

О. В. Вікович, Є. В. Походило
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра метрології та інформаційних технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ М'ЯСНОЇ ПРОДУКЦІЇ

ã Вікович О. В., Походило Є. В., 2017

Досліджено активні та реактивні складові імітансу свинячого фаршу та різних частин свинячої туші. Запропоновано експрес-метод виявлення фальсифікованого свинячого фаршу.

Ключові слова: імітанс, свинина, оперативний контроль якості, свіжість, желатин.

The active and reactive components of immitanum of pork minced meat and various parts of pork carcass were investigated. An express method for detecting counterfeit minced meat was proposed.

Key words: immitans, pork, express quality control, freshness, gelatin,

1. Вступ

М'ясо – один з найважливіших продуктів у харчуванні людини, що є джерелом біологічно необхідних речовин. Актуальними питаннями наукових досліджень у галузі м'ясної промисловості є забезпечення високої якості м'яса, безпечності, пакування та зберігання. Зі збільшенням асортименту м'ясної продукції: зростає ризик вибрати неякісний товар. Існує безліч способів сфальсифікувати м'ясо і м'ясну продукцію, найчастіше це недоброякісна м'ясна сировина, що реалізується як продукти першого сорту, видова фальсифікація м'яса, заміна частини м'ясної сировини на нем'ясну, якщо це не передбачено рецептурою [1], зокрема додавання харчового желатину. Тому виявити фальсифікацію з першого погляду важко навіть експертам, а пересічному споживачу зробити це просто неможливо.

Сучасний аналіз якості м'яса і м'ясопродуктів потребує спеціальної кваліфікації, лабораторного обладнання, часто дорогого, та багато часу. Навіть з урахуванням цих вимог багато методів оцінювання якості м'яса недосконалі [2]. Тому постає питання створення нових засобів та методів для контролю якості. Рішенням цієї проблеми може стати імітансний метод контролю [3], який застосовується для оцінювання якості низки товарів: елементів живлення акумуляторних батарей, цементу, деревини, бензинів, продуктів харчування тощо. Суть імітансного методу контролю якості продукції полягає в тому, що порівнюються складові імітансу (імпедансу чи адмітансу) контрольованого об'єкта з відповідними складовими аналогічного об'єкта відомого рівня якості на декількох фіксованих частотах заданого частотного діапазону синусоїдального тестового сигналу фіксованого рівня [4]. Відомий спосіб ідентифікації розмороженого м'яса [5, 6], за якого аналізують графічну залежність реактивних адмітансу чи імпедансу м'яса від частоти.

Мета та задачі досліджень. Дослідити вплив харчового желатину, доданого до змеленого свинячого м'яса, на зміну параметрів його імітансу, а також дослідити зміни активної та реактивної

складових імітансу для м'яса з різних частин свинячої туші для створення засобів оперативного контролю якості.

Відповідно до мети роботи визначено такі задачі дослідження:

- оцінити вміст харчового желатину у м'ясному фарші за активною та реактивною складовими адмітансу двополюсника, яким подається об'єкт контролю;
- дослідити залежності активної та реактивної складових імітансу від частоти тестового сигналу залежно від вмісту харчового желатину і залежно від приналежності шматка м'яса до певної частини туші.

2. Відносний метод оцінювання фальсифікації м'яса

Експериментальні дослідження. М'ясні фарші популярні серед споживачів. Але не завжди легко вибрати якісну продукцію, оскільки існує безліч способів сфальсифікувати і здешевити її, які можуть використовувати недобросовісні виробники. Фальсифікованою продукцію вважають, якщо частина м'ясної сировини замінюється на нем'ясну (крохмаль, пшеничне борошно, соєве борошно, ізоляти тощо), що також має структуротвірну і вологоутримувальну властивості, але не передбачена рецептурою [1]. Одним з засобів фальсифікації м'ясної продукції є харчовий желатин. А оскільки желатин майже не має смаку і запаху, пересічному покупцю важко його виявити. Отже, метою цього експерименту є дослідити можливість використання імітансного методу вимірювання для контролю вмісту желатину у м'ясі.

Дослідження здійснювалися за імітансним методом контролю якості. Для цього використано вимірювач складових імітансу та первинний перетворювач ємнісного характеру (сенсор) з двома електродами, холодильну камеру та зразки змеленого до однорідної маси свинячого м'яса з різним вмістом харчового желатину. Для запобігання окисненню електроди виготовлено із нержавійної сталі. Досліджували 4 дослідні зразки: № 1 – змелене до якомога одноріднішого стану свиняче м'ясо; № 2 – те саме змелене свиняче м'ясо з водою та однією порцією желатину; № 3 – з двома порціями желатину і № 4 – зразок з трьома порціями желатину. Електроди-пластини занурювали в дослідний зразок на 0,5 см. Ширина електрода-пластини 2,5 см. Дослідження здійснювали так.

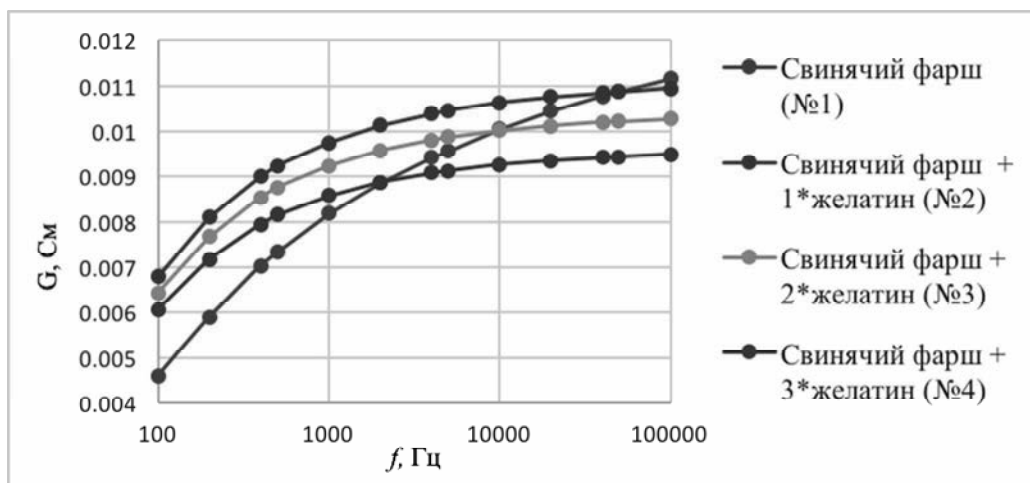
Вимірювали складові комплексної провідності (адмітансу) при заданому рівні напруги (режим заданої напруги) тестового сигналу та комплексного опору (імпедансу) при заданому струмі (режим заданого струму) в частотному діапазоні 100Гц–100кГц. Режим роботи приладу задавали за допомогою прикладного специфічного програмного забезпечення комп'ютера.

За отриманими результатами побудовано залежності активних та реактивних складових адмітансу та імпедансу від частоти тестового сигналу в межах заданого діапазону (рис. 1–3) для меленого свинячого м'яса без домішок та меленого свинячого м'яса з різним вмістом харчового желатину. Значення складових, що відповідають свинячому фаршу без домішок, приймали як значення базового об'єкта, а інші – як контрольованого.

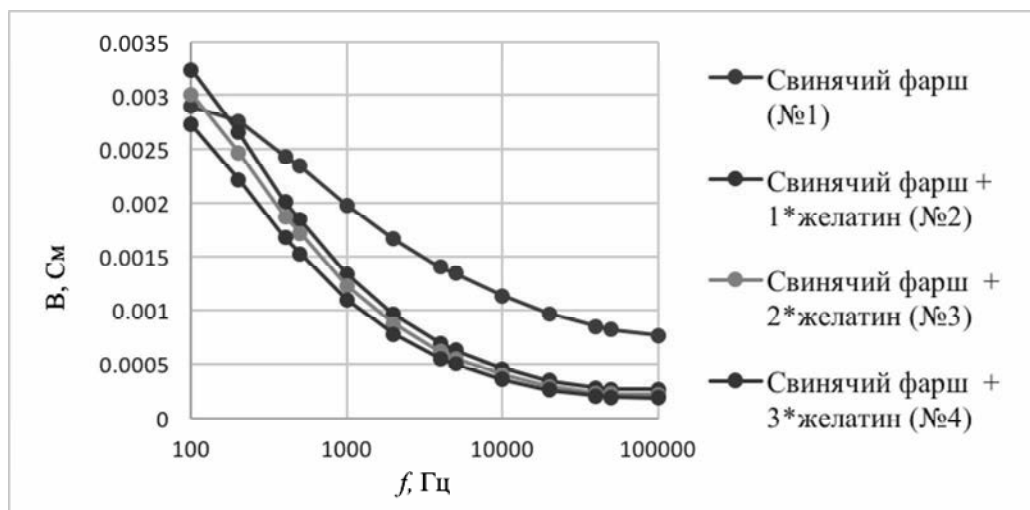
Як видно із отриманих графіків, характер залежностей активної та реактивної складових від частоти нелінійний. Причому із зростанням частоти активна складова (рис. 1, а) зростає, а реактивна (рис. 1, б) зменшується.

Разом з тим, активна складова провідності для свинячого фаршу без домішок зростає значно різкіше зі збільшенням частоти, ніж зразки з желатином. Значення активної складової адмітансу на частоті 100 Гц для зразка № 1 є меншими ніж для всіх інших зразків, але після 50 кГц значення активної провідності у цього зразка найбільші – тому він перетинає зразки № 2, № 3 і № 4 на різних частотах. Отже, можна визначити не тільки наявність желатину у фарші, а і його кількість: що менша частота, на якій перетинається залежність базового зразка із залежністю контрольованого зразка, то більше харчового желатину.

З рис. 1, б бачимо, що починаючи з частоти випробувального сигналу 50 кГц значення реактивної складової провідності для базового зразка є більшими, ніж для контрольованих. При цьому значення реактивної провідності контрольованих зразків між собою не сильно відрізняються.



а



б

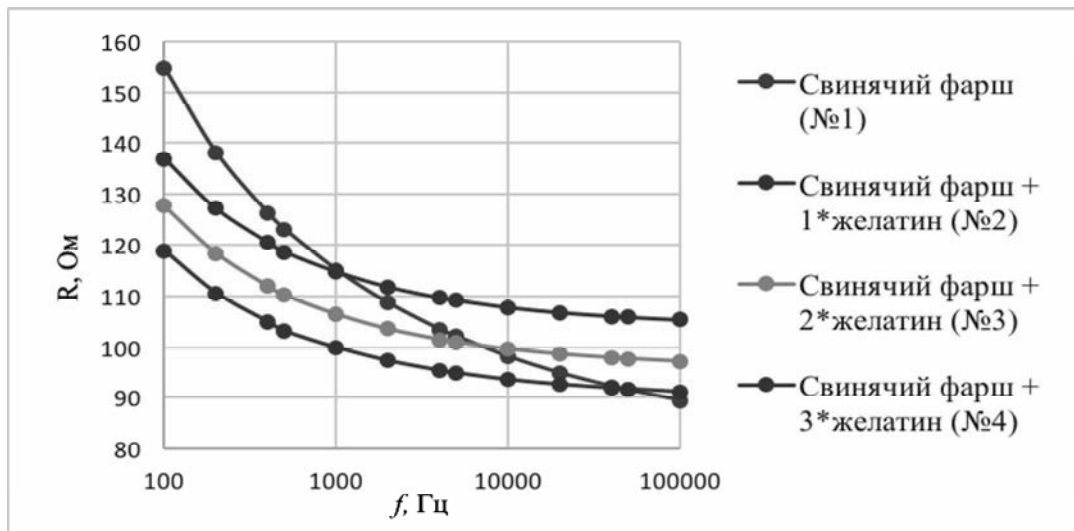
Рис. 1. Залежність активної (а) та реактивної (б) складових адмітансу свинячого фаршу без домішок та свинячого фаршу з додаванням желатину від зміни частоти тестового сигналу

На рис. 2, а і б наведено графічні залежності активної та реактивної складових імпедансу свинячих фаршів відповідно.

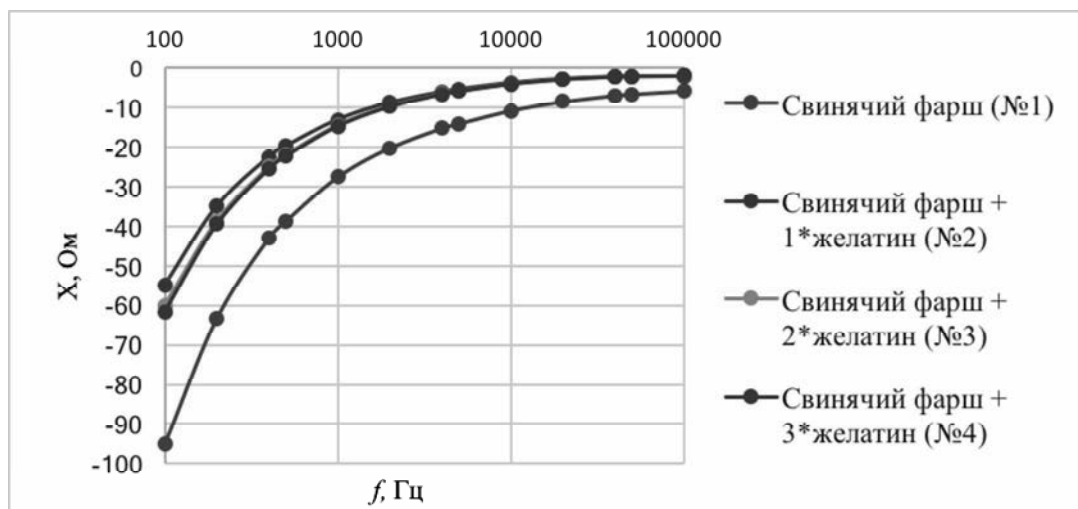
Такі залежності можуть бути покладені в основу побудови вимірювального засобу для контролю свіжості м'ясної продукції.

Отже, поставлене завдання вирішується тим, що в способі визначення свіжості м'яса, за яким через нього пропускають струм різної частоти та вимірюють його електропровідність, визначають та аналізують частотну залежність імпедансу. Для цього вимірюють активну складову адмітансу або імпедансу та аналізують їх значення на різних частотах, порівнюючи контрольовану залежність з базовою, причому перетин цих залежностей на низьких частотах тестового сигналу свідчить про великий вміст желатину у свинячому фарші.

Досліджували м'ясо з різних частин свинячої туші та мелене свиняче м'ясо також за імітансним методом контролю якості. Підготували 3 дослідні зразки: № 1 – свинячий фарш, № 2 – свиняча лопатка, № 3 – свиняча шия. За отриманими результатами побудовано залежності складових адмітансу (рис. 3) та імпедансу (рис. 4) від частоти тестового сигналу в межах заданого діапазону.



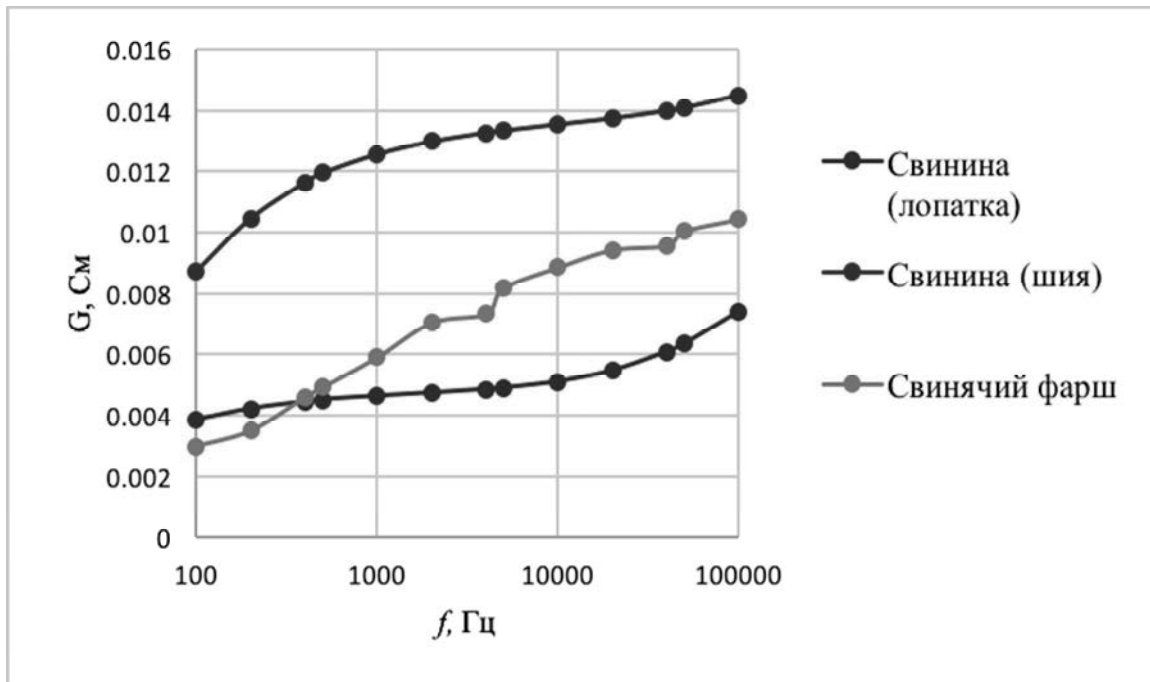
а



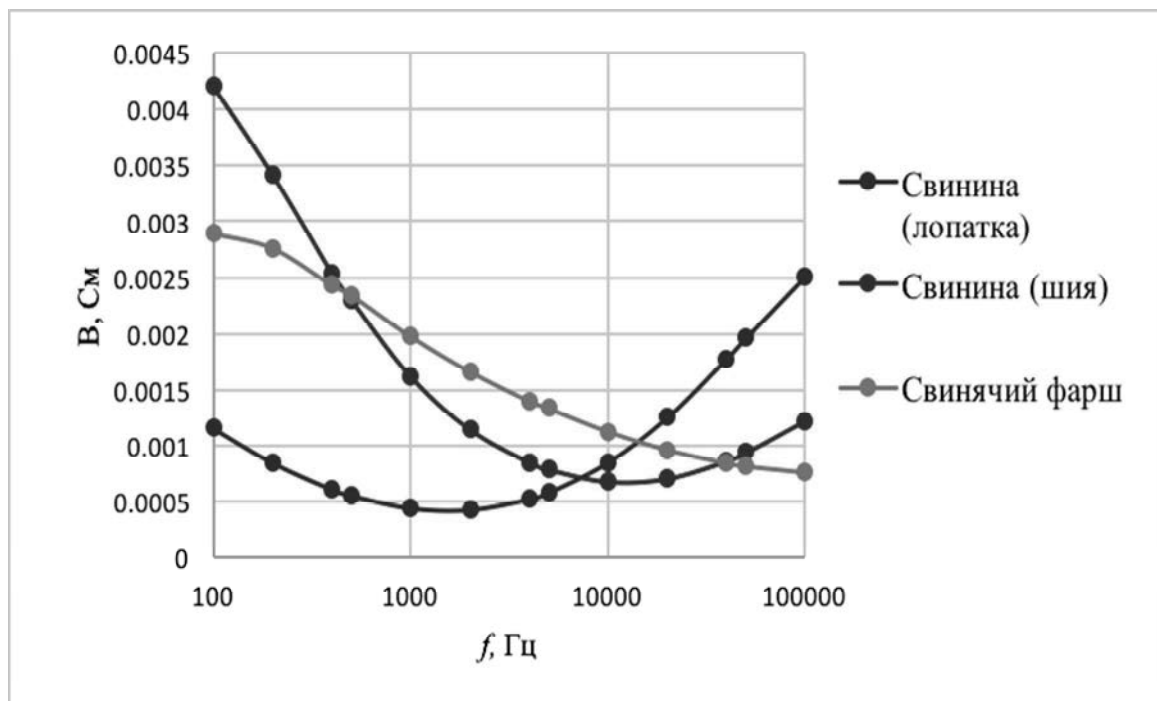
б

Рис. 2. Залежність активної (а) та реактивної (б) складових імпедансу свинячого фаршу без домішок та свинячого фаршу з додаванням желатину від зміни частоти тестового сигналу

Як бачимо з рис. 3, а, активна складова адмітансу для свинячої шії значно більша порівняно з іншими зразками м'яса. Такі результати можна пояснити тим, що м'ясо з цієї частини туші є ніжнішим і соковитішим, ніж з інших частин, а отже, міжклітинної і внутрішньоклітинної речовини в ньому більше.

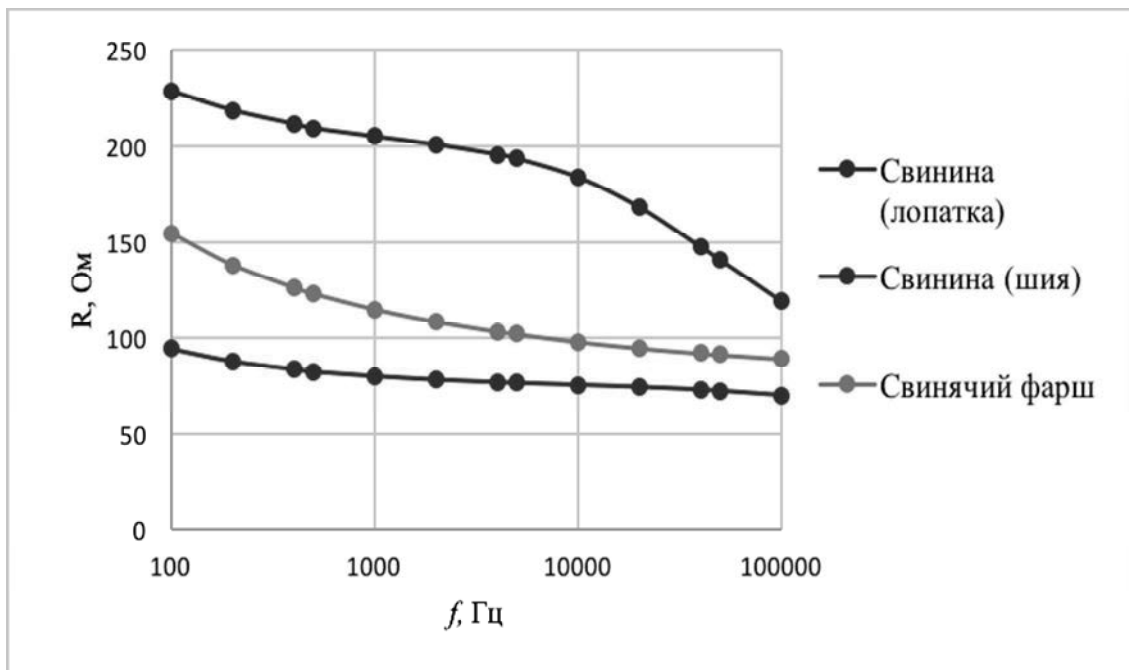


а

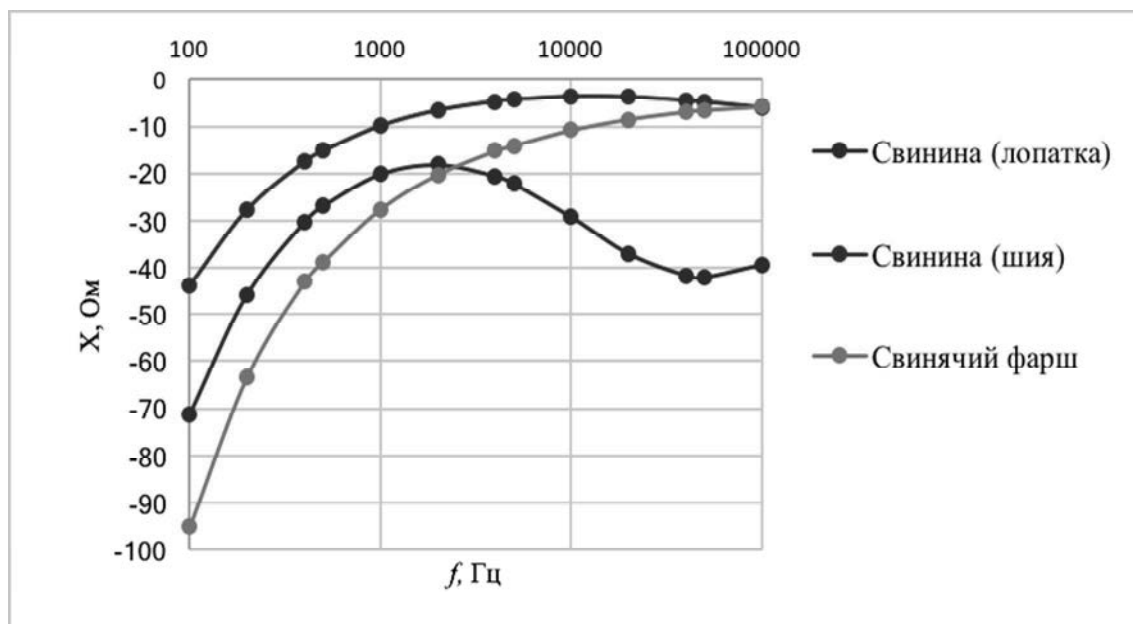


б

Рис. 3. Залежність активної (а) та реактивної (б) складових адмітансу свинячого фаршу, свинячої лопатки та ший від зміни частоти тестового сигналу



a



б

Рис. 4. Залежність активної (а) та реактивної (б) складових імпедансу свинячого фаршу, свинячої лопатки та шиї від зміни частоти тестового сигналу

Зразок м'яса з свинячої лопатки, навпаки, жорсткіший і менш соковитий. Активна провідність для свинячого фаршу знаходиться посередині, тому що він змелений з м'яса з обох частин туші. У зв'язку з механічним руйнуванням мембран клітин під час змелювання змінюються умови проходження електронів та іонів усередині м'яса, адже клітинні мембрани були перешкодою на їх шляху [7], оскільки у міру руйнування мембран імпеданс м'яса падає, а його електрична провідність зростає.

3. Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити такі *висновки*.

1. Електрофізичні властивості відображають структурно-механічні та біохімічні зміни в м'ясі. Це важливі характеристики, що дають змогу робити висновки про якість, склад та свіжість м'яса та м'ясопродуктів.

2. Імітансний метод дасть змогу швидко, об'єктивно та доступно ідентифікувати свинячий фарш, фальсифікований харчовим желатином.

3. За електричними параметрами м'яса можна визначити ступінь фальсифікації свинячого фаршу харчовим желатином.

4. За значеннями складових імітансу можна розрізнити м'ясо з різних частин свинячої туші, а саме з шиї та лопатки.

5. Отримані результати експериментальних досліджень можуть бути використані для оперативного контролю якості м'яса. Найпростіший засіб контролю свіжості м'яса може містити вимірювач активної та (чи) реактивної складових на декількох фіксованих частотах тестового сигналу та простий первинний перетворювач (сенсор) двоелектродної конструкції (для контролю свіжості м'яса [4]) або пластинчастої (для виявлення фальсифікації свинячого фаршу харчовим желатином).

Наукова новизна роботи полягає в наступному.

Встановлено, що перетин залежностей активних складових імітансу контрольованого зразка з відповідними залежностями базового зразка на низьких частотах тестового сигналу свідчить про великий вміст желатину у свинячому фарші.

Тобто, подальші дослідження дадуть змогу побудувати засоби, що базуються на імітансному методі контролю якості, можуть бути універсальними і застосовуватись для комплексного оцінювання якості м'яса та м'ясопродуктів. Перевагами імітансного контролю є відносна простота реалізації, об'єктивність оцінювання, можливість часткової чи повної автоматизації процесу вимірювання.

1. Черевко О. І. та ін. *Методи контролю якості харчової продукції: навч. посібник для студ. вищих навч. закл. технол. спец.* / О. І. Черевко, Л. М. Крайнюк, Л. О. Касілова, Л. Р. Димитрієвич, Ж. А. Крутовий, Л. Г. Зіборова / Харк. держ. університет харчування та торгівлі. – Харків: ХДУХТ, 2005. – 230 с. 2. *Классификация методов оценки свежести мясного сырья* / А. Ф. Алейников, И. Г. Пальчикова, Ю. В. Чузуй // *Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы международной научно-практической конференции “АГРОИНФО-2012” (Краснообск, 10–11 октября 2012 г.)* / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние [и др.]. – Новосибирск, 2012. – Ч. 2. – С. 63–68. 3. *Походило Є. В. Імітансний контроль якості: монографія* / Є.В.Походило, П.Г.Столярчук. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 164 с. 4. *Походило Є. В. Розвиток теорії та принципів побудови засобів вимірювання імітансу об'єктів кваліметрії: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.11.05* / Національний ун-т “Львівська політехніка”. – 2004. – 40 с. 5. Пат. 71214 Україна, МПК G 01 R 27/00. *Спосіб визначення свіжості м'яса* / Є. В. Походило, П. Г. Столярчук, О. В. Процай (Україна); заявник та патентовласник НУ “Львівська політехніка”. – № и 2011 14432 ; заявл. 06.12.2011 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 13. – 4 с. 6. *Походило Є. В., Вікович О. В. Контроль свіжості м'яса за параметрами імітансу* // *Науково-технічний журнал “Стандартизація, сертифікація, якість”*. – 2014. – № 1 (86). 7. *Перкель Т. П. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учеб. пособ.* / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.