

**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/дм<sup>3</sup> 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.

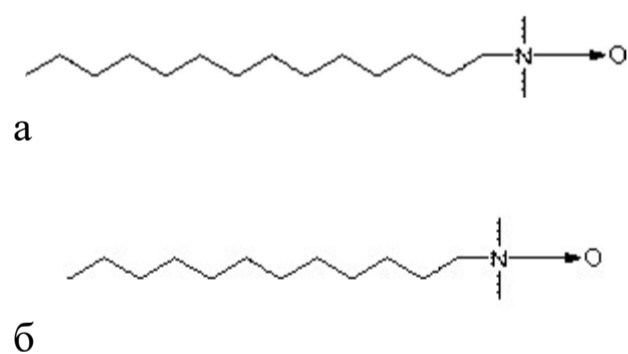
Зачастую хлорсодержащие дезинфектанты изготавливаются в виде моюще-дезинфицирующего средства, в связи с этим в них закладываются пенные поверхностно-активные вещества (ПАВ).

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/дм<sup>3</sup> (приготовление 1,0 моль/дм<sup>3</sup> серной кислоты: в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> по ГОСТ 1770-74 влить 300-400 см<sup>3</sup> 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/дм<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup> воды и 10 см<sup>3</sup> раствора йодистого калия, перемешали, прибавили 20 см<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup> 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/дм<sup>3</sup>, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;

0,003545 – масса активного хлора, соответствующая 1 см<sup>3</sup> раствора натрия серноватистокислового с концентрацией 0,100 моль/дм<sup>3</sup>, 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 Аммонух 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'skohozjajstvennoj 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