

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-4-35-42>
УДК: 635.655:631.547:632.937.15

Н.А. Еремина¹, Л.М. Соколова^{2*}

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИССОК, ул. Селекционная, д. 14

² Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) 140153, Россия, Московская область, Раменский район, д. Веря, стр. 500

*Автор для переписки: lsokolova74@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

Вклад авторов: Соколова Л.М.: научное руководство исследованием. Еремина Н.А., Соколова Л.М.: проведение лабораторной оценки, работа с литературой, подготовка материалов для статьи, анализ полученных результатов, подготовка черновика рукописи. Еремина Н.А.: статистическая обработка данных.

Для цитирования: Еремина Н.А., Соколова Л.М. Проблемы при производстве органических проростков сои овощной, связанные с проявлением патогенной микрофлоры. *Овощи России*. 2024;(4):35-42. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-4-35-42>

Поступила в редакцию: 15.05.2024

Принята к печати: 17.06.2024

Опубликована: 08.07.2024

Nadezhda A. Eremina¹, Lyubov M. Sokolova^{2*}

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Selektsionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

² All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center 500, Vereya village, Ramensky urban district, Moscow region, Russia

*Corresponding Author: lsokolova74@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: Sokolova L.M.: scientific leadership of the study. Eremina N.A., Sokolova L.M.: laboratory assessment, work with literature, preparation of materials for the manuscript, analysis of the results, preparation of the draft manuscript. Eremina N.A.: statistical data processing. All authors took part in writing the manuscript.

For citation: Eremina N.A., Sokolova L.M. Problems in the production of organic vegetable soybean seedlings associated with the manifestation of pathogenic microbiota. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(4):35-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-4-35-42>

Received: 15.05.2024

Accepted for publication: 17.06.2024

Published: 08.07.2024

Проблемы при производстве органических проростков сои овощной, связанные с проявлением патогенной микрофлоры

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Употребление в пищу натурального продукта проростков может полностью восполнить организм недостающими витаминами, но существуют проблемы в получении проростков – поражение семян комплексом фитопатогенов. Получение соевых проростков высокого качества является актуальной задачей.

Цель исследований – выявить основные проблемы, связанные с проявлением и снятием патогенной микрофлоры при производстве проростков сои овощной.

Материал и методика. Материалом служили семена отечественных и зарубежных сортов сои. Определение всхожести и зараженности семян проводили по ГОСТ 12038-84 в 4х повторностях. Способы обеззараживания семян: ультрафиолетовое излучение и озонирование.

Результаты и обсуждение. Выявлено, что сорт Hidaka имеет большую зараженность семян 48,7%, и низкую всхожесть. Сорта Сибирячка и Лидия обладают высокой всхожестью, зараженность патогенами 6 и 8% соответственно. Заражение семян сорта Бара было минимальным 2,7%, этот сорт был взят в дальнейшую работу. Выделены патогены из родов *Mucor* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Pythium* spp., *Penicillium*. Определены фазы водопотребления сои овощной, что позволяет определить массу семени в конкретный период времени и использовать данные для предпосевной обработки семян. Апробированы экологические методы обеззараживания семенного материала – обработка ультрафиолетовым излучением, применение озоновой мойки и озонирование воды. Анализ процентного соотношения выхода здоровых и пораженных проростков в зависимости от способа обработки семян показал, что вариант без обработки имеет самое низкое количество здоровых проростков – 10,76%. Обработка сухих семян УФ и обработка в озоновой мойке позволили увеличить выход здоровых проростков до 14,24 и 14,30% соответственно. Обработка УФ замоченных семян позволила увеличить выход здоровой продукции на 62%, а вариант применения озоновой мойки с дальнейшим использованием озонированной воды позволил получить максимальный выход здоровых проростков – 20,04%, что в 2 раза выше по отношению к контролю.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

проростки сои, органическое питание, качество семян, патогены, бактериоз, *Mucor* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Pythium* spp., *Penicillium*

Problems in the production of organic vegetable soybean seedlings associated with the manifestation of pathogenic microbiota

ABSTRACT

Relevance. Eating a natural product of seedlings can completely replenish the body with missing vitamins, but there are problems in obtaining seedlings – damage to seeds by a complex of phytopathogens. Obtaining high-quality soy seedlings is an urgent task.

The purpose of the research is to identify the main problems associated with the manifestation and removal of pathogenic microbiota in the production of vegetable soybean seedlings.

Material and Methods. The seeds of domestic and foreign soybean varieties served as the material. Patent No. 2349098 of the Russian Federation. The determination of germination and infection of seeds was carried out according to GOST 12038-84 in 4 repetitions. Methods of disinfection of seeds: ultraviolet radiation and ozonation.

Results and Discussion. It was revealed that the Hidaka variety has a high seed contamination of 48.7%, and low germination. The varieties Sibiryachka and Lydia have high germination, pathogen infestation is 6 and 8%, respectively. The contamination of the seeds of the Bar variety was a minimum of 2.7%, this variety was taken into further work. Pathogens from the genera *Mucor* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Pythium* spp., *Penicillium* have been isolated. The phases of water consumption of vegetable soybeans have been determined, which makes it possible to determine the weight of the seed in a specific period of time and use the data for pre-sowing seed treatment. Ecological methods of disinfection of seed material have been tested – treatment with ultraviolet radiation, the use of ozone washing and ozonation of water. An analysis of the percentage of the yield of healthy and affected seedlings, depending on the method of seed treatment, showed that the untreated option has the lowest number of healthy seedlings – 10.76%. UV treatment of dry seeds and treatment in an ozone sink allowed to increase the yield of healthy seedlings to 14.24 and 14.30%, respectively. UV treatment of soaked seeds allowed to increase the yield of healthy products by 62%, and the option of using an ozone sink with further use of ozonated water allowed to obtain the maximum yield of healthy seedlings – 20.04%, which is 2 times higher relative to the control.

KEYWORDS:

soybean seedlings, organic nutrition, seed quality, pathogens, bacteriosis, *Mucor* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Pythium* spp., *Penicillium*

Введение

В зимний период сложно найти натуральные, богатые витаминами продукты, особенно в мегаполисе. В процессе хранения фрукты и овощи теряют большое количество витаминов. В последние десятилетия внимание экспертов, занимающихся исследованием здорового питания, все больше и больше акцентируется на биологической ценности пищевых проростков. Употребление в пищу такого простого натурального продукта как проростки может полностью восполнить организм недостающими витаминами [1].

Согласно ГОСТ 20290 74, проросток – это росток вместе с развившимися зародышевыми корешками. Пророщенные семена обладают колоссальной питательной ценностью и содержат высокую концентрацию витаминов, минералов, белков, ферментов и антиоксидантов [2,3].

Во время прорастания семени выделяют основные фазы: водопоглощения, набухания, роста первичных корешков, развития ростка, фаза становления проростка. В течение фазы водопоглощения сухие семена в состоянии покоя поглощают определенное количество влаги из воздуха или субстрата. При появлении в семенах свободной воды начинается фаза набухания семян. Набухание семян это одно из основных условий для их прорастания. Во время набухания, происходит изменение физического состояния семени (оболочки семян становятся эластичными, семена увеличиваются в объеме), тем самым создаются условия для начала жизненных процессов в семени [4,5]. Окончанием фазы является наклеивание семени, для этого требуется определенное количество поглощенной воды. Количество воды, поглощаемое семенами, зависит от состава преобладающих в них запасных веществ [6]. Начало фазы роста первичных корешков характеризуется первым делением клеток первичного корешка, однако путем наблюдения его можно определить позже по появлению над оболочкой семени первичного корешка - [7]. Фаза развития проростка начинается с появлением ростка. Рост корешков в это время продолжается [8]. Завершающей фазой прорастания семян является фаза становления проростка, и оканчивается она переходом проростка на автотрофное питание [9]. Для использования в пищу проростки сои должны быть не более 4-5 см длиной, так как далее проросток становится грубым и жестким.

Биохимический состав семян существенно изменяется во время прорастания. Количество изменений белковых фракций, доля азотсодержащих фракций смещаются в сторону меньших белковых фракций, олигопептидов и свободных аминокислот. Помимо этого во время прорастания происходят изменения

количества аминокислот (некоторые из них растут, другие уменьшаются или не изменяются), образуются небелковые аминокислоты. Питательная ценность соевых проростков изменяется во время прорастания семян: увеличивается содержание свободных аминокислот, каротин, витамины группы В и С до 200-кратной величины по сравнению с сухими семенами, в то же время снижается содержание фитиновой кислоты и активность ингибитора трипсина [10]. Вследствие этих изменений биологическая ценность белка проростков возрастает [11].

Соя широко используется для выращивания проростков, употребляемых в пищу в сыром виде, а также для приготовления супов, салатов, бутербродов [12,13,14]. При помощи этого продукта можно эффективно бороться с авитаминозом. Ростки содержат практически все известные микроэлементы. Следует отметить, что лецитин защищает желчные протоки от появления камней и холестериновых бляшек [15,16,17]. Пророщенная соя благотворно влияет на обмен веществ, улучшает память, концентрирует внимание, нормализует работу головного мозга в целом. При онкологических заболеваниях ростки сои незаменимы [18].

Однако известные способы проращивания соевых семян не позволяют получать соевые проростки высокого качества. Одна из первых причин получения соевых ростков максимальной возможной массы (длины), с максимальным содержанием аскорбиновой кислоты, что связано с одновременным появлением грубой волокнистой структуры ростков. В то же время, при получении ростков мягкой и безволокнистой структуры сохраняется высокая уреазная активность в семядолях. В этой связи, получение соевых проростков высокого качества (безволокнистой структуры с допустимой уреазной активностью, максимальным содержанием аскорбиновой кислоты и максимальным массовым выходом) для последующего использования в поликомпонентных пищевых продуктах, например в салатах, является задачей актуальной [19].

Вторая причина – это поражение семян и проростков комплексом фитопатогенов, среди которых особую опасность представляют возбудители фузариоза, альтернариоза, бактериоза и плесневения семян. Из всех грибных болезней сои наиболее вредоносны корневые гнили. Корневую гниль сои вызывает комплекс грибов. Основными патогенами являются *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Ascochyta sojaecola*, *Pythium* spp. и др. [20]. Доминирующими являются грибы фузариозной этиологии. На всходах болезнь проявляется в виде побурения корневой шейки и корня. На семядолях – глубокие бурые язвы с последующим появлением в них во

влажной среде розоватого налета с ярко-розовыми подушечками. Семена без внешних признаков заболевания, несущие внутреннюю инфекцию, дают больные проростки. Заражённость проростков сои может составлять около 50% [21].

Плесневение семян не только причиняет вред в период их хранения, но и является причиной изреженности всходов и плесневения оболочки семени при получении проростков. На пораженных оболочках семян появляется зеленый, жёлтый, розовый, темный или другого цвета налет, вызываемый грибами из родов *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp. На увлажненных семенах грибы быстро развиваются, так как после увлажнения они инкубируются в термостате с температурой 250С [22,23]

Во влажных условиях на пораженных бактериозом семенах после набухания, появляются светло-желтые, светло-бурые или темно-коричневые пятна. Семена покрываются бактериальным экссудатом и проростки гибнут. Поражение проростков бактериозом может достигать 70% и более [24,25].

Вопросы использования конкретных сортов сои для выращивания проростков, способов подготовки семян к посеву изучены недостаточно. В связи с этим изучение данных вопросов в настоящее время актуально. Исходя из выше изложенного **целью** исследований является выявить основные проблемы, связанные с проявлением и снятием патогенной микрофлоры при производстве органических проростков сои овощной.

Материал и методика

Исследования проводили во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО (Московская область) в лабораторных условиях. Объектом исследований служили семена отечественных и зарубежных сортов сои: сорт **Бара** – Воронежская овощная опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦО, **Hidaka** – Япония, **Сибирячка** – ФГБНУ Омский аграрный научный центр, **Лидия** – ФГБНУ

Всероссийский научно-исследовательский институт сои. Семена проращивали в термостате ТС 1/80 СПУ при температуре 25°С. Промывание семян производили под проточной водой 3 раза в сутки. В варианте применения озонированной воды промывание производилось озонированной водой.

Определение всхожести, энергии и зараженности семян проводили согласно ГОСТ 12038-84 в 4-х повторностях. Эксперимент организован с четырьмя повторностями.

Наиболее распространенными способами обеззараживания семян являются температура, различного рода излучения и химические вещества. При выращивании проростков особенно важное значение имеет биологическая безопасность применяемых способов. В нашем эксперименте использовались ультрафиолетовое излучение и озонирование.

Ультрафиолетовое излучение занимает спектральный диапазон между видимым и рентгеновским излучениями. По данным ряда исследователей, предпосевное УФ-облучение семян положительно влияет на стойкость к различным заболеваниям и неблагоприятным климатическим факторам. В результате УФ-облучения, в семенах изменяется уровень окисления липидов, pH и активность АТФ, что ведет к усилению биоэнергетических процессов. Также облучение семян ультрафиолетом приводит к уничтожению фитопатогенов и становится экологически чистым аналогом традиционного химического протравливания [24].

Обработку ультрафиолетовым излучением проводили в боксе STERIX PROFESSIONAL MUSTER.

В связи с тем, что методических рекомендаций по обработке семян для получения проростков нет, наш опыт был построен на подборе вариантов изучения влияния УФ на снятие патогенной микрофлоры при производстве органических проростков сои овощной. Опыт включал в себя варианты:

1. Сухие и замоченные семена выдерживали в боксе в экспозиции 10 мин.

Таблица 1. Всхожесть, энергия и зараженность семян сои различных сортов
Table 1. Germination, energy and contamination of soybean seeds of various varieties

Сорт	Год репродукции	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Зараженность, %
Бара	2023	160,3	94,0	98,0	2,7
Hidaka	2023	289,0	87,3	92,7	48,7
Сибирячка	2023	184,7	95,3	99,3	6,0
Лидия	2023	159,4	91,3	96,0	8,0

2. Обработка УФ замоченных семян в воде на 24 часа в экспозиции 10 мин.

3. Для контроля использовали сухие семена.

Озон подавляет бактерии и вирусы, попадая внутрь клетки, разрушает ее клеточную оболочку, что приводит к их гибели. Причиной нарушения целостности оболочек бактериальных клеток является окисление фосфолипидов и липопротеидов [25]. Озон, как один из сильнейших окислителей, разрушает (расщепляет) сложные органические соединения на фрагменты. Макромолекулы липопротеидов разрушаются по месту связей липидной части и белковой, затем расщепление идет на более мелкие фрагменты [26]. Прекращается процесс размножения патогенов, и нарушается способность соединяться с клетками организма.

Озонирование проводили с использованием озонной мойки IDELSTAR, модель IS – 19. В барабан мойки помещали образцы на 10 минут.

Опыт включал в себя варианты:

1. Семена, обработанные в озонной мойке, заливали водопроводной водой.

2. Семена, обработанные в озонной мойке, заливали озонированной водой.

Используемая озонированная вода приготавливалась в озонной мойке в течение 10 минут непосредственно перед использованием.

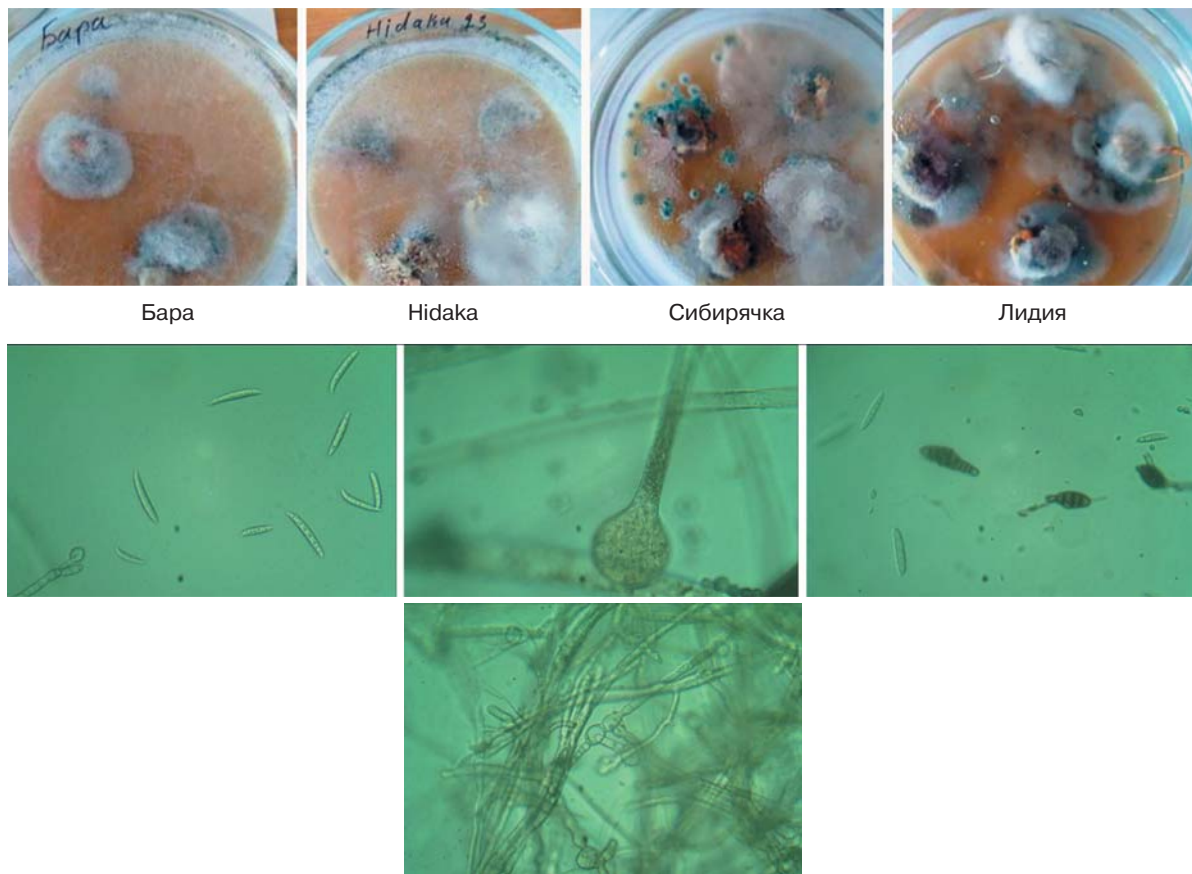
В работе были использованы следующие методики: Пат. РФ. №2349098. Способ получения соевых ростков [27].

Результаты и обсуждение

Для получения проростков необходимо использовать здоровые семена. Согласно ГОСТ 12038-84, было проведено определение энергии прорастания семян сои, всхожести, зараженности семян комплексом патогенов. В опыте были использованы семена различных сортов эколого-географического происхождения (табл. 1).

Сорт Hidaka обладает крупными семенами и высокой массой 1000 семян, что положительно должно сказаться на массе полученных проростков. Однако этот сорт показал самую большую зараженность семян 48,7% и, соответственно, низкие показатели энергии и всхожести. Семена сортов Сибирячка и Лидия мельче, но энергия и всхожесть у них значительно выше. Зараженность патогенами этих семян составила 6 и 8% соответственно. Семена сорта Бара достаточно мелкие – масса 1000 семян 160,3, но энергию и всхожесть показали в пределах нормы.

Проявление патогенов на семенах сои овощной связано с эколого-географическим происхождением сортов и агрометеорологическими условиями выращивания.



Fusarium spp., Mucor spp., Alternaria spp., Pythium spp., Penicillium spp.

Рис. 1. Анализ патогенной микрофлоры на различных сортах сои и родовая идентификация
Fig. 1. Analysis of pathogenic microflora on various soybean varieties and generic identification

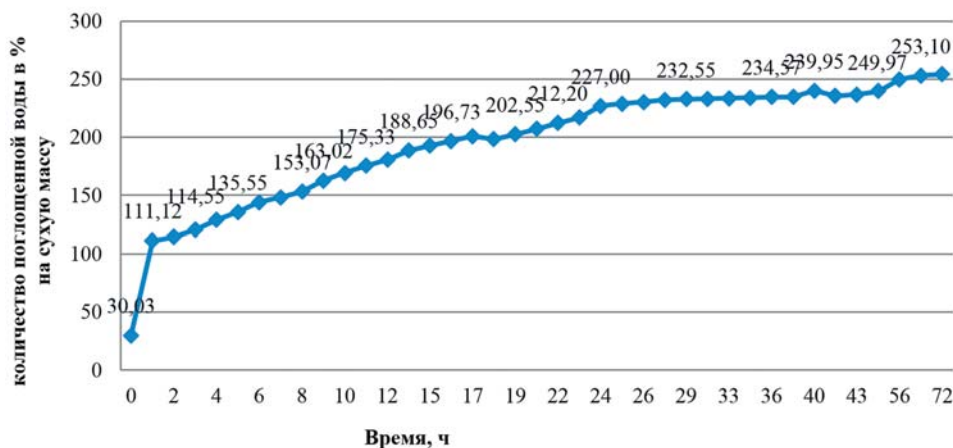


Рис. 2. Динамика набухания воздушно-сухих семян сорта Бара
Fig. 2. Dynamics of swelling of air-dry seeds of the Bara variety

На рисунке 1 представлена раскладка на питательной среде PDA и идентификация комплекса патогенов на семенах сои после определения всхожести.

В результате проведенного фитопатологического анализа с семян были выделены патогены из рода *Mucor* spp., это представитель плесневелых грибов и представители грибных болезней *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. и *Pythium* spp., а также грибов рода *Penicillium*.

Из-за большой инфицированности остро встал вопрос о подборе экологических методов по обеззараживанию семян сои с целью получения здоровых проростков. Для этого были заложены серии опытов с подборкой способов обработки семян.

Заражение семян сорта Бара было минимальным в опыте – 2,7%, поэтому в дальнейшую работу были взяты семена сорта Бара.

В наших исследованиях изучали особенности прорастания семени на разных фазах: водопоглощения, набухания, роста первичных корешков, развития ростка, фаза становления проростка.

На рисунке 2 показана динамика набухания семян. Основное водопоглощение проходит в первые часы. Семена сои поглощают до 130% воздушно-сухой массы. Далее набор воды идет постепенно, и к 24

часам количество поглощенной воды составляет 237% от массы сухого семени.

После 24 часов поглощение воды замедляется, и кривая выходит на плато – семя вступает в фазу роста первичного корешка. С 48 часов идет активный рост корешка и ростка, и к 72 часам получается готовый к употреблению в пищу проросток.

Для определения наиболее подходящего способа обработки каждые 24 часа было проведено взвешивание образцов. На рисунке 3 представлена динамика увеличения сырой массы проростков, полученных с навески (30 г), в зависимости от способа обработки.

В первые 24 часа отмечены высокие показатели массы образцов в вариантах без обработки и варианте с применением озоновой мойки. Однако через 48 ч после начала опыта самая высокая масса образца была отмечена при применении озонированной воды – на 2,12 г выше к контролю. Также в варианте применения озоновой мойки мы наблюдали снижение набора массы образцов относительно контроля. Через 72 ч мы получили окончательную массу образцов. Все варианты обработок оказали положительное влияние на увеличение массы проростков. Так вариант обработки УФ сухих семян позволил увеличить массу проростков на

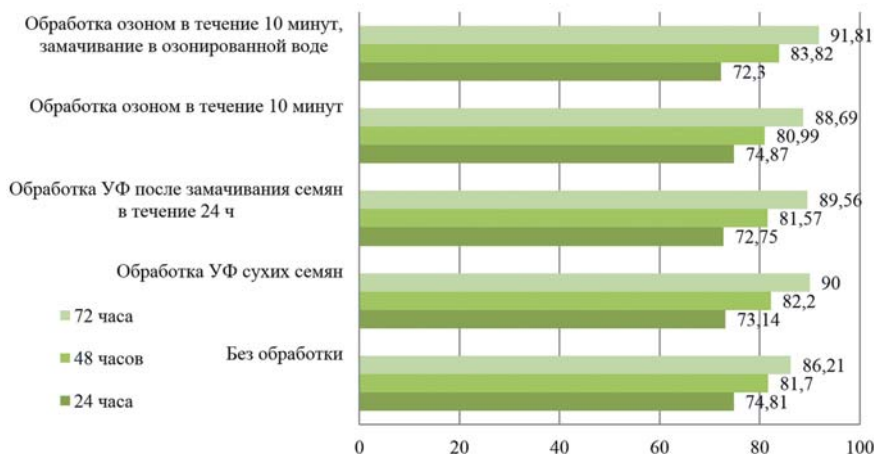


Рис. 3. Динамика увеличения сырой массы проростков под действием различных обработок, г
Fig. 3. Dynamics of the increase in the crude mass of seedlings under the influence of various treatments, g

Таблица 2. Коэффициент корреляции по вариантам опыта, r
Table 2. Correlation coefficient by experience variants, r

Вариант	24 часа	48 часов	72 часа	r
Без обработки	74,81	81,7	86,21	
Обработка УФ сухих семян	73,14	82,2	90,0	1,00
Обработка УФ после замачивания семян в течение 24 ч	72,75	81,57	89,56	1,00
Обработка озоном в течение 10 минут	74,87	80,99	88,69	0,98
Обработка озоном в течение 10 минут, замачивание в озонированной воде	72,3	83,82	91,81	1,00

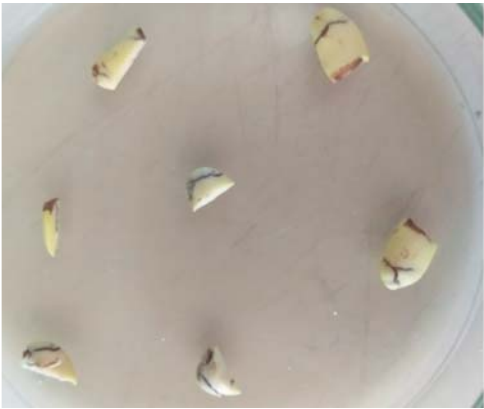
4,4%, а вариант применения озоновой мойки с использованием озонированной воды – на 6,5%.

В данном опыте коэффициент корреляции (r) близок к 1, что свидетельствует о высокой взаимосвязи (табл. 2).

После 48 часов были отмечены первые признаки поражения проростков, которые представлены на рисунке 4. Данный признак проявлялся при рас­трескивании семядолей в фазу набухания. Для выявления внутренней инфицированности семян образцы с признаками поражения были разложены на питательную среду PDA.

В результате было выявлено, что внутренняя инфицированность семян представлена бактериозом и черной гнилью, вызываемой грибами рода *Alternaria* spp.

Далее был проведен анализ процентного соотношения выхода здоровых и пораженных проростков в зависимости от способа обработки семян (рис. 5). Вариант без обработки показал самое низкое количество здоровых проростков – 10,76%. Низкий процент выхода здоровых проростков объясняется проявление внутренней инфекции семени при повышенном водопотреблении. Поскольку разви-



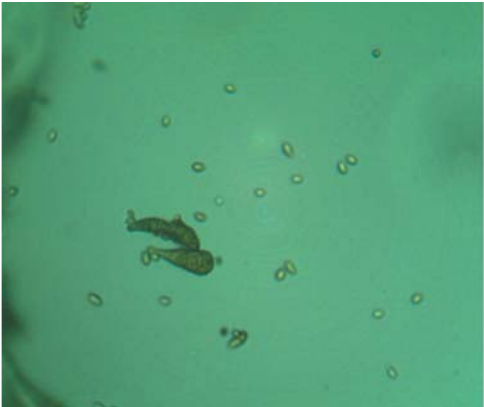
Раскладка семян с признаками поражения на питательной среде PDA



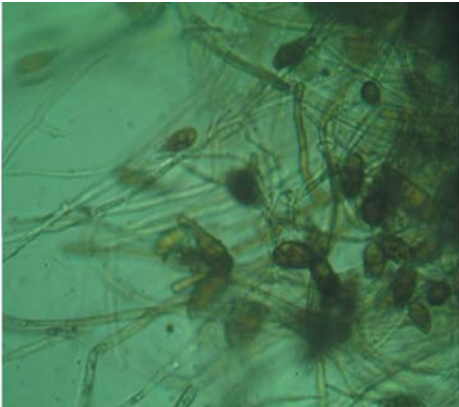
Проявление бактериоза



Проявление грибных патогенов



Alternaria spp.



Alternaria spp.



Alternaria spp.

Рис. 4. Анализ внутренней инфицированности семян сои при набухании
Fig. 4. Analysis of internal infection of soybean seeds during swelling

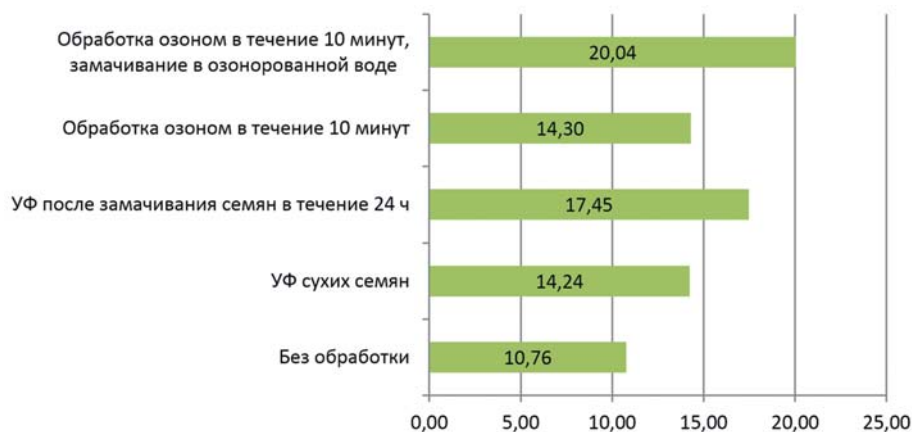


Рис. 5. Выход здоровых проростков в зависимости от способа обработки семян, %
Fig. 5. The yield of healthy seedlings depending on the method of seed treatment, %

тие патогена происходит при повышенной влажности (более 80%) и повышенных температурах – выше 25°C. Обработка сухих семян УФ и обработка в озоневой мойке позволили увеличить выход здоровых проростков до 14,24 и 14,30% соответственно.

Обработка УФ замоченных семян позволила увеличить выход здоровой продукции на 62%, а вариант применения озоневой мойки с дальнейшим использованием озонированной воды позволил получить максимальный выход здоровых проростков – 20,04%, что в 2 раза выше по отношению к контролю.

Заключение

Определены фазы водопотребления сои овощной, что позволяет определить массу семени в конкретный период времени и позволяет использовать эти данные для предпосевной обработки семян.

В ходе комплексной оценки семенного материала

и проростков сои овощной были выявлены патогены рода: *Mucor* spp., *Fusarium* spp, *Alternaria* spp, *Pythium* spp., *Penicillium*.

Апробированы экологические методы обеззараживания семенного материала – обработка ультрафиолетовым излучением, применение озоневой мойки и озонирование воды.

Доказано положительное влияние обработки семян озонем и ультрафиолетовым излучением. Обработка УФ замоченных семян позволила увеличить выход здоровой продукции на 62%, а вариант применения озоневой мойки с дальнейшим использованием озонированной воды позволил получить максимальный выход здоровых проростков – 20,04%, что в 2 раза выше по отношению к контролю. Обозначены основные проблемы при получении проростков сои и перспективы на дальнейшие исследования для увеличения объемов здоровой продукции и отработки методики для товаропроизводителей.

Литература

1. Penas E., Gomez R., Frias J., Vidal-Valverde C. Application of high-pressure on alfalfa (*Medicago sativa*) and mung bean (*Vigna radiata*) seeds to enhance the microbiological safety of their sprouts. *Food Control*. 2008;19(7):698–705. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.07.010>
2. Finley J.W. Proposed criteria for assessing the efficacy of cancer reduction by plant foods enriched in carotenoids, glucosinolates, polyphenols and selenocompounds. *Annals of Botany*. 2005;(95):1075–1096. <http://doi.org/10.1093/aob/mci123>
3. Schenker S. Facts behind the headlines, Broccoli. *British Nutrition Foundation – Nutrition Bulletin*. 2002;(27):159–160. <http://doi.org/10.3167/2072-6724-2021-34-4-56-67>
4. Аскоченская Н.А. Состояние воды в семенах. М., 1971. 168 с.
5. Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян. М.: Колос, 1976. 256 с.
6. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М.: КомКнига, 2007. 510 с.
7. Кефеле В.И. Рост растений. М.: Колос. 1973. 120 с.
8. Тимирязев К.А. Земледелие и физиология растений. Избранные сочинения. Т. 2. М.: Сельхозиздат, 2006. 423 с.
9. Николаева М.Г. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. М.: Колос, 1982. 495 с.
10. Kim S.D., Kim S.H., Hong E.H. Composition of soybean sprout and its nutritional value. *Korean Soybean Sigest*. 1993;(10):1–9. <http://doi.org/10.7740/kjcs.2011.56.3.226>
11. Marton M., Mandoki Zs., Csapo-Kiss Zs., Csapo J. The role of sprouts in human nutrition. A review. *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*. 2010;(3):81–117.
12. Иванова М.И., Кашлева А.И., Разин А.Ф. Проростки – функциональная органическая продукция (обзор). *Вестник Марийского государственного университета. Серия: сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. 2016;3(7):19–29. <https://elibrary.ru/wncrgt>
13. Зимина Г. Микрозелень: огромная польза в маленьких ростках или очередная уловка маркетологов? [Электронный ресурс] URL: <https://www.ogorod.ru/ru/main/useful/14761/Mikrozelen-ogromnaya-polza-v-malenkikh-rostkakh-ili-ocherednaya-ulovka-marketologov.htm>
14. Шукис Е.Р., Шукис С.К. Изучение сортового состава сои в условиях Приобской лесостепи Алтайского края. *Достижения науки и техники АПК*. 2015;(6):41–43. <https://elibrary.ru/ucraff>
15. Тутельян В.А., Шарафетдинов Х.Х., Кочеткова А.А. и др. Теоретические и практические аспекты диетотерапии при сахарном диабете 2 типа. М.: Библио-Глобус, 2017. 244 с. ISBN: 978-5-9909278-9-6. <http://doi.org/10.18334/9785990927896> <https://elibrary.ru/xqqjsh>

16. Высоцкий В.Г., Тутельян В.А. Методические проблемы исследования качества новых источников биологических белков. Медицина и здравоохранение. Сер.: Гигиена. Обзорная информация. Вып. 1. М.: ВНИИМИ, 1987. 63 с.
17. Княжев В.А., Большаков О.В. Задачи научных организаций по реализации Концепции Государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2005 года. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 1999;(12):11-14. <https://elibrary.ru/scrsiv>
18. Рогов И.А., Титов Е.И., Неведова Н.В., Ганина В.И. Продукты питания с про- и пребиотическими свойствами. *Пищевая промышленность*. 2008;(2):38-39. <https://elibrary.ru/ilibht>
19. Петибская В.С., Ефремова Е.Г. Выбор сырья для производства соевых белковых продуктов. *Известия ВУЗов. Пищевая технология*. 2003;(4):109. <https://elibrary.ru/qcpiqr>
20. Шкаликов В.А., Белошапкина О.О. Защита растений от болезней. М.: Колос С. 2003, 255 с.
21. Простакова Ж.Г., Ганя А.И. Грибные болезни сои и меры борьбы с ними. АН Молдавской ССР. Киев: Штиинца. 1983. 35 с.
22. Новосадов И.Н., Дубовицкая Л.К., Положиёва Ю.В. Диагностика болезней сои. Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. 62 с.
23. Попкова К.В. Общая фитопатология. Москва: Дрофа, 2005. 445 с. (Классики отечественной науки). ISBN 5-7107-7752-8. <https://elibrary.ru/qkwydyd>
24. Лебедева Н.Н., Девочкина Н.Л. Способы стимулирования прорастания семян при выращивании микрозелени. *Картофель и овощи*. 2023;(5):29-32. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.70.33.004> <https://elibrary.ru/xajgjm>
25. Нормов Д.А., Шевченко А.А., Шхалахов Р.С., Квитко А.В. Способ обработки яиц в инкубаторах. Патент на изобретение RU 2343700. 08.10.2007.
26. Потапенко И.А., Усков А.Е., Шевченко А.А., Квитко А.В. Устройство для предпосевной обработки семян. Патент на полезную модель RU 97237. 13.10.2009.
27. Дотченко С.М., Кодирова Г.А. Пат. РФ. №2349098. Способ получения соевых ростков. 2009.

• References

1. Penas E., Gomez R., Frias J., Vidal-Valverde C. Application of high-pressure on alfalfa (*Medicago sativa*) and mung bean (*Vigna radiata*) seeds to enhance the microbiological safety of their sprouts. *Food Control*. 2008;19(7):698–705. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.07.010>
2. Finley J.W. Proposed criteria for assessing the efficacy of cancer reduction by plant foods enriched in carotenoids, glucosinolates, polyphenols and selenocompounds. *Annals of Botany*. 2005;(95):1075–1096. <http://doi.org/10.1093/aob/mci123>
3. Schenker S. Facts behind the headlines, Broccoli. *British Nutrition Foundation – Nutrition Bulletin*. 2002;(27):159–160. <http://doi.org/10.3167/2072-6724-2021-34-4-56-67>
4. Askochenskaya N.A. The state of water in seeds. M., 1971. 168 p. (In Russ.)
5. Ovcharov K.E. Physiology of seed formation and germination. M.: Kolos, 1976. 256 p. (In Russ.)
6. Lotova L.I. Morphology and anatomy of higher plants. Moscow: KomKniga, 2007. 510 p. (In Russ.)
7. Kefelev V.I. Plant growth. M.: Kolos. 1973. 120 p. (In Russ.)
8. Timiryazev K.A. Agriculture and plant physiology. Selected works. Vol. 2. M.: Agricultural publishing house, 2006. 423 p. (In Russ.)
9. Nikolaeva M.G. Physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. M.: Kolos, 1982. 495 p. (In Russ.)

10. Kim S.D., Kim S.H., Hong E.H. Composition of soybean sprout and its nutritional value. *Korean Soybean Sigest*. 1993;(10):1–9. <http://doi.org/10.7740/kjcs.2011.56.3.226>
11. Marton M., Mandoki Zs., Csapo-Kiss Zs., Csapo J. The role of sprouts in human nutrition. A review. *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*. 2010;(3):81–117.
12. Ivanova M.I., Kashleva A.I., Razin A.F. Seedlings – functional organic products (review). *Vestnik of Mari State University. Chapter: agriculture. Economics*. 2016;3(7):19-29. <https://elibrary.ru/wncrgt> (In Russ.)
13. Zimina G. Micro-greenery: a huge benefit in small sprouts or another trick of marketers? [Electronic resource] URL: <https://www.ogorod.ru/ru/main/useful/14761/Mikrozelen-ogromnaya-polzav-malenkikh-rostkakh-ili-ocherednaya-ulovka-marketologov.htm>. (In Russ.)
14. Shukis E.R., Shukis S.K. Investigation of varietal composition of soybean under conditions of forest-steppe ob region in Altai krai. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2015;(6):41-43. <https://elibrary.ru/ucraff> (In Russ.)
15. Tutelyan V.A.1, Sharafetdinov Kh.Kh.1, Kochetkova A.A.1, Vorobeva V.M., Vorobeva I.S., Glazkova I.V., Zhilinskaya N.V., Zorina E.E., Kiseleva T.L., Kodentsova V.M., Plotnikova O.A., Sarkisyan V.A., Smirnova E.A. Theoretical and practical aspects of dietary therapy at type 2 diabetes mellitus. Moscow: Biblio-Globus, 2017. 244 p. ISBN: 978-5-9909278-9-6. <http://doi.org/10.18334/9785990927896> <https://elibrary.ru/xqqjsh> (In Russ.)
16. Vysotsky V.G., Tutelyan V.A. Methodological problems of quality research of new sources of biological proteins. Medicine and healthcare. Ser.: Hygiene. Overview information. Issue 1. Moscow: VNIIMI, 1987. 63 p. (In Russ.)
17. Knyazhev V.A., Bolshakov O.V. Tasks of scientific organizations for the implementation of the Concept of State policy in the field of healthy nutrition of the population of the Russian Federation for the period up to 2005. *Storage and processing of farm products*. 1999;(12):11-14. <https://elibrary.ru/scrsiv> (In Russ.)
18. Rogov I.A., Titov E.I., Nefedova N.V., Ganina V.I. Food products with pro- and prebiotic properties. *Food industry*. 2008;(2):38-39. <https://elibrary.ru/ilibht> (In Russ.)
19. Petibskaya V.S., Efremova E.G. The choice of raw materials for the production of soy protein products. *Izvestiya Vuzov. Food technology*. 2003;(4):109. <https://elibrary.ru/qcpiqr> (In Russ.)
20. Shkalikov V.A., Beloshapkin O.O. Protection of plants from diseases. M.: Kolos S. 2003, 255 p. (In Russ.)
21. Prostakova Zh.G., Gania A.I. Fungal diseases of soybeans and measures to combat them. Academy of Sciences of the Moldavian USSR. Kiev: Shtiinets. 1983. 35 p. (In Russ.)
22. Novosadov I.N., Dubovitskaya L.K., Polozhieva Yu.V. Diagnosis of soybean diseases. Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University Publishing House, 2017. 62 p. (In Russ.)
23. Popkova K.V. General phytopathology. Moscow: Bustard, 2005. 445 p. (Classics of Russian science). ISBN 5-7107-7752-8. <https://elibrary.ru/qkwydyd> (In Russ.)
24. Lebedeva N.N., Devochkina N.L. Ways to stimulate the germination of seeds for micro-greens. *Potato and vegetables*. 2023;(5):29-32. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.70.33.004> <https://elibrary.ru/xajgjm> (In Russ.)
25. Normov D.A., Shevchenko A.A., Shkhalakhov R.S., Kvitko A.V. Method of processing eggs in incubators. Patent for the invention RU 2343700. 08.10.2007. (In Russ.)
26. Potapenko I.A., Uskov A.E., Shevchenko A.A., Kvitko A.V. Device for pre-sowing seed treatment. Patent for the utility model RU 97237. 10/13/2009. (In Russ.)
27. Dotsenko S.M., Kodirova G.A. Patent. RF. No.2349098. The method of obtaining soy sprouts. 2009. (In Russ.)

Об авторах:

Надежда Александровна Еремина – младший научный сотрудник сектора семеноведения, galanova.nadejda@yandex.ru, SPIN-код: 6736-3064, <https://orcid.org/0000-0003-3277-5794>; Researcher ID: AA/3384-2021

Любовь Михайловна Соколова – доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник сектора селекции и семеноводства корнеплодных культур, автор для переписки, Isokolova74@mail.ru, SPIN-код: 2187-0416, <https://orcid.org/0000-0001-6223-4767>

About the Authors:

Nadezhda A. Eremina – Junior Researcher at the Laboratory of Physiological Foundations of Vegetable Seed Science, galanova.nadejda@yandex.ru, SPIN-code: 6736-3064, <https://orcid.org/0000-0003-3277-5794>
Lyubov M. Sokolova – Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Corresponding Author, Isokolova74@mail.ru, SPIN-code: 2187-0416, <https://orcid.org/0000-0001-6223-4767>