

УДК 637.54: 581.3

UDC 637.54: 581.3

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**ИССЛЕДОВАНИЕ АРОМАТОБРАЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРОДУКТОВ УБОЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

**STUDY OF AROMATIC SUBSTANCES OF SLAUGHTER PRODUCTS OF BROILER CHICKENS**

Глотова Ирина Анатольевна  
д.т.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код=5093-3368 Author ID=134511  
Scopus ID=55996327600  
[glotova-irina@yandex.ru](mailto:glotova-irina@yandex.ru)

Glotova Irina Anatolyevna  
Dr.Sci.Tech., Associate Professor  
RSCI SPIN code=5093-3368 Author ID=134511  
Scopus ID=55996327600  
[glotova-irina@yandex.ru](mailto:glotova-irina@yandex.ru)

Литовкин Артём Николаевич  
аспирант  
РИНЦ SPIN-код=3991-9594 Author ID=801925  
[litovkin1990@mail.ru](mailto:litovkin1990@mail.ru)  
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Воронеж, Россия*

Litovkin Artem Nikolaevich  
Graduate student  
RSCI SPIN code=3991-9594 Author ID=801925  
[litovkin1990@mail.ru](mailto:litovkin1990@mail.ru)  
*Voronezh State Agrarian University n.a. Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia*

Кучменко Татьяна Анатольевна  
д.х.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код=4328-8250 Author ID=56695  
Scopus ID=6603357362  
[tak@vgta.vrn.ru](mailto:tak@vgta.vrn.ru)

Kuchmenko Tatyana Anatolyevna  
Dr.Sci.Chem., Professor  
RSCI SPIN code=4328-8250 Author ID=56695  
Scopus ID=6603357362  
[tak@vgta.vrn.ru](mailto:tak@vgta.vrn.ru)

Умарханов Руслан Умарханович  
инженер  
РИНЦ SPIN-код=8734-2838 Author ID=686996

Umarkhanov Ruslan Umarhanovich  
engineer  
RSCI SPIN code=8734-2838 Author ID=686996

Куцова Алла Егоровна  
К.т.н., ведущий инженер  
Author ID=612883  
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, Россия*

Kutsova Alla Egorovna  
Cand. Sci.Tech., lead engineer  
Author ID=612883  
*Voronezh State University of Engineering Technologies Voronezh, Russia*

Артёмов Евгений Сергеевич  
Старший преподаватель  
РИНЦ SPIN-код=5896-1623 Author ID=617749  
[evgeartemov@yandex.ru](mailto:evgeartemov@yandex.ru)  
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Воронеж, Россия*

Artemov Evgeny Sergeevich  
Senior lecturer  
RSCI SPIN code=5896-1623 Author ID=617749  
[evgeartemov@yandex.ru](mailto:evgeartemov@yandex.ru)  
*Voronezh State Agrarian University n.a. Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia*

Для сравнительной оценки ароматобразующих веществ основных и вторичных продуктов убоя цыплят-бройлеров использовали многоканальный анализатор газов «МАГ-8» и методологию «электронный нос». Объектами исследования служили головы и ноги цыплят-бройлеров кросса «РОСС-308», подвергнутые термовлажностной обработке для разрушения нативной структуры тканей при 0,24 МПа. В качестве контрольной пробы при оценке состава равновесной газовой фазы над головами и ногами цыплят-бройлеров использовали мясо цыплят-бройлеров, полученное при разделке тушки, при естественном соотношении костной и мышечной

For comparative evaluation of aroma-forming substances of primary and secondary products of slaughter broilers, we used the multi-channel gas analyzer "MAG-8" and the methodology "an electronic nose". The objects of study served as the heads and feet of chickens-broilers of cross "ROSS-308", subjected to hydrothermal treatment for the destruction of native tissue structure at 0,24 MPa. As a control sample when assessing the composition of the equilibrium gas phase above the heads and feet of broiler chickens used poultry, meat, broiler chickens, obtained by cutting of carcasses, with the natural ratio of bone and muscle tissue. The identi-

тканей. Идентификацию легколетучих компонентов равновесной газовой фазы над пробами проводили по следующим классам органических соединений в соответствии с номерами сенсоров в матрице: 1 – гидрофильные соединения, вода; 2 – спирты, кетоны; 3 – кислоты, вода, легкие спирты; 4 – сложные эфиры; 5 – серосодержащие соединения, эфиры; 6 – фенольные и другие ароматические соединения; 7 – спирты, азотсодержащие соединения, вода; 8 – кислоты. Анализ показывает, что контрольная и опытные пробы не имеют значимых различий по ароматическим соединениям, кетонам и серосодержащим соединениям. Группа сравнения «контроль – ноги» также не имеет значимых различий по группам соединений: кетоны, спирты, эфиры; азотсодержащие соединения. Наибольшие различия зафиксированы для пробы «ноги цыплят-бройлеров», причем по содержанию влаги и азотсодержащих соединений этот образец превосходит и головы, и основное сырье при переработке цыплят-бройлеров. Результаты показывают, что баротермически обработанные головы цыплят-бройлеров могут быть использованы для получения эмульгированных белково-жировых продуктов типа паштетных масс, соответствующих традиционным продуктам из мяса птицы по сенсорометрическому профилю аромата, без дополнительного использования пищевых добавок. Для формирования соответствующего эталону аромата пищевых продуктов с использованием ног цыплят-бройлеров или продуктов их переработки необходима коррекция запаха с использованием соответствующих комплементарных ингредиентов

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОННЫЙ НОС, ВИЗУАЛЬНЫЕ ОТПЕЧАТКИ, ЦЫПЛЯТА-БРОЙЛЕРЫ, ГОЛОВЫ, НОГИ, ТЕРМОВЛАГООБРАБОТКА, АРОМАТОБРАЗУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА  
Doi: 10.21515/1990-4665-121-046

fication of volatile components of the equilibrium gas phase above the samples was carried out according to the following classes of organic compounds in accordance with the numbers of sensors in the matrix: 1 – hydrophilic compounds, water; 2 – alcohols, ketones; 3 – acid, water, light alcohols; 4 – ester; 5 – sulfur-containing compounds, esters; 6 – phenol, and other aromatic compounds; 7 – alcohols, nitrogen compounds, water; 8 – acid. The analysis shows that control and experimental samples do not have significant differences in the aromatic-skim compounds, ketones and sulfur-containing compounds. The comparison group of "control – leg" also has no significant differences according to the groups of compounds: ketones, alcohols, esters; nitrogen-containing compounds. The largest differences recorded for the sample "legs broiler chickens", and the moisture content and nitrogen-containing compounds, this sample is superior and head, and the main raw material in the processing of broiler chickens. The results show that heads of broiler chickens, thermo-processed under pressure can be used to realize emulsified protein-fat products of the type Pasternak masses corresponding to the traditional products of poultry meat for sensorimatics the aroma profile without the use of food additives. For the formation of the corresponding standard of the flavor of food products using the legs of broiler chickens or their products it is necessary to correct the smell using the appropriate complementary ingredients

Keywords: ELECTRONIC NOSE, VISUAL PRINTS, BROILER CHICKENS, HEADS, FEET, HYDROTHERMAL TREATMENT, AROMA-FORMING SUBSTANCES

При переработке продукции животноводства актуальной проблемой является рациональное использование малоценных побочных продуктов и отходов при традиционной организации технологических процессов [10]. В связи с высокими темпами роста производства и промышленной переработки продукции птицеводства необходимо обоснование систем поддержки принятия решения для организации рационального использования продуктов убоя птицы, содержащих белки упроченной структуры [3, 5, 9]. К ним относятся головы и ноги цыплят-бройлеров. При наличии данных об общем химическом, фракционном и аминокислотном составе белков, жиров, минеральных веществ этих вторичных ресурсов [1, 2], в литературе <http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/46.pdf>

отсутствуют сведения о количественном и качественном составе веществ, формирующих такой важный потребительский показатель продуктов переработки птицы, как аромат.

О значении этого показателя для успешной конкуренции на товарном рынке производителей продуктов питания свидетельствует объём рынка усилителей вкуса и аромата, с одной стороны, и с другой – рост сектора «зелёной биотехнологии» и спроса на натуральные продукты, подвергнутые минимальному технологическому воздействию, которые могут быть отнесены к функциональным за счёт естественного соотношения компонентов в их рецептурно-компонентном составе [4, 10, 11].

Отсутствие объективных данных об аромате голов и ног цыплят-бройлеров затрудняет обоснованное принятие решений о целесообразных направлениях промышленной переработки голов и ног цыплят-бройлеров, наряду с необходимостью выбора технологически и экономически эффективных способов предварительной обработки такого сырья с целью коррекции показателей пищевой и биологической ценности его нативных форм.

Цель работы – сравнительная оценка ароматобразующих веществ подвергнутых термовлагообработке основных и вторичных продуктов убоя цыплят-бройлеров с использованием методологии «электронный нос».

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследования служили головы и ноги цыплят-бройлеров кросса «РОСС-308», подвергнутые термовлажностной обработке для разрушения нативной структуры тканей при 0,24 МПа. В качестве контрольной пробы при оценке состава равновесной газовой фазы над головами и ногами цыплят-бройлеров использовали мясо цыплят-бройлеров, полученное при разделке тушки, при естественном соотношении костной и мышечной тканей, при аналогичной термообработке.

*Методика проведения эксперимента.* Изучение запаха проведено в НИЛ на лабораторном (экспериментальном) анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «электронный нос» (производство ООО «Сенсорные технологии», Воронеж).

В качестве измерительного массива применены 8 сенсоров на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ-типа (генерация объемных акустических волн) с базовой частотой колебаний 10,0 МГц с разнохарактерными пленочными сорбентами на электродах [6, 7, 8]. Для стабилизации покрытий для нехроматографических фаз применена подложка из углеродных нанотрубок (УНТ). Покрытия массива «Fresh» выбраны в соответствии с задачей испытаний с учетом возможной эмиссии из проб разных органических соединений. Данные о селективности пленочных покрытий электродов сенсоров к различным классам органических соединений представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Пленочные покрытия электродов сенсоров

Номер сенсора	Наименование сорбента	Селективность к классам органических соединений
1	Поливинилпирролидон (ПВП)	Гидрофильные соединения, вода
2	Полиэтиленгликоль (ПЭГ-2000)	Спирты, кетоны
3	Дициклогексан-18-6, краун-эфир, (ДЦГ18К6/УНТ)	Кислоты, вода, легкие спирты
4	Динонилфталат фталат (ДНФ)	Сложные эфиры
5	Тритон X-100 (ТХ-100)	Серосодержащие соединения, эфиры
6	Триоктилфосфиноксид (ТОФО/УНТ)	Фенольные и другие ароматические соединения
7	Полидиэтиленгликоль сукцинат (ПДЭГС)	Спирты, азотсодержащие соединения, вода
8	Твин 40 (Тw40)	Кислоты

*Подготовка проб к анализу:* Средние пробы каждого образца объемом 100 см<sup>3</sup> помещали в стерильный стеклянный пробоотборник, выдерживали при температуре (25±1) °С в герметичном сосуде с полимерной мягкой мембраной. Индивидуальным шприцем отбирали 2 см<sup>3</sup> равновес-

ной газовой фазы, не затрагивая образец, и вводили в ячейку детектирования (методика head space). Температура воздуха в лаборатории 26 °С, фон - до 10 Гц·с. В качестве проб для проверки правильности измерения, полноты регенерации системы и реакции сенсоров применяли лабораторный воздух после длительной вентиляции.

*Режим измерения:* Время измерения одной пробы составляло 120 с, режим фиксирования откликов сенсоров – равномерный с шагом 1 с, оптимальный алгоритм представления откликов сенсоров – по максимальным откликам отдельных сенсоров.

*Суммарный аналитический сигнал* формировали с применением интегрального алгоритма обработки сигналов восьми сенсоров в виде «визуального отпечатка». Для установления общего состава запаха проб применяли полные «визуальные отпечатки» максимумов (наибольшие отклики восьми сенсоров).

В качестве критериев для оценки различия в запахе анализируемых проб выбраны:

*качественная характеристика* – форма «визуального отпечатка» с характерными распределениями по осям откликов, определяется набором соединений в равновесной газовой фазе (РГФ);

*количественные характеристики* – 1)  $S_{\Sigma}$ , Гц·с – суммарная площадь полного «визуального отпечатка» – оценивает общую интенсивность аромата, пропорциональна концентрации легколетучих веществ, в том числе воды – построенного по всем сигналам всех сенсоров за полное время измерения; 2) максимальные сигналы сенсоров с наиболее активной или специфической пленками сорбентов  $\Delta F_i$ , Гц – для оценки содержания отдельных классов органических соединений в РГФ методом нормировки [6, 7].

*«Визуальные отпечатки» максимумов* – построены по максимальным откликам сенсоров в РГФ образцов за время измерения (не более 1

мин). Они позволяют установить сходство и различие состава легколетучей фракции запаха над анализируемыми образцами [8].

Отклики сенсоров зафиксированы, обработаны и сопоставлены в программном обеспечении анализатора «MAG Soft».

**Результаты и обсуждение.** Для установления содержания примесей легколетучих соединений в равновесной газовой фазе над образцами всех видов исследуемых образцов, сравнивались величины откликов всех выбранных сенсоров в массиве и величины количественного интегрального сигнала «электронного носа» - площади «визуального отпечатка» максимумов откликов (табл. 2).

*Таблица 2-* Средние отклики сенсоров (Гц) и площади «визуального отпечатка» сигналов сенсоров в РФФ над пробами

Номер пробы, наименование образца	ПВП	ПЭГ-2000	18К6	ДНФ	ТХ-100	ТОФО	ПДЭГС	Tw40	S <sub>Σ</sub> , Гцс
1. Контроль	55	7	13	8	22	8	34	13	835
2. Ноги	58	3	11	4	20	5	31	11	553
3. Головы	42	5	9	4	15	5	23	10	421

Минимальное содержание всех легколетучих соединений зафиксировано в равновесной газовой фазе над куриными головами, прошедшими термовлажностную обработку, максимальное – над контрольной пробой. Различия для групп сравнения составляют: «проба 1 – проба 2» – 34 % (по массе адсорбированных сенсорами микропримесей); «проба 1 – проба 3» – 50 %; «проба 2 – проба 3» – 24 %.

По откликам отдельных сенсоров установлено, что в равновесной газовой фазе над образцами содержатся гидрофильные соединения (полярные легколетучие) и вода, в то же время выявлены различия в содержании кетон (ацетон, метилэтилкетон), спиртов (C4-C5), сложных эфиров, возможно, алкилацетатов. Следует отметить, что спирты (C1-C3) не различимы на фоне этилового спирта.

Графическая интерпретация изменения общего содержания легколетучих компонентов в РГФ над пробами представлена на рис. 1 и 2.

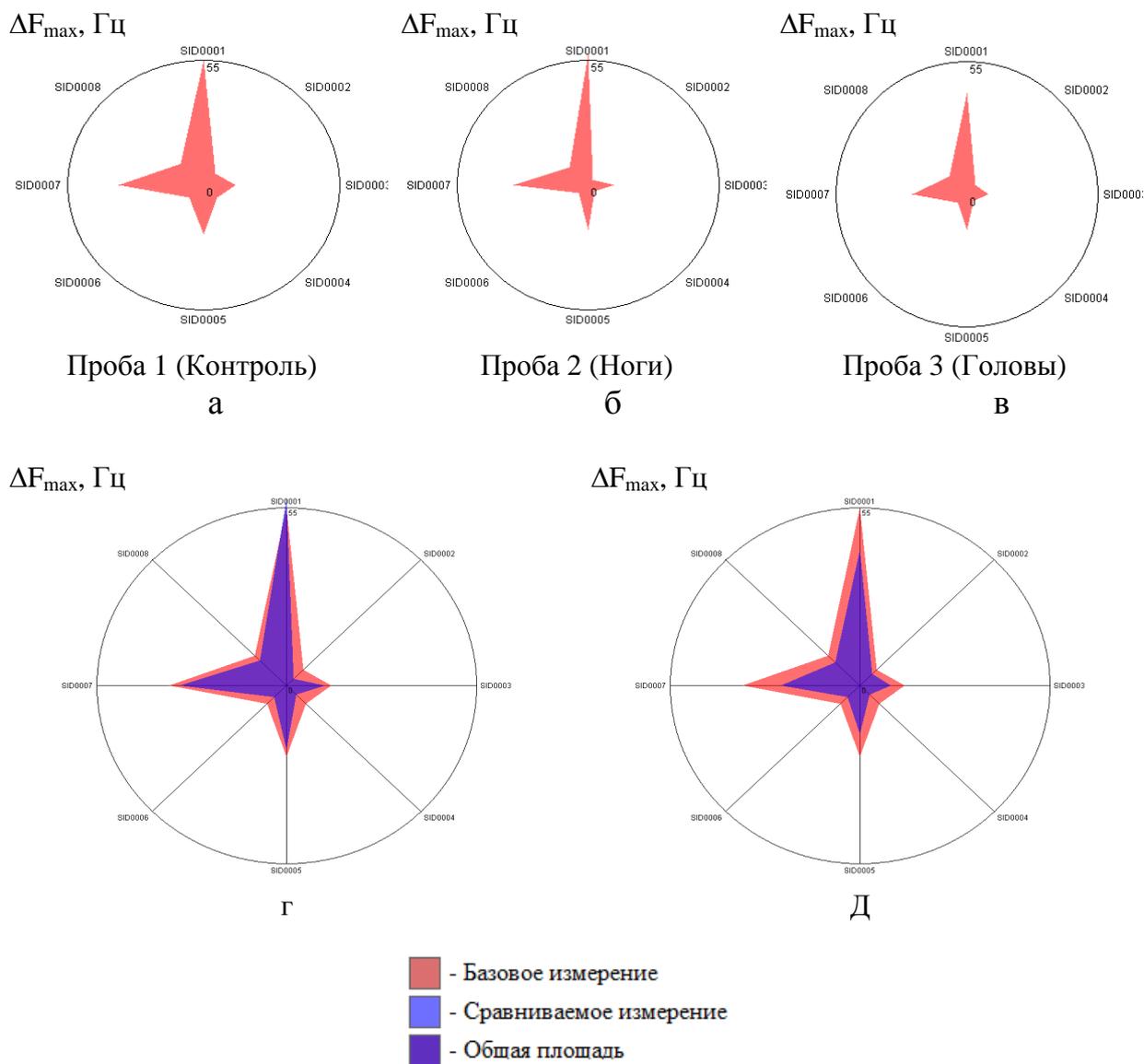


Рис. 1 – «Визуальные отпечатки» максимальных сигналов сенсоров в РГФ над пробами (а-в) и результаты сравнения их между собой (г – «контроль – ноги»; д – «контроль – головы»). По осям указаны номера сенсоров в матрице, по вертикали – максимальные отклики сенсоров (Гц)

Различия оценивали по общему содержанию легколетучих соединений в равновесной газовой фазе над образцами, отражающему как концентрацию, так и природу компонентов, определяемую сродством к пленке

сорбента. Так как наибольший сигнал характерен для сенсора-гигрометра, селективного ко многим классам полярных легких органических соединений (сенсор 1), то для оценки содержания других классов соединений из матрицы откликов был исключен сигнал сенсора 1. Результаты сравнения состава равновесной газовой фазы представлены на рис. 2.

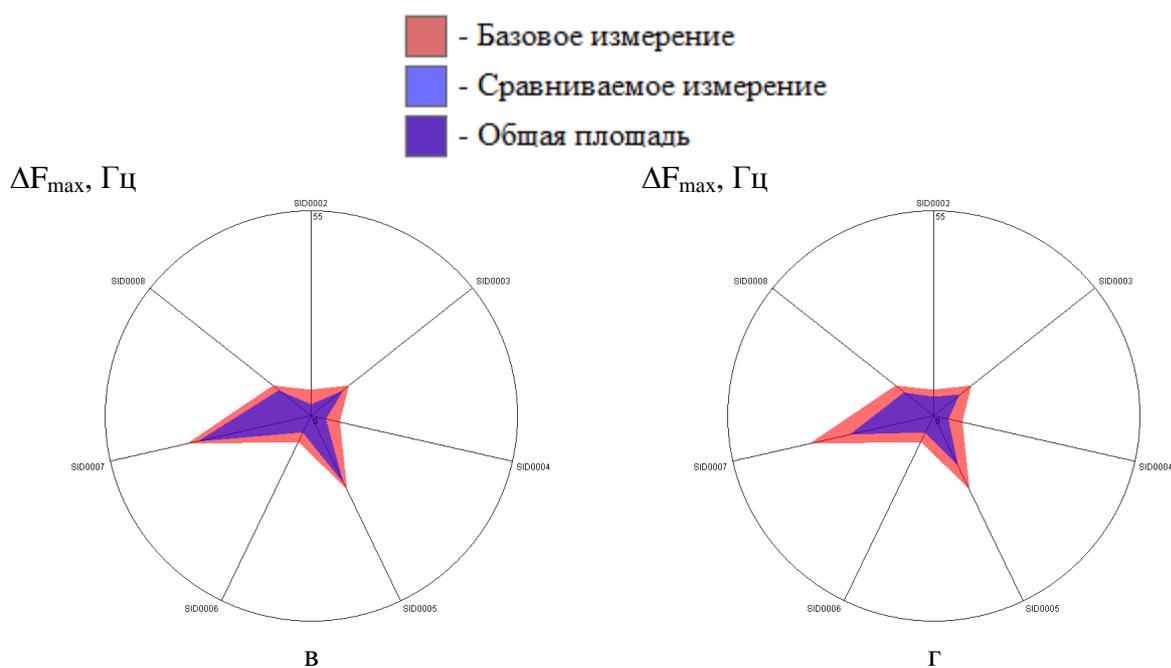


Рис. 2 – «Визуальные отпечатки» максимальных сигналов сенсоров в РФФ над пробами без откликов наиболее чувствительного универсального сенсора и результаты сопоставления со стандартом (а – «контроль – ноги»; б – «контроль – головы»). По осям указаны номера сенсоров в матрице, по вертикали – максимальные отклики сенсоров (Гц)

При близкой геометрии общего сигнала сенсоров (рис. 1) установлены отличия по показаниям отдельных сенсоров между образцами. Имеются довольно существенные различия в площадях диаграммы максимумов базового (проба 1 – контроль) и сравниваемых измерений (проба 2 – ноги; проба 3 - головы), при этом относительная разность площадей составляет 33,71 и 49,56 % соответственно.

Изменения в количественном составе РГФ над пробой по относительному содержанию основных классов легколетучих соединений позволяет оценить метод нормировки. Установлено (табл. 3), что по содержанию основных классов органических соединений образцы отличаются друг от друга, в большей степени идентичны между собой пробы 1 и 3.

Таблица 3 - Относительное содержание компонентов в пробах, % масс.

Номер пробы	Влага, другие полярные	Летучие кислоты	Азотсодержащие	Сложные эфиры	Кетоны, спирты, эфиры	Кетоны, серосодержащие	Ароматич. соед.
1 (Контроль)	34,4	8,1	21,3	5,0	4,4	13,8	5,0
2 (Ноги)	40,6*	7,7*	25,7*	2,8*	2,1*	14,0	3,5
3 (Головы)	37,2*	8,6*	20,4	3,5*	4,4	13,3	4,4

\* – значимые отличия содержания определенных классов соединений относительно контрольной пробы

Форма «визуального отпечатка» сигналов сенсоров отражает состав РГФ над исследуемыми образцами. Проследить изменения в качественном составе РГФ над пробами позволяет параметр  $A_{i/j}$ , показывающий постоянство соотношения концентраций отдельных классов легколетучих соединений в РГФ. По соотношению  $A$  абсолютных сигналов сенсоров с пленкой ПДЭГС (азотсодержащие органические соединения, вода) и с универсальной пленкой ПВП (ПДЭГС/ПВП) можно оценить долю азотсодержащих соединений среди других полярных соединений и воды. Аналогично оценивали долю кислот (Тw с 18К6/ПВП), сложных эфиров по отношению к спиртам, кетонам (ДНФ/ПЭГ2000), долю кетонов, серосодержащих соединений относительно полярных (ТХ-100/ ПВП) и азотсодержащих (ТХ-100/ ПДЭГС), специфические соединения аромата, в том числе специи (ТОФО/ПВП) установлены некоторые особенности изменения состава анализируемых проб. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Соотношение сигналов x сенсоров в матрице для тестируемых проб ( $A_{ij} \pm 0,02$ )

Пробы	Показатель стабильности аромата (i/j)					
	ТХ-100/ ПДЭГС	ТХ-100/ ПВП	ПДЭГ С/ ПВП	Тw с 18К6/ПВП	ДНФ/ ПЭГ2000	ТОФО/ ПВП
1 (Контроль)	0,38	0,40	0,62	0,47	1,1	0,15
2 (Ноги)	0,36	0,34*	0,53*	0,38*	1,2	0,09*
3 (Головы)	0,43	0,36	0,55*	0,48	0,8	0,12

\* – значимые отличия содержания определенных классов соединений относительно контрольной пробы

В случае группы сравнения «контроль - головы» значимые отличия зафиксированы только для группы азотосодержащих соединений. Противоположная картина наблюдается для группы сравнения «контроль – ноги». Незначимые отличия содержания определённых классов соединений относительно контрольной пробы зафиксированы для доли серусодержащих соединений относительно азотосодержащих, а также для сложных эфиров по отношению к спиртам, кетонам.

**Выводы.** При обосновании направлений использования голов и ног цыплят-бройлеров в производстве продуктов питания важным этапом является идентификация и количественная оценка ароматобразующих веществ в их составе.

Анализ показывает, что контрольная и опытные пробы не имеют значимых различий по ароматическим соединениям, кетонам и серусодержащим соединениям. Группа сравнения «контроль – ноги» также не имеет значимых различий по следующим группам соединений: кетоны, спирты, эфиры; азотсодержащие соединения. Наибольшие различия с контрольным образцом зафиксированы для пробы «ноги цыплят-бройлеров», причем по содержанию влаги и азотсодержащих соединений этот образец превосходит и головы, и контрольный образец (основное сырье при переработке птицы).

Результаты показывают, что головы цыплят-бройлеров, подвергнутые гидротермической обработке под избыточным давлением, могут быть использованы для получения эмульгированных белково-жировых продуктов, в частности, паштетных масс, соответствующих продуктам из мяса птицы по сенсорометрическому профилю аромата, без дополнительного использования пищевых добавок.

Технология формирования потребительских свойств эмульгированных продуктов с использованием ног цыплят-бройлеров или продуктов их глубокой переработки с получением белковых препаратов должна предусматривать подбор соответствующих комплиментарных ингредиентов, предназначенных для целенаправленного проектирования эталонного аромата продукта.

### Список литературы

1. Антипова Л.В. Использование вторичного сырья в технологических процессах птицеперерабатывающей промышленности / Л.В. Антипова, С.В. Полянских // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1998. № 2-3. С. 17-19.
2. Антипова Л.В. Технология и оборудование птицеперерабатывающего производства/ Л.В. Антипова, С.В. Полянских, А.А. Калачев.- СПб., 2009.
3. Бобылева Г.А. Состояние птицеводческого комплекса России и перспективы его развития [Текст] / Птица и птицепродукты. 2014. № 6. С.18-22.
4. ВП-П8-2332. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. Утв. Председателем Правительства Российской Федерации В. Путин 24 апреля 2012 г. № 1853-п-П8.
5. Глотова И.А. Переработка вторичных продуктов убоя птицы на основе интенсификации тепломассообменных процессов / И.А. Глотова, С.В. Шахов, А.Н. Литовкин // Международный журнал экспериментального образования. 2014. № 5-2. С. 129-130.
6. Кучменко Т.А. Инновационные решения в аналитическом контроле [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Кучменко/ Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех». – Воронеж: 2009.- 252 с.
7. Кучменко Т.А. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов, сырья [Текст]: лабораторный практикум: учеб. пособие / Т.А. Кучменко, Р.П. Лисицкая, П.Т. Суханов, Ю.А. Асанова, Л.А. Харитоновна/ Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех». – Воронеж, 2010.- 116 с.
8. Кучменко Т.А. Химические сенсоры на основе пьезокварцевых микровесов. В монографии Проблемы аналитической химии. Т. 14/ Под ред. Ю.Г. Власова.- 2011.- С.127-202.
9. Литовкин А.Н. Вторичные продукты убоя птицы как сырьё для функциональных препаратов животных белков / А.Н. Литовкин, И.А. Глотова, О.Ю. Кривцова // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-1. С. 189.

10. Пасичный В.Н. Стабилизация вкуса и аромата продуктов питания/ В.Н. Пасичный [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10166/1/ST18.pdf>

11. Рабочие материалы к стратегии развития биотехнологической отрасли промышленности до 2020 г. / Общество биотехнологов России; Союз предприятий биотехнологической отрасли. – М., 2009. – 85 с.

12. Сусь Е.Б. Система безотходной переработки сырья животного происхождения / Е.Б. Сусь, А.С. Любушкина // Мясная индустрия. 2016. № 3. С. 34-36.

### References

1. Antipova L.V. Ispol'zovanie vtorichnogo syr'ja v tehnologicheskikh processah pticepererabatyvajushhej promyshlennosti / L.V. Antipova, S.V. Poljanskih // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. 1998. № 2-3. S. 17-19.

2. Antipova L.V. Tehnologija i oborudovanie pticepererabatyvajushhego proizvodstva/ L.V. Antipova, S.V. Poljanskih, A.A. Kalachev.- SPb., 2009.

3. Bobyleva, G.A. Sostojanie pticevodcheskogo kompleksa Rossii i perspektivy ego razvitija [Tekst] / Ptica i pticeprodukty. 2014. № 6. S.18-22.

4. VP-P8-2332. Kompleksnaja programma razvitija biotehnologij v Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda. Utv. Predsedatelem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii V. Putin 24 aprelja 2012 g. № 1853-p-P8.

5. Glotova I.A. Pererabotka vtorichnyh produktov uboja pticy na osnove intensivacii teplomassoobmennyh processov / I.A. Glotova, S.V. Shahov, A.N. Litovkin // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija. 2014. № 5-2. S. 129-130.

6. Kuchmenko T.A. Innovacionnye resheniya v analiticheskom kontrole [Tekst]: ucheb. posobie / T.A. Kuchmenko/ Voronezh. gos. tekhnol. akad., ООО «SenTekh». – Voronezh: 2009.- 252 s.

7. Kuchmenko T.A. Kontrol' kachestva i bezopasnosti pishchevyh produktov, syr'ya [Tekst]: laboratornyj praktikum: ucheb. posobie / T.A. Kuchmenko, R.P. Lisickaya, P.T. Sushanov, YU.A. Asanova, L.A. Haritonova/ Voronezh. gos. tekhnol. akad., ООО «SenTekh». – Voronezh: 2010.- 116 s.

8. Kuchmenko T.A. Himicheskie sensory na osnove p'ezokvarcevyh mikro-vesov. V monografii Problemy analiticheskoj himii. T. 14/ Pod red. YU.G. Vlasova.- 2011.- S.127-202.

9. Litovkin A.N. Vtorichnye produkty uboja pticy kak syr'jo dlja funkcional'nyh preparatov zhivotnyh belkov / A.N. Litovkin, I.A. Glotova, O.Ju. Krivcova // Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2014. № 5-1. S. 189.

10. Pasichnyj V.N. Stabilizacija vkusa i aromata produktov pitaniya/ V.N. Pasichnyj [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10166/1/ST18.pdf>

11. Rabochie materialy k strategii razvitija biotehnologicheskoy otrasli promyshlennosti do 2020 g. / Obshhestvo biotehnologov Rossii; Sojuz predpriyatij biotehnologicheskoy otrasli. – М., 2009. – 85 s.

12. Sus' E.B. Sistema bezotходnoj pererabotki syr'ja zhivotnogo proishozhdenija / E.B. Sus', A.S. Ljubushkina // Mjasnaja industrija. 2016. № 3. S. 34-36.