

**РАЗРАБОТКА МНОГОМОДУЛЬНОЙ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ УСТАНОВКИ
ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ****Жданкин Г.В., Зиганшин Б.Г., Белова М.В.**

Реферат. Разработана многомодульная сверхвысокочастотная установка. Описан принцип действия разработанной многомодульной сверхвысокочастотной установки для термообработки сырья животного происхождения и отделения жидкой фракции. Она содержит цилиндрический экранирующий корпус, внутри которого расположены рабочие камеры, состоящие из двух узлов. В верхнем узле расположена коническая часть резонатора с внутренней насечкой, а в нижнем узле – вращающаяся дисковая терка как основание резонатора с конической тарелкой с прорезями на образующей, выполненной из диэлектрического материала. Электроприводной модуль расположен под нижним основанием экранирующего корпуса. В рабочей камере происходит тонкое измельчение сырья, варка, стерилизация и разделение твердой и жидкой фракции. Разделение сырья на жидкой и твердой фракции происходит за счет центрифугирования. Разработанная установка обеспечивает непрерывность технологического процесса термообработки и обеззараживания многокомпонентного сырья; радиогерметичность; универсальность для термообработки разного сырья животного происхождения; равномерность распределения сырья в объеме резонатора; вариации производительности установки; простой демонтаж узлов. Установку можно изготовить расширенным диапазоном мощности генераторов.

Ключевые слова: сверхвысокочастотный генератор, термообработка, обеззараживание, непищевые отходы животного происхождения, многомодульная установка, центрифуга.

Введение. Известно, что цеха по переработке продукции животноводства и птицеводства постоянно сталкиваются с проблемой переработки непищевых отходов. Это ярко проявляется на малых фермерских хозяйствах, где количество голов скота не очень высокое, но требуется продуманный подход к переработке отходов и эффективное использование продукции в качестве белкового корма. Непищевые отходы это смесь твердых частиц, жидкости и жира. Решение проблемы переработки отходов убоя животных заключается в том, чтобы отделить твердые частицы прежде, чем их загрязняющие окружающую среду элементы вступят в химическую реакцию (растворятся) в жидкости, т.е. сепарировать и обеззараживать.

Разработанную установку можно использовать при производстве кормов для животных из отходов переработки продукции птицеводства и животноводства, а также для обезжиривания измельченных костей, для извлечения жира из мягкой или твердой жиросодержащей ткани. Сырьем может служить также тушки большой павшей птицы и животных, брак колбасного и консервного цехов, непищевое жиросодержащее сырье, отходы инкубации и т.д.

Технология переработки такого сырья предусматривает мойку, измельчение, варку, стерилизация, отделение жидкой фазы от общей массы. Для выполнения этих операций применяют отдельные машины. Процессы переработки указанного сырья энергоемки. Для тепловой обработки такого сырья применяют конвективный или кондуктивный методы подвода теплоты. При термообработке

применяют котлы и аппараты разных конструкций [1, 2, 3]. При этом качество готовой продукции зависит от максимальной температуры и продолжительности ее воздействия. При обработке указанного сырья повышение температуры среды выше 120...130°C нежелательно, так как это приводит к ухудшению качества конечной продукции. Расход горячей воды на варку непищевых отходов при производительности 125...300 кг/ч составляет 0,6...0,7 м³/ч. Поэтому совмещение процессов варки, стерилизации и отделение жидкой фракции в одном устройстве, *актуальная задача*.

Известны жиротделители, предназначенные для обработки отходов с боен, со степенью извлечения жира до 75...80%, где нагрев осуществляется острым паром до температуры 125 в течение 2,5...3 ч с непрерывным отводом жира. При этом происходит разварка и стерилизация продукта. Известны волчки-варильники, рушители-плавители, измельчители-плавители. Они имеют различную конструкцию и в них совмещаются процессы измельчения и тепловой обработки сырья [1]. К недостаткам таких аппаратов относятся большая продолжительность контакта сырья с высокотемпературным теплоносителем, что снижает качество жира и шквары.

Нами предлагается совмещать процессы измельчения, варки, стерилизации, отделение жидкой фазы от общей массы в установке, разрабатываемой на базе соковыжималки с применением источника сверхвысокочастотной энергии. Высокая интенсивность теплообмена в разрабатываемой установке достигается путем совмещения процессов измельчения

сырья в центробежном поле и эндогенного нагрева.

Анализ и обсуждение результатов исследования. Многомодульная центробежная сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья животного происхождения и отделения жидкой фракции содержит: цилиндрический экранирующий корпус 1, внутри которого по периферии расположены рабочие камеры 2 (рис. 1). На крышке экранирующего корпуса 1 расположены сверхвысокочастотные генераторные блоки 3. Каждая рабочая камера 2 состоит из двух частей – верхней и нижней. Нижняя часть содержит сливной патрубок 4 из ферромагнитного материала, выполняющий функцию запредельного волновода. Все сливные патрубки соединены с емкостью 5 для сбора жидкой фракции. Для этого рабочие камеры установлены по периферии цилиндрического экранирующего корпуса так, что сливные патрубки 4 направлены в центр, где расположена емкость 5. Через крышку экранирующего корпуса 1 и корпуса верхней части 9 рабочей камеры 2 проложен корпус нагнетательного шнека от измельчителя «Волчек» 6. Причем измельчающий механизм (решетка и нож) 10 вставлен в боковую поверхность конического корпуса и конической части резонатора 11. С боковой стороны экранирующего корпуса 1 (снаружи) установлены емкости 7 для сбора твердой фракции. Каждая рабочая камера 2 имеет индивидуальный электроприводной блок 8, установленный под основанием экранирующего корпуса 1, и прикрепленный к монтажному каркасу.

В верхней части рабочей камеры 2 имеется коническая часть 11 резонатора, выполненная в виде терки с внутренней насечкой и фиксированная в плотную к коническому корпусу из ферромагнитного материала с помощью специального фиксатора. Причем, этот конический корпус направлен соосно в нижнюю часть 13 рабочей камеры 2. Нижняя часть 13 рабочей камеры 2 состоит из конической диэлектрической тарелки 14 и конического поддона 15 из ферромагнитного материала. Основание конического поддона с малым диаметром, выполненный под наклоном и содержащий сливной патрубок 4 для слива жидкой фракции продукта, устанавливается на электроприводной блок 8. При этом на вал электродвигателя жестко фиксируется с помощью зажимного винта коническая диэлектрическая тарелка 14 с прорезами на образующей и дисковая часть резонатора в виде терки 12, расположенная на основании тарелки 14. На верхнем крае конического поддона 15 имеется вырез для выгрузки твердой фракции продукта. Коническая часть резонатора (усеченный конус) 11, выполнена в виде терки с внутренней

насечкой. Дисковая часть резонатора 12 выполнена также в виде терки. Размеры конического резонатора с насечкой согласованы с длиной волны. Коническая диэлектрическая тарелка 14 и дисковая часть 12 резонатора устанавливаются на вал электродвигателя с помощью зажимного винта, что позволяет легко демонтировать узлы.

Дисковая часть резонатора 12 выполнена в виде терки и по центру имеет отверстие 16.

Образующая конической диэлектрической тарелки 14 выполнена с прорезами. На основании тарелки по центру имеется отверстие 16 для вала электродвигателя. Конический поддон 14 по центру имеет подставку для конической тарелки 14 и отверстие 17 для вала электродвигателя. Все эти отверстия 16, 17 расположены соосно.

Технологический процесс термообработки, обеззараживания и разделения на фракции пищевых отходов происходит следующим образом. Установить на вал электродвигателя поддон 15, коническую тарелку 14 с дисковой теркой 12 и зафиксировать с помощью специального зажимного винта. Дисковая терка 12 должна быть прижата к горизонтальным ребрам конической тарелки 14, образуя центрифугу.

Коническая терка 11 (коническая часть резонатора) крепится внутри конического корпуса верхней части рабочей камеры за счет защелок. Верхняя часть рабочей камеры 9 фиксируется на поддоне 15 ее поворотом так, чтобы выступы на поддоне вошли в пазы на верхней части рабочей камеры 9. Установить емкости для твердой фракции в местах, где имеются вырезы на верхних краях конических поддонов 15. Сливные патрубки 4 направить в емкость для жидкой фракции 5. Закрыть крышку экранирующего корпуса 1. Подключить установку к сети, включить электродвигатели 8 центрифуг (привода дисковых терок 12 с коническими тарелками 14). Включить электродвигатели волчков 6, которые подают в резонаторную камеру (11, 12) измельченное сырье, где начинаются процессы центрифугирования. Далее после включения сверхвысокочастотных генераторов 3 сырье нагревается в электромагнитном поле. Конический резонатор выполнен в виде терки. В связи с тем, что резонатор представлен в виде конической терки (стационарная часть) и дисковой терки (вращающаяся часть) одновременно происходит тонкое измельчение сырья, эндогенный нагрев, вытопка жира. В рабочей камере происходит разделение сырья на жидкую и твердую фракции за счет создания избыточного давления между конической тарелкой с прорезами 14 и образующей поддона 15 области отжима. Рабочая камера, содержащая две тер-

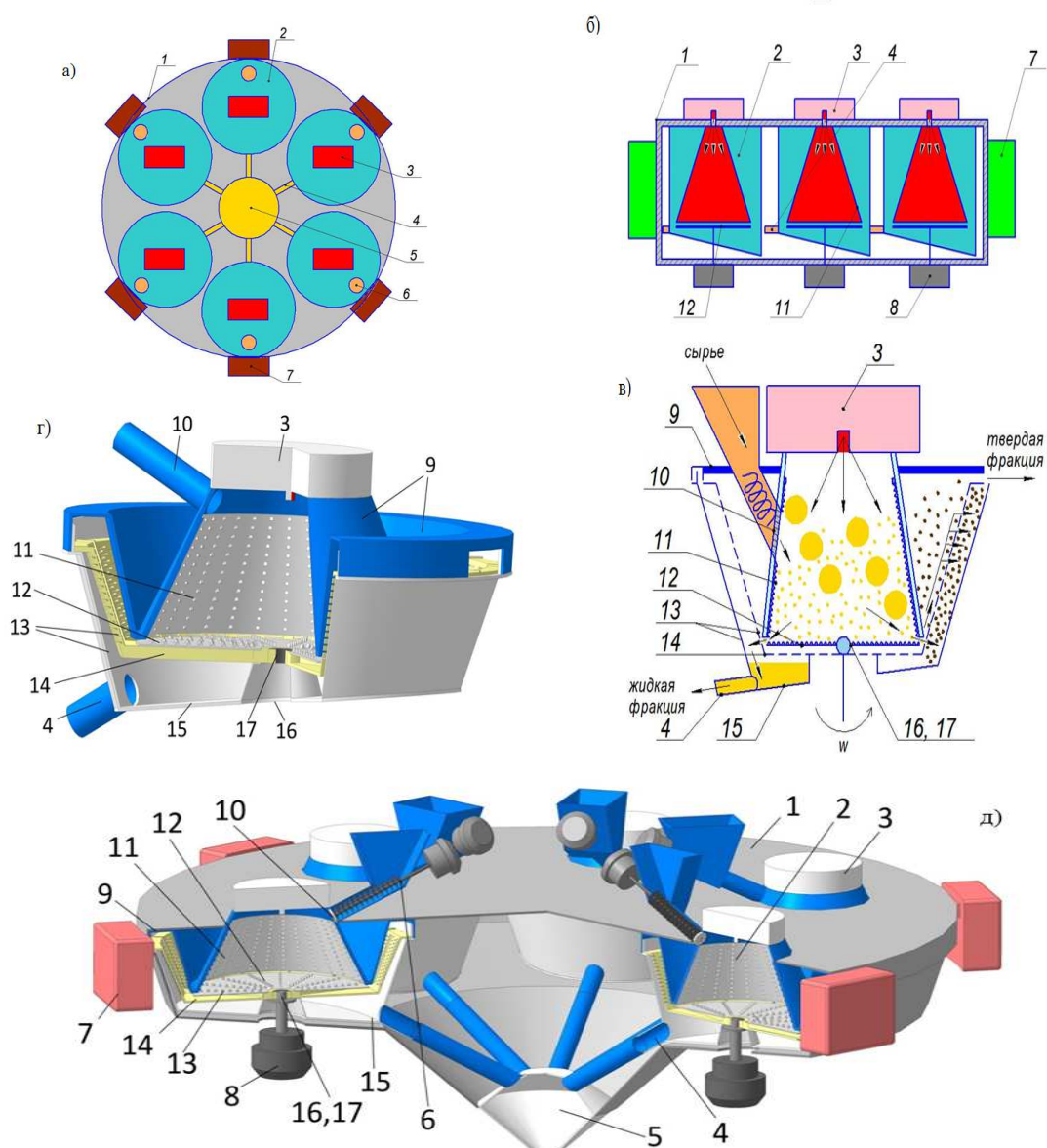


Рисунок 1 – Многомодульная центробежная сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья и отделения жидкой фракции: а) вид сверху; б) вид сбоку; в) сема рабочей камеры; г) пространственное изображение рабочей камеры; д) пространственное изображение установки: 1– цилиндрический экранирующий корпус; 2 – рабочие камеры; 3 – сверхвысокочастотные генераторные блоки; 4 – сливные патрубки; 5 – емкость для жидкой фракции; 6 – измельчители «Волчек»; 7 – емкости для твердой фракции; 8 – электродвигатели; 11 – конические части резонаторов; 12 – дисковые части резонаторов; 13 – нижняя часть рабочей камеры; 14 – коническая тарелка из диэлектрического материала; 15 – поддон конический из неферромагнитного материала; 16 – отверстие для фиксатора тарелки и диска, выполненные в виде терки; 17 – отверстие для вала электродвигателя

ки, устроена таким образом, что позволяет перерабатывать непищевые отходы разной консистенции, после предварительного измельчения с помощью «Волчка». Диэлектрическая коническая тарелка 14 с прорезями выполняет функцию центрифуги.

Рабочая камера измельчения, термообработки и отжима сырья позволяет вести переработку неограниченное время за счет эффективного удаления твердой фазы, т.е. не требуется периодической очистки прорезей тарелки 14. Такая конструкция рабочей камеры обес-

печивает повышенную эффективность термообработки и обеззараживания сырья, разделение сырья на жидкую и твердую фракцию. Для осуществления указанных технологических процессов необходимо разрушить белковую структуру сырья измельчением. Принцип работы основан на измельчении в центрифуге сырья терками и отжимании измельченных масс центробежными силами на прорезных тарелки - центрифуги. Вид и состояние исходного сырья для переработки может быть довольно многообразным. Расплавленная жировая

масса стекает через дисковую терку 12 в сливную патрубков 4, далее в емкость для жидкой фракции 5.

В установке используется надежный, асинхронный электродвигатель, способный выдерживать длительную непрерывную нагрузку.

Дисковая терка, выполненная из прочной нержавеющей стали, измельчает сырье в кашу, затем, попадая в центрифугу, «кашица» выделяет жидкую фракцию под действием больших оборотов. Для жидкой и твердой фракций предусмотрены две отдельные емкости. Измельченное сырье прижимается к тарелке с прорезами центробежными силами. Например, измельченное жиросодержащее сырье за 15...30 с нагревается до 85...95°C и плавится, а шквара собирается вверх и выносятся через прорезы в тарелке. Скорость вращения дисковой терки и тарелки, объем измельченного сырья в коническом резонаторе, структура сырья влияют на производительность установки. Установка обеспечивает непрерывность процесса при широком диапазоне свойств исходного сырья. Процесс термообработки и обеззараживания сырья автоматизирован и температура контролируется. Производительность установки зависит от количества и мощности сверхвысокочастотных генераторов, электрофизических параметров сырья. Для получения желаемой степени отжима твердой фракции следует устанавливать ко-

нусную тарелку с прорезами с определенным размером. На производительность установки влияют: размер прорезей, содержание твердой фракции в сырье, температура нагрева. Конечный продукт имеет высокое качество, так как полностью обеззараживается. За счет улучшения микробиологических показателей увеличивается срок годности продукта. Установка работает в непрерывном режиме, она оборудована панелью управления с регулятором мощности излучения, таймером. Отсепарированная жидкая фракция направляется в накопитель для выделения технического жира, а вареная твердая фракция непищевых отходов направляется для использования в качестве кормовой белковой добавки животным.

Выводы. Разработанная установка обеспечивает непрерывность технологического процесса термообработки и обеззараживания многокомпонентного сырья; радиогерметичность; универсальность для термообработки разного сырья животного происхождения; равномерность распределения сырья в объеме резонатора; вариации производительности установки; простой демонтаж узлов. Установку можно изготовить расширенным диапазоном мощности генераторов. В рабочей камере происходит тонкое измельчение сырья, варка, стерилизация и разделение твердой и жидкой фракции.

Литература

1. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. – Часть 1. Оборудование для уоя и первичной обработки. – М.: Колос, 2001. – 552 с (С. 332).
2. Патент № 2537548 РФ, МПК А22С 9/00. Установка для посола и термообработки мясного сырья / Д.В. Поручиков, М.В. Белова, Г.В. Новикова; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). – № 2013107408, заявл. 21.02.2013. Бюл. № 1 от 10.01.2015. – 11 с.
3. Новикова Г.В. Многорезонаторная установка для плавления жира / А.Г. Самоделкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова, И.Г. Ершова, А.А. Белов // Естественные и технические науки, 2015, № 6. – С.12...14. ISSN 1684-2626.
4. Патент № 2541694 РФ, МПК С11В1/12. Установка для термообработки жиросодержащего сырья / И.Г. Ершова, М.Г. Сорокина, М.В. Белова, Г.В. Новикова; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). – № 2013145358; заявл. 09.10.2013. Бюл. № 5 от 20.02.2015. – 6 с.
5. Патент № 2537552 РФ, МПК А23J 3/12. Установка для термообработки крови сельскохозяйственных животных / М.В. Белова, Н.Т. Уездный, Б.Г. Зиганшин, А.А. Белов, И.Г. Ершова, Г.В. Новикова; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). – № 2013137720; заявл. 12.08.2013. Бюл. № 1 от 10.01.2015. – 14 с.
6. Патент № 581224 РФ, МПК. Центробежная установка для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / О.В. Михайлова, М.В. Белова, А.А. Белов, Г.В. Новикова, И.Г. Ершова; заявитель и патентообладатель МАДИ (RU). – № 2014150840/20 (081472); заявл. 17.12.2014. Бюл. № – 12 с.
7. Патент № 2600697 РФ, МПК. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира / И.М. Селиванов, М.В. Белова, А.А. Белов, И.Г. Ершова, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова; заявитель и патентообладатель АНОВО «АТУ» (RU). – № 2015117451; заявл. 28.04.2015. Бюл. № 30 от 03.10.2016. – 12 с.

Сведения об авторах:

Жданкин Георгий Валерьевич – кандидат экономических наук, dankin@inbox.ru, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», г. Нижний Новгород, Россия

Зиганшин Булат Гусманович – доктор технических наук, zigan66@mail.ru,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

Белова Марьяна Валентиновна – доктор технических наук, maryana_belova_803@mail.ru

DEVELOPMENT OF MULTIMODAL MICROWAVE INSTALLATION FOR HEAT TREATMENT OF ANIMAL ORIGIN RAW MATERIALS

Zhdankin G.V., Ziganshin B.G., Belova M.V.

Abstract. A multi-module microwave installation was made up. The article describes the operating principle of developed multi-module microwave installation for the heat treatment of raw materials of animal origin and the separation of the liquid fraction. It comprises a cylindrical shielded enclosure, inside which the working chambers, consisting of two components, are disposed. In the upper part there is a conical part of resonator with an inner notch, and in the bottom node there is a rotate disc float as a base of cavity with a conical plate with slots on the generator, made of dielectric material. The electric drive module is located under the lower base of the shield body. The process of feed micronization, boiling, sterilization and separation of the solid and liquid fractions occur in the working chamber. The separation of raw materials in the liquid and solid fractions is due to centrifugation. Designed installation ensures the continuity of the process of heat treatment and disinfection of multi-component materials; radio-containment; versatility for heat treatment of various raw materials of animal origin; evenness of distribution materials within the scope of the resonator; fitting performance variation; easy removal of nodes. The installation can produce an extended range of power generators.

Key words: a microwave generator, heat treatment, disinfection, non-food waste of animal origin, a multi-module plant, a centrifuge.

References

1. Ivashov V.I. *Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatiy myasnoy promyshlennosti. Chast 1. Oborudovanie dlya uboia i pervichnoy obrabotki.* [Technological equipment of meat industry enterprises. Part 1: Equipment for slaughtering and primary processing]. – M.: Kolos, 2001. – P. 552 (P. 332).
2. *Patent №2537548 RF, MPK A22S 9/00. Ustanovka dlya posola i termoobrabotki myasnogo syrja.* (Patent №2537548 of the Russian Federation, the IPC A22S 9/00. Installation for salting and heat treatment of raw meat. / D.V. Poruchikov, M.V. Belova, G.V. Novikova; the applicant and the patentee is Chuvash State Agricultural Academy (RU)). – № 2013107408, appl. 02/21/2013. Bull. №1 of 10/01/2015. – P. 11
3. Novikova G.V. Multiresonator installation for melting of fat. [Mnogorezonatornaya ustanovka dlya plavleniya zhira]. / A.G. Samodelkin, G.V. Novikova, M.V. Belova, I.G. Ershova, A.A. Belov // *Estestvennye i tekhnicheskie nauki. - Natural and technical sciences.* 2015, № 6. – P. 12...14. ISSN 1684-2626.
4. *Patent №2541694 RF, MPK S11V1/12. Ustanovka dlya termoobrabotki zhirosoderzhashego syrja.* (Patent №2541694 of the Russian Federation, the IPC S11V1/12. An installation for heat treatment of fat-containing raw materials. / I.G. Ershova, M.G. Sorokina, M.V. Belova, G.V. Novikova; the applicant and the patentee is Chuvash State Agricultural Academy (RU)). – № 2013145358; appl. 09/10/2013. Bull. №5 of 02.20.2015. – P. 6.
5. *Patent №2537552 RF, MPK A23J 3/12. Ustanovka dlya termoobrabotki krovi selskokhozyaystvennykh zhivotnykh.* (Patent №2537552 of the Russian Federation, the IPC A23J 3/12. Installation for the heat treatment of farm animals' blood. / M.V. Belova, N.T. Uezdnyy, B.G. Ziganshin, A.A. Belov, I.G. Ershova, G.V. Novikova; the applicant and the patentee is Chuvash State Agricultural Academy (RU)). – №2013137720; appl. 08/12/2013. Bull. №1 of 10/01/2015. – P.14.
6. *Patent №581224 RF, MPK. Tsentrobezhnaya ustanovka dlya termoobrabotki zhirosoderzhashego syrja v elektromagnitnom pole sverkhvysokoy chastoty.* (Patent №581224 RF, IPC. Centrifugal installation for heat treatment of fat-containing raw material in the electromagnetic field of ultrahigh frequency. / O.V. Mikhaylova, M.V. Belova, A.A. Belov, G.V. Novikova, I.G. Ershova; the applicant and the patentee is MADI (RU)). – №2014150840/20 (081,472); appl. 17/12/2014. Bull. № - P. 12.
7. *Patent №2600697 RF, MPK. Sverkhvysokochastotnaya ustanovka dlya plavleniya zhira.* (Patent №2600697 RF IPC. Microwave installation for melting of fat. / I.M. Selivanov, M.V. Belova, A.A. Belov, I.G. Ershova, G. V. Novikova, O.V. Mikhaylova; the applicant and the patentee is ANOVO "ATU" (RU)). – № 2015117451; appl. 04/28/2015. Bull. №30 of 10/03/2016. – P. 12.

Authors:

Zhdankin Georgiy Valerevich – Ph.D. of Economic sciences, dankin@inBox.ru

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Ziganshin Bulat Gusmanovich - Doctor of Technical sciences, zigan66@mail.ru,

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

Belova Maryana Valentinovna - Doctor of Technical sciences, maryana_belova_803@mail.ru; Cheboksary, Russia.