

STUDY ON THE BIOLOGICAL VALUE OF PROTEINS WITH HYPOTENSIVE PROPERTIES FROM AIR-DRIED BEEF

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ БЕЛКОВ СЫРОВАЯЛЕННЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ГОВЯДИНЫ С ГИПОТЕНЗИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Kovaleva O.A, Zdrabova E.M

The Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

Ключевые слова: пищевые белки, биологическая ценность продукта, сыровяленые мясные продукты.

Keywords: food proteins, product biological value, air-dried meat products.

Аннотация

В настоящей работе изучено влияние внесения стартовых культур в технологию вяления продуктов из говядины на степень гидратации и растворимости белков. Рассмотрены процессы гидролиза белковых макромолекул на дипептиды, полипептиды, свободные аминокислоты. Показано, что сыровяленые продукты из говядины, содержащие стартовые культуры обладают высокой биологической ценностью. Отмечено, что микроорганизмы, входящие в состав стартовых культур, обладают высокой протеолитической активностью и ускоряют биохимическое превращение белков мяса при посоле, за счет чего протекание биохимических процессов идет быстрее. Было установлено молекулярно-массовое распределение белковых фракций.

Наиболее перспективными для изучения являются производные белков мяса — пептиды, которые могут оказывать физиологическое воздействие на организм.

В данном исследовании дана оценка протеинового комплекса сыровяленых продуктов из говядины, выработанных по различным технологиям вяления, показано, что наибольшее количество белковых спектров в сыровяленых продуктах из говядины с применением стартовых культур находится в зонах белков с потенциальной гипотензивной направленностью (средней и легкой зонах с молекулярной массой 50 кДа — 70 кДа и 5 кДа — 20 кДа соответственно).

Показано, что при использовании традиционной технологии вяления накопление белковых спектров в мясе отмечается в зоне тяжелых фракций с молекулярной массой 85 кДа — 100 кДа, средняя и легкая фракции выражены слабо. Наиболее высокая скорость гидролиза ферментами желудочно-кишечного тракта сыровяленых мясных продуктов со стартовыми культурами позволяет в большей степени спрогнозировать степень утилизации белков организмом человека. Установлено, что наибольшие ростовые показатели у лабораторных животных, в рацион которых добавлены сыровяленые продукты со стартовыми культурами. Прирост живой массы за 30 дней кормления составил в опытных группах 14,37 г и 12,82 г соответственно по сравнению с контрольными группами.

Введение

На сегодняшний день разработана государственная политика в области здорового питания, основные положения которой предусматривают расширение ассортимента, сохранение полезных свойств продук-

Abstract

The present paper examines an effect of starter culture incorporation into the technology of air-dried beef products on a degree of protein hydration and solubility. The processes of the protein macromolecule hydrolysis on dipeptides, polypeptides and free amino acids are described. It was shown air-dried beef products that contain starter cultures had the high biological value. It was noticed that microorganisms being constituents of starter cultures had the high proteolytic activity and accelerated the biochemical transformation of meat proteins upon curing, which resulted in higher rates of biochemical processes. The molecular weight distribution of protein fractions was determined.

The derivatives of meat proteins, peptides, which can have a physiological effect on the body, are the most promising for studying.

This study presents an assessment of a protein complex of air-dried beef products made according to different technologies of air drying and shows that the majority of protein spectra in the air-dried beef products with starter cultures are in the zones of proteins with potential hypotensive properties (medium and light zones with molecular weights of 50 kDa — 70 kDa and 5 kDa — 20 kDa, respectively).

It is shown that when using the traditional technology of air drying, an accumulation of the protein spectra in meat was observed in the zone of heavy fractions with a molecular weight of 85 kDa — 100 kDa, the medium and light fractions were poorly pronounced. The highest rate of hydrolysis of the air-dried meat products with starter cultures by the enzymes of the gastrointestinal tract makes it possible to predict in a greater degree a level of protein utilization by the human body. It was established that the highest growth indicators were in the laboratory animals, which diet was supplemented with air-dried products that contained starter cultures. A live weight gain over a 30 day period of feeding was 14.37 g and 12.82 g, respectively, in the experimental groups compared to the control groups.

Introduction

At present, the state policy in the field of healthy nutrition has been developed, the main provisions of which stipulate an increase in an assortment and maintenance of product healthy properties (The Decree of the Govern-

тов (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010г № 1873-р «Об утверждении Основ государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 г.»). Биологическая ценность мяса весьма высокая. Она значительно выше, чем биологическая ценность казеина молока, принятая за стандарт. Известно, что по скорости переваривания протеолитическими ферментами белки мяса занимают второе место (после рыбных и молочных) [1].

Оценка количественных и качественных параметров протеинового комплекса пищевых продуктов проводится для выяснения способности данного продукта питания удовлетворить потребность организма в незаменимых аминокислотах. Степень усвоения пищевого белка зависит от эффективности его распада под влиянием ферментов желудочно-кишечного тракта [2].

Особое значение в основе жизнедеятельности органов и систем имеет недостаток высокоусвояемых белков, так как многие аминокислоты, составляющие первичную структуру белков, не синтезируются в организме и должны поступать в организм вместе с пищей. Биологическая ценность отражает способность белковых компонентов продуктов перевариваться при вступлении в сбалансированную связь с аминокислотами [3].

Вяление продуктов — один из способов консервирования мясных продуктов, в том числе, сохранения полезных веществ в продуктах (жирных кислот, аминокислот, минеральных веществ). В сыровяленых продуктах содержится молочнокислая микрофлора, оказывающая положительное воздействие на организм человека. Высокая биологическая ценность сохраняется, благодаря отсутствию термической обработки [4].

Таким образом, исследования перспективы использования молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий (пробиотиков) в технологии ускоренного получения сыровяленых продуктов, что позволяет сохранить высокую пищевую ценность мясного продукта, является актуальным [5].

В частности в литературе имеются сведения о том, что в процессе вяления в ходе биохимических процессов образуются сложные белково-липидные комплексы, которые определяют уникальные вкусовые, потребительские, а также полезные характеристики конечного продукта [6].

Целью данного исследования являлось изучение качественных и количественных параметров протеинового комплекса сыровяленых продуктов из говядины с применением в технологии производства стартовых культур, а также оценка степени усвояемости белков конечного продукта как показатель способности наиболее полно удовлетворить потребность организма в незаменимых аминокислотах.

ment of the Russian Federation No. 1873-p of 25.10.2010 «About approval of the Foundations of the State Policy of the RF in the area of healthy nutrition of the population for the period up to 2020»). The biological value of meat is very high. It is significantly higher than the biological value of milk casein taken as a reference. It is known that meat proteins occupy the second place (after fish and milk proteins) in terms of the rate of digestion by proteolytic enzymes [1].

Quantitative and qualitative parameters of the food protein complex are assessed to determine an ability of a food product to satisfy the body requirements for essential amino acids. The degree of food protein digestion depends on the effectiveness of its breakdown under the influence of the enzymes of gastrointestinal tract [2].

The deficiency of highly digestible proteins is of special importance for the vital activity of organs and systems as many amino acids that are constituents of the protein primary structure are not synthesized in the body and should enter the body with food. The biological value reflects an ability of food protein components to be digested upon entering into a balanced relationship with amino acids [3].

Air drying of products is one of the methods of meat product preservation, including, maintenance of healthy components in products (fatty acids, amino acids, minerals). Air-dried products contain lactic acid microflora that has a positive effect on the human body. The high biological value is maintained due to the absence of heat treatment [4].

Therefore, an evaluation of the prospects of using lactic acid microorganisms and bifidobacteria (probiotics) in the technology of accelerated production of air-dried products, which allows maintaining the high food value of meat products, is topical [5].

In particular, there is information in the scientific literature that the protein-lipid complexes are formed in the course of the biochemical processes, which determine the unique taste, consumer and healthy properties of the finished product [6].

The aim of this research was to study quantitative and qualitative parameters of the protein complex in air-dried beef products with the use of starter cultures in the production technology, as well as to assess a degree of protein digestibility in the finished product as an indicator of an ability to more completely meet the requirements of the body for essential amino acids.

Материалы и методы

Объектами исследований явились:

- мясной продукт из говядины с бактериальным препаратом-1 (БП-1), в состав которого входили молочно-кислые бактерии *Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus plantarum*, взятые в соотношении 1:1;
- мясной продукт из говядины с бактериальным препаратом-2 (БП-2), в состав которого входили молочно-кислые *Staphylococcus xylosum*, *Lactobacillus rhamnosus*, взятых в соотношении 1:1;
- контроль — сыровяленая говядина, выработанная по традиционной технологии без применения стартовых культур.

Изготовление мясных цельномышечных сыровяленых продуктов осуществляли по рецептуре сыровяленого продукта — говядина сыровяленая «Пикантная». Процесс включал следующие этапы: посол сырья (введение посолочной смеси со стартовыми культурами путем инъектирования), выдержка (температура до 4 °С, влажность воздуха 50–60%, в течении 96 часов), сушка (15 суток при температуре +14–16 °С и влажности воздуха в начале 74–78%, с постепенным снижением до 55–60%).

Электрофоретическое разделение образцов проводили с помощью вертикального электрофореза в пластинах полиакриламидного геля размерами 125×125×1 мм, при температуре 20 °С [7]. Исследуемые образцы наносили в карманы под буфер с помощью микродозатора или микрошприца в количестве 10 мкл. Содержание в буфере для окрашивания глицерина, раствор белка окрашенный, бромфеноловым синим, хорошо ляжет под буфер. В первые 10 мин сила тока составляла 30 мА нагель 125×125×1 мм., после вхождения образца вгель — 60 мА. После окончания электрофореза выявление белковых полос проводили окрашиванием геля в уксусно-спиртовом растворе кумасси. Предварительную пробоподготовку белков для электрофореза проводили по модифицированной методике с 10% раствором сахарозы.

Биологическая оценка сыровяленых продуктов, выработанных по различным технологиям, осуществлялась на растущих лабораторных мышах — самцах в течение 30 дней [3]. Животные содержались в условиях лабораторий вивария. Помещения, предназначенные для содержания животных, имели приточно-вытяжную вентиляцию, рециркуляторы, искусственное освещение с системой программируемой фотопериодичности, температурой воздуха 20–22 °С и влажностью воздуха 50–55%.

Животные были разделены на 4 группы:

- контрольная группа №1 — обычный виварный рацион;
- контрольная группа №2 — в рацион введен сыровяленый продукт из говядины без применения в технологической схеме стартовых культур, в количестве 0,034 г на особь, 0,2 г на группу;
- опытная группа № 1 — в рацион введен сыровяленый продукт из говядины с применением БП-1, в количестве 0,034 г на особь, 0,2 г на группу;

Materials and methods

The subjects of the research were:

- a beef product with the bacterial preparation-1 (BP-1), which included lactic acid bacteria *Staphylococcus carnosus* and *Lactobacillus plantarum* in a ratio of 1:1;
- a beef product with the bacterial preparation-2 (BP-2), which included lactic acid bacteria *Staphylococcus xylosum* and *Lactobacillus rhamnosus* in a ratio of 1:1;
- control — air-dried beef produced under the traditional technology without starter cultures.

Production of meat whole muscle air-dried products was carried out using the recipe of an air-dried beef «Pikantnaya». The process included the following stages: raw material curing (addition of a curing mixture with starter cultures by injecting), holding (a temperature of 4 °C and air humidity of 50–60% for 96 hours), drying (15 days at a temperature of +14–16 °C and air humidity of 74–78% at the beginning, and a gradual decrease up to 55–60%).

The electrophoretic separation of the samples was carried out with vertical electrophoresis using the polyacrylamide gel plates (125×125×1 mm) at a temperature of 20 °C [7]. The test samples were injected into the pockets under the buffer using a microdispenser or microsyringe in an amount of 10 µl. A dye buffer contained glycerol; the protein solution stained with Bromophenol Blue was adequately placed under the buffer. A current at 30 mA was applied to the gel (125×125×1 mm) during the first 10 min. and at 60 mA after a sample entered the gel. After the end of electrophoresis, the protein bands were revealed by gel staining in an alcohol/acetic acid Coomassie solution. Preliminary sample preparation of proteins for electrophoresis was carried out according to the modified method with 10% of sucrose solution.

A biological assessment of air-dried products produced by different technologies was carried out on growing laboratory male rats for 30 days [3]. The animals were kept in the conditions of a vivarium. The rooms where the animals were kept had intake and exhaust ventilation, recirculators, artificial lighting with a system of programmed photoperiodicity, an air temperature of 20–22 °C and air humidity of 50–55%.

The animals were divided into 4 groups:

- Control group № 1 — a usual diet of a vivarium;
- Control group № 2 — a diet was supplemented with an air-dried beef product without starter cultures in an amount of 0.034/individual, 0.2 g/group.
- Experimental group № 1 — a diet was supplemented with an air-dried beef product with BP-1 starter culture in an amount of 0.034/individual, 0.2 g/group.

- опытная группа № 2 — в рацион введен сыровяленый продукт из говядины с применением БП-2, в количестве 0,034 г на особь, 0,2 г на группу.

Проводили оценку прироста массы тела индивидуальным взвешиванием животных на лабораторных электронных весах по разнице масс в начале и в конце эксперимента по истечении 30 дней.

Переваримость экспериментальных образцов определяли в опытах *in vitro* по пепсину и трипсину. Метод заключается в последовательном воздействии на белковые вещества исследуемого продукта системой протеиназ, состоящей из пепсина и трипсина. Накопление продуктов гидролиза определяют по цветной реакции Лоури, выражают в мкг/1 г. Математическая обработка результатов экспериментальных исследований проведена по методу по методу оптимизации средней квадратичной ошибки.

Результаты и обсуждение

Японские ученые Nakashima, Fujita [2, 6] установили гипотензивные свойства пептидов мяса вводя их орально лабораторным крысам. Этими исследованиями показаны гипотензивные свойства пептидов мясных продуктов, которые находятся в средней и легкой зонах электрофоретической подвижности. Как показали данные наших исследований, при электрофоретическом разделении суммарных белков готового продукта, накапливающихся в процессе вяления (Рисунок 1), наибольшее количество белковых спектров находится в средней фракции белков образца с БП-1 на 4–8 день вяления (от 30 кДа — 50 кДа). В дальнейшем происходит последовательное накопление белков легкой фракции (5 кДа — 16 кДа).

Электрофореграмма суммарных белков сыровяленой говядины с БП-2 в процессе вяления выявила, что в образце с БП-2 на 6 день вяления происходит наибольшее накопление белковых спектров в легкой фракции (5 кДа — 15 кДа) (Рисунок 2).

Электрофорез суммарных белков экспериментальных образцов показал, что наибольшее количество белков наблюдается в легкой и средней зонах электрофоретической подвижности с молекулярной массой 50 кДа — 70 кДа и 5 кДа — 20 кДа соответственно, в которой располагаются белки-карнитины и белки-карнозины с потенциально гипотензивной направленностью с молекулярной массой от 5 кДа до 7 кДа [8].

Исследованиями Sasaki, Itoh [6] установлено, что при идентификации в плазме крови пептидов мяса карнозина и карнитина, биодоступность мясных белков после приема говядины увеличивается. Наши исследования переваримости белков сыровяленой говядины протеолитическими ферментами подтвердили данное утверждение. В связи с чем считаем, что определение наличия пептидов мяса карнозина и карнитина методом электрофореза в ПААГ позволяет спрогнозировать степень усвояемости и утилизации мясных

- Experimental group № 2 — a diet was supplemented with an air-dried beef product with BP-2 starter culture in an amount of 0.034/individual, 0.2 g/group.

A body weight gain was measured by individual weighing animals on a laboratory electronic scale as a difference between the weights at the beginning and at the end of the experiment after 30 days.

Digestibility of the experimental samples was detected in the experiments *in vitro* by pepsin and trypsin. The method consists in the successive exposure of the protein substances of a test product to a proteinase system that comprised of pepsin and trypsin. Accumulation of the hydrolysis products is assessed by the Lowry color reaction and expressed in $\mu\text{g/g}$. Mathematical processing of the experimental results was carried out by the method of mean square error optimization.

Results and discussions

The Japanese scientists Nakashima, Fujita [2, 6] established the hypotensive properties of meat peptides administering them orally to the laboratory rats. These investigations showed the hypotensive properties of meat product peptides, which were in the medium and light zones of the electrophoretic mobility. As the data of our investigations showed, upon electrophoretic separation of total proteins of a finished product that accumulate in the process of air drying (Fig. 1), the largest number of protein spectra was in the medium protein fraction of the BP-1 sample on the 4–8 days of air drying (from 30 kDa — 50 kDa). A successive accumulation of the protein light fraction (5 kDa — 16 kDa) occurred later on.

The electrophoregram of total proteins in air-dried beef with BP-2 in the process of air-drying showed that the highest accumulation of the protein spectra in the light fraction (5 kDa — 15 kDa) took place in the sample with BP-2 on the 6th day of air-drying (Fig. 2).

Electrophoresis of total proteins of the experimental samples showed that the highest number of proteins was in the light and medium zones of the electrophoretic mobility with the molecular weight of 50 kDa — 70 kDa and 5 kDa — 20 kDa, respectively, in which carnitine and carnosine with the potential hypotensive activities (molecular weights of 5 kDa to 7 kDa) were located [8].

Sasaki, Itoh [6] established that when identifying meat peptides, carnosine and carnitine, in the blood plasma, meat protein bioavailability increased after beef intake. Our investigations of protein digestibility of air-dried beef by proteolytic enzymes confirmed this statement. In this connection, we suggest that the detection of the presence of meat peptides, carnosine and carnitine, by electrophoresis in the polyacrylamide gel allows predicting a degree of digestibility and utilization of meat proteins by the

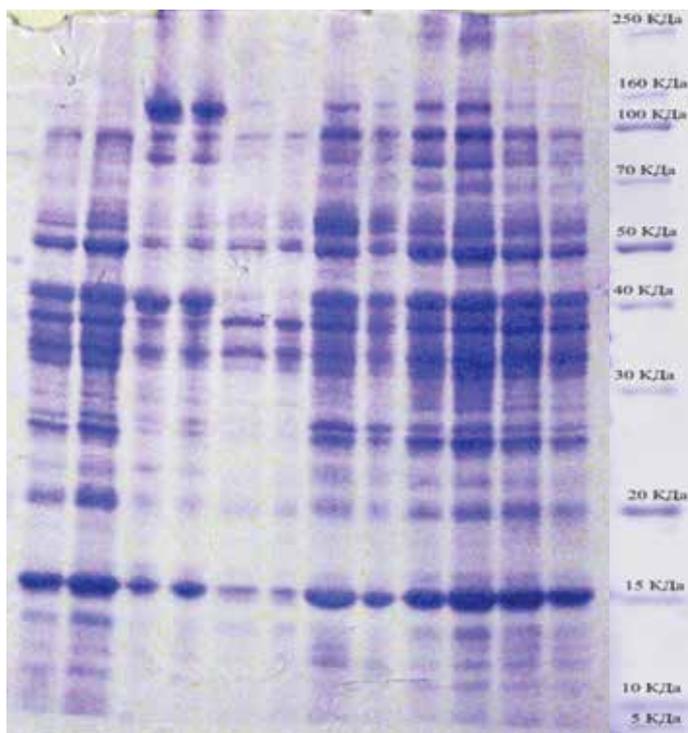


Figure 1. Electrophoregram of the sample with BP-1 (1, 2, 3, 4, 5, 6- 2, 4, 6, 8, 10, 12 days of air drying, 7 — protein molecular weight marker Page Ruler (5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 160, 250 kDa, Helicon, USA)

Рис. 1. Электрофореграмма образца с БП-1 (1, 2, 3, 4, 5, 6- 2, 4, 6, 8, 10, 12 дней вяления, 7 — маркер молекулярной массы белков Page Ruler (5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 160, 250 kDa, Helicon, США)

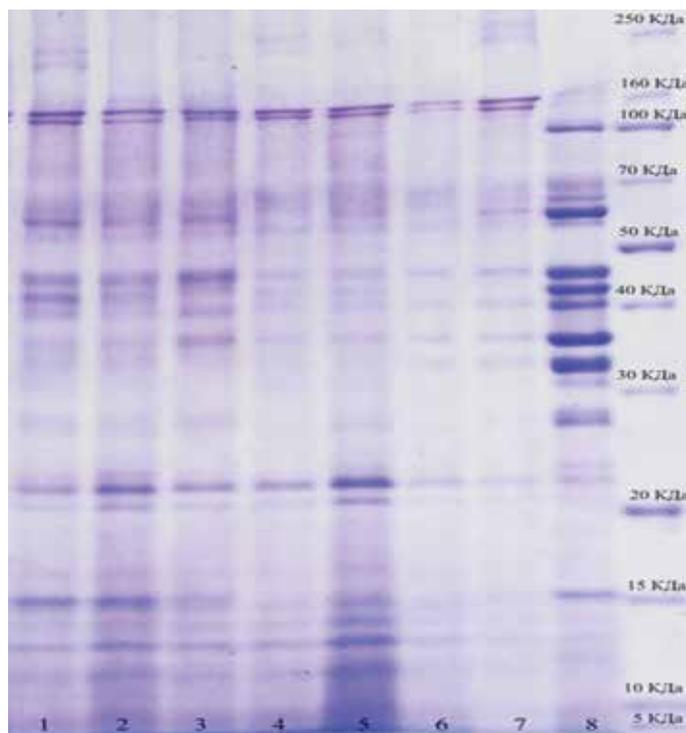


Figure 2. Electrophoregram of the sample with BP-2 (1, 2, 3, 4, 5, 6- 2, 4, 6, 8, 10, 12 days of air drying, 7 — protein molecular weight marker Page Ruler (5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 160, 250 kDa, Helicon, USA)

Рис. 2. Электрофореграмма образца с БП-2 (1, 2, 3, 4, 5, 6-2, 4, 6, 8, 10, 12 дней вяления, 7 — маркер молекулярной массы белков Page Ruler (5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 160, 250 kDa Helicon, США)

белков организмом человека. Нами отмечено, что при исследовании переваримости исследуемых образцов по пепсину и трипсину, наиболее высокая скорость гидролиза ферментами желудочно-кишечного тракта происходит в образцах сыровяленого мяса с применением стартовых культур как в случае с применением БП-1, так и с БП-2 (Таблица 1).

На основании полученных данных можно утверждать, что высокая скорость гидролиза белков мяса связана с образованием средне молекулярных продуктов гидролиза, более доступных действию пищеварительных ферментов желудочно-кишечного тракта. Аналогичные выводы были получены Т.М. Гиро и С.В. Давыдовой при исследовании функциональных мясных продуктов с добавлением тыквенного порошка [9].

Полученные данные свидетельствуют о том, что введение в рацион лабораторным животным — лабораторным мышам сыровяленых продуктов из говядины оказывает положительное влияние на рост и развитие животных (Таблица 2). Прирост живой массы за

human body. We noticed that when studying digestibility of the test samples by pepsin and trypsin, the highest rate of hydrolysis by the enzymes of the gastrointestinal tract occurred in the samples of air-dried meat with starter cultures as was in the case of using both BP-1 and BP-2 (Table 1).

Based on the obtained data, it can be stated that the high rate of meat protein hydrolysis is associated with formation of medium molecular weight hydrolysis products that are more accessible to the action of digestive enzymes of the gastrointestinal tract. The similar conclusions were made by T.M. Giro and S.V. Davidova when studying functional meat products with addition of powdered pumpkin [9].

The obtained data indicate that addition of air-dried beef products into a diet of laboratory animals (laboratory rats) has a positive effect on animal growth and development (Table 2). A live weight gain over a 30 day period of

Table 1. Assessment of meat product digestibility | Табл. 1. Оценка переваримости мясных продуктов

Samples Образцы	Digestibility in vitro mg tyrosin /g protein Переваримость in vitro мг тирозина/г белка		
	Pepsin Пепсин	Trypsin Трипсин	Total Сумма
Control Контроль	11.24±0.11	11.84±0.16	23.08±0.21
Meat product with BP-1 Мясной продукт с БП-1	13.02±0.07*	12.62±0.06*	25.64±0.16
Meat product with BP-2 Мясной продукт с БП-2	12.88±0.14*	11.97±0.14	24.85±0.11*

* $p \leq 0.05$ (a possibility of an error between the control and experimental samples)

* $p \leq 0,05$ (вероятность ошибки между контролем и опытными образцами)

Table 2. Growth indicators in laboratory animals | Табл. 2. Ростовые показатели лабораторных животных

Group Группа	Live weight at the beginning of the experiment, g Живая масса при постановке опыта в г	Live weight at the end of the experiment, g Живая масса в конце опыта, в г	Live weight gain over a 30 day period Прирост живой массы за 30 дней	Average daily gain over a 30 day period Среднесуточный прирост за 30 дней	
				g г	%
Control-1 Контроль-1	18.76±0.23	29.48±1.14	10.72±0.12	2.05±0.03	100
Control-2 Контроль-2	18.68±0.16	30.46±1.05	11.78±0.23	2.07±0.11	101.3
Meat product (with BP-1) Мясной продукт (с БП-1)	18.61±0.16*	32.98±1.09*	14.37±1.16*	2.11±0.14	104.7
Meat product (with BP-2) Мясной продукт (с БП-2)	18.75±1.13*	31.57±0.69	12.82±0.32**	2.09±0.15	102.5

* $p \leq 0.05$ (a possibility of an error between the control and experimental samples)

** $p \leq 0,05$ (вероятность ошибки между контролем и опытными образцами)

30 дней кормления составил в опытных группах 14,37 г и 12,82 г соответственно, по сравнению с контрольной группой-1, и контрольной группой-2. Значение прироста живой массы в контрольной группе-2 составило 11,78 г, контрольной группы-1 составило 10,72 г.

Наибольший среднесуточный прирост живой массы за 30 суток в группах, в рацион которых были добавлены мясные продукты со стартовыми культурами. Самый высокий прирост в группе животных, в рацион которых был добавлен мясной продукт с БП-1, он составил 2,11 г, с БП-2 прирост составил 2,09 г. Разница в результатах двух контрольных групп незначительна и находится в пределах ошибки опыта. Динамика прироста свидетельствует о достаточной усвояемости продукта, об отсутствии лишнего веса у экспериментальных животных и об отсутствии нагрузки на печень и сердце при введении в рацион животных сыровяленых мясных продуктов, произведенных с использованием стартовых культур.

Выводы

В результате полученных исследований по оценке протеинового комплекса сыровяленых продуктов из говядины, выработанных по различным технологиям вяления, показано, что наибольшее количество белковых спектров в сыровяленых продуктах из говядины с применением стартовых культур находится в зонах белков с потенциальной гипотензивной направленностью (средней и легкой зонах с молекулярной массой 50 кДа — 70 кДа и 5 кДа — 20 кДа соответственно). Наибольшее количество белковых спектров (5 спектров) отмечено в средней фракции белков образца с БП-1 на 4–8 день вяления. В образце с БП-2 на 6 день вяления происходит наибольшее накопление белковых спектров (6 спектров) в легкой фракции белков. При использовании традиционной технологии вяления накопление белковых спектров в мясе отмечается в зоне тяжелых фракций с молекулярной массой 85 кДа –100 кДа, средняя и легкая фракции выражены слабо.

Полученные данные показывают возможность введения в ежедневный рацион животных сыровяленых продуктов из говядины. Показан положительный эффект на рост и развитие лабораторных животных.

feeding was 14.37 g and 12.82 g, respectively, in the experimental groups. A value of a live weight gain was 11.78 g in control group 2 and 10.72 g in control group 1.

The largest average daily gain over a 30 day period was in the groups, which diet was supplemented with the meat products containing starter cultures. The highest gain (2.11 g) was in the animal group, which diet contained the meat product with BP-1; when adding BP-2 into the diet, the gain was 2.09 g. The difference in the results of two control groups was insignificant and was within the experimental error. The gain dynamics suggests a sufficient digestibility of a product, an absence of an excessive weight in the experimental animals and an absence of a load on liver and heart when adding air-dried meat products with starter cultures into an animal diet.

Conclusions

As a result of the performed research on an assessment of the protein complex of air-dried beef products made according to different technologies of air drying, it was shown that the highest number of the protein spectra in the air-dried beef products with starter cultures were in the zones of proteins with the potential hypotensive activity (the light and medium zones with the molecular weights of 50 kDa — 70 kDa and 5 kDa — 20 kDa, respectively). The highest number of the protein spectra (5 spectra) was observed in the protein medium fraction of the BP-1 samples on the 4–8 days of air-drying. In the BP-2 sample, the highest accumulation of the protein spectra was in the protein light fraction on the 6th day. When using the traditional air-drying technology, an accumulation of the protein spectra in meat was observed in the zone of the heavy fractions with a molecular weight of 85 kDa –100 kDa, the medium and light fractions were poorly pronounced.

The obtained data show the possibility to add air-dried beef products into an everyday diet of animals. The positive effect on growth and development of laboratory animals was shown. The highest live weight gain over a

Наибольший прирост живой массы опытных животных за 30 дней кормления показан в опытных группах. Усвояемость белков сыровяленого мяса из расчета переваримости *in vitro* по пепсину и трипсину выше на 2,56 мг тирозина/г белка в образцах с применением стартовых культур, содержащих молочно-кислые бактерии *Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus plantarum*.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левахин, В.И. Основные направления и способы повышения эффективности производства говядины и улучшения ее качества / В.И. Левахин, И.Ф. Горлов, В.В. Калашников // Вестник РАСХН-ВолгГТУ. — 2006. — С. 172–174.
2. Nakashima, Y., Arihara, K., Sasaki, A., Ishikawa, S., Itoh, M. (2002). Antihypertensive activities of peptides derived from porcine skeletal muscle myosin in spontaneously hypertensive rats. — *Journal of Food Science*, 67. — P. 434–437.
3. Нестеренко, А.А. Биологическая ценность и безопасность сырокопченых колбас с предварительной обработкой электромагнитным полем низких частот стартовых культур и мясного сырья / А.А. Нестеренко, К.В. Акопян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 05(099). — С. 312–315.
4. Lebert, I. Diversity of microorganisms in the environment and dry fermented sausages of small traditional French processing units / I. Lebert, S. Leroy, P. Giammarmaro, A. Lebert, J.P. Chacornac, S. Bover-Cid, M.C. Vidal-carou, R. Talon // *Meat Science*. — 2007. — № 76. — P. 112–122.
5. Храмова, В.Н. Разработка мясных продуктов функционального назначения с использованием пребиотиков / В.А. Долгова, В. Н. Храмова, О. Ю. Проскура // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2013. — Т. 1. — № 2–1. — С. 168–171.
6. Arihara K., Ota H., Itoh M., Kondo Y., Sameshima T., Yamana-ka H., et al (1998) *Lactobacillus acidophilus* group lactic acid bacteria applied to meat fermentation. *Journal of Food Science*. — 63. — P. 544–547.
7. Здрабова Е.М., Шалимова О.А., Чернуха И.М., Радченко М.В. «Способ экстракции и разделения саркоплазматических и миофибриллярных белков мяса на фракции методом одномерного электрофореза в полиакриламидном геле», патент РФ на изобретение № 2524546, от 5 июня 2014 г.
8. Chernukha I.M. The study of risk factor and consequences of alimentary atherosclerosis in Wistar rat. *Maso. Reznicke noviny/ I.M.Chernukha, L.V.Fedulova*. — 2013. — 6. — P. 28–30.
9. Гиро, Т.М. Функциональные мясные продукты с добавлением тыквенного порошка / Т.М. Гиро, С.В. Давыдова // Мясная индустрия. — 2007. — № 10. — С. 43–44.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Ковалева Оксана Анатольевна — доктор биологических наук, директор Инновационного научно-исследовательского испытательного центра, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина
302019, Орел, ул. Генерала Родина, 69
Тел.: +7-4862-47-51-71
E-mail: iniic@mail.ru

Здрабова Екатерина Михайловна — кандидат технических наук, научный сотрудник Инновационного научно-исследовательского испытательного центра, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина
302019, Орел, ул. Генерала Родина, 69
Тел.: +7-4862-47-51-71
E-mail: iniic@mail.ru

Критерии авторства

Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 07.03.2016

30 day period of feeding was observed in the experimental groups. Digestibility of air-dried meat proteins on the basis of *in vitro* digestibility by pepsin and trypsin was higher by 2.56 mg tyrosin / g protein in the samples with starter cultures that contained lactic acid bacteria *Staphylococcus carnosus* and *Lactobacillus plantarum*.

REFERENCES

1. Levakhin V.I. The main directions and methods for increasing beef production effectiveness and improvement of its quality / V.I. Levakhin, I.F. Gorlov, V.V. Kalashnikov // *Herald of RASHN-VolgGTU*. — 2006. — P. 172–174.
2. Nakashima, Y., Arihara, K., Sasaki, A., Ishikawa, S., Itoh, M. (2002). Antihypertensive activities of peptides derived from porcine skeletal muscle myosin in spontaneously hypertensive rats. — *Journal of Food Science*, 67. — P. 434–437.
3. Nesterenko A.A. Biological value and safety of uncooked smoked sausages with preliminary treatment of starter cultures and meat raw material with low-frequency electromagnetic fields / A.A. Nesterenko, K.V. Akopyan // *Multitopic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. — 2014. — № 05 (099). — P. 312–315.
4. Lebert, I. Diversity of microorganisms in the environment and dry fermented sausages of small traditional French processing units / I. Lebert, S. Leroy, P. Giammarmaro, A. Lebert, J.P. Chacornac, S. Bover-Cid, M.C. Vidal-carou, R. Talon // *Meat Science*. — 2007. — № 76. — P. 112–122.
5. Khramova V.N. Developing meat products of functional purpose using prebiotics / V.A. Dolgova, V.N. Khramova, O.Yu. Proskurina // *Proceedings of Nizhnevolskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education-2013*. — Vol. 1. — № 2–1. — P. 168–171.
6. Arihara K., Ota H., Itoh M., Kondo Y., Sameshima T., Yamana-ka H., et al (1998) *Lactobacillus acidophilus* group lactic acid bacteria applied to meat fermentation. *Journal of Food Science*. — 63. — P. 544–547.
7. Zdrabova E.M., Shalimova O.A., Chernukha I.M., Radchenko M.V. A method for extraction and separation of sarcoplasmatic and myofibrillar meat proteins on fractions by the method of one-dimensional electrophoresis in polyacrylamide gel, Patent of the RF for invention № 2524546, of July 5, 2014.
8. Chernukha I.M. The study of risk factor and consequences of alimentary atherosclerosis in Wistar rat. *Maso. Reznicke noviny/ I.M.Chernukha, L.V.Fedulova*. — 2013. — 6. — P. 28–30.
9. Giro, T.M. Functional meat products with addition of powdered pumpkin / T.M.Giro, S.V. Davidova // *Meat Industry*. — 2007. — № 10. — P. 43–44.

AUTHOR INFORMATION

Affiliation

Kovaleva Oksana Anatolyevna — doctor of biological sciences, Director of the Innovation Scientific-Research Test Center, The Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin
302019, Orel, Generala Rodina str., 69
Tel.: +7-4862-47-51-71
E-mail: iniic@mail.ru

Zdrabova Catherine Mihailovna — candidate of technical sciences, research scientist of the Innovation Scientific-Research Test Center, The Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin
302019, Orel, Generala Rodina str., 69
Tel.: +7-4862-47-51-71
E-mail: iniic@mail.ru

Contribution

The authors equally contributed to the writing of the manuscript and are equally responsible for plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 07.03.2016