

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА МОЙКИ МОЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Анатолий Иванович Завражнов  
Петр Алексеевич Матушкин

Мичуринский государственный аграрный университет

На молочно-товарных фермах используются доильные аппараты, сепараторные и фильтрующие машины, подогреватели и пастеризаторы, охладители и всевозможные емкости для хранения. В процессе доения, сепарирования и последующей обработки молока его компоненты осаждаются на поверхности технологического оборудования в виде пленок или слоев, представляющих собой гомогенную фазу, в которой находятся белок, жир и минеральные соли. На структуру загрязнений, кроме адсорбционных свойств материалов, применяемых для изготовления оборудования, влияют периодичность и качество его мойки, а также состав воды и моющих средств, используемых в процессе мойки и дезинфекции. В случаях низкокачественной обработки молочное сырье может многократно подвергаться рискам заражения патогенными микроорганизмами. В связи с этим актуальны вопросы, касающиеся не только выбора многокомпонентных средств для санитарной обработки оборудования, но и эффективности режимов их использования. В круг задач исследования входило проведение сравнительной оценки эффективности пенообразующих моющих средств и обоснование рациональных режимов обработки ими молочного оборудования с учетом используемых конструкционных материалов. Чистоту поверхности оценивали по количеству на единице площади тестируемой поверхности колониеобразующих единиц (КОЕ/см<sup>2</sup>) мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). На основании сравнительных испытаний пенной мойки пяти моющих средств установлено, что наилучшим из них является средство Термоклин, так как после обработки этим препаратом на поверхности наблюдалось минимальное значение КМАФАнМ – 19 КОЕ/см<sup>2</sup>. При этом следует учитывать, что наибольшая отмывающая способность этого препарата проявляется при температуре в интервале от 34 до 42°C. Ополаскивание деталей наиболее целесообразно проводить под давлением 2,8–3,2 кг/см<sup>2</sup> на расстоянии 800–900 мм под углом наклона пистолета 30–35°.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** молочная ферма, оборудование, сепарирование, доение, пенная мойка, моющие средства, режимы мойки.

## SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE WASHING PROCESS OF MILKING EQUIPMENT USED IN AGRICULTURAL INDUSTRY

Anatoly I. Zavrazhnov  
Petr A. Matushkin

Michurinsk State Agrarian University

Agricultural producers use on commercial dairy farms various equipment, i.e. milking machines, separators, filtration devices, heaters, pasteurizers, coolers, and all kinds of storage tanks. In the process of milking, separation and subsequent processing of milk, its components are deposited on the surface of the equipment in the form of films or layers representing a homogeneous structure of protein, fat and mineral salts. The structure of pollution, in addition to the adsorption properties of materials used at dairy equipment manufacturing, is influenced by the periodicity and quality of its washing, as well as by the composition of water and cleaning detergents used in the washing and disinfection process. In cases of low-quality processing, raw milk can be repeatedly exposed to the risk of pathogenic microorganisms' contamination. In this regard, issues relating not only to the choice of multi-component devices for sanitary treatment of equipment, but also to the effectiveness of their usage modes, became a highly topical problem. Among the objectives of the study the authors conducted a comparative evaluation of the effectiveness of the foaming cleaning detergents, as well as justification of rational modes of processing of dairy equipment taking

into account the employed structural materials. Surface purity was estimated by the quantity of Colony Forming Units (CFU/cm<sup>2</sup>) of Mesophilic Aerobic and Facultative Anaerobic Microorganisms (QMAFAnM) on a unit of tested surface. In accordance with the results obtained during testing the process of washing of the dairy equipment with five cleaning detergents, it was found that the best of them was Thermoclean agent, since after its treatment on the surface there was minimum number of QMAFAnM (19 CFU/cm<sup>2</sup>). It should be noted that the greatest washing ability of this agent is manifested at a temperature in the range from 34 to 42°C. Parts rinsing is advisable to carry out under the pressure of 2.8-3.2 kg/cm<sup>2</sup> at a distance of 800-900 mm at 30-35° angle of water spray gun.

KEYWORDS: dairy farm, equipment, pollution, pathogenic microorganisms, foam washing, cleaning detergents, washing modes.

**В** современных российских условиях молочная ферма – это сельскохозяйственное предприятие, занимающееся не только разведением и содержанием животных разных видов, преимущественно крупного рогатого скота, но и производством молока-сырья, в том числе с возможностью относительно небольших объемов товарного производства сыра, масла, йогурта, взбитых сливок, сухих молочных продуктов и др. [1, 3, 7].

Молоко, которое получают на молочно-товарных фермах крупных агрохолдингов, сельскохозяйственных организаций различных форм собственности, в крестьянских (фермерских) хозяйствах, в хозяйствах населения, нормализуют или пропускают через сепаратор и получают еще один продукт – сливки. Далее молоко очищают и охлаждают, а также пастеризуют. Для этого используются сепараторные и фильтрующие машины, подогреватели и пастеризаторы, охладители и всевозможные емкости для хранения.

Процесс пастеризации – важный этап производственной цепочки, позволяющий обезопасить потребителей от инфекций и бактерий, так как в процессе производства и переработки молочное сырье многократно подвергается рискам заражения патогенными микроорганизмами, связанными с качеством санитарной обработки (мойки и дезинфекции) на фермах, а в дальнейшем – в цехах молочных предприятий [6, 8, 9]. Эти факторы могут привести к загрязнению молочного сырья нежелательной микрофлорой, нарастанию его кислотности, что сразу же сказывается на последующих процессах переработки молочного сырья, на качестве работы технологического оборудования и, в конечном итоге, на качестве готового продукта. В связи с этим для молочных ферм и молокоперерабатывающих предприятий являются актуальными вопросы, касающиеся выбора и эффективных режимов использования средств, содержащих поверхностно-активные вещества и комплексоны, для санитарной обработки технологического оборудования [10, 11].

В настоящее время промышленность выпускает различные доильные аппараты, а также доильные агрегаты и установки, которые делятся на выжимающие и отсасывающие (по роду силы, используемой для извлечения молока), а также на трехтактные, двухтактные и непрерывного отсоса (по типу действия). При производстве оборудования, использующегося на молочных фермах, применяют разнообразные по структуре и свойствам конструкционные материалы: нержавеющую сталь, полиамид, чугун, бронзу, латунь и др. [1, 2, 3]. Например, доильный аппарат производства фирмы Melasty (Турция) включает ведро доильное стальное вместимостью 20–30 дм<sup>3</sup>, четыре металлических доильных стакана, снабженных комплектом сосковой силиконовой резины, воздушный шланг, коллектор, пульсатор попарного доения, а также молочный, вакуумный и магистральный шланги длиной по 1,5 м (рис. 1).

Для очистки молока от механических примесей и слизи с одновременным разделением на сливки и обезжиренное молоко (обрат) применяют сепараторы-сливкоотделители (рис. 2) с различным исполнением рабочих деталей: из нержавеющей стали, полипропилена (каплена), конструкционной стали, покрытой пищевым оловом.



Рис. 1. Основные конструктивные элементы современных доильных аппаратов, изготовленных с использованием различных конструкционных материалов (на примере доильного аппарата производства фирмы Melasty, Турция): 1 – доильный аппарат в сборе; 2 – молочный коллектор; 3 – сосковая резина; 4 – пульсатор; 5 – коллектор с доильными стаканами в сборе; 6 – молочные, магистральные и воздушные шланги; трубы из нержавеющей стали



Рис. 2. Общий вид сепаратора-сливкоотделителя Ж5-ЦС2-НС

При переработке молока его составные части осаждаются на поверхности оборудования в виде пленок или слоев, представляющих собой гомогенную фазу, в которой находятся белок, жир и минеральные соли. Состав этих слоев загрязнений зависит от вида перерабатываемого молочного сырья и условий его переработки. На структуру загрязнений, кроме адсорбционных свойств, влияют также периодичность, качество ежедневно проводимой мойки оборудования и состав воды, используемой в процессе мойки и дезинфекции.

На поверхности оборудования, соприкасающегося с сырым молоком и молочным сырьем, образуются легкоудаляемые пленки загрязнений, содержащие слабоадсорбированный жир, белок и плазму.

На наружных поверхностях оборудования обнаруживаются, кроме жира и белка, технические масла и различного рода механические примеси.

Загрязнения на поверхности оборудования, контактирующего с высокожирным сырьем, отличаются мажущейся маслянистой консистенцией, прочно адсорбированы на поверхности и очень сложно удаляются водой, температура которой ниже 30°C.

Таким образом, загрязнения при производстве и переработке молока очень разнообразны, а их состав и структура во многом зависят от режимов переработки молочного сырья, поэтому для качественной мойки оборудования необходимо подбирать многокомпонентные моющие средства. Для достижения лучшего результата при выборе моющих средств необходимо учитывать не только состав и структуру загрязнений, но и особенности материала, из которого изготовлены детали, узлы и агрегаты, которые подвергаются санитарной обработке.

Цель работы – сравнительная оценка эффективности пенообразующих моющих средств и обоснование рациональных режимов обработки ими молочного оборудования с учетом особенностей конструкционных материалов, из которых оно выполнено.

Для проведения исследований были использованы пять образцов многокомпонентных пенных моющих средств различных производителей: Процесс актив пенный (НПП «Флореаль», Россия), Калгонит 312 («Calvatis GmbH», Германия), Шаумрайн («Wigol W. Stache GmbH», Германия), Термоклин (ООО «СИКМО», Россия) и Зауэр («Wigol W. Stache GmbH», Германия).

В качестве объекта для тестирования моющих средств была выбрана тарелка сепаратора Ж5-ОС2-НС, изготовленная из нержавеющей стали AISI 304 и имеющая форму конуса. Исследования проводили внутри производственного помещения при температуре окружающей среды 30°C и относительной влажности воздуха 65%.

Пенные моющие средства наносили на поверхность тестируемого объекта с использованием автономного пеногенератора [4]. Было выбрано среднее значение температуры моющего раствора 35°C с учетом рекомендуемого фирмами-производителями интервала их использования 30–40°C.

На первом этапе смачивание тестируемой поверхности производили, используя пистолет-распылитель, находящийся на расстоянии 1,2 м до объекта под давлением 3 кг/см<sup>2</sup>, пенный раствор наносили под давлением 1,9 кг/см<sup>2</sup>.

На втором этапе пену и загрязнения смывали с расстояния 700–800 мм, меняя угол наклона пистолета к омываемой поверхности в пределах 20–40°. Давление ополаскивания регулировалось при помощи фильтра-регулятора с интервалом 0,2 кг/см<sup>2</sup> в пределах 2,4–3,4 кг/см<sup>2</sup>.

Чистоту поверхности оценивали по количеству колониеобразующих единиц (КОЕ/см<sup>2</sup>) мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) на единице площади тестируемой поверхности, то есть был использован показатель количества жизнеспособных микроорганизмов на единице площади поверхности оборудования.

При проведении исследований тестируемый объект устанавливался на центр стола в соответствии с нормами технологического проектирования предприятий молочной промышленности [2].

Предварительно проведенные исследования показали, что легче всего отмываются детали, выполненные из нержавеющей стали [4]. В связи с этим сравнение моющих пенных растворов проводили на деталях из нержавеющей стали при температуре 35°C. В соответствии с МР 2.3.2.2327-08 нормой КМАФАнМ являются показатели до 100 КОЕ/см<sup>2</sup> [5]. Результаты испытаний представлены на рисунке 3.



**Рис. 3. Влияние тестируемых моющих растворов на количество жизнеспособных микроорганизмов на единице площади поверхности молочного оборудования**

Из данных, представленных на рисунке 3, видно, что лучший результат получен при использовании моющего пенного раствора Термоклин. Так как Термоклин оказался эффективней других моющих средств при удалении загрязнений с поверхности тестируемого оборудования, показав минимальное количество колониеобразующих единиц микроорганизмов на единицу площади ( $19 \text{ КОЕ/см}^2$ ), дальнейшие эксперименты проводились с этим пенным моющим средством.

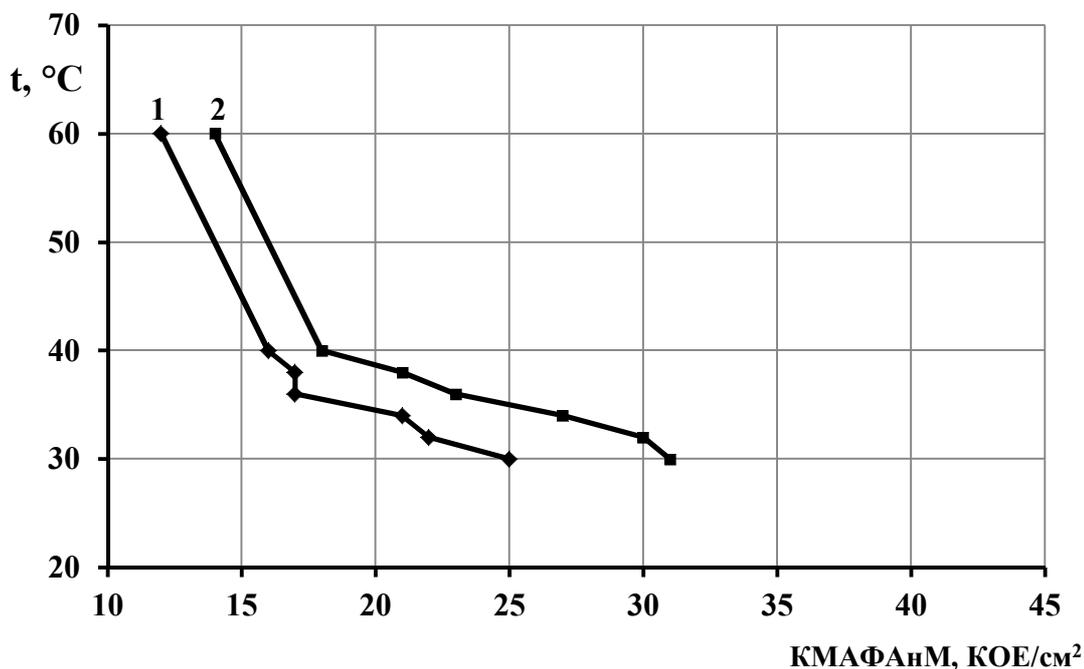
В ходе проведения исследований поддерживались одинаковыми не только условия окружающей среды (температура воздуха, относительная влажность), но и технические характеристики процесса (давление смачивания, нанесения, ополаскивания). Температура моющего раствора менялась с интервалом  $2^\circ\text{C}$ , начиная с  $30^\circ\text{C}$ .

На следующем этапе исследования моющую способность средства Термоклин определяли по качеству мойки деталей, выполненных из различных материалов, наиболее распространенных при производстве молочного оборудования:

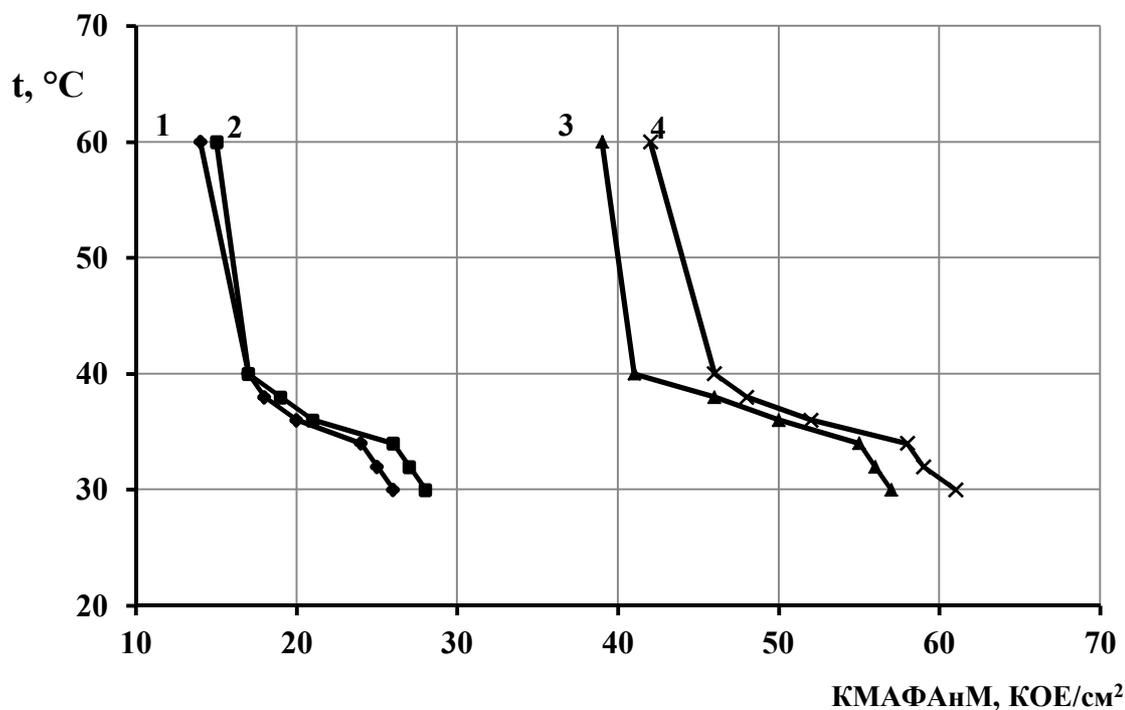
- нержавеющая сталь AISI 304;
- полиамид 6;
- сталь 40X;
- алюминий пищевой;
- бронза;
- латунь;
- серый чугун.

Процедуру отбора смывов проводили в соответствии с требованиями, изложенными в Методических рекомендациях МР 2.3.2.2327-08 [5]. Так, смывы с крупного оборудования и инвентаря брались с поверхности площадью  $100 \text{ см}^2$ , для этого использовали стерильный трафарет площадью  $100 \text{ см}^2$  или  $50 \text{ см}^2$  (два раза). Смывы с мелкого оборудования и инвентаря брались со всей поверхности. Смывы с оборудования, имеющего несколько поверхностей или сложную конфигурацию, делали с разных поверхностей в отдельности.

Экспериментально установлено, что качество мойки зависит от материала, из которого выполнены поверхности, контактирующие с молоком и молочными продуктами (рис. 4).



а) 1 – нержавеющая сталь; 2 – полиамид 6



б) 1 – алюминий; 2 – бронза (латунь); 3 – сталь 40Х; 4 – серый чугун

Рис. 4. Зависимость качества мойки деталей, выполненных из различных материалов, от температуры пенного раствора Термоклин

На поверхностях, выполненных из нержавеющей стали, отмечено наименьшее количество колониеобразующих единиц микроорганизмов на единицу площади по сравнению с другими материалами, использованными в экспериментах. Так, на поверхности из нержавеющей стали после обработки пенным раствором Термоклин отмечено 11 и 25 КОЕ/см<sup>2</sup> соответственно при температуре 60 и 30°C. На поверхностях, выполненных из алюминия, бронзы (латуни), полиамида 6, стали 40X, серого чугуна эти показатели были выше: при температуре 60°C – соответственно 12, 13, 14, 39 и 41 КОЕ/см<sup>2</sup>, а при температуре 30°C – соответственно 28, 29, 31, 57 и 61 КОЕ/см<sup>2</sup>. Этот факт можно объяснить тем, что нержавеющая сталь имеет более гладкую поверхность, чем другие более шероховатые и пористые материалы.

При исследовании режимов ополаскивания лучшее качество мойки отмечено при давлении 2,8–3,2 кг/см<sup>2</sup>. В этих пределах качество струи соответствует требованиям, изложенным в Методических рекомендациях МР 2.3.2.2327-08, диаметр распыления с расстояния 700–800 мм находится в пределах 800–900 мм. Угол наклона пистолета к поверхности обмыва должен находиться в пределах 30–35°.

Таким образом, для сельхозтоваропроизводителей можно сформулировать следующие рекомендации.

При выборе пенообразующих средств для мойки молочного оборудования приоритет следует отдавать препарату Термоклин, при этом необходимо учитывать, что наибольшая отмывающая способность этого препарата проявляется при температуре в интервале от 34 до 42°C. Ополаскивание деталей наиболее целесообразно проводить под давлением 2,8–3,2 кг/см<sup>2</sup> с расстояния 800–900 мм под углом наклона пистолета 30–35°.

### Библиографический список

1. Бредихин С.А. Технологическое оборудование переработки молока / С.А. Бредихин. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 416 с.
2. ВНТП 645/1618-92. Нормы технологического проектирования предприятий молочной промышленности. – Введ. 1992–07–01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/view/352056735> (дата обращения: 05.12.2018).
3. Грицай Д.И. Оборудование для доения коров, обработки и переработки молока в личных подсобных и фермерских хозяйствах / Д.И. Грицай, И.В. Капустин. – Ставрополь : Изд-во «АРГУС», 2014. – 128 с.
4. Матушкин П.А. Особенности исследования процесса мойки молочного оборудования с использованием пены / П.А. Матушкин, А.И. Завражных // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2. – С. 125–129.
5. МР 2.3.2.2327–08. Методические рекомендации по организации производственного микробиологического контроля на предприятиях молочной промышленности (с атласом значимых микроорганизмов) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200075166> (дата обращения: 05.12.2018).
6. Обоснование выбора ПАВ при создании высокощелочных моющих средств / Ж.И. Кузина, Б.В. Маневич, Е.Б. Харитоновна, Т.В. Орлова, Н.А. Гаврилова // Переработка молока. – 2018. – № 5 (223). – С. 26–28.
7. Текучев И.К. Модернизация ферм – основа технической политики в молочном скотоводстве / И.К. Текучев, Л.П. Кормановский // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2018. – № 1 (29). – С. 74–88.
8. Эффективность использования комплексонов при мойке оборудования на молочных предприятиях / Б.В. Маневич, Ж.И. Кузина, Е.Б. Харитоновна, Т.В. Орлова // Переработка молока. – 2018. – № 4 (222). – С. 19–21.
9. Efficiency of cleaning procedure of milking equipment and bacterial quality of milk / L. Bava, M. Zucali, M. Brasca, L. Zanini, A. Sandrucci // Italian Journal of Animal Science. – 2009. – Vol. 8 (2). – Pp. 387–389. DOI: 10.4081/ijas.2009.s2.387.
10. Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines / D.J. Reinemann, G.M.V.H. Wolters, P. Billon, O. Lind, M.D. Rasmussen // Bulletin of 381 International Dairy Federation, Brussels, Belgium. – 2003. – Pp. 4–19.
11. The association between bulk tank milk analysis for raw milk quality and on-farm management practices / A.M. Elmoslemany, G.P. Keefe, I.R. Dohoo, J.J. Wichtel, H. Stryhn, R.T. Dingwell // Preventive Veterinary Medicine. – 2010. – Vol. 95. – Pp. 32–40.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Анатолий Иванович Завражных – доктор технических наук, академик РАН, главный научный сотрудник, профессор кафедры технологических процессов и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», Россия, Тамбовская область, г. Мичуринск, e-mail: region6813@mail.ru, aiz@mgau.ru.

Петр Алексеевич Матушкин – аспирант кафедры технологических процессов и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», Россия, Тамбовская область, г. Мичуринск, e-mail: region6813@mail.ru, aiz@mgau.ru.

Дата поступления в редакцию 12.02.2019

Дата принятия к печати 06.03.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Anatoly I. Zavrazhnov, Doctor of Engineering Sciences, Academician of RAS, Chief Researcher, Professor, the Dept. of Technological Processes and Technosphere Safety, Michurinsk State Agrarian University, Russia, Tambov Oblast, Michurinsk, e-mail: region6813@mail.ru, aiz@mgau.ru.

Petr A. Matushkin, Postgraduate Student, the Dept. of Technological Processes and Technosphere Safety, Michurinsk State Agrarian University, Russia, Tambov Oblast, Michurinsk, e-mail: region6813@mail.ru, aiz@mgau.ru.

Received February 12, 2019

Accepted March 06, 2019