

USE OF MEAT-BONE PASTE AS A PROTEIN SOURCE IN MEAT PRODUCT PRODUCTION

ПРИМЕНЕНИЕ МЯСОКОСТНОЙ ПАСТЫ В КАЧЕСТВЕ БЕЛКОВОЙ ДОБАВКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Kakimov A.K., Kabulov B.B., Yessimbekov Zh.S., Kuderinova N.A.
Shakarim State University of Semey, Semey, Kazakhstan

Ключевые слова: кость, мясокостная паста, белковый комплекс, измельчение, пищевая ценность.

Keywords: bone, meat-bone paste, protein complex, grinding, nutritive value.

Аннотация

В статье отражены результаты экспериментальных исследований по разработке технологии белкового комплекса на основе мясокостной пасты и белково-жиро-кровяной эмульсии. Приведена технологическая схема получения мясокостной пасты на основе комплексного измельчения до размеров костных частиц $100 \cdot 10^{-6}$ м и дальнейшей обработки костных частиц с использованием реагента — творожной сыворотки с pH 4,3. При изучении пищевой и биологической ценности белкового комплекса установлено, что белковый комплекс, состоящий из пищевого компонента из кости и белково-жиро-кровяной эмульсии, возможно использовать взамен основного сырья в производстве мясных продуктов. Сравнительный анализ пищевой ценности белкового комплекса и конины показал следующие результаты: аминокислотный состав белкового комплекса свидетельствует о сбалансированности незаменимых аминокислот и высоком содержании лимитирующих биологическую ценность незаменимых аминокислот: лизина, лейцина, треонина; наблюдается высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот в белковом комплексе, что свидетельствует о биологической ценности белкового комплекса.

Abstract

In this paper, the results of the experimental research on developing the technology of a protein complex based on the meat-bone paste and protein-fat-blood emulsion are shown. The technological scheme of meat-bone paste production on the basis of complex grinding meat-bone raw material to bone particle size of $100 \cdot 10^{-6}$ m and further processing of bone particles using reagent, cheese whey, with pH 4,3 is presented. When studying the nutritive and biological value of the protein complex, it was established that the protein complex consisting of the food component from bone and protein-fat-blood emulsion could be used instead of the basic raw material in meat product production. The comparative analysis of the nutritive value of the protein complex and horse meat demonstrated the following results: the amino acid composition of the protein complex showed a balance of the essential amino acids and the high content of the essential amino acids which limit the biological value: lysine, leucine and threonine. The high content of polyunsaturated fatty acids was observed, which justified the biological value of the protein complex.

Введение

Для улучшения снабжения населения Республики Казахстан белковыми продуктами питания ученые и специалисты мясной промышленности решают задачи, связанные с максимальным использованием имеющихся в отрасли сырьевых ресурсов и целенаправленным вовлечением в производство мясopодуктов дополнительных источников белкового сырья. В связи с особенностями состава и свойств, одним из редко используемых видов вторичного сырья на пищевые цели является костное сырье [1]. Использование костного сырья для производства различной продукции обусловлено содержанием в нем высокоусвояемых белков, жиров, фосфорных кальциевых солей, макро- и микроэлементов, витаминов, аминокислот [2]. В традиционной технологии переработка костного сырья предусматривает, в основном, выработку из него костного жира, бульона, кормовой муки, а также с помощью кислотной и щелочной обработки извлечение белковых и минеральных компонентов для выработки пищевой продукции.

Одним из перспективных направлений в создании пищевых продуктов является комплексная переработка мясокостного сырья, которая предусматривает три стадии измельчения: крупное (до $5 \cdot 10^{-3}$ м), мелкое (до $1 \cdot 10^{-3}$ м) и сверхтонкое (до $100 \cdot 10^{-6}$ м). Про-

Introduction

To increase the protein food product supply for the population of the Republic of Kazakhstan, the scientists and experts of meat industry have been solving the tasks regarding the maximum use of the raw material resources available in food sector and targeted inclusion of additional protein sources in meat product production. Due to the special features of the composition and properties, bone raw material is one of the secondary raw material types which are rarely used for food purposes [1]. The presence of highly digestible proteins, fats, phosphorous and calcium salts, macro- and microelements, vitamins and amino acids is the reason for using bone in production of various products [2]. In the traditional technology, bone processing includes mainly production of bone fat, broth, feeding meal as well as extraction of the protein and mineral components by acid and alkaline treatment for food production.

One of the promising trends in developing food products is the complex processing of meat-bone raw material, which consists of three stages of grinding: coarse (up to $5 \cdot 10^{-3}$ m), fine (up to $1 \cdot 10^{-3}$ m) and ultra-fine (up

цесс сверхтонкого измельчения позволяет получить продукт — мясокостную пасту, освобожденную от ощущения жесткости на языке, полностью перевариваемую и усвояемую человеком и используемую для получения белковых добавок. Пищевая и биологическая ценность белковых добавок из мясокостного сырья зависит от технологии их производства. Известно, что в нативном состоянии костное сырье не расщепляется пищеварительными протеолитическими ферментами из-за прочных дисульфидных связей между полипептидными цепочками молекулы белка [3]. Современные способы обработки костного сырья, необходимые для превращения их в перевариваемую форму, опираются на комплексное действие различных факторов и включают тонкое измельчение, взаимодействие с химическими веществами, тепловую обработку и применение ферментов. Для полного расщепления костного сырья рационально использовать молочную сыворотку, в частности, творожную, которая заслуживает пристального внимания как с точки зрения более полной утилизации всех составных частей молока, так и в связи с проблемой охраны окружающей среды. Положительное действие сыворотки на организм человека связано с ее составом, в т.ч. с необычным соотношением в ней белков, жиров и углеводов. Сыворотке приписывается мочегонное, успокаивающее слизистую оболочку, общеукрепляющее действие; ее с успехом применяют при дизентерии, желтухе, кожных заболеваниях, камнях в мочевом пузыре, при отравлениях [4]. Полученная мясокостная паста используется для получения пищевого компонента, который предусматривает обработку костного сырья биопрепаратом — активной творожной сывороткой [5].

В мясной промышленности область применения биопрепаратов полностью не изучена. В основном их используют для тендеризации мяса и получения гидролизатов из малоценного сырья, которыми обогащают пищевые продукты. Обработка костного сырья биопрепаратом базируется на традиционных биохимических и физических процессах, сходных с изменениями, наблюдаемыми при естественном автолизе мясного сырья. Скорость этих превращений регулируется температурой, величиной pH и концентрацией биопрепарата. Одновременное воздействие биопрепарата и ферментов, которыми богато вторичное сырье мясной промышленности, способствует переводу высокобелковых фракций в низкомолекулярные соединения, образованию «открытых» форм белковых молекул, которые легче перевариваются и усваиваются организмом.

Целью работы является разработка технологии производства и исследование пищевой и биологической ценности белкового комплекса на основе мясокостной пасты и белково-жиро-кровяной эмульсии.

Материалы и методы

Объектами исследования являются мясокостное сырье, мясокостная паста, пищевой компонент, белково-жировая эмульсия и белковый комплекс, конина I и II категории.

to $100 \cdot 10^{-6}$ m). The ultra-fine grinding allows obtaining a product, meat-bone paste, with soft texture, fully digested by the human body and used to produce protein additives. The nutritive and biological value of protein additives from meat-bone raw material depends on their production technology. It is known that bone in the native state is not broken up by the digestive and proteolytic enzymes because of the strong disulfide bonds between the polypeptide chains of the protein molecule [3]. The modern methods of bone raw material treatment, which are necessary for its conversion into the digestible form, are based on the complex action of different factors, including ultra-fine grinding, interaction with chemicals, heat treatment and use of enzymes. To fully break up bone raw material, it is expedient to use whey, particularly curd whey, which deserves close attention in terms of complete utilization of all milk components and the problem of environmental protection. The positive effect of whey on a human organism is associated with its composition, including unusual ratio of proteins, fats and carbohydrates. Several properties have been ascribed to whey, such as the diuretic and general strengthening effects, as well as a soothing effect on a mucous membrane; it is successfully used for dysentery, jaundice, skin diseases, calculus in the bladder and poisoning [4]. The produced meat-bone paste, which technology includes the process of bone raw material treatment with a biopreparation — active curd whey, is used for production of a food component [5].

The scope of using biopreparations in meat industry is not well studied. They are mainly used for meat tenderization and production of hydrolysates from low-value meat raw material for food product enrichment. Treatment of bone raw material with biopreparations is based on the traditional biochemical and physical processes, which are similar to the changes observed during the natural autolysis of meat. The rate of these transformations is controlled by temperature, pH value and a concentration of a biopreparation. Simultaneous action of a biopreparation and enzymes, which are abundant in the secondary meat raw material facilitates the transformation of the high protein fraction into the low-molecular-weight compounds, the formation of the “open” forms of the protein molecules that are easier to digest and utilize by an organism.

The aim of this work is to develop the technology of production and to study the nutritive and biological value of the protein complex based on the meat-bone paste and protein-fat-blood emulsion.

Materials and methods

The subjects of research were the meat-bone raw material, meat-bone paste, food component, protein-fat emulsion and protein complex, horse meat of categories I and II.

Получение мясокостной пасты, которую можно использовать в рецептуре белковых добавок для замены основного сырья 10–50%, при выработке комбинированных мясных продуктов: вареных колбас, сосисок, сарделек, паштетов, полуфабрикатов осуществляют по следующей технологической схеме. Мясокостное сырье сначала подвергают среднему измельчению до размеров частиц менее $50 \cdot 10^{-3}$ м, затем мелкому измельчению на экспериментальном волчке-дробилке до размеров частиц менее $(2-3) \cdot 10^{-3}$ м. Полученный мясокостный фарш охлаждают, подмораживают до температуры 0°C . К нему добавляют ледяную воду или чешуйчатый лед в соотношении 1:2 и перемешивают. Эту смесь подвергают первичному тонкому измельчению на установке для тонкого измельчения мясокостного сырья с зазором между ножами $50 \cdot 10^{-6}$ м, затем охлаждают до температуры 0°C . Затем мясокостный фарш вторично тонко измельчают на машине «Masskolloider MKZA 10–15J». Готовую мясокостную пасту отправляют на тепловую обработку или замораживают и отправляют на хранение [6].

Обработка мясокостной пасты творожной сывороткой

Полученную мясокостную пасту подвергают тепловой обработке с использованием реагента — творожной сыворотки с pH 4,3. Творожная сыворотка, проникая внутрь массы, расщепляет структуру костной ткани, при этом образуются коллоидные растворимые соединения. Под действием протеолитических ферментов, содержащихся в творожной сыворотке, происходит расщепление белковых веществ. Температура $90-100^\circ\text{C}$ ускоряет процесс, позволяет разрушить структуру костной ткани и повысить растворимость соединительнотканых белков и извлечь их из костного каркаса. Процесс перемешивания и нагревания осуществляется при помощи магнитной мешалки. Далее полученный пищевой компонент сушится и пропускается через набор сит, для определения гранулометрического состава [5].

Технология производства белкового комплекса

На основании экспериментальных исследований по определению технологических режимов производства белкового комплекса предложена следующая рецептура и технологическая схема в соответствии с таблицей 1 и рисунком 1.

При хранении приготовленного белкового комплекса в течение (4–6) ч при температуре $(2-4)^\circ\text{C}$ происходит незначительное изменение микробной обсемененности в сторону увеличения, без изменения характера микрофлоры. Это фаза остановки роста перед началом логарифмического характера размножения. Исходя, из этого следует, что длительное хранение белкового комплекса и при не соблюдении режимов охлаждения и хранения может привести к интенсивному развитию микроорганизмов, обуславливающих его порчу.

Минеральный состав образцов определяли на масс-спектрометре «VARIAN 820 ICP-MS» (фирма «VARIAN», Австралия), витаминный и аминокислотный составы

The meat-bone paste, which can be used in the formulation of the protein complexes instead of 10–50% of the basic raw material during production of the combined meat products (cooked sausages, small sausages, pates, semi-finished food products) was produced by the following technological scheme. At first, meat-bone raw material is subjected to medium comminution to a bone particle size less than $50 \cdot 10^{-3}$ m, then to fine comminution to a bone particle size less than $(2-3) \cdot 10^{-3}$ m using an experimental grinder. The obtained meat-bone forcemeat is cooled, slightly frozen to a temperature of 0°C . The ice water or scale ice are added to it in a ratio of 1:2 and mixed. This mixture is then subjected to the first fine comminution in the grinder for meat-bone raw material with the clearance between knives of $50 \cdot 10^{-6}$ m, and then cooled to a temperature of 0°C . After that, meat-bone forcemeat is finely comminuted for the second time in the machine “Masskolloider MKZA 10–15J”. The finished meat-bone paste is sent to heat treatment or additional freezing and then to storage [6].

Treatment of meat-bone paste with curd whey

The obtained meat-bone paste is subjected to heat treatment with use of a reagent, curd whey, with pH 4,3. Curd whey penetrates inside the mass and breaks up the structure of the bone tissue; as this takes place, the colloid soluble compounds are formed.

The breakdown of proteins occurs under the action of the proteolytic enzymes of curd whey. A temperature of $90-100^\circ\text{C}$ accelerates the process, allows destroying the bone tissue structure and increasing the solubility of the connective tissue proteins and their extraction from the bone framework. After that, the obtained food component is dried and caused to pass through a set of sieves for determining the granulometric composition [5].

Technology of protein complex production

Based on the experimental research on developing the technological regimes of protein complex production, we proposed the following formulation and technological scheme as shown in Table 1 and Figure 1.

During storage of the prepared protein complex for 4–6 h at a temperature of $2-4^\circ\text{C}$, the microbial content slightly increases without changes in the composition of microflora. This is the lag-phase before the logarithmic phase of reproduction. This suggests that long-term storage of the protein complex and non-compliance with cooling and storing regimes can lead to intensive development of microorganisms, which cause spoilage.

The mineral composition of the samples was determined on the Mass Spectrometer VARIAN 820 ICP-MS (VARIAN Company, Australia), the vitamin and amino acid composition by the method of High Performance Liquid Chromatography on the Liquid Chromatograph LC-20 Prominence (Shimadzu Company, Japan) and the chemical composition by the method of one specimen. The method consists in the consequent detection of moisture,

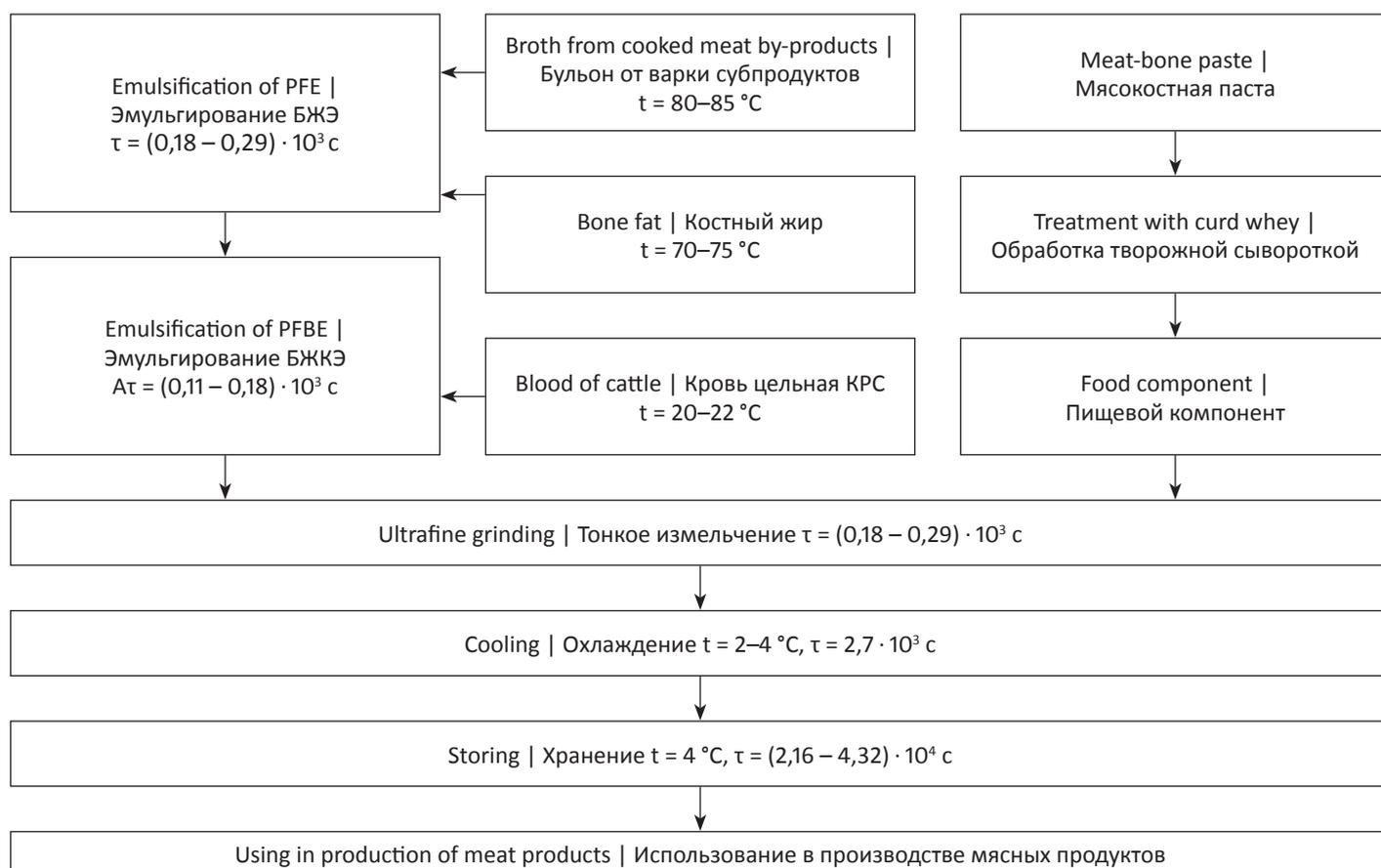


Figure 1. Technological line of production of protein compound

Рис. 1 Технологическая схема производства белкового комплекса

методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, на жидкостном хроматографе «LC-20 Prominence» (фирма Шимадзу, Япония), химический состав методом одной навески исследуемой пробы. Метод заключается в последовательном определении в одной навеске продукта содержания влаги, жира, золы и белка (ГОСТ 9793-74, ГОСТ Р 51479-99, ГОСТ 23042-86, ГОСТ 25011-81).

Результаты и обсуждение

Исследование химического, аминокислотного и жирнокислотного составов белкового комплекса

С целью обоснования возможности использования белкового комплекса в производстве мясных продуктов взамен основного сырья проведен ряд исследований. Сравнительная оценка химического состава показала, что по содержанию пищевых веществ белковый комплекс не уступает конине I и II категории (табл. 2).

Анализ полученных данных показывает, что белковый комплекс по химическому составу аналогичен мясу конины I и II категории. В результате проведенных исследований установлено наличие тесной корреляционной связи между соотношениями основных компонентов. Пищевая ценность любого продукта может быть оценена по степени соответствия его химического состава требованиям сбалансированности компонентов, определяющих потребность человека

fat, ash and protein (ГОСТ 9793-74, ГОСТ Р 51479-99, ГОСТ 23042-86, ГОСТ 25011-81) in one specimen of a product.

Table 1. Formulation of protein compound

Таблица 1. Рецепттура белкового комплекса

| Raw material, kg Сырье, в кг | |
|---|--------------|
| Broth from cooked meat by-products Бульон от варки субпродуктов КРС | 12,0 |
| Bone fat Жир костный | 12,94 |
| Whole blood of cattle Кровь цельная КРС | 6,0 |
| Food component from bone Пищевой компонент из кости | 69,06 |
| Total: Итого: | 100,0 |

Results and discussion

The chemical, amino acid and fatty acid composition of the protein complex

To justify the possibility of using the protein complex instead of the basic raw material in meat product production, a number of investigations were carried out. The comparative assessment of the chemical composition showed that the protein complex was as good as horse meat of categories I and II in terms of the nutrient content (Table 2).

The analysis of the obtained data showed that the protein complex was similar to horse meat of categories I and II by the chemical composition. As a result of the performed research, the close correlations between the

Table 2. Comparative assessment of chemical composition of horse meat and protein compound

Табл. 2. Сравнительная оценка химического состава конины и белкового комплекса

| Indicators, % Показатели, % | Horse meat* Конина* | | Protein complex Белковый комплекс |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| | category I I категории | category II II категории | |
| Moisture Влага | 69,60 | 73,90 | 70,21±0,20 |
| Protein Белок | 19,50 | 20,90 | 15,39±0,10 |
| Fat Жир | 9,90 | 4,10 | 12,94±0,12 |
| Ash Зола | 1,00 | 1,10 | 1,46±0,06 |

* Note: the data are obtained from the literature. | * Примечание: данные взяты из литературных источников.

в основных пищевых веществах и энергии, для сохранения здоровья. Теория сбалансированного питания отвечает оптимальным пропорциям отдельных пищевых веществ в рационах питания. Главное внимание при этом уделяется незаменимым компонентам пищи.

Соотношение между белками, жирами и углеводами принято 1:1,4:4,1 (для людей занимающихся умственным трудом) и 1:1,3:3,5 (при физическом труде). При оценке сбалансированности белков учитывают, что на белки животного происхождения должны приходиться 55 % общего количества белка. Пищевая ценность продукта тем выше, чем в большей степени его химический и аминокислотный составы соответствуют формуле сбалансированного питания.

Анализ конины I категории показал, что при наличии некоторого запаса незаменимых аминокислот, он не одинаков для всех них и, что такие аминокислоты, как изолейцин, лейцин, треонин, серосодержащие аминокислоты являются лимитирующими. Это может оказать существенное влияние на сбалансированность при комбинировании белков. Для того, чтобы это влияние не было отрицательным, необходимо при использовании мясной обрезки конской в мясных изделиях обогащать его белковым комплексом.

Сравнительная оценка аминокислотного состава белкового комплекса и конины I и II категории представлена в таблице 3.

Анализ данных аминокислотного состава свидетельствует о сбалансированности незаменимых аминокислот белкового комплекса и высоком содержании лимитирующих биологическую ценность незаменимых аминокислот: лизина, лейцина, треонина.

main component ratios were determined. The nutritive value of any food product can be assessed by the degree of compliance of its chemical composition with the requirements of the component balance determining the human need for the main essential nutrients and energy for health maintenance. The theory of the balanced diet corresponds to the optimum proportions of certain nutrients in a human diet. The primary attention is given to the essential nutrients.

The ratio between proteins, fats and carbohydrates is 1:1.4:4.1 (for individuals engaged in mental work) and 1:1.3:3.5 (for those engaged in physical work). When assessing the protein balance, it is taken into consideration that animal proteins should account for 55% of total protein content. The greater the degree of compliance of product chemical and amino acid compositions with the corresponding formula of balanced nutrition, the higher the nutritive value of a product.

The analysis of horse meat of category I showed, that with the presence of the essential amino acids, their content is not the same, and several amino acids, such as isoleucine, leucine, threonine and sulfur-containing amino acids, are limiting. That could have a serious effect on the amino acid balance when combining proteins. To ensure that this effect is not negative, it is necessary to enrich horse meat trimmings with the protein complex when using them in meat products.

The comparative assessment of the amino acid composition of the protein complex and horse meat of categories I and II is presented in Table 3.

The data analysis of amino acid composition suggests the balance of the essential amino acids in the protein

Table 3. Comparative assessment of amino acid composition of horse meat of I and II category and protein compound

Табл. 3. Сравнительная оценка аминокислотного состава конины I и II категории и белкового комплекса

| Essential amino acids, g/100 g of protein Незаменимые аминокислоты, г на 100 г белка | * Horse meat of category II * Конина II категории | * Horse meat of category I * Конина I категории | Protein complex Белковый комплекс |
|--|---|---|-------------------------------------|
| Valine Валин | 10,79 | 6,11 | 5,98 |
| Isoleucine Изолейцин | 8,65 | 4,82 | 4,42 |
| Leucine Лейцин | 16,18 | 9,13 | 9,17 |
| Lysine Лизин | 18,83 | 7,56 | 8,77 |
| Methionine Метионин | 5,12 | 2,09 | 2,01 |
| Threonine Треонин | 10,00 | 4,13 | 4,87 |
| Tryptophan Триптофан | 3,05 | 1,33 | 1,62 |
| Phenylalanine Фенилаланин | 9,28 | 3,86 | 3,83 |
| Total of essential amino acids Всего незаменимых аминокислот | 81,90 | 39,03 | 40,67 |

* Note: data from literature sources. | * Примечание: данные взяты из литературных источников.

Для более полного исследования пищевой ценности белкового комплекса исследовали его жирнокислотный состав (табл. 4). При изучении жирнокислотных составов белкового комплекса и конины установлено, что белковый комплекс по содержанию жирных кислот значительно превосходит конину II категории, особенно по содержанию ПНЖК, что свидетельствует о биологической ценности белкового комплекса.

Определение минеральных веществ и витаминов в белковом комплексе

Для оценки биологической и пищевой ценности продукта содержание витаминов, микро- и макроэлементов представляет большой интерес, так как оно имеет непосредственное отношение к процессам роста, кровообращения, обмена веществ и другим процессам, происходящим в организме человека. Современные представления о биологической ценности продукта подтверждают необходимость достаточного содержания в пище белка, незаменимых аминокислот и других важнейших факторов питания — витаминов, микро- и макроэлементов. Изобилие или недостаток их в организме вызывает вредное действие, так как они принимают непосредственное участие в процессе кроветворения и влияют на деятельность нервной, сердечно-сосудистой систем и др.

Одной из важнейших функций минеральных веществ является содержание в организме необходимого кислотно-щелочного равновесия. Исследования многих авторов свидетельствуют о том, что фосфор, магний, кальций, железо, а также микроэлементы необходимы для полноценного питания [7, 8].

Значительная физиологическая активность микроэлементов, несмотря на малое содержание их в организме, объясняется тем, что они принимают участие в структуре ряда ферментов, гормонов, витаминов. Роль микроэлементов в организме велика, так как все реакции синтеза, распада, обмена протекают при активном их участии. Следовательно, можно сделать вывод, что достаточное количество микроэлементов является одним из определяющих факторов полно-

complex and a high content of the essential amino acids limiting the biological value: lysine, leucine and threonine.

For more complete study of the protein complex nutritive value, the fatty acid composition was analyzed (Table 4). When studying the fatty acid composition of the protein complex and horse meat, it was established that the protein complex is far superior to horse meat of category II in terms of the fatty acid content, especially content of PUFAs, which demonstrated the biological value of the protein complex.

Determination of mineral elements and vitamins in the protein complex

The content of vitamins and macro- and microelements is of great interest for evaluation of the product biological and nutritive value as they are directly relevant to the process of growth, blood circulation, metabolism and other processes, which occur in a human body. The present concept of the food product biological value confirms the need for sufficient content of proteins, essential amino acids and other important factors of nutrition, such as vitamins, macro- and microelements, in food. Their abundance or deficiency in a human body has a detrimental effect as they are directly involved in hemopoiesis and influence the function of the nervous and cardiovascular systems, and others.

One of the main functions of mineral elements is to ensure the necessary acid-alkaline balance in an organism. Research studies of many authors suggest that phosphorous, magnesium, calcium, iron and microelements are essential for adequate nutrition [7, 8].

The significant physiological activity of microelements despite their low content in an organism is attributed to their involvement in the structure of several enzymes, hormones and vitamins. The role of microelements in an organism is significant as all reactions of synthesis, breakdown and metabolism occur with their active participation. Therefore, it can be concluded that sufficient quantity of microelements is one of the determining factors for human adequate nutrition. The con-

Table 4. Comparative assessment of amino acid composition of horse meat of I and II category and protein compound

Таблица 4. Сравнительная оценка аминокислотного состава конины I и II категории и белкового комплекса

| Fatty acids, g/100 g Жирные кислоты, г на 100 г продукта | Code of acid Код кислоты | * Horse meat of II category *Конина II категории | Protein complex Белковый комплекс |
|---|-------------------------------|---|--|
| Saturated: Насыщенные: | | | |
| Myristic Миристиновая | (C 14:0) | 0,29 | 0,42 |
| Palmitinic Пальмитиновая | (C 16:0) | 2,29 | 3,64 |
| Stearinic Стеариновая | (C18:0) | 0,39 | 0,87 |
| Monounsaturated: Мононенасыщенные: | | | |
| Myristoleic Миристолеиновая | (C14:1) | 0,06 | 0,22 |
| Palmitoleic Пальмитолеиновая | (C16:1) | 0,73 | 0,99 |
| Oleic Олеиновая | (C18:1) | 3,23 | 5,01 |
| Polyunsaturated: Полиненасыщенные: | | | |
| Linoleic Линолевая | (C18:2) | 1,12 | 1,60 |
| Linolenic Линоленовая | (C18:3) | 0,17 | 0,17 |
| Arachidonic Арахидоновая | (C20:4) | 0,02 | 0,02 |

* Note: data from literature sources. | * Примечание: данные взяты из литературных источников.

ценного питания человека. Результаты анализа содержания минеральных веществ приведен на **рисунке 2**. Витаминный состав белкового комплекса включает: тиамин (B1) — 0,05 мг/100 г, рибофлавин (B2) — 0,064 мг/100 г, ниацин (PP) — 0,64 мг/100 г, аскорбиновая кислота (C) — 0,85 мг/100 г.

Большая массовая доля белка в пищевом компоненте, белковом комплексе еще не является критерием высокой биологической ценности, и поэтому нами были дополнительно рассчитаны аминокислотные scores пищевого компонента и белкового комплекса. Результаты исследования биологической ценности конины II категории, пищевого компонента из кости и белкового комплекса представлены в **таблице 5**.

Content of mineral elements in the protein complex is shown in **figure 2**. The vitamin composition of the protein complex includes: thiamine (B1) — 0,05 mg/100 g, riboflavin (B2) — 0,064 mg/100 g, niacin (PP) — 0,64 mg/100 g, ascorbic acid (C) — 0,85 mg/100 g.

The high mass fraction of protein in the food component and the protein complex is not a criterion of the high biological value of the products, and, therefore, the amino acid scores of the food component and the protein complex were additionally calculated. The results of the research of the biological value of horse meat of category II, the food component from bone and the protein complex are shown in **Table 5**.

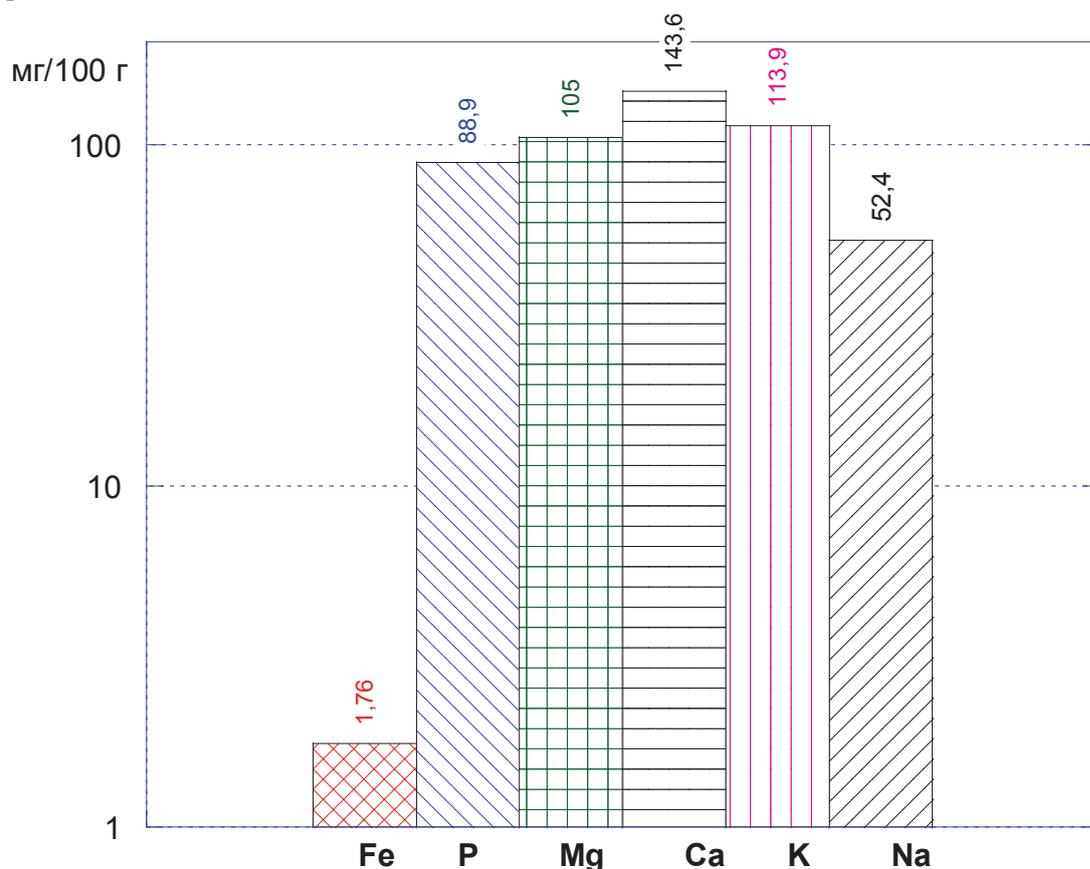


Figure 2. Content of mineral elements in the protein compound
Рис. 2. Содержание минеральных веществ в белковом комплексе

Table 5. Comparative analysis of biological value of horse meat of II category, food component from bone and protein compound
Табл. 5. Сравнительный анализ биологической ценности конины II категории, пищевого компонента из кости и белкового комплекса

| Amino acids Аминокислоты | Аминокислотный скор, %/Amino acid score, % | | |
|--|---|---|-------------------------------------|
| | Horse meat of II category Конина II категории | Food component from bone Пищевой компонент из кости | Protein complex Белковый комплекс |
| Valine Валин | 103 | 109 | 120 |
| Isoleucine Изолейцин | 103 | 113 | 110 |
| Leucine Лейцин | 110 | 142 | 131 |
| Lysine Лизин | 163 | 157 | 159 |
| Methionine + cystine Метионин + цистин | 114 | 101 | 106 |
| Threonine Треонин | 119 | 124 | 122 |
| Tryptophan Триптофан | 146 | 173 | 162 |
| Phenylalanine + tyrosine Фенилаланин + тирозин | 133 | 106 | 115 |
| Limiting amino acids Лимитирующие аминокислоты | Нет/No | Нет/No | Нет/No |

Закключение

Таким образом, в результате проведенных экспериментальных исследований предложена комплексная переработка мясокостного сырья для получения мясокостной пасты и тепловая обработка мясокостной пасты творожной сывороткой для получения пищевого компонента. В ходе разработки белкового комплекса, состоящий из пищевого компонента из кости и белково-жиро-кровяной эмульсии (БЖКЭ), определена пищевая и биологическая ценность, доказана возможность использования белкового комплекса взамен основного сырья в производстве мясных продуктов. Сравнительная оценка химического состава показала, что по содержанию пищевых веществ белковый комплекс не уступает конине I и II категории. Аминокислотный состав белкового комплекса свидетельствует о сбалансированности и высоком содержании лимитирующих биологическую ценность незаменимых аминокислот: лизина, лейцина, треонина. Наблюдается высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот в белковом комплексе, что свидетельствует о биологической ценности белкового комплекса.

Исходя из проведенных исследований и полученных результатов, белковый комплекс на основе пищевого компонента из кости и БЖКЭ возможно использовать в рецептуре мясных продуктов при замене основного сырья.

Благодарность

Авторы благодарят сотрудников аккредитованной испытательной региональной лаборатории инженерного профиля «Научный центр радиоэкологических исследований» государственного университета имени Шакарима г. Семей за помощь при проведении анализов.

Conclusion

Thus, as a result of the performed research, the complex processing of meat-bone raw material for meat-bone paste production and heat treatment of meat-bone paste with curd whey for food component production were proposed. During the development of the protein complex consisting of the food component from bone and protein-fat-blood emulsion (PFBE), the nutritive and biological value was determined, the possibility to use the protein complex instead of the basic food raw material in meat product production was proven. The comparative analysis of the chemical composition showed that the protein complex was as good as horse meat of categories I and II in terms of the nutrient content. The amino acid composition of the protein complex demonstrated the balance of the essential amino acids and a high content of the essential amino acids limiting the biological value: lysine, leucine and threonine.

The high content of the polyunsaturated fatty acids was observed in the protein complex, which indicates the biological value of the protein complex. Based on the performed research and the obtained results, it was concluded that the protein complex based on the food component and PFBE can be used in formulations of meat products instead of the basic raw material.

Acknowledgments

The authors thank the staff of the accredited regional testing laboratory of engineering profile "Scientific Center of Radio-Ecological Research" of Shakarim State University of Semey for their assistance in conducting the analysis.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Какимов А.К., Тулеуов Е.Т., Кудеринова Н.А. Переработка мясокостного сырья на пищевые цели. Монография — Семипалатинск, Тенгри, 2006. — 130 с.
2. Какимов А.К. Научные основы технологических процессов обработки комбинированных мясных продуктов с добавлением костного сырья. Диссертация ... докт. техн. наук. — Алматы: АТУ, 2007. — 270 с.
3. Кудеринова Н.А., Тулеуов Е.Т., Какимов А.К. Разработка технологии получения пищевого компонента из кости. // Журнал «Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана», № 1. — Алматы, 2004. — с. 9–10.
4. Уразбаев Ж.З., Уалиев С.Н., Какимов А.К., Кабулов Б.Б. Основы механической обработки сырья животного и растительного происхождения и технологии производства комбинированных мясных продуктов. Монография. — Семей, Семипалатинский государственный университет имени Шакарима, 2010. — 260 с.
5. Кудеринова Н.А. Разработка технологии получения и использования пищевого компонента из костного сырья: диссертация ... канд. техн. наук. 05.18.04. — Семипалатинск: СГУ им. Шакарима, 2004. — 231 с.
6. Патент РК №24479 Устройство для тонкого измельчения мясного и мясокостного сырья. Авторы Какимов А.К., Кабулов Б.Б., Ибрагимов Н.К., Есимбеков Ж.С., Есмагамбетов А.А.
7. Somogyi T., Holló I., Csapó J., Anton I., Holló G. Mineral content of three several muscles from six cattle genotypes. *Acta Alimentaria*, Vol. 44 (1), pp. 51–59 (2015) doi:10.1556/AAlim.44.2015.1.4.
8. Pilarczyk R. Concentrations of toxic and nutritional essential elements in meat from different beef breeds reared under intensive production systems. *Biol Trace Elem Res*, 2014, Volume 158, Issue 1, pp 36–44 doi:10.1007/s12011-014-9913-y.

REFERENCES

1. Kakimov A.K., Tuleuov E.T., Kuderinova N.A. Processing of meat bon for food consumption. Monograph. Semipalatinsk, Tengri, 2006. — 130 p.
2. Kakimov A.K. Scientific basis of technological processing of combined meat products with bone raw material. Thesis for Doctor of technical sciences. —Almaty: ATU, 2007. — 270 p.
3. Kuderinova N.A., Tuleuov E.T., Kakimov A.K. Development of the technology of producing food component from the bone. // Food and processing industry of Kazakhstan, 1, 2004. P. 9–10.
4. Urazbayev Zh.Z., Ualiev S.N., Kakimov A.K., Kabulov B.B. Bases of mechanical processing of animal and plant raw materials and technology of production combined meat products. Monograph. Semey, Shakarim State University of Semey, 2010. — 260 p.
5. Kuderinova N.A. Development the technology of production and using of food component from bone. Thesis work for candidate of technical sciences: 05.18.04. —Semipalatinsk, Shakarim State University of Semey, 2004. —231p.
6. Patent of Republic of Kazakhstan №24479 Fine grinding machine for meat and meat-bone raw materials. Authors: Kakimov A.K., Kabulov B.B., Ibragimov N.K., Yessimbekov Zh.S., Yesmagambetov A.A.
7. Somogyi T., Holló I., Csapó J., Anton I., Holló G. Mineral content of three several muscles from six cattle genotypes. *Acta Alimentaria*, Vol. 44 (1), pp. 51–59 (2015) doi:10.1556/AAlim.44.2015.1.4.
8. Pilarczyk R. Concentrations of toxic and nutritional essential elements in meat from different beef breeds reared under intensive production systems. *Biol Trace Elem Res*, 2014, Volume 158, Issue 1, pp 36–44 doi:10.1007/s12011-014-9913-y.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Какимов Айтбек Калиевич — доктор технических наук, профессор, декан факультета информационных коммуникационных технологий, Государственный университет имени Шакарима, Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Глинки, 20А
Тел. 8 7222 35 84 66
E-mail: bibi.53@mail.ru

Кабулов Болат Бейсенгалиевич — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» Государственный университет имени Шакарима, Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Глинки, 20А
Тел.: 8 7222 35-05-90
E-mail: bolatkabylov@mail.ru

Есимбеков Жанибек Серикбекович — PhD-докторант, Государственный университет имени Шакарима, Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Глинки, 20А
Тел.: 8 775 205 25 25
E-mail: ezhanibek@mail.ru

Кудеринова Назира Адамбековна — кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Геодезия и строительство», Государственный университет имени Шакарима, Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Глинки 20А
Тел.: 8 7222 35 84 38
E-mail: kudnazira@mail.ru

Критерии авторства

Ответственность за работу и предоставленные сведения несут все авторы.
Все авторы в равной степени участвовали в этой работе.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.01.2016

AUTOR INFORMATION

Affiliation

Kakimov Aitbek Kalievich — Doctor of Science, Professor, Dean of the Faculty of Information Communication Technologies, Shakarim State University of Semey, Kazakhstan, Semey city, 20 A Glinki street, 071412
Ph.: 8 7222 35 84 66
E-mail: bibi.53@mail.ru

Kabulov Bolat Beisengalievich — Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department «Machines and devices of food manufactures» Shakarim State University of Semey Kazakhstan, Semey city, 20 A Glinki street, 071412
Ph.: 8 7222 35-05-90
E-mail: bolatkabylov@mail.ru

Yessimbekov Zhanibek Serikbekovich — PhD-students, Shakarim State University of Semey, Kazakhstan, Semey city, 20 A Glinki street, 071412
Ph.: 8 775 205 25 25
E-mail: ezhanibek@mail.ru

Kuderinova Nazira Adambekovna — Candidate of Engineering Sciences, Head of the Department «Geodesy and Construction» Shakarim State University of Semey, Kazakhstan, Semey city, 20 A Glinki street, 071412
Ph.: 8 7222 35 84 38
E-mail: kudnazira@mail.ru

Contribution

All authors have responsibility for the information in manuscript.
All authors involved in this work in equal parts.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 15.01.2016