

3/3 XIX ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНГРЕСС РАБОТНИКОВ НИИ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МЯСНЫХ ХЛЕБОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ СВЕРХВЫСОКО-  
ЧАСТОТНЫМ НАГРЕВОМ

А.И.ПЕДЕНКО, Н.С.НАКОНЕЧНЫЙ, И.В.ЛЕРИНА, Т.С.БЕЛОВА, Л.Ф.ТКАЧЕН-  
КО, И.А.РОГОВ, А.С.БОЛЬШАКОВ, А.К.ФОМИН

THE XIXth EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH WORKERS

THE ALL-UNION MEAT RESEARCH INSTITUTE USSR

THE BIOLOGICAL VALUE OF MEAT LOAVES PRODUCED BY MEANS OF SUPER-  
HIGH FREQUENCY HEATING

A.I.PEDENKO, N.S.NAKONETCHNY, I.V.LERINA, T.S.BELOVA, L.F.TKA-  
TCHENKO, I.A.ROGOV, A.S.BOLSHAKOV, A.K.FOMIN

DER XIX. EUROPÄISCHE KONGRESS DER FLEISCHFORSCHUNGSINSTITUTE

ALLUNIONS-FORSCHUNGSINSTITUT DER FLEISCHWIRTSCHAFT UdSSR

DER BIOLOGISCHE WERT VON FLEISCHBROT BEI DER ULTRAHOCHFREQUENZ-  
ERWÄRMUNG

A.I.PEDENKO, N.S.NAKONETSCHNY, I.W.LERINA, T.S.BELOVA, L.F.TKA-  
TSHCNEKO, I.A.ROGOW, A.S.BOLSCHAKOW, A.K.FOMIN

## А Н Н О Т А Ц И Я

В докладе приведены результаты сравнительного исследования биологической ценности фаршевых изделий типа мясных хлебов, изготовленных с использованием традиционного и сверхвысокочастотного нагрева (СВЧ-нагрева).

Исследования проводили в нескольких направлениях по широкому комплексу показателей. В опытных и контрольных образцах готовых изделий определяли физико-химические показатели (влажность, содержание белка, жира, углеводов, минеральных солей, аминокислотный состав, рН, кислотные и перекисные числа, содержание карбонильных соединений, витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, рибофлавина), готовность (органолептически и по пробе на пероксидазу и фосфатазу), величину остаточной микрофлоры, степень атакуемости белков пищеварительными ферментами, гистоструктурные изменения; проводили санитарно-токсикологические исследования.

Результаты исследования показали, что фаршевые изделия, типа мясных хлебов, приготовленные с использованием СВЧ-нагрева, не уступают аналогичным изделиям, приготовленным традиционным способом, по физико-химическим и бактериологическим показателям, а по перевариваемости пищеварительными ферментами и витаминному составу — превосходят их.

В опытных образцах не было токсических факторов, подавляющих иммунобиологическую резистентность.

## S U M M A R Y

Results of a comparative study on the biological value of comminuted products, like meat loaves, manufactured by means of conventional and super-high frequency (SHF) heating are presented.

Studies were conducted in several directions on a complex of indices. In test and control samples of the finished products physico-chemical properties (water content; protein, fat, carbohydrates mineral salts contents; the amino acid composition; pH; acid and peroxide numbers; carbonyls, vitamins B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> and riboflavin contents), doneness degree (organoleptically and by analyses for peroxidase and phosphatase), residual microflora, protein digestion by digestive enzymes, histostructural changes were determined; sanitary and toxicological studies were carried out.

The results showed that emulsion products of the meat loaves type, heated by SHF, are not inferior to similar products, heated conventionally, in physico-chemical and bacteriological characteristics, and that they are superior in enzymatic digestion and vitamin composition.

Test samples did not reveal any toxic factors inhibiting immunobiological resistance.

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Im vorliegenden Vortrag sind die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchung des biologischen Wertes von Fleischwaren aus zerkleinertem Fleisch (Fleischbrot) mit Anwendung der traditionellen und Ultrahochfrequenzerwärmung (UHF-Erwärmung) angeführt.

Die Untersuchungen wurden in einigen Richtungen nach einem breiten Komplex von Merkmalen durchgeführt. In Versuchsmustern und in der Kontrolle wurden physikal-chemische Daten (der Wassergehalt, der Gehalt an Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten, Mineralsalzen, die Aminosäurezusammensetzung, pH, Säure- und Peroxydzahlen, der Gehalt an Karbonylverbindungen, Vitaminen B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub>, Riboflavin), der Zubereitungsgrad (organoleptisch und in der Probe auf Peroxydase und Phosphatase), der Restkeimgehalt, der Grad der Angreifbarkeit von Eiweißen durch Verdauungsenzyme und histostrukturelle Veränderungen bestimmt. Es wurden auch sanität-toxikologische Analysen durchgeführt.

Die Versuchsergebnisse haben ergeben, daß Fleischbräterzeugnisse (Fleischbrot) bei der Anwendung der UHF-Erwärmung den gleichen Fleischwaren nach der traditionellen Erwärmung den physikal-chemischen und bakteriologischen Merkmalen nach nicht nachstehen und der Verdauung durch Enzyme und der Vitaminezusammensetzung nach diese übertreffen.

In Versuchsmustern wurden keine toxikologischen Faktoren nachgewiesen, die die immunobiologische Resistenz inhibieren.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МЯСНЫХ ХЛЕБОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ СВЕРХВЫСОКО- ЧАСТОТНЫМ НАГРЕВОМ

В настоящее время большое внимание уделяется использованию в пищевой промышленности физических методов обработки, позволяющих интенсифицировать ряд технологических процессов /5, 8, 10/.

Значительный интерес представляет исследование возможности использования СВЧ-нагрева при производстве фаршевых изделий типа мясных хлебов.

В качестве исходной модели был взят фарш, состоящий из 70% мяса говяжьего соленого I-го сорта и 30% свинины полужирной соленой. Такое сырье относительно однородно по составу и свойствам, и в меньшей степени подвержено селективности прогрева, обусловленной различием коэффициентов поглощения отдельных компонентов и присутствием СВЧ-нагреву.

Опытные образцы изготавливали в СВЧ-аппарате. Продолжительность собственно нагрева определяли по кулинарной готовности продукта.

Контрольные образцы готовили традиционным нагревом, соответствующим режиму ротационной печи при производстве мясных хлебов.

После термообработки в контрольных и опытных образцах изучали физико-химические свойства, атакуемость пищеварительными ферментами, бактериологические показатели, а также токсичность (в опытах на экспериментальных животных).

При исследовании физико-химических свойств влажность в опытных образцах была несколько ниже, чем в контрольных (соответственно 64,5 против 67%); рН водной вытяжки был слабо кислым и в опытных и в контрольных образцах (6,1-6,2); проба на пероксидазу и фосфатазу во всех исследованных образцах оказалась отрицательной, что свидетельствовало о кулинарной готовности продуктов; при исследовании содержания белка, жира, углеводов и минеральных солей не было отмечено существенных различий между контрольными и опытными образцами (количество белка в опытных образцах составляло 15,5%; в контрольных - 15,3; жира-соответственно 14,6 и 14,5; крахмала - 2,5; золы - 1,6%).

Не было также существенных различий и в аминокислотном составе опытных и контрольных образцов. При исследовании было отм -

чено, что в опытных образцах кислотные и перекисные числа жира несколько ниже, чем в контрольных (в среднем из шести серий на 0,27 мг КОН на 1 г жира и на 0,0416% иода), что, возможно, объясняется сокращением времени термической обработки при СВЧ-нагреве.

Экстинция после реакции с тиобарбитуровой кислотой показала, что СВЧ-нагрев способствует большему накоплению карбонильных соединений по сравнению с традиционным способом (в среднем из трех серий на 0,698).

Изучение содержания витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> показало более высокую сохранность тиамин в опытных образцах по сравнению с контрольными (1,61 против 0,79 мг%), в то время как содержание рибофлавина было одинаковым в обоих образцах (0,05 и 0,04 мг%).

Исследование остаточной микрофлоры показало, что в опытных образцах количество сапрофитов было выше, чем в контрольных.

При этом отмечен бактерицидный эффект СВЧ-поля по некоторым условнопатогенным микроорганизмам, предварительно внесенным в сырье (сальмонеллам, кишечной палочке патогенного серотипа O III).

Полученные результаты показали, что мясные хлеба, приготовленные СВЧ-нагревом, по физико-химическим и бактериологическим показателям не уступают мясным хлебам традиционной варки, а по содержанию витамина В<sub>1</sub> и питательной ценности превосходят.

Известно, что питательная ценность пищевых белков определяется не только аминокислотным составом, но, и, в значительной мере, их перевариваемостью и ассимиляцией в организме /3/.

Для исследования атакуемости пищеварительными ферментами белков опытных образцов пользовались методом *in vitro* /9/. Принимая во внимание, что количество перевариваемого белка пропорционально находящемуся в фильтрате тирозину, полученные значения оптической плотности переводили по стандартной кривой, установленной по чистому тирозину. Для построения калибровочных кривых использовали кристаллический L-тирозин и бычий альбумин.

В процессе переваривания белков мяса пепсином тенденция накопления продуктов гидролиза была аналогична как в опытных, так и контрольных образцах мясных хлебов. Наиболее выраженное накопление аминокислот наблюдали через час переваривания. В течение второго часа интенсивность накопления продуктов гидролиза несколько замедлялась, через 3 часа — достигала минимального значения в опыте и контроле. Вместе с тем, были отмечены существ-

венные различия в количестве продуктов гидролиза при переваривании пепсином опытных образцов по сравнению с контрольными. Так, через час переваривания содержание продуктов гидролиза опытного образца оказалось на 19% больше, чем у контрольного: 25,5 мг ( $0,001 < P < 0,01$ ) против 21,5 мг ( $0,01 < P < 0,02$ ); через 2 часа - на 32% больше, соответственно, 33 мг ( $P < 0,001$ ) против 24,9 мг ( $0,01 < P < 0,02$ ); после 3-часового переваривания - 38,2 мг ( $P < 0,001$ ) против 31,2 мг ( $0,02 < P < 0,05$ ), т.е. суммарное количество продуктов гидролиза после переваривания опытных образцов было на 22,5% выше, чем у контрольных.

При последующем добавлении в систему трипсина существенных различий в нарастании продуктов гидролиза в опытных и контрольных образцах обнаружено не было.

Аналогичная закономерность в накоплении продуктов гидролиза была отмечена и при использовании альбуминовой калибровочной кривой.

Таким образом, данные, полученные в модельных опытах *in vitro* свидетельствуют о том, что применение СВЧ-энергии при изготовлении мясных хлебов повышает атакуемость белков мяса протеолитическими ферментами, главным образом пепсином, в среднем до 22% по сравнению с традиционной термической обработкой.

По мнению Е.П.Козьминой и А.В.Малютина /6/ повышенная перевариваемость протеолитическими ферментами пищевых продуктов после СВЧ-нагрева обусловлена, по-видимому, менее глубокими денатурационными и постденатурационными изменениями белковой молекулы под действием СВЧ-энергии по сравнению с традиционной термической обработкой.

В.М.Елфимов, А.И.Жаринов, А.П.Лазарев /II/ показали, что гистоструктурные нарушения ткани мяса при СВЧ-обработке выражены значительно сильнее, чем при традиционной. Можно предполагать, что повышенная атакуемость белков мяса после воздействия СВЧ объясняется не только особенностями биохимических изменений белка, но и значительным разрыхлением стромы мяса, при котором молекула белка становится более доступной действию фермента.

Полученные данные свидетельствуют о более высокой питательной ценности по перевариваемости белков опытных образцов мясных хлебов по сравнению с контрольными.

Отсутствие в мясных хлебах токсических факторов было установ-

лено нами в пробирочных опытах на культуре ткани, а также на экспериментальных животных — в остром опыте на белых мышах и куриных эмбрионах и в хроническом — при длительном кормлении белых крыс опытными продуктами.

В I серии опытов данного раздела был исследован цитотоксический эффект фильтрата продукта на двухсуточной однослойной перевариваемой культуре клеток почек эмбриона человека, на которую наносили 0,2 мл исследуемого фильтрата. Контролем служили фильтрат мясного хлеба традиционной обработки и раствор Хенкса. Цитотоксический эффект учитывали через 4 часа, а затем каждые 24 часа в течение 6 суток.

Было установлено отсутствие дегенеративных изменений как в опытных так и контрольных пробирках. Во всех пробирках вплоть до 6 сут. наблюдения отмечали хороший клеточный монослой.

Во II серии опытов фильтраты продуктов исследовали на экспериментальных животных (в остром опыте) — белых мышах и куриных эмбрионах.

Белым мышам исследуемые фильтраты вводили внутривенно по общепринятой методике /2/, а также внутрибрюшинно и интрацеребрально /4/.

Было исследовано 8 опытных образцов и соответствующие контрольные образцы.

На 120 мышах при различных способах введения токсические свойства у исследуемых продуктов не отмечены. Все животные на протяжении 7 дней наблюдения были живы, поведение их было нормальным, они прибавляли в весе.

Для исследования возможного эмбриотоксического действия фильтраты опытных образцов мясных хлебов были введены 7-дневным куриным эмбрионам /7/ через желточный мешок и алантоисную полость яйца. В опытах на 200 куриных эмбрионах не было отмечено токсического действия опытных фильтратов, препятствующего развитию зародышей и вылупившихся цыплят, по сравнению с фильтратами, полученными из контрольных продуктов.

В III серии опытов данного раздела безвредность опытных мясных хлебов, исследовали в хроническом опыте на белых крысах. При этом показателями питательной ценности продуктов являлись: рост, развитие белых крыс и состояние иммуно-биологической реактивности /I/ при длительном кормлении их опытными образцами мясных хлебов.



За основу был взят экспериментальный рацион, предложенный Институтом питания АМН СССР. В наших исследованиях белковый компонент и жиры рациона были представлены, главным образом, за счет опытных образцов. Средняя калорийность суточного рациона крыс, составляла 85,5 ккал. Контролем служил аналогичный рацион с добавлением контрольных образцов, а также изокалорийный обычный лабораторный рацион для белых крыс.

Исследования проводили на 180 белых крысах-самцах с исходным весом 50-60 или 120-140 г (в зависимости от целей эксперимента).

В течение опыта учитывали внешний вид животных, их поведение и вес. В соответствии с задачами эксперимента животные были разделены на 2 гр. (по 90 голов).

У I гр. животных, содержащихся в течение 3 мес. на экспериментальном рационе, были исследованы показатели неспецифической резистентности организма /1, 2, 4/.

На 60, 75 и 90 дни у животных изучали лизоцимную активность сыворотки крови (нефелометрическим методом В.Г.Дорофейчука); активность лизоцима во внутренних органах - чашечным методом, в агаре; фагоцитарную активность лейкоцитов - по трем показателям активности (число фагоцитирующих лейкоцитов), интенсивности - число микробов, поглощенных каждым фагоцитом - по общепринятой методике, а также по завершенности фагоцитоза - по методу В.Н.Бермана и Е.С.Славской. Особое внимание при этом уделяли учету завершенности фагоцитоза как одному из наиболее тонких показателей клеточного неспецифического иммунитета. Исследовали также общий белок сыворотки крови - рефрактометрически и белковую формулу сыворотки крови - при электрофоретическом разделении фракций белка.

При сопоставлении показателей иммунологической реактивности у опытных и контрольных групп животных существенные различия не были обнаружены.

Во II гр. животных исследовали показатели специфического противобрюшнотифозного иммунитета в условиях длительного кормления мясными хлебами, приготовленными диэлектрическим нагревом в СВЧ-поле.

Белых крыс на 60-й день содержания на указанных рационах двукратно, с 10-дневным интервалом, иммунизировали гретой брюшнотифозной вакциной (штамм Ti-29).

На 10-й день после первой и второй вакцинаций изучали титр агглютининов в сыворотке крови по реакции гемагглютинации. Одновременно у животных исследовали показатели и неспецифическую иммунобиологическую реактивность: активность лизоцима сыворотки и фагоцитарную активность лейкоцитов, а также общий белок сыворотки крови и фракции белка.

Титры агглютининов, в соответствии со сроками исследований, равнозначны у животных, содержащихся на экспериментальном рационе и в контроле; на 10-й день после второй иммунизации титры агглютининов были равны 1:320.

Равнозначными были также содержание общего белка в сыворотке крови, активность лизоцима и показатели фагоцитоза.

Сопоставление показателей неспецифической резистентности у иммунизированных животных с аналогичными показателями у крыс, неиммунизированных, но содержащихся в тех же экспериментальных условиях, свидетельствуют о том, что в процессе иммунизации наступали определенные изменения напряженности неспецифического иммунитета, которые согласовывались с данными литературы о закономерностях иммунобиологической перестройки организма в ответ на антигенный раздражитель.

Было установлено, также, что количество антителопродуцирующих клеток в селезенке (по методу Эрне) на 5-й день иммунизации животных также не зависело как от экспериментального, так и контрольного рационов и составляло в среднем  $2,3-3,5 \times 10^3$  при равных титрах гемагглютининов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что синтез специфических антимикробных антител, исследованный нами по накоплению противобрюшнотифозных агглютининов в сыворотке крови и количеству антителопродуцирующих клеток в селезенке белых крыс, не нарушается при длительном кормлении их опытными образцами, что свидетельствует об отсутствии в этих продуктах токсических факторов, подавляющих защитные свойства организма.

Результаты санитарно-гигиенической и биологической оценки опытных мясных хлебов показали, что обработка мясных фаршевых изделий СВЧ-энергией не снижает, а по отдельным данным показателям (перевариваемости пищеварительными ферментами, витаминному составу) — повышает питательную ценность указанных продуктов в сравнении с традиционным способом обработки.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Г а л а к т и о н о в В.Г., Б р а н т о в а С.С., У ш а -  
к о в А.С. Некоторые показатели антителогеноза у крыс, содер-  
жащихся на малобелковой диетке. "Вопросы питания", 4, 1968, 29.
2. З д р о д о в с к и й П.Ф. Проблемы иммунитета, инфекции и  
аллергии. "Медицина", М., 1966.
3. К а н а д е р Я.Г. Изучение изменений некоторых физико-хими-  
ческих свойств и перевариваемости *in vitro* белков мяса  
и рыбы, подвергнутых СВЧ-нагреву. Сб. "Новые физические методы  
обработки пищевых продуктов". М., 1967, 49.
4. К л и м е н к о в а А.А., Ф р я з и н о в а И.Б. "Вопросы  
инфекционной патологии", "Медицина", М., 1963.
5. К л и н г е р Г. "Сверхвысокие частоты", М., 1969.
6. К о з ь м и н а Е.П., М а л ю т и н А.Ф. Биологическая цен-  
ность белков мяса, приготовленного в СВЧ-шкафу. Сб. "Примене-  
ние СВЧ-нагрева в общественном питании. М., изд. "Экономика",  
1969, 36.
7. М о р о з А.П. Вопросы иммунологии. К., 1965.
8. О к р е с с Э. "СВЧ-энергетика", М., 3, 1971.
9. П о к р о в с к и й А.А., Е р т а н о в И.Д. Атакуемость  
пищевых белков пищеварительными ферментами в опытах *in vitro*.  
"Вопросы питания", 3, 1965, 38.
10. Р о г о в И.А., Г о р б а т о в А.В. Новые физические ме-  
тоды обработки мясопродуктов. М., 1966.
- II. Е ф и м о в В., Ж а р и к о в А., Л а з а р е в , Н а -  
л е т о в Н., Р о г о в И., Ф о м и н А. Гистоструктур-  
ные изменения мышечной ткани при ее обработке СВЧ-нагревом. М.,  
"Мясн.индустрия СССР", 7, 1972, 32.