

НОВЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН ЛЬНА, ПОВЫШАЮЩЕЙ ВСХОЖЕСТЬ И ПРЕДОТВРАЩАЮЩЕЙ СЛИПАНИЕ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА

Будник М.И.¹, Сергеев С.Н.², Тараскин К.А.², Апашева Л.М.³, Ростовцев Р.А.⁴, Ущاپовский И.В.⁴, Пролетова Н.В.⁴, Лобанов А.В.^{3,5}, Степнова А.Ф.⁵, Казиев Г.З.⁵, Овчаренко Е.Н.³, Барнашова Е.К.⁶, Смурова Л.А.³, Грудзинский А.В.¹

¹ Российская академия ракетных и артиллерийских наук

ул. 1-я Мясниковская, 3, стр. 3, г. Москва, 107564, РФ; e-mail: ziraf@mail.ru

² Научно-исследовательский институт прикладной акустики

ул. 9 Мая, 7А, г. Дубна, 141981, РФ; e-mail: kant1958@yandex.ru

³ Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН

ул. Косыгина, 4, г. Москва, 119991, РФ

⁴ Федеральный научный центр лубяных культур

просп. Комсомольский, 17/56, г. Тверь, 170041, РФ

⁵ Московский педагогический государственный университет

ул. М. Пироговская, 1/1, г. Москва, 119435, РФ

⁶ Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока

ул. Тулайкова, 7, г. Саратов, 410010, РФ

Поступила в редакцию 18.07.2023. DOI: 10.29039/rusjbpс.2023.0632

Аннотация. Лён – одна из ценнейших технических и масличных культур, значение которой в мире до сих пор очень велико. Россия на протяжении многих столетий являлась основным мировым производителем льна. Проблема возрождения производства, переработки льна и повышения его урожайности в Российской Федерации является особенно актуальной в настоящее время, так как лён становится основным сырьевым источником для пороховой промышленности и специальной химии взамен импортного хлопка. Известно, что после увлажнения семян льна при их предпосевной обработке выделяется слизь, и семена слипаются, что осложняет и замедляет процесс предпосевной подготовки семенного материала. Новый научно-методический подход к экологической обработке семян льна основан на создании рецептурного экологически чистого состава, состоящего из природного стимулятора роста и развития растений и полимера, образующего биodeградируемую полимерную пленку природного происхождения на семенах, не пропускающую слизь наружу и тем самым предотвращающую слипание семян после их обработки. В качестве стимулятора роста и развития льна использовался экологически чистый водный раствор пероксида водорода природной концентрации от $2,94 \times 10^{-6}$ до $82,00 \times 10^{-6}$ М, который одновременно являлся растворителем для природного биodeградируемого полимера инулина, представляющего из себя D-фруктозу, хорошо растворимую в воде; концентрация инулина при этом находилась в диапазоне 1,5-2,5%. В экспериментах использовали семена льна-долгунца сорта «Универсал» урожая 2020 года. Проводили полусухую обработку семян, затем их просушивали до полного высыхания и образования сыпучего состояния. Наилучший результат был получен после обработки семян льна составом, состоящим из экологически чистого водного раствора пероксида водорода с концентрацией 5×10^{-6} М и 2% раствора инулина, а именно: слипание семян отсутствовало, а всхожесть семян увеличилась на 30% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: лён, экологически чистый пероксид водорода, инулин, обработка семян без слипания, повышение всхожести.

Лён – одна из ценнейших технических и масличных культур, значение которой в мире до сих пор очень велико. Россия на протяжении многих столетий являлась основным мировым производителем льна. Проблема возрождения производства, переработки льна и повышения его урожайности в Российской Федерации является особенно актуальной в настоящее время, так как лён становится основным сырьевым источником для пороховой промышленности и специальной химии взамен импортного хлопка [1].

Известно, что слизь из семян льна образуется во вторичной клеточной стенке эпидермальных клеток оболочки семян и способствует их распространению животными, адгезии с почвой, привлечению почвенных микроорганизмов в ризосфере, а также используется в питании проростка [2]. После увлажнения семян льна при их предпосевной обработке выделяется слизь, и семена слипаются, что осложняет и замедляет процесс предпосевной подготовки семенного материала.

Установлено влияние хитозанового препарата, полученного из некондиционных цист *artemia* sp., на энергию прорастания семян льна-долгунца [3]. Препарат оказывает ростостимулирующее действие, однако является чрезвычайно дорогим и непригоден для широкого внедрения, а также не предотвращает слипание семян.

Определена ростостимулирующая активность по отношению к семенам льна флавоноидов экстрактов почек тополя [4]. Экстракт почек тополя является стимулятором роста растений благодаря наличию в составе

насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, липидов, фенольных и полифенольных соединений, аминокислот, эфирных масел, витаминов, что обеспечивает стабильное ростостимулирующее действие и высокую семенную продуктивность льна. Способ получения экстракта включает использование почек тополя бальзамического, высушивание на воздухе, измельчение, экстракцию 90% этанолом в аппарате Сокслета, фильтрацию и упаривание до получения целевого продукта. Недостатками способа являются: сложная методика получения экстракта, дефицитность сырьевой базы, невозможность широкомасштабного использования, невозможность предотвращения слипания при обработке семян льна.

Известен способ выращивания льна-долгунца [5], позволяющий повысить урожайность семян и соломки льна-долгунца. Способ включает предпосевную обработку семян средством, содержащим 10-13% борной кислоты и 0,005-0,0005% гуминового стимулятора роста растений, полученного щелочным гидролизом низинного торфа водным раствором аммиака в присутствии перекиси водорода. К недостаткам способа относится многокомпонентность состава для обработки семян льна, возможность слипания семян после обработки, а также многоэтапность подготовки, что удорожает и усложняет работу с посевным материалом.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка нового экологически чистого рецептурного состава и способа его применения для предпосевной стимулирующей обработки семян льна, предотвращающей слипание семян и получения более высоких показателей всхожести.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для предпосевной обработки семян льна использовали рецептурный экологически чистый состав, состоящий из природного стимулятора роста и развития растений и полимера природного происхождения, образующего биodeградируемую полимерную пленку на семенах, не пропускающую слизь наружу и тем самым предотвращающую слипание семян после их обработки.

В качестве стимулятора роста и развития растений использовали экологически чистый водный раствор пероксида водорода природной концентрации.

Пероксид водорода – уникальное низкомолекулярное соединение, играющее существенную роль в жизнедеятельности растений [6].

Однако известно, что обычно для получения пероксида (перекиси) водорода используют электрохимический метод через надсерную кислоту и органический жидкофазного окисления изопропилового спирта согласно ГОСТ 177-88 «Водорода перекись. Технические условия». Высококонцентрированный раствор H_2O_2 содержит токсические стабилизаторы (серная кислота, мышьяк и другие), добавляемые для замедления разложения пероксида водорода, которые не позволяют использовать его в растениеводстве.

В ходе экспериментальных исследований использовали устройство получения экологически чистого раствора пероксида водорода для стимуляции роста и развития растений из дистиллированной воды с помощью физических факторов [7], который не содержал каких-либо стабилизаторов и других примесей. Концентрацию водного раствора пероксида водорода определяли методом йодометрии [8].

Минимальный уровень концентрации экологически чистого водного раствора пероксида водорода, получаемой для стимуляции роста и развития растений, соответствует концентрации водного растворов пероксида водорода для биологически полноценной природной воды по Межгосударственному стандарту ГОСТ 32460-2013, а именно: $2,94 \times 10^{-6}$ М.

Максимальный уровень концентрации экологически чистого водного раствора пероксида водорода, получаемой для стимуляции роста и развития растений, соответствует самой высокой концентрации пероксида водорода, зарегистрированной в дождевой воде на Земле в районе Мексиканского залива – 82×10^{-6} М [9]. Для примера, под Москвой, в целом за период с 1874 по 1894 гг. обнаружено, что содержание H_2O_2 «въ дождевой водѣ 0,4–1 мгр. на 1 литръ» [цит. по 10, с. 215], или $11,8 \times 10^{-6}$ – $29,4 \times 10^{-6}$ М.

В качестве полимера природного происхождения использовали инулин – порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде, представляющий из себя полимер D-фруктозы. Инулин выделен из корней топинамбура в соответствии со способом, изложенным в патенте РФ № 2485958 [11], с модификацией, основанной на кавитационной обработке сырья в роторно-пульсационном аппарате.

Растворителем являлась деионизированная вода, полученная по ГОСТ Р 52501-2005; допускается использование дистиллированной воды по ГОСТ Р 58144-2018.

В экспериментах использовали три экологически чистых рецептурных составов.

Первый рецептурный состав:

экологически чистый водный раствор пероксида водорода природной концентрации 50×10^{-6} М;
2% водный раствор природного биodeградируемого полимера инулина.

Второй рецептурный состав:

экологически чистый водный раствор пероксида водорода природной концентрации 5×10^{-6} М;
2% водный раствор природного биodeградируемого полимера инулина.

Третий рецептурный состав:

2% водный раствор природного биodeградируемого полимера инулина.

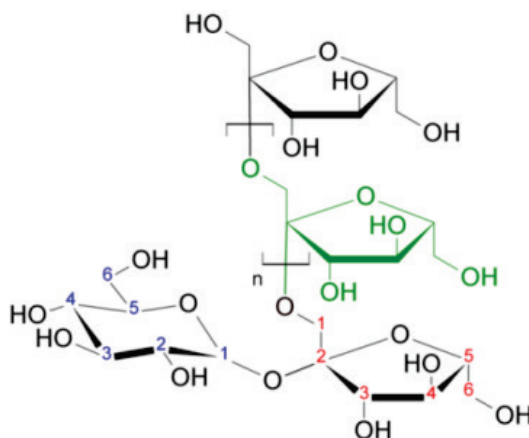


Рисунок 1. Формула инулина

Рецептура для обработки семян готовилась путём смешения заданных количеств компонентов с последующим тщательным перемешиванием до получения однородного прозрачного состава, не содержащего каких-либо примесей.

В экспериментах использовали семена льна-долгунца сорта «Универсал» урожая 2020 года. Перед проведением экспериментов семена льна сортировали с отбраковкой некондиционных (с повреждённой поверхностью).

При проведении экспериментов во всех группах применяли следующее соотношение: к 100 г сухих семян добавляли 50 мл рецептуры (опытные группы) или деионизированной воды (контрольная группа). Проводили полусухую обработку семян: полученную смесь семян и рецептуры или деионизированной воды тщательно перемешивали шпателем до равномерного смачивания всей поверхности семян и получения однородной массы в течение не менее 1 минуты. Затем просушивали на открытом поддоне при температуре 19-20°C в течение не менее 60 минут до полного высыхания (устанавливается визуальным контролем) и образования сыпучего состояния семенного материала.

Подготовленные к проращиванию семена выдерживали 1 сутки при комнатной температуре. Из семян формировали группы по 100 штук в каждой. Каждую партию в отдельности раскладывали на увлажнённые водой фильтры в чашки Петри и помещали в термостат при температуре +20°C для проращивания.

Учёт проросших семян проводили на 2, 3 и 4 сутки. Проросшими считали семена льна с длиной корня больше или равной 0,5 см.

Определение интенсивности пробуждения семян по выходу метаболитов в воду в опытной и контрольной группах проводили через 24 часа после обработки семян на спектрофотометре Specord UV-Vis при $\lambda_{\text{max}} = 207$ нм. Предварительно семена тщательно отмывали в дистиллированной воде и подсушивали на фильтрах, затем подсушенные семена помещали в специальные кюветы: 10 семян заливали 3 мл дистиллированной воды. Пробы воды для измерения оптической плотности в контроле и опыте отбирали через определенное время в течение 170 минут. В кювете сравнения была бидистиллированная вода. Вышедшие в раствор метаболиты имеют характерный спектр поглощения в UV-области с четко выраженным максимумом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В первом эксперименте в опытной группе семена льна-долгунца сорта «Универсал» обработаны по описанному выше способу составом, состоящим из экологически чистого раствора пероксида водорода с концентрацией 50×10^{-6} М и 2% раствора инулина.

В контрольной группе использовали только деионизированную воду.

В ходе эксперимента обращали внимание на наличие слипания семян льна-долгунца сорта «Универсал» после их обработки и определяли количество проросших семян в процентах на 2, 3 и 4 сутки в контрольной и опытной группах. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Наличие слипания семян льна-долгунца сорта «Универсал» после обработки первым рецептурным составом и количество проросших семян в процентах на 2, 3 и 4 сутки в контрольной и опытной группах

Группы	Наличие слипания	Количество проросших семян, %		
		2 сутки	3 сутки	4 сутки
Контрольная	есть	34	50	61
Опытная с составом: H_2O_2 50×10^{-6} М и 2% инулин	нет	45	52	75

Таблица 2. Наличие слипания семян льна-долгунца сорта «Универсал» после обработки вторым рецептурным составом и количество проросших семян в процентах на 2, 3 и 4 сутки в контрольной и опытной группах

Группы	Наличие слипания	Количество проросших семян, %		
		2 сутки	3 сутки	4 сутки
Контрольная	есть	34	50	61
Опытная с составом: H ₂ O ₂ 5×10 ⁻⁶ М и 2% инулин	нет	60	80	90

Представленные результаты показывают, что после обработки семян льна составом, состоящим из экологически чистого раствора пероксида водорода с концентрацией 50×10⁻⁶ М и 2% раствора инулина, слипание семян отсутствует, а процент проросших семян увеличивается на 14% по сравнению с контролем.

Во втором эксперименте в опытной группе семена льна-долгунца сорта «Универсал» обработаны по описанному выше способу составом, состоящим из экологически чистого раствора пероксида водорода с концентрацией 5×10⁻⁶ М и 2% раствора инулина.

В контрольной группе использовали только деионизированную воду.

В ходе эксперимента обращали внимание на наличие слипания семян льна-долгунца сорта «Универсал» после их обработки и определяли количество проросших семян в процентах на 2, 3 и 4 сутки в контрольной и опытной группах. Результаты представлены в таблице 2.

Представленные результаты показывают, что после обработки семян льна составом, состоящим из экологически чистого раствора пероксида водорода с концентрацией 5×10⁻⁶ М и 2% раствора инулина, слипание семян отсутствует, а процент проросших семян увеличивается на 30% по сравнению с контролем.

В третьем эксперименте в опытной группе семена льна-долгунца сорта «Универсал» обработаны по описанному выше способу составом, состоящим только из 2% раствора инулина без пероксида водорода.

В контрольной группе использовали только деионизированную воду.

В ходе эксперимента обращали внимание на наличие слипания семян льна-долгунца сорта «Универсал» после их обработки и определяли количество проросших семян в процентах на 2, 3 и 4 сутки в контрольной и опытной группах. Результаты представлены в таблице 3.

Представленные результаты показывают, что после обработки семян льна составом, состоящим только из 2% раствора инулина без присутствия пероксида водорода, слипание семян отсутствует, а процент проросших семян практически ничем не отличается от контроля.

Определение интенсивности пробуждения семян по выходу метаболитов в воду в опытной и контрольной группах на спектрофотометре Specord UV-Vis при $\lambda_{\max} = 207$ нм подтверждает полученные выше данные: показатель оптической плотности через один час в опыте был в 1,75 раз больше, чем в контроле (рис. 2).

Из полученных данных следует, что процесс пробуждения семян начинается уже с первых минут контакта семян с водой, что фиксируется по выходу метаболитов в раствор, в то время как начало прорастания семян по морфологическим тестам определяется, начиная со вторых суток опыта.

По результатам экспериментов наилучший результат был получен после обработки семян льна составом, состоящим из экологически чистого водного раствора пероксида водорода с концентрацией 5×10⁻⁶ М и 2% раствора инулина, а именно: на 4 сутки слипание семян отсутствовало, а всхожесть семян увеличилась на 30% по сравнению с контролем и на 15% по сравнению с аналогичным показателем при обработке семян раствором с концентрацией 50×10⁻⁶ М.

Интересно отметить, что после аналогичной полусухой обработки семян озимой пшеницы «Саратовская 90» такими же концентрациями экологически чистого водного раствора пероксида водорода сырая и сухая масса надземной части пшеницы в фазе трубкования была соответственно на 9% и 23% больше при предпосевной обработке семян раствором меньшей концентрацией, а именно: 5×10⁻⁶ М, по сравнению с обработкой семян раствором с концентрацией 50×10⁻⁶ М [12].

Таким образом, разработан новый научно-методический подход к экологической обработке семян льна, повышающей всхожесть и предотвращающей слипание посевного материала, что является особенно актуальным в настоящее время, когда помимо традиционного использования лён становится основным сырьевым источником для пороховой промышленности и специальной химии взамен импортного хлопка.

Таблица 3. Наличие слипания семян льна-долгунца сорта «Универсал» после обработки третьим рецептурным составом и количество проросших семян в процентах на 2, 3 и 4 сутки в контрольной и опытной группах

Группы	Наличие слипания	Количество проросших семян, %		
		2 сутки	3 сутки	4 сутки
Контрольная	есть	34	50	61
Опытная с составом: 2% инулин	нет	35	50	60

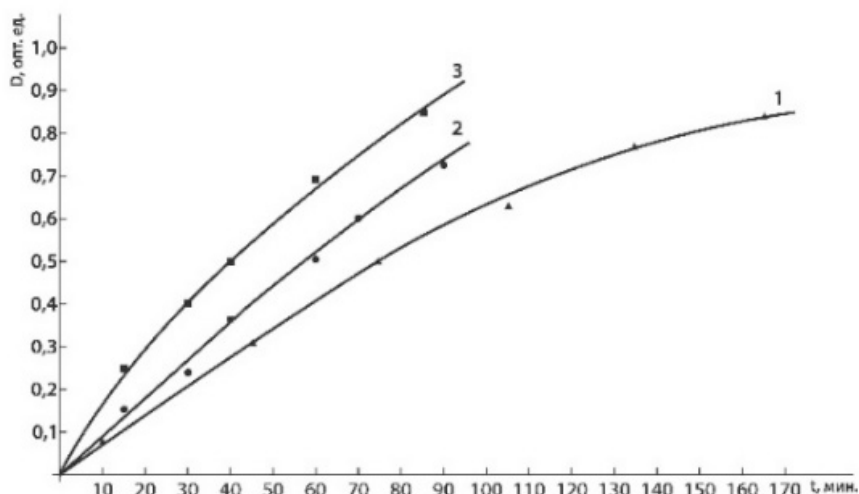


Рисунок 2. Кинетические кривые выхода метаболитов после обработки семян льна сорта «Универсал»: кривая 1 – семена без предварительной обработки (контроль); кривая 2 – семена, предварительно обработанные третьим рецептурным составом (инулин + вода); кривая 3 – семена, предварительно обработанные вторым рецептурным составом (H_2O_2 5×10^{-6} М и 2% инулин)

Список литературы / References:

1. Лён в пороховой промышленности. 3-е изд., доп. и перераб. Под ред. И.Н. Торгуна. М.: ФГУП «ЦНИИХМ», 2021, 392 с. [*Len v porohovoy promyshlennosti*. 3-e izd., dop. i pererab. Pod red. I.N. Torguna. M.: FGUP «СНИИХМ», 2021, 392 p. (In Russ.)]
2. Пороховинова Е.А., Павлов А.В., Брач Н.Б., Морван Н. Углеводный состав слизи из семян льна и его связь с морфологическими признаками. *Сельскохозяйственная биология*, 2017, т. 52, № 1, с. 161-171 [Porohovinova E.A., Pavlov A.V., Brach N.B., Morvan N. Uglevodnyi sostav slizi iz semyan lna i ego svyaz s morfologicheskimi priznakami. *Selskhozyaistvennaya biologiya*, 2017 vol. 52, no. 1, pp. 161-171, doi: 10.15389/agrobology.2017.1.161.rus (In Russ.)]
3. Морозова Е.А., Верещагин А.Л. Влияние хитозанового препарата, полученного из некондиционных цист *artemia sp.* на энергию прорастания семян льна-долгунца. *Сборник статей III Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству»*. Барнаул, 12-13 марта 2008 г., т. 1, с. 372-373 [Morozova E.A., Vereshagin A.L. Vliyanie hitozanovogo preparata, poluchennogo iz nekonkicionnih cist *artemia sp.* na energiu prorostaniya semyan lna-dolgunca. *Sbornik statei III Mezdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii «Agrarnaya nauka – selskomu hozyaistvu»*. Barnaul, 12-13 march 2008, vol. 1, pp. 372-373 (In Russ.)]
4. Мещанова А.Г., Бызова Ю.С., Островной К.А., Поляков В.В. Ростостимулирующая активность флавоноидов экстрактов почек тополя бальзамического *populus balsamifera*. *Химия растительного сырья*, 2022, № 4, с. 269-276 [Meshanova A.G., Bizova U.S., Ostrovnoy K.A., Polyakov V.V. Rostostimuliruushaya aktivnost phlavonoidov ekstraktov pochek topolya balzamicheskogo *populus balsamifera*. *Himiya rastitel'nogo sirya*, 2022, no. 4, pp. 269-276, doi: 10.14258/jcprtm.20220411385 (In Russ.)]
5. Сорокин И.Б., Титова Э.В., Касимова Л.В., Кравец А.В. Способ выращивания льна-долгунца. Патент РФ № 2425481, 2011 [Sorokin I.B., Titova E.V., Kasimova L.V., Kraves A.V. *Sposob virashivaniya lna-dolgunca*. Patent RF № 2425481, 2011 (In Russ.)]
6. Комиссаров Г.Г. *Фотосинтез: физико-химический подход*. М.: Эдиториал УРСС, 2003, 224 с. [Komissarov G.G. *Photosynteze: fiziko-hemicheskii podhod*. M.: Editorial URSS, 2003, 224 p. (In Russ.)]
7. Будник М.И., Стребков Д.С., Евстафеев А.С., Апашева Л.М., Лобанов А.В., Овчаренко Е.Н., Сурдо А.В., Митьков Д.Н. Устройство получения экологически чистого раствора пероксида водорода для стимуляции роста и развития растений. Патент РФ № 2773011, 2022 [Budnik M.I., Strebkov D.S., Evstafeev A.S., Apasheva L.M., Lobanov A.V., Ovcharenko E.N., Surdo A.V., Mitkov D.N. *Ustroystvo polucheniya ekologicheskii chistogo rastvora peroksida vodoroda dlya stimulyacii rosta i razvitiya rasteniy*. Patent RF № 2773011, 2022 (In Russ.)]
8. Лобанов А.В., Рубцова Н.А., Комиссаров Г.Г. Фотокаталитическая активность хлорофилла в образовании пероксида водорода в воде. *Доклады Академии наук*, 2008, т. 421, № 6, с. 773-776. [Lobanov A.V., Rubcova N.A., Komissarov G.G. Photocataliticheskaya aktivnost hlorofilla v obrazovanii peroksida vodoroda v vode. *Dorlady Akademii nauk*, 2008, vol. 421, no 6, pp. 773-776 (In Russ.)]
9. Cooper W.J., Saltzman E.S., Zika R.G. The contribution of rainwater to variability in surface ocean hydrogen peroxide. *Journal of Geophysical Research*, 1987, vol. 92, pp. 2970-2980, doi: 10/1029/JC092iC03p02970.
10. Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза, И.А. Эфрона, статья «Перекись водорода», СПб., 1898, т. XXIII, с. 215 [Enciklopedicheskiy slovar F.A. Brokgauza, I.A. Efrona, statya «Perekis vodoroda» SPb., 1898, vol. XXIII, p. 215 (In Russ.)].

11. Смирнова Т.И., Осербаяев А.К., Алексеев А.В., Малахаев Е.Д., Муравьев Д.С. *Способ получения инулина из инулинсодержащего растительного сырья, в частности из клубней топинамбура, для медицинских и пищевых целей*. Патент РФ № 2485958, 2013 [Smirnova T.I., Oserbaev A.K., Alekseev A.V., Malahaev E.D., Muravev D.S. *Sposob polucheniya inulina iz inulinsoderzashchego rastitelnogo sirya, v chastnosti iz klubney topinambura, dlya medicinskih i pishchevikh celei*. Patent RF № 2485958, 2013 (In Russ.)].

12. Стребков Д.С., Будник М.И., Душков В.Ю., Апашева Л.М., Лобанов А.В., Овчаренко Е.Н., Турбин В.В., Розанцев М.В., Беляков А.М., Кулик К.Н. Повышение урожайности озимой пшеницы с помощью экологически чистого водного раствора пероксида водорода природной концентрации. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*, 2022, № 4, с. 64-67 [Strebkov D.S., Budnik M.I., Dushkov V.U., Apasheva L.M., Lobanov A.V., Ovcharenko E.N., Turbin V.V., Rozancev M.V., Belyakov A.M., Kulik K.N. Povishenie urozainosti ozimoi pshenici s pomoshchyu ekologicheskii chistogo vodnogo rastvora peroksida vodoroda prirodnoy konsentrasii. *Vestnik rossiyskoy selskhozaystvennoy nauki*, 2022, no. 4, pp. 64-67, doi: 10.31857/2500-2082/2022/4/64-67 (In Russ.)].

A NEW SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO THE ECOLOGICAL PROCESSING OF FLAX SEEDS, WHICH INCREASES GERMINATION AND PREVENTS THE ADHESION OF SEED MATERIAL

Budnik M.I.¹, Sergeev S.N.², Taraskin K.A.², Apasheva L.M.³, Rostovcev R.A.⁴, Uschapovsky I.V.⁴, Proletova N.V.⁴, Lobanov A.V.^{3,5}, Stepnova A.F.⁵, Kaziev G.Z.⁵, Ovcharenko E.N.¹, Barnashova E.K.⁶, Smurova L.A.³, Grudzinsky A.V.¹

¹ Russian Academy of Missile and Artillery Sciences

1-ya Myasnikovskaya str., 3, build. 3, Moscow, 107564, Russia; e-mail: ziraf@mail.ru

² Institute of Engineering Acoustics

9-May str., 7A, Dubna, 141981, Russia; e-mail: kant1958@yandex.ru

³ N.N. Semenov Federal Research Centre for Chemical Physics
of the Russian Academy of Sciences

Kosygina str., 4, Moscow, 119991, Russia

⁴ Federal Scientific Centre of Bast Crops
prosp. Komsomolsky, 17/56, z. Tver', 170041, Russia

⁵ Moscow Pedagogical State University
M. Pirogovskaya str., 1/1, Moscow, 119435, Russia

⁶ Federal Agrarian Scientific Center of the South-East
Tulaykova str., 7, Saratov, 410010, Russia

Received 18.07.2023. DOI: 10.29039/rusjbpс.2023.0632

Abstract. Flax is one of the most valuable technical and oilseed crops, the importance of which is still very great in the world. Russia has been the world's main producer of flax for many centuries. The problem of reviving the production, processing of flax and increasing its yield in the Russian Federation is particularly relevant at the present time, since flax is becoming the main raw material source for the powder industry and special chemicals instead of imported cotton. It is known that after moistening flax seeds during their pre-sowing treatment, mucus is released, and the seeds stick together, which complicates and slows down the process of pre-sowing preparation of seed material. A new scientific and methodological approach to the ecological treatment of flax seeds is based on the creation of a prescription environmentally friendly composition consisting of a natural stimulator of plant growth and development and a polymer forming a biodegradable polymer film of natural origin on seeds that does not let mucus out and thereby prevents seeds from sticking together after processing. An environmentally friendly aqueous solution of hydrogen peroxide of natural concentration from 2.94×10^{-6} to 82.00×10^{-6} M was used as a stimulant for the growth and development of flax, which at the same time was a solvent for the natural biodegradable polymer inulin, which is D-fructose, highly soluble in water; the concentration of inulin was in the range of 1.5-2.5%. In the experiments, flax seeds of the Universal variety of the 2020 harvest were used. Semi-dry treatment of seeds was carried out, then they were dried until completely dry and the formation of a loose state. The best result was obtained after processing flax seeds with a composition consisting of an environmentally friendly aqueous solution of hydrogen peroxide with a concentration of 5×10^{-6} M and 2% inulin solution, namely: there was no seed sticking, and seed germination increased by 30% compared to the control.

Key words: *flax, environmentally friendly hydrogen peroxide, inulin, seed treatment without sticking, increased germination.*