

УДК 631.816.352

**О.А.Тетерина**, аспирант, Рязанский ГАТУ (Рязань, Россия) (e-mail: olia.teterina@mail.ru)

**М.Ю. Костенко**, д-р техн. наук, доцент, Рязанский ГАТУ (Рязань, Россия)  
(e-mail: kostenko.mihail2016@yandex.ru)

**Г.К.Рембалович**, д-р техн. наук, доцент, Рязанский ГАТУ (Рязань, Россия)  
(e-mail: rgk.rgatu@yandex.ru)

**А.В.Шемякин**, д-р техн. наук, доцент, Рязанский ГАТУ (Рязань, Россия)  
(e-mail: shem.alex62@yandex.ru)

**В.В.Терентьев**, канд. техн. наук, доцент, Рязанский ГАТУ (Рязань, Россия)  
(e-mail: vvt62ryazan@yandex.ru)

**В.С. Тетерин**, канд. техн. наук, доцент, Рязанский ГАТУ (Рязань, Россия) (e-mail: labio-giant@mail.ru)

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЭРОЗОЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЕННОГО ЗЕРНА ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

*Для предпосевной обработки семенного зерна часто применяют протравливатели, однако для улучшения эффекта обработки предложено использовать аэрозольную установку. Данная установка осуществляет аэрозольно-тепловую обработку семян зерновых культур перед посевом с возможностью длительного хранения зерна после обработки. Установка для аэрозольной обработки семенного зерна защитно-стимулирующими веществами представляет собой вертикальную смесительную камеру с наклонными полками, расположенными в ней под определенным углом. В смесительную камеру генератором горячего тумана марки BF -150 подается аэрозоль защитно-стимулирующих веществ. Установка для аэрозольной обработки семенного зерна защитно-стимулирующими веществами устанавливается под норией или бункером. Перед выгрузкой семян заранее включают генератор горячего тумана, в результате движения двух потоков зерна вниз по наклонным полкам, а аэрозоля температурой 50-60 °С вверх происходит обработка. Установлено, что эффективность обработки также зависит от скорости движения по полке, которая определяется углом наклона полки и начальным положением зерна на полке в момент начала движения.*

*Экспериментальные исследования показали, что наиболее значимым фактором является угол наклона полки, значимость второго фактора, начального положения зерна на полке, имеет существенно меньшее значение. Расстояние между полками стоит выбирать исходя из соображений ограничения скорости соударения при пересыпании зерна с полки на полку, а так же обеспечения наименьшего сопротивления перемещению восходящего потока аэрозоля. Эффективность предпосевной аэрозольной обработки семян защитно-стимулирующими веществами зависит от скорости встречных потоков. Совместное тепловое и химическое воздействие способствует активизации физиологических процессов в семенах и появлению дружных всходов.*

**Ключевые слова:** предпосевная обработка семян, защитно-стимулирующие вещества, установка для аэрозольной обработки, нагрев семян, поток горячего аэрозоля, аэрозольная обработка.

**DOI:** 10.21869/2223-1560-2017-21-2-83-90

**Ссылка для цитирования:** Эффективность аэрозольной обработки семенного зерна защитно-стимулирующими веществами / О.А.Тетерина, М.Ю. Костенко, Г.К.Рембалович, А.В.Шемякин, В.В.Терентьев, В.С. Тетерин // Известия Юго-Западного государственного университета. 2017. Т. 21, № 2(71). С. 83-90.

\*\*\*

Предпосевная обработка семян включает систему приемов, улучшающих посевные свойства семян, для появления равномерных всходов и повышения продуктивности растений. Предпосевная об-

работка предполагает калибровку (удаление щуплых и мелких семян), замачивание в растворах защитно-стимулирующих веществ, термическую обработку и другие процедуры [1,6].

Для обработки семенного зерна часто применяют протравливатели, для улучшения эффекта обработки предложено использовать аэрозольную установку. Данная установка осуществляет аэрозольно-тепловую обработку семян зерновых культур перед посевом с возможностью длительного хранения зерна после обработки [2,3,4,5]. Установка для аэрозольной обработки семян защитно-стимулирующими веществами обеспечивает низкий расход рабочего раствора, нагрев семян и способствует испарению излишней влаги [5, 7,13,14].

Установка для аэрозольной обработки семенного зерна защитно-стимулирующими веществами представляет собой

вертикальную смесительную камеру с наклонными полками, расположенными в ней под определенным углом. В смесительную камеру генератором горячего тумана 4 марки BF -150 подается аэрозоль защитно-стимулирующих веществ. Генератор горячего тумана 4 имеет камеру сгорания с форсункой и свечой зажигания. При сгорании топлива объем газовой смеси увеличивается и образует поток в жаровой трубе 3, где за счет эжектирования рабочего раствора образуется аэрозоль [9,10].

Общий вид установки для аэрозольной обработки семенного зерна защитно-стимулирующими веществами представлен на рисунке 1.

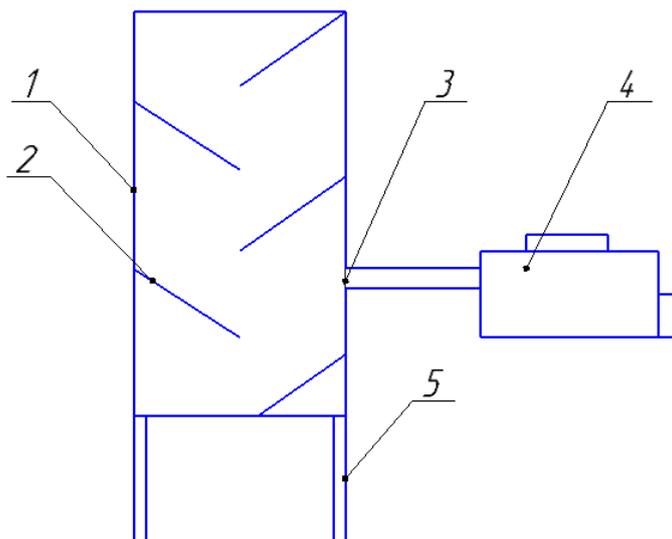


Рис. 1. Схема установки для аэрозольной обработки семенного зерна защитно-стимулирующими веществами: 1 – смесительная камера; 2 – наклонные полки; 3 – жаровая труба генератора горячего тумана; 4 – генератор горячего тумана BF -150; 5 – основание

Установка для аэрозольной обработки семенного зерна защитно-стимулирующими веществами устанавливается под норией или бункером. Перед выгрузкой семян заранее включают генератор горячего тумана, в результате движения двух потоков зерна вниз по наклонным полкам, а аэрозоля температурой 50-60 °С вверх происходит обработка. Из-за раз-

ницы температур семян и аэрозоля происходит фазовый его переход в жидкость на поверхности зерен, что способствует созданию устойчивой плёнки защитно-стимулирующих веществ на поверхности зёрен [3,8,15]. Восходящий поток горячего аэрозоля будет засасывать окружающий воздух в смесительную камеру, и охлаждать семена с удалением излишней

влаги с поверхности зерен. Эффективность обработки возрастает благодаря многократному контакту аэрозоля с семенами, при пересыпании семян с полки на полку в восходящем потоке [5,14].

Установлено, что эффективность обработки также зависит от скорости движения по полке, которая определяется

углом наклона полки и начальным положением зерна на полке в момент начала движения.

Для исследования процесса движения зерна по полке была разработана лабораторная установка, представленная на рис 2.



Рис. 2. Общий вид лабораторной установки для исследования процесса движения зерна

Установка представляет собой штатив, на котором закреплена наклонная пластина из металла, используемого при изготовлении полок (сталь – 0.8кп). Для установления параметров движения на заднем плане была установлена измерительная диаграмма. Движение зерна снимали с помощью камеры NikonD5200.

Процесс движения зерна снимали в режиме наивысшего качества с последующей расшифровкой полученных изображений с помощью программы для профессиональной обработки видео «VegasPro 13.0». Калибровка камеры производилась с помощью устройства, имеющего движущийся с постоянной скоростью 1м/с, 1,5м/с и 2 м/с объект. Достоверность полученных данных оценивалась с помо-

щью критерия Фишера. Угол наклона металлической пластины устанавливается с помощью угломера марки «УМ».

Для исключения влияния случайных факторов на процесс движения зерна, зерно насыпали на наклонную металлическую пластину и удерживали с помощью другой пластины на нужном уровне (начальное положение). Затем пластину резко убрали и снимали движение зерен. Благодаря резкому поднятию пластины вверх, начальная скорость зерна в эксперименте отсутствовала.

В качестве материала для исследования использовалось зерно пшеницы сорта «Гелиос», влажностью 14%. Предварительные испытания материала наклонных полок показали, что наиболее предпочти-

тельными являются полки из стали марки 0,8кп, которые имеют стабильные показатели, не истираются, не набухают, устойчивы к коррозии.

В результате исследований получены экспериментальные данные, на основании которых построена эмпирическая зависимость

$$V_3 = -1,9101 + 0,1578 * x + 0,9404 * y - 0,0016 * x^2 - 0,1475 * x * y + 1,2052 * y^2,$$

где  $V_3$  – скорость зерна, м/с;

$x$  – угол наклона полки, град.;

$y$  – начальное положение зерна, м.

Адекватность данной математической модели опытным данным выражалась коэффициентом детерминации, который составил 0,888.

На основании эмпирической зависимости построили график, приведенный на рис. 3.

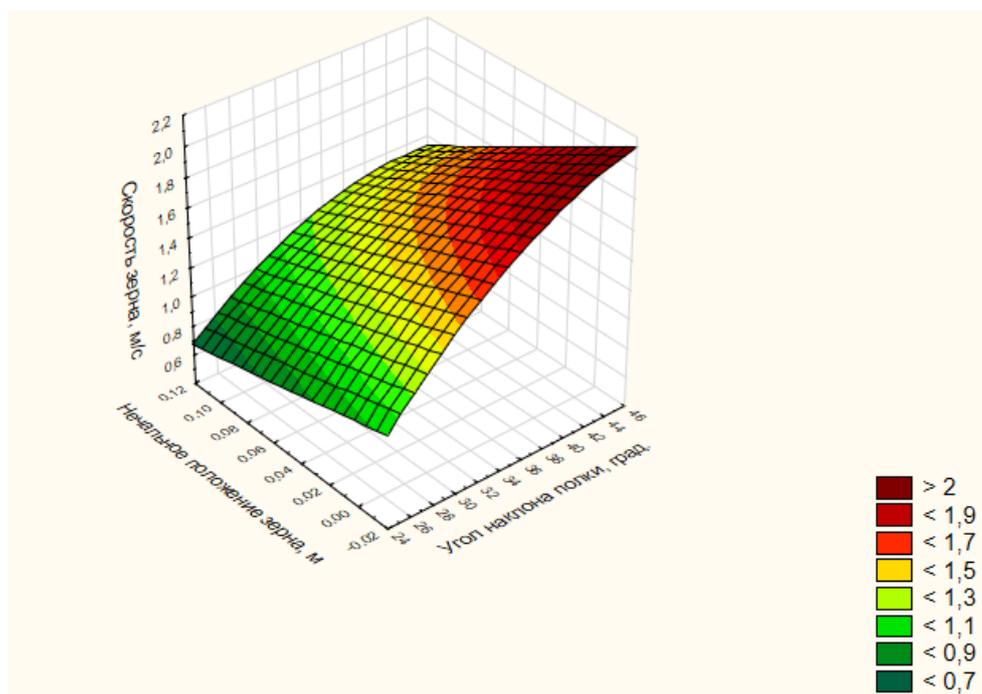


Рис. 3. Зависимости скорости зерна от угла наклона полки и начального положения зерна

Анализ зависимости зерна показал, что наиболее значимым фактором является угол наклона полки, значимость второго фактора, начального положения зерна на полке, имеет существенно меньшее значение. При изменении угла наклона от 25 до 40 град. скорость меняется в диапазоне от 0,8 до 1,8 м/с.

Сходимость опытных данных с теоретическими исследованиями составила 5%. Анализ опытных данных позволил установить, что влияние начального положения зерна на полке оказывает существенно меньшее значение на скорость

движения зерна, чем угол наклона полки, поэтому для регулировки рациональной скорости движения зерна в смесительной камере следует предусмотреть регулировку угла наклона полок. Расстояние между полками стоит выбирать исходя из соображений ограничения скорости соударения при пересыпании зерна с полки на полку, а так же обеспечения наименьшего сопротивления перемещению восходящего потока аэрозоля.

Эффективность предпосевной аэрозольной обработки семян защитно-стимулирующими веществами возрастает за счет совместного теплового и химическо-

го воздействия. Это способствует активизации физиологических процессов в семенах и появлению дружных всходов. Охлаждение семян в потоке окружающего воздуха обеспечивает испарение излишней влаги и образование устойчивой пленки защитно-стимулирующих веществ, а также исключает перегрев семян.

#### Список литературы

1. Тетерин В.С., Тетерина О.А., Костенко М.Ю. Аэрозольная обработка семенного зерна стимуляторами на основе гуматов // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: материалы 67-ой Международной научно-практической конференции. Рязань: РГАТУ, 2016. С. 88-91.
2. Исследование влияния гуматов на микробиологическую среду рулонов прессованного сена / Н.В. Бышов, М.Ю. Костенко, В.С.Тетерин, Г.К. Рембалович, О.А. Тетерина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. №4. С. 52-55.
3. Влияния режимов работы генератора горячего тумана на микробиологические показатели / И.Н. Горячкина, В.С. Мельников, В.С. Тетерин, Ф.М. Муродов // Вестник совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. №1. С. 143-147.
4. Горячкина И.Н., Костенко М.Ю., Мельников В.С. Обеспечение сохранности продукции на основе гуматов // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2015. С.99 – 106.
5. Исследование влияния параметров и режимов работы генератора горячего тумана на эффективность дезинфекции фургонов / В.С. Мельников, И.Н. Горячкина, М.Ю. Костенко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2015. №03(107). С. 419 – 432. IDA [article ID]: 1071503029. URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/29.pdf>
6. Кильмакеев, Т.Д. Предпосевная обработка семян [Электронный ресурс]. URL: [https://www.sadzaboty.ru/publ/ukhod\\_za\\_sadom/razmnozhenie\\_rastenij/prepovevnaja\\_obrabotka\\_semjan](https://www.sadzaboty.ru/publ/ukhod_za_sadom/razmnozhenie_rastenij/prepovevnaja_obrabotka_semjan)
7. Методика исследования обеззараживающих свойств различных материалов для дезинфекции автомобильных фургонов / М.Ю. Костенко, В.С. Мельников, К.А. Ананьин, А.П. Бельский // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК: сборник РГАТУ по материалам научно-практической конференции. Рязань: РГАТУ, 2011. С. 38-43.
8. Исследование сохранности прессованного сена при внесении гуматов в качестве консервирующей добавки / М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович, Н.А. Костенко, В.С. Тетерин, О.А. Тетерина // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. М.: ВНИМСХ, 2015. С. 242-244.
9. Пат. РФ № 2554770 Способ обработки рабочих поверхностей дезинфицирующим раствором с помощью водяного пара и установка для его осуществления / Горячкина И.Н., Костенко М.Ю., Мельников В.С., Тетерин В.С. Оpubл. 27.06.2015. Бюл. №18.
10. Пат. РФ № 147211 Устройство для внесения консервирующих препаратов в растительную массу / Костенко М.Ю., Го-

рячкина И.Н., Тетерин В.С., Мельников В.С. Оpubл.27.10.2014. Бюл. №30.

11. Пат. РФ № 2346875 Бункерное устройство / Гайдуков К.В., Латышёнков М.Б., Терентьев В.В., Шемякин А.В. Оpubл. 20.02.2009.

12. Пат. на пол. модель РФ № 70650 Бункерное устройство / К.В. Гайдуков, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин. Оpubл. 10.02.2008; Бюл.3.

13. Теоретические исследования теплового потока в диспергирующем устройстве / В.С. Мельников, И.Н. Горячкина, М.Ю. Костенко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). – С. 222 – 236. IDA [article ID]: 1041410014. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/14.pdf>

14. Тепловой баланс генератора горячего тумана с устройством для диспергирования / В.С. Мельников, И.Н. Горячкина, М.Ю. Костенко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2014. №08(102). С. 864 – 876. IDA [article ID]: 1021408054. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/54.pdf>

15. Тетерин В.С. Экологически чистая технология обеспечения сохранности сельскохозяйственной продукции // Инновационные методы решения научных и технологических задач Рязанской области: тезисы докладов 3-й региональной конференции молодых ученых. Рязань: РГРТУ, 2015. С. 114-116.

*Поступила в редакцию 16.03.17*

UDC 631.816.352

**O.A.Teterina**, Postgraduate, Ryazan GATA (Ryazan, Russia) (e-mail: [olia.teterina@mail.ru](mailto:olia.teterina@mail.ru))

**M.Yu. Kostenko**, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Ryazan GATA (Ryazan, Russia) (e-mail: [kostenko.mihail2016@yandex.ru](mailto:kostenko.mihail2016@yandex.ru))

**G.K.Rymbalovich**, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Ryazan GATA (Ryazan, Russia) (e-mail: [rgk.rgatu@yandex.ru](mailto:rgk.rgatu@yandex.ru))

**A.V.Shemyakin**, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Ryazan GATA (Ryazan, Russia) (e-mail: [shem.alex62@yandex.ru](mailto:shem.alex62@yandex.ru))

**V.V.Terentyev**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Ryazan GATA (Ryazan, Russia) (e-mail: [vvt62ryazan@yandex.ru](mailto:vvt62ryazan@yandex.ru))

**V.S. Teterin**, Candidate of Engineering Sciences, Ryazan GATA (Ryazan, Russia) (e-mail: [labio-giant@mail.ru](mailto:labio-giant@mail.ru))

## EFFICIENCY OF PROTECTING-PROMOTIVE AEROSOL SPRAYING TREATMENT OF SEED GRAINS

*For presowing seed treatment seed mixers are often applied, however, to improve treatment efficiency aerosol units are proposed. The units provide an aerosol-heat treatment of seeds before sowing enabling long-term storage of seeds after the treatment. The aerosol treatment unit with protecting-promoting agents is a vertical mixing chamber with inclined shelves arranged at a certain angle. Protecting-promoting aerosol is supplied into the mixing chamber by thermal fogger BF -150. The aerosol treatment unit with protecting and promoting agents is installed under an elevator or hopper. Before seed unloading, thermal fogger is started, as a result of the movement of two streams of grain down the inclined shelves, and the upward movement of aerosol at temperature of 50-60°C, seeds are treated. It was*

found out that the efficiency of the treatment also depends on the speed of movement along the shelf, which is determined by the inclination of shelves and the initial position of grains on the shelf at the beginning of the movement.

The experimental research shows that the most significant factor is the angle of inclination of the shelf, the significance of the second factor, the initial grain position on the shelf, is less important. The distance between the shelves should be chosen considering the limits of the impact rate while the pouring grains from the shelf onto the shelf, as well as taking into account the least resistance to movement of the aerosol upward flow. The efficiency of presowing seed treatment with protecting promoting agents depends on the speed of countercurrent flows. Combined heat and chemical effects promote the intensification of physiological processes in seeds and even sprouts.

**Key words:** presowing seed treatment, protecting-promoting agents, aerosol spraying unit, seed heating, hot aerosol flow, aerosol spraying.

**DOI:** 10.21869/2223-1560-2017-21-2-83-90

**For citation:** Teterina O.A., Kostenko M.Yu., Rymbalovich G.K., Shemyakin A.V., Terentyev V.V., Teterin V.S. Efficiency of Protecting-Promotive Aerosol Spraying Treatment of Seed Grains, Proceeding of Southwest State University, 2017, vol. 21, no. 2(71), pp. 83-90 (in Russ.).

\*\*\*

## Reference

1. Teterin V.S., Teterina O.A., Kostenko M.Ju. Ajerozol'naja obrabotka semennogo zerna stimuljatorami na osnove gumatov // Innovacionnye podhody k razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa regiona: materialy 67-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Rjazan': RGATU, 2016. S. 88-91.

2. Issledovanie vlijanija gumatov na mikrobiologičeskiju sredu rulonov pressovannogo sena / N.V. Byshov, M.Ju. Kostenko, V.S.Teterin, G.K. Rembalovich, O.A. Teterina // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologičeskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2015. №4. S. 52-55.

3. Vlijanija rezhimov raboty generatora gorjachego tumana na mikrobiologičeskie pokazateli / I.N. Gorjachkina, V.S. Mel'nikov, V.S. Teterin, F.M. Murodov // Vestnik soveta molodyh učenyh Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologičeskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2015. №1. S. 143-147.

4. Gorjachkina I.N., Kostenko M.Ju., Mel'nikov V.S. Obespečenie sohrannosti produkcii na osnove gumatov // Problemy mehanizacii agrohimičeskogo obslužhiva-

nija sel'skogo hozjajstva: sbornik nauchnyh trudov po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Rjazan': FGBNU VNIMS, 2015. S.99 – 106.

5. Issledovanie vlijanija parametrov i rezhimov raboty generatora gorjachego tumana na jeffektivnost' dezinfekcii furgonov / V.S. Mel'nikov, I.N. Gorjachkina, M.Ju. Kostenko [i dr.] // Polite-matičeskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. Krasnodar: KubGAU, 2015. №03(107). S. 419 – 432. IDA [article ID]: 1071503029. URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/29.pdf>

6. Kil'makeev, T.D. Predposevnaja obrabotka semjan [Jelektronnyj resurs]. URL: [https://www.sadzaboty.ru/publ/ukhod\\_za\\_sadom/razmnozhenie\\_rastenij/predposevnaja\\_obrabotka\\_semjan](https://www.sadzaboty.ru/publ/ukhod_za_sadom/razmnozhenie_rastenij/predposevnaja_obrabotka_semjan)

7. Metodika issledovanija obezzarazhivajushih svojstv različnyh materialov dlja dezinfekcii avtomobil'nyh furgonov / M.Ju. Kostenko, V.S. Mel'nikov, K.A. Anan'in, A.P. Bel'skij // Innovacionnye napravlenija i metody realizacii nauchnyh issledovanij v APK: sbornik RGATU po materialam nauchno-prakticheskoj konferencii. Rjazan': RGATU, 2011. S. 38-43.

8. Issledovanie sohrannosti pressovanogo sena pri vnesenii gumatov v kachestve konservirujushhej dobavki / M.Ju. Kostenko, G.K. Rembalovich, N.A.Kostenko, V.S. Teterin, O.A. Teterina // *Intellektual'nye mashinnye tehnologii i tehnika dlja realizacii Gosudarstvennoj programmy razvitiya sel'skogo hozjajstva: sbornik nauchnyh dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii*. M.: VNIMSH, 2015. S. 242-244.

9. Pat. RF № 2554770 Sposob obrabotki rabochnih poverhnostej dezinficirujushhim rastvorom s pomoshh'ju vodjanogo para i ustanovka dlja ego osushhestvlenija / Gorjachkina I.N., Kostenko M.Ju., Mel'nikov V.S., Teterin V.S. Opubl. 27.06.2015. Bjul. №18.

10. Pat. RF № 147211 Ustrojstvo dlja vnesenija konservirujushhih preparatov v rastitel'nuju massu / Kostenko M.Ju., Gorjachkina I.N., Teterin V.S., Mel'nikov V.S. Opubl.27.10.2014. Bjul. №30.

11. Pat. RF № 2346875 Bunkernoe ustrojstvo / Gajdukov K.V., Latyshjonok M.B., Terent'ev V.V., Shemjakin A.V. Opubl. 20.02.2009.

12. Pat. na pol. model' RF № 70650 Bunkernoe ustrojstvo / K.V. Gajdukov, M.B. Latyshenok, V.V. Terent'ev, A.V. Shemjakin. Opubl. 10.02.2008; Bjul.3

13. Teoreticheskie issledovanija teplovogo potoka v dispergirujushhem ustrojstve / V.S. Mel'nikov, I.N. Gorjachkina, M.Ju. Kostenko [i dr.] // *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]*. Krasnodar: KubGAU, 2014. №10(104). S. 222 – 236. IDA [article ID]: 1041410014. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/14.pdf>

14. Teplovoj balans generatora gorjachego tumana s ustrojstvom dlja dispergirirovanija / V.S. Mel'nikov, I.N. Gorjachkina, M.Ju. Kostenko [i dr.] // *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]*. Krasnodar: KubGAU, 2014. №08(102). S. 864 – 876. IDA [article ID]: 1021408054. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/54.pdf>

15. Teterin V.S. Jekologicheski chistaja tehnologija obespechenija sohrannosti sel'skohozjajstvennoj produkcii // *Innovacionnye metody reshenija nauchnyh i tehnologicheskikh zadach Rjazanskoj oblasti: tezisy dokladov 3-j regional'noj konferencii molodyh uchenyh*. Rjazan': RGRTU, 2015. S. 114-116.