

УДК 631.53.027.325

*Д. А. Корепанов, В. Ю. Романов, Е. А. Васенев, С. И. Нигматуллин***УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН ДЛИННОВОЛНОВЫМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ**

Описана структура функционирования установки ультрафиолетового излучения с длиной волны 315–3400 нм, предназначенной для предпосевной подготовки семян. Рассмотрены её преимущества перед аналогичными устройствами. Дана оценка практического использования устройства.

Ключевые слова: ультрафиолетовое облучение; посевные качества семян; энергия прорастания; всхожесть.

Введение. В современных условиях с целью улучшения посевных качеств семян и энергии прорастания, кроме традиционных агрономических, используют различные физические методы выведения их биологической системы из состояния покоя, в том числе и ультрафиолетовое (УФ) облучение [1]. Воздействие УФ-излучения (УФИ) с длиной волны 315–380 нм на семена основано на способности стимулировать фотохимические процессы в облучаемом биологическом объекте, активируя фенольный метаболизм в клетках, не вызывая мутационных изменений [2]. Известно, что УФ - свет инициирует образование активных форм кислорода (АФК), усиливая, таким образом, процесс пероксидного окисления липидов (ПОЛ) мембран [3].

Положительное влияние данного способа воздействия на растения и семена перед посевом известно давно [4] и в настоящее время с появлением новых технологий имеет большую практическую перспективу. При этом стимулирующее действие ультрафиолетового облучения на всхожесть проявляется только у семян пониженного класса качества, дающих в основном проростки с морфологическими

дефектами [5]. Под влиянием оптимальных доз происходит выравнивание популяции, что, по мнению С. В. Рыбкиной, приводит к увеличению количества стимулированных сеянцев [6]. Таким образом, предпосевная обработка семян УФ-излучением, улучшая энергию прорастания, способствует переводу семян из третьего класса качества во второй [7]. Недостатком известных устройств является использование в качестве источника ультрафиолетового излучения энергоёмких ртутных газоразрядных ламп, имеющих широкий спектр ультрафиолетового излучения. Поэтому для создания необходимой для стимуляции ростовых процессов семян длины волны 300 – 400 нм приходится использовать светофильтр, например УФС-3, снижающий мощность светового потока [8]. Кроме того, лампы сильно нагреваются, имеют громоздкий дроссельный механизм запуска горения [9], невысокую среднюю продолжительность горения (2700 часов у ДРТ–400 и 5000 часов у ЛЭ-30), низкочастотную пульсацию света и способствуют появлению в помещении озона, что создаёт угрозу здоровью обслуживающего персонала.

© Корепанов Д. А., Романов В. Ю., Васенев Е. А., Нигматуллин С. И., 2014.

Ссылка на статью: Корепанов Д. А., Романов В. Ю., Васенев Е. А., Нигматуллин С. И. Установка для повышения посевных качеств семян длинноволновым ультрафиолетовым облучением // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2014. – № 1(21). – С. 62-68.

Цель работы – улучшение технических и экологических характеристик источника ультрафиолетового излучения в устройствах для предпосевной обработки семян, в том числе и лесных культур.

Решение задачи. В установке (рис. 1), разработанной в Поволжском государственном технологическом университете, в качестве источника ультрафиолетового излучения используется ультрафиолетовая энергосберегающая лампа Camelion LH26 FS/BLB/E27, номинальный срок службы которой составляет 10000 часов. Количество потребляемой электроэнергии 26 Вт в час, длина волны излучения находится в пределах 315 – 400 нм. Структурная схема установки приведена на рис. 2.

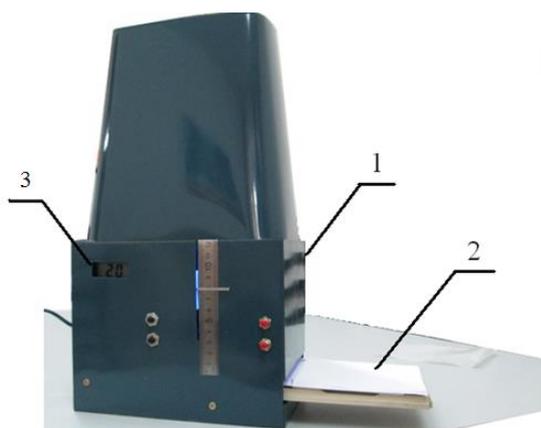


Рис. 1. Общий вид установки для предпосевной обработки семян: 1 – корпус; 2 – автоматический механизм подачи семян; 3 – блок индикации

Установка (табл. 1) прошла сертификацию в испытательной лаборатории ФБУ «Марийский ЦСМ» радиометрами «Аргус – 04» (зона УФ-излучения А - 315 - 380 нм), «Аргус – 05» (зона УФ-излучения Б- 280 - 315 нм), «Аргус – 06/1» (зона УФ-излучения С - 200 - 280 нм).

Из табл. 1 видно, что спектральные диапазоны жёсткого ультрафиолета, способные нанести световые повреждения (абerrации) семенам, отсутствуют. Кроме того, между высотой подвеса лампы и энергетической освещённостью прослеживается тесная связь (рис. 3), описываемая экспоненциальным распределением. Таким образом, необходимое время облучения складывается из этих двух составляющих.

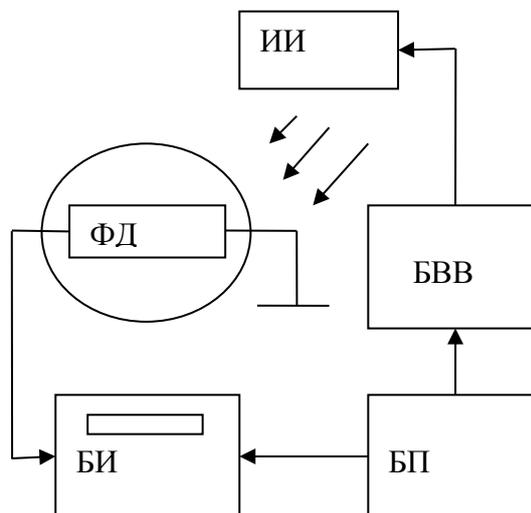


Рис. 2. Структурная схема установки УФ-облучения семян: ИИ – источник излучения; ФД – фотодиод; БВВ – блок выдержки времени; БП – блок питания; БИ – блок индикации

Таблица 1

Энергетическая освещённость, Вт, м²

Расстояние от лампы до объекта обработки, мм	УФ-А (315 – 380 нм)	УФ-В (280 – 315 нм)	УФ-С (200 – 280 нм)
105	5,0	0	0
95	5,8	0	0
85	7,1	0	0
75	8,5	0	0
65	10,6	0	0
55	13,6	0	0
45	17,3	0	0
35	22,9	0	0

При этом угол, соединяющий крайнюю точку зоны облучения на плоскости, практически равен 0° . Следовательно, согласно основному закону светотехники, облучённость от источника в точке на плоскости составит в $\text{Вт}/\text{м}^2$:

$$E = \frac{I_\alpha}{h^2}, \quad (1)$$

где I_α – сила излучения на плоскости под углом; h – расстояние между источником излучения и плоскостью облучения по нормали (высота подвеса лампы).

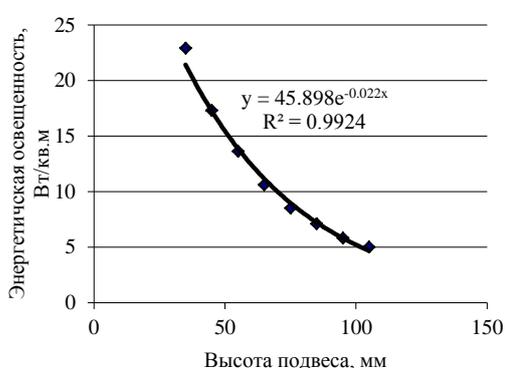


Рис. 3. Зависимость между высотой подвеса лампы и энергетической освещённостью

Источник излучения расположен на приводном резьбовом валу (рис. 4) посредством двух рычагов, на концах которых имеются резьбовые фланцы-гайки, которые в свою очередь навинчены на резьбовой вал, закреплённый в основании нижней части корпуса установки.

Резьбовой вал, расположенный в нижней части корпуса, закреплён в подшипниках качения, что позволяет ему вращаться вокруг своей оси.

Резьбовой вал имеет резьбу М6Х1, то есть за один оборот вала лампа перемещается на один миллиметр, что позволяет с высокой точностью изменять расстояние от источника излучения до опытной партии семян. Расстояние фиксируется при помощи специальной стальной ленты, выполненной в виде стрелки. Лента закреплена на источнике излучения и сквозь прорезь на нижней части корпуса может перемещаться по ней вверх и вниз (рис. 1). Рядом с прорезью расположена метрическая шкала с ценой деления 1 мм. Таким образом, за один оборот вращения резьбового вала стрелка по мерной шкале перемещается на один миллиметр.

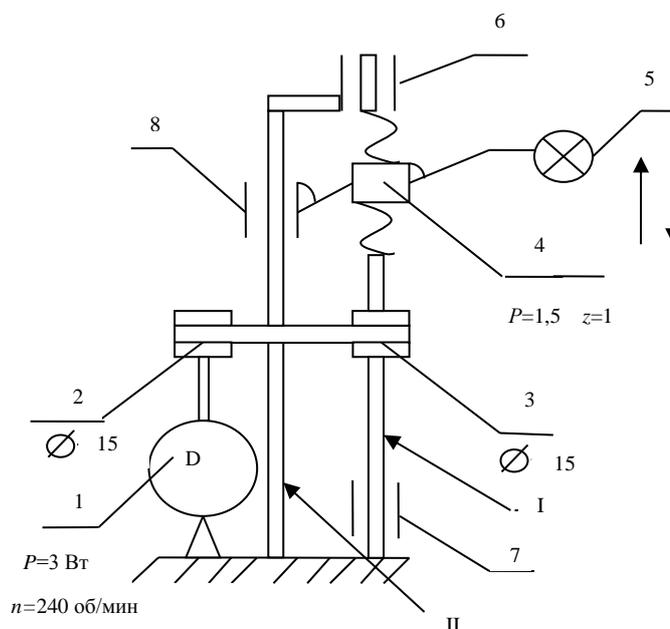


Рис. 4. Кинематическая схема подъёма (опускания) источника излучения: I – резьбовой вал; II – стойка; 1 – двигатель; 2 – шкив ведущий 15 мм; 3 – шкив ведомый; 4 – гайка; 5 – источник излучения; 6 – подшипник верхний; 7 – подшипник нижний; 8 – направляющая втулка

Резьбовой вал приводится во вращение от двигателя через шкивы, посредством ременной передачи через шкивы (рис. 4) с передаточным отношением 1:1.

Двигатель жёстко закреплён на нижней части основания корпуса посредством винтового соединения. Управление происходит посредством кнопок на передней панели корпуса устройства (рис. 1).

В качестве бункера для загрузки опытной партии семян используется автоматический механизм (рис. 5), позволяющий одновременно обработать партию семян 1000 штук весом около 5 г.

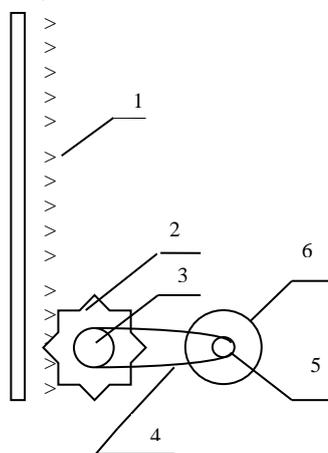


Рис. 5. Кинематическая схема механизма автоматической подачи семян: 1 – рейка зубчатая; 2 – шестерня реечная; 3 – шкив ведомый; 4 – ременная передача; 5 – шкив ведущий; 6 – электродвигатель

Механизм состоит из корпуса, закреплённого на нижней части основания установки, площадки для семян, расположен-

ной в направляющих корпуса и двигателя, позволяющего через приводные шестерни перемещать площадку по направляющим корпуса. Управление открытием и закрытием бункера происходит посредством кнопок на передней панели корпуса (рис. 1).

Для равномерного облучения семян автоматический механизм загрузки снабжён вибрирующим устройством.

Техника эксперимента. Эксперимент по проверке лабораторной всхожести облучённых семян ели европейской (*Picea excelsa* L.) проводился согласно ГОСТ 13056.6-97 [10]. Семена раскладывали в чашках Петри на ложе для проращивания при помощи пинцета, без соприкосновения друг с другом. На каждый вариант опыта было использовано 400 семян в четырёх повторностях [11]. Диапазон мощности радиации подобран по результатам предыдущих исследований, проведённых на установке для предпосевной обработки семян с ртутной газоразрядной лампой ДРТ 400 [12].

Интерпретация результатов. Результаты эксперимента по облучению семян ели 3 класса качества (табл. 2) показали значительное превышение всхожести облучённых семян над контрольными значениями. При этом наилучшей дозой облучения, необходимой для повышения энергии прорастания семян ели 3 класса качества ($t_{\text{факт.}}=3,16 > t_{\text{табл.}}=2,77$ при $P=0,05$ по сравнению с контролем), является $14,9 \text{ кДж/м}^2$.

Таблица 2

Основные статистические показатели результатов эксперимента

Доза облучения	Среднеарифметические значения всхожести, %	% к контролю	Коэффициент вариации, %	Точность опыта, %
Энергия прорастания				
Контроль	17,2±1,2	100	13,2	6,9
9,9 кДж/м ²	17,6±1,6	101	12,6	9,0
12,4 кДж/м ²	24,8±2,0	144	12,9	8,0
14,9 кДж/м ²	42,4±3,3	246	13,3	7,7
17,3 кДж/м ²	28,8±0,8	167	7,9	4,1
Всхожесть				
Контроль	62,8±1,8	100	2,7	2,8
9,9 кДж/м ²	64,0±2,8	101	9,1	4,4
12,4 кДж/м ²	70,4±2,6	112	8,5	3,7
14,9 кДж/м ²	78,0±4,4	124	10,2	5,7
17,3 кДж/м ²	66,0±4,0	105	15,0	6,1

Выводы. Проведённые исследования показали перспективность использования физических методов стимуляции ростовых процессов для интенсификации выращивания посадочного материала, при этом ультрафиолетовая предпосевная обработка семян представляет наибольший интерес, являясь простым и

энергоэкономичным способом выведения семян из состояния покоя, усиливая их способность к быстрому и, что очень важно, дружному прорастанию. В то же время действие ультрафиолетового облучения на всхожесть ярко выражено проявляется только у семян низкого класса качества.

Список литературы

1. Дубров, А.П. Действие ультрафиолетовой радиации на растения / А.П. Дубров. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 124 с.
2. Артюхов, В.Г. Влияние УФ - света на синтез некоторых белков лимфоцитами / В.Г. Артюхов, О.В. Башарина, И.Е. Лялина, Т.А. Дымова // IV съезд фотобиологов России: Сборник тезисов докладов на IV съезде фотобиологов России, 26 - 30 сентября 2005.– Саратов: ООО «Ракурс», 2005. – С. 9 – 11.
3. Рогожин, В.В. Физиолого-биохимические механизмы формирования гипобиотических состояний высших растений: автореф. дисс.... д-р биол. наук 03.00.12 / В.В.Рогожин. – Иркутск, 2009. – 59 с.
4. Козинский, В.А. Электрическое освещение и облучение / В.А.Козинский. – М.: Колос, 1991. – 240 с.
5. Веселова, Т.В. Изменение состояния семян при их хранении, прорастании и под действием внешних факторов (ионизирующего излучения в малых дозах и других слабых воздействий), определяемое методом замедленной люминесценции: автореф. дисс.... д-р биол. наук. – М., 2008. – 48 с.
6. Рыбкина, С.В. Изменчивость ростовых процессов ели европейской и сосны обыкновенной южной подзоны смешанных лесов под влиянием электромагнитного излучения оптического диапазона: автореф. дисс. ... канд. с.- х. наук. – Брянск, 2008. – 26 с.
7. Рыбкина, С.В. Применение оптического излучения для стимулирования прорастания семян ели европейской/ С.В. Рыбкина, М.В. Беляков // Лесной журнал. – 2007. – № 4. – С. 14 – 18.
8. Кондратьева, Н.П. Ультрафиолетовое облучение семян декоративных растений туи западной и ели колочей / Н.П. Кондратьева, Д.А. Корепанов, А.В. Бывальцев, Е.А. Перевозчиков // Известия международной академии аграрного образования. – 2011. – № 12. – С. 13 – 15.
9. Патент № 2278492, Российская Федерация, МПК А01С1/00 Устройство для предпосевной обработки семян оптическим излучением / Газалов В.С., Пономарева Н.Е.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО АЧГАА; - № 2004129357/12; заяв. 10.03.2006; опубл. 27.06.2006.
10. ГОСТ 13056.6 - 75. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 39 с.
11. Митропольский, А.К. Элементы математической статистики / А.К. Митропольский. – Л.: Наука, 1969. – 274 с.
12. Украинцев, В.С. Влияние ультрафиолетового облучения на повышение посевных качеств семян хвойных пород / В.С. Украинцев, Н.П. Кондратьева, Д.А. Корепанов, А.В. Бывальцев // Вестник Удмуртского университета. Серия 6: Биология. Науки о Земле. – 2011. – Выпуск 1. – С. 132-137.

Статья поступила в редакцию 27.01.14.

КОРЕПАНОВ Дмитрий Анатольевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии, почвоведения и природопользования, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3). Область научных интересов – мониторинг болотных экосистем, физические методы предпосевной обработки семян. Автор более 100 публикаций.

E-mail: dk-81960@mail.ru

РОМАНОВ Василий Юрьевич – старший преподаватель кафедры эксплуатации машин и оборудования, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3). Область научных интересов – общее земледелие. Автор семи публикаций.

E-mail: romanov_vasilij@mail.ru

VASENEV Евгений Александрович – студент радиотехнического факультета, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3). Область научных интересов – робототехника. Автор двух публикаций.
E-mail: VasenevAL@volgatech.net

НИГМАТУЛЛИН Сулейман Ибраевич – доцент кафедры транспортно-технологических машин, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3). Область научных интересов – проектирование механических приводов. Автор более 30 публикаций.
E-mail: Kttm@volgatech.net

KOREPANOV Dmitry Anatolyevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Chair of Ecology, Soil Science and Nature Management, Volga State University of Technology (3, Pl. Lenina, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation). Research interests – monitoring of marsh ecosystems, physical methods of pretreatment of seeds. The author of more than 100 scientific papers.
E-mail: dk-81960@mail.ru

ROMANOV Vasilij Yurevich – Senior Lecturer at the Chair of Operation of Machines and Equipment, Volga State University of Technology (3, Pl. Lenina, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation). Research interests – geonics. The author of seven scientific papers.
E-mail: romanov_vasilij@mail.ru

VASENEV Evgeny Alexandrovich – student of Radio Engineering Faculty, Volga State University of Technology (3, Pl. Lenina, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation). Research interests – robotics. The author of two scientific papers.
E-mail: VasenevAL@volgatech.net

НИГМАТУЛЛИН Сулейман Ибраевич – Associate Professor at the Chair of Transport and Technological Machines, Volga State University of Technology (3, Pl. Lenina, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation). Research interests – design of mechanical drives. The author of more than 30 scientific papers.
E-mail: Kttm@volgatech.net

D. A. Korepanov, V. Yu. Romanov, E. A. Vasenev, S. I. Nigmatullin

A DEVICE FOR IMPROVEMENT OF SOWING QUALITIES OF SEEDS WITH THE HELP OF LONGWAVE UV IRRADIATION

Key words: *ultraviolet irradiation; sowing qualities of seeds; germination energy, germination*

ABSTRACT

Ultraviolet exposure (wavelength of 315...380 nm) on seeds is based on the ability to stimulate photochemical processes in an irradiated biological object, activating phenolic metabolism in the cells. Positive effect of this method on plants and seeds before sowing has long been known. Nowadays with the advent of new technologies it has a great practical perspective. At the same time, it is necessary to improve technical and environmental characteristics of the source of UVR devices for pretreatment of seeds (forest plantations are included). Use of ultraviolet energy saving lamps as a source of radiation is one of the possible solutions. The lamps have a number of significant technical advantages over traditional devices used for improvement of sowing qualities of seeds. In the developed installation with the help of an automatic device of seeds supply, the latter come inside the insulated body, where they are exposed to radiation by the UVR source. The dose rate is displayed at the dose rate counter. The dose is calculated in advance depending on the seed weight and is selected by means of height of suspension source. Suspension height is set with the motion of the UVR source in the drive shaft. Device performance is 1000 seeds for 5-15 minutes depending on the dose level and weight of seeds. The laboratory studies have shown the promise of using UV methods based on the proposed device aimed at stimulation of the growth processes in order to intensify cultivation of planting material.

References

1. *Dubrov A.P.* Deystvie ultrafioletovoy radiatsii na rasteniya [UV Radiation Effect on Plants]. Moscow: AN SSSR Publ., 1963. 124 p.
2. *Artukhov V.G., Basharina O.V., Lyalina I.E., Dymova T.A.* Vliyanie UF - sveta na sintez nekotorykh belkov limfotsitami [UV Influence on the Synthesis of Some Proteins by Lymphocytes]. IV sezid fotobiologov Rossii: sbornik tezisov dokladov na IV sezide fotobiologov Rossii, 26 – 30 sentyabrya 2005 [IV Meeting of Russian Photobiologists: collection of papers at the IV meeting of photobiologists, September 26-30, 2005]. Saratov: LLC «Rakurs», 2005. P. 9 – 11.
3. *Rogozhin V.V.* Fiziologo-biokhimicheskie mekhanizmy formirovaniya gipobioticheskikh sostoyaniy vysshikh rasteniy: avtoref. diss. ... d-r biol. nauk 03.00.12 [Physiological and Biochemical Mechanisms of Formation of Gypobiotic State of Higher Plants: autoref. Dr.Diss.Biol.Sci.]. Irkutsk: 2009. 59 p.
4. *Kozinskiy V.A.* Elektricheskoe osveshchenie i obluchenie [Electric Lighting and Radiation]. Moscow: Kolos, 1991. 240 p.
5. *Veselova T.V.* Izmenenie sostoyaniya semyan pri ikh khraneni, prorashchivani i pod deystviem vneshnikh faktorov (ioniziruyushchego izlucheniya v malykh dozakh i drugikh slabykh vozdeystviy), opredelyaemoe metodom zamedlennoy luminestsentsii: avtoref. diss... d-r biol. nauk [Change of Seeds Condition upon Storage, Germination and under the Effect of External Factors (Ionizing Radiation in Small Doses and Other Weak Exposures), Determining by the Slow Down Luminescence Method: autoref. Dr.Diss.Biol.Sci.]. Moscow, 2008. 48 p.
6. *Rybkina S.V.* Izmenchivost rostovykh protsessov eli evropeyskoy i sosny obyknovnoy uzhnoy podzony smeshannykh lesov pod vliyaniem elektromagnitnogo izlucheniya opticheskogo diapazona: avtoref. diss. ...kand s. - h. nauk [Change of Norway Spruce and Scotch Pine Growth Processes in the Southern Subzone of Mixed Forests under the Effect of Electromagnetic Radiation of Optical Band: Diss.Cand.Agric.Sci.]. Bryansk, 2008. 140 p.
7. *Rybkina S.V., Belyakov M.V.* Primenenie opticheskogo izlucheniya dlya stimulirovaniya prorasvaniya semyan eli evropeyskoy [Application of Optical Emission for Stimulation of Norway Spruce Seed Sprouting]. *Lesnoy zhurnal [Forest Journal]*. 2007. No 4. P. 14 – 18.
8. *Kondrateva N.P., Korepanov D.A., Byvaltsev A.V., Perevozchikov E.A.* Ultrafioletovoe obluchenie semyan dekorativnykh rasteniy tui zapadnoy i eli kolyuchey [Ultraviolet Irradiation of Seeds of Ornamental Plants of American Arborvitae and Colorado Spruce]. *Izvestiya mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya [News of International Academy of Agrarian Education]*. 2011. No 12.P. 13 – 15.
9. *Gazalov V.S., Ponomareva N.E.* Ustroystvo dlya predposevnoy obrabotki semyan opticheskim izlucheniem [Device for Seeds Pretreatment by Optical Emission]. Patent RF, no 2278492, 2006.
10. GOST 13056.6 - 75. Semena derevev i kustarnikov. Metody opredeleniya vshozhesti. [All Union State Standard 13056.6 - 75. Seeds of Trees and Bushes. Seedling Tests.]. Moscow: Izdatelstvo standartov, 1986. 39 p.
11. *Mitropolskiy A.K.* Elementy matematicheskoy statistiki [Elements of Mathematical Statistics.]. Leningrad: Nauka, 1969. 274 p.
12. *Ukrainsev V.S., Kondrateva N.P., Korepanov D.A., Byvaltsev A.V.* Vliyanie ultrafioletovogo oblucheniya na povyshenie posevnykh kachestv semyan khvoynykh porod [UV Radiation Effect on Improvement of Sowing Qualities of Seeds of Coniferous Species]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya 6: Biologiya. Nauki o Zemle. Vypusk 1. [Vestnik of Udmurt University. Ser. 6: Biology. Earth Sciences. Issue 1]*. Izhevsk, UdGU, 2011. P. 132-137.