



УДК 543.064 + 543.61 + 615.074

DOI <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2020.1.10903>

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ МИЙНОГО ЗАСОБУ NEODISHER LABOCLEAN PLM НА ЛАБОРАТОРНОМУ ПОСУДІ

Н. Л. Тарасенко, Н. О. Савіна, В. М. Брицун, Н. В. Останіна

*ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва
Національної академії медичних наук України», Київ
britsun167@ukr.net*

ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції / Received:
17.12.2019

Після доопрацювання / Revised:
26.12.2019

Прийнято до друку / Accepted:
27.12.2019

Ключові слова:

контроль чистоти
автоматизованого миття
лабораторного посуду;
мийний засіб;
Neodisher LaboClean PLM;
дезінфекційно-мийний автомат;
речовини, що окиснюються;
кондуктометрія;
питома електропровідність;
калібрувальний графік.

АНОТАЦІЯ

Мета роботи. Опрацювання простих експрес-підходів для визначення залишкової кількості мийного засобу Neodisher LaboClean PLM в лабораторному посуді, заснованих на використанні фармакопейних методів (перевірки питомої електропровідності і тесту «речовин, що окиснюються»), і оцінювання якості миття посуду дезінфекційно-мийним автоматом.

Матеріали і методи. Воду дистильовану і деіонізовану отримано, відповідно, з аквадистильатора GFL2008 і системи Millipore Direct-Q 3 UV. Використовували розчини мийного засобу Neodisher LaboClean PLM. Кондуктометричні дослідження проводили на кондуктометрі Hanna HI 2300. Миття лабораторного посуду здійснювали в дезінфекційно-мийному автоматі G7883.

Результати й обговорення. Визначено питому електропровідність розчинів різної концентрації Neodisher LaboClean PLM. Отримані результати оброблені Excel з метою побудови калібрувальних графіків та створення математичних рівнянь.

Ці підходи, хоча не є селективними, проте дозволяють ідентифікувати остаточні забруднення посуду мийним засобом Neodisher LaboClean PLM в концентраціях, відповідно, 10^{-5} % і 10^{-2} %, в тому числі – і кількісно (за питомою електропровідністю, з використанням калібрувального графіка).

Подібним чином отримано калібрувальний графік для однієї з солей жорсткості водопровідної води – CaCO_3 .

На основі отриманих даних були проведені дослідження чистоти лабораторного посуду після відмивання у дезінфекційно-мийному автоматі.

Висновки. Отримані результати (0,8–3,2 і 2,3–10,0 мкг/одиночку на посуду, відповідно, для мийного засобу Neodisher LaboClean PLM і для CaCO_3) свідчать, що чистота лабораторного посуду після мийки в дезінфекційно-мийному автоматі G7883 є задовільною для вирішення більшості завдань, які стоять перед аналітичною та фармацевтичною хімією.

Вступ. У хімічних та фармацевтичних лабораторіях, які здійснюють контроль та аналіз продукції фізико-хімічними методами, існують жорсткі вимоги до чистоти лабораторного (скляного,

фарфорового, пластмасового) посуду. Посуд повинен бути чистим настільки, щоб його забруднення жодним чином не впливали на точність випробувань [1].

Серед забруднювачів лабораторного посуду є поверхнево активні речовини (ПАР), що застосовуються для його миття. Як правило, їх певна кількість адсорбується на поверхні посуду, тому повне видалення є нетривіальним завданням.

Існують різні методи визначення залишкових кількостей мийних засобів: спектрофотометричний, потенціометричний, вольтамперометричний методи і високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ) [2–4]. Як правило, дані методи вимагають використання складного обладнання, займають багато часу і малопридатні для рутинного контролю залишків ПАР.

Матеріали і методи. В Державній науково-дослідній лабораторії з контролю якості лікарських засобів ІГЗ НАМН України здійснюється перевірка медичних препаратів і предметів гігієни щодо відповідності вимогам нормативної документації та ДФУ, ЕР, ВР і USP. З огляду на те, що використаний для обробки лабораторного посуду мийний засіб Neodisher LaboClean PLM містить лужні солі (карбонат і силікат натрію) та неіоногенну ПАР (етоксильовані жирні спирти з довжиною вуглецевого ланцюжка $C_{12}-C_{18}$) [5], ми обрали для контролю чистоти змивної води фармакопейні методи – «речовини, що окиснюються» [6], визначення питомої електропровідності (ПЕ) та абсорбційна спектрофотометрія в ультрафіолетовій області [7].

Приготування розчинів мийного засобу. Наважку 1,000 г мийного засобу Neodisher LaboClean PLM, висушену до сталої маси при 60 °С, розчиняли в мірній колбі на 100 мл з 50 мл дистильованої (деіонізованої) води, після чого додавали воду до мітки. Концентрація отриманого розчину становила ~1 %. Далі методом послідовного розведення 1 % розчину дистильованою (деіонізованою) водою в мірних колбах отримували розчини з концентраціями $10^{-1} \dots 5 \times 10^{-7} \%$.

Випробовування на присутність речовин, що окиснюються. До 80 мл дистильованої води додавали 10 мл розчину мийного засобу Neodisher LaboClean PLM, 10 мл H_2SO_4 1 М/л, 0,1 мл розчину $KMnO_4$ 0,02 М/л. Отриманий випробовувальний розчин кип'ятили 5 хв. Результати представлені в таблиці 1.

Кондуктометричні дослідження. Зразки розчинів мийного засобу Neodisher LaboClean PLM відбирали в ємкості з поліетилену високого тиску (об'єм 20 мл). Вимірювання питомої електропровідності (ПЕ) розчинів проводили на кондуктометрі Hanna HI 2300 при температурі $(25,0 \pm 0,5)$ °С, у мікросименсах/сантиметр (мкСм/см). Вимірювання в кожному випадку робили тричі і обчислювали середнє значення. Результати представлені в таблицях 2 і 3. Попереднє калібрування кондуктометра здійснювали з використанням розчинів «Conductivity Standart 84 мкСм/см» і «Conductivity Standart 1413 мкСм/см» (Mettler Toledo).

Оцінювання якості миття лабораторного посуду за питомою електропровідністю та тестом на

речовини, що окиснюються. Робили окреме визначення для кожного посуду (індивідуальний об'єм якого 20 мл чи більше) чи груп посуду (якщо індивідуальний об'єм менше 20 мл). Одиницю посуду ємністю 20 мл чи більше – промивали 20 мл дистильованої води. Якщо об'єм посуду менший 20 мл – брали стільки одиниць посуду, щоб їхній сумарний внутрішній об'єм складав не менше 20 мл, і порівну промивали 20 мл дистильованої води. Зібраною промивною водою наповнювали пластмасовий стаканчик і вимірювали питому електропровідність при температурі $(25 \pm 0,5)$ °С. Далі 20 мл води за допомогою хімічного стаканка на 50 мл переливали у конічну колбу на 250 мл, додавали 80 мл дистильованої води, 10 мл кислоти сірчаної 1 М/л, 0,1 мл 0,02 М/л розчину калію перманганату і кип'ятили 5 хв. Паралельно проводили контрольний дослід із дистильованою водою, без ополіскування посуду.

Спектрофотометричні дослідження в УФ-ділянці спектра проводили на спектрофотометрі Specord 200, при ширині спектральної щілини 1 нм в діапазоні 200–400 нм.

Воду дистильовану отримано з аквадистилатора GFL2008.

Вода деіонізована продукувалась з системи Millipore Direct-Q 3 UV. Слід зазначити, що якість деіонізованої води суттєво залежить від матеріалу посуду для її збереження та часу контакту з повітрям (яке є джерелом CO_2 ; останній в контакт з водою утворює $H_2CO_3 = H^+ + HCO_3^-$, що збільшує ПЕ деіонізованої води). Так, на момент отримання деіонізованої води – при вимірюванні в потоці (без доступу повітря) ПЕ дорівнювала 0,05 мкСм/см, тоді як ПЕ деіонізованої води, набраної у відкритий пластиковий стакан – вже 0,30–0,35 мкСм/см. При відборі деіонізованої води в скляні колби та хімічні стакани, її ПЕ становила 0,45–0,50 мкСм/см.

Застосовували дезінфекційно-мийний автомат G7883. Температуру розчинів контролювали термометром TFA 30.1018 і підтримували на циркуляційному термостаті LOIP LT-112. Зразки відважували на вагах ABT 220-5DM 1-го класу точності. При дослідженні використовували скляний лабораторний посуд 1-го класу точності.

Розрахунок невизначеності результатів випробувань здійснювали згідно з вимогами ДФУ (п.5.3.N.1, п.5.3.N.2) [7].

Результати й обговорення. Дослідження розчинів мийного засобу на наявність речовин, що окиснюються – дає позитивний результат при концентраціях мийного засобу $1,0 \times 10^{-2}$ – $1,0 \times 10^{-1} \%$ (табл. 1).

Кондуктометричні дослідження розчинів мийного засобу Neodisher LaboClean, зроблених на дистильованій воді, представлені в таблиці 2 (досліди № 2–8). Для коректного аналізу також вимірювали ПЕ дистильованої води, на якій готувались розчини (табл. 2, дослід № 1).

Таблиця 1

Залежність кольору випробовуваного розчину від концентрації мийного засобу Neodisher LaboClean PLM

№	Концентрація мийного засобу у випробовуваному розчині, %	Колір випробовуваного розчину, який містить $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$, після 5 хв кип'ятіння
1	0 (деіонізована вода)	слабко-рожевий
2	$1,0 \times 10^{-6}$	слабко-рожевий
3	$1,0 \times 10^{-5}$	слабко-рожевий
4	$1,0 \times 10^{-4}$	слабко-рожевий
5	$1,0 \times 10^{-3}$	слабко-рожевий
6	$1,0 \times 10^{-2}$	майже безбарвний (слабко-слабко рожевий)
7	$1,0 \times 10^{-1}$	безбарвний

Таблиця 2

Результати визначення питомої електропровідності розчинів мийного засобу Neodisher LaboClean PLM

№*	Концентрація розчину, %	Питома електропровідність, мкСм/см	Δ ($\text{PE}_p - \text{PE}_{\text{H}_2\text{O}}$)	Невизначеність, мкСм/см	№**	Концентрація розчину, %	Питома електропровідність, мкСм/см	Δ ($\text{PE}_p - \text{PE}_{\text{H}_2\text{O}}$)	Невизначеність, мкСм/см
1	0 (вода дистильована)	2,09	0	0,12	9	0 (вода деіонізована)	0,32	0	0,12
2	$1,0 \times 10^{-6}$	2,37	0,28	0,13	10	$5,0 \times 10^{-7}$	0,49	0,17	0,12
3	$1,0 \times 10^{-5}$	2,52	0,43	0,12	11	$1,0 \times 10^{-6}$	0,46	0,14	0,13
4	$1,0 \times 10^{-4}$	3,07	0,98	0,13	12	$5,0 \times 10^{-6}$	0,52	0,2	0,12
5	$1,0 \times 10^{-3}$	14,68	12,59	0,19	13	$1,0 \times 10^{-5}$	0,54	0,22	0,13
6	$1,0 \times 10^{-2}$	145,2	143,1	1,5	14	$2,5 \times 10^{-5}$	0,63	0,31	0,13
7	$5,0 \times 10^{-2}$	569,4	567,3	5,8	15	$5,0 \times 10^{-5}$	0,92	0,6	0,12
8	$1,0 \times 10^{-1}$	1199	1197	12,5	16	$1,0 \times 10^{-4}$	1,63	1,31	0,13

Примітки: * – на дистильованій воді в скляному посуді; ** – на деіонізованій воді в пластиковому посуді.

Щоб уникнути систематичної помилки (впливу електропровідності «сторонніх» іонів), для побудови графіка використовували не ПЕ розчинів, а різницю (Δ), відповідно, між ПЕ розчинів і ПЕ дистильованої (дейонізованої) води.

Дані таблиці 2 підтверджують, що залежність ПЕ розчинів мийного засобу Neodisher LaboClean (на дистильованій воді) від концентрації є лінійною в діапазоні $1,0 \times 10^{-1}$ – $1,0 \times 10^{-4}$ %. У цьому діапазоні математичне рівняння графіка залежності ΔPE (y) розчину мийного засобу від його концентрації (x), обраховане Excel, має формулу $y=11865x$, величина достовірності апроксимації дорівнює 0,998 (рис. 1). Таким чином, для визначення концентрації (%) залишкової кількості (x) мийного засобу Neodisher LaboClean за питомою електропровідністю розчинів (y) можна використати рівняння $x=y/11865$. При подальшому розведенні розчинів Neodisher LaboClean до концентрації $1,0 \times 10^{-5}$ – $1,0 \times 10^{-6}$ % і зменшенні Δ електропровідності до 0,28–0,43 мкСм/см – лінійність погіршується внаслідок впливу сторонніх іонів і збільшення віднос-

ної похибки вимірювань кондуктометра в цьому діапазоні.

Щоб мінімізувати вплив сторонніх іонів, ми провели кондуктометричні вимірювання розчинів мийного засобу Neodisher LaboClean, зроблених на дейонізованій воді (таблиця 2, досліди № 10–16). З дослідів видно, що залежність ΔPE розчинів мийного засобу Neodisher LaboClean від концентрації є задовільно лінійною в діапазоні концентрацій $1,0 \times 10^{-4}$ – $1,0 \times 10^{-6}$ %. У цьому діапазоні математичне рівняння графіка залежності ΔPE (y) розчину мийного засобу від його концентрації (x), обчислене Excel, має формулу $y=12987x$, величина достовірності апроксимації дорівнює 0,954 (рис. 2). Таким чином, для визначення концентрації (%) залишкової кількості (x) мийного засобу Neodisher LaboClean за питомою електропровідністю розчинів (y) можна використати рівняння $x=y/12987$.

У дезінфекційно-мийному автоматі G7883 для початкової і проміжної промивки лабораторного посуду застосовується водопровідна вода, яка

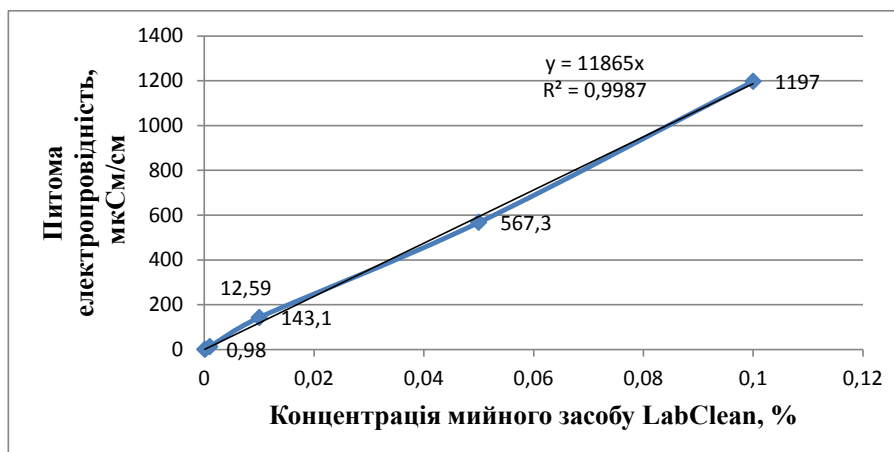


Рис. 1. Графік залежності питомої електропровідності розчину мийного засобу Neodisher LaboClean (на дистильованій воді) від його концентрації.

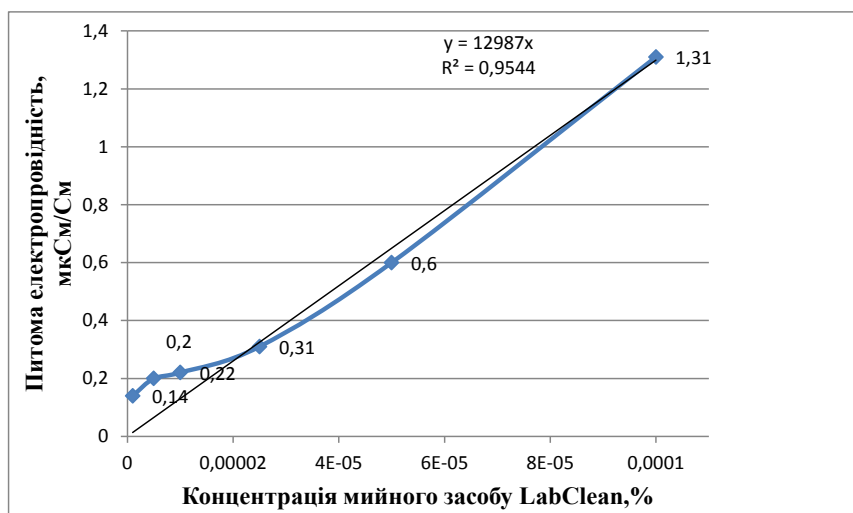


Рис. 2. Графік залежності питомої електропровідності розчину мийного засобу Neodisher LaboClean (на деіонізованій воді) від його концентрації.

містить природні солі твердості (CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, MgCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ та інші домішки) і має ПЕ 362–384 мкСм/см [8]. Тому водопровідна вода теж може бути забруднювачем лабораторного посуду цими солями, і мати вплив на кінцеві результати ПЕ змивної води, отриманих під час експериментів.

Тому ми також встановили залежність ПЕ розчинів кальцій карбонату (як домішки водопровідної води) від його концентрації. Ці дані наведено в таблиці 3 і на рисунку 3.

Математичне рівняння графіка залежності ДПЕ (y) розчину CaCO_3 від його концентрації (x), обчислене Excel, має формулу $y=4172x$, величина достовірності апроксимації дорівнює 0,99 (рис. 3). Таким чином, для визначення концентрації (%) залишкових кількостей (x) CaCO_3 за питомою електропровідністю розчинів (y) можна використати рівняння $x=y/4172$.

Отримані калібрувальні графіки і рівняння дозволяють вирішувати зворотню задачу – за питомою електропровідністю обчислювати залишкові концентрації мийного засобу Neodisher LaboClean PLM або карбонату кальцію у змивній воді, тобто контролювати чистоту поверхонь лабораторного посуду після миття.

Проведено спектрофотометричні дослідження абсорбції розчинів Neodisher LaboClean (концентрації $1,0 \times 10^{-1}$ – $1,0 \times 10^{-6}$ %) в УФ-діапазоні (200–400 нм) з ідентифікаційною метою (рис. 4). На жаль, в цьому діапазоні немає будь-яких характеристичних смуг поглинання, що, вірогідно, зумовлено відсутністю кратних хімічних карбонових зв'язків (відповідно, $n \rightarrow \pi^*$ та $\pi \rightarrow \pi^*$ переходів) і хромофорних ланцюжків та ауксохромних груп у молекулах мийного засобу.

Результати перевірки якості відмивання лабораторного посуду в дезінфекційно-мийному автоматі G7883 наведено в таблиці 4. Припускаємо, що осно-

Таблиця 3

Результати визначення питомої електропровідності розчинів CaCO_3

№	Концентрація розчину, %	Питома електропровідність, мкСм/см	Δ ($\text{PE}_p - \text{PE}_{\text{H}_2\text{O}}$)	Невизначеність, мкСм/см
1	0 (вода деіонізована)	0,35	0	0,12
2	$1,56 \times 10^{-5}$	1,10	0,75	0,13
3	$2,95 \times 10^{-4}$	1,42	1,07	0,12
4	$5,90 \times 10^{-3}$	2,94	2,59	0,13
5	$1,18 \times 10^{-3}$	5,46	5,11	0,14
6	$1,56 \times 10^{-3}$	6,64	6,29	0,14
7	$2,35 \times 10^{-3}$	9,48	9,13	0,16

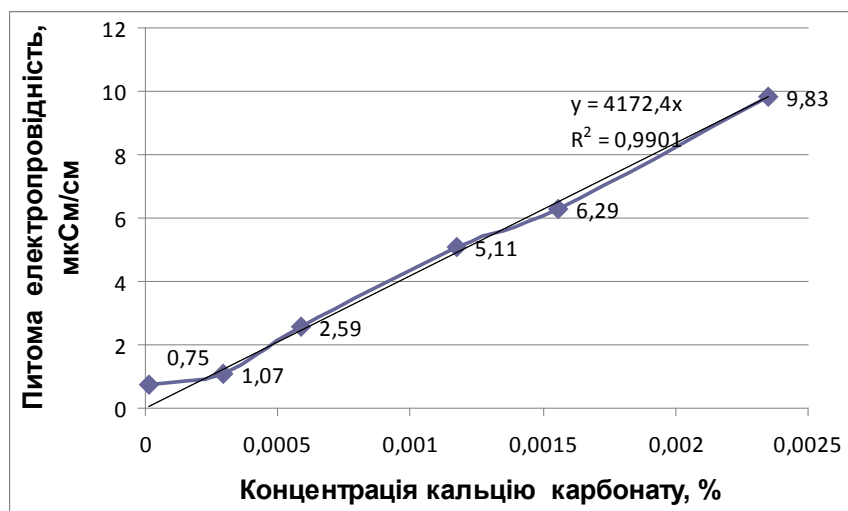


Рис. 3. Графік залежності питомої електропровідності розчину CaCO_3 (на деіонізованій воді) від його концентрації.

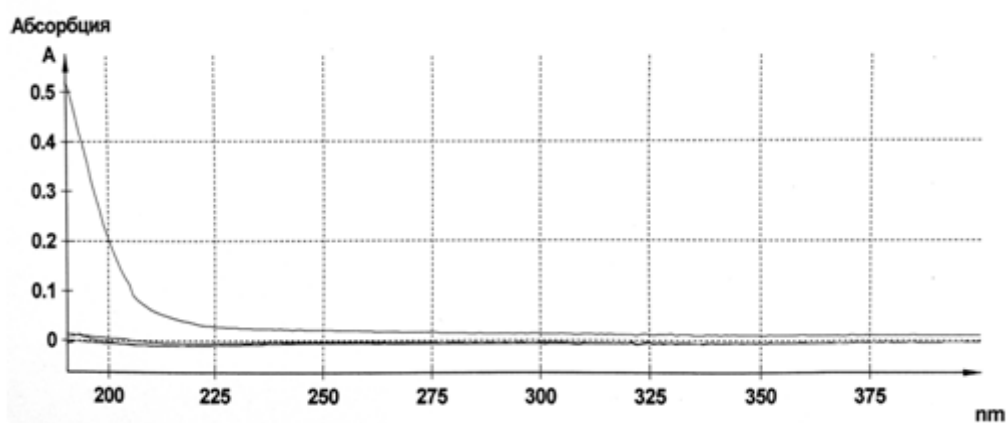


Рис. 4. УФ-спектр розчинів мийного засобу Neodisher LaboClean PLM (концентрації 10^{-2} - 10^{-6} %) в діапазоні 200–400 нм.

Таблиця 4

Результати перевірки якості миття скляного лабораторного посуду

№	Лабораторний посуд, об'єм, кількість	Питома електропровідність змивної води, мкСм/см*	$\Delta(\text{PE}_p - \text{PE}_{\text{H}_2\text{O}})$	Залишкові концентрації мийного засобу Neodisher LaboClean і кількість на одиницю посуду		Залишкові концентрації CaCO_3 і кількість на одиницю посуду	
				%	мкг	%	мкг
1	Вода дейонізована (в скляній колбі)	0,47	-	-	-	-	-
2	Колба конічна 250 мл, 1 шт	0,62	0,15	$1,15 \times 10^{-5}$	2,3	$3,6 \times 10^{-5}$	7,3
3	Колба конічна 100 мл, 1 шт	0,60	0,13	$1,0 \times 10^{-5}$	2,0	$3,1 \times 10^{-5}$	6,2
4	Колба мірна 200 мл, 1 шт	0,61	0,14	$1,1 \times 10^{-5}$	2,2	$3,4 \times 10^{-5}$	6,8
5	Колба мірна 100 мл, 1 шт	0,63	0,16	$1,2 \times 10^{-5}$	2,4	$3,8 \times 10^{-5}$	7,6
6	Колба мірна 50 мл, 1 шт	0,64	0,17	$1,3 \times 10^{-5}$	2,6	$4,1 \times 10^{-5}$	8,2
7	Колба мірна 10 мл, 2 шт	0,69	0,22	$1,7 \times 10^{-5}$	1,7	$5,3 \times 10^{-5}$	5,5
8	Піпетка Мора, 20 мл, 1 шт	0,68	0,21	$1,6 \times 10^{-5}$	3,2	$5,0 \times 10^{-5}$	10,0
9	Піпетка Мора, 5 мл, 4 шт	0,80	0,33	$2,5 \times 10^{-5}$	1,0	$7,9 \times 10^{-5}$	4,0
10	Віала хроматографічна, 1,7 мл, 12 шт	1,07	0,60	$4,6 \times 10^{-5}$	0,8	$1,4 \times 10^{-4}$	2,4

Примітка: * – для всіх розчинів – випробування на речовини, що окиснюються – негативний результат (слабко-рожевий колір сірчаноокислого 0,02 М розчину калію перманганату – без змін).

вними забруднювачами, які підвищують ПЕ змивної води, є залишки мийного засобу Neodisher LaboClean або CaCO_3 з водопровідної води.

Концентрацію (%) залишкової кількості (x) мийного засобу Neodisher LaboClean за питомою електропровідністю розчинів (y) – обчислювали за рівнянням $x=y/12987$, а перерахунок % в мкг/одиницю посуду (z) здійснювався за рівнянням $z= (y/12987) \cdot 10^6/5$. Коефіцієнт 5 (100/20) брали з огляду на те, що ємкість з поліетилену високого тиску, в якій проводились кондуктометричні вимірювання, мала об'єм 20 мл.

Подібним чином за рівнянням $x=y/4172$ обчислювали остаточну кількість CaCO_3 .

Висновки. Отримані орієнтовні дані (0,8–3,2 або 2,3–10,0 мкг/на одиницю посуду, відповідно, для мийного засобу Neodisher LaboClean PLM або для CaCO_3) свідчать, що чистота лабораторного посуду після відмивання у дезінфекційно-мийному автоматі G7883 є задовільною для вирішення більшості за-

вдань, які стоять перед аналітичною та фармацевтичною хімією. Для підвищення чистоти лабораторного посуду рекомендуємо також додаткове ополіскування його дистильованою водою після миття у дезінфекційно-мийному автоматі.

Проте для прецизійних робіт та випробувань, зокрема із застосуванням таких чутливих методів аналізу, як високоефективна рідинна та газова хроматографія (ВЕРХ і ГХ), вказаної чистоти лабораторного посуду може бути недостатньо. Тому є сенс для точних експериментів і тестів використовувати лабораторний посуд одноразово.

У перспективі є актуальними опрацювання ефективніших методів відмивання лабораторного посуду і більш чутливих рутинних методів контролю його чистоти.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

DETERMINATION OF RESIDUAL QUANTITIES OF NEODISHER LABOCLEAN PLM DETERGENT ON LABWARE

N. L. Tarasenko, N. O. Savina, V. M. Britsun, N. V. Ostanina

State Institution "O.M. Marzeyev Institute for Public Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine"

britsun167@ukr.net

The aim of the work. The development of simple rapid approaches for residual quantities of Neodisher Laboclean PLM detergent in laboratory glassware determining, which are based on the use of pharmacopeia methods (testing the electrical conductivity and the test "oxidizable substances") and assessing the quality of glassware washing with a disinfection-washing machine.

Materials and Methods. Distilled and deionized water was obtained, respectively, on a GFL2008 aquadistillator and a Millipore Direct-Q 3 UV system. Conductivity studies were performed on a Hanna HI 2300 conductivity meter. Neodisher LaboClean PLM detergent solutions were used. Washing of laboratory glassware was carried out in a G7883 disinfection-washing machine.

Results and Discussion. The electrical conductivity of solutions of various concentrations of Neodisher Laboclean PLM was measured. The obtained data was processed by Excel in order to build a calibration graph and derive its mathematical equation.

These approaches, despite the lack of selectivity, make it possible to identify residual contamination of laboratory glassware with Laboclean PLM detergent in concentrations, respectively, of $10^{-5}\%$ and $10^{-2}\%$.

In a similar way, a calibration graph was obtained and the residual amount of one of the hardness salts of tap water (CaCO_3) – was estimated.

Studies of the cleanliness of laboratory glassware after washing in a washer-disinfector were carried out on the basis of the received data.

Conclusions. The obtained data (0.8–3.2 and 2.3–10.0 $\mu\text{g}/\text{dishware}$, respectively, for Neodisher LaboClean PLM detergent and CaCO_3) indicate that the cleanliness of laboratory glassware after washing in a G7883 washer-disinfector is satisfactory for solving of the most tasks of analytical and pharmaceutical chemistry.

Key words: cleanliness of automated washing of laboratory glassware; detergent; Neodisher Laboclean PLM; disinfection and washing machine; substances that are oxidized; conductivity; specific electrical conductivity; calibration schedule.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ МОЮЩЕГО СРЕДСТВА NEODISHER LABOCLEAN PLM НА ЛАБОРАТОРНОЙ ПОСУДЕ

Н. Л. Тарасенко, Н. О. Савина, В. Н. Брицун, Н. В. Останина

ГУ «Институт общественного здоровья имени О. М. Марзеева Национальной академии медицинских наук Украины», Киев

britsun167@ukr.net

Цель работы. Разработка простых экспресс-подходов для определения остаточных количеств моющего средства Neodisher LaboClean PLM в лабораторной посуде, которые основаны на использовании фармакопейных методов (проверки удельной электропроводности и теста «окисляемые вещества»), и оценка качества мытья посуды дезинфекционно-моющим автоматом.

Материалы и методы. Воду дистиллированную и деионизированную получили, соответственно, из аквадистиллятора GFL2008 и системы Millipore Direct-Q 3 UV. Кондуктометрические исследования проводились на кондуктометре Hanna HI 2300. Использовались растворы моющего средства Neodisher LaboClean PLM. Мойку лабораторной посуды осуществляли в дезинфекционно-моющем автомате G7883.

Результаты и обсуждение. Определена удельная электропроводность растворов различной концентрации Neodisher LaboClean PLM. Полученные данные обработаны Excel с целью построения калибровочного графика и вывода его математического уравнения.

Эти подходы, несмотря на отсутствие селективности, позволяют идентифицировать остаточные загрязнения посуды моющим средством Neodisher LaboClean PLM в концентрациях, соответственно, $10^{-5}\%$ и $10^{-2}\%$.

Подобным образом получен калибровочный график для одной из солей жесткости водопроводной воды – CaCO_3 . На основании полученных данных были проведены исследования чистоты лабораторной посуды после мытья в дезинфекционно-моющем автомате.

Выводы. Полученные данные (0,8–3,2 и 2,3–10,0 мкг/единица посуды, соответственно, для моющего средства Neodisher LaboClean PLM и для CaCO₃) свидетельствуют, что чистота лабораторной посуды после мойки в дезинфекционно-моющем автомате G7883 является удовлетворительной для решения большинства задач, стоящих перед аналитической и фармацевтической химией.

Ключевые слова: контроль чистоты автоматизированной мойки лабораторной посуды; моющее средство; Neodisher LaboClean PLM; дезинфекционно-моющий автомат; окисляющиеся вещества; кондуктометрия; удельная электропроводимость; калибровочный график.

Список бібліографічних посилань

1. USP - General Information <1051> Cleaning glass apparatus // USP-NF, Copyright © 2012. The United States Pharmacopeial Convention, 12601 Twinbrook Parkway, Rockville, MD 20852
2. Bazel Ya.R., Antal I.P., Lavra V.M., Kormosh Zh.A. Methods for the Determination of Anionic Surfactants. *J. Analyt. Chem.* 2014. Vol. 69 (3). P. 211-236.
3. Kamaya M. Overview of simple test for determination of surfactants by adhesion method. *J. Env. Sci Eng.* 2013. B2. P.672-677.
4. Wang J., Zhiping D.U., Wang W., Xue W. Titrimetric determination of anionic surfactant content in anionic/non-ionic surfactant mixture *Turk. J. Chem.* 2012. Vol. 36. P. 545-555.
5. https://www.drweigert.com/com/uploads/tx_product_manager/downloads/product/safetySheet/neodisher-LaboClean-PLM_SDB_GBen_PN4122_2017-06-08.PDF
6. Державна Фармакопея України. Харків : «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.
7. Державна Фармакопея України. Харків : «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
8. Брицун В. М., Останіна Н. В. Особливості кондуктометричного контролю якості дистильованої води для фармакопейних потреб. *Фармакологія та лікарська токсикологія.* 2018. № 2 (58). С. 97–103.

References

1. United States Pharmacopeia. General Information <1051> USP-NF, Copyright © 2012. The United States Pharmacopeial Convention, 12601 Twinbrook Parkway, Rockville.
2. Bazel YR, Antal IP, Lavra VM, Kormosh ZhA. Methods for the Determination of Anionic Surfactants. *Journal of Analytical Chemistry.* 2014;69(3): 211-36. doi: 10.1134/S1061934814010043
3. Kamaya M. Overview of simple test for determination of surfactants by adhesion method. *Journal of Environmental Science and Engineering B.* 2013;2: 672-7.
4. Wang J, Zhiping DU, Wang W, Xue W. Titrimetric determination of anionic surfactant content in anionic/non-ionic surfactant mixture. *Turkish Journal of Chemistry.* 2012;36: 545-55. English. doi:10.3906/kim-1109-42
5. https://www.drweigert.com/com/uploads/tx_product_manager/downloads/product/safetySheet/neodisher-LaboClean-PLM_SDB_GBen_PN4122_2017-06-08.PDF
6. The State Pharmacopoeia of Ukraine: in 3 vol. Kharkiv: Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center of Quality of Medicinal Products. Ed.2 [Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП "Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів" – 2-е вид.], Kharkiv: Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center of Quality of Medicinal Products, 2014; Ukrainian.
7. The State Pharmacopoeia of Ukraine: in 3 vol. Kharkiv: Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center of Quality of Medicinal Products. Ed.2 [Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП "Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів" – 2-е вид.], Kharkiv: Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center of Quality of Medicinal Products, 2015; Ukrainian.
8. Britsun VM, Ostanina NV. [Features of conductometric quality control of distilled water for pharmacopoeial needs]. *Farmakol ta likar toksykol.* 2018;2(58): 97-103. Ukrainian.

Відомості про авторів

Тарасенко Н. Л. – провідний інженер, ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України», Київ, Україна. E-mail: parab2009@ukr.net.

Савіна Н. О. – науковий співробітник, ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України», Київ, Україна. E-mail: katrinsavina@ukr.net.

Брицун В. М. – д. хім. н., головний науковий співробітник, ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України», Київ, Україна. E-mail: britsun167@ukr.net.

Останіна Н. В. – канд. екон. н., науковий співробітник, завідувач Державною науково-дослідною лабораторією з контролю якості лікарських засобів, ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України», Київ, Україна. E-mail: 3526309@ukr.net.

Information about the authors

Tarasenko N. L. – lead engineer, State Institution “O. M. Marzeyev Institute for Public Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine. E-mail: parab2009@ukr.net.

Savina N. O. – scientific researcher, State Institution “O. M. Marzeyev Institute for Public Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine” Kyiv, Ukraine. E-mail: katrinsavina@ukr.net.

Britsun V. M. – DS (Chemistry), chief researcher, State Institution “O. M. Marzeyev Institute for Public Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine. E-mail: britsun167@ukr.net.

Ostanina N. V. – PhD (Economics), scientific researcher, Head of the State Scientific Research Laboratory for Quality Control of Medicines, State Institution “O. M. Marzeyev Institute for Public Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine” , Kyiv, Ukraine. E-mail: 3526309@ukr.net