

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУБПРОДУКТОВ

Насонова В.В.

Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Москва, Россия

**Ключевые слова:** субпродукты, пищевые субпродукты, язык, печень, пищевая ценность, термическая обработка субпродуктов

## Аннотация

В статье показана целесообразность использования субпродуктов для пищевых целей как источника полноценного белка и ряда макро- и микронутриентов. Затронуты основные направления использования различных видов субпродуктов. Приведены классификации субпродуктов, которые существуют в различных странах. Показано влияние прижизненных факторов на качество субпродуктов. Одновременно с этим рассмотрены пути оптимального использования субпродуктов в зависимости от вида.

Review paper

# PERSPECTIVE WAYS THE USE OF BY-PRODUCTS

Viktoriya V. Nasonova

V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Key words:** by-products, EBPs, tongue, liver, nutritional value, heat treatment

## Abstract

The article describes rationale for using by-products as a source of high-value protein and a number of macro- and micronutrients. The main directions of using the different types of by-products are discussed. Classifications of by-products in different countries are given. The influence of antemortem factors on the quality of by-products is shown. Simultaneously, the ways of optimal by-product utilization are considered depending on their type.

## Введение

Мясо и мясная продукция во всем мире составляют важный сегмент рациона, поскольку они обеспечивают жителей планеты необходимыми питательными веществами, которые невозможно получить употребляя, например, растительную пищу [1]. За последние 20 лет наблюдается повышенный спрос на мясо и мясные продукты в различных частях мира (включая Африку, Азию, Европу, Соединенные Штаты Америки), что обусловлено повышением качества жизни, увеличением доходов населения. Одновременно с этим, все большее внимание стало уделяться не только мясу, но и сбору и обработке побочных продуктов. Согласно данным [2] стоимость побочных продуктов может достигать примерно 10–15 % от стоимости живого животного в странах с развитым животноводством, хотя всего на побочные продукты приходится около 2/3 массы животного после убоя. Продукты убоя в мире разделяются на две большие группы Edible (съедобные, пищевые) и non-edible (несъедобные, непищевые). Съедобные продукты убоя, представлены субпродуктами (печень, почки, язык, сердце и др.), к несъедобным относятся (кератинсодержащее сырье — рога, копыта и др.).

## Основная часть

Пищевые, съедобные продукты убоя, еще называемые EBPs — это продукты, которые прошли экспертизу на бойне государственным инспектором и допущены для переработки на пищевые цели. Напротив IEBCPs не допускаются для потребления и направляются на переработку для производства непищевой продукции. Считается, что EBPs, особенно печень, почки, язык и сердце могут обеспечивать необходимыми питательными веществами в тех регионах, где мясо и мясные продукты ограничены или их количество недостаточно для удовлетворения потребностей людей в питании [3]. Поскольку известно, что с увеличением жителей планеты на первый план выходит огромная проблема продовольственной безопасности, изменение климата и нехватка животного белка, особенно в развивающихся странах.

Имеющиеся данные, опубликованные Всемирной Организацией Здравоохранения [4] свидетельствуют о том, что более двух миллиардов человек в мире, особенно в развивающихся странах, испытывают дефицит основных пищевых веществ, таких как витамины и минеральные вещества, в частности витамин А, йод, железо и цинк. Для минимального удовлетворения

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Насонова В.В. Перспективные пути использования субпродуктов. Теория и практика переработки мяса. 2018; 3(3): 64–73. DOI 10.21323/2414-438X-2018-3-3-64-73

**FOR CITATION:** Nasonova V.V. Perspective ways the use of by-products. Theory and practice of meat processing. 2018; 3(3): 64–73. (In Russ.). DOI 10.21323/2414-438X-2018-3-3-64-73

потребности этих людей потребуется около 20 г животного белка на человека в день, или 7,3 кг белка в год [4]. Исходя из этого источники белка, такие как ЕВРPs могут быть использованы для снижения угрозы недоедания. Ученые из Нидерландов Oskerman, H.W. и Basu провели исследования пищевой ценности субпродуктов и установили, что они содержат необходимые питательные вещества, такие как витамины группы В, аминокислоты и жирные кислоты, минеральные вещества, которые соответствуют их содержанию в мышечной ткани [5]. Российские ученые на протяжении многих лет занимаются изучением пищевой ценности

мясного сырья и субпродуктов, полученные данные опубликованы в ряде отраслевых справочников [6].

С другой стороны, ИЕВРPs (не пищевые продукты убоя), такие как кости, шкура, кожа, перья, копыта, рога, волосы, щетина и др. после переработки могут быть трансформированы в полезные и ценные продукты для человека или животных [7] (Рис. 1). Известно, что кость может быть переработана в корм для скота, в качестве источника минералов, одновременно с этим кожа/шкура и перья нашли широкое применение в легкой промышленности и текстильной промышленности, одновременно с этим, ряд суб-

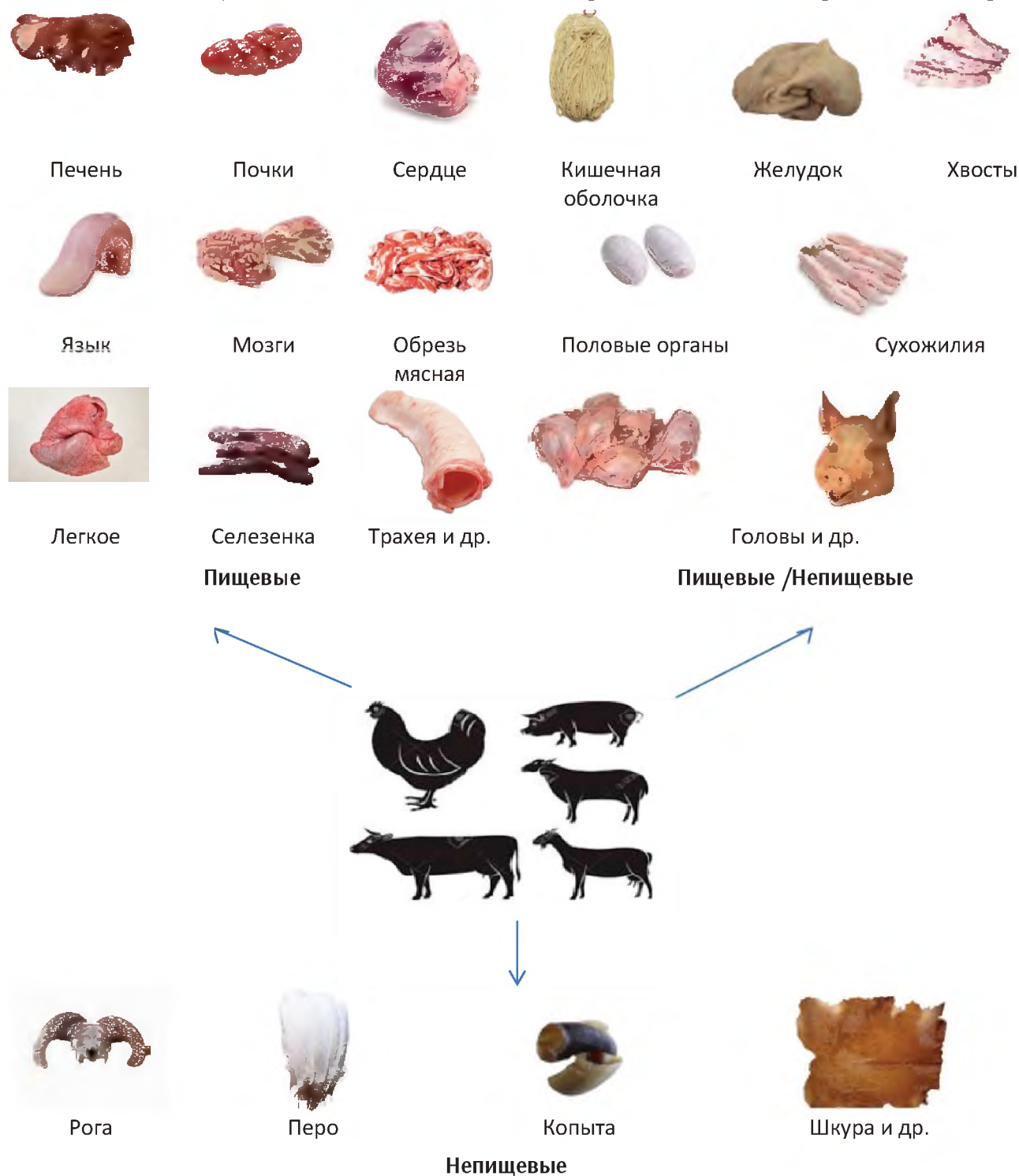


Рис. 1. Пищевые и непищевые продукты убоя

продуктов используется для производства лекарственных препаратов.

Стоит отметить, что классификация побочных продуктов животного происхождения отличается в разных странах. В ряде стран существует разделение на съедобные и несъедобные (пищевые и непищевые), как уже было отмечено выше, в других — на органические и неорганические продукты [7]. Одновременно с этим субпродукты могут быть сгруппированы в три группы: белые субпродукты, темные субпродукты и красные субпродукты [8]. Например, в Великобритании субпродукты подразделяют на красные — печень, легкие, язык, хвост и т.д., белые — жир и мясную обрезь. В России, согласно действующему ГОСТ 32244, субпродукты, в зависимости от вида убойного животного, подразделяют на говяжьи, свиные, бараньи и др., а в зависимости от морфологического строения и способов обработки субпродукты подразделяют на мякотные, мясокостные, шерстные и слизистые.

Во всем мире правила по инспектированию субпродуктов довольно схожи и проводятся ветврачом сразу после убоя животного на предмет отсутствия инфекций (например, фиброз, туберкулез и др.) [7]. Также специалист обращает внимание на наличие синяков, если они обнаруживаются в любых органах туши, то пораженные части или даже целые органы обычно изолируются и не поступают на дальнейшую переработку. Кишечное сырье подвергается промывке и обработке, субпродукты инспектируются, в том числе и на предмет наличия поверхностных дефектов, к которым относятся разрезы, наличие бородавок и другие.

Широкое применение субпродукты получили после того, как было проведено большое количество работ доказывающих их высокую пищевую ценность. Они стали широко использоваться в Европе, Южной Америке, Северной Америке, Азии, Африке и Австралии. В Африке все субпродукты используются в пищу, так исследование, проведенное в Сомали, показало, что субпродукты потребляют жители всех возрастов [8]. Как правило, субпродукты подвергаются традиционным способам термической обработки: жарке, варке, тушению с овощами или другими ингредиентами. В некоторых странах из печени готовят паштет, фуа-гру или колбасы [9,10,11]. Это обусловлено не только своеобразными органолептическими характеристиками, но также и высоким содержанием белка, железа, меди и витаминов.

Согласно опросу, проведенному среди 1030 жителей Великобритании, было обнаружено, что люди в возрасте от 18 лет и старше довольно часто употребляют в пищу куриную печень [12]. Одновременно с этим, говяжье сердце и печень являются источниками коэнзима Q10, его содержание в данных видах субпродуктов выше, чем в мышечной ткани. В дополнение к этому, Ercan, P. было установлено, что переваримость Q10

в сердце и печени значительно выше, чем перевариваемость Q10 в мышечной ткани. Коферменты Q10 производятся главным образом в митохондриях, которые показывают, что печень и сердечная мышца содержат более высокие митохондрии, чем другие части мышечной ткани [13].

Известно, что печень является жизненно важным, съедобным органом, который составляет около 1–2% от живой массы крупного рогатого скота и более богат минералами и витаминами по сравнению с мышечной тканью [14]. Исследования показали, что печень говядины содержит от 3,5 до 7,8% жиров. В основном жиры печени жвачных животных содержат более длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты, стеариновую кислоту и менее пальмитиновую кислоту, в отличие от мышц тех же животных [15,16]. Ученые из Южной Кореи Seong и др. установили, что содержание жира в свиной печени сопоставимо с содержанием жира в мышечной ткани крупного рогатого скота [17].

Почки и печень богаты витамином рибофлавином (1,677–3,630 мг/кг), что в 5–10 раз превышает его содержание в мышечной ткани. Одновременно с этим печень — это источник ниацина, витаминов B12, B6, фолатина, аскорбиновой кислоты и витамина А. Считается, что 100 г печени свинины или говядины, позволяют обеспечить от 450–1100% от требуемого количества витамина А [18].

Белок печени менее функционален, в отличие от белка мышечной ткани, что связано с ионной силой и содержанием водорастворимых белков [19]. Исследования овечьей печени [16] показали наиболее высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот в печени в отличие от длиннейшей мышцы спины. Аналогичные исследования, по подтверждению более высокой пищевой ценности печени, а именно с несколько меньшим содержанием в ней насыщенных жирных кислот по сравнению с длиннейшей мышцей спины были проведены учеными из других стран [18]. Учеными Purchas и Busboom было доказано, что печень содержит больше железа, чем мышечная ткань говядины, что подтверждает необходимость потребления печени беременными женщинами и детьми, ввиду обеспечения необходимого содержания в их рационе железа для правильного функционирования крови. Также было обнаружено, что печень содержит умеренное количество таурина, карнозина и креатина в сравнении с мышечной тканью [20].

Сердце содержит большое количество незаменимых аминокислот, каких как треонин, лейцин, лизин и триптофан [20, 21]. Arafa установил, что желудок птицы имеет близкий состав и аминокислотный профиль в сравнении с мясом птицы. Так, куриный желудок имеет высокое содержание белка (26%) и низкое содержание жира (0,9%) [22]. Учеными Madruga, M.S. и Dos Santos, M.N. [23] было установлено, что внутрен-



ние органы мелкого рогатого скота содержат сопоставимое с мышечной тканью количество белков, жира, минеральных веществ, таких как фосфор и железо.

Язык, позволяет обеспечить рацион полноценным белком и содержит также витамины и минеральные вещества. Язык богат железом, цинком, холином и витамином B12. Исследования, проведенные по обеспечению железом организма, показали, что употребление языка крупного рогатого скота позволяет обеспечить около 28 % и 12 % ежедневного потребления железа для мужчин и женщин соответственно [24]. В связи с этим, языки крупного рогатого скота, свиней и мелкого рогатого скота широко применяются в пищу после предварительной термической обработки: варки, копчения и др. В странах Северной Америки, Африки, Европы и Азии язык крупного рогатого скота относится к деликатесам и рассматривается, как источник полноценного животного белка. Несмотря на это, комплексных исследований, включающих изучение структурно-механических и органолептических свойств языка говядины после термической обработки не проводились.

Изучение яичек говядины и свинины показало, что они относительно богаты жирами, железом, белком и полиненасыщенными жирными кислотами [25]. Rucciarelli, D.L. с коллегами установили, что свиные яички содержат 10,5 % белка, 2,9 % жира и 1,3 % углеводов [26]. Концентрация гемового железа в свиных яичках составляет около 2 мг/100 г продукта, что как минимум в 2,5 раза превышает его содержание в свиной корейке, и в соответствии с рекомендациями Министерства Сельского хозяйства США обеспечивает до 25 % от рекомендуемого уровня суточного потребления для мужчин. Во многих странах мира считается, что употребление семенников и пениса домашнего скота способствует усилению мужской силы [27].

В Великобритании широко используется в пищу селезенка, как правило, ее применяют при производстве колбасных изделий, тогда как на Сицилии селезенка используется для изготовления сэндвичей [28]. Несмотря на это, потребители, все же отдают предпочтение мясу, что может быть обусловлено более доступной информацией о его пищевой ценности, религиозных убеждениях и разнице в цене.

Увеличение населения планеты и, как следствие, увеличение потребности в животном белке будет способствовать возрастанию интереса к переработке и потреблению субпродуктов. В связи с этим необходимо определить факторы, которые способны оказывать влияние на качество субпродуктов.

Выход и качество субпродуктов, так же, как и в целом всех продуктов убоя зависят от множества прижизненных факторов, таких как порода, пол, используемые системы выращивания, вес животного и условий убоя и первичной переработки. Florek с коллегами установили, что изменение выхода субпродуктов напрямую зависит от веса животного, так

животное той же породы и вида с высоким приростом массы тела будет соответственно давать больше килограммов субпродуктов, чем при низких весах [29].

Hoffman с коллегами провели исследование, согласно которому показано значительное влияние породы на пищевую ценность субпродуктов, так печень и язык, полученные от овец породы Меринос отличались более высоким содержанием жира, чем овцы Dorper [30]. Одновременно с этим было установлено, что сердце, почки и селезенка, полученные от овец породы Dorper содержат больше белка, в отличие от овец породы Мерино. Ученые из Китая установили, что пищевая ценность печени крупного рогатого скота породы Wagyu и Qinchuan выше, чем печени, полученной от крупного рогатого скота породы Qinchuan при условии одинаковых условий содержания [14]. Одновременно с этим Puschas с коллегами [20] обнаружили, что минеральный состав, в частности содержание меди, зависит от возраста и пола животного, ими было получено, что содержание меди в печени молочных телят выше, чем в молодняке крупного рогатого скота. Кроме того концентрация меди в печени молочных телят увеличивалась в течение первых двух месяцев, в затем начала снижаться. Исследования по сравнению массы субпродуктов, полученных от птицы различного пола, показали, что вес печени и желудка был выше у курицы, чем у петухов, в то время, как вес сердца у куриц был меньше, чем у петухов [30]. Если сравнивать вес субпродуктов, полученных от буйволов и крупного рогатого скота, то было получено, что сердце, легкие, почки и селезенки полученные от буйволов более тяжелые, в сравнении с этими же субпродуктами, полученными от говядины [19].

При работе с субпродуктами необходимо учитывать, что они относятся к скоропортящейся продукции. Непосредственно после убоя субпродукты промывают чистой проточной водой и отправляют на охлаждение до достижения температуры не выше 6 °C в течение 16 часов или охлаждают при температуре от 0 до 2 °C в течение 7 дней. Конечно, наибольший срок хранения субпродуктов можно получить только при условии их хранения при отрицательных температурах минус 12 °C, минус 18 °C и минус 24 °C в течение 4, 12 и 18 месяцев соответственно [31].

Ввиду особенностей состава субпродуктов, перспективным направлением их использования, помимо пищевых целей, является их применение в фармацевтической промышленности. В настоящее время экстракт печени используется в качестве лекарственного препарата. Широко известный антикоагулянт — гепарин, используемый для предотвращения свертывания крови во время хирургических вмешательств или трансплантации органов, производится из печени, легких и тонкой кишки крупного рогатого скота. В России имеется большое количество наработок по

использованию субпродуктов для производства лекарственных препаратов [32].

Специалисты из Департамента Сельского хозяйства Китайской республики, проведя предварительные исследования, предлагают оптимальное термическое состояние для реализации каждого вида субпродукта, а также способ их тепловой обработки, результаты их исследования приведены в Табл. 1 [18].

**Таблица 1. Термическое состояние и способ тепловой обработки субпродуктов**

| Наименование субпродукта | Термическое состояние     | Способ тепловой обработки    |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Печень                   | Охлажденное, замороженное | Тушение, жарка               |
| Почки                    | Охлажденное               | Жарка, варка в воде, тушение |
| Сердце                   | Охлажденное, замороженное | Тушение, варка в воде        |
| Язык                     | Охлажденное, замороженное | Варка в воде                 |
| Рубец                    | Охлажденное               | Жарка, варка в воде          |

## Introduction

Meat and meat products are important part of the diet all over the world, as they provide people with essential nutrients that cannot be obtained from other food, e.g. vegetables [1]. Over the past 20 years, there has been an increased demand for meat and meat products in various parts of the world (including Africa, Asia, Europe, the United States of America), due to improved quality of life and increased income. At the same time, more attention was paid not only to meat, but also to the collection and processing of by-products. According to [2], in countries with developed livestock, the cost of by-products may amount to about 10–15 % of living animal cost, although after slaughter, by-products comprise about 2/3 of the animal weight. In the world, the slaughter products are divided into two large groups, i.e. edible (food grade) and inedible (non-food grade). Edible slaughter products include by-products (liver, kidney, tongue, heart, etc.), while inedible ones are represented by keratin-containing raw materials (horns, hooves, etc.).

## Main part

Edible slaughter products, also called EBPs, are products that have passed evaluation by a state inspector in a slaughterhouse and allowed for processing for food purposes. In contrast, IEBPs are not allowed for human consumption and are processed to produce non-food products. It is recognized that EBPs, especially liver, kidneys, tongue and heart, may provide the necessary nutrients in those regions where access to meat and meat products is limited or their quantity is insufficient to meet the nutritional needs of people [3]. It is known that with the increase in popula-

## Закключение

Проведенный анализ литературы обобщающий основные направления использования различных видов субпродуктов с учетом их пищевой ценности, химического состава и других характеристик, показал, что затронутая тема является интересной и безусловно перспективной для дальнейшего изучения, особенно для России. Поскольку, согласно имеющимся статистическим данным, несмотря на увеличение поголовья крупного рогатого скота и свиней, и, как следствие увеличение объема производства субпродуктов, на пищевые цели в России перерабатывается не более 60 % от их объема. Исходя из этого, требуется кардинальный пересмотр структуры их переработки и использования.

Изменение подходов позволит достичь следующих результатов:

- увеличение потребления большего количества животного белка;
- снижение общей себестоимости производимой мясной продукции;
- повышение глубины переработки сырья.

tion, a huge problem of food security, climate change and lack of animal protein is emerging, especially in developing countries.

Available data published by the World Health Organization [4] indicate that more than two billion people in the world, especially in developing countries, have deficiency of essential nutrients such as vitamins and minerals, in particular vitamin A, iodine, iron and zinc. To meet these people's nutritional requirements, at least about 20 g of animal protein per person per day is needed, or 7.3 kg of protein per year [4]. Thus, protein sources such as EBPs may be used to reduce malnutrition. Scientists from the Netherlands, Ockerman, H.W. and Basu conducted a study of by-product nutritional value and found that such products contain essential nutrients such as B vitamins, amino acids, fatty acids, and minerals that correspond to their content in muscle tissue [5]. For many years, Russian scientists have been studied the nutritional value of meat raw materials and by-products, and the data obtained are published in a number of reference books [6].

On the other hand, IEBPs (not-food slaughter products) such as bones, skin, feathers, hooves, horns, hair, hog wool, etc., may be transformed into useful and valuable products for humans or animals [7] (Figure 1). It is known that bone may be processed into livestock feed, as a source of minerals, while skin and feathers are widely applied in consumer goods industry and textile industry, and a number of by-products are used for production of medicines.

It should be noted that the classification of animal by-products differs from country to country. In a number of countries there is a division into edible and inedible (food

and non-food), as already noted above, while in other countries, by-products are classified into organic and inorganic products [7]. Furthermore, by-products may be grouped into three groups: white by-products, dark by-products and red by-products [8]. For example, in the UK, by-products are divided into red ones, i.e. liver, lungs, tongue, tail, etc., and white ones, i.e. fat and meat trimmings. In Russia, according to the current GOST 32244, by-products are divided into beef, pork, sheep, etc. depending on the species of slaughtered animal, and into meat, meat-and-bone, wool and mucous depending on the morphological structure and ways of processing.

Throughout the world, the rules for inspecting by-products are quite similar and the inspection is conducted by veterinarian immediately after the slaughter to exclude infections (e.g., fibrosis, tuberculosis, etc.) [7]. Also, the specialist draws attention to the presence of bruises. If they are found in any organs of the carcass, the affected parts or even entire organs are usually isolated and discarded. The intestinal raw material is subjected to washing and processing, by-products are inspected, particularly for surface defects, which include cuts, warts etc.

Wide use of by-products began after a large number of works supporting their high nutritional value. They

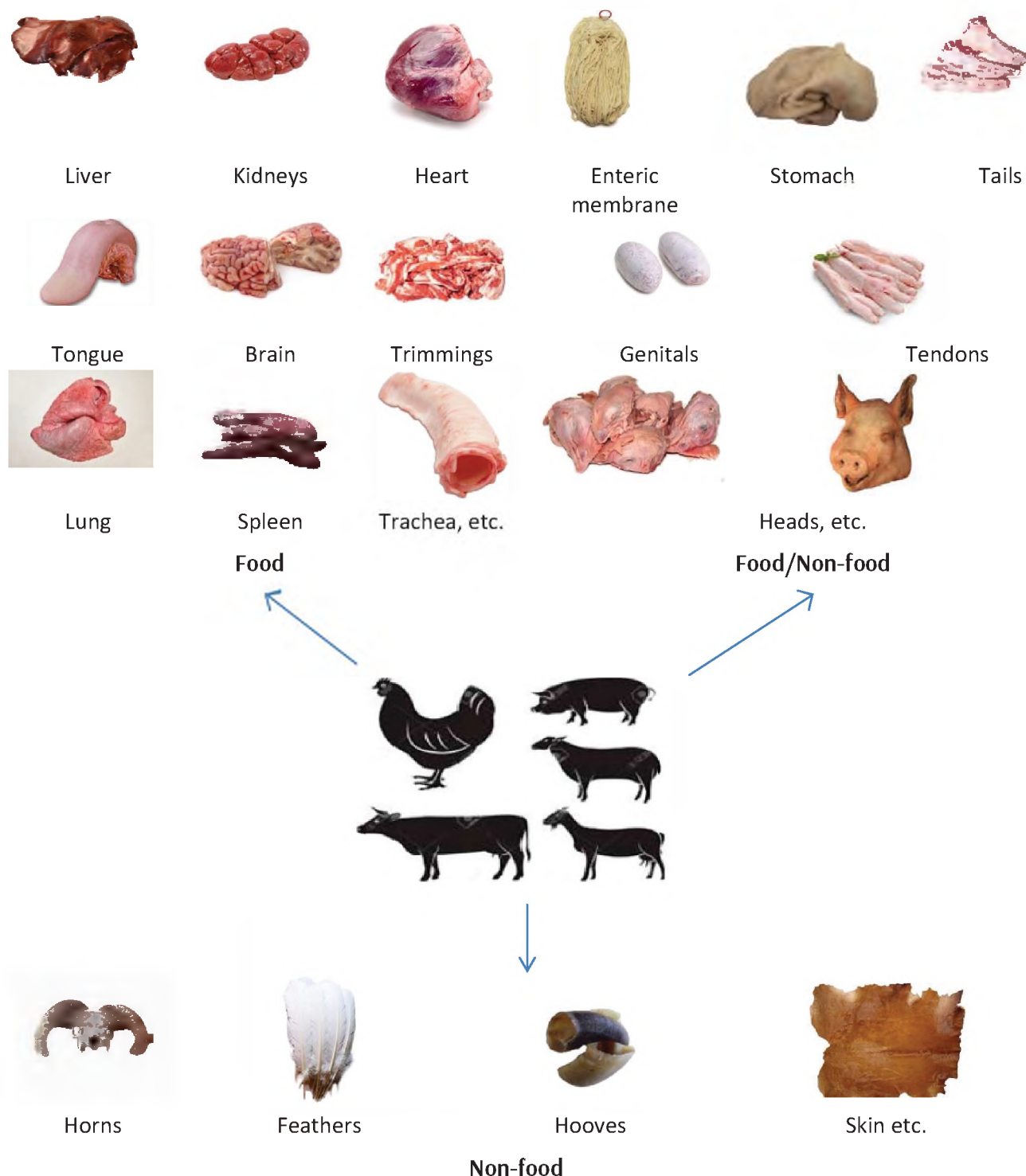


Figure 1. Food and non-food slaughter products



have become widely used in Europe, Americas, Asia, Africa and Australia. In Africa, all by-products are used for food. The study conducted in Somalia has shown that by-products are consumed by people of all ages [8]. Typically, by-products are exposed to traditional methods of heat treatment: frying, cooking, stewing with vegetables or other ingredients. In some countries, pate (foie gras) or sausages are prepared from the liver [9, 10, 11]. This is not only due to the specific sensory properties, but also due to the high content of protein, iron, copper and vitamins.

According to a survey of 1,030 UK residents, it was found that people aged over 18 years often eat chicken liver [12]. At the same time, beef heart and liver are sources of coenzyme Q10, and its content in these types of by-products is higher than in muscle tissue. In addition, Ercan, P. found that the digestibility of Q10 in the heart and liver is significantly higher than in muscle tissue. Coenzyme Q10 is produced mainly in mitochondria, which shows that the heart and liver contain more active mitochondria than the muscle tissue [13].

It is known that liver is a vital organ, which is about 1–2 % of cattle live weight and is higher in mineral and vitamin content compared to muscle tissue [14]. Studies have shown that beef liver contains 3.5 to 7.8 % fat. In general, liver fats of ruminant animals contain longer-chain polyunsaturated fatty acids, stearic acid and palmitic acid, in contrast to the muscles of the same animals [15, 16]. Scientists from South Korea, Seong et al., found that the fat content in pork liver is comparable to bovine muscle tissue [17].

Kidneys and liver are rich in riboflavin, i.e. 1,677 to 3,630 mg/kg, which is 5–10 times higher than in muscle tissue. At the same time, liver is the source of niacin, vitamins B12, B6, folacin, ascorbic acid and vitamin A. It is recognized that 100 g of pork or beef liver provide 450 to 1100 % of the reference daily intake for vitamin A [18].

Liver protein is less functional, in contrast to muscle protein, which is associated with ionic strength and the content of water-soluble proteins [19]. Studies of lamb liver [16] showed higher content of polyunsaturated fatty acids in the liver compared to *Longissimus dorsi* muscle. Similar studies on the confirmation of a higher nutritional value of liver, i.e. slightly lower content of saturated fatty acids in comparison with *Longissimus dorsi* muscle, were conducted by scientists from other countries [18]. Purchas and Busboom showed that liver contains more iron than beef muscle tissue, which confirms the need for liver consumption by pregnant women and children to provide adequate iron intake for the proper blood functioning. It was also found that liver contains a moderate amount of taurine, carnosine and creatine in comparison with muscle tissue [20].

Heart contains a large number of essential amino acids, such as threonine, leucine, lysine, and tryptophan [20, 21]. Arafa found that poultry stomach has a close composition and amino acid profile compared to poultry meat. Thus,

chicken stomach has a high protein content (26 %) and a low fat content (0.9 %) [22]. Madruga, M.S. and Dos Santos, M.N. [23] found that the internal organs of small cattle contain a comparable to muscle tissue amount of proteins, fat, and minerals, such as phosphorus and iron.

Tongue allows to provide the diet with a high-value protein and also contains vitamins and minerals. It is rich in iron, zinc, choline and vitamin B12. Studies on iron intake showed that tongue of cattle may comprise about 28 % and 12 % of daily iron consumption for men and women, respectively [24]. In this regard, tongue of cattle, pigs and small cattle are widely used as food after heat treatment: cooking, smoking, etc. In the countries of North America, Africa, Europe and Asia, tongue of cattle is considered as delicacy and is a source of high-value animal protein. Despite this, complex studies involving evaluation of structural, mechanical and organoleptic properties of beef tongue after heat treatment have not been conducted.

The study of beef and pork testes showed that they are relatively rich in fat, iron, protein and polyunsaturated fatty acids [25]. Pucciarelli, D.L. et al. found that pork testes contain 10.5 % protein, 2.9 % fat and 1.3 % carbohydrates [26]. The concentration of heme iron in pork testes is about 2 mg/100 g of product, which is at least 2.5 times higher than in pork loin, and in accordance with the recommendations of the US Department of Agriculture, provides up to 25 % of the recommended daily intake for men. In many countries of the world it is believed that the use of testes and penis of livestock contributes to the strengthening of male potency [27].

In the UK, spleen is widely used for food, mainly in the production of sausages, while in Sicily, spleen is used in sandwiches [28]. Despite this, consumers still prefer meat, which may be due to more information about its nutritional value, religious beliefs and price difference.

An increase in the world's population and, as a consequence, in the demand for animal protein will contribute to an increase in interest in processing and consumption of by-products. In this regard, it is necessary to identify factors that may affect their quality.

Yield and quality of by-products, as well as all slaughter products in general, depend on a variety of antemortem factors such as breed, sex, breeding systems used, animal weight and conditions of slaughter and primary processing. Florek et al. found that by-product yield directly depends on animal weight, i.e. animal of the same breed with a high body weight gain will give more by-products than animal with low weight [29].

Hoffman et al. conducted a study that showed the significant effect of the breed on the nutritional value of by-products, i.e. liver and tongue from Merino sheep had higher fat content than from Dorper sheep [30]. Simultaneously, it was found that heart, kidney and spleen from Dorper sheep contain a higher protein content compared to Merino sheep. Scientists from China determined that under the same conditions, the nutritional

value of liver from Wagyu and Qinchuan cattle is higher than from Qinchuan cattle [14]. Puschas et al. [20] found that the mineral composition, in particular copper content, depends on the age and sex of the animal, and that copper content in liver of veal calves is higher than in young cattle. In addition, copper concentration in liver of veal calves increased during the first two months, and then began to decline. Studies comparing the weight of by-products from poultry of various sex showed that the weight of liver and stomach was higher in chickens than in cocks, while the weight of heart in chickens was less than that in cocks [30]. Comparison of the weight of by-products obtained from buffaloes and cattle revealed that heart, lungs, kidneys and spleens from buffaloes are heavier compared to the same by-products obtained from cattle [19].

When working with by-products, it is necessary to take into account that they are perishable products. Immediately after slaughter, by-products are washed with clean running water and cooled down to a temperature not more than 6 °C for 16 hours or cooled at a temperature of 0 to 2 °C for 7 days. Long shelf life of by-products may only be obtained if stored at negative temperatures of minus 12 °C, minus 18 °C, and minus 24 °C for 4, 12, and 18 months, respectively [31].

Due to the composition of by-products, the promising direction of their use apart from food purposes is pharmaceutical industry. Currently, liver extract is used as a medicine. The widely recognized anticoagulant, heparin, used to prevent blood clotting during surgical interventions or organ transplantation, is produced from the liver, lungs and small intestine of cattle. In Russia, there are large

number of methods for using by-products in the production of medicines [32].

After preliminary studies, specialists from the Department of Agriculture, Republic of China, found the optimal thermal state for each by-product sale, as well as the method of their heat treatment; the results are given in Table 1 [18].

Table 1. Thermal state and method for heat treatment of by-products

| By-product | Thermal state  | Heat treatment                    |
|------------|----------------|-----------------------------------|
| Liver      | Cooled, frozen | Stewing, frying                   |
| Kidneys    | Cooled         | Frying, boiling in water, stewing |
| Heart      | Cooled, frozen | Stewing, boiling in water         |
| Tongue     | Cooled, frozen | Boiling in water                  |
| Rumen      | Cooled         | Frying, boiling in water          |

### Conclusion

The literature analysis summarizing the main directions of using different types of by-products, taking into account their nutritional value, chemical composition and other parameters, showed that the problem under discussion is interesting and promising, especially for Russia. According to available statistics, despite the increase in the number of cattle and pigs, and, as a consequence, the increase in the volume of by-product production, in Russia, no more than 60 % of their amount is processed for food purposes. Thus, a cardinal revision of the structure of their processing and use is required.

Changing approaches will achieve the following results:

- increase in animal protein intake;
- decrease in production cost of meat products;
- increase in processing rate of raw materials.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Byers, T., Nestle, M., Mctiernan, A., Doyle, C., Currie-Williams, A., Gansler, T., Thun, M. (2002). American Cancer Society Guidelines on Nutrition and Physical Activity for Cancer Prevention: Reducing the Risk of Cancer with Healthy Food Choices and Physical Activity. *Ca-A Cancer Journal for Clinicians*, 52(2), 92–119.
2. Irshad, A., Sharma, B.D. (2015). Abattoir By-Product Utilization for Sustainable Meat Industry: A Review. *Journal of Animal Production Advances*, 5(6), 681–696.
3. Fayemi, P.O., Muchenje, V., Yetim, H., Ahmmed, A. (2016). Targeting the Pains of Food Insecurity and Malnutrition Among Internally Displaced Persons with Nutrient Synergy and Analgesics in Organ Meat. *Food Research International*, 104, 48–58.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Meat Consumption. (2014). [Electronic resource: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/background.html> Access data: 14.06.2018]
5. Ockerman, H.W., Basu, L. By-Products. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 2nd ed.; Devine, C., Dikeman, M., Eds. Amsterdam: Academic Press: Amsterdam.—2014. pp. 104–112. ISBN: 9780123847317
6. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. М, ДеЛи принт.—236 с. ISBN5-94343-028-8
7. Alao, B.O., Falowo, A.B., Chulayo, A., Muchenje, V. (2017). The Potential of Animal By-products in Food Systems: Production, Prospects and Challenges. *Sustainability (Switzerland)*, 9(7), 1089.
8. Alexandre, G., Liméa, L., Nepos, A., Fleury, J., Lallo, C., Archimede, H. (2010). The Offal Components and Carcass Measure-

- ments of Creole Kids of Guadeloupe under Various Feeding Regimes. *Livestock Research for Rural Development*, 22(5).
9. Masese, L., Waweru, J. Knowledge, Attitudes and Practices Study on Offal Consumption among the Somali Population. [Electronic resource: <http://www.enonline.net/fex/41/knowledge> Access data: 07.06.2018]
10. Abu-Salem, F.M., Abou Arab, E.A. (2010). Chemical properties, microbiological quality and sensory evaluation of chicken and duck liver paste (foie gras). *Grasas y Aceites*, 61(2), 126–135.
11. Lorenzo, J.M., Pateiro, M. (2013). Influence of Fat Content on Physico-Chemical and Oxidative Stability of Foal Liver Pâté. *Meat Science*, 95(2), 330–335.
12. Xiong, G., Han, M., Kang, Z., Zhao, Y., Xu, X., Zhu, Y. (2016). Evaluation of protein structural changes and water mobility in chicken liver paste batters prepared with plant oil substituting pork back-fat combined with pre-emulsification. *Food Chemistry*, 196, 388–395.
13. Ercan, P., El, S.N. (2011). Changes in Content of Coenzyme Q10 in Beef Muscle, Beef Liver and Beef Heart with Cooking and In Vitro Digestion. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(8), 1136–1140.
14. Li, R.R., Yu, Q.L., Han, L., Cao, H. (2014). Nutritional Characteristics and Active Components in Liver from Wagyu \_ Qinchuan Cattle. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(2), 214–220.
15. Chan, W., Brown, J., Lee, S.M., Buss, D.H. (Ed.) (1995). Meat, Poultry and Game. Fifth Supplement to the Fifth Edition of McCance and Widdowson's. The Composition of Foods. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London



16. Enser, M., Hallett, K.G., Hewett, B., Fursey, G.A.J., Wood, J.D., Harrington, G. (1998). The Polyunsaturated Fatty Acid Composition of Beef and Lamb Liver. *Meat Science*, 49(3), 321–327.
17. Seong, P.N., Park, K.M., Cho, S.H., Kang, S.M., Kang, G.H., Park, B.Y., Moon, S.S., Van Ba, H. (2014). Characterization of Edible Pork By-Products By Means of Yield and Nutritional Composition. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(3), 297–306.
18. Deng-Cheng Liu, D. — C. (2002). Better Utilization of By-products from the Meat Industry. [Electronic resource: <http://www.ftc.agnet.org/library.php?func=view&id=20110706135001> Access data: 19.06.2018]
19. Zouari, N., Fakhfakh, N., Amara-Dali, W.B., Sellami, M., Msaddak, L., Ayadi, M.A. (2011). Turkey Liver: Physicochemical Characteristics and Functional Properties of Protein Fractions. *Food and Bioprocess Processing*, 89, 142–148.
20. Purchas, R.W., Aungsupakorn, R. (1993). Further Investigations into the Relationship between Ultimate Ph and Tenderness for Beef Samples from Bulls and Steers. *Meat Science*, 34(2), 163–178.
21. Gaudy, N., Landis, J. (1973). Effect of Different Heat Treatments of Some Carcasses Parts on the Total Amino Acids Content and that in Enzyme Hydrolysates. *Mitteilungen-aus-dem-Gebieteder-Lebensmitteluntersuchungund-Hyg.*, 64, 133–138.
22. Arafa, A.S. (1977). Pickled Chicken Gizzards: 1. Acceptability and Proximate Analysis. *Poultry Science*, 56(3), 1014–1017.
23. Madruga, M. S., dos Santos, M. N., Costa, R. G., de Medeiros, A. N., Queiroga do Egypto, R. C., Schuller, A. R., Albuquerque, C. L. C., Galvão, M. S., Cavalcanti, R. N., Amorim Campos, R. J. (2007). Fat components from precooked “Buchada”: an edible goat meat by-product. *CYTA — Journal of Food*, 5(4), 265–270.
24. The Advantages of Eating Cow Tongue. [Electronic resource: <https://www.livestrong.com/article/534633-the-advantages-of-eating-cow-tongue/> Access data: 10.06.2018]
25. Holman, R.T., Hofstetter, H.H. (1965). The Fatty Acid Composition of the Lipids from Bovine and Porcine Reproductive Tissues. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 42(6), 540–544.
26. Pucciarelli, D.L., Friesen, C.A., Schroeder, A.L. (2012). New culinary uses for pork testicles from immunologically castrated male pigs. *FASEB Journal*, 26(1), 636–646.
27. Rotenberg, R. (2008). Udders, Penises, and Testicles. *Ethnology*, 47(1–2), 123–128.
28. Nollet, L.M.L., Toldra, F. (2011). Handbook of Analysis of Edible Animal By-Products. CRC Press.— 471 p. ISBN978–1–4398–0360–8
29. Florek, M., Litwińczuk, Z., Skalecki, P., Kędzierska-Matysek, M., Grodzicki, T. (2012). Chemical Composition and Inherent Properties of Offal from Calves Maintained Under Two Production Systems. *Meat Science*, 90(2), 402–409.
30. Hoffman, L.C., Laubscher, L.L., Leisegang, K. (2013). Nutritional Value of Cooked Offal Derived from Free-Range Rams Reared in South Africa. *Meat Science*, 93(3), 696–702.
31. Meatupdate, Storage Life of Meat. [Electronic resource: <http://www.meatupdate.csiro.au/Storage-Life-of-Meat.pdf> Access data: 18.05.2018]
32. Лисицын, А.Б., Небурчилова, Н.Ф., Петрунина, И.В., Чернова, А.С. (2015). Использование субпродуктов в медицинских целях. *Все о мясе*, 2, 6–9.

## REFERENCES

1. Byers, T., Nestle, M., Mctiernan, A., Doyle, C., Currie-Williams, A., Gansler, T., Thun, M. (2002). American Cancer Society Guidelines on Nutrition and Physical Activity for Cancer Prevention: Reducing the Risk of Cancer with Healthy Food Choices and Physical Activity. *Ca-A Cancer Journal for Clinicians*, 52(2), 92–119.
2. Irshad, A., Sharma, B.D. (2015). Abattoir By-Product Utilization for Sustainable Meat Industry: A Review. *Journal of Animal Production Advances*, 5(6), 681–696.
3. Fayemi, P.O., Muchenje, V., Yetim, H., Ahhmed, A. (2016). Targeting the Pains of Food Insecurity and Malnutrition Among Internally Displaced Persons with Nutrient Synergy and Analgesics in Organ Meat. *Food Research International*, 104, 48–58.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Meat Consumption. (2014). [Electronic resource: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/background.html> Access data: 14.06.2018]
5. Ockerman, H.W., Basu, L. By-Products. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 2nd ed.; Devine, C., Dikeman, M., Eds. Amsterdam: Academic Press: Amsterdam.—2014. pp. 104–112. ISBN: 9780123847317
6. Chemical composition of Russian food products: Handbook / Ed. Corresponding Member. MAI, prof. IM Skurikhin and Academician of RAMS, prof. V. A. Tutelyan. M: DeLi print.— 236 p. ISBN5–94343–028–8
7. Alao, B.O., Falowo, A.B., Chulayo, A., Muchenje, V. (2017). The Potential of Animal By-products in Food Systems: Production, Prospects and Challenges. *Sustainability (Switzerland)*, 9(7), 1089.
8. Alexandre, G., Liméa, L., Nepos, A., Fleury, J., Lallo, C., Archimede, H. (2010). The Offal Components and Carcass Measurements of Creole Kids of Guadeloupe under Various Feeding Regimes. *Livestock Research for Rural Development*, 22(5).
9. Masese, L., Waweru, J. Knowledge, Attitudes and Practices Study on Offal Consumption among the Somali Population. [Electronic resource: <http://www.enonline.net/fex/41/knowledge> Access data: 07.06.2018]
10. Abu-Salem, F.M., Abou Arab, E.A. (2010). Chemical properties, microbiological quality and sensory evaluation of chicken and duck liver paste (foie gras). *Grasas y Aceites*, 61(2), 126–135.
11. Lorenzo, J.M., Pateiro, M. (2013). Influence of Fat Content on Physico-Chemical and Oxidative Stability of Foal Liver Pâté. *Meat Science*, 95(2), 330–335.
12. Xiong, G., Han, M., Kang, Z., Zhao, Y., Xu, X., Zhu, Y. (2016). Evaluation of protein structural changes and water mobility in chicken liver paste batters prepared with plant oil substituting pork back-fat combined with pre-emulsification. *Food Chemistry*, 196, 388–395.
13. Ercan, P., El, S.N. (2011). Changes in Content of Coenzyme Q10 in Beef Muscle, Beef Liver and Beef Heart with Cooking and In Vitro Digestion. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(8), 1136–1140.
14. Li, R.R., Yu, Q.L., Han, L., Cao, H. (2014). Nutritional Characteristics and Active Components in Liver from Wagyu \_ Qinchuan Cattle. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(2), 214–220.
15. Chan, W., Brown, J., Lee, S.M., Buss, D.H. (Ed.) (1995). Meat, Poultry and Game. Fifth Supplement to the Fifth Edition of McCance and Widdowson's. The Composition of Foods. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London
16. Enser, M., Hallett, K.G., Hewett, B., Fursey, G.A.J., Wood, J.D., Harrington, G. (1998). The Polyunsaturated Fatty Acid Composition of Beef and Lamb Liver. *Meat Science*, 49(3), 321–327.
17. Seong, P.N., Park, K.M., Cho, S.H., Kang, S.M., Kang, G.H., Park, B.Y., Moon, S.S., Van Ba, H. (2014). Characterization of Edible Pork By-Products By Means of Yield and Nutritional Composition. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(3), 297–306.
18. Deng-Cheng Liu, D. — C. (2002). Better Utilization of By-products from the Meat Industry. [Electronic resource: <http://www.ftc.agnet.org/library.php?func=view&id=20110706135001> Access data: 19.06.2018]
19. Zouari, N., Fakhfakh, N., Amara-Dali, W.B., Sellami, M., Msaddak, L., Ayadi, M.A. (2011). Turkey Liver: Physicochemical Characteristics and Functional Properties of Protein Fractions. *Food and Bioprocess Processing*, 89, 142–148.
20. Purchas, R.W., Aungsupakorn, R. (1993). Further Investigations into the Relationship between Ultimate Ph and Tenderness for Beef Samples from Bulls and Steers. *Meat Science*, 34(2), 163–178.
21. Gaudy, N., Landis, J. (1973). Effect of Different Heat Treatments of Some Carcasses Parts on the Total Amino Acids Content and that in Enzyme Hydrolysates. *Mitteilungen-aus-dem-Gebieteder-Lebensmitteluntersuchungund-Hyg.*, 64, 133–138.
22. Arafa, A.S. (1977). Pickled Chicken Gizzards: 1. Acceptability and Proximate Analysis. *Poultry Science*, 56(3), 1014–1017.
23. Madruga, M. S., dos Santos, M. N., Costa, R. G., de Medeiros, A. N., Queiroga do Egypto, R. C., Schuller, A. R., Albuquerque, C. L. C., Galvão, M. S., Cavalcanti, R. N., Amorim Campos, R. J. (2007). Fat components from precooked “Buchada”: an edible goat meat by-product. *CYTA — Journal of Food*, 5(4), 265–270.
24. The Advantages of Eating Cow Tongue. [Electronic resource: <https://www.livestrong.com/article/534633-the-advantages-of-eating-cow-tongue/> Access data: 10.06.2018]
25. Holman, R.T., Hofstetter, H.H. (1965). The Fatty Acid Composition of the Lipids from Bovine and Porcine Reproductive Tissues. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 42(6), 540–544.

26. Pucciarelli, D.L., Friesen, C.A., Schroeder, A.L. (2012). New culinary uses for pork testicles from immunologically castrated male pigs. *FASEB Journal*, 26(1), 636–646.
27. Rotenberg, R. (2008). Udders, Penises, and Testicles. *Ethnology*, 47(1–2), 123–128.
28. Nollet, L.M.L., Toldra, F. (2011). *Handbook of Analysis of Edible Animal By-Products*. CRC Press.— 471 p. ISBN978–1–4398–0360–8
29. Florek, M., Litwińczuk, Z., Skalecki, P., Kędzierska-Matysek, M., Grodzicki, T. (2012). Chemical Composition and Inherent Properties of Offal from Calves Maintained Under Two Production Systems. *Meat Science*, 90(2), 402–409.

30. Hoffman, L.C., Laubscher, L.L., Leisegang, K. (2013). Nutritional Value of Cooked Offal Derived from Free-Range Rams Reared in South Africa. *Meat Science*, 93(3), 696–702.
31. Meatupdate, Storage Life of Meat. [Electronic resource: <http://www.meatupdate.csiro.au/Storage-Life-of-Meat.pdf> Access data: 18.05.2018]
32. Lisitsyn, A.B., Neburchilova, N.F., Petrunina, I.V., Chernova, A.S. (2015). The direction of use of an offal in the medical purposes. *Vsyo o myase*, 2, 6–9.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

## Принадлежность к организации

**Насонова Виктория Викторовна** — кандидат технических наук, руководитель отдела, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН  
109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26.  
Тел.: +7-495-676-65-51  
E-mail: v.nasonova@fncps.ru

## Критерии авторства

Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

## Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 27.06.2018

## AUTHOR INFORMATION

## Affiliation

**Viktoriya V. Nasonova** — candidate of technical sciences, chef of department, V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences  
109316, Moscow, Talalikhina str., 26  
Tel.: +7-495-676-65-51  
E-mail: v.nasonova@fncps.ru

## Contribution

Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The author declare no conflict of interest.

Received 27.06.2018