

Evlash Viktoriya, Doctor of Technical Science, Professor, Head of Department of the Chemistry, Microbiology and Hygiene of Nutrition, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. E-mail: evlashvv@gmail.com.

Євлаш Вікторія Владленівна, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри хімії, мікробіології та гігієни харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. E-mail: evlashvv@gmail.com.

Евлаш Виктория Владленовна, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой химии, микробиологии и гигиены питания, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. E-mail: evlashvv@gmail.com.

Zheleznyak Zinaida, PhD student, Department of Chemistry, Microbiology and Food Hygiene, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-66; e-mail: chem_micro@hduht.edu.ua.

Железняк Зинаїда Валеріївна, здобувач, кафедра хімії, мікробіології та гігієни харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-66; e-mail: chem_micro@hduht.edu.ua.

Железняк Зинаида Валериевна, соискатель, кафедра химии, микробиологии и гигиены питания, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-66; e-mail: chem_micro@hduht.edu.ua.

DOI: 10.5281/zenodo.2364885

УДК 621.3.011.5:612.79

ВИЗНАЧЕННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ ВОЛОГОЇ ШКІРИ

**В.О. Захаренко, С.В. Сорокіна, В.О. Акмен,
О.В. Смоленський, С.О. Колієнко**

Сучасний український ринок формується під впливом багатьох взаємопов'язаних чинників, кожен із яких у певній ситуації може як стимулювати, так і стримувати його розвиток. До основних чинників належать: обсяг і структура вітчизняного виробництва та імпорту, стан ринку сировини та матеріалів, кількість населення та ін.

Електричні властивості капілярно-пористих систем однозначно визначаються кількістю та видом зв'язку вологи в капілярах і порах з основним матеріалом речовини. Знаючи залежність електричних

© Захаренко В.О., Сорокіна С.В., Акмен В.О., Смоленський О.В.,
Колієнко С.О., 2018

характеристик від вологості, можна швидко одержати відомості про розподіл води в матеріалі, що має важливе значення для низки технологічних процесів.

У цій роботі проведено дослідження з визначення взаємозв'язку діелектричної проникності матеріалу та його вологоємності. Вимірювання для визначення статистики пористості проведено на зразках шкіри різних видів дублення: хромового, комбінованого й синтанного.

Наведено теоретичні залежності діелектричної проникності від оберненої величини радіуса ($1/r_m$), на яких у разі поєднання масштабу часу добре укладаються експериментальні точки $\epsilon(t)$. Розрахунки показують, що кут змочування в натуральній шкірі близький до 90° , що загалом підтверджується літературними даними.

Дослідження залежності $\epsilon(t)$ для зразків натуральної шкіри в разі багаторазового зволоження показує, що вибрана модель якісно характеризує електричні властивості шкіри й може бути використана для практичних розрахунків таких властивостей, як повітропроникність, кінетика просочування та ін., що актуально для розв'язання практичних завдань.

Ключові слова: сировина, матеріали, діелектрична проникність, обернена величина радіуса, кут змочування, український ринок.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВЛАЖНОЙ КОЖИ

**В.А. Захаренко, С.В. Сорокина, В.А. Акмен,
А.В. Смоленский, С.О. Колиенко**

Современный украинский рынок формируется под влиянием многих взаимосвязанных факторов, каждый из которых в соответствующей ситуации может как стимулировать, так и удерживать его развитие. К основным факторам рынка относятся: объем и структура отечественного производства и импорта, состояние рынка сырья и материалов, численность населения и т.д.

Электрические свойства капиллярно-пористых систем однозначно определяются количеством и видом связи влаги в капиллярах и порах с основным материалом вещества. Зная зависимости электрических характеристик от влажности, можно быстро получить сведения о распределении влаги в материале, что имеет важное значение для ряда технологических процессов.

В данной работе проведено исследование по определению взаимосвязи между диэлектрической проницаемостью материала и его влагосодержанием. Измерения для определения статистики пористости проведены на образцах кожи различных видов дубления: хромового, комбинированного и синтанного.

Приведены теоретические зависимости диэлектрической проницаемости от обратной величины радиуса пор ($1/r_m$), которые при соединении с масштабом времени хорошо совпадают с экспериментальными точками $\epsilon(t)$. Расчеты показывают, что угол

смачивания натуральной кожи близок к 90° , что в общем, подтверждается литературными данными.

Исследованные зависимости $\epsilon(t)$ для образцов натуральной кожи при многократном увлажнении показывает, что выбранная модель качественно характеризует электрические свойства кожи и может быть использована для практических расчетов таких свойств, как воздухопроницаемость, кинетика пропитки и другие, что актуально для решения практических задач.

Ключевые слова: сырьё, материалы, диэлектрическая проницаемость, обратная величина радиуса, угол смачивания.

DETERMINATION OF INDUCTIVITY OF MOIST SKIN

V. Zakharenko, S. Sorokina, V. Akmen, A. Smolenskiy, S. Koliyenko

Modern Ukrainian market is formed under the influence of many interrelated factors, each of which in an appropriate situation can both stimulate and restrain its development. Main factors of the market include the volume and structure of domestic production and import, state of the market of raw materials and stuff, the number of people, etc.

Electrical properties of capillary-porous systems are uniquely determined by the amount and type of moisture connection in the capillaries and pores with the main material of the substance. Knowing the dependence of electrical characteristics of humidity, you can quickly get

Information about the distribution of moisture in the material, which is important for a number of technological processes.

In this work, the research was carried out to establish the relationship between the dielectric constant of material and its moisture content, since for wet leather, general formulas that determine the dielectric constant $\epsilon(t)$ are unsuitable because, along with the mechanical filling of capillaries, water is bound, i.e. water is introduced into the collagen micelles. The measurements made in the work in order to establish porosity statistics were carried out on the samples of leather of various types of various types of tanning – chromium, combined and syntan.

In the article, theoretical dependences of dielectric permeability on reciprocal of the pore radius ($1/r_m$) are presented, on which, at the time scale connection, experimental points $\epsilon(t)$ are identically located. Calculations show that the wetting angle of natural leather is close to 90° , which is generally confirmed by literary results.

Studying the dependence of $\epsilon(t)$ for the samples of natural leather, with multiple wetting shows that the chosen model qualitatively characterizes electrical properties of leather and can be used for practical calculations of such properties as air permeability, impregnation kinetics and others, which is very important for solving practical problems.

Keywords: raw materials, stuff, dielectric, permeability, reversible radius value, wetting angle.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Натуральна та штучна шкіри є основною сировинною базою для багатьох галузей

промисловості. Її унікальні властивості (повітропроникність, теплопроникність, водопроникність, сорбційні властивості, паропроникність, вологоємність, гігроскопічність та інші) та напрями застосування обумовлені капілярно-пористою структурою. Дослідження процесів, що відбуваються у шкірах за різних умов, має велике значення для розширення напрямів застосування, удосконалення технології виготовлення та обробки шкіри, тому їх вивченню присвячено багато наукових праць [1–5]. Але дослідження щодо вивчення діелектричних характеристик пористих систем, до яких належать шкіри, залишаються актуальними і зараз.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Електричні властивості капілярно-пористих систем однозначно визначаються кількістю і видом зв'язку води в капілярах і порах з основним матеріалом речовини. Знаючи залежність електричних характеристик від вологості, можна швидко отримати відомості про розподіл води в матеріалі, що має важливе значення для низки технологічних процесів [6; 7].

Об'єктом дослідження була шкіра різних видів дублення, що являє собою матеріал із добре розвинутою капілярно-пористою структурою. Унікальні гігієнічні властивості натуральної шкіри обумовлені широким спектром радіусів пор, який складається із мікропор (радіус пор менше 10^{-7} м) і макропор (радіус пор більше 10^{-7} м). Такий поділ пористої структури є умовним і відповідає різним механізмам взаємодії шкіри з водяною парою: якщо мікропори сорбують вологу з повітря у випадку збільшення в ньому відносної вологості, то макропори завжди віддають вологу в повітря, незалежно від його відносної вологості [8].

У цій роботі зроблено спробу визначити взаємозв'язок діелектричної проникності матеріалу і його вологоємності. Формули, за якими визначають діелектричну проникність для змішування різних речовин, у цьому випадку не діють, оскільки разом із механічним заповненням капілярів має місце зв'язування води, тобто частина молекул води проникає в міцели калогену.

Розрахунок діелектричної проникності шкіри проводився для ідеальної моделі шкіри у вигляді «зв'язки» циліндричних капілярів, які підкоряються стандартному розподілу пор за розмірами. Статистику пористості отримано внаслідок аналізу літературних даних і додаткових вимірів на реальних зразках шкіри.

У диференціальній функції розподілу (ДФР) пор за радіусами натуральної шкіри, для пояснення характеру залежності діелектричної проникності шкіри від вологовмісту, потрібно вибрати капілярну модель [6].

Слід констатувати, що моделювання і вибір зразка моделі, який відображав би всі особливості пористої структури натуральних і штучних шкір є складним завданням. Для розв'язання поставлених у цьому дослідженні завдань, вважаємо доцільним використати капілярну модель.

Ураховуючи представлену модель, тіло є набором паралельних наскрізних капілярів круглого перерізу з розкидом радіусів $r_{\min} < r < r_{\max}$ [7].

Можливість використання такої простої моделі обумовлена тим, що ми розглядаємо здебільшого процеси проходження газів і рідин крізь пористу структуру продукту, що визначає, головним чином, його повітро- і паропроникність, пов'язану з процесами сорбції-десорбції.

У праці [6; 9] показано, що в дослідях про проходження рідини або газу крізь пористе середовище в рамках фізичної «капілярної» моделі можна враховувати нестійке перетинання реальних капілярів у пористому середовищі й факт їх з'єднання в напрямку, перпендикулярному течії. Наявність карманів (тупикових пор), присутність яких можлива в шкірах, не впливає на їх проникність.

Метою статті є визначення загального вигляду диференціальної функції розподілу пор за радіусами і дисперсного середовища (пористість), отримання інформації про кількісний розподіл фаз за розмірами, а також про фактичний розподіл пор за радіусами згідно ДФР та проведення його аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Із товарознавчої точки зору для досягнення поставленої мети важливо знати фактичне співвідношення дисперсної фази, тобто товщину стінок дисперсійного середовища, а також порядок розподілу пор – рівномірність властивостей продукту, його консистенцію [10]. Вважаємо, що в межах зазначеного кола питань «капілярна» модель достатньо адекватно описує реальну структуру шкір, а її використання значно спрощує теоретичний розгляд питань, пов'язаних із проникністю шкір, рідкою або газовою їх фазами, процесами сорбції та десорбції вологи. Водночас у праці [6] показано, що використання складних моделей для розрахунку повітро- і паропроникності пористих систем не виправдане, оскільки веде до ускладнення розрахунків, які приводять зрештою до тих самих результатів, які отримані й у разі використання «капілярної» моделі.

Оскільки радіуси капілярів сильно відрізняються один від одного, необхідно також ввести ще диференціальну функцію розподілу (ДФР) пор за радіусами $f(r)$. За безперервного розподілу радіусів пор ДФР можна ввести таким чином:

$$f(r) = \frac{ds}{dr}, \quad (1)$$

де ds – відношення площі пор із радіусами від r_i до $r_i + dr$ до загальної площі пор шкіри S_p .

Обробка даних із літературних джерел за статистикою пористості [6] і вимірювання, проведені авторами, показали, що функція розподілу пор за радіусами добре апроксимується формулою:

$$f(r) = \frac{A}{r^2} \exp \frac{B}{r}, \quad (2)$$

де $A = 0,16 \cdot 10^{-6}$ м; $B = 1,0 \cdot 10^{-6}$ м; r – радіус капіляра.

Погодження цієї формули з експериментальними даними видно на рис. 1. Проведені в ході роботи вимірювання для визначення статистики пористості зроблено на зразках шкіри різних видів дублення: хромового, комбінованого і синтанного. Із літературних даних [1] і відомостей, отриманих авторами, випливає, що експериментальні результати дослідження добре описуються кривою, яка збігається з даними Пчеліна і Цигельмана [1].

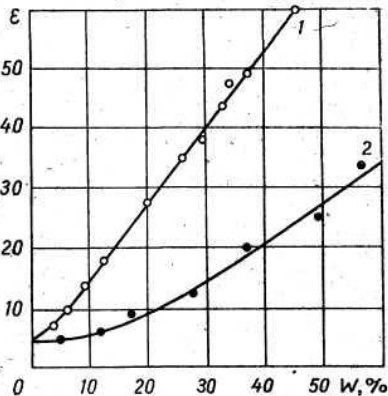


Рис. 1. Розподіл пор за радіусами: 1 – за [1]; 2 – дані встановлені авторами

Ємність повітряного конденсатора визначити легко:

$$C_o = \frac{\epsilon_0 S_o}{4\pi d} = \frac{S_o}{4\pi d} \quad (4)$$

Діелектрична проникність зволоженої шкіри визначалася звичайним методом [1], тобто шляхом затискування зразка в плоскому конденсаторі й подальшого визначення його ємності.

Позначимо діелектричну проникність зразка через ϵ_x , ємність конденсатора із зразком C_x , а повітряного – через C_o , маємо:

$$\epsilon_x = C_x / C_o. \quad (3)$$

де S_0 – площа, d – товщина зразка.

Для розрахунку ε другого типу розділено всі пори на групи з радіусами від r_i до $r_i + \Delta r$ і будемо C_i називати ємністю всієї групи цих пор, при цьому площу кожної групи позначимо через ΔS_i , тоді

$$C_i = \frac{C' C''}{C' + C''}, \quad (5)$$

де

$$C' = \frac{\Delta S_i}{4\pi d(1 - \alpha_i)}; \quad C'' = \frac{\varepsilon_B \Delta S_i}{4\pi \alpha_i d}, \quad (6)$$

тобто капіляр у шкірі представляємо як суму із двох послідовно з'єднаних конденсаторів – C' (заповненого повітрям) і C'' (заповненого водою). α_i є коефіцієнтом заповнення і дорівнює

$$\alpha_i = \frac{l_i}{d}, \quad (7)$$

де l_i – висота водяного стовпчика в капілярі.

Величину C_x можна знайти, використовуючи деякі міркування. Після поділу C_x на C_0 остаточно маємо:

$$\varepsilon_x = \varepsilon_c(1 - P) + P \int_{r_0}^{r_{\max}} \frac{f dr}{1 - \frac{80}{81} \alpha(r)}, \quad (8)$$

де P – пористість зразків.

Ця формула показує, що зміна ε_x під час зволоження шкіри в основному зумовлена зміною $\alpha(r)$, оскільки пористість і диференціальна функція розподілу $f(r)$ – величини, сталі для цього зразка. Крім того, із виразу (8) випливає, що в початковий момент часу (при $t = 0$, $\alpha = 0$) діелектрична проникність дорівнює

$$\varepsilon_x = \varepsilon_c(1 - P) + P. \quad (9)$$

Якщо $t = t_0$ (кінцеве значення часу), та $\alpha = 1$.

$$\varepsilon_x = \varepsilon_c(1 - P) + 81P, \quad (10)$$

тобто діелектрична проникність вологої шкіри має змінюватися від $\varepsilon_c(1 - P) + P$ до $\varepsilon_c(1 - P) + 81P$.

На рис. 2 наведено характерні криві залежності ε від W . Крива 1 характеризує перший цикл (первинне зволоження зразка шкіри), крива 2 – другий цикл (повторне зволоження зразка). Як видно на рис. 2, вигляд цих кривих майже однаковий. Це пояснюється тим, що кожна з них є своєрідною суперпозицією залежності вологовмісту від часу $W(t)$ і діелектричною сталою від часу $\varepsilon(t)$. Тому для подальшого визначення порядку залежності ε від W слід розглянути кінетику $\varepsilon(t)$.

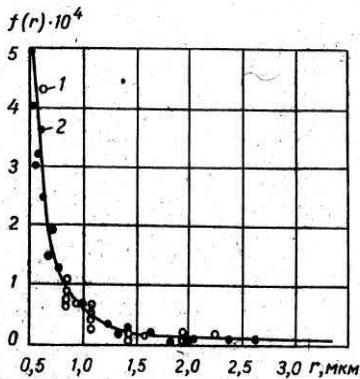


Рис. 2. Залежність діелектричної проникності від вологовмісту: 1 – за першого циклу; 2 – за другого циклу

Визначення вологи гідратації. На рис. 3 наведено теоретичні залежності ε_x від $1/r_m$, на яких при поєднанні масштабу часу добре укладаються отримані експериментально точки $\varepsilon(t)$. Таке поєднання необхідно проводити щоразу, оскільки під час виведення формули (8) ми вважали величину c_l сталою, тоді як насправді в неї входить показник змочування $\cos\theta$, що залежить від молекулярної будови внутрішньої поверхні шкіри та її шорсткуватості.

На рис. 3 показано також залежності $\varepsilon_x(r_m)$ за різних значень пористості P . З'єднуючи залежність підраховану (теоретичну) $\varepsilon_x(1/r_m)$ і виміряну $\varepsilon_x(t)$, можна визначити величину $2c_l/d^2$, а разом із нею і кут змочування $\cos\theta$. Таким чином були отримані значення $\cos\theta$; за загальної пористості зразків 0,30; 0,35; 0,40 вони дорівнювали $6,9 \cdot 10^{-5}$; $8,2 \cdot 10^{-5}$ та $11 \cdot 10^{-5}$.

Ці розрахунки доводять, що кут змочування в шкірі близький до 90° , що загалом підтверджується літературними даними. На рис. 3 наведено теоретичні залежності капілярної вологи W_p від $(1/r_m)$. Оскільки при зважуванні (а саме так визначається вологовміст у шкірі) ми знаходимо сумарний вологовміст $W = W_p + W_g$, то природно, що через деякий час спостерігається відхилення експериментальних точок від теоретичної кривої. Це дозволяє нам за різницею $W - W_p$ графічно визначити вологу гідратації W_g .

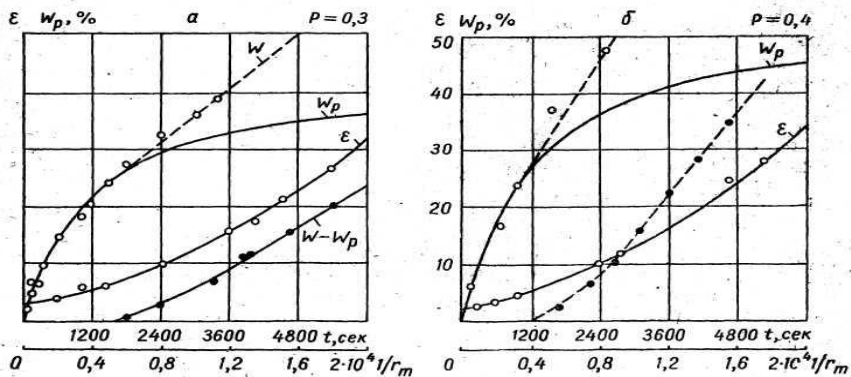


Рис. 3. Визначення води гідrataції за залежністю діелектричної проникності й вологовмісту від часу зволоження. Суцільні лінії відповідають теоретичним залежностям

Для вказаних на рис. 3 значень пористості 0,30; 0,35 і 0,40 кількість зв'язаної води відповідно дорівнює 27,0%; 28,5% і 21,9%. Оскільки величина ϵ визначається тільки капілярною водою, то факт збігу експериментальних точок $\epsilon_x(t)$ із теоретичною кривою ϵ водночас і перевіркою залежності $W_p(1/r_m)$.

Щоб простежити за змінами залежності показника ϵ від W після першого і другого циклів, зручно побудувати залежності $\epsilon(t)$ і $W(t)$ (рис. 4). Як бачимо із рисунка, залежність $\epsilon(t)$, після першого циклу, різко змінює свій характер. У разі первинного зволоження ϵ зростає від самого початку дуже швидко, хоча прийнятій моделі відповідає хід кривої при повторному зволоженні (слід відзначити, що надалі, під час третього і четвертого циклів, характер залежності $\epsilon(t)$ не змінюється).

Насправді, під час зволоження шкіри спочатку заповнюються більші капіляри, які не можуть від самого початку давати більший внесок в ϵ (тобто спочатку ϵ не відстає від W).

Пояснюючи такий незвичайний хід кривої у разі первинного зволоження, можна припустити, що оскільки для дослідження використовувалися зразки змішаного дублення (рослинного з добавкою синтанів), то під час первинного зволоження поряд із дипольною поляризацією виникає ще й іонна поляризація внаслідок розчинення вимивних компонентів у капілярній воді.

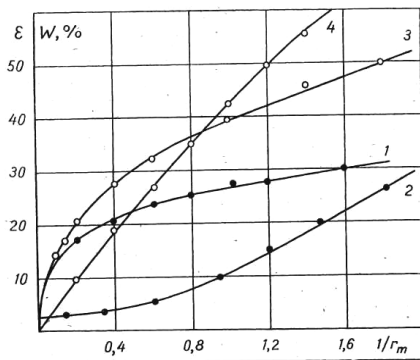


Рис. 4. Залежність діелектричної проникності й вологовмісту від часу зволоження для різних циклів: 1, 2 і 3, 4 – ϵ і W під час першого і другого циклів

ропроникність, кінетика просочення та інші, що дуже важливо для практики.

Висновки. 1. Обробка даних літературних джерел за статистикою пористості і вимірювання, виконані авторами, довели, що функція розподілу пор за радіусами добре описується формулою (2) і наведена на рис. 1. Відповідність формули (2) експериментальним результатами засвідчує, що експериментальні точки, визначені авторами на рис. 1, і літературні дані збігаються.

2. Порядок поведінки кривих на рис. 2 є свідченням накладення залежностей вологовмісту й електричної сталої від часу. Результати дослідження кінетики діелектричної проникності зразків натуральної шкіри під час зволоження вказують на можливість теоретичного розрахунку таких показників шкіри, як повітропроникність і кінетика просочування.

3. У роботі доведено, що поєднуючи підрахункові залежності ϵ ($1/r$) та виміряні $\epsilon(t)$ можна визначити кут змочування натуральної шкіри (рис. 3).

Список джерел інформації / References

1. Луцкы Р. В. Применение тепло- и массообменных методов для исследования пористой структуры и водных свойств кожматериалов / Р. В. Луцкы // Кожевенно-обувная промышленность. – 1973. – № 2. – С. 48–51.

Lutsik, R.V. (1973), "The use of heat and mass transfer methods to study the porous structure and water properties of leather materials", *Leather and footwear industry* ["Primeneni teplo-y massoobmennikh metodov dlia yssledovania poristoї

Це припущення підтверджується ще й тим, що у випадку, коли використовувалися зразки чисто синтанного дублення, яке має вимивні речовини, хід $\epsilon(t)$ в обох циклах не змінювався і був схожий на хід другого циклу, зображеного на рис. 4.

Результати дослідження залежності $\epsilon(t)$ зразків натуральної шкіри за багаторазового зволоження свідчать, що вибрана модель достатньо вірно відображає електричні властивості шкіри й може бути використана для практичних розрахунків таких властивостей, як повітропроникність та інші, що дуже важливо для практики.

структури у водників своіств козхматеріалов”, *Kozhevenno-obuvnia promishlennost*], No. 2, pp. 48-51.

2. Романюк О. О. Вологообмінні властивості натуральних шкір одержані різними методами / О. О. Романюк // Вісник Східноукраїнського національного ун-ту ім. В. Даля. – 2015. – № 7. – С. 61–67.

Romaniuk, O.O (2015), “Vapor-exchange properties of natural leather obtained by various methods”, *Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University* [“Vologoobminni vlastivosti naturalnych shkir oderzhani riznimi metodami”, *Visnik shhidnoukrainskogo natsionalnogo universitetu im. V. Dallya*], No. 7, pp. 48-51.

3. Захаренко В. О. Відновлення розподілу пор у шкіряних виробках / В. О. Захаренко, О. Г. Д’яков, Ж. У. Воронцова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства в торгівлі : зб. наук. пр. – Х. : ХДУХТ, 2015. – Вип. 1 (21). – С. 479–485.

Zakharenko, V.O., Dyakov, O.G., Vorontsova, Zh.U. (2015), “Restore of pore distribution in leather products”, *The collection of scientific works of Kharkiv State University of Food Technology and Trade* [“Vidnovlennya rozpodilu por u shkiryanikh virobakh”, *Progresivni tekhnika i ta tekhnologii kharchovikh virobnitstv restorannogo gospodarstva i torgivli: Sb. nauk. pr.*”], KhDUKhT, Kharkiv, No. 1 (21), pp. 479-485.

4. Пат. 24214 Україна, МПК (2006) А 43В 23/00. Модифікований спосіб визначення диференціальної пористості шкіри в макропоровій зоні / Захаренко В.О., Михайлов В.М. – № 200700658 ; заявл. 22.01.2007 ; опубл. 22.06.2007, Бюл. 39.

Zakharenko, V.O, Mykhaylov, V.M. (2007), “Modified method for determining the differential porosity of the leather in the macroporous zone” [“Modifikovaniy spobis viznachshenia diferentsialnoyi poristosti shkiri v makroporoviy zoni”], Pat. 24214 Ukraine, A 43B 23/00.

5. Мороз К. М. Дослідження пористості у системі епоксидний композит-полівініловий спирт // Матеріали відкритої наук.-техн. конф. молодих науковців і спеціалістів фіз.-мех. ін-ту ім. В.Г. Карпенка НАН України. – Львів, 2009. – 430 с.

Moroz, K.M. (2009), “The study of porosity in the system of epoxy composite-polyvinyl alcohol”, *The materials of an open scientific and technical conference of young scientists and specialists of Karpenko Physico-mechanical Institute of the NAS of Ukraine* [“Doslidzhennia poristosti u sistemі epoksidniy kompozit-poliviniloviy spirt”, *mat.-nauk.-tekhn. konf. molodikh naukovtsiv i spetsialistiv*], Fiziko-mekhanichniy institut im. V.G. Karpenka NAN Ukraine, Lviv, 430 p.

6. Коган В. Г. Модельное представление капиллярно-пористых тел / В. Г. Коган, В. А. Лавровский // Коллоидный журнал. – 1965. – Т. 27, № 3. – С. 31–35.

Kogan, V.G., Lavrovskiy, V.A. (1965), “Model representation of capillary-porous bodies” [“Modelnoie predstavlieniye kapiliarno-poristikh tel”], *Colloidal journal*, Vol. 27, No. 1 (21), pp. 31-35.

7. Захаренко В. О. Проблема пористості і якості харчових продуктів / В. О. Захаренко, Л. А. Гайдамаха // Прогресивні техніка та технології харчових

виробництв, ресторанного господарства в торгівлі : зб. наук. пр. – Х. : ХДУХТ, 2016. – Вип. 1 (23). – С. 331–341.

Zakharenko, V.O., Gaydamakha, L.A. (2016), “The problem of porosity and quality of food products”, *Progressive technique and technologies of food production, restaurant industry in trade: The collection of scientific works of Kharkiv State University of Food Technology and Trade* [“Problema poristosti i yakosti kharchovikh produktiv”, *Progresivni tekhnika ta tekhnologii kharchovikh virobnitstv restorannogo gospodarstva i torgivli: Sb. nauk. pr.*], KhDUKhT, Kharkiv, No. 1 (23), pp. 331–341.

8. Захаренко В. О. Автоматизована система виміру розподілу пор у шкіряних виробках / В. О. Захаренко, О. Г. Д’яков, Ж. У. Воронцова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства в торгівлі : зб. наук. пр. – Х. : ХДУХТ, 2014. – Вип. 2 (20). – 407 с.

Zakharenko, V.O., Dyakov, O.G., Vorontsova, Zh.U. (2014), “Automated system for measuring the distribution of pores in leather products”, *Progressive technique and technologies of food production, restaurant industry in trade: The collection of scientific works of Kharkiv State University of Food Technology and Trade* [“Avtomatizovana sistema vimiru rozpodilu por u shkiryanikh virobakh”, *Progresivni tekhnika t ta tekhnologii kharchovikh virobnitstv restorannogo gospodarstva i torgivli: Sb. nauk. pr.*], KhDUKhT, Kharkiv, No. 2 (20), 407 p.

9. Романовський І. Я. Електрофізичні методи контролю якості сільськогосподарських і харчових продуктів : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / Романовський І. Я. ; Український державний ун-т харчових технологій. – К., 1996. – 343 с.

Romanovskiy, I.Ya. (1996), *Electrophysical methods of quality control of agricultural and food products: dissertation [Elektro-fizichni metodi kontrolyu yakosti silskogospodarskikh i kharchovikh produktiv: dis. ... dr. of technical nauk]* Ukrainian state University of food technologies, Kiev, 343 p.

10. Ребиндер П. А. Избранные труды: Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика / П. А. Ребиндер. – Москва : Наука, 1979. – 382 с.

Rebinder, P.A. (1979), *Selected Works: Surface phenomena in dispersed systems. Physico-chemical mechanics [Izbranniye trudi: Povierkhnosniye yavleniya v dispersnikh sistemakh. Fiziko-mekhanicheskaya mekhanika]*, Nauka, Moscow, 382 p.

Захаренко Віталій Олександрович, д-р техн. наук, проф., факультет товарознавства і торговельного підприємництва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-60, 0974654693.

Захаренко Виталий Александрович, д-р техн. наук, проф., факультет товароведения и торгового предпринимательства, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-60, 0974654693.

Zakharenko Vitaly, faculty of merchandizing and trade business, Dr. of Technical Sciences, Professor, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-60, 0974654693.

Сорокіна Світлана Вікторівна, канд. техн. наук, доц., факультет товарознавства і торговельного підприємництва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-60, 0502638075; e-mail: 19721980@mail.ru.

Сорокина Светлана Викторовна, канд. техн. наук, доц., факультет товароведения и торгового предпринимательства, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-60, 0502638075; e-mail: 19721980@mail.ru.

Sorokina Svetlana, faculty of merchandizing and trade business, PhD, Candidate of Technics, Senior lecturer, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-60, 0502638075; e-mail: 19721980@mail.ru.

Акмен Вікторія Олександрівна, канд. техн. наук, доц., факультет товарознавства і торговельного підприємництва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-60, 0937893177; e-mail: 19721980@ukr.net.

Акмен Виктория Александровна, канд. техн. наук, доц., факультет товароведения и торгового предпринимательства, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-60, 0937893177; e-mail: 19721980@ukr.net.

Akmen Vyktorya, PhD, Candidate of Technics, faculty of merchandizing and trade business, Senior lecturer, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-60, 0937893177; e-mail: 19721980@ukr.net.

Смоленський Олексій Володимирович, магістрант, кафедра товарознавства в митній справі, факультет управління торговельно-підприємницькою та митною діяльністю, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0985570052; e-mail: aleksvok@mail.ru.

Смоленский Алексей Владимирович, магістрант, кафедра товароведения в таможенном деле, факультет управления торгово-предпринимательской и таможенной деятельностью, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0985570052; e-mail: aleksvok@mail.ru.

Smolenskiy Olexsiy, master of department commodity Science and Commercial entrepreneurship, faculty Management of commercial and business activities and customs, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 985570052; e-mail: aleksvok@mail.ru.

Колієнко Владислав Володимирович, магістрант, кафедра товарознавства в митній справі, факультет управління торговельно-підприємницькою та митною діяльністю, Харківський державний університет

харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 093452 3447.

Колиенко Владислав Владимирович, магістрант, кафедра товарознавства в таможенному справі, факультет управління торгово-підприємницької та таможенної діяльністю, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0934523447.

Koliyenko Vladislav, master of department commodity Science and Commercial entrepreneurship, faculty Management of commercial and business activities and customs, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0934523447.

DOI: 10.5281/zenodo.2365073