин: 1 - консервы (зерно), 2 - свежий, 3 - замороженный при -30° , 4 - замороженный при -65° , 5 - замороженный при -120° , 6 - замороженный при -196° .

шается при -65° , -120° , -196° . При холодильном хранении активность ее падает и после 12 мес. равна 72-80% от исходного значения.

Активность каталазы при разных режимах замораживания и длительного холодильного хранения понижается и после 12 мес., составляет 55-70% от первоначального значения.

Активность

протеолитических ферментов и липазы при замораживании в жидком азоте снижается в 1,5 - 2 раза; при умеренной температуре замораживания (-30° , -65°) активность этих ферментов снижается только на 5-18%.

Активность полифенолоксидазы при замораживании возрастает, но при холодильном хранении снижается и после 12 месяцев хранения составляет 50-55% от первоначального значения. Активность аскорбиноксидазы при замораживании горошка понижается на 5-11% - при -30° , несколько повышается при -65° , -120° , -196° .

Таким образом, при исследовании азотистых веществ зеленого горошка дифференцированно изучены растворимость белков двумя методами (метод определения форм азота и белковых фракций, извлекаемых разными растворителями, и гель-фильтрация белков в нативном состоянии через сефадекс), аминокислотный состав белков по фракциям, свободные аминокислоты, действие на белки горошка после различных условий термической обработки протеолитических ферментов и активность ферментных систем горошка.

Наряду с азотистыми веществами и ферментными системами изучался также углеводный состав горошка, изменения в содержании хлорофилла и каротиноидов.

Содержание сахаров и крахмала составляет 39,7–45,3 % сухого вещества, индекс $\frac{\text{крахмал}}{\text{сахара}}$ находится в пределах

0,89–1,10. При бланшировании в воде в течение трех минут при температуре 86–90° и после охлаждения холодной водой потери составили: крахмала – 15–16%, сахаров – 3–9%. Потери при бланшировании и охлаждении в течение одной минуты при температуре 98–100° составляют: крахмала – 11–13%, сахаров – 2%. Эти потери связаны с тем, что при бланшировании часть крахмала выделяется на поверхности горошка и смывается при последующем охлаждении водой, часть сахаров выщелачивается водой. При обоих режимах бланширования несколько увеличивается содержание редуцирующих сахаров, уменьшается индекс $\frac{\text{крахмал}}{\text{сахара}}$. Потери аскорбиновой кислоты при бланшировании составляют: в заводских условиях – 25–30%, в лабораторных – 20–25%.

При различных режимах замораживания как бланшированного, так и небланшированного горошка нами не обнаружено существенных изменений в содержании сахаров и крахмала. При холодильном хранении замороженного горошка потери сахаров и крахмала незначительны, после двенадцати месяцев хранения составляют в среднем 3–5% от первоначального содержания в свежем сырье.

При замораживании наблюдаются потери аскорбиновой кислоты. При медленном замораживании (–30°) в горошке рас-

тет содержание дегидроаскорбиновой кислоты при уменьше - нии содержания восстановленной формы. Общие потери вита - мина С при этом режиме составляют 4-6%, в то время, как при других режимах замораживания они практически сводят - ся к нулю. При хранении замороженного небланшированного горошка увеличивается содержание дегидроаскорбиновой кис - лоты при уменьшении содержания восстановленной формы. Так, после двенадцати месяцев хранения в горошке сорта „Бел - ладонна-136” содержание дегидроформы увеличивается в 2,7 раза, свободной формы уменьшается на 75%. Общие потери витамина С для всех сортов после двенадцати месяцев хра - нения находятся в пределах 43-57%. При длительном холо - дильном хранении в присутствии кислорода воздуха и высо - кой активности оксидаз аскорбиновая кислота окисляется , превращаясь в весьма лабильную дегидроформу, которая под - вергается дальнейшему необратимому окислению. Несколь - ко иная картина в сохранении витамина С при холодильном хранении бланшированного замороженного горошка. В таком горошке содержание дегидроаскорбиновой кислоты практиче - ски не изменяется, на 6,0-14,5% уменьшается количество вос - становленной формы, общие потери витамина С после двенад - цати месяцев хранения составляют 10-16%.

Окраска замороженных зеленых растений зависит глав - ным образом от сохранения хлорофиллов („а” и „в”). При бланшировании горошка превращение хлорофилла „а” и „в” в феофитин находится в пределах 11-17%. При замораживании как бланшированного, так и небланшированного горошка на - ми не обнаружено каких-либо изменений в содержании хлоро - филла. При хранении замороженного небланшированного горо - шка после одиннадцати месяцев отмечен распад хлорофилла „а” - на 39-43%, „в” - на 38-47%. При хранении заморожен - ного бланшированного горошка потери меньше и после один - надцати месяцев составляют: хлорофилла „а” - 16-20%, „в” - 25-27%.

Общие потери суммарных каротиноидов при бланширо - вании горошка составили 5-8%. При замораживании бланши - рованного и небланшированного горошка изменений в содер - жании каротиноидов не выявлено. При длительном холодиль - ном хранении замороженного бланшированного горошка не об -

наружено изменений в содержании каротиноидов. После одиннадцати месяцев хранения замороженного небланшированного горошка общие потери каротиноидов составляют 7-12%.

Таким образом, высокая температура бланширования, инактивируя ферментные системы, предотвращает изменение суммарных каротиноидов при хранении зеленого горошка в замороженном состоянии.

НАТУРАЛЬНЫЕ КОНСЕРВЫ ИЗ ЗАМОРОЖЕННОГО ЗЕЛЕННОГО ГОРОШКА

Содержание сухих веществ в консервированном зерне горошка ниже, чем в замороженном сырье, из которого приготовлены консервы, из-за разбавления из заливкой. При исследовании консервов, изготовленных из замороженного горошка, обнаружено повышение общего количества сахаров на 0,65-0,86% за счет внесения в консервы 2-3% сахарозы. Наряду с увеличением нередуцирующих сахаров отмечено уменьшение количества редуцирующих. Содержание крахмала в консервированном горошке уменьшается на 11-16% по сравнению с замороженным сырьем. Эти потери связаны с вымыванием крахмальных зерен водой, а также гидролизом крахмала при стерилизации.

При консервировании горошка теряется часть аскорбиновой кислоты из-за растворения ее в воде либо разрушения под воздействием высоких температур, кислорода воздуха и других факторов. Общие потери аскорбиновой кислоты в консервах по сравнению с исходным сырьем составляют 35-47%. Следует отметить высокую стойкость каротиноидов, сохраняемость которых в консервах составляет 91-94%. Более термолабильными при стерилизации оказались хлорофиллы. При производстве консервов из замороженного горошка потери хлорофилла „а“ составили 62-67%, хлорофилла „в“ - 48-59%.

Общие потери азотистых веществ при производстве консервов составляют 3,7-5,1%. Из-за перехода части экстрактивных веществ в заливку, сохраняемость экстрактивных небелковых азотистых веществ находится в пределах 78,5-88,9%. В процессе консервирования наблюдаются не только количественные, но и качественные изменения азотистых веществ. Бланширование и стерилизация вызывают денатурацию белков, которая проявляется в снижении их растворимости. Так, сум-

к. В. 11593

Таблица 3

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЫРЬЯ И КОНСЕРВОВ ИЗ ЗАМО -
РОЖЕННОГО ГОРОШКА Сорт „Консервный ранний 20/2“ (в
пересчете на сухие вещества)

Показатели	един. изм.	небланшированный		бланшированный	
		сырье	консервы (зерно)	сырье	консервы (зерно)
Формы азота:					
общий	%	4,44	4,23	4,29	4,13
плотного остатка (Экстрактивный небелковый)	%	0,43	1,89	1,80	2,16
небелковый общий	%	1,41	1,24	1,02	0,94
белковый общий	%	1,84	3,13	2,82	3,10
	%	2,60	1,10	1,47	1,03
Формы белковых фракций:					
солерастворимый общий	%	3,56	1,93	1,66	1,41
белковый	%	2,05	0,69	0,62	0,47
Белковый:					
альбумины	%	0,96	0,55	0,44	0,38
глобулины	%	1,19	0,14	0,18	0,09
глутелины	%	0,43	0,41	0,85	0,56
Сахара:					
редуцирующие	%	1,03	0,74	1,28	0,70
нередуцирующие	%	19,01	23,37	19,54	23,22
Крахмал	%	19,70	17,64	18,04	16,00
Витамин С:					
свободная форма	мг%	65,16	40,29	81,23	50,09
связанная форма	мг%	9,53	1,98	9,19	1,41
дегидроформа	мг%	12,71	4,24	3,72	2,11
Сухие вещества	%	23,10	21,74	21,99	21,32

марное содержание азота растворимых фракций в замороженном горошке сорта „Консервный ранний 20/2“, применяемом для приготовления консервов, составляет 2,60%, а в консервированном зерне этой партии равно 1,10%, то есть уменьшается в 2,4 раза. При этом резко снижается растворимость глобулиновой фракции (с 1,19% до 0,14%). Увеличивается азот плотного остатка с 0,43% в сырье до 1,89% в консервах (табл.3).

При исследовании перевариваемости белков в консервированного и замороженного образцов горошка обнаружено, что атакуемость белков замороженного горошка выше, чем консервированного варианта. Например, для горошка сорта „Консервный ранний 20/2“ накопление продуктов гидролиза у замороженного образца составляет 107 мг на 1 грамм белка против 80 мг – у консервированного.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Проведено изучение влияния различных режимов термической обработки на пищевую ценность зеленого горошка, выращенного на юге СССР, по комплексу биохимических показателей, исследованных современными методами (спектрофотометрия, хроматография на бумаге, хроматография на аминоканализаторе, гель-фильтрация на сефадексе).

На основании полученных данных сделаны следующие выводы.

1. При бланшировании происходят частичные потери ценных химических компонентов зерна. При этом снижается на 2,6–3,5% количество азотистых веществ, уменьшается растворимость и содержание глобулинов на 68,5–80,0% от общего их первоначального содержания, альбуминой – на 21,5 – 24,0%; щелочерастворимая фракция увеличивается на 28,5 – 61%. Одновременно теряются сахара, крахмал, аскорбиновая кислота, каротиноиды, хлорофилл.

2. Замораживание горошка в широком диапазоне температурных режимов: -30° , -65° , -120° , -196° показало, что интервал температур от -30° до -196° не влияет существенно на состав и растворимость белков зеленого горошка. Замораживание не оказывает влияния на содержание сахаров,

крахмала, каротиноидов, хлорофилла. Эти данные позволяют рекомендовать для замораживания горошка температуру в пределах -30° . Применение ультранизких температур (-120° , -196°) с экономической стороны нецелесообразно из-за повышенных энергетических затрат.

3. Замораживание при всех испытанных температурах предварительно бланшированного горошка приводит к увеличению в 1,5–2 раза содержания щелочерастворимой фракции белка и уменьшению растворимости альбуминов и глобулинов. При хранении замороженного бланшированного горошка происходит дальнейшее уменьшение растворимости глобулинов и альбуминов. Не обнаружено влияния замораживания на содержание и растворимость белковых фракций небланшированного горошка, однако, при длительном хранении происходит частичная денатурация глобулиновой фракции; растворимость альбуминовой остается неизменной.

4. Исследован фракционный состав белков горошка в нативном состоянии с применением гель-фильтрации через сефадекс. Установлено, что суммарные белки горошка разделяются на две фракции – альбумины и глобулины; изучена их растворимость при различной термической обработке. Результаты, полученные методом гель-фильтрации через сефадекс, практически совпадают с данными исследования фракций белков по их растворимости.

5. Установлен состав аминокислот глобулинов и альбуминов зеленого горошка с помощью аминоксизатора. Обнаружено, что эти белки имеют одинаковый качественный аминокислотный состав. В глобулинах и альбуминах горошка значительную долю аминокислот из группы незаменимых составляют лейцин, изолейцин, лизин, фенилаланин. Глобулины по сравнению с альбуминами содержат больше глутаминовой кислоты, но меньше пролина. При замораживании и холодильном хранении не обнаружено значительных количественных и качественных изменений в аминокислотном составе глобулиновых и альбуминовых фракций белка.

6. Исследованы изменения свободных аминокислот зеленого горошка при различных видах термической обработки. При бланшировании отмечены потери в содержании лизина,

ананина, фенилаланина, лейцина+изолейцина. Более устойчивы к воздействию высоких температур аргинин, глутаминовая кислота, тирозин + α - аминomásляная кислота. Общие потери свободных аминокислот горошка при бланшировании составляют 29-32%. При замораживании как бланшированного, так и небланшированного горошка изменений в составе свободных аминокислот не наблюдается.

7. Сопоставлено влияние различных методов консервирования зеленого горошка (замораживание с последующим холодильным хранением, тепловая обработка) на чувствительность белков к ферментативному перевариванию *in vitro*. Тепловая обработка горошка (бланширование, кулинарная обработка) заметно увеличивает степень атакуемости белков протеолитическими ферментами. Показано, что сохранение его пищевой ценности достигается в большей степени при консервировании замораживанием и последующем холодильном хранении, чем при стерилизации в герметической таре.

8. Изучено влияние различных температур замораживания на активность ферментных систем зеленого горошка. Активность пероксидазы, полифенолоксидазы, аскорбиноксидазы при замораживании в большинстве случаев возрастает. При замораживании в жидком азоте активность протеолитических ферментов и липазы падает в 1,5-2 раза, при других температурах (-30° , -65° , -120°) активность этих ферментов понижается только на 5-18%. При всех исследованных режимах замораживания активность каталазы падает и после двенадцати месяцев хранения составляет 55-70% от первоначального уровня. При дальнейшем холодильном хранении замороженного горошка активность этих ферментов понижается.

9. При замораживании и холодильном хранении небланшированного горошка повышается содержание дегидроаскорбиновой кислоты. При холодильном хранении происходят потери витамина С, и после двенадцати месяцев они составляют около 50% от первоначального содержания. Общие потери аскорбиновой кислоты после двенадцати месяцев хранения замороженного бланшированного горошка составляют только 10-16%.

10. Замораживание как бланшированного, так и небланшированного горошка не изменяет содержание хлорофилла и

каротиноидов. После одиннадцати месяцев хранения небланшированного горошка распад хлорофилла „а“ и „в“ составляет в среднем 45%, потери каротиноидов – 7-12%. После такого же периода хранения замороженного бланшированного горошка потери хлорофилла „а“ составляют 16-20%, хлорофилла „в“ – 25-27%. Во втором случае не обнаружено изменений после длительного хранения в содержании каротиноидов.

11. Изучено изменение пищевой ценности натуральных консервов из замороженного (бланшированного и небланшированного) зеленого горошка. Обнаружено, что при тепловой обработке-стерилизации снижается растворимость белковых фракций, в результате чего возрастает количество нерастворимых соединений азота.

Натуральные консервы, приготовленные из замороженного горошка, по качеству мало отличается от консервов из свежего сырья. Это даст возможность консервным заводам в необходимых случаях удлинить сроки переработки зеленого горошка, уменьшить потери ценных химических компонентов во время хранения горошка на сырьевой площадке.

12. Сравнивая холодильное и тепловое консервирование зеленого горошка, следует отметить, что наряду со стерилизацией перспективным и надежным методом может служить замораживание с последующим холодильным хранением.

Преимуществом замораживания перед тепловой стерилизацией является лучшее сохранение ценных физиологических компонентов и органолептических свойств продукта.

Содержание диссертации опубликовано в статьях:

1. Изменение белков зеленого горошка при замораживании и холодильном хранении. „Холодильная техника“, 1970, № 2, стр.47.

2. Влияние термической обработки на атакуемость белков зеленого горошка протеолитическими ферментами. „Консервная и овощесушильная промышленность“, 1970, № 3, стр.37.

3. Биохимические изменения плодов и овощей при термических методах консервирования. Тезисы секционных сообщений второго Всесоюзного биохимического съезда. 22 секция-Техническая биохимия. Ташкент, 1969, стр.36.

4. Влияние замораживания и холодильного хранения на белковые вещества и ферменты зеленого горошка. Тезисы докладов Всесоюзной межвузовской конференции по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов. Одесса, 1969, стр.98.

По материалам диссертации сделаны доклады:

1. Заседание Одесского отделения Всесоюзного биохимического общества, январь, 1969 год.

2. Всесоюзная межвузовская конференция по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов, Одесса, октябрь, 1969 год.

3. Второй Всесоюзный биохимический съезд. Ташкент, октябрь, 1969 год.

4. Четвертая Одесская городская конференция по химии молодых ученых и производственников, май, 1970 год.

5. XXXVIII отчетная научная конференция ОТИПХП, март, 1969 год.

6. XXXI отчетная научная конференция ОТИ имени М.В.Ломоносова, апрель, 1970 год.