

Влияние на всхожесть предпосевной обработки семян посредством их облучения волнами разной длины

Д.С. Ключев, А.А. Кузьменко, Л.Н. Трифонова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики
443010, Россия, г. Самара
ул. Л. Толстого, 23

Аннотация – Урожайность сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от посевных качеств семян. В связи с этим для того, чтобы повысить урожайность, применяются способы для повышения посевных качеств семян. Данные способы довольно разнообразны и включают в себя обработку семян различными химикатами, обработкой током и магнитным полем, а также облучение семян перед посевом электромагнитными волнами. Данная статья имеет обзорный характер и посвящена методам предпосевной обработки семян с целью повышения их всхожести, а именно – влиянию на всхожесть семян облучения их волнами различной длины. В статье рассматривается влияние на посевные качества четырех типов облучения: УФ-облучения, лазерного облучения, гамма-облучения, УВЧ-облучения.

Ключевые слова – всхожесть семян, облучение, предпосевная обработка, УФ-облучение, лазерное облучение, гамма-облучение, УВЧ-облучение.

Введение

Одним из самых важных ресурсов является плодородная почва, на которой прорастают различные культурные растения. С целью повышения плодородия почвы и увеличения продуктивности широкое применение получили в течение долгого времени химические удобрения (нитраты, фосфаты) и пестициды, которые хотя и увеличивают плодородность почвы, но при этом, в связи с их чрезмерным употреблением, приводят к отравлению урожая, водных ресурсов, и, как следствие, повышается угроза здоровью людей. В связи с этим в настоящее время имеются методы повышения урожайности, которые являются экологически безопасными. Один из таких методов – предпосевная обработка семян.

В статье рассматриваются некоторые методы повышения всхожести семян, которая достигается через их обработку различными излучениями (УФ-облучение, лазерное облучение, гамма-облучение, УВЧ-облучение).

1. Влияние лазерного излучения на всхожесть семян

Одним из экологически чистых методов повышения всхожести семян является их предпосевная обработка лазерным излучением. Исследования данного метода в настоящее время все еще продолжаются, и имеется большое количество статей с данными, которые говорят об эффективности этого метода.

В данных статьях ученые используют различные длины волн лазерного излучения, меняют время облучения и интенсивность, а также методы предобработки перед облучением, например замачивание семян на определенное время.

В [1] проводится исследование влияния лазерного облучения низкой интенсивности на примере озимой мягкой пшеницы и овса. В данном исследовании время экспозиции семян составляло 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30 и 40 мин для пшеницы и 10, 20, 30 и 40 мин для овса.

Согласно итоговым данным [1], при времени экспозиции от 2 до 8 мин влияние лазерного излучения на всхожесть и энергию прорастания не выявлено. При этом при времени экспозиции 30 и 40 мин у семян пшеницы ярко выражено повышение не только всхожести (с 77 до 92 % и 95 % при 30 и 40 мин экспозиции соответственно), но и энергии прорастания (с 72 до 87 % и 89 % при 30 и 40 мин экспозиции соответственно).

Лазерное облучение семян овса оказало ухудшающее влияние на энергию прорастания и всхожесть семян, которое упало с 95 до 75 % при времени экспозиции 40 мин.

В [2] проводится исследование по влиянию лазерного облучения на семена овса при двух длинах волн – 650 нм и 780 нм. Так же как и в [1], время обработки варьировалось от 30 с до 20 мин.

В соответствии с данными, полученными в [2], также было установлено, что лазерная обработка по большей части повышает всхожесть обработанных семян. Согласно [2], было выявлено, что при

длине волны 650 нм всхожесть повысилась на 7,5 % при времени облучения 10 мин (всхожесть контрольной группы составила 92,5 %). При этом при времени до 1 мин влияние лазерного облучения на всхожесть семян не было установлено.

Влияние на всхожесть семян при длине 650 нм было установлено только при времени экспозиции 1 мин (повышение на 2,5 %), 3 мин (повышение на 5 %), 10 мин (повышение на 7,5 %), 15 мин (повышение на 2,5 %, при этом снижение от показателя 10 мин на 5 %), 20 мин (повышение на 5 %, при этом снижение от показателя 10 мин на 2,5 %). В промежуточных значениях экспозиции (до 5 мин) показатели всхожести повторяют предыдущие.

При обработке семян при длине волны 780 нм установлено, что обработка семян оказывает как положительное, так и отрицательное влияние на всхожесть семян ячменя. Положительное влияние на всхожесть семян наблюдается при времени экспозиции 1 мин и 3 мин. При данном времени экспозиции повышение всхожести составило 7,5 % (при 92,5 % контрольной группы). При увеличении времени экспозиции всхожесть начинает спадать и достигает минимума при времени экспозиции 15 мин, при котором всхожесть семян упала на 12 % по сравнению с контрольной группой, после чего при 20 мин всхожесть стала составлять 97,5 %.

В [3] для предпосевной обработкой семян используется магнитно-инфракрасно-лазерный аппарат «РИКТА-05». При данных исследованиях используются для облучения повторения импульсов с частотой 1000 Гц при времени экспозиции 10–30 мин с различным расстоянием от излучателя до облучаемых семян. Для проведения исследований влияния лазерного излучения на всхожесть использовались семена клевера лугового и люцерны посевной.

Согласно итоговым данным исследования, наблюдалось заметное увеличение энергии прорастания и всхожести семян. Данные исследования показали, что при обработке семян от 10 до 15 мин энергия прорастания и всхожесть семян клевера лугового увеличились с 32 до 73 % и с 43 до 75 % соответственно. У семян люцерны посевной также наблюдается увеличение энергии прорастания с 35 до 75 % и всхожести с 47 до 82 % [3].

При времени экспозиции 18–20 мин и расстоянии между излучателем и семенами 1–1,5 см увеличение также наблюдается. Так энергия прорастания и всхожесть клевера лугового увеличились до 76 и 88 % соответственно, в то время как у люцерны луговой – до 78 и 86 % соответственно [3].

С увеличением времени экспозиции до 25–30 мин и расстояния от излучателя до обрабатываемых семян 2–2,5 см показатели начали падать и рост энергии прорастания и всхожесть стали составлять у клевера 71 и 78 %, а у люцерны – 73 и 79 %.

2. Влияние УФ-облучения на всхожесть семян

Помимо обработки семян лазерным облучением с целью увеличения их всхожести также существует обработка семян ультрафиолетовым излучением. Влияние обработки УФ-излучением также доказано многократными исследованиями.

В [4] приведено исследование влияние УФ излучения с длиной волны 365 нм при времени облучения 5 и 30 мин и интенсивности 610 мкВт/см² с расстоянием до облучаемого объекта 15 см. Облучению подвергались семена пшеницы сорта Московская 39, Эстер, Дарья, Юбилейная 100 и Афина, которые имеют всхожесть 67, 3, 92, 98 и 99 % соответственно.

По результатам опыта было установлено изменение всхожести и энергии прорастания. При времени облучения 5 мин пшеницы сорта Московская 39 и Юбилейная 100 увеличение всхожести не было установлено, но при этом энергия прорастания Московской 39 снизилась на 7 %, а энергия прорастания Юбилейной 100, наоборот, увеличилась на 2 %. Для остальных сортов повышение всхожести составил 1–2 %, как и энергии прорастания. Картина не изменяется и при времени облучения 30 мин, за исключением того, что энергия прорастания пшеницы сорта Дарья увеличилась на 7 %.

В [5] дополняет исследования [4] другим временем облучения. В данном исследовании время облучения составляют 20, 30 и 40 мин, при этом длина волны такая же, как и в [4]. В [5] облучению подвергали семена яровой пшеницы сорта Эстер и яровой ячменя сорта Эльф.

В результате обработки УФ-излучением всхожесть пшеницы сорта Эстер увеличилась на 5 % при времени облучения 20 и 30 мин и на 7 % при времени облучения 40 мин. Энергия прорастания увеличилась на 3 % при 20 и 30 мин облучения и на 4 % при 40 мин. Для ячменя увеличение всхожести составил 1–2 %, при этом энергия прорастания почти не изменилась.

В [6] имеются результаты влияния комплексного УФ-излучения, которое находится в диапазоне 300–400 нм. Облучению подвергались семена туи за-

падной, а мощность излучения составляла 10 мВт. Время облучения – 9,5, 14,3 и 19 мин, дозы облучения – 1,995, 3,003 и 3,99 кДж/м² соответственно.

Результатами обработки семян стало увеличение всхожести на 8, 4 и 2 % при времени 9,5, 14,3 и 19 мин соответственно.

3. Влияние УВЧ-облучения на всхожесть семян

Исследований по влиянию УВЧ-облучения на всхожесть семян немного: так, на eLibrary имеется на данный момент всего 1 статья, посвященная влиянию УВЧ-излучения на всхожесть семян.

В работе [7] исследования влияния УВЧ-облучения на всхожесть семян проводились в зависимости от времени замачивания семян в воде и длительности экспозиции.

Результаты [7] показывают, что: при 3-суточном замачивании семян с исходной всхожестью 70 % без облучения всхожесть снижается до 60 %. При 1–2-суточном замачивании и длительности облучения 15 и 30 мин всхожесть повышается на 10 и на 20 %. При времени экспозиции 60 мин наблюдалось снижение всхожести на 10 при 1–2-суточном замачивании и 30 % при 3-суточном.

4. Влияние гамма-облучения на всхожесть семян

Еще одним из методов повышения всхожести семян является их предпосевная обработка гамма-излучением. Результативность данного метода подтверждается многими статьями и патентами.

В [8] имеются результаты влияния гамма-излучения на семена пустынных кормовых растений, которые в сухом виде подверглись влиянию гамма-излучения при трех дозах: 1–3 кГр, 3–4 кГр, 4–5 кГр. Исследуемыми семенами являлись семена изеня, саксаула белого и чогона.

В результате гамма-облучения при сильной дозе облучения семян изеня и саксаула белого всхожесть возросла в 2 раза по сравнению с контрольной группой и в 1,5 и 1,14 раза при средней и малой дозе облучения. При полевых исследованиях всхожесть семян чагона, которые подверглись

гамма-облучению дозами 1–3 кГр и 3–4 кГр, превысила контрольные в 1,18–1,7 раза.

В [9] имеются результаты исследования влияния на всхожесть солодки уральской гамма-излучения. Семена подвергали действию различных доз гамма-лучей: 2,5; 5,0; 7,5; 10; 50 Грей, время облучения – 26 мин; 32 мин; 1 ч 2 мин, 1 ч 32 мин; 2 ч 4 мин; 1 ч 31 мин соответственно.

По результатам исследования было установлено, что ионизирующее излучение в стимулирующей дозе способствует более ускоренному росту и развитию семян, начиная от состояния покоя до образования семядолей. У облученных семян процесс прорастания проходит за 8, а у контрольных за 10 дней. Также было установлено, что под действием гамма-лучей в дозах 1,0 и 1,5 Грей всхожесть семян увеличивается в среднем на 20–60 % по сравнению с контролем. Прорастание семян, облученных в пределах доз от 2,5 до 10 Грей, превышает контрольный вариант в среднем более чем на 60 %.

В патенте [10] также имеются данные о благоприятном воздействии гамма-излучения на всхожесть семян. В данном патенте был предоставлен метод, при котором часть семян подвергалась гамма облучению, после чего облученные семена оставались на хранение в воздухонепроницаемом контейнере на 25–50 суток на расстоянии 50 см от необработанных семян. В результате данного исследования было установлено, что всхожесть семян, хранящихся рядом, возрастала в среднем на 5–6 % при лабораторных исследованиях и на 17–21 % при полевых. Также было установлено увеличение урожайности на 16–26 %.

Заключение

Из приведенных исследований видно, что экологически безопасные методы повышения всхожести семян имеют большую эффективность, но только при условии правильно подобранной обработки, т. к. влияние обработки зависит не только от типа излучения и длины волны, но также и от вида культуры. Так, например, влияние лазерной обработки показал, что при длине волны 650 нм всхожесть семян заметно возросла, но при длине 780 нм всхожесть семян, наоборот, снизилась.

Список литературы

1. Simonyan R.K., Piltakyan A.A. Influence of exposure time of laser irradiation on the germination and growth of wheat and oats seeds // International Forum on Chemical, Biological, Agricultural, Pharmacy and Health Sciences: Conference Proceedings. Madrid: Smashwords Inc., 2017. P. 29–39.
2. Влияние лазерного облучения на всхожесть семян и морфологию проростков ячменя / Т. Каримтай [и др.] // Актуальные проблемы современности. 2018. № 1 (19). С. 203–208.

3. Патент RU 2377752 С2 Российская Федерация, МПК7 А01С 1/00. Способ предпосевной обработки семян бобовых трав / Л.Г. Хетагурова, С.А. Бекузарова, В.А. Беляева; заявитель и патентообладатель Институт биомедицинских исследований Владикавказского научного центра Российской Академии наук и Правительства Республики Северная Осетия-Алания. № 2008108731/13; заявл. 11.03.08; опубл. 10.01.10, Бюл. № 1. 5 с.
4. Тертышная Ю.В., Левина Н.С., Елизарова О.В. Воздействие ультрафиолетового излучения на всхожесть и ростовые процессы семян пшеницы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. № 2. С. 31–36.
5. Влияние ультрафиолетового излучения на посевные качества и вегетацию яровой пшеницы и ярового ячменя / Н.С. Левина [и др.] // АПК России. 2019. Т. 26. № 3. С. 344–350.
6. УФ светодиодный облучатель для предпосевной обработки семян тунисской пшеницы / Н.П. Кондратьева [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 53–62.
7. Насурлаева З.Ю. Влияние УФЧ-облучения на всхожесть семян тыквы // Успехи современного естествознания. 2009. № 5. С. 31.
8. Влияние гамма-облучения на всхожесть семян пустынных кормовых растений / Л.Х. Ахмадалиева [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2006. № 2. С. 139–142.
9. Лаханова К.М., Сарсембаева М.У. Действие различных доз рентгеновских и гамма-лучей на солодку уральскую // Успехи современного естествознания. 2015. № 6. С. 119–122.
10. Патент RU 2137332 С1 Российская Федерация, МПК6 А01С 1/00. Способ повышения посевных качеств семян и урожайности сельскохозяйственных культур / Е.К. Еськов, В.И. Левин; заявители и патентообладатели Е.К. Еськов, В.И. Левин. № 96116632/13; заявл. 16.08.96; опубл. 20.09.99. 3 с.

References

1. Simonyan R.K., Piltakyan A.A. Influence of exposure time of laser irradiation on the germination and growth of wheat and oats seeds. *International Forum on Chemical, Biological, Agricultural, Pharmacy and Health Sciences: Conference Proceedings*. Madrid: Smashwords Inc., 2017, pp. 29–39. (In Russ.)
2. Karimtaj T. et al. Effect of laser irradiation on seed germination and seedling morphology of barley. *Aktual'nye problemy sovremennosti*, 2018, no. 1 (19), pp. 203–208. (In Russ.)
3. Patent RU 2377752 S2 the Russian Federation, MPK7 A01C 1/00. *Method preplant seed treatment legumes* / L.G. Hetagurova, S.A. Bekuzarova, V.A. Beljaeva; the applicant and the patentee Institute of Biomedical Research of Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and the Government of the Republic of North Ossetia-Alania. № 2008108731/13; appl. 11.03.08; publ. 10.01.10, Bull. № 1. 5 p.
4. Tertyshnaja Ju.V., Levina N.S., Elizarova O.V. Exposure to ultraviolet radiation on the germination and growth processes of wheat seeds. *Sel'skhozjajstvennye mashiny i tehnologii*, 2017, no. 2, pp. 31–36. (In Russ.)
5. Levina N.S. et al. Effect of ultraviolet radiation on the vegetation and crop quality of spring wheat and spring barley. *APK Rossii*, 2019, vol. 26, no. 3, pp. 344–350. (In Russ.)
6. Kondrat'eva N.P. et al. UV LED illuminator for preplant seed treatment arborvitae west. *Innovatsii v sel'skom hozjajstve*, 2018, no. 3 (28), pp. 53–62. (In Russ.)
7. Nasurlaeva Z.Ju. The influence of UHF radiation on the germination of pumpkin seeds. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 2009, no. 5, p.31 (In Russ.)
8. Ahmadaliev L.H. et al. Effect of gamma irradiation on the germination of desert forage plants. *Izvestija Timirjazevskoj sel'skhozjajstvennoj akademii*, 2006, no. 2, pp. 139–142. (In Russ.)
9. Lahanova K.M., Sarsembaeva M.U. The effect of different doses of X-rays and gamma rays in the Ural licorice. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 2015, no. 6, pp. 119–122. (In Russ.)
10. Patent RU 2137332 S1 the Russian Federation, MPK6 A01C 1/00. *A method for improving the qualities of seeds and sown crop yields* / E.K. Es'kov, V.I. Levin; the applicants and the patentees E.K. Es'kov, V.I. Levin. № 96116632/13; appl. 16.08.96; publ. 20.09.99. 3 p.

Physics of Wave Processes and Radio Systems 2020, vol. 23, no. 1, pp. 84–88

DOI 10.18469/1810-3189.2020.23.1.84-88

Received 22 January 2020
Accepted 12 February 2020

Influence on germination of pre-sowing treatment of seeds by irradiation with waves of different lengths

D.S. Klyuev, A.A. Kuzmenko, L.N. Trifonova

Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics
23, L. Tolstoy Street
Samara, 443010, Russia

Abstract – The yield of agricultural crops depends largely on the seeding qualities of the seeds. In this regard, in order to increase productivity, methods are used to increase the sowing qualities of seeds. These methods are quite diverse and include treatment of seeds with various chemicals, current and magnetic field treatment, as well as irradiation of seeds before sowing with electromagnetic waves. This article is of an overview nature and is devoted to methods of pre-sowing treatment of seeds in order to increase their germination, namely, the effect on seed germination of irradiation of their waves of different lengths. The article considers the influence of four types of irradiation on crop quality: UV irradiation, laser irradiation, gamma irradiation, and UHF irradiation.

Keywords – seed germination, irradiation, pre-sowing treatment, UV irradiation, laser irradiation, gamma irradiation, UHF irradiation.

Информация об авторах

Клюев Дмитрий Сергеевич, 1980 г. р., доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой радиоэлектронных систем Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (г. Самара). В 2002 г. окончил Поволжскую государственную академию телекоммуникаций и информатики. Автор более 200 научных работ.

Область научных интересов: теория излучения, электродинамика и антенны.

E-mail: klyuevd@yandex.ru

Кузьменко Александр Александрович, 1994 г. р., техник кафедры радиоэлектронных систем Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ, г. Самара) с 2017 г. В 2016 г. окончил бакалавриат ПГУТИ по направлению «Инфокоммуникационные технологии и информатики и системы связи», а в 2018 г. – магистратуру ПГУТИ по направлению «Фотоника и оптоинформатика».

Область научных интересов: радиотехника, колориметрия.

E-mail: alexandr291294@mail.ru

Трифоновна Людмила Николаевна, 1995 г. р., аспирант, инженер кафедры радиоэлектронных систем Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ, г. Самара). В 2019 г. окончила магистратуру ПГУТИ с отличием по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Область научных интересов: нанотехнологии, методы и средства цифровой обработки сигналов и их применение в системах радиосвязи и радиовещания.

E-mail: lyudmila.trifonova.2012@mail.ru

Information about the Authors

Dmitry S. Klyuev was born in 1980, Doctor in Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of Radio Electronic Systems, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian. He graduated from the Povolzhskiy State Academy of Telecommunications and Informatics in 2002. He has authored more than 200 scientific papers.

Research interests: radiation theory, electrodynamics and antennas.

E-mail: klyuevd@yandex.ru

Aleksandr A. Kuzmenko was born in 1994. Since 2017, he has been a Technician of the Department of Radio Electronic Systems, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics (PSUTI), Samara, Russia. He received the bachelor's degree in information and communication technologies and informatics and communication systems from PSUTI in 2016 and the master's degree in photonics and optoinformatics from PSUTI in 2018.

Research interests: radio engineering and colorimetry.

E-mail: alexandr291294@mail.ru

Lyudmila N. Trifonova was born in 1995, postgraduate student, engineer of the Department of Radio Electronic Systems, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics (PSUTI), Samara, Russia. She graduated with honors from PSUTI in infocommunication technologies and communication systems in 2019.

Research interests: nanotechnology, methods and means of digital signal processing and their application in radio communication and broadcasting systems.

E-mail: lyudmila.trifonova.2012@mail.ru