



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 664.38

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.02.011

ЛАБОРАТОРНАЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ВАКУУМНАЯ ВЫПАРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГУМИНОВОГО ГЕЛЯ

Александр Васильевич Фоминых ¹, Светлана Владимировна Фомина ²,
Дмитрий Петрович Ездин ³, Анна Анатольевна Ездина ⁴,
Надежда Александровна Ковшова ⁵

1, 2, 3, 4, 5 Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева, Курган, Россия

¹ prof_fav@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2656-2848>

² cvetlana19-63@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9610-7766>

³ ezdindp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9663-5585>

⁴ angel_4.1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9308-8704>

⁵ statistika429@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0207-0216>

Аннотация. Гуминовые препараты обладают широким спектром биологической активности, оказывая воздействие на обменные процессы в организме человека и животных. Выявлена антибактериальная, противовоспалительная, антиоксидантная, гепатопротекторная, противовирусная физиологическая активность применения гуминовых кислот в качестве биостимулирующих препаратов. Прослеживается универсальность воздействия гуминовых кислот и их производных на организм человека, обеспечивая положительную динамику симптомов заболеваний, включая опухолевые процессы. Для повышения концентрации гуминового геля обосновано применение вакуумной выпарной установки с эжектором и конденсатором пара. Совместно с сотрудниками НПЦ «Эврика» доказано, что при повышении концентрации гуминового геля методом выпаривания под вакуумом при температуре 60–70 °С лучше сохраняются полезные свойства гуминовых препаратов, чем при повышении концентрации в осадительных центрифугах. Создан опытный образец энергосберегающей вакуумной выпарной установки периодического действия, эжектора и системы удаления пара. При расчётах определены и экспериментально подтверждены рациональные конструкционные и технологические параметры установки, при которых достигается повышение качества гуминовых препаратов и увеличение производительности технологической линии их производства. Экономический эффект ожидается за счёт повышения качества гуминовых препаратов, увеличения производительности линии, уменьшения затрат ручного труда и стоимости оборудования, исключение эксплуатационных затрат дорогих медицинских центрифуг.

Ключевые слова: гуминовый гель, гуминовый препарат, суспензия, повышение концентрации, выпаривание, энергосберегающая вакуумная выпарная установка, эжектор, техническая характеристика, конструктивные параметры, затраты энергии.

Для цитирования: Лабораторная энергосберегающая вакуумная выпарная установка для повышения концентрации гуминового геля / А. В. Фоминых [и др.] // Ползуновский вестник. 2021. № 2. С. 82–87. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.02.011.

Original article

LABORATORY ENERGY SAVING VACUUM EVAPORATOR FOR INCREASING HUMIC GEL CONCENTRATIONS

Alexander V. Fominykh ¹, Svetlana V. Fomina ², Dmitry P. Ezdin ³,
Anna A. Ezdina ⁴, Nadezhda A. Kovshova ⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev, Kurgan, Russia

¹ prof_fav@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2656-2848>

² cvetlana19-63@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9610-7766>

³ ezdindp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9663-5585>

⁴ angel_4.1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9308-8704>

⁵ statistika429@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0207-0216>

Abstract. Humic preparations have a wide range of biological activity, affecting the metabolic processes in humans and animals. The antibacterial, anti-inflammatory, antioxidant, hepatoprotective, antiviral physiological activity of the use of humic acids as biostimulating drugs was revealed. The universality of the effect of humic acids and their derivatives on the human body is traced, providing a positive dynamics of the symptoms of diseases, including tumor processes. To increase the concentration of humic gel, the use of a vacuum evaporation plant with an ejector and a steam condenser is justified. Together with the employees of the Eureka Research Center, it was proved that when the concentration of humic gel is increased by evaporation under vacuum at a temperature of 60–70 °C, the useful properties of humic preparations are better preserved than when the concentration is increased in precipitation centrifuges. A prototype of an energy-saving vacuum batch evaporation plant, an ejector and a steam removal system has been created. During the calculations, rational design and technological parameters of the plant were determined and experimentally confirmed, in which an increase in the quality of humic preparations and an increase in the productivity of the technological line of their production are achieved. The economic effect is expected due to an increase in the quality of humic preparations, an increase in the productivity of the line, a reduction in the cost of manual labor and the cost of equipment, and the elimination of the operating costs of expensive medical centrifuges.

Keywords: humic gel, humic preparation, suspension, concentration increase, evaporation, energy-saving vacuum evaporation plant, ejector, technical characteristics, design parameters, energy consumption.

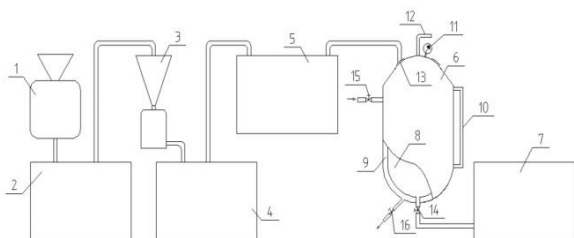
For citation: Fominykh, A. V., Fomina, S. V., Ezdin, D. P., Ezdina, A. A. & Kovshova, N. A. (2021). Laboratory energy saving vacuum evaporator for increasing humic gel concentrations. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 82-87. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.02.011.

Выявлена антибактериальная, противовоспалительная, антиоксидантная, гепатопротекторная, противовирусная физиологическая активность применения гуминовых кислот в качестве биостимулирующих препаратов [1]. Кроме того, биоактивные добавки (БАД) на основе гуминовых веществ являются биопротекторами, защищающими печень от видимых деструктивных изменений, вызванных действием повреждающих факторов и функциональных перегрузок [2]. Прослеживается универсальность воздействия гуминовых кислот и их производных на организм человека, обеспечивая положительную динамику симптомов заболеваний, включая опухолевые процессы [3]. Гумат натрия способствует профилактике серотониновых язв,

повышает устойчивость организма в условиях гипоксии [4]. Гуминовые вещества нетоксичны, не обладают тератогенными, эмбриотоксическими и канцерогенными свойствами [5]. Гуминовые препараты обладают широким спектром биологической активности, оказывая воздействие на обменные процессы в организме человека и животных [6–8].

ООО «НПЦ «Эврика» Государственного аграрного университета Северного Зауралья разработала и выпускает натуральный гуминовый препарат из торфа – РОСТОК [9]. Авторами совместно с сотрудниками ООО «НПЦ «Эврика» доказано, что при повышении концентрации гуминового геля методом выпаривания при температуре 60–70 °C получают препараты, обладающие лучшими

качествами, чем при повышении концентрации в осадительных центрифугах периодического и непрерывного действия. В центрифугах фактор разделения равен (6000–7000) g, что является причиной разрушения молекул гуминового геля и снижения качества препаратов. На основе обзора литературных источников [10] и проведения поисковых экспериментов нами разработана и запатентована линия повышения концентрации гуминового геля с вакуумной выпарной установкой (рисунок 1) [11].



1 – измельчитель; 2 – ёмкость с теплоизоляцией; 3 – центрифуга; 4 – промывочная ёмкость; 5 – ёмкость для созревания; 6 – вакуумная выпарная установка; 7 – ёмкость для приготовления гуминовых препаратов; 8 – нагревательная камера для гуминового геля; 9 – водяная рубашка; 10 – датчик уровня; 11 – вакуумметр; 12 – труба в систему создания вакуума и отвода пара; 13 – патрубок для загрузки исходной суспензии; 14 – патрубок слива концентрированного продукта; 15 – патрубок подвода горячей воды в рубашку; 16 – патрубок отвода охлажденной воды из рубашки

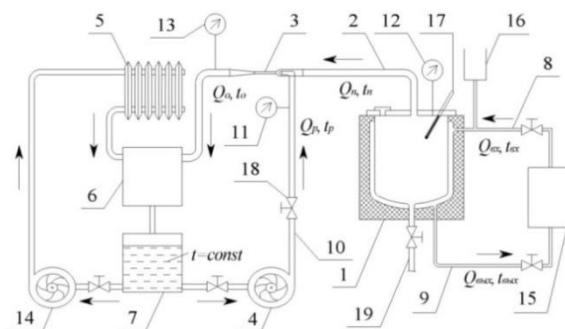
Рисунок 1 – Схема линии производства гуминовых препаратов с вакуумной выпарной установкой для повышения концентрации гуминового геля, патент № 132071

Figure 1 - Diagram of a line for the production of humic preparations from a vacuum evaporation plant for increasing the concentration of humic gel, patent No. 132071

Работа линии. На измельчитель 1 поступает торф в сухом виде, где он измельчается до размера частиц 1–2 мм. Измельчённое сырьё погружают в ёмкость 2 со щёлочью – раствором углекислого натрия для извлечения гуминовой кислоты. В течение 2 часов торф взаимодействует с раствором, после этого массу погружают в центрифугу 3, где суспензию очищают от сырьевого шлама. Очищенную суспензию помещают в промывочную ёмкость 4, где её промывают от содержания химических реагентов при помощи воды. После промывки гуминовую суспензию сливают в ёмкость 5, разбавляют водой, добавляют необходимые вещества и оставляют на 10 суток. Этот процесс представляет собой процесс созревания гуминового геля. Затем созревшую гуминовую гелевую массу погружают в нагревательную камеру 8 вакуумной выпарной установки 6 через патрубок 13, где при температуре 60–70 °С происходит испарение воды. Концентрированный гуминовый гель

помещается в ёмкость для приготовления препаратов 7, в которой он разбавляется дистиллированной водой до требуемой концентрации и тщательно перемешивается.

Запатентованная схема отличается от технологической схемы предприятия ООО «НПЦ «Эврика» тем, что для повышения концентрации геля вместо медицинских периодического действия осадительных центрифуг ОС-6МЦ используется вакуумная выпарная установка. В представленной на рисунке 1 схеме не решены вопросы источника энергии для выпаривания и нет системы создания и поддержания требуемого давления в нагревательной камере. Нами разработана и изготовлена лабораторная энергосберегающая вакуумная выпарная установка для повышения концентрации гуминового геля и других суспензий (рисунок 2).



1 – котёл с водяной рубашкой и теплоизоляцией; 2 – паропровод и конденсатор пара; 3 – эжектор; 4 – центробежный насос подачи рабочей воды в эжектор; 5 – охладитель (система отопления); 6 – газитель скорости струи; 7 – бак для воды; 8 – трубопровод из электрического котла в рубашку; 9 – трубопровод из рубашки в электрический котёл; 10 – трубопровод рабочей воды для эжектора; 11 – манометр перед эжектором; 12 – вакуумметр; 13 – манометр после эжектора; 14 – центробежный насос подачи воды в систему отопления; 15 – электрический котёл; 16 – расширительный бачок; 17 – термометр; 18 – вентиль; 19 – патрубок слива из котла концентрированного продукта

Рисунок 2 – Схема энергосберегающей вакуумной выпарной установки повышения концентрации гуминового геля

Figure 2 - Diagram of an energy-saving vacuum evaporation plant for increasing the concentration of humic gel

Работа установки. Через расширительный бачок 16 заливается вода в рубашку котла и электрический котёл 15 до уровня воды в расширительном бачке 50 мм. Котёл заполняется гуминовым гелем, герметично закрывается крышкой, в гнездо термометра наливается вода и устанавливается термометр 17.

Включается электрический котёл 15. Вода нагревается в электрическом котле, охлаждается в рубашке котла и за счёт разности

ЛАБОРАТОРНАЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ВАКУУМНАЯ ВЫПАРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГУМИНОВОГО ГЕЛЯ

плотностей горячей и холодной воды циркулирует между электрическим котлом и рубашкой по трубопроводам 8 и 9. Температура гуминового геля поднимается до 60 °С. Включается центробежный насос 4, вода из бака 7 подаётся в эжектор 3. Вакуумметрическое давление в котле поддерживается в диапазоне 70–80 кПа и контролируется вакуумметром 12, при этом температура кипения геля поддерживается в диапазоне 60–68 °С. Вентилем 18 регулируется давление рабочей воды перед эжектором 3 и, соответственно, регулируются давление и температура в котле. Давление рабочей воды перед эжектором контролируется манометром 11. Пар из котла удаляется по трубопроводу 2. Пар конденсируется в трубопроводе, корпусе эжектора и, если остаётся, в диффузоре эжектора [12–15].

Бак 7, насосы и эжектор расположены в другом помещении. Температура воды в баке 7 не должна превышать 35 °С и не должна быстро понижаться. Быстрое понижение температуры в баке 7 приводит к столь же быстрому понижению давления в котле 1, бурному кипению геля, выбросу геля в паропровод 2 и его потерям. Насосом 14 вода из бака 7 подаётся в систему отопления 5 и охлаждённая возвращается в бак 7.

Таблица 1 – Техническая характеристика лабораторной вакуумной выпарной установки

Table 1 - Technical characteristics of the laboratory vacuum evaporation plant

Показатели	Значения
Ёмкость котла, л	50
Продолжительность цикла не более часов	10
Производительность по испаренной влаге, кг/ч	6
Максимальный вакуум, кПа (кг/см ²)	96 (0,96)
Минимальная температура кипения продукта, °С	60
Мощность электрического котла, кВт	6
Ёмкость электрического котла и рубашки котла, л	20
Габаритные размеры:	
длина, мм	1500
ширина, мм	1000
высота, мм	1200
Мощность электродвигателя центробежного насоса, кВт	3
Масса установки, кг	130

С целью предотвращения попадания пузырьков воздуха в насосы 4 и 14 вода после эжектора и из системы отопления вода сливается через гаситель скорости 6 с малой скоростью в отдельную секцию бака. Из секции слива вода через перегородку переливается в секцию забора. Из бака 7 тёплая вода

периодически забирается на технические и бытовые нужды. Рассматриваемую установку можно назвать энергосберегающей.

Электрический котёл содержит три медных ТЭНа по 2 кВт. Каждый ТЭН подключён через автоматический выключатель. При достижении температуры воды в рубашке 85 °С ТЭНЫ автоматически отключаются. По мере понижения уровня геля в котле ТЭНЫ по одному отключаются. Выпаривание заканчивается при работе одного ТЭНа. При достижении требуемой концентрации геля электрический котёл выключается, через 2 минуты выключается насос подачи рабочей воды в эжектор, после чего давление в котле выравнивается с атмосферным давлением. Концентрированный гель сливается через патрубок 19 в ёмкость.

При повышении концентрации гуминового геля на предлагаемой установке в десять раз время одного цикла работы установки составляет 10 часов, из них один час на нагрев установки до рабочей температуры, что совпадает с результатами расчётов.

Разработана методика расчёта расхода энергии и количества полученного пара при повышении концентрации гуминового геля. При мощности нагревателя 6 кВт образуется 59,4 м³ пара в час или 0,0165 м³/с. Полученные результаты являются исходными данными для расчёта системы удаления пара [16–19]. Разработана методика расчёта затрат энергии и времени нагрева вакуумной выпарной установки до рабочей температуры. При нагреве установки с баком 50 литров от начальной температуры установки 10 °С до температуры котла и воды в рубашке 85 °С, а гуминового геля до 60 °С потребуется 21615 кДж.

ВЫВОДЫ

1. Совместно с сотрудниками НПЦ «Эврика» доказано, что при повышении концентрации гуминового геля методом выпаривания под вакуумом при температуре 60–65 °С лучше сохраняются полезные свойства гуминовых препаратов, чем при повышении концентрации в осадительных центрифугах.

2. Создан опытный образец энергосберегающей вакуумной выпарной установки периодического действия, эжектора и системы удаления пара. При расчётах определены и экспериментально подтверждены рациональные конструкционные и технологические параметры установки, при которых достигается повышение качества гуминовых препаратов и увеличение производительности технологической линии их производства. При нагреве установки с баком 50 литров от начальной температуры установки 10 °С до температуры котла и воды в рубашке 85 °С, а

гуминового геля до 60 °С потребуется 21615 кДж, время нагрева до рабочей температуры установки нагревателем 6,0 кВт составляет один час. При повышении концентрации геля в два раза необходимо испарить 25 кг воды и затратить 58,4 МДж. При повышении концентрации геля в десять раз необходимо испарить 45 кг воды и затратить 105,3 МДж, при этом время одного цикла составляет 10 часов.

3. При мощности нагревателя 6 кВт образуется 59,4 м³ пара в час или 0,0165 м³/с. Полученные результаты являются исходными данными для расчёта системы удаления пара. Для создания вакуума и удаления пара рационально использовать эжектор, в качестве рабочей жидкости – воду. Диаметр рабочего сопла эжектора 5 мм, входного сопла в камеру смещения 10 мм, давление рабочей жидкости 300–500 кПа. Расход рабочей жидкости 0,0005–0,0010 м³/с.

4. Во время отопительного сезона для установки целесообразно брать энергию из системы отопления, а после установки теплую воду использовать на отопление, технические и бытовые нужды. Экономический эффект ожидается за счёт повышения качества гуминовых препаратов, увеличения производительности линии, уменьшения затрат ручного труда и стоимости оборудования, исключение эксплуатационных затрат дорогих медицинских центрифуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологическая активность гуминовых веществ: перспективы и проблемы их применения в медицине (обзор) / И.А. Савченко [и др.] // МедиАль. 2019. № 1 (23). С. 54–60.
2. Китапова Р.Р., Зиганшин А.У. Биологическая активность гуминовых веществ, получаемых из торфа и сапропеля // Казанский мед. ж. 2015. №1. С. 84–89.
3. Светлова С.Ю., Дронова Е.В., Наумова Э.М. Региональные особенности гуминовых кислот как лекарственного сырья (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. № 4. С. 168–176.
4. Полуянова И.Е. Биологическая активность гуминовых веществ, получаемых из торфа, и возможности их использования в лечебной практике // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. 2017. № 4. С. 114–122.
5. Сухих А.С., Кузнецов П.В. Перспективы применения гуминовых и гуминоподобных кислот в медицине и фармации // МвК. 2009. № 1. С. 10–14.
6. Александрова С.С., Прокопьев Л.Н., Садвокасова А.А. Использование гумата натрия «Росток» в рационах телят // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 10. С. 83–85.
7. Александрова С.С. Гумат натрия "Росток" в рационах ремонтных телок // Аграрный вестник Урала. 2016. № 11 (153). С. 8–12.
8. Безуглова О.С., Зинченко В.Е. Применение гуминовых препаратов в животноводстве (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 89–93.

9. Грехова И.В. Особенности производства и применения гуминовых препаратов // Современные научно-практические решения в АПК : матер. Всерос. науч.-практ. конф. Тюмень, 2017. С. 600–604.

10. Фоминых А.В., Овчинников Д.Н. Сравнительная оценка способов получения гуминового концентрата // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2015. № 7. С. 18–20.

11. Линия производства гуминосодержащего препарата : Патент 132071 Российская Федерация, МПК С 05 F 11/00. / Фоминых А.В., Овчинников Д.Н., Ездин Д.П. ; Патентообладатель Фоминых А.В. № 2012148655/13; заявл.15.11.2012; опубл.10.09.2013, Бюл. № 25. 9 с. : ил.

12. Овчинников Д.Н., Фомина С.В., Стрекаловских Н.С. Выбор насоса для создания вакуума в выпарной установке // Приоритетные направления развития энергетики в АПК : матер. Всерос. науч.-практ. конф. Курган, 2017. С. 464–468.

13. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. 3-е издание, переработанное. М. : Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.

14. Спиридонов Е.К. Конструкции жидкостно-газовых струйных насосов. Состояние и перспективы // Вестник ЮУрГУ. 2005. № 1. С. 94–104.

15. Исмагилов А.Р., Спиридонов Е.К. Рабочий процесс и характеристики жидкостногазовых струйных насосов с эжектируемой парогазовой средой // ПромИнжиниринг : матер. международной науч.-техн. конф. Челябинск, 2016. С. 32–35.

16. Фоминых А.В., Овчинников Д.Н. Линия по производству гуминосодержащего препарата // Главный зоотехник. 2016. № 12. С. 39–43.

17. Фомина С.В., Стрекаловских Н.С. Повышение концентрации жидких кормовых добавок при низких температурах кипения // Техническое обеспечение технологий производства сельскохозяйственной продукции : матер. Всерос. науч.-практ. конф. Курган, 2017. С. 131–135.

18. Фоминых А.В., Фомина С.В., Стрекаловских Н.С. Установка повышения концентрации жидких кормовых добавок // Вестник Курганской ГСХА. 2017. № 3 (23). С. 75–77.

19. Ездина А.А., Пономарева О.А., Фоминых А.В. Моделирование регулирующего устройства с закручиванием потока // Ползуновский вестник. 2018. № 1. С. 106–110.

Информация об авторах

А. В. Фоминых – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технические системы и сервис в агробизнесе, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева.

С. В. Фомина – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технические системы и сервис в агробизнесе, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева.

Д. П. Ездин – соискатель кафедры технические системы и сервис в агробизнесе, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева.

А. А. Ездина – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры электрифици-

ЛАБОРАТОРНАЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ВАКУУМНАЯ ВЫПАРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГУМИНОВОГО ГЕЛЯ

кации и автоматизации сельского хозяйства, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева.

Н. А. Ковшова – старший преподаватель кафедры экономической безопасности, анализа и статистики, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева.

REFERENCES

1. Savchenko, I.A., Korneeva, I.N., Luksha, E.A. & Pasechnik, K.K. (2019). Biological activity of humic substances: prospects and problems of their application in medicine (review). *Me-Dial*, 1 (23), 54-60. (In Russ.).
2. Kitapova, R.R. & Ziganshin, A.U. (2015). Biological activity of humic substances obtained from peat and sapel. *Kazan med. zh*, (1), 84-89. (In Russ.).
3. Svetlova, S.Yu., Dronova, E.V. & Naumova, E.M. (2019). Regional peculiarities of humic acids as medicinal raw materials (literature review). *Bulletin of new medical Technologies. Electronic edition*, (4), 168-176. (In Russ.).
4. Poluyanova, I.E. (2017). Biological activity of humic substances obtained from peat, and the possibility of their use in medical practice. *International reviews: clinical practice and health*, (4), 114-122. (In Russ.).
5. Dry, A.S. & Kuznetsov, P.V. (2009). Prospects of using GUMINOVICH and hominophobia acids in medicine and pharmacy. *MVK*, (1.), 10-14. (In Russ.).
6. Alexandrov, S.S., Prokop, L.N. & Sadvokasova, A.A. (2015). The Use of sodium HUMATE Rostok in the diets of calves. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 29 (10), 83-85. (In Russ.).
7. Alexandrova, S.S. (2016). Sodium humate "Rostok" in the rations of repair heifers. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 11 (153), 8-12. (In Russ.).
8. Bezuglova, O.S. & Zinchenko, V.E. (2016). Application of humic preparations in animal husbandry (review). *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 30 (2), 89-93. (In Russ.).
9. Grekhova, I.V. (2017). Features of production and application of humic preparations. *Modern scientific and practical solutions in the agro-industrial complex: mater. Vseross. nauch.-prakt. konf. Tyumen*, 600-604. (In Russ.).
10. Fominykh, A.V. & Ovchinnikov, D.N. (2015). Comparative assessment of methods for obtaining humic concentrate. *Feeding of agricultural livestock and feed production*, (7), 18-20. (In Russ.).
11. Fominykh, A.V., Ovchinnikov, D.N. & Ezdin, D.P. (2013). Production line of a humin-containing preparation. *Pat. 132071 Russian Federation*, publ. 10.09.2013, Byul. (25),9. (In Russ.).
12. Ovchinnikov, D.N., Fomina, S.V. & Strekalovskikh, N.S. (2017). The choice of a pump for creating a vacuum in a vaporizing plant. Priority directions of energy de-

velopment in the agroindustrial complex: mater. All-Russian scientific and practical conference. Kurgan, pp. 464-468.

13. Sokolov, E.Ya. & Singer, N.M. (1989). Jet apparatuses. - 3rd edition, revised. Moscow : Energoatomizdat. (In Russ.).

14. Spiridonov, E.K. (2005). Designs of liquid-gas jet pumps. State and prospects. *Bulletin of SUSU*, (1), 94-104. (In Russ.).

15. Ismagilov, A.R. & Spiridonov, E.K. (2016). Working process and characteristics of liquid-gas jet pumps with ejected steam-gas medium. *Prom-Engineering: mater. international science and technology conf. Chelyabinsk*, pp. 32-35. (In Russ.).

16. Fominykh, A.V., Ovchinnikov, D.N. (2016). Line for the production of a humic-containing. *Glavnyzootekhnik*, (12), 39-43. (In Russ.).

17. Fomina, S.V. & Strekalovskikh, N.S. (2017). Increase in the concentration of liquid feed additives at low boiling temperatures. *Technical support of agricultural production technologies: mater. All-Russian scientific and practical Conference-Kurgan*, pp. 131-135. (In Russ.).

18. Fominykh, A.V., Fomin, S.V. & Strekalovsky, N.S. (2017). Boosting concentrate the liquid feed supplements. *Bulletin of the Kurgan state agricultural Academy*, 3 (23), 75-77. (In Russ.).

19. Ezdina, A.A., Ponomarev, O.A. & Fominykh, A.V. (2018). Modeling control devices with twisting thread. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 106-110. (In Russ.).

Information about the authors

A. V. Fomin – doctor of technical Sciences, Professor, Professor of the Department of technical systems and services in the agribusiness, Kurgan state agricultural Academy named after T.S. Maltsev.

S. V. Fomin – candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of technical systems and services in the agribusiness, Kurgan state agricultural Academy named after T.S. Maltsev.

D. P. Ezdin – applicant of the Department of technical systems and services in the agribusiness, Kurgan state agricultural Academy named after T.S. Maltsev.

A. A. Ezdina – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Electrification and Automation of Agriculture, Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev.

N. A. Kovshova – Senior Lecturer of the Department of Economic Security, Analysis and Statistics, Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 05.04.2021; одобрена после рецензирования 22.05.2021; принята к публикации 01.06.2021.

The article was submitted to the editorial board on 05 Apr 21; approved after review on 22 May 21; accepted for publication on 01 June 21.