

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ / FOOD TECHNOLOGY

Оригинальная статья / Original article

УДК 577.112(075.8)

DOI: 10/21285/2227-2925-2017-7-3-124–136

## ВКУСО-АРОМАТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ПИЩЕВЫХ РЕЦЕПТУР, ФОРМИРУЕМЫЕ В ПРИСУТСТВИИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КУЛЬТУР

© А.Н. Иванкин\*, Г.Н. Фадеев\*, В.С. Болдырев\*, О.П. Прошина\*,  
А.В. Куликовский\*\*, А.А. Семенова\*\*, В.В. Насонова\*\*

\*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,  
Российская Федерация, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская 2\1.

\*\*Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова,  
Российская Федерация, 109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26.

*Представлены результаты исследований составов химических компонентов, формирующих вкусо-ароматические характеристики пищевой продукции на основе мясного сырья. Для ускорения процессов биохимической обработки применяли стартовые культуры, в качестве которых выбрали *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus carnosus* и *Micrococcus varians*, применяемые в технологиях получения национальных российских мясных продуктов. Показано, что вкус и аромат пищевой продукции на основе мясного сырья определяется большим количеством органических соединений, комбинация которых и определяет оригинальный вкус конкретного продукта. Определены условия влияния бактериальных культур на состав летучих компонентов, образующихся в результате ферментирования смесей пищевого назначения в сравнении с ароматизирующими компонентами специй. Показано, что основными вкусо-ароматическими веществами сырокопченой мясной продукции являются: 1-этил-2-фенил-1H-индол, метиловые эфиры докозановой, нонановой, додекановой, тетрадекановой, пентадекановой, 9-гексадеценной, гексадекановой, цис-10-гептадекановой, гептадекановой, цис-9-октадеценной, цис-10-нонадеценной, цис-5,8,11,14-эйкозатетраеновой, цис-5,8,11-эйкозатриеновой, 6-октадеценной, 10-нонадеценной, цис-13-эйкозеновой, эйкозановой, арахидоновой, 7,10,13-эйкозатриеновой, 18-метилнонадекановой, 8,11,14,17-эйкозатетраеновой, цис-5,8,11,14,17-эйкозопентаеновой, докозановой кислот, 3,7,11-триметил-2,6,10-додекатриен-1-ол, 2,4-динитро-5-фторанилин, 1,9-циклогексадекадиен, 11-гексаден-1-ола ацетат, 9-октадеценаль, пальмитоила хлорид, 1-циклогексилнонен, D-галопиранозид, холестерол, октакозила ацетат и 13-тетрадецен-1-ол ацетат, массовая доля которых в сумме веществ аромата продукта составляет от 0,1 до 26%. Описаны составы химических веществ аромата специй муската и черного перца в составе смесей на основе животного сырья, изменяющихся под воздействием бактериальных культур.*

*Ключевые слова:* химический состав пищи, животное сырье, мясное сырье, бактериальные культуры.

**Формат цитирования:** Иванкин А.Н., Фадеев Г.Н., Болдырев В.С., Прошина О.П., Куликовский А.В., Семенова А.А., Насонова В.В. Вкусо-ароматические компоненты пищевых рецептур, формируемые в присутствии бактериальных культур // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7, N 3. С. 124–136. DOI: 10/21285/2227-2925-2017-7-3-124–136

## FOOD FLAVOURING INGREDIENTS OF FOOD RECIPES DEVELOPED IN THE PRESENCE OF BACTERIAL CULTURES

© A.N. Ivankin\*, G.N. Fadeev\*, V.S. Boldyrev\*, O.P. Proshina\*, A.V. Kulikovskii\*\*,  
A.A. Semenova\*\*, V.V. Nasonova\*\*

\*Bauman Moscow State Technical University,  
2, Bauman St., Moscow, 105005, Russian Federation

\*\*The V.M. Gorbатов All Russian Meat Research Institute,  
26, Talalikhin St., Moscow, 109316, Russian Federation

The results of compositional research of chemical components forming flavour characteristics of food products based on meat ingredients are presented. To accelerate the processes of bio-chemical treatment, starting cultures such as *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus carnosus* and *Micrococcus varians*, employed in technologies for obtaining Russian national meat products, were used. It is shown that the taste and aroma of food products based on meat raw materials is determined by a large number of organic compounds, which combination determines the original taste of a particular product. The conditions of bacterial culture influence on the composition of volatile components formed as a result of fermentation of food quality mixtures are compared with flavouring components based on spices. 1-ethyl-2-phenyl-1H-indole; methyl esters of docosanoic, nonanoic, dodecanoic, tetradecanoic, pentadecanoic, 9-hexadecene, hexadecanoic, cis-10-heptadecanoic, heptadecanoic, cis-9-octadecene, cis-10-nonadecenoic, cis-5, 8, 11, 14-eicosatetraene, cis-5, 8, 11-eicosatriene, 6-octadecene, 10-nonadecene, cis-13-eicosenic, eicosanic, arachidonic, 7,10,13-eicosatriene, 18-methylnonadecanoic, 8,11,14,17-eicosatetraene, cis-5, 8, 11, 14, 17-eicosapentaenoic, docosanoic acids, 3,7, 11-trimethyl-2, 6, 10-dodecatrien-1-ol, 2,4-dinitro-5-fluoroaniline, 1, 9-cyclohexadecadiene, 11-hexaden-1-ol acetate, 9-octadecenal, palmitoyl chloride, 1-cyclohexylnonene, D-halopyranoside, cholesterol, octacosyl acetate and 13-tetradecene-1-ol acetate, the mass fraction of which in the sum of the fragrance substances of the product is from 0.1 up to 26%. Chemical substance compositions of aroma of muscat and black pepper spices are described for the mixtures on the basis of animal raw materials, which vary under the influence of bacterial cultures.

**Keywords:** chemical components of food, animal materials, meat raw materials, bacterial culture

**For citation:** Ivankin A.N., Fadeev G.N., Boldyrev V.S., Proshina O.P., Kulikovskii A.V., Semenova A.A., Nasonova V.V. Food flavouring ingredients of food recipes developed in the presence of bacterial cultures. *Izvestia Vuzov. Prikladnaya Khimia i Biotekhnologiya* [Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology]. 2017, vol. 7, no. 3, pp. 124–136 (in Russian). DOI: 10/21285/2227-2925-2017-7-3–124–136

## **ВВЕДЕНИЕ**

Вкус и аромат являются важнейшими характеристиками пищи, которые определяют органолептические свойства продуктов. Аромат пищи представляет собой отклик органов человека на комплекс летучих веществ, который формируется в результате способа переработки сырья, технологии изготовления конкретного продукта и условий хранения [1–3]. Вещества аромата образуются в результате сложных биохимических процессов, протекающих в продукте под воздействием ферментных систем, содержащихся в перерабатываемом сырье, а также под внешним микробиологическим воздействием [4–7].

Состав, качество, оттенки, интенсивность вкусо-ароматической гаммы продукта определяется комплексом химических веществ органической природы, идентификация которых стала возможной с появлением современных хроматографических систем с достоверной структурной идентификацией веществ [8, 9].

Процесс формирования аромата пищевой продукции на основе мясного сырья в традиционных технологиях, осуществляется в результате, как правило, длительной выдержки в определенных условиях [10]. Например, при получении сырокопченых мясных продуктов смеси ингредиентов, включающие животное просоленное сырье выдерживают в течение 2–3 ч при комнатной температуре, затем подвергают копчению при 30–35 °С в течение 12–48 ч, затем охлаждают до 10–12 °С и высушивают в

течение 3–10 сут при этой же температуре. При этом в результате биохимических процессов формируется аромат конкретного продукта. Вкусо-ароматические различия близких по составу рецептур продуктов определяются кроме технологических условий, в том числе за счет добавления ароматизаторов и специй [11, 12].

Поиск специфических веществ, определяющих аромат конкретных видов пищевой продукции проводили многие исследователи [2, 10–12]. В литературе описано значительное количество веществ, входящих в пул запахов продуктов, однако выявление отдельных соединений, отвечающих за конкретный аромат конечного продукта отсутствует [13]. Известно лишь, что отдельные вещества индивидуально придают характерный привкус, например, индолизин – вкус огурца, 2-ноненаль – арбуза, тетрадекановая кислота – бальзама, 1-октен-3-ол – грибов, n-декан и гваякол – табака, индол – фруктов, пентадеканаль – горелой древесины и т.д. [2, 14].

В последнее время в технологиях целого ряда пищевых продуктов целенаправленно применяют бактериальные, так называемые стартовые культуры, которые позволяют сократить сроки производства пищи приемлемого качества [11, 15]. При этом использование разных культур приводит к получению оригинального вкуса и аромата [3, 6, 16]. Стафилококки, в частности *Staphylococcus carnosus*, способствуют образованию специфического аромата продукта путем трансформации сво-

бодных жирных и аминокислот [17]. В ряде случаев применение стафилококков способствует образованию метилразветвленных альдегидов, кислот. При низком уровне их введения образуются диацетиловые и этиловые эфиры. На процесс образования ароматических соединений существенное влияние оказывает принудительное добавление в рецептурные смеси нитритов, нитратов, лактатов, аскорбатов и фосфатов, т.е. тех самых добавок, которые все более широко используются в современных пищевых рецептурах [18].

Использование стафилококков, вырабатывающих большое количество ароматических соединений, позволяет изменять органолептические характеристики продуктов, придавая им характерный «мясной» привкус [2, 3, 18].

Микрококки менее эффективные микроорганизмы в биопревращениях пищевого сырья, чем стафилококки, однако риск развития энтеротоксигенных штаммов золотистого стафилококка делает задачу поиска условий использования микрококков для получения ароматной продукции из животного сырья достаточно актуальной [19].

Цель работы – сравнительное изучение формирования вкусо-ароматических веществ при обработке пищевого сырья с использованием стафилококков и микрококков для получения оригинальной продукции из мясного сырья.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

В качестве объектов исследования использовали технологические смеси ингредиентов, соответствующие рецептуре получения российских национальных сырокопченых продуктов, состоящие из 45% говядины по ГОСТ 55445, 25% свинины по ГОСТ 51074 и 30% свиного шпика по ГОСТ 55485. Нитритную соль добавляли в количестве 3%, глюкозу – 0,3%, черный перец – 0,1%, мускат – 0,05%, аскорбиновую кислоту – 0,05% к массе сырья. Изучали смеси указанных компонентов с внесением штаммов культур *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 и *Staphylococcus carnosus* MIII/DSM N1952. ATCC 51365, *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 и *Micrococcus varians* ATCC 15306 Van Hees (Германия) в количестве  $1 \cdot 10^7$  КОЕ/г в сравнении с традиционной обработкой сырья без использования стартовых культур.

Приготовленную измельчением на куттере смесь ингредиентов помещали в контейнеры из фиброузной оболочки на основе длинноволокнистой фиброузной бумаги из регенерированной очищенной целлюлозы диаметром 5 см и длиной 20 см. Все образцы подвергали выдержке при температуре  $+2...+4$  °C в течение

24 ч, затем выдерживали при температуре  $+24,0...+25,5$  °C и относительной влажности 95% до снижения значения pH продукта 5,3. После этого влажность снижали до значений не выше 92% и начинали проводить трехэтапное копчение в стандартных условиях при  $42 \pm 3$  °C [18], продолжительностью по 90 мин. При этом температуру и влажность постепенно снижали, доводя в течение 8 сут до 14°C и 74% соответственно. Затем образцы продукта сушили при температуре 12–14 °C до достижения конечной влажности продукта не выше 32%. В полученных образцах определяли компоненты аромата.

Состав компонентов аромата анализировали на газовом хроматографе 7890A с масс-селективным детектором 5975C VLMSD Agilent Technologies (USA). Для этого, образец в количестве 1 г подвергали в течение 24 ч обработке смесью 10 мл хлороформа с 10 мл метанола, полученный экстракт анализировали методом газовой хроматографии [17]. Условия хроматографирования на капиллярной колонке HP-Innowax 30m $\times$ 0,32mm $\times$ 0,5 $\mu$ m: повышение температуры колонки в термостате со 100°C до 260 °C со скоростью 10 °C/мин; температура инжектора 250 °C, детектора 300°C; поток водорода из генератора – 35 см<sup>3</sup>/мин; поток азота – 20 см<sup>3</sup>/мин; деление потока 1:100; время анализа 30 мин; ввод 1 мкл пробы [17]. Для расчета содержания изомеров использовали автоматическую базу поиска и идентификации данных хроматомасс-спектрометрии NIST08 MS Library с вероятностью соотнесения пиков более 65%.

В работе использовали фиброузную пленку производства Viscofan (Испания) специи – измельченные мускатный орех *Myristica*, семена кардамона *Elettaria cardamomum* и реактивы: KCl, KOH, NaCl, CH<sub>3</sub>OH, глюкозу, аскорбиновую кислоту производства Serva (ФРГ); гексан фирмы Fluka (Швейцария); нитритную соль с содержанием 0,6% NaNO<sub>2</sub> и 99,4% NaCl производства Akzo Nobel Salt A/S (Дания), стандартные растворы смеси метиловых эфиров C<sub>4</sub>–C<sub>24</sub> жирных кислот в метаноле № 47885U Supelco (США).

### **ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Хроматомасс-спектрометрический анализ использованных ароматизаторов показал, что состав исходного запаха муската по химическим компонентам, влияющим на вкусо-ароматическую гамму продукта можно представить (мг%): 3-cyclohexene-1-methanol, alpha, alpha-4-trimethyl acetate 1.52; alpha, alpha-4-trimethyl-3-cyclohexene-1-methanol acetate 9.15; 5-(2-propenyl)-1,3-benzodioxole 0.53; 5-(2-prope-

nyl)-1,3-benzodioxole 5.66; 4-(trimethyl)-1H-pyrazole 0.61; 2-methyl-2,4-dimethoxybutane 3.70; 3,3,6-trimethyl-1,4-heptadien-6-ol 7.00; methyl-2,4-dimethoxybutane 5.93; 4-[1,3]dioxolan-2-yl-3,4-dimethyl-cyclohex-2-enone 0.49; dehydroacetic acid 10.32; N,N-diethyl-p-nitroaniline 0.15; d,l-trans-4-methyl-5-methoxy-1-(1-methoxy-1-isopropyl)-cyclohex-3-ene 0.03; 1,5-hexadiene, 3-chloropropane 0.20; 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-naphthalene 1.48; 1,3-benzodioxole-4-methoxy-6-(2-propenyl)-pentamethylbenzoic acid 17.91; 1,2-dimethoxy-4-(2-methoxy-1-propenyl)benzene 11.78; bicyclo[5.1.0]octane 0.05; 8-(1-methylethylidene)-naphthalene 0.19; hexanoic acid, 4-methylpentyl-ester-furan 0.04; picolinyl 9c,11t,13t-octadecatrienoate 0.07; furane-2-carboxylic acid, 5-[4-(1,1-dimethylethyl)phenoxymethyl]-1,2-benzenediol 0.48; furane-2-carboxylic acid, 5-(1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-2-aminoresorcinol 0.40; 1,2,4a,5,8,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-naphthalene 1.31, 1,2,3-trimethoxy-5-(2-propenyl)-benzene 0.11, hexobarbital 0.35; 1,3-dithiacyclohexane 0.03; alantolactone 0.14; 3-methoxy-N-phenyl-2-prope-namide 0.11; 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-naphthalene 0.28, N-(4,6,7,8-tetrahydro-3,13-dimethoxy-4-oxo-heptale-no(1,2-f)(1,3) benzodioxol-6-yl)acetamide 0.75; 6,6-dimethoxy-octanoic acid, methyl ester 0.22; methyl tetradecanoate 4.31, 1-(1-chloro-2,3-dimethylcyclopropyl)-3,3-dimethyl-1-butyne 0.04, N-(2-iodo-4-methylphenyl)-2,2,3,3,3-pentafluoro-2-[5-(4-chloro-3-nitrophenyl)-propanamide 3.26 1,8-dioxa-cyclohexadecane-2,10-dion 0.12; 3-hexadecanone 0.02; 4,7,7-trimethyl-5-(tetra-hydropyran-2-yloxy)-bicyclo [2.2.1]heptan-2-on 0.07; epiglobulol 0.06; 2-[(5-chloropentyl)oxy] tetrahydro-2H-pyran 0.04; 2-oxo-1-oxaspiro[4,5] decane-4-carbonitrile 0.15; p-(2-methylallyl)phenol 0.05; linalool 0.30; o-methoxybenzonitrile 0.03; 1-methyl-3-ethyladamantane 0.04; 7-hexadecanoic acid, methyl ester 0.06; hexadecanoic acid, methyl ester 0.65; 4-(dimethoxymethyl)-cyclohexene 0.06; 4-methylene-1-(1-methylethyl)-cyclohexene 0.04; 1-dimethylamino-2-hydroxy-cyclobutene-3,4-dione 0.04; 5-aminoindazole 0.03; N-chloro-succinimide 0.02; 8,8-dimethoxy-2,6-dimethyl-2-octanol 0.08; 2-ethyltetrahydro-thiophene 0.03; 2-[2-[2-(2-methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethyl acetate 0.04; phenylacetic acid, 2-adamantyl ester 0.02; 5-butyl-2-pyridinecarboxylic acid 0.02; 1,2,15,16-diepoxyhexadecane 0.02; 9-octadecanoic acid (Z)-, methyl ester 0.90; octadecanoic acid, methyl ester 0.29; hexadecanamide 0.03; acetic acid, 2,4-diacetoxy-3-methyl-1-(trityloxymethyl)pentyl ester 0.05; Z-2-octadecen-1-ol 0.06; 9-octadecenal 0.03; 4-oxo-6-(1-piperidyl)-hexanoic acid 0.47; 7-nonenamide 0.03; hexadecanoic ac-

id, 2-hydroxy-, methyl ester 0.06; 9-octadecenal 0.76; 2-heptadecanol 0.25; 7,11-hexadecadienal 0.05; tridecyl-oxirane 0.03; 18-pentatriacontanone 0.12; 2,13-octadecadien-1-ol 0.03; octadecanal 0.51; 1-methyl-cyclopentanol 0.14.

Химический состав компонентов запаха второй использованной пряности – черного перца, которая применялась в рецептуре мясной продукции, можно представить (мг%): 9-octadecene 0.01; 3-undecen-1-yne 0.01; (+)-4-carene 2.64; 1,2,6,6-tetramethyl-1,3-cyclohexadiene 0.01; 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-cyclohexene 0.02; alpha-phellandrene 0.05; 1S-alpha-pinene 0.03; 1-methyl-4-(1-methylethyl)-benzene 0.68; limonene 0.27; tetrahydro-2,2-dimethyl-5-(1-methyl-1-propenyl)-furan 0.01; 4-ethenyl-1,5,5-trimethyl-cyclopentene 0.01; 3-carene 1.47; alpha-fenchyl-methylether 0.29; 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-cyclohexene 1.72; 2-methylisoborneol 0.06; 3,7,7-trimethyl-bicyclo[4.1.0]hept-2-ene 0.65; 2,7-dimethyl-1,3,7-octatriene 0.24; 1-methyl-4-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol 0.03; 2,6-dimethyl-2,4,6-octatriene 0.09; camphene 0.03; ocimene 0.55; N-methyl-N-hexadecyl-ethylamine 1.23; 1,1-dimethyl-2-(3-methyl-1,3-butadienyl)-cyclopropane 0.03; biperiden 0.02; N-methyl-1H-purin-6-amine 0.19; 3-methoxy-3-methyl-1-pentene 0.08; 2-(6-heptynyl)-1,3-dioxolane 0.05; alpha, alpha-4-trimethyl-3-cyclohexene-1-methanol acetate 1.01; 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-cyclohexanol 0.84; 2-methylene-5-(1-methylethyl)-cyclohexanone 0.18; 3,5-bis-1-dimethylethyl-4-hydroxy-2,4-cyclohexadien-1-one 0.04; octahydro-spiro[1,3-dioxolane-2,1'(4H)-naphthalen]-4'-one 0.02; caryophyllene 0.06; 2-undecanone 0.01; 7-amino-3-ethyl-4(3H)-quinazolinone 0.07; 4-aminoresorcinol 0.07; 2,3-dimethyl-3-buten-2-ol 0.05; 1-methyl-4-(1-methylethyl)-1,3-cyclohexadiene 0.57; 7-methoxy-3,7-dimethyl-octanal 1.16; d,l-trans-4-methyl-5-methoxy-1-(1-methoxy-1-isopropyl) cyclohex-3-ene 0.68; 1-chloro-3-iodo-cycloheptane 0.28; tricyclo[7.2.0.0(3,8)] undec-4-ene 3.34; 4-dimethylaminopyridin-2-amine 0.42; 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)naphthalene 2.10; 1S,2S,5R-1,4,4-trimethyl-tricyclo[6.3.1.0(2,5)] dodec-8(9)-ene 0.05; 1,2,4,8-tetramethyl bicyclo[6.3.0]undeca-2,4-diene 0.36; 6-ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-(1-methylethylidene)-cyclohexene 0.18; 1,2,3,6,7,7a-hexahydro-2,2,4,7a -tetramethyl-1,3a-ethano-3aH-indene 1.39; 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-naphthalene 0.14; 1-ethyl-1-phenyl-hydrazine 0.65; 1,2,4a,5,8,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-naphthalene 2.11; 3,5-dimethyl-benzenemethanol 0.10; 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-naphthalene 0.85; copaene 0.08; alpha-calacorene 0.10;

2,6,10-trimethyl-3-oxo-12-(tetra-hydropyran-2-yloxy)-dodeca-6,10-dien 0.12; decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethyl)-naphthalene 0.33; cholestan-22(26)-isoepoxy-3-beta-ol 1.60; 6,6-di-methyl-10-methylene-1-oxa-spiro[4.5] decane 0.56; 4-aminoresorcinol 9.20; 2,4,6-pyrimidinetriamine 5.90; 1,2,4a,5,8,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-naphthalene 2.61; 6-ethyl-2-phenyl-indolizine 2.82; N-(4-methoxyphenyl)-2,2-dimethyl-propanamide 0.83; 2,3,4,7,8,8a--hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-1H-3a,7-methanoazulene 0.97; guaia-3,9-diene 0.50; 1,2,3,4,4a,7-hexahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-naphthalene 0.50; 1,5,5-trimethyl-6-methylene-cyclo-hexene 0.15; himachala-2,4-diene 0.38; 3,7,7-trimethyl-bicyclo[4.1.0]hept-3-ene 1.03; 1-(1-chloro-2,3-dimethylcyclopropyl)-3,3-dimethyl-1-butyne 3.06; 4-(1,2-dimethylcyclopent-2-enyl)-butan-2-one 0.37; decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-1H-cycloprop[e]azulene 0.21; 1,1a,5,6,7,8-hexahydro-4a,8,8-trimethyl-cyclopropa[d]naphthalen-2(4aH)-one 0.16; 1-ethyl-cyclohexanol 0.38; 11-methylene-2,4-dimethyl-3-azatricyclo[5.3.1.0(4,9)]undec-2-ene 0.48; decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-1H-cycloprop[e]azulene 1.05; 3,3-dimethyl-2-(3-methyl-1-butenyl)-cyclohexanemethanol 0.20; 1S,2S,5R-1,4,4-trimethyltricyclo[6.3.1.0(2,5)] dodec-8(9)-ene 0.36; 7-hexadecenoic acid, methyl ester 0.15; hexadecanoic acid, methyl ester 1.15; 2,3-epoxygeranyl acetate 0.01; 5-methyl-nonane 0.15; undec-2-enyl ester valeric acid 0.04; 6,6-dimethoxyoctanoic acid, methyl ester 0.04; 2-[[[(5-alpha,17-beta)-androstan-17-yl]oxy]tetrahydro-2H-pyran 0.07; 1,13-tetradecadiene 0.03; 9-octadecenoic acid (Z)-, methyl ester 2.35; octadecanoic acid, methyl ester 0.47; octadecanedioic acid 0.04; palmitic acid vinyl ester 0.42; 7,11-hexadecadienal 0.38; 2-dodecylcyclobutanone 5.65; 9-octadecenamamide, (Z)- 0.05; 5-amino-1H-tetrazole-1-ethanol 0.07; 9-octadecenal, (Z)- 9.14; 3-methoxymethoxy-2,3-dimethylundec-1-ene 4.45; methyl-10-trans,12-cis-octadecadienoate 0.16; decanoic acid, cyclohexyl ester 3.68; 2-nonylcyclopropaneundecanal 2.26; decyl sulfide 0.45; 1-hexadecyne 4.79; 2-methyl-hexadecanal 1.60; 4-methyl-heptadecane 0.24.

Найденные выше химические вещества, во многом определяют вкусо-аромат пищевой продукции, в составе которой использованы данные ароматизаторы. Однако, биохимические превращения продукта в ходе технологических операций приводят к частичной трансформации большинства компонентов запаха специй, а также к практически полному исчезновению некоторых из них. Этот процесс протекает параллельно с развитием гидролитических процессов распада компонентов животного

го сырья [20–22].

В табл. 1 описаны основные вещества, которые образовались в результате обработки продукции бактериальными культурами. Из представленных данных видно, что практически во всех вариантах продуктов имеется достаточно отличный от других состав химических компонентов вкусо-аромата, что собственно и предопределяет возможность получения пищевых продуктов с оригинальными характеристиками.

Можно было бы ожидать, что вещества пряностей будут составлять основной букет вкуса продукции на основе животного сырья. Однако, как видно из табл.1, исходные смеси и приготовление из них путем ускоренного ферментирования продукты с внесенными культурами обладают достаточно не совпадающим составом основных веществ, определяющих конкретный аромат конкретного продукта.

Из перечня веществ, представленных в табл. 1, видно, что некоторые вещества или их производные, характерные для органолептических компонентов муската и черного перца, применяемых в рецептуре, присутствуют в конечном продукте, однако пул веществ, который в конечном итоге формируется под действием стартовых культур и технологических операций, в итоге оказывается практически неповторимым.

Результат воздействия как *Lactobacillus plantarum* и *Staphylococcus carnosus*, так и *Lactobacillus plantarum* с *Micrococcus varians* привел к существенному сокращению количества химических веществ, проявившихся в составе вкусо-аромата обработанных бактериальными культурами продукта по сравнению с традиционной выдержкой. То есть можно утверждать, что ускоренная биобработка животного сырья для получения мясных продуктов не способствует формированию более «тонкого и богатого» аромата пищевой продукции.

Были выявлены основные вещества, образующиеся в животном сырье под воздействием смесей культур *Lactobacillus plantarum* с *Staphylococcus carnosus* и *Lactobacillus plantarum* с *Micrococcus varians* с уровнем содержания более 0,1 мкг/кг. Основные «компоненты вкуса» всех ферментированных продуктов по сравнению с контролем даны в табл. 2.

Состав представленных ароматизирующих компонентов в основном включает вещества липидов – производных C<sub>8</sub>–C<sub>24</sub> жирных кислот. Суммарно, аромат в данном случае, определяется в основном комбинацией повторяющихся во всех образцах базовых веществ,

**Таблица 1**

**Состав ароматизирующих компонентов образцов животного сырья подвергнутого обработке под воздействием культур *Lactobacillus plantarum* с *Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus plantarum* с *Micrococcus varians*, мкг/кг**

**Table 1**

**Composition of fragrances of animal raw material treated by *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus carnosus*; *Lactobacillus plantarum* and *Micrococcus varians*, mcg/kg**

**Исходная смесь компонентов животного сырья без добавления стартовых культур**

4-ethylbenzamide 3.89; methoxy-phenyl-oxime 1.79; D,L-valine 0.59; 4-(1,1-dimethylethyl)-benzenemethanol 1.50; 4-ethylbenzoic acid, undecyl ester 4.10; 2-methyl-2-propenoic acid 0.82; 2-ethylacridine 2.46; 2-methyl-2-pentenal 2.31; ornithine 5.37; bicyclo[4.1.0]heptan-3-ol 2.92; 2-methylcyclopentanone 1.52; 3-methyl-phenol 3.95; 2,3,5-trimethyl-1,4-benzenediol 0.89; 11,11-dimethylbicyclo[8.2.0]dodecane 1.37; 4-(2-aminophenylthio)-5-methyltetrahydrofuran-2-one 4.15; 3-methoxy-2,4,6-trimethyl-benzenamine 0.42; 8-azahypoxanthine 1.94; 6-methyl-2-propyl-4(1H)-pyrimidinone 0.58; triacontane 1.58; 11-(1-ethylpropyl)-heneicosane 4.01; tetradecanoic acid, ethyl ester 2.92; azacyclotridecan-2-one 0.54; 2-nonadecanone 1.36; 14-methyl-pentadecanoic acid, methyl ester 2.71; hexadecanoic acid, ethyl ester 7.08; 1-acetoxynonadecane 2.58; 2-nonadecanone 1.44; octadecanoic acid, methyl ester 1.07; trans-13-octadecenoic acid 5.88; octanamide 3.98; 2,3-2H-4-methyl-imidazole-2-one 0.92; 9-octadecenamamide 1.50; 4-[p-chlorobenzyl]-1-methylpiperidine 0.67; 2-[4-(2-hydroxyethylamino)-2-quinazoliny]-phenol 0.33; 4-iodo-N-(4-pyridinylmethyl)-1H-pyrazole-1-acetamide 0.39; 3-[1-[4-[1-(2-cyanoethoxy)cyclohexyl]buta-1,3-dienyl]cyclohexyloxy]-propionitrile 0.17; 3-(4-methylphenyl)-1-phenyl-2-propen-1-one 0.36; 2-nitrobenzyl bromide 0.13; 3-(2-methoxy-5-methylphenyl)propionic acid 0.12; 1-(3,4-methylenedioxyphenyl)-2-propanone-2-oxime 0.22; acridine-9-carbaldehyde 0.22; propanamide 0.13; 3-heptyn-1-ol 0.11; 2-amino-4-hydroxy-6,7-dibenzylpteridine 0.55; 1,2-bis(1-methyl-3,6-diazahomoadamantantylidene-9)hydrazine 0.24; 6,8,9-trichloro-1,4-dioxo-spiro[4.4]non-8-en-7-ol 0.15; 3,5-dibromo-4-pyridinol 0.10; 4-(4-methyl-1-piperidyl)-5-spiro-cyclohexane-furan-2(5H)-one 0.25; 6-methoxy-N-(4-methylbenzylideno)-benzothiazol-2-amine 0.40; N-(3-chlorophenyl)maleimide 0.27; 2-(adamantan-1-yl)-N-adamantan-1-ylethyl)-acetamide 0.23; alpha-methylene-benzeneacetic acid 0.26; 1-methylcholanthrene 0.15; (Z)-2-methoxymethoxy-4'-methyl-stilbene 0.33; paroxetine 0.09; diethyl[1-ethyl-2-(trimethylstannyl)-1-propenyl]-borane 0.23; 4-(2-hydroxyethylamino)-1-oxo-2-phenyl-1,2-dihydrophthalazine 0.21; 3,6-dimethoxy-9-(2-phenylethynyl)-fluoren-9-ol 0.27; N-[2-(acetyloxy)-2-[4-(acetyloxy)-3-methoxyphenyl]ethyl]-acetamide 0.15; N-(aminocarbonyl)-2-ethyl-2-butenamide 0.25; 4-iodo-N-(phenylmethyl)-1H-pyrazole-1-acetamide 0.33; 2-methyl-6-(5-methyl-2-thiazolin-2-ylamino)pyridine; 2-chloro-4-trifluoromethyl-benzamide 0.58; n-hexadecylsuccinic anhydride 0.07; 2,3-dihydroxy-6-nitroquinoxaline 0.20; 4-dehydroxy-N-(4,5-methylenedioxy-2-nitrobenzylidene)tyramine 0.06; carbamic acid, methyl ester 0.39; 4-butyloxy-2-hydroxybenzamidine 0.10; 1,2-bis(trimethylsilyl)benzene 0.20; 1-octadecanamamide 0.50; 6,7-dimethoxy-3-[2-(2-methoxyphenyl)-2-oxoethyl]-1(3H)-isobenzofuranone 0.11; 3-amino-2-phenazolin 0.04; 5-[(acetyloxy)methyl]-3a,4,6a,7,9,10,10a,10b-octahydro-3a,10a-dihydroxy-2,10-dimethyl-benz[e]azulene-3,8-dione 0.09; 3-alpha,12-beta-dihydroxy-bisnor-5,7-cholenic acid 0.06; bromobenzene 0.09; N-methyl-anthranilic acid, butyl ester 0.10; dodecahydropyrido[1,2-b]isoquinolin-6-one 0.26; chlorthiophos 0.13; 2-(3,3-dimethyl-but-1-ynyl)-1,1-dimethyl-3-methylene-cyclopropane 0.16; 9-[3-(dimethylamino)propyl]-9-borabicyclo[3.3.1]nonane 0.28; 4-phenyl-pyrido[2,3-d]pyrimidine 0.31; 2-amino-1-piperidin-1-yl-propan-1-one 0.07; 3-(dimethylamino)-1-(2-furyl)prop-2-en-1-one 0.30; 1-ethynylcyclopentanol 0.13; 5-(1H-benzoimidazol-2-ylmethylene)-1,3-diethyl-2-thioxo-dihydropyrimidine-4,6-dione 0.11; 4-(3-hydroxy-2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)pent-3-en-2-one 0.13; 4-acetyl-1-(2-furfuryl)-3-hydroxy-5-(4-nitrophenyl)-pyrrol-2(5H)-one 0.11; guaifenesin di-tms derivative 0.20; 1-[1-(2-fluorenyl)ethylidene]semicarbazide 0.11; (1-ethoxyethenyl)-benzene 0.12; 4-phenyl-pyrido[2,3-d]pyrimidine 0.26; 2,2'-bipyridine 0.03; methylene-propanedinitrile 0.15; nonadecylamine 0.31; 2-ethyl-4,5-diphenyl-oxazole 0.24; cis-2,3,4-trimethoxy-beta-methyl-beta-nitrostyrene 0.14; 4-allyl-3-(3-furyl)-1H-1,2,4-triazole-5(4H)-thione 0.24; 3,5-dibromo-4-pyridinol 0.40; N-methyl-1-adamantaneacetamide 0.17; 2-amino-4-hydroxy-6,7-dibenzylpteridine 0.05; 6,7,8,9-tetrahydro-3-(2-pyridyl)-pirimido[4,5-b]benzothiophen-1(2H)-one 0.05; 4-phenyl-3,4-dihydro-soquinoline 0.11; 2-methyl-5-(4-morpholinyl)-cyclohexa-2,5-diene-1,4-dione 0.15; 2-tert-butylamino-6-chloro-4-cyclohexylamino-1,3,5-triazine 0.05; 5-acetamido-4,7-dioxo-4,7-

## Вкусо-ароматические компоненты пищевых рецептур...

dihydrobenzofurazan 0.11; 2,4,6-trifluoronitrobenzene 0.13; 1-piperonyl-3-sulfamoyl-1,2,4-triazole 0.22; 2-amino-3-cyano-5-aldoximinopyrazine-1-oxide 0.08; 3-chloro-2,3-dihydroximino-propanenitrile 0.11; 2,4'-bipyridine 0.15; atomoxetine 0.10; 1,1,2,2,3,3-hexamethyltrigermane 0.04; 4-methoxymethylbenzamide 0.04; 2-allylaminomethylene-5,5-dimethyl-cyclohexane-1,3-dione 0.01; 1,5-dibromo-hexane 0.02; 5-acetylsalicylamide 0.08; 4-bromo-2,3,5,6-tetrafluorobenzonitrile 0.43; 2-(4-chloro-phenyl)-8,8-dimethyl-9-dihydro-7H-pyrazolo[1,5-a]quinazolin-6-one 0.26; 3-phenyl-2-propenoic acid 0.13; 2-(3,4-dimethoxyphenyl)-3,7-dimethoxy-4H-1-benzopyran-4-one 0.19; N-octyl-N-sec-butyl-3-(2-hydroxy-3,4-dimethyl-phenyl)-3-phenyl-propionamide 0.04; nonylamine 0.08; propanedinitrile 0.10; 6-bromo-4-phenylquinazoline-2-carbaldehyde oxime 0.1; N-(2-phenylbenzimidazol-6-yl)-acetamide 0.16; 2-butyl-4,5,6,7-tetrahydro-1H-isoindole-1,3(2H)-dione 0.16; 2,3-dihydro-7-hydroxy-2,2-dimethyl-4H-1-benzopyran-4-one 0.02; 3-phenyl-1,2,4-thiadiazol-5-amine 0.08; 4-[(2-hydroxy-5-nitrophenyl)methylenamino]-benzophenone 0.19; (2-bromo-3-methylphenyl)diphenylphosphine 0.01; benzo[1,2,5]oxadiazol-5-ylamine 0.13; 4-amino-2-nitro-phenol 0.13; paroxetine 0.14; N1-[4-(trifluoromethoxy)phenyl]-2-chloroacetamide 0.27; 2-bromo-N-methyl-2-propen-1-amine 0.10; 4-acetamido-N,N-dimethyl-3-nitrobenzamide 0.32; N-methyl-1-adamantaneacetamide 0.12; dyphylline 0.15; 2-(dimethylamino)-1,3-dimethyltetrahydro-1,3,2-diazaphosphole-2-oxid 0.27; 1,2,5a,6,7,8-hexahydro-6,6-dimethyl-cyclopenta[c]pentalen-3(3aH)-one 0.25; alpha-D-glucopyranoside 0.24; 1-octadecanamine 0.14; 2,2-dibutyl-1,2-selenagermolane 0.13; 2-(methylamino)-ethanol 0.09.

### Продукт, обработанный культурами *Lactobacillus plantarum* и *Staphylococcus carnosus*

2-methoxy-phenol 5.29; methoxy-phenyl-oxime 0.37; malic acid 0.20; 2-methoxy-4-methyl-phenol 1.02; hexadecane 0.60; 1-bromodocosane 0.10; tetradecane 0.54; 1-methyl-4-(1-methylethyl)-1,3-cyclohexadiene 0.62; 2,6-dimethoxy-phenol 1.03; 4-methoxy-3-(methoxymethyl)-phenol 0.78; heneicosane 0.95; 7-hexyl-tridecane 1.63; 6-methyl-tridecane 0.93; 5-methoxy-4-methyl-1-heptene 0.20; hentriacontane 1.19; hexadecane 0.88; 3,6-dimethyl-undecane 0.32; ethyl tridecanoate 1.99; 5-hydroxy-2-methyl-3-hexenoic acid 0.07; propyl-2-ethylhexanoate 0.57; 9-hydroxy-2-nonanone 0.21; n-propyl-9-tetradecenoate 1.82; hexadecanoic acid, methyl ester 0.92; hexadecanoic acid, ethyl ester 21.41; 3,5-dinitro-benzonitrile 0.05; decanoic acid, methyl ester 0.23; 1-hexadecanol 2.21; eicosane 0.21; ethyl oleate 28.25; heptadecanoic acid, ethyl ester 2.14; octadecanoic acid, ethyl ester 8.96; octahydro-2-methylene-4,7-methano-1H-indene 0.20; nonadecane 0.83; octahydro-4a,5-dimethyl-3-(1-methylethyl)-2(1H)-naphthalenone 1.04.

### Продукт, обработанный культурами *Lactobacillus plantarum* и *Micrococcus varians*

2-methoxy-phenol 6.41; 6-ethoxy-pyridin-2-amine 0.33; 2-methoxy-4-methyl-phenol 3.33; D,L-arabinose 0.27; 1-iodo-tridecane 0.57; 4-ethyl-2-methoxy-phenol 1.42; 3-methyl-5-propyl-nonane 0.28; (+)-4-carene 0.54; 2,6-dimethoxy-phenol 0.98; 4-aminobutanoic acid 0.21; 4-methoxy-2-methyl-1-(methylthio)benzene 0.65; heptadecane 1.07; octadecane 8.18; 5,5-dimethyl-3-(3-methyl-oxiran-2-yl)-cyclohex-2-enone 0.19; N-cyclohexyl-3-nitro-4-pyridinamine 0.60; 3,5-dichloro-2,6-dimethyl-4-pyridyl ester 0.12; 2-bromo dodecane 1.08; docosane 0.71; nonanoic acid, ethyl ester 1.95; 2-methyl-propanamide 0.4; 2,4,6,8-tetramethyl-13-tetradecenoic acid 0.5; 2-dodecanone 0.4; heneicosane 0.89; methyl hexadec-9-enoate 2.02; hexadecanoic acid, ethyl ester 19.26; 2-(p-tolyl)ethylamine 0.08; 9-eicosene 2.62; 2-methyl-decane 0.27; ethyl oleate 28.53; octadecanoic acid, ethyl ester 16.08; 5-acetoxypentadecane 2.10; 2,2-dimethyl-5-methylene-bicyclo[2.2.1]heptane 0.23; Z-7-hexadecenoic acid 1.12; eicosane 1.00; 3,3-dimethyl-2-(phenylselenyl)butanoic acid, 2-methylbutyl ester 0.88.

### Продукт, полученный по обычной технологии без стартовых культур (контроль)

2-methoxy-phenol 3.61; 2-methoxy-4-methyl-phenol 0.91; tetradecane 0.41; 4-ethyl-2-methoxy-phenol 0.72; 4-amino-5-imidazole carboxamide 0.20; hentriacontane 0.35; (+)-4-carene 0.53; 2,6-dimethoxy-phenol 1.00; 2-methoxy-5-nitro-benzenamine 1.15; hexadecane 0.3; octadecane 1.12; N-acetyl-dl-serine,

methyl ester 0.44; 3-chloro-1,2-propanediol 0.07; 4-phenyl-pyrimidine 0.01; eicosane 0.67; octacosane 0.56; 3,6-dimethyl-undecane 0.18; tetradecanoic acid, ethyl ester 1.45; N-allyl-oxalic acid, monoamide 0.39; 2-pentadecanone 0.36; octacosane 0.62; E-11-hexadecenoic acid 1.79; hexadecanoic acid 0.12; cyclohexadecane 2.35; 2-methyl-decanoic acid 0.19; eicosane 0.12; 9-octadecenoic acid 30.69; octadecanoic acid 17.85; 15-hydroxypentadecanoic acid 2.84; Z,Z,Z-1,4,6,9-nonadecatetraene 0.22; 1-cyclohexylnonene 0.81; octadecane 0.70; N-ethyl-ethanamine 0.21; 13-octadecenal 1.56; 3-(dimethylamino)-2-propenoic acid, methyl ester 0.74; 3,7-dimethyl-2-octen-1-ol 0.15; benzo(a)pyrene-6-methanol 0.07; 17-hydroxy-pregna-1,4-diene-3,20-dione 0.07; 4-methoxy-6-morpholin-4-yl-[1,3,5]triazine-2-carboxylic acid amide 0.10; methyl 3-diethylphosphonoacrylate 0.10; 6-(2-formylhydrazino)-N,N'-bis(isopropyl)-1,3,5-triazine-2,4-diamine 0.13; benzothiophene-3-carboxylic acid 0.10; 3-hydroxy-4-methoxybenzyl alcohol 0.03; 1,1'-binaphthalene 0.05; 2-hydroxy-1H-isoindole-1,3(2H)-dione 0.06; 1-azido-2-nitro-benzene 0.08; 1-adamantanecarboxanilide 0.10; 11,12-dihydroxyseychellane 0.07; 1',2'-epoxyhexobarbital 0.04; 2-methylaminomethyl-1,3-dioxolane 0.12; 2-acetylamino-3-(4-ethoxy-phenyl)-acrylic acid 0.10; 4-phenyl-3,4-dihydroisoquinoline 0.08; N-methyl-1-adamantaneacetamide 0.12; 1-acetyl-4-[1-piperidyl]-2-butynone 0.05; 2-(benzylideneamino)fluorene 0.04; 2-nitro-benzaldehyde 0.11; N-(2'-acetyl-4',5'-dimethoxyphenyl)-4-methoxy-benzamide 0.05; 3,4-dimethyl-N-(4-methylthiobenzylidene)-benzenamine 0.09; hexahydropyridine 0.06; 1H-pyrazolobisthiolium 0.13; 2-hexadecyl-2,3-dihydro-1H-indene 0.09; 4-[N-methylpiperazino]-5-nitro veratrole 0.05; 7-chloroquinoline-2,4-dicarboxylic acid 0.08; 2-acetylamino-3-(4-ethoxy-phenyl)-acrylic acid 0.08; 3,5-dibromo-4-pyridinol 0.12; 3-O-methyl-D-glucose 0.07; 8-hydro-thiazolo[3,2-a]pyridinium 0.05; p,p'-dibromodiphenyl trichloroethane 0.09; 6-chloro-2-phenethyl-4-phenylquinoline 0.08; 1-amino-2-(hydroxymethyl)anthraquinone 0.2; 3-(4-aminophenyl)-2-phenyl-acrylic acid, methyl ester 0.03; benzo[b]thiophene-4-acetic acid 0.08; 2-isopropylidenehydrazono-3-methyl-4-chloro-2,3-dihydrobenzothiazole 0.10; N-(diphenylethenylidene)-methanamine 0.05; 1,2,4-Oxadiazole-5-carboxamide 0.05; pentachloro-pyridine 0.07; propanamide 0.03; N-methyl-4-pyridinecarboxamide 0.13; 4-acetamido-2-methylphenol 0.07; 6-chloro-3-ethoxycarbonyl-2-methyl-4-phenylquinoline 0.07; 4-methylthiophene-3-sulfonamide 0.04; 2,2-diphenylpropionitrile 0.08; 1-(5-bromo-4-nitro-2-thienyl)ethan-1-one 0.08.

**Таблица 2**

**Важнейшие ароматизирующие вещества продуктов обработки бактериальными культурами, мг/кг: I – изделие с *Lactobacillus plantarum* и *Staphylococcus carnosus*, II – изделие с культурами *Lactobacillus plantarum* и *Micrococcus varians*, III – контроль без культур\***

**Table 2**

**Major fragrances of bacteria treated products, mg/kg: product treated by *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus carnosus* (I), product treated by *Lactobacillus plantarum* and *Micrococcus varians* (II), control without bacteria (III)**

Характеристическое время пика, мин	Наименование ароматизирующего вещества	I	II	III
4,117	3-phenyl-1H-quinolin-2-one	–	–	0,12
4,175	1-ethyl-2-phenyl-1H-indole	–	0,51	–
4,631	Decanoic acid, methyl ester	0,06	0,32	0,26
4,683	Nonanoic acid, methyl ester	0,41	1,33	1,53
6,006	Dodecanoic acid, methyl ester	0,57	1,64	1,89
7,215	Methyl tetradecanoate	7,78	6,57	7,89
7,729	Pentadecanoic acid, methyl ester	0,48	–	–
8,149	9-hexadecenoic acid	–	–	3,21
8,175	Methyl hexadec-9-enoate	9,42	5,49	–
8,274	Hexadecanoic acid, methyl ester	13,47	19,53	12,19
8,689	Methyl cis-10-Heptadecenoate	2,32	–	–
8,772	Heptadecanoic acid, methyl ester	3,35	–	–
9,150	Methyl (Z)-9-Octadecenoate	26,00	18,96	14,79
9,669	Methyl cis-10-Nonadecenoate	1,13	4,69	0,4
9,918	5,8,11,14-Eicosatetraenoic acid	2,81	–	–
9,970	cis-5,8,11-Eicosatrienoic acid	1,65	–	–
9,981	Octadecanoic acid, methyl ester	–	–	0,36



**Вкусо-ароматические компоненты пищевых рецептур...**

10,027	Octadec-9-en-1-al dimethyl acetal	–	–	2,70
10,053	Z-6,17-octadecadien-1-ol acetate	–	2,48	–
10,074	2-octyl-cyclopropaneoctanoic acid	–	–	4,0
10,079	Methyl cis-13-eicosenoate	12,04	–	–
10,136	Eicosanoic acid	1,85	–	5,8
10,147	3,7,11-trimethyl-2,6,10-dodecatrien-1-ol	–	–	0,46
10,173	2,4-dinitro-5-fluoroaniline	–	0,72	–
10,235	Arachidonic acid	–	6,65	–
10,250	Methyl 7,10,13-Eicosatrienoate	–	–	3,89
10,276	1,9-cyclohexadecadiene	–	3,17	–
10,282	5-nonadecen-1-ol	–	–	10,46
10,307	11-hexadecen-1-ol, acetate	–	6,66	–
10,411	6-octadecenoic acid, methyl ester	–	–	1,16
10,416	Methyl 18-methylnonadecanoate	–	3,35	–
10,697	Methyl 8,11,14,17-eicosatetraenoat	0,61	0,4	3,73
10,774	9-octadecenal	4,46	–	–
10,832	Ethyl 5,8,11,14,17-icosapentaenoat	–	4,11	7,23
10,847	Palmitoyl chloride	1,87	0,15	0,19
10,883	2,3-dihydroxypropyl elaidate	–	–	8,27
10,889	1-cyclohexylnonene	–	6,67	–
10,925	Docosanoic acid	0,27	0,56	0,82
10,951	D-gulopyranoside	–	2,59	2,99
11,791	10-nonadecenoic acid, methyl ester	–	–	0,32
11,885	Tetracosanoic acid, methyl ester	–	–	0,17
15,382	Cholesterol	0,10	0,41	0,63
20,296	1-docosene	0,11	–	–
20,301	Octacosyl acetate	–	0,21	–
20,306	13-tetradecen-1-ol acetate	–	–	0,24

\* «–» – не выявлено с уровнем содержания менее 0,01 мкг/кг.

прежде всего, производных жирных кислот – декановой, гексадекановой, 9-октадеценной, пальмитиновой, докозановой, 8,11,14,17-эйкозатетраеновой, цис-10-нондеценной, нонановой, додекановой, тетрадекановой, производных холестерина и минорных примесей остальных компонентов вкусо-ароматических веществ, перечисленных в табл. 1 и 2. Формирование вкусо-ароматической гаммы происходит за счет использованных специй и, в значительной степени, за счет энзиматической активности микробных культур, расщепляющих составные части мясного сырья в органические вещества, обладающие характерным привкусом.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, целенаправленное использование микробных культур *Lactobacillus plantarum* с *Staphylococcus carnosus* и *Lactobacillus plantarum* с *Micrococcus varians*, позволяет корректировать вкусо-ароматическую гамму мясной продукции, что является основой производства оригинальных пищевых продуктов. Представленные результаты исследований составов химических компонентов вкусо-ароматических характеристик

пищевой продукции показали, что вкус и аромат пищевой продукции на основе мясного сырья определяется большим количеством органических соединений, комбинация которых определяет оригинальный вкус конкретного продукта. Определены условия влияния бактериальных культур на состав летучих компонентов, образующихся в результате обработки смесей пищевого назначения в сравнении с ароматизирующими компонентами специй. Показано, что основными вкусо-ароматическими веществами сырокопченой мясной продукции являются: 1-этил-2-фенил-1H-индол, метиловые эфиры докозановой, нонановой, додекановой, тетрадекановой, пентадекановой, 9-гексадеценной, гексадекановой, цис-10-гептадекановой, гептадекановой, цис-9-октадеценной, цис-10-нондеценной, цис-5,8,11,14-эйкозатетраеновой, цис-5,8,11-эйкозатриеновой, 6-октадеценной, 10-нондеценной, цис-13-эйкозеновой, эйкозановой, арахиноновой, 7,10,13-эйкозатриеновой, 18-метилнонадекановой, 8,11,14,17-эйкозатетраеновой, цис-5,8,11,14,17-эйкозапентаеновой, докозановой кислот, 3,7,11-триметил-2,6,10-додекатриен-1-ол, 2,4-динитро-5-фторанилин, 1,9-циклогексадекадиен, 11-гексаден-1-ола

ацетат, 9-октадеценаль, пальмитоила хлорид, 1-циклогексилнонен, D-галопиранозид, холестерол, октакозила ацетат и 13-тетрадецен-1-

ол ацетат, массовая доля которых в сумме веществ аромата продукта составляет от 0,1 до 26%.

**Благодарность:** Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект №15-16-00008).

**Acknowledgement:**

This work was supported by the Russian Science Foundation, project no. 15-16-00008.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Doty R.L. Sense of Smell. In: Encyclopedia of Human Behavior / Ed. V.S. Ramachandran. NY: Elsevier Inc, 2012. P. 366–372.
2. Грень А.И., Высоцкая Л.Е., Михайлова Т.В. Химия вкуса и запаха мясных продуктов. Киев: Наукова Думка, 1985.
3. Ханхалаева И.А., Хамаганова И.В. Влияние стартовых культур на формирование вкуса и аромата сырокопченых колбас // Мясная индустрия. 2008. N 3. С. 53–55.
4. Watkins P.J., Kearney G., Rose G., Allen D., Ball A.J., Pethick D.W., Warner R.D. Effect of branched-chain fatty acids, 3-methylindole and 4-methylphenol on consumer sensory scores of grilled lamb meat. // Meat Science. 2014. V.96. № 2. P. 1088–1094.
5. De Wijk R.A., Kooijman V., Verhoeven R.H.G, Holthuysen N.T.E., de Graaf C. Autonomic nervous system responses on and facial expressions to the sight, smell, and taste of liked and disliked foods // Food Quality and Preference. 2012. V. 26, N 2. P. 196–203.
6. Zhang W., Xiao S., Samaraweera H., Lee E.J., Ahn D. U. Improving functional value of meat products. // Meat Science . 2010. V. 86, N 1. P. 15–31.
7. Weiss J., Gibis M., Schuh V., Salminen H. Advances in ingredient and processing systems // Meat Science. 2010. V.86, N 1. P. 196–213.
8. Cardello A.V., Wise P.M. Taste, smell and chemesthesis in product experience // Product Experience. 2008. N 1. P. 91–131.
9. Stahnke L.H., Sunesen L.O., Smedt A.D. Sensory characteristics of European, dried, fermented sausages and the correlation to volatile profile // In Proceedings of the 13<sup>th</sup> Forum for Applied Biotechnology. 22–23 September 1999: Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, 1999. P. 559–566.
10. Mateo J., Zumalacárregui J.M. Volatile compounds in chorizo and their changes during ripening // Meat Science. 1996. V. 44, N 2. P. 255–273.
11. Sunesen L.O., Dorigoni V., Zanardi E., Stahnke L.H. Volatile compounds released during ripening in Italian dried sausage. // Meat Science. 2001. V. 58, N 1. P. 93–97.
12. Vandekerckhove P., Demeyer D. Compounds determining pH in dry sausage // Fleischwirtsch. 1975. V. 55. P. 680–682.
13. Casaburi A., Aristoy M.C., Cavella S., Di Monaco R., Ercolini D., Toldra F. Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages // Meat Science. 2007. V.76, N 3. P. 295–307.
14. Fadeev G.N., Boldyrev V.S., Sinkevich V.V. Sonochemical transformations of chelate and clathrate structures in a low-frequency acoustic field // Doklady Physical Chemistry. 2015. V. 462, N 2. P. 119–123.
15. Ivankin A. N., Kulikovskii A.V., Vostrikova N.L., Chernuha I. M. Cis and trans conformational changes of bacterial fatty acids in comparison with analogs of animal and vegetable origin // Applied Biochemistry and Microbiology. 2014. V. 50, N. 6. P. 668–674.
16. Gianelli M.P., Salazar V. Mohika L. Volatile compounds of traditional meat products [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scielo.br>.
17. Лисицын А.Б., Иванкин А.Н., Неклюдов А.Д. Методы практической биотехнологии. М: ВНИИМП, 2002. С. 120.
18. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Общая технология мяса и мясopодуKтов. М.: Колос, 2000. 367 с.
19. Рогатин А.И., Семенова А.А., Насонова В.В., Куликовский А.В., Вострикова Н.Л., Иванкин А.Н. Формирование сырокопченной колбасы под влиянием стартовых культур // Теория и практика переработки мяса. Все о мясе. 2014. N 1. С. 24–26.
20. Zakharov A.N., Zefirov N.S. Catalytic behavior of copper (II) chelate complexes sterically held in zeolite large cavities and fixed on its outer surface by a topological anchor // Russian Journal of General Chemistry. 2009. V. 79, N 12. P. 2563–2573.
21. Neklyudov A.D., Ivankin A.N., Berdutina A.V. Preparation and purification of protein hydrolysates // Applied Biochemistry and Microbiology. 2000. V. 36, N 5. P. 452–459.
22. Neklyudov A.D., Ivankin A.N. Proteolytic activity of a fermental complex of a pancreas // Applied Biochemistry and Microbiology. 2002. V. 38, N 5. P. 399–409.

**REFERENCES**

1. Doty R.L. Sense of Smell. In: *Encyclopedia of Human Behavior*. Ed. V.S. Ramachandran. NY: Elsevier Inc., 2012, pp. 366–372.
2. Gren' A.I., Vysotskaya L.E., Mikhailova T.V. *Khimiya vkusa i zapakha myasnykh produktov* [Chemistry and tasteless meat products]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1985. (in Russian).
3. Khankhalaeva I.A., Khamaganova I.V. Effect of starter cultures on the formation of taste and flavor smoked sausage. *Myasnaya industriya* [Meat Industry]. 2008, no. 3, pp. 53–55 (in Russian).
4. Watkins P.J., Kearney G., Rose G., Allen D., Ball A.J., Pethick D.W., Warner R.D. Effect of branched-chain fatty acids, 3-methylindole and 4-methylphenol on consumer sensory scores of grilled lamb meat. *Meat Science*. 2014, vol. 96, no. 2, pp. 1088–1094.
5. De Wijk R.A., Kooijman V., Verhoeven R.H.G, Holthuysen N.T.E., de Graaf C. Autonomic nervous system responses on and facial expressions to the sight, smell, and taste of liked and disliked foods. *Food Quality and Preference*. 2012, vol. 26, no. 2, pp. 196–203.
6. Zhang W., Xiao S., Samaraweera H., Lee E.J., Ahn D. U. Improving functional value of meat products. *Meat Science*. 2010, vol. 86, no. 1, pp. 15–31.
7. Weiss J., Gibis M., Schuh V., Salminen H. Advances in ingredient and processing systems. *Meat Science*. 2010, vol. 86, no. 1, pp. 196–213.
8. Cardello A.V., Wise P.M. Taste, smell and chemesthesis in product experience. *Product Experience*. 2008, no. 1, pp. 91–131.
9. Stahnke L.H., Sunesen L.O., Smedt A.D. Sensory characteristics of European, dried, fermented sausages and the correlation to volatile profile. Proc. 13th Forum for Applied Biotechnology. Mededelingen Faculteit Landbou-wkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, 1999, pp. 559–566.
10. Mateo J., Zumalacárregui J.M. Volatile compounds in chorizo and their changes during ripening. *Meat Science*. 1996, vol. 44, no. 2, pp. 255–273.
11. Sunesen L.O., Dorigoni V., Zanardi E., Stahnke L.H. Volatile compounds released during ripening in Italian dried sausage. *Meat Science*. 2001, vol. 58, no. 1, pp. 93–97.
12. Vandekerckhove P., Demeyer D. Compounds determining pH in dry sausage. *Fleischwirtsch.* 1975, vol. 55, pp. 680–682.
13. Casaburi A., Aristoy M.C., Cavella S., Di Monaco R., Ercolini D., Toldra F. Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages. *Meat Science*. 2007, vol. 76, no. 3, pp. 295–307.
14. Fadeev G.N., Boldyrev V.S., Sinkevich V.V. Sonochemical transformations of chelate and clathrate structures in a low-frequency acoustic field. *Doklady Physical Chemistry*. 2015, vol. 462, no. 2, pp. 119–123.
15. Ivankin A.N., Kulikovskii A.V., Vostrikova N.L., Chernuha I.M. Cis and trans conformational changes of bacterial fatty acids in comparison with analogs of animal and vegetable origin. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2014, vol. 50, no. 6, pp. 668–674.
16. Gianelli M.P., Salazar V. Mohika L. Volatile compounds of traditional meat products. Available at: <http://www.scielo.br>.
17. Lisitsyn A.B., Ivankin A.N., Neklyudov A.D. *Metody prakticheskoi biotekhnologii* [Methods of practical biotechnology]. Moscow, VNIIMP Publ., 2002, pp. 120–126. (in Russian)
18. Rogov I.A., Zabashta A.G., Kazyulin G.P. *Obshchaya tekhnologiya myasa i myasoproduktov* [General technology of meat and meat products]. Moscow, Kolos Publ., 2000, 367 p.
19. Rogatin A.I., Semenova A.A., Nasonova V.V., Kulikovskii A.V., Vostrikova N.L., Ivankin A.N. Formation of raw sausage under the influence of starter cultures. *Teoriya i praktika pere-rabotki myasa. Vse o myase* [Theory and practice of meat processing. All of the meat]. 2014, no. 1, pp. 24–26. (in Russian)
20. Zakharov A.N., Zefirov N.S. Catalytic behavior of copper chelate complexes sterically held in zeolite large cavities and fixed on its outer surface by a topological anchor. *Russian Journal of General Chemistry*. 2009, vol. 79, no. 12, pp. 2563–2573.
21. Neklyudov A.D., Ivankin A.N., Berdutina A.V. Preparation and purification of protein hydrolysates. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2000, vol. 36, no. 5, pp. 452–459.
22. Neklyudov A.D., Ivankin A.N. Proteolytic activity of a fermental complex of a pancreas. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2002, vol. 38, no. 5, pp. 399–409.

**Критерии авторства**

Иванкин А.Н., Фадеев Г.Н., Болдырев В.С., Прошина О.П., Куликовский А.В., Семенова

**Contribution**

Ivankin A.N., Fadeev G.N., Boldyrev V.S., Proshina O.P., Kulikovskii A.V., Semenova

А.А., Насонова В.В. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Иванкин А.Н., Фадеев Г.Н., Болдырев В.С., Прошина О.П., Куликовский А.В., Семенова А.А., Насонова В.В. имеют на статью равные авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ** **Принадлежность к организации**

##### **Андрей Н. Иванкин**

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
Д.х.н., профессор кафедры химии  
aivankin@inbox.ru

##### **Герман Н. Фадеев**

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
Д.п.н., профессор кафедры химии  
gerfad@mail.ru

##### **Вениамин С. Болдырев**

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
К.т.н., доцент кафедры химии  
veniamin\_bk@mail.ru

##### **Ольга П. Прошина**

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
К.т.н, доцент кафедры химии  
proshina@mgul.ac.ru

##### **Андрей В. Куликовский**

Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова  
К.т.н., вед. научный сотрудник  
kulikovsky@lenta.ru

##### **Анастасия А. Семенова**

Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова  
Д.т.н., профессор  
semmm@mail.ru

##### **Виктория В. Насонова**

A.A., Nasonova V.V. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Ivankin A.N., Fadeev G.N., Boldyrev V.S., Proshina O.P., Kulikovskii A.V., Semenova A.A., Nasonova V.V. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

#### **Conflict of interests**

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

#### **AUTHORS' INDEX** **Affiliations**

##### **Andrew N. Ivankin**

Bauman Moscow State Technical University  
Doctor of Chemistry, Professor  
Chemistry Department  
aivankin@inbox.ru

##### **German N. Fadeev**

Bauman Moscow State Technical University  
Doctor of Chemistry, Professor  
Chemistry Department  
gerfad@mail.ru

##### **Veniamin S. Boldyrev**

Bauman Moscow State Technical University  
Ph.D. (Engineering), Associate Professor  
Chemistry Department  
veniamin\_bk@mail.ru

##### **Olga P. Proshina**

Bauman Moscow State Technical University  
Ph.D. (Engineering), Associate Professor  
Chemistry Department  
proshina@mgul.ac.ru

##### **Andrei V. Kulikovskii**

The V.M. Gorbatov All Russian Meat Research Institute  
Ph.D. (Engineering), Lead scientist  
Department of Chromatography  
kulikovsky@lenta.ru

##### **Anastasia A. Semenova**

The V.M. Gorbatov All Russian Meat Research Institute  
Doctor of Engineering, Professor  
Department of Chromatography  
semmm@mail.ru

##### **Viktoria V. Nasonova**

---

---

***Вкусо-ароматические компоненты пищевых рецептур...***

---

---

Всероссийский научно-исследовательский  
институт мясной промышленности  
им. В.М. Горбатова,  
К.т.н., вед. научный сотрудник  
vvnas@mail.ru

The V.M. Gorbатов All Russian Meat Research  
Institute  
Ph.D. (Engineering), Scientist  
Department of Chromatography  
vvnas@mail.ru

***Поступила 07.10.2016***

***Received 07.10.2016***