

УДК619:616.995.7: 615.777/779: 636.4

**Ю.В. Матвейчук<sup>1</sup>, А.Р. Цыганов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ООО «НОРДХИМ», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

## **НАДМОЛОЧНАЯ КИСЛОТА: СИНТЕЗ, АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ В ДЕЗИНФЕКЦИИ**

*Аннотация* В работе подобраны условия синтеза надмолочной кислоты (НМК), разработана доступная и экспрессная аналитическая методика определения ее концентрации. Разработанная методика синтеза НМК обеспечивает получение препарата с концентрацией 12-13% масс.

**Yu. V. Matveichuk<sup>1</sup>, A.R. Tsyganov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ООО «NORDHIM», Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State Technological University  
Minsk, Republic of Belarus

## **PERLACTIC ACID: SYNTHESIS, ANALYTICAL DETERMINATION AND APPLICATION IN DISINFECTION**

*Abstract* In the work, the conditions for the synthesis of perlactic acid (PLA) were selected, an accessible and express analytical method for determining its concentration was developed. The developed method for the synthesis of PLA provides for the preparation of a preparation with a concentration of 12-13% by weight.

Ассортимент антимикробных препаратов в последние годы существенно расширился, однако возрастает количество штаммов микроорганизмов [1], устойчивых к разным классам химических соединений. Исключить развитие резистентности микроорганизмов к антимикробному средству возможно только применением растворов с метастабильными действующими веществами [2]. Кроме того, такие средства, зачастую, не требуют смывания с обрабатываемых поверхностей.

Относительно новое направление разработки дезинфицирующих средств - композиции на основе растворов пероксида водорода с органической надкислотой [3]. Так, очень широкое применение получили препараты на основе надуксусной кислоты (НУК). Однако, несмотря на успешность применения средств на основе НУК многих потребителей отталкивает очень резкий, удушливый запах надуксусной кислоты [3]. В этом плане перспективным являются

препараты на основе надмолочной кислоты (НМК), которая не обладает резким запахом, при этом, не уступая по эффективности.

В настоящее время существует несколько фирм-производителей НМК: Himway (РФ, средства «САНВЭЙ ДЕЗ» с 1,0-4,0 % масс. НМК и 18,0-25,0 % масс.  $H_2O_2$  и «САНВЭЙ ТЕХ»), «ЭСТКО» (РБ, средство «ОКСИМОЛ»), ООО «Дал-Гешефт» (РБ, средство CLEARAN DEZ M с 1,0-5,0 % масс. НМК и 25,0-36,0 % масс.  $H_2O_2$ ) и др. Как видно из приведенной информации концентрация НМК в дезсредствах невысокая, что предполагает применение достаточно концентрированных рабочих растворов и, как следствие, удорожание дезинфекции объекта и увеличенный расход концентрата. Информация о синтезе НМК практически отсутствует.

Цель работы – синтез НМК высокой концентрации и разработка доступной методики определения ее концентрации, а также методики определения концентрации рабочих растворов и апробирование эффективности дезинфицирующего средства на ее основе на тест-культурах (*S. Aureus* ATCC 6538, *C. Albicans* ATCC 10231, *A. brasiliensis* ATCC 16404).

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Реагенты для синтеза:  $H_2O_2$  50% масс. (ПАО «Химпром», РФ),  $H_2O_2$  60% масс. (SOLVAY S.A. (Бельгия), молочная кислота 80% масс. (XENAN JINDAN LACTIC ACID TECHNOLOGY CO., LTD. (Китай)), этидроновая кислота 60 % масс. (HEMAN QINGSHUIYUAN TECH. CO., LTD. (Китай)), ортофосфорная кислота 85% масс. (WENGFU INTERTRADE LTD. (Китай)), серная кислота 94% масс. (АО «База №1 Химреактивов» (РФ)).

Реагенты для определения действующих веществ:  $H_2SO_4$  х.ч. (раствор 1:4); 0,100 н  $KMnO_4$  (фиксанал); KI 10% раствор; крахмал 1% раствор; 0,100 н  $Na_2S_2O_3$  (фиксанал).

Приборы и оборудование: весы ВЛТ-150-П ( $\pm 0,001$  г), весы METTLER TOLEDO AX 304 ( $\pm 0,0001$  г), магнитная мешалка HI 190 M, pH-метр HI 5222 (электрод комбинированный HI 1131), набор ареометров общего назначения АОН-1, термостат жидкостной низкотемпературный КРИО-ВИСТ-Т-06 (от -30 до +50 $^{\circ}C$ ), пипет-дозатор Thermo scientific (100-1000 мкл), термометр HI 98501 (Checktemp, -50 до + 150  $^{\circ}C$ ).

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

1. Синтез НМК (схема приведена на рис.1).

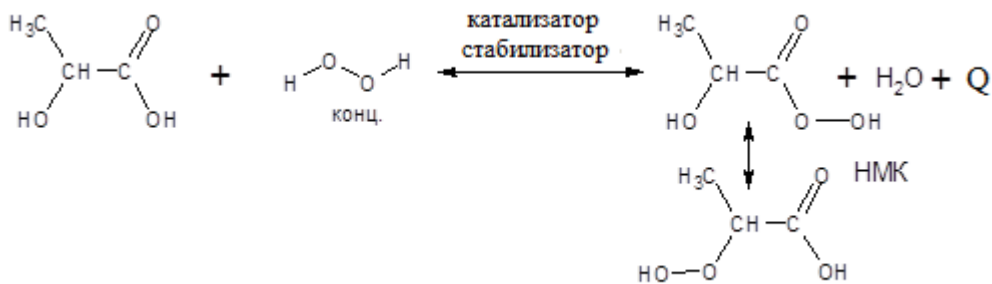


Рис. 1 - Схема синтеза НМК

Катализатором реакции выступает концентрированная серная кислота, стабилизатором-комплексообразователем – смесь этидроновой и ортофосфорной кислот. Мольное отношение перекиси водорода (60% масс.) к молочной кислоте составляет 3,63:1,00; перекиси водорода (50% масс.) к молочной кислоте – 3,03:1,00. Реактор перед синтезом выдерживается в 5% масс. растворе этидроновой кислоты в течение 30 – 40 минут и просушивается, и заполняется не более, чем на 50% от общего объема. Синтез проводится следующим образом: в стеклянный реактор вводится смесь перекиси водорода, серной, этидроновой и ортофосфорной кислот, а затем медленно (в течение 2-3 часов) при постоянном перемешивании добавляется молочная кислота. Исходная температура реакционной смеси составляла 22 °С, по окончании ввода молочной кислоты – 29 °С.

Продолжительность созревания НМК составляет 15-16 дней (при 20–22 °С) и достигает 19 дней при 3–6 °С. По истечении указанного времени при 20-22 °С массовая доля НМК достигает 12–13% масс. (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> при этом около 20% масс.), при 6 °С – массовая доля НМК достигает 9–10% масс. (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> при этом около 30% масс.).

Температура хранения НМК составляет 0 до + 25 °С. На конец 6-месячного цикла наблюдений (6 месяцев – это минимум срока годности для дезинфицирующих средств) при температуре 20-22 °С содержание НМК составило 6,5-7,0% масс., что больше, чем у конкурирующих фирм-производителей.

## 2. Методика определения концентрации НМК

При разработке методики титрования НМК опирались на результаты работ [4,5], где приводится информации о титровании НУК.

Колбы для титрования предварительно выдерживали в 5% масс. растворе этидроновой кислоты в течение не менее 15 минут. В коническую колбу помещали 25 мл дистиллированной воды, закрывали предметным стеклом или крышкой и помещали на весы. При помощи пипет-дозатора добавляли 280-320 мкл пробы средства. Записывали массу добавленного средства с точностью до ±0,0001 г. Затем добавляли

25 мл воды и 40 мл 4,5 моль/л серной кислоты и перемешивали. Сразу же начинали оттитровывать образец перманганатом калия при постоянном перемешивании с помощью магнитной мешалки (определение концентрации перекиси водорода). Вначале допустимо добавление титранта порциями по 5,0 мл, а затем порциями по 1,0 – 2,0 мл. При снижении скорости обесцвечивания раствора добавляли титрант по 2-3 капли и титровали до появления светло-розовой окраски, не исчезающей в течение 30-35 секунд (но не менее 30 с). Первое титрование выполняется как ориентировочное для оценки объема перманганата калия, который затрачивается на титрование. Общая продолжительность перманганатометрического титрования не должна превышать 5 минут, т.к. в противном случае отсутствует воспроизводимость результатов, что, видимо, связано быстрым разложением НМК в присутствии образовавшихся ионов марганца (II).

Далее незамедлительно вливали предварительно подготовленный 10% масс. йодистый калий (10 мл). Закрывали крышкой или предметным стеклом, ставили в темное место на 10 минут. Записывали объем израсходованного титранта (KMnO<sub>4</sub>).

Через 10 минут смывали желтые капли выделившегося йода с горлышка колбы и титровали тиосульфатом натрия до светло-желтой окраски, добавляли 3-4 капли крахмала и продолжали титрование до полного обесцвечивания раствора. Записывали объем израсходованного титранта (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Массовую долю пероксида водорода (% масс.) и надмолочной кислоты (НМК, % масс.) рассчитывали по формулам:

$$w(H_2O_2) = \frac{C(KMnO_4) \cdot V(KMnO_4) \cdot 1,70}{m};$$

$$w(НМК) = \frac{C(Na_2S_2O_3) \cdot V(Na_2S_2O_3) \cdot 5,303}{m}.$$

где V(KMnO<sub>4</sub>) – объем раствора марганцевокислого калия, израсходованного на титрование перекиси водорода, мл; C(KMnO<sub>4</sub>) – точная нормальная концентрация марганцевокислого калия, н; V(Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) – объем раствора серноватисто-кислого натрия C=0,100 н, израсходованного на титрование НМК, мл; C(Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) – точная нормальная концентрация тиосульфата натрия, израсходованного на титрование НМК, н; m – масса навески пробы средства, г; 1,70 – масса-эквивалента пероксида водорода с учетом пересчета в % масс.; 5,303 – масса-эквивалента надмолочной кислоты с учетом пересчета в % масс.

### *3. Антимикробная активность дезинфицирующего средства на основе надмолочной кислоты*

В таблице приведены некоторые результаты испытаний средства на основе НМК под торговым названием «КАТЕЛОН 504» на

антимикробную активность.

**Таблица 1 - Данные по антимикробной активности дезинфицирующего средства «КАТЕЛОН 504»**

Тест-культура	Условия (экспозиция, концентрация рабочего раствора средства «КАТЕЛОН 504», фактор редуции)
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	20 <sup>0</sup> С; 5 мин; 0,0910% масс. RF=6,34
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	20 <sup>0</sup> С; 5 мин; 0,273% масс. RF=5,98
<i>A.brasiliensis</i> ATCC 16404	20 <sup>0</sup> С; 5 мин; 2,50% масс. RF=5,25

Из таблицы 1 видно, что «КАТЕЛОН 504» проявляет бактерицидную (*S. aureus*), фунгицидную (*C. albicans*) активность, а также эффективен в отношении плесени (*A.brasiliensis*). В настоящее время проводятся дальнейшие испытания средства на туберкулоцидную, вирулицидную, спороцидную активность. Подбираются режимы «холодной» дезинфекции (при 0 °С).

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Синтезирована надмолочная кислота с содержанием основного вещества 12-13% масс. Подобраны условия синтеза: мольное отношение перекиси водорода (60% масс.) к молочной кислоте составляет 3,63:1,00; перекиси водорода (50% масс.) к молочной кислоте - 3,03:1,00. Синтез необходимо проводить в условиях постоянного охлаждения. Продолжительность созревания надмолочной кислоты – 15-16 суток при 20-22 °С. На конец 6-месячного цикла наблюдений содержание НМК составило 6,5-7,0% масс. Разработана доступная для любой производственной лаборатории методика определения концентрации НМК с помощью метода окислительно-восстановительного титрования. Дезинфицирующее средство на основе НМК проявило эффективность в отношении культур *S. Aureus* (RF=6,34), *C. Albicans* (RF=5,98), *A.brasiliensis* (RF=5,25).

### **Список использованных источников**

1. Бахир В.М., Вторенко В.И., Леонов Б.И. Эффективность и безопасность химических средств для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации // Дезинфекционное дело. 2003. № 1. С. 32–39.
2. Alidjinou E.K., Sane F., Firquet S., Lobert P.-E., Hober D. Resistance of Enteric Viruses on Fomites // Intervirology. 2018. Vol. 61. P.205–213. DOI:10.1159/000448807.
3. Чижов А., Носик Н., Носик Д. Вирулицидная эффективность

дезинфицирующих средств. Сравнительный анализ. М.: Эдитус, 2019. 56 с.

4. Sode F. Analytical methods for peroxy acids – a review // Anal. methods. – 2019. Vol. 11. P. 3372–3380. DOI:10.1039/C9AY00860H.

5. Chen Cheng, Haodong Li, Jinling Wang, Hualin Wang, Xuejing Yang A review of measurement methods for peracetic acid (PAA) // Front. Environ. Sci. Eng. 2020. Vol. 14(5). P. 87-97. DOI:10.1007/s11783-020-1266-5.

УДК 504.5:631.4

**А.Р. Цыганов<sup>1</sup>, Г.А. Чернуха<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусская государственная сельскохозяйственная академия  
Горки, Республика Беларусь

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

*Аннотация.* Полиэлектролитные комплексы являются перспективными для исследования их влияния на физические свойства почв благодаря уникальным характеристикам, которые достигаются за счет специфических взаимодействий между составляющими их полимерами.

**A.R. Tsyganov<sup>1</sup>, G.A. Chernukha<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Belarusian State Technological University  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State Agricultural Academy  
Gorki, Republic of Belarus

## **APPLICATION OF WATER-SOLUBLE POLYMERS FOR THE PREVENTION OF SOIL DEGRADATION: CHALLENGES AND SOLUTIONS**

*Abstract.* Polyelectrolyte complexes are promising for the study of their effect on soil conditioning due to their unique characteristics, which are achieved by means of specific interactions between polymer constituents

Одной из глобальных задач человечества, на протяжении всей истории его существования, всегда была задача обеспечения людей продуктами питания. Основными видами питания человека являются