

**КАЧЕСТВО, БЕЗОПАСНОСТЬ И ГИГИЕНА ПИТАНИЯ /
QUALITY, SAFETY AND FOOD HYGIENE**

Научная статья / *Original article*

УДК 648.63

DOI: 10.31208/2618-7353-2023-21-82-88

**РАЗРАБОТКА ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ МОЮЩЕ-ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ
СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ АМФОЛИТНОГО ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО
ВЕЩЕСТВА – ОКИСИ АЛКИЛДИМЕТИЛАМИНА**

***DEVELOPMENT OF CHLORINE-CONTAINING DETERGENT
AND DISINFECTANTS BASED ON AMPHOLYTE SURFACTANT
ALKYLDIMETHYLAMINE OXIDE***

Юлия В. Матвейчук, доктор химических наук

Yuliya V. Matveichuk, Dr. Sci. (Chemistry)

ООО «НОРДХИМ», Минск, Республика Беларусь

LLC «NORDKHIM», Minsk, Republic of Belarus

Контактное лицо: Матвейчук Юлия Владимировна, заведующая лабораторией, ООО «НОРДХИМ»; 220125, Республика Беларусь, Минск, ул. Уручская, д. 23А/309; e-mail: Yu_Matveychuk@mail.ru; тел.: + 375 29 549 14 50. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2097-0843>.

Для цитирования: Матвейчук Ю.В. Разработка хлорсодержащих моюще-дезинфицирующих средств на основе амфолитного поверхностно-активного вещества – окиси алкилдиметиламина // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 21, № 1. С. 82-88. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-82-88>.

Principal Contact: Yuliya V. Matveichuk, Head of Laboratory, LLC «NORDKHIM»; 23A/309, Uruchskaya st., Minsk, 220125, Republic of Belarus; e-mail: Yu_Matveychuk@mail.ru; tel.: +375 29 549 14 50. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2097-0843>.

For citation: Matveichuk Yu.V. Development of chlorine-containing detergent and disinfectants based on ampholyte surfactant alkyldimethylamine oxide. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2023;21(1):82-88. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-82-88>.

Резюме

Цель. Сравнить устойчивость гипохлорита натрия (по убыли активного хлора) в присутствии амфолитного ПАВ – окиси алкилдиметиламина (окиси амина) разных производителей.

Материалы и методы. Определение массовой доли активного хлора в изготовленных образцах моюще-дезинфицирующих средств проводили методом йодометрического титрования.

Результаты. Исследованы три образца гипохлоритного моюще-дезинфицирующего средства с использованием окиси амина от различных производителей: Aromox 14D-W970 (фирма «Nouryon»), Ammonux LO (фирма «Stepan»), окись алкилдиметиламина (ООО «Химический завод «Монастыриха»). Исходное содержание активного хлора во всех образцах составляло 1,8% масс. Период наблюдения за образцами составил 14 месяцев. Гипохлоритное моюще-дезинфицирующее средство на основе окиси амина производства ООО «Химический завод «Монастыриха» может иметь срок годности не более 6 месяцев, на основе Aromox 14D-W970 – 12 месяцев, на основе Ammonux LO – 8 месяцев.

Заключение. Таким образом, исследована устойчивость гипохлорита натрия (по убыли активного хлора) в составе моюще-дезинфицирующих средств, в состав которого входит амфолитный ПАВ – окись амина различных производителей. С учетом вышеизложенных факторов может быть изготовлено гипохлоритное моюще-дезинфицирующее средство в двух вариантах: первый – это удешевленное средство 6-месячного срока хранения на основе окиси алкилдиметиламина ООО «Химический завод «Монастыриха», второй – средство 12-месячного срока хранения на основе Aromox 14D-W970.

Ключевые слова: моюще-дезинфицирующее средство, гипохлорит натрия, активный хлор, окись алкилдиметиламина

Abstract

Purpose. Compare the stability of sodium hypochlorite (according to the loss of active chlorine) in the presence of an ampholytic surfactant – alkyldimethylamine oxide (amine oxide) from different manufacturers.

Materials and Methods. Determination of the mass fraction of active chlorine in the manufactured samples of detergents and disinfectants was carried out by the method of iodometric titration.

Results. Three samples of a hypochlorite detergent-disinfectant using amine oxide from various manufacturers were studied: Aromox 14D-W970 (Nouryon company), Ammonyx LO (Stepan company), alkyl dimethylamine oxide (Monastyrikha Chemical Plant LLC). The initial content of active chlorine in all samples was 1.8% wt. The period of observation of the samples was 14 months. Hypochlorite detergent-disinfectant based on amine oxide produced by Monastyrikha Chemical Plant LLC can have a shelf life of not more than 6 months, based on Aromox 14D-W970 – 12 months, based on Ammonyx LO – 8 months.

Conclusion. Thus, the stability of sodium hypochlorite (according to the loss of active chlorine) in the composition of detergents and disinfectants, which includes an ampholytic surfactant - amine oxide from various manufacturers, was studied. Taking into account the above factors, a hypochlorite detergent-disinfectant can be manufactured in two versions: the first is a cheaper product with a 6-month shelf life based on alkyl dimethylamine oxide LLC Monastyrikha Chemical Plant, the second is a product with a 12-month shelf life based on Aromox 14D-W970.

Keywords: detergent-disinfectant, sodium hypochlorite, active chlorine, alkyldimethylamine oxide

Введение. Хлорсодержащие дезинфектанты – это средства, имеющие высокую противомикробную, в том числе антибактериальную, антигрибковую, противовирусную, туберкулоцидную и др. активность. Хлорсодержащие дезсредства изготавливают на основе гипохлорита натрия, который при взаимодействии с водой (гидролиз) образуют хлорноватистую кислоту, одним из продуктов разложения которой является хлор (а также атомарный кислород и соляная кислота). Именно он обеспечивает биоцидный эффект (Кузина Ж.И. и Маневич Б.В., 2013; Палий А.П. и др., 2013; Чижов А.И. и др., 2019).

Хлор взаимодействует с клеточной стенкой микроорганизма, т.е. адсорбируется ее оболочкой и проникает внутрь путем диффузии. Затем вступает в окислительную реакцию с составными частями, находящимися в цитоплазме, вызывает коагуляцию белковых ферментов, нарушает обмен веществ, что ведёт к гибели клетки (Кузина Ж.И. и Маневич Б.В., 2013; Чижов А.И. и др., 2019).

Эффективность средства зависит от количества активного хлора (в % масс.), кислотности среды и температуры (эффективность растёт в кислой среде и ближе к 50°C), времени воздействия (экспозиции) (Lineback CB et. al., 2018; Чижов А.И. и др., 2019).

Количество активного хлора определяется закладкой гипохлорита натрия в конкретное средство. Гипохлорит натрия (как сырье) при правильном хранении содержит 15-16% масс.

активного хлора (или не менее 170-190 г/дм³ по ГОСТ 11086-76). Кроме того, изменение содержания активного хлора в дезинфицирующем средстве (быстрее, чем установлено сроком годности) происходит как из-за неправильного хранения средства, так и из-за сопутствующих компонентов.

Зачастую хлорсодержащие дезинфектанты изготавливаются в виде моюще-дезинфицирующего средства, в связи с этим в них закладываются пенные поверхностно-активные вещества (ПАВ).

ООО «НОРДХИМ» – белорусский разработчик и производитель моющих и дезинфицирующих средств, ориентированный, главным образом, на пищевую и перерабатывающую промышленность. В линейке средств ООО «НОРДХИМ» есть хлорсодержащие моюще-дезинфицирующего средства с содержанием активного хлора от 1,1% масс. до 4,2% масс.

В данной работе приведены результаты исследования, целью которого было сравнить устойчивость гипохлорита натрия (по убыли активного хлора) в присутствии амфолитного ПАВ – окиси алкилдиметиламина (окиси амина, неионогенный ПАВ (Квятковский А.Л. и др., 2019) разных производителей.

Окись амина – это универсальный ПАВ с высоким уровнем пенообразования и хорошими обезжиривающими свойствами, также обеспечивающий загущение щелочных, гипохлоритных моющих средств (Mamatha M et. al., 2016) и в зависимости от pH среды приобретающий положительный или отрицательный заряд (Мубаракова Л.Р. и Будников Г.К., 2018).

Материалы и методы. Сырье для изготовления образцов хлорсодержащих моющих средств: модифицированная фосфоновая кислота Sequion SLR (Bozzetto Group) – секвестрант, устойчивый к хлору; окиси амина различных производителей (в виде 30% масс. растворов) – Aromox 14D-W970 (Nouryon), Ammonyx LO (Stepan), окись алкилдиметиламина (ООО «Химический завод «Монастыриха»); гипохлорит натрия NaClO 15% масс. и гидроксид натрия 50% масс. (ООО «Новомосковский хлор»). Формулы использованных аминоксидов представлены на рисунке 1. Информация о составе окиси амина от производителя ООО «Химический завод «Монастыриха» отсутствует.

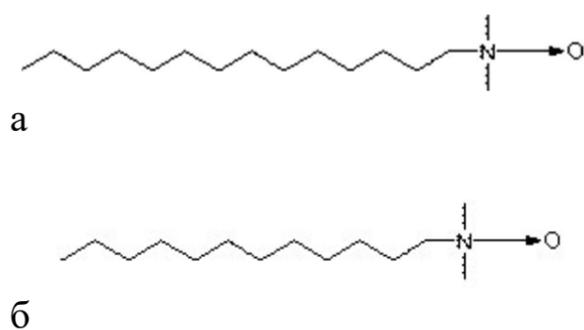


Рисунок 1. Формулы использованных аминоксидов:

а – Aromox 14D-W970, тетрадецилдиметиламинооксид;

б – Ammonyx LO, лаураминооксид, диметиллауриламиноксид

Figure 1. Formulas of used amine oxides:

a – Aromox 14D-W970, tetradecyldimethylamine oxide;

b – Ammonyx LO, lauramine oxide, dimethylaurylamine oxide

Аналитические реагенты:

- калий йодистый по ГОСТ 4232-74 с изм. 1,2, приготовление 10% масс. раствора по ГОСТ 4517-2016;

- серная кислота – 1,0 моль/дм³ (приготовление 1,0 моль/дм³ серной кислоты: в мерную колбу вместимостью 1000 см³ по ГОСТ 1770-74 влить 300-400 см³ дистиллированной воды, а затем порциями при помешивании 57 мл концентрированной серной кислоты по ГОСТ 4204-

77. Дать колбе остыть до комнатной температуры и довести объем раствора до метки дистиллированной водой, перемешать);

- крахмал растворимый по ГОСТ 10163-76, приготовление 1% масс. раствора по ГОСТ 4517-2016;

- натрий серноватистокислый (тиосульфат натрия) по ГОСТ 27068-86, приготовление раствора $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,100$ моль/дм³ по ГОСТ 25794.2-83.

Определение массовой доли активного хлора (АХ) в изготовленных образцах моюще-дезинфицирующих средств проводили методом йодометрического титрования (Жебентяев А.И. и др., 2011; Brait GR et al., 2014; ГОСТ Р 57001-2016). Методика анализа: в две конические колбы поместили по 1,0-2,0 г средства, взвешенного с точностью $\pm 0,0001$ г, прибавили 10 см³ воды и 10 см³ раствора йодистого калия, перемешали, прибавили 20 см³ раствора серной кислоты, вновь перемешали, закрыли пробкой и поместили в темное место. Через 10 минут титровали выделившийся йод раствором натрия серноватистокислового до светло-желтой окраски, затем прибавили 1-2 см³ крахмала и продолжили титрование до обесцвечивания раствора.

Массовую долю активного хлора (в %) вычисляли по формуле:

$$C = \frac{V \cdot 0,003545}{m} \cdot 100\%,$$

где: V – объем раствора натрия серноватистокислового концентрации 0,100 моль/дм³, израсходованный на титрование, см³;

0,003545 – масса активного хлора, соответствующая 1 см³ раствора натрия серноватистокислового с концентрацией 0,100 моль/дм³, г;

m – масса средства, г.

Результаты и обсуждение. Одновременно было изготовлено три образца гипохлоритного моюще-дезинфицирующего средства с использованием окиси амина различных производителей (таблица 1).

Таблица 1. Составы исследованных образцов

Table 1. Compositions of the studied samples

Состав / образец <i>Composition / sample</i>	1	2	3
	г на 100 г (или % масс.) <i>g per 100 g (or % wt.)</i>		
Вода <i>Water</i>	61,2		
Sequion SLR	5,0		
Aromox 14D-W970, Nouryon	13,0	–	–
Ammonyx LO, Stepan	–	13,0	–
Окись амина, ООО «Химический завод «Монастыриха» <i>Amine oxide, Monastyrkha Chemical Plant LLC</i>	–	–	13,0
NaClO 15% масс. раствор <i>NaClO 15% wt. solution</i>	12,0		
NaOH 50% масс. раствор <i>NaOH 50% wt. solution</i>	2,8		
NaCl крист. <i>NaCl crystal.</i>	6,0		
Итого / <i>Total</i>	100,0	100,0	100,0

На следующем этапе в образцах гипохлоритных средств изучили динамику содержания активного хлора в зависимости от срока хранения (таблица 2). Во всех образцах исходное содержание активного хлора составляло 1,8% масс.

Таблица 2. Изменение содержания активного хлора в зависимости от срока хранения в образцах гипохлоритных средств

Table 2. Change in the content of active chlorine depending on the shelf life in samples of hypochlorite agents

Номер образца <i>Sample number</i>	1	2	3
Исходное содержание АХ, % масс. <i>Initial content of AC, % wt.</i>	1,8	1,8	1,8
Срок хранения <i>Shelf life</i>	Содержания АХ, % масс. <i>The content of AC, % wt.</i>		
1 сутки / <i>day</i>	1,8	1,8	1,8
3 суток / <i>days</i>	1,8	1,8	1,8
7 суток / <i>days</i>	1,8	1,8	1,8
10 суток / <i>days</i>	1,8	1,8	1,8
14 суток / <i>days</i>	1,8	1,8	1,7
21 сутки / <i>days</i>	1,8	1,8	1,7
1 месяц / <i>month</i>	1,8	1,8	1,7
1,5 месяца / <i>month</i>	1,8	1,8	1,6
2 месяца / <i>months</i>	1,8	1,8	1,6
3 месяца / <i>months</i>	1,8	1,7	1,6
4 месяца / <i>months</i>	1,8	1,7	1,5
5 месяцев / <i>months</i>	1,8	1,7	1,4
6 месяцев / <i>months</i>	1,8	1,6	1,2
7 месяцев / <i>months</i>	1,7	1,5	1,1
8 месяцев / <i>months</i>	1,7	1,3	0,9
10 месяцев / <i>months</i>	1,5	1,1	0,4
12 месяцев / <i>months</i>	1,4	0,9	0,1
13 месяцев / <i>months</i>	1,2	0,6	н/о*
14 месяцев / <i>months</i>	1,0	0,4	н/о*

Примечание: * – не определяется
*Note: * – not defined*

Обычно срок хранения концентратов гипохлоритных моюще-дезинфицирующих составляет 6-12 месяцев. Мы проводили наблюдение за образцами на протяжении 14 месяцев. В нашем случае (согласно разработанным ТУ) на конец срока хранения для данного препарата содержание АХ должно быть не менее 1,1% масс.

Из данных таблицы 2 видно, что гипохлоритное моюще-дезинфицирующее средство на основе окиси амина производства ООО «Химический завод «Монастыриха» может иметь срок годности не более 6 месяцев, тогда как средство на основе Агтох 14D-W970 – 12 месяцев, на основе Аммопух LO – 8 месяцев.

Дополнительным и весьма важным критерием как для производителя, так в последующем и для потребителя, кроме срока годности, выступает ценовой фактор. Так, на

апрель 2022 года стоимость иностранных окисей амина и окиси амина отечественного производства различалась в 2-3 раза в зависимости от поставщика, условий доставки и др.

Заключение. Таким образом, исследована устойчивость гипохлорита натрия (по убыли активного хлора) в составе моюще-дезинфицирующих средств, в состав которого входит амфолитный ПАВ – окись амина различных производителей. С учетом вышеизложенных факторов может быть изготовлено гипохлоритное моюще-дезинфицирующее средство в двух вариантах: первый – это удешевленное средство 6-месячного срока хранения на основе окиси алкилдиметиламина ООО «Химический завод «Монастыриха», второй – средство 12-месячного срока хранения на основе Aromox 14D-W970.

Список источников

1. Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е. Аналитическая химия. Химические методы анализа. 2-е изд. Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2011. 542 с.
2. Квятковский А.Л., Молчанов В.С., Филиппова О.Е. Полимероподобные червеобразные мицеллы ионогенных поверхностно-активных веществ: структура и реологические свойства // Высокомолекулярные соединения (серия А). 2019. Т. 61, № 2. С. 180-192. <https://doi.org/10.1134/S2308112019020081>.
3. Кузина Ж.И., Маневич Б.В. Современные моющие и дезинфицирующие средства для молочной промышленности // Молочная промышленность. 2013. № 3. С. 20-21.
4. Мубаракова Л.Р., Будников Г.К. Хроматографические методы в анализе продуктов бытовой химии и косметических средств на содержание ПАВ // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. Т. 84, № 5. С. 5-13. <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2018-84-5-5-13>.
5. Палий А.П., Завгородний А.И., Тарасова Е.В. Таблетированные хлорсодержащие дезинфектанты для борьбы с туберкулезом // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2 (22). С. 56-60.
6. Чижов А.И., Носик Н.Н., Носик Д.Н. Вирулицидная эффективность дезинфицирующих средств. Сравнительный анализ. М.: Эдитус, 2019. 56 с.
7. Braitt GR, de Almeida Rodrigues E, da Silveira Bueno CE, Braitt AH. Evaluation of active chlorine releasing of sodium hypochlorite during seven days, stored at different temperatures // RSBO. 2014. Vol. 10(2). P. 143-148. <https://doi.org/10.21726/rsbo.v10i2.908>.
8. Lineback Caitlinn B, Nkemngong Carine A, Wu Sophie Tongyu, Li Xiaobao, Teska Peter J, Oliver Haley F. Hydrogen Peroxide and sodium hypochlorite disinfectants are more effective against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* biofilms than quaternary ammonium compounds // Antimicrobial Resistance and Infection Control. 2018. Vol.7. P. 154-160. <https://doi.org/10.1186/s13756-018-0447-5>.
9. Mamatha M, Babu N, K. Mastan K, Mastan H. Total synthesis of N,N-dimethyldodecylamine-N-oxide // Int. J. Adv. Res. 2016. Vol. 4, № 1. P. 716-719.

References

1. Zhebentyaev AI, Zhernosek AK, Talut IE. Analytical chemistry. Chemical methods of analysis. 2nd ed. Minsk: New knowledge Publ.; Moscow: INFRA-M Publ.; 2011. 542 p. (In Russ.).

2. Kwiatkowski AL, Molchanov VS, Philippova OE. Polymer-like wormlike micelles of ionic surfactants: structure and rheological properties. *Vysokomolekulyarnye soedineniya (seriya A) = Polymer Science. Series A*. 2019;61(2):215-225. (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S2308112019020081>.
3. Kuzina ZhI, Manevich BV. Modern detergents and disinfectants for the dairy industry. *Molochnaja promyshlennost' = Dairy Industry*. 2013;(3):20-21. (In Russ.).
4. Paly AP, Zavgorodny AI, Tarasova EV. Tablets chlorine-containing disinfectants to fight TB. *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2013;22(2):56-60.
5. Chizhov AI, Nosik NN, Nosik DN. Virucidal efficacy of disinfectants. Comparative analysis. M.: Editus Publ; 2019:56 p. (In Russ.).
6. Brait GR, de Almeida Rodrigues E, da Silveira Bueno CE, Brait AH. Evaluation of active chlorine releasing of sodium hypochlorite during seven days, stored at different temperatures. *RSBO*. 2014;10(2):143-148. <https://doi.org/10.21726/rsbo.v10i2.908>.
7. Lineback Caitlin B, Nkemngong Carine A, Wu Sophie Tongyu, Li Xiaobao, Teska Peter J, Oliver Haley F. Hydrogen Peroxide and sodium hypochlorite disinfectants are more effective against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* biofilms than quaternary ammonium compounds. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*. 2018;(7):154-160. <https://doi.org/10.1186/s13756-018-0447-5>.
8. Mamatha M, Babu N, K. Mastan K, Mastan H. Total synthesis of N,N-dimethyldodecylamine-N-oxide. *Int. J. Adv. Res*. 2016;4(1):716-719.
9. Mubarakova LN, Budnikov GK. Chromatographic methods in analysis of household chemicals and cosmetics for the presence of surface active substances. *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov = Industrial Laboratory. Diagnostics of Materials*. 2018;84(5):5-13. (In Russ.). <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2018-84-5-5-13>.

Вклад автора: Юлия В. Матвейчук отвечала за литературный обзор, постановку и проведение эксперимента, обработку полученных экспериментальных данных, написание рукописи, за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the author: Yuliya V. Matveichuk was responsible for the literature review, setting up and conducting the experiment, processing of the obtained experimental data, writing the manuscript, plagiarism and self-plagiarism.

Конфликт интересов. Автор заявляют, что никакого конфликта интересов в связи с публикацией данной статьи не существует.

Conflict of interest. The author declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 17.05.2023;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 17.08.2023;
принята к публикации / *accepted for publication:* 21.08.2023