

Влияние жесткости воды на дезинфицирующую активность средств на основе надуксусной кислоты

Яна Рашитовна Александрова¹, Сергей Степанович Козак¹, Юлия Александровна Козак²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП) - филиал ФНЦ «ВНИТИП»; ²Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева

Аннотация: Жесткость и pH воды, используемой для приготовления растворов дезсредств, могут значительно снижать их эффективность. В данном исследовании изучалось, влияние жесткости воды на эффективность средства «РЗ-ОКСОНИЯ АКТИВ® 150» («РЗ») на основе надуксусной кислоты (НУК). Установлено, что с повышением жесткости воды pH растворов «РЗ» увеличивается. Растворы «РЗ», приготовленные с использованием водопроводной питьевой воды (показатель жесткости $0,5 \pm 3,2$ Ж), обладают большей дезинфицирующей активностью к изученным тест-культурам: 0,005% растворы инактивируют *S. typhimurium*, *E. coli*, *St. aureus*, *C. albicans* и *Str. pyogenes* за 25 мин, 0,001 – за 90-55 мин. При использовании для приготовления растворов средства родниковой воды (показатель жесткости $2,2 \pm 14,6$ Ж) *S. typhimurium* инактивируется 0,01 раствором за 25 мин, 0,005% – за 90-55 мин; *E. coli*, *St. aureus* и *Str. pyogenes* инактивируются 0,01 раствором за 90-55 мин; *C. albicans* инактивируется 0,01 раствором только за 90 мин. Результаты исследования свидетельствуют о более слабой дезинфицирующей способности растворов «РЗ» приготовленных с использованием жесткой воды по сравнению с аналогичными растворами, приготовленными на водопроводной питьевой воде. Сделан вывод, что для приготовления рабочих растворов дезинфицирующих средств на основе НУК необходимо использовать воду, соответствующую требованиям нормативной документации на воду питьевую.

Ключевые слова: жесткость воды, дезинфицирующая активность, надуксусная кислота, тест-культуры.

Для цитирования: Александрова, Я.Р. Влияние жесткости воды на дезинфицирующую активность средств на основе надуксусной кислоты / Я.Р. Александрова, С.С. Козак, Ю.А. Козак // Птицеводство. – 2023. – №12. – С. 88-92.

doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-12-88-92

Введение. Инактивация и удаление микрофлоры, а также поддержание микробиологической чистоты на предприятиях – главная задача дезинфицирующих средств [1]. На птицеперерабатывающих предприятиях широко используются дезинфицирующие средства на основе надкислот, четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), хлора и др. На эффективность проводимой дезинфекции влияют различные физические и химические факторы: способность средства воздействовать на микроорганизм(ы), массивность микробного загрязнения, продолжительность обработки, раствори-

мость, концентрация дезраствора, свойства и качество воды и др. [2]. Для снижения микробной загрязненности поверхности тушек птицы, чаще всего, применяют растворы средств на основе надуксусной кислоты (НУК) [3,4]. Для этих целей обычно используется артезианская вода или вода, поступающая через централизованное водоснабжение. Вода в различных регионах может иметь разные физико-химические показатели [2,5]. Между компонентами, входящими в состав дезинфицирующих средств, существует определенный баланс, нарушить который может используемая при приготовлении рабочих растворов

вода. Такие физико-химические параметры как температура, жесткость, а также pH воды могут значительно снижать биологическую эффективность антимикробных средств [2].

Использование для приготовления дезинфицирующих растворов жесткой воды может привести к повышенному расходу самих средств, т.к. в жесткой воде эффективность растворов некоторых дезсредств снижается [6]. Жесткость воды зависит от содержания в ней, главным образом, солей кальция и магния, и состоит из временной и постоянной жесткости. Временная (карбонатная)





Таблица 1. Значение pH растворов средства «РЗ» в зависимости от используемой воды (n=3)

Концентрация раствора средства «РЗ» в воде, %	Значение pH раствора (ед. pH)		
	Контроль (дистиллированная вода)	Опыт 1 (водопроводная вода)	Опыт 2 (родниковая вода)
0,1	3,8±0,1	6,5±0,1	6,9±0,1
0,3	3,4±0,1	4,7±0,1	5,3±0,1
0,5	3,2±0,1	4,0±0,1	4,5±0,1
1,0	2,9±0,1	3,6±0,1	3,9±0,1
5,0	2,5±0,1	2,9±0,1	3,1±0,1
10,0	2,3±0,1	2,6±0,1	2,8±0,1

Таблица 2. Дезинфицирующая активность растворов средства «РЗ», приготовленных с использованием водопроводной воды (опыт 1)

Экспозиция, мин	Контроль	Наличие роста музейных тест-культур				
		Концентрация раствора «РЗ», % (по НУК)				
		0,00001	0,0001	0,001	0,005	0,01
S. typhimurium						
25	+	+	+	+	-	-
55	+	+	+	-	-	-
90	+	+	+	-	-	-
E. coli						
25	+	+	+	+	-	-
55	+	+	+	-	-	-
90	+	+	+	-	-	-
St. aureus						
25	+	+	+	+	-	-
55	+	+	+	-	-	-
90	+	+	+	-	-	-
C. albicans						
25	+	+	+	+	-	-
55	+	+	+	-	-	-
90	+	+	+	-	-	-
Str. pyogenes						
25	+	+	+	+	-	-
55	+	+	+	-	-	-
90	+	+	+	-	-	-

Примечание: (+) – наличие роста микроорганизмов; (-) – отсутствие роста микроорганизмов.

жесткость обусловлена наличием в воде гидрокарбонатов кальция и магния $[Ca(HCO_3)_2$ и $Mg(HCO_3)_2]$ и устраняется кипячением воды, при котором эти соли, разлагаясь до малорастворимых карбонатов, выпадают в осадок. Постоянная жесткость, обусловленная наличием в воде других солей ($CaCl_2$, $CaSO_4$, $MgCl_2$ и $MgSO_4$), в отличие от временной, не устраняется кипячением, соли при этом не выпадают в осадок [5]. Вопрос о качестве воды, используемой для приготовления рабочих растворов

антимикробных средств, имеет как научный, так и практический интерес [2].

Цель исследования – изучить влияние жесткости воды на дезинфицирующую активность средств на основе НУК на примере «РЗ-ОКСОНИЯ АКТИВ® 150» (далее по тексту – «РЗ»), применяемого для антимикробной обработки поверхности тушек.

Материал и методика исследований. Исследования выполнены в ИЛЦ ВНИИПП. Для исследований отбирали пробы

воды с различными показателями жесткости: дистиллированную воду (контрольная группа), водопроводную питьевую воду Косино-Ухтомского района г. Москвы (опытная группа 1), воду из родника музея-усадьбы «Коломенское» (опытная группа 2). Отбор проб производился в подготовленные стерильные емкости. Транспортировку и хранение проб воды осуществляли по ГОСТ [7]. Исследования воды проводили через 1,5-2 ч после отбора проб.



Таблица 3. Дезинфицирующая активность растворов средства «РЗ», приготовленных с использованием родниковой воды (опыт 2)

Экспозиция, мин	Контроль	Наличие роста музейных тест-культур				
		Концентрация раствора родниковой воды, % (по НУК)				
		0,00001	0,0001	0,001	0,005	0,01
<i>S. typhimurium</i>						
25	+	+	+	+	+	-
55	+	+	+	+	-	-
90	+	+	+	+	-	-
<i>E. coli</i>						
25	+	+	+	+	+	+
55	+	+	+	+	+	-
90	+	+	+	+	+	-
<i>St. aureus</i>						
25	+	+	+	+	+	+
55	+	+	+	+	+	-
90	+	+	+	+	+	-
<i>C. albicans</i>						
25	+	+	+	+	+	+
55	+	+	+	+	+	+
90	+	+	+	+	+	-
<i>Str. pyogenes</i>						
25	+	+	+	+	+	+
55	+	+	+	+	+	-
90	+	+	+	+	+	-

Примечание: (+) – наличие роста микроорганизмов; (-) – отсутствие роста микроорганизмов.

Отобранные пробы воды использовали для приготовления растворов средства «РЗ-150» в концентрациях от 0,01 до 10,0% для физико-химических исследований и от 0,00001 до 0,01% – для микробиологических исследований.

Водородный показатель (рН) и электропроводность в пробах воды и приготовленных растворах средства «РЗ» определяли потенциометрическим методом в соответствии с РД [8]; определение жесткости воды – титриметрическим методом по ГОСТ [9]. Микробиологические исследования воды проводили по ГОСТам [10-13].

В качестве тест-культур использовали *Salmonella typhimurium* штамм LT2, *E. coli* штамм 1257, *Staphylococcus aureus* штамм 906, *Candida albicans* штамм 10231 и *Streptococcus pyogenes*.

Для исследования на микробиологические показатели отбирали 0,5 мл раствора средства «РЗ»

на каждый тест-объект. Батистовые тест-объекты, контаминированные тест-культурами, погружали в рабочие растворы средства. После экспозиции в течение 25, 55 и 90 мин от момента погружения вынимали по 2 тест-объекта, и после двукратной промывки в воде (по 5 мин) делали посев в мясо-пептонный бульон.

Посевы термостатировали при температуре $37 \pm 1^\circ\text{C}$. Учет результатов проводили ежедневно в течение 7 дней. Заключение о наличии дезинфицирующих свойств у испытуемого раствора делали после обобщения результатов 3 повторных опытов.

Результаты исследований и их обсуждение. В начале работы исследовали жесткость, электропроводность и рН образцов воды. Установили, что в дистиллированной воде жесткость составила $0,2 \pm 0,0$ (Ж), электропроводность – $0,10$ ($\mu\text{S}/\text{cm}$), рН воды – $5,4 \pm 0,1$;

в водопроводной воде эти показатели составили соответственно $3,2 \pm 0,5$ (Ж), $0,346$ ($\mu\text{S}/\text{cm}$), $7,4 \pm 0,1$; в родниковой воде – $14,6 \pm 2,2$ (Ж), $0,1523$ ($\mu\text{S}/\text{cm}$), $7,7 \pm 0,1$.

Далее исследовали, как влияет вода, используемая для приготовления растворов «РЗ», на значения рН растворов; результаты представлены в табл. 1.

Видно, что рН 0,1% растворов возрастает по мере возрастания жесткости использованной для их приготовления воды: от самого низкого значения в контрольной группе (3,8) до самого высокого – в группе 2 (6,9). Такая же тенденция наблюдалась и при приготовлении растворов «РЗ» в концентрациях 0,3-10,0%, т.е. с повышением жесткости воды рН растворов «РЗ» увеличивается.

Для изучения дезинфицирующей активности средства «РЗ» использовали растворы, приготовленные с использованием водопрово-



дной и родниковой воды, в концентрациях от 0,00001 до 0,05%, с температурой 20±2°C.

Результаты изучения дезинфицирующей активности растворов «РЗ», приготовленных с использованием водопроводной воды, представлены в табл. 2. Эти растворы обладали практически одинаковой дезинфицирующей активностью к изученным музейным культурам: 0,005% растворы инактивируют *S. typhimurium*, *E. coli*, *St. aureus*, *C. albicans* и *Str. pyogenes* за 25 мин, а 0,001% – за 55-90 мин.

Результаты исследования дезинфицирующей активности растворов средства «РЗ», приготовленных с использованием родниковой воды, представлены в табл. 3. Они обеспечивают инактивацию: *S. typhimurium* при использова-

нии 0,01% растворов за 25 мин, 0,005% – за 55-90 мин; *E. coli*, *St. aureus* и *Str. pyogenes* – при использовании 0,01% растворов за 55-90 мин; *C. albicans* – лишь при использовании 0,01% растворов за 90 мин.

Заключение. С повышением жесткости воды pH растворов «РЗ» увеличивается. Растворы средства «РЗ», приготовленные с использованием водопроводной питьевой воды (показатель жесткости 3,2±0,5 Ж), обладают большей дезинфицирующей активностью к изученным тест-культурам: 0,005% растворы инактивируют *S. typhimurium*, *E. coli*, *St. aureus*, *C. albicans* и *Str. pyogenes* за 25 мин, 0,001% – за 55-90 мин. При использовании для приготовления растворов средства родниковой воды (показатель жесткости 14,6±2,2 Ж) *S. typhimurium*

инактивируется 0,01% раствором за 25 мин, 0,005% – за 55-90 мин; *E. coli*, *St. aureus* и *Str. pyogenes* инактивируются 0,01% раствором за 55-90 мин; *C. albicans* инактивируется 0,01% раствором только за 90 мин. Результаты исследования свидетельствуют о более слабой дезинфицирующей способности растворов «РЗ» приготовленных с использованием жесткой воды по сравнению с аналогичными растворами, приготовленными на водопроводной питьевой воде.

Полученные результаты позволяют заключить, что для приготовления рабочих растворов дезинфицирующих средств на основе НУК, применяемых для антимикробной обработки поверхности тушек птицы, необходимо использовать воду, соответствующую требованиям СанПин [14] и ГОСТ [15].

Литература / References

1. Мокшанцева, И.В. К вопросу гарантии безопасности продукции птицеводства / И.В. Мокшанцева, С.С. Козак, В.А. Матисон, Аль Равадшех // Птица и птицепродукты. - 2007. - №5. - С. 53-55.
2. Спиридонов, Ю.Я. Влияние качества воды, используемой при приготовлении рабочих растворов, на биологическую активность препарата СПРУТ ЭКСТРА, ВР / Ю.Я. Спиридонов, С.Д. Каракотов, Н.В. Никитин // Агрехимия. - 2014. - №6. - С. 62-68.
3. Козак, С.С. Бесхлорная технология снижения микробной обсемененности воды и поверхности тушки в ваннах охлаждения и увеличение сроков хранения готовой продукции / С.С. Козак, О.И. Сатина // Птица и птицепродукты. - 2010. - №6. - С. 42-45.
4. Козак, С.С. Применение антимикробных средств на основе надкислот на предприятиях птицеперерабатывающей промышленности / С.С. Козак, В.Г. Семенов, И.Г. Серегин, Ю.А. Козак. - Чебоксары, 2020. - 12 с.
5. Силантьева, Л.А. Санитарная обработка технологического оборудования предприятиях молочной отрасли: уч.-метод. пособие / Л.А. Силантьева. - СПб.: Университет ИТМО, 2017. - 38 с.
6. Swanson, S. Effect of water hardness on efficacy of sodium hypochlorite inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 in water / S. Swanson, T.-J. Fu // J. Food Prot. - 2017. - V. 80. - No 3. - P. 497-501. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-16-112
7. ГОСТ Р 59024-2020. Вода. Общие требования к отбору проб.
8. РД 52.24.495-2017. Водородный показатель вод. Методика измерений потенциометрическим методом.
9. ГОСТ 31954-2012. Вода питьевая. Методы определения жесткости.
10. ГОСТ 31468-2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы, метод выявления сальмонелл.
11. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).
12. ГОСТ ISO 18416-2018. Продукция парфюмерно-косметическая. Микробиология. Обнаружение *Candida albicans*.
13. ГОСТ Р 56139-2014. Продукты пищевые функциональные. Методы определения и подсчета пробиотических микроорганизмов.

14. СанПин 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
15. ГОСТ 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.

Сведения об авторах:

Александрова Я.Р.: аспирант; yana-mail@mail.ru **Козак С.С.:** доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, руководитель ИЛЦ ВНИИПП; kozakvniipp@gmail.com. **Козак Ю.А.:** кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель; kozak@rgau-msha.ru.

Статья поступила в редакцию 29.09.2023; одобрена после рецензирования 04.11.2023; принята к публикации 21.11.2023.

Research article

The Effect of Water Hardness on the Activity of the Solutions of Peroxyacetic Acid Based Disinfectants

Yana R. Alexandrova¹, Sergey S. Kozak¹, Yulia A. Kozak²

¹All-Russian Research Institute of Poultry Processing Industry – branch of the Federal Scientific Center «All-Russian Research and Technological Institute of Poultry»; ²Russian State Agricultural University – Moscow Agricultural Academy of K.A. Timiryazev

Abstract. *The hardness and pH of the water used to prepare solutions of disinfectants can significantly affect their effectiveness. In the study presented the effects of water hardness on pH and disinfecting activity of the solutions of the disinfectant “RZ-OXONIA ACTIVE® 150” (based on peroxyacetic acid) were investigated. It was found that pH of the solutions irrespective to concentration increased with the increase in water hardness (distilled water < tap drinking water < spring water). In the experiments with test cultures solutions in tap water (hardness 3.2±0.50dH) were found more effective: 0.005% solution inactivated test strains of S. typhimurium, E. coli, St. aureus, Candida albicans and Str. pyogenes during 25 min, 0,001% solution during 55-90 min. Solutions in spring water (hardness 14.6±2.20dH) were less effective: 0,01% solution inactivated S. typhimurium during 25 min, 0,005% solution during 55-90 minutes; E. coli, St. aureus and Str. pyogenes were inactivated by 0,01% solution during 55-90 min; C. albicans was inactivated by 0,01% solutions only after 90 min of exposition. These results evidences that solutions of the disinfectant in harder spring water were less effective as compared to solutions in softer tap water. The conclusion was made that it is reasonable to thoroughly control quality of water (hardness, pH) to be used for the preparation of the solutions of peroxyacetic acid based disinfectants.*

Keywords: water hardness, disinfecting activity, peroxyacetic acid, test cultures.

For Citation: Alexandrova Y.R., Kozak S.S., Kozak Y.A. (2023) The effect of water hardness on the activity of the solutions of peroxyacetic acid based disinfectants. Ptitsevodstvo, 72(12): 88-92. (in Russ.)
doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-12-88-92

(For references see above)

Authors:

Alexandrova Y.R.: Aspirant; yana-mail@mail.ru. **Kozak S.S.:** Dr. of Biol. Sci., Prof., Chief Research Officer, Head of Research Laboratory Center; kozakvniipp@gmail.com. **Kozak Y.A.:** Cand. of Vet. Sci., Senior Lecturer; kozak@rgau-msha.ru.

Submitted 29.09.2023; revised 04.11.2023; accepted 21.11.2023.

© Александрова Я.Р., Козак С.С., Козак Ю.А., 2023