

торов. Причем измерения можно проводить локально в различных областях клубней в зависимости от места размещения электродов.

Методика импедансной спектроскопии является относительно простой, что существенно расширяет ее практическое применение.

Л и т е р а т у р а

1. Электроаналитические методы. Теория и практика / под ред. Ф.Шольца; Пер. с англ. под ред. В.Н.Майстенко. – М.: БИНОМ, 2010. – 326 с.

2. Графов, Б.М. Электрохимические процессы в переменном токе / Б.М.Графов, Е.А.Укше // Успехи химии. – 1975. – Т. 44. – Вып. 11. – С. 1979–1986.

3. Самойлов, В.О. Медицинская биофизика / В.О.Самойлов. – СПб.: СпецЛит, 2004. – 496 с.

4. Губанов, Н.И. Медицинская биофизика / Н.И.Губанов, А.А.Утенбергер. – М.: Медицина, 1978. – 336 с.

5. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика / А.Н.Ремизов, А.Г.Максина, А.Я.Потапенко. – М.: Дрофа, 2003. – 560 с.

Исследование плодоовощной продукции методом импедансной спектроскопии

Ключевые слова

деструкция клеток, дисперсия проводимости, импедансная спектроскопия, качество, плодоовощная продукция, фазовый сдвиг.

Реферат

Рассмотрена возможность применения инструментального метода импедансной спектроскопии для исследования свойств плодоовощной продукции. Выявленные зависимости могут быть использованы для количественной характеристики физико-химических свойств плодов и овощей при длительном хранении, воздействии температуры, химических веществ или других факторов.

Авторы

Голев Игорь Михайлович, д-р физ.-мат. наук,
Лесникова Эльвира Петровна, канд. эконом. наук
Бобкина Екатерина Юрьевна
Воронежский филиал Российского государственного
торгово-экономического университета
394036, г. Воронеж, ул. Карла Маркса, д. 67а
e-mail: mail@vfrsute.ru, imgol@rambler.ru, xalvarax@ist.ru,
katya-vm@rambler.ru

Study of fruit and vegetable products the method of impedance spectroscopy

Keywords

destruction of cells, the dispersion of the conduction, impedance spectroscopy, quality, fruits and vegetables, the phase shift.

Abstracts

Considered the possibility of using the method of instrumental impedans spectroscopy to study the properties of fruits and vegetables. The identified dependencies can be used to quantify the physicochemical properties of fruits and vegetables during storage, temperature effects, chemicals or other factors.

Autors

Golev Igor' M., Doctor of Physico-mathematical Sciences
Lesnikova Elvira P., Candidate of Economic Sciences
Bobkina Yekaterina Yu.
Voronezh branch of the Russian State Trade and
Economic University
67a Karl Marx st., Voronezh, 394036, Russia,
e-mail: mail@vfrsute.ru, imgol@rambler.ru, xalvarax@ist.ru,
katya-vm@rambler.ru

УДК 591.111.4:636.5

Анализ электрофизических свойств плазм, выделенных из мяса птицы

Канд. техн. наук Д.Н.ОДАРЧЕНКО; Е.Л.ГАСАЙ; З.П.КАРПЕНКО

Харьковский государственный университет питания и торговли, Республика Украина

Д-р с.-х. наук, профессор В.Н.СОРОКОПУДОВ; канд. техн. наук Н.И.МЯЧИКОВА

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Сохранение и укрепление здоровья человека, признание его прав на надлежащее качество и безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов — одна из приоритетных задач государства. Однако в современных условиях имеют место различные виды фальсификации пищевых продуктов, несовершенство методов их выявления, которые в большинстве случаев требуют дорогостоящего оборудования, реактивов, а также высококвалифицированных специалистов.

Так, для сегмента продукции птицеводства распространена информационная фальсификация. Согласно положениям нормативной документации дополнительными пунктами потребительской мар-

кировки или же сопроводительных документов на мясо птицы могут быть условия выращивания, в том числе кормление (использование антибиотиков, гормонов, стимуляторов роста) и содержания. Такая информация играет роль не только в формировании ценовой категории данной продукции, но и оказывает существенное влияние на формирование потребительских предпочтений, так как в стремлении к здоровому питанию современный потребитель готов заплатить больше за безопасную пищевую продукцию. При этом наблюдается отсутствие методик экспертизы качества, которые могли бы это гарантировать. Именно поэтому разработка специальных адаптированных методик идентификации и вы-

явления фальсификации сырья и продуктов питания — важная задача. Ее решение поможет предупредить попадание в товароборот опасной продукции, а значит, сохранить здоровье потребителей.

Объекты исследования — куры из частного хозяйства (выращивались в условиях, близких к органическому, без применения антибиотиков, стимуляторов роста и гормонов) и бройлеры из торговой сети.

Для исследования была разработана рабочая гипотеза о том, что вещества, говорящие о принадлежности объектов исследования к определенному виду, могут найти отражение в физико-химических свойствах жидкой фазы мяса. Поэтому появилось предположение, что жидкая часть мяса в состоянии термодинамического равновесия может содержать достоверную информацию о состоянии и свойствах объекта исследования в целом.

Исходя из рабочей гипотезы, была предложена и научно обоснована методика пробоподготовки [2]. Жидкую фазу (далее — плазма) получали путем центрифугирования измельченного мяса (отдельно белого — из грудных мышц и красного — из бедренных) со следующими параметрами процесса: скорость вращения 5000 мин⁻¹; время центрифугирования — 15 мин. Для более полного отделения плазмы фаршевые смеси подвергали дополнительному замораживанию. Замораживание полученных при разделении плазмы и измельчении мяса образцов осуществляли в морозильных камерах при температуре -18±2 °С в течение 2–3 ч. После этого образцы размораживали в воздушной среде и вновь подвергали центрифугированию. При этом плазма, выделенная при центрифугировании измельченного мяса, сливалась в общий объем жидкой фазы, а осадок, образующийся при центрифугировании плазмы, добавлялся к общему количеству твердой фазы.

Операцию замораживания–центрифугирования проводили троекратно, так как при этом перестает образовываться осадок, а следовательно, достигается условие термодинамического равновесия фаз.

Выбор электрофизических методов исследования в плазмах из мяса птицы обусловлен тем, что внутриклеточное вещество мяса является электролитом, а значит, обладает способностью проводить электрический ток.

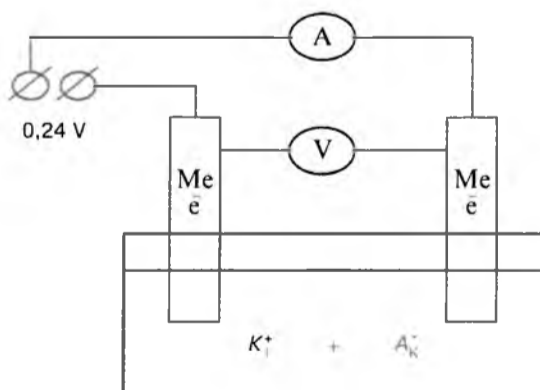


Рис. 1. Схема измерений электрофизических свойств исследуемых образцов плазмы

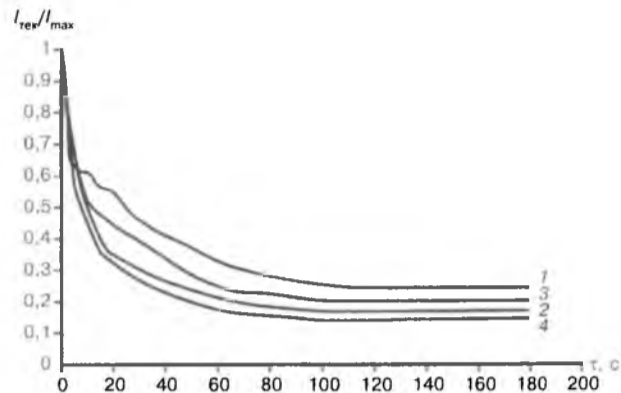


Рис. 2. Кинетика силы тока в плазмах из различных анатомических частей тушек птицы: 1 — белое мясо бройлера; 2 — белое мясо курицы; 3 — красное мясо бройлера; 4 — красное мясо курицы

Для проведения электрофизических измерений использовали стандартную схему (рис. 1). На установке размещены электроды из металла (Ме), которые имеют электронную проводимость. Плазма в количестве 20 мл размещается в измерительной кювете между электродами.

Силу тока определяли с помощью миллиамперметра (mA) при различных значениях напряжения (1–20 В), которые устанавливали на источнике постоянного тока. Кинетику силы тока измеряли в зависимости от времени в интервале 3 мин при напряжении 0,1 В. Значение электродвижущей силы (э.д.с.) определяли с помощью милливольтметра (mV) для трех различных пар гальванических элементов: цинк–свинец ($e|Zn^{2+}||Pb^{2+}|e$), «цинк–медь» ($e|Zn^{2+}||Cu^{2+}|e$), «свинец–медь» ($e|Pb^{2+}||Cu^{2+}|e$).

Плазма как непосредственный объект электрофизических исследований имеет ионную проводимость: K_i^+ — катионы, A_k^- — анионы. Образование i -х катионов и i -х анионов связано с диссоциацией простых электролитов (солей, щелочей, кислот) и высокомолекулярных полиионитов (веществ органического происхождения).

Анализ кинетики силы тока в плазмах, полученных из мяса кур и бройлеров, свидетельствует о том, что для установления постоянной величины силы тока необходим определенный промежуток времени, что обусловлено распадом химических компонентов плазмы до простых электролитов под действием тока (рис. 2).

В процентном соотношении изменение кинетики силы тока для плазм из бройлеров интенсивнее в среднем на 10 %. Худшая способность проводить электрический ток плазмой из красного мяса обусловлена содержанием в ней небольшого количества вкраплений жира, который по своей физической природе является диэлектриком.

Известно, что электрофизические свойства отражают биохимические изменения в мясе, а следовательно, могут изменяться под действием замораживания–размораживания.

При анализе кинетики силы тока в плазмах из повторно замороженного мясного сырья было отмечено

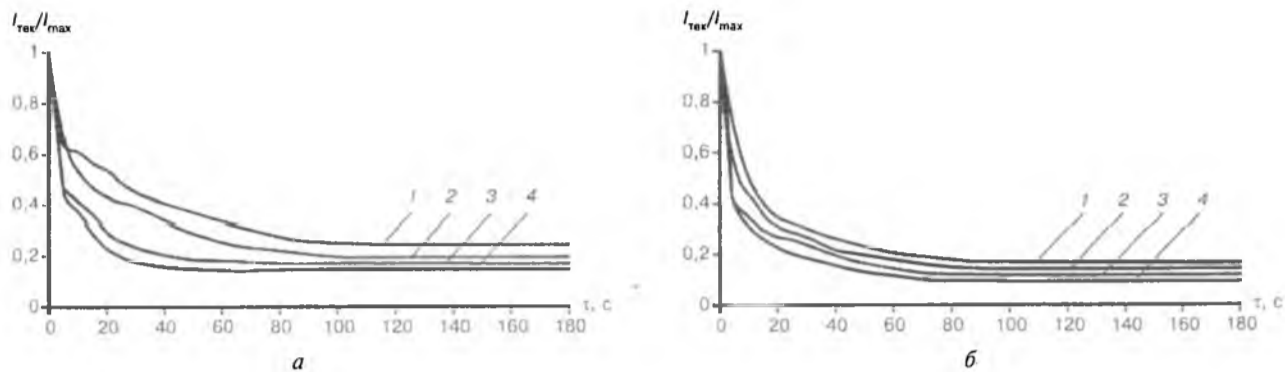


Рис. 3. Кинетика силы тока в плазмах из различных анатомических частей тушек бройлера (а) и курицы (б): 1 – белое мясо без замораживания; 2 – красное мясо без замораживания; 3 – белое мясо после повторного замораживания; 4 – красное мясо после повторного замораживания

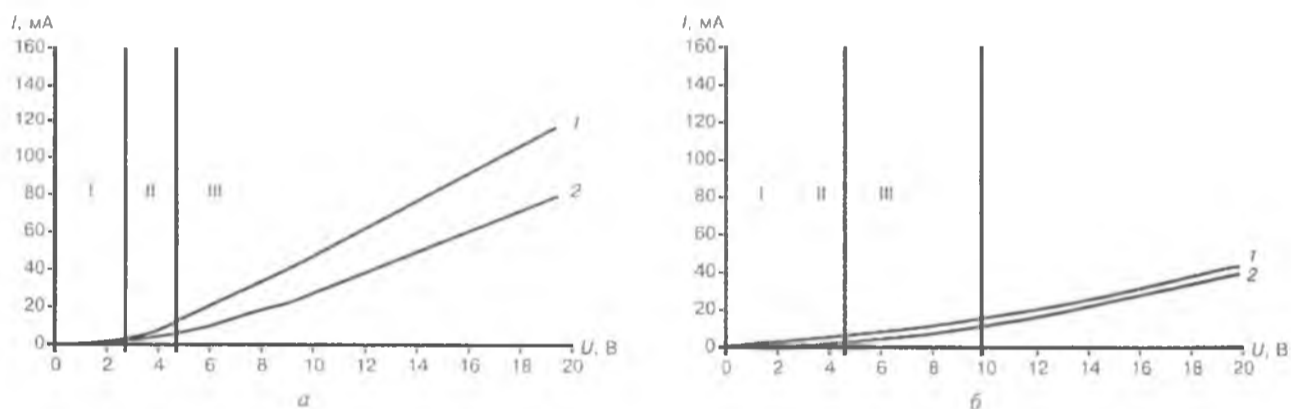


Рис. 4. Сила тока при различных значениях напряжения в плазмах из различных анатомических частей бройлеров (а) и кур (б): 1 – белое мясо; 2 – красное мясо

Сопротивление, удельное сопротивление и плотность силы тока в плазмах из бройлеров и кур

Таблица 1

Вид тицы	R, Ом			ρ, Ом·м			J, А/м ²		
	Участки ВАХ								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	Плазма из белого мяса								
Бройлер	2250	710	209	18,90	5,97	1,75	1,05	9,45	117,48
Курица	694	674	542	5,83	5,67	4,55	10,05	34,52	65,24
	Плазма из красного мяса								
Бройлер	1479	882	374	12,43	7,41	3,14	2,88	9,86	61,19
Курица	3438	853	604	28,88	7,16	5,08	1,74	27,62	58,57

но влияние циклов замораживания на скорость уменьшения силы тока (рис. 3). Наблюдаемый при повторном замораживании сдвиг поведения электрофизических свойств плазм из мяса птицы характерен для простых ионов.

При анализе характера изменения силы тока при различных значениях напряжения наблюдается явно выраженная нелинейность этих характеристик. Это, очевидно, объясняется электрохимическим взаимодействием электролитов, которое вызывает катализацию химических реакций. Нелинейность может быть выражена посредством разделения кривых на три характерных участка вольт-амперных характеристик (ВАХ) (рис. 4). Исходя из того что между значениями силы тока и напряжения

существует определенная зависимость, для трех участков ВАХ плазм из различных анатомических частей мяса птицы можно рассчитать удельное сопротивление и плотность силы тока (табл. 1). Характер изменения значений этих показателей по участкам аналогичный для плазм как из белого мяса, так и из красного для кур и бройлеров: значение удельного сопротивления по участкам уменьшается, а плотность силы тока соответственно увеличивается.

Анализируя разницу между значениями этих показателей на третьих участках, видим, что данные значения для бройлеров почти вдвое выше, чем для кур.

Анализ аналогичных вольт-амперных характеристик для плазм из мяса, подлежащего повторному замораживанию, показывает, что такие плазмы ха-

Таблица 2

Э.д.с. на электродах из разных пар металлов
в плазмах из птицы разных видов

Гальванический элемент	E, В			
	Бройлер (плазма из белого мяса)	Бройлер (плазма из красного мяса)	Курица (плазма из белого мяса)	Курица (плазма из красного мяса)
$e Zn^{2+} Pb^{2+} e$	0,27±0,02	0,22±0,02	0,22±0,03	0,24±0,03
$e Zn^{2+} Cu^{2+} e$	0,49±0,05	0,53±0,05	0,36±0,04	0,48±0,05
$\bar{e} Pb^{2+} Cu^{2+} \bar{e}$	0,39±0,04	0,46±0,05	0,26±0,03	0,39±0,04

рактируются большими значениями удельного сопротивления и соответственно меньшими значениями плотности силы тока.

При измерении э.д.с., возникающей на электродах из разных пар металлов, установлено, что наибольшие значения у пары цинк–медь (табл. 2). Отмечено различие между значениями э.д.с. для плазм из птиц разных видовых принадлежностей. Видно, что для плазм из белого мяса бройлеров значения э.д.с. почти вдвое больше, чем для плазм из кур.

При измерении э.д.с. в плазмах из сырья, подлежащего повторному замораживанию, также отмечено, что наибольшие значения образует пара «цинк–медь». При этом установлено, что для этой пары цикличность замораживания отражена в определенном уменьшении электрического потенциала, в то время как для других пар металлов величины э.д.с. менее стабильны.

Проведенные исследования подтвердили, что химический состав объектов исследования находит свое отображение в физических свойствах выделен-

ных плазм. При этом установлены различия в кинетике силы тока, значениях ВАХ, а также разности потенциалов для плазм, выделенных из разных анатомических частей бройлеров и кур.

Отмечено, что методика электрофизических измерений чувствительна также к циклам замораживания, а следовательно, может использоваться не только для выявления видовой фальсификации продукции животного происхождения, но и качественной, в случае повторного замораживания мясного сырья.

Л и т е р а т у р а

1. Закон Украины «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» із змінами, внесеними згідно із Законами N 2681-III від 13.09.2001, ВВР, 2002, N 1, ст. 2 N 191 IV від 24.10.2002.

2. Одарченко, Д.Н. Разработка методики подготовки мясного сырья к экспертизе качества / Д.Н.Одарченко, В.А.Слюсарев, Е.Л.Гасай // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – 2/11 (62). – С. 48–51.

Анализ электрофизических свойств плазм, выделенных из мяса птицы

Ключевые слова

бройлер, вольт-амперная характеристика, кинетика силы тока, курица, плазма, пробоподготовка, фальсификация.

Реферат

Представлены экспериментальные исследования электрофизических свойств плазм, выделенных из разных анатомических частей мяса бройлеров и кур. Изучены особенности изменения кинетики силы тока, вольт-амперных характеристик и разности потенциалов. Установлено, что рассмотренная электрофизическая методика в сочетании с разработанным ранее способом пробоподготовки может использоваться не только для выявления видовой фальсификации продукции животного происхождения, но и качественной, в случае повторного замораживания мясного сырья.

Авторы

Одарченко Дмитрий Николаевич, канд. техн. наук
Гасай Евгения Леонидовна
Карпенко Зинаида Павловна
Харьковский государственный университет
питания и торговли
61051, г. Харьков-51, ул. Клочковская, 333
e-mail: hduht@kharkov.com, laboratory119@mail.ru
Сорокопудов Владимир Николаевич, д-р с.-х. наук
Мячикова Нина Ивановна, канд. техн. наук
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85,
e-mail: info@bsu.edu.ru, sorokopudov@bsu.edu.ru,
myachikova@bsu.edu.ru

Analysis of the electrical properties of plasmas, allocated poultry meat

Keywords

broiler, volt-ampere characteristic, the kinetics of the current, chicken, plasma, sample preparation, falsification.

Abstracts

Presents the experimental study electrical properties of plasma isolated from different anatomical parts of broilers and chicken. The features of the kinetics of the current, the current-voltage characteristics and the potential difference were studied. It is established that the electrophysical method in combination with earlier proposed sample preparation method can be used not only to identify the species of falsification of products of animal origin, but also qualitative, in the case of re-freeze raw meat.

Autors

Odarchenko Dmitriy N., Candidate of Technical Sciences
Gasay Yevgheniya L.
Karpenko Zinaida P.
Khar'kov State University Food and Trade
333 Klochkovskaya str., Khar'kov-51, 61051, Ukraine,
e-mail: hduht@kharkov.com, laboratory119@mail.ru
Sorokopudov Vladimir N., Doctor of Agricultural Sciences
Myachikova Nina I., Candidate of Technical Sciences
Belgorod State National Research University
85 Pobedy str., Belgorod, 308015, Russia,
e-mail: info@bsu.edu.ru, sorokopudov@bsu.edu.ru,
myachikova@bsu.edu.ru