

Термическое обеззараживание семян моркови и свеклы

Thermal treatment of carrot and red beet seeds

Соколова Л.М., Янченко А.В., Федосов А.Ю.,
Азопков М.И., Голубович В.С.

Sokolova L.M., Yanchenko A.V., Fedosov A.Yu.,
Azopkov M.I., Golubovich V.S.

Аннотация

Abstract

Морковь и свекла столовая – одни из самых распространенных в овощеводстве корнеплодных культур. Важный признак семян высокого качества – отсутствие болезней, передаваемых через семена. Эффективный контроль болезней растений имеет решающее значение для надежного производства овощей и потенциально может привести к значительной экономии использования воды, земли, топлива и других ресурсов в сельском хозяйстве. Присутствие в семенах патогенов, передающихся через семена, либо препятствует прорастанию, либо может привести к эпифитотиям из-за передачи возбудителя болезни от семени к растению. За последние годы отмечено увеличение числа заболеваний, вызванных фитопатогенными грибами, бактериями и вирусами. В зависимости от погодных условий и фитосанитарного состояния посевов, распространенность болезней может достигать 70-80% от всей популяции растений, а урожайность снижаться в ряде случаев на 80-98%. Цель исследований – выявить инфицированность и родовую принадлежность патоконплекса грибных болезней на семенах моркови и свеклы столовой, а также подобрать оптимальный режим обработки семян. Термическая обработка семян представляет собой жизнеспособную альтернативу химической обработке для уничтожения патогенов. Задача термической обработки – найти наилучшее сочетание продолжительности экспозиции и температуры, которое обеспечивает максимальную гибель патогенов при минимальном разрушающем воздействии на семена. Основное предположение, оправдывающее термическую обработку, заключается в том, что патоген-мишень более чувствителен к высокотемпературному стрессу, чем семена. Целевыми патогенными микроорганизмами являются в основном грибы, вирусы и бактерии, находящиеся на поверхности и внутри семян. В настоящей статье отражено влияние термической обработки семян столовой свеклы и моркови на всхожесть и их зараженность патогенами. Показана высокая эффективность термической обработки семян столовой свеклы и моркови против *Alternaria*. Дана визуальная оценка эффективности термической обработки на питательной среде Чапека.

One of the most common root vegetables in vegetable growing are carrots and beets. One of the important signs of qualitative changes is the absence of diseases transmitted through seeds. Effective control of plant diseases is crucial for the reliable production of vegetables and can potentially lead to a significant reduction in the use of water, land, fuel and other resources in agriculture. The presence of pathogens transmitted through seeds in seeds either prevents germination, or can lead to epiphytotic diseases due to the transmission of the pathogen from the seed to the plant. In recent years, there has been an increase in the number of diseases caused by phytopathogenic fungi, bacteria and viruses. Depending on the weather conditions and the phytosanitary condition of crops, the prevalence of diseases can reach 70-80% of the entire plant population, and the yield can decrease in some cases by 80-98%. The purpose of the research is to identify the infection and generic affiliation of the pathocomplex of fungal diseases on carrot and beet seeds, as well as to choose the optimal seed treatment regime. Heat treatment of seeds is a viable alternative to chemical treatment for the destruction of pathogens. The task of heat treatment is to find the best combination of time and temperature that maximizes the reduction in the survival of pathogens with minimal destructive effects on seeds. The main assumption justifying heat treatment is more sensitive to high-temperature stress than seeds. The target pathogenic microorganisms are mainly fungi, viruses and bacteria located on the surface and inside the seeds. This article shows the effect of heat treatment of table beet and carrot seeds on germination and their infection with pathogens. The high efficiency of heat treatment of table beet and carrot seeds against *Alternaria* is shown. A visual assessment of the effectiveness of heat treatment on the Czapek nutrient medium was carried out.

Key words: vegetable crops, seeds, pre-sowing preparation, phytopathogens.

For citing: Thermal treatment of carrot and red beet seeds. L.M. Sokolova, A.V. Yanchenko, A.Yu. Fedosov, M.I. Azopkov, V.S. Golubovich. Potato and vegetables. 2021. No8. Pp. 24–27. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.69.23.004> (In Russ.).

Ключевые слова: овощные культуры, семена, предпосевная подготовка, фитопатогены.

Для цитирования: Термическое обеззараживание семян моркови и свеклы / Л.М. Соколова, А.В. Янченко, А.Ю. Федосов, М.И. Азопков, В.С. Голубович // Картофель и овощи. 2021. №8. С. 24–27. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.69.23.004>

Морковь и свекла столовая – одни из самых распространенных в овощеводстве корнеплодов. По данным Росстата, в промышленном секторе овощеводства (без учета личных подсобных хозяйств) в 2018 году посевные площади моркови столовой составляли 23,2 тыс. га с выходом валовой продукции 810,2 тыс. т, посевные площади свеклы сто-

ловой составили 17,8 тыс. га с выходом валовой продукции 426,6 тыс. т. Для производственных посевов моркови и свеклы столовой необходимы качественные семена, особенно при использовании сеялок точного высева. Один из важных признаков семян высокого качества – отсутствие болезней, передаваемых через семена. Эффективный контроль болезней

растений имеет решающее значение для надежного производства овощей и потенциально может дать значительную экономию использования воды, земли, топлива и других ресурсов в сельском хозяйстве [1].

С семенами распространяется множество болезней. Несколько инфицированных растений в поле могут стать источником инокулята для

распространения болезни на другие растения. Присутствие в семенах патогенов, передающихся через семена, либо препятствует прорастанию, либо может привести к эпидемиям болезней из-за передачи возбудителя болезни от семени к растению. Это отрицательно скажется на качестве и урожайности производимых культур. Поэтому важно с самого начала использовать здоровые семена [2].

За последние годы отмечено увеличение числа заболеваний, вызванных фитопатогенными грибами, бактериями и вирусами. Эти возбудители поражают растения на разных стадиях их роста и производства сельскохозяйственной продукции. В зависимости от погодных условий и фитосанитарного состояния посевов распространенность болезней может достигать 70–80% от всей популяции растений, а урожайность снижаться в ряде случаев на 80–98% [3].

Цель исследований – выявить инфицированность и родовую принадлежность патоконплекса грибных болезней на семенах моркови и свеклы столовой, а также подобрать оптимальный режим обработки семян.

Условия, материалы и методы исследований

Лабораторные исследования проводили в 2021 году. Термическую обработку семян проводили в климатических камерах Агротип и FTP Binder 400.

В исследованиях применяли два варианта термической обработки.

Вариант 1. Семена выдерживают 10–12 ч при температуре 30 °С при относительной влажности воздуха 80±2,0%. Затем удаляют излишки влаги и семена прогревают в течение трех суток при температуре 50±0,5 °С. Способ с предварительной стимуляцией предложен М.С. Ефимовым, Б.М. Щербининым, который позволяет уничтожить возбудителей вирусных, бактериальных и грибных болезней [4].

Вариант 2. Прогревание сухим воздухом при температуре 50±0,5 °С в течение трех суток. Этот способ хорошо себя показал при термической обработке семян аниса в работах А.А. Терехина, М.Е. Павловой [5].

Различные варианты обработки закладывают в лаборатории для определения изменения лабораторной всхожести. На всхожесть семени закладывают по ГОСТ 12038–84 «Семена сельскохозяйствен-

ных культур. Методы определения всхожести».

Возбудители *Alternaria* и *Fusarium* относятся к факультативным паразитам и хорошо растут на агаризованных питательных средах различного состава. Для выделения и культивирования этих грибов чаще всего используют универсальные среды, в том числе стандартную среду Чапека, картофельный и морковный агар.

Стандартная среда Чапека имеет следующий состав: сахароза – 30 г, натрий азотнокислый (NaNO_3) – 2 г, калий фосфорнокислый однозамещенный (KH_2PO_4) – 1 г, магний сернокислый ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) – 0,5 г, калий хлористый (KCl) – 0,5 г, железо сернокислое закисное ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) – 0,01 г, агар – 20 г, вода дистиллированная – 1 л.

В своих исследованиях мы использовали сухой порошок среды Чапека (производитель ООО «БиоКомпас – С»). 50 г концентрата добавляют в колбу, заливают 1 л дистиллированной воды и расплавляют на водяной бане или микроволновой печи, периодически помешивая до полного растворения. Затем приготовленную среду разливают в колбы объемом 250 мл или пробирки и автоклавируют 30 мин при 1 атм.

Метод оценки зараженности семян на питательной среде Чапека: семена моркови и свеклы столовой раскладывают на питательную среду по 50 или 100 семян в трехкратной повторности и помещают в термостат с поддержанием температуры 25 °С. На пятые сутки проводят визуальную идентификацию выросшего мицелия, а также с помощью микроскопа при увеличении 16×40 определяют родовую принадлежность

При визуальной оценке подсчитывают процентное соотношение пораженных и здоровых семян, а также анализируют признаки поражения патогенами. Бактериальное заболевание определяют по размягчению, ослизнению тканей семени и специфическому запаху. Заболевания, вызываемые грибами на семенах, проявляются в виде мицелия, который в зависимости от патогенна различается по окраске.

Результаты исследований

При термической обработке для сокращения популяций патогенов необходимо достичь баланса между преимуществами контроля патогенов и потенциально пагубным воздействием повышенных температур на семена.

Один из самых важных показателей посевных качеств семян – лабораторная всхожесть. После термической обработки необходимо проверить всхожесть семян и влияние температуры на нее (табл. 1).

Вариант 1 с предварительной стимуляцией патогенов положительно влияет на лабораторную всхо-

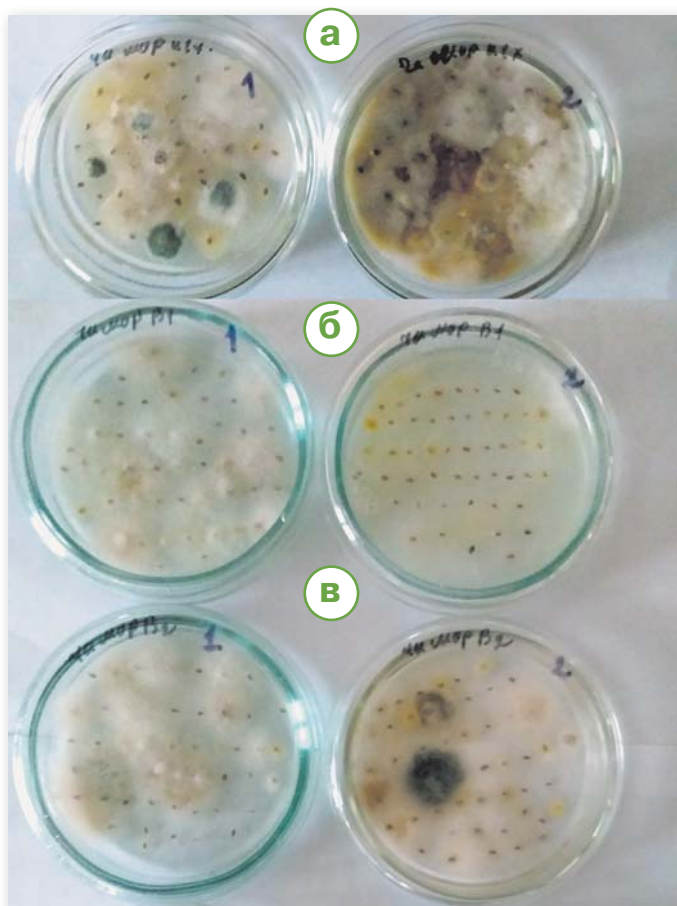


Рис. 1. Образцы для глазомерной оценки зараженности семян моркови: а – контроль, б – вариант 1, в – вариант 2

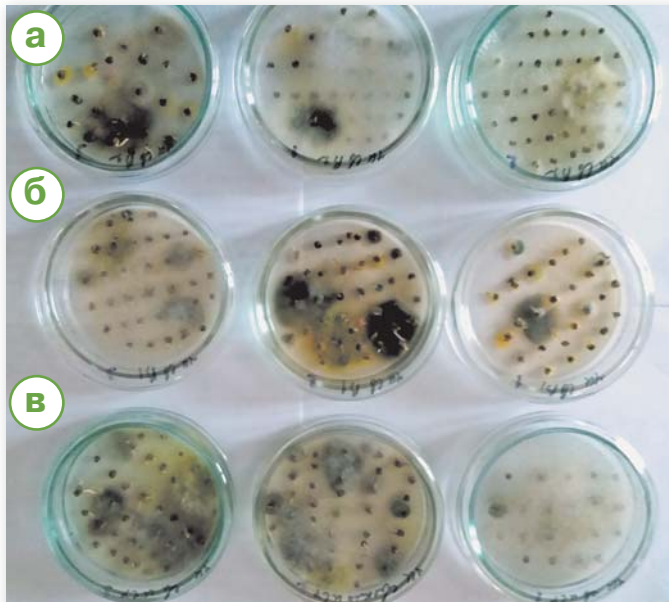


Рис. 2. Образцы для глазмерной оценки зараженности семян свеклы столовой: а – контроль, б – вариант 1, в – вариант 2

жесть семян моркови и свеклы столовой по отношению к контролю (семян без обработки). В этом варианте важна предварительная стимуляция патогенов на поверхности семени

ся в рост семян составляет несколько месяцев, и этот способ термообеззараживания необходимо использовать непосредственно перед посевом.

при температуре 30 °С и ОВВ 80%. В результате влажность семян поднимается на 6–7%, и если оставить семена при этих условиях более 36 ч, некоторые семена начинают прорастать, что в дальнейшем может отрицательно сказаться на всхожести семян из-за травмирования проростков таких семян. Такой способ можно отнести к праймированию семян, так как срок хранения тронувшихся

Вариант 2 по показателю лабораторной всхожести незначительно уступал варианту 1, однако значительно превышал контроль (семена без обработки).

Эффективность термической обработки семян моркови и свеклы столовой оценивали на специально подготовленной питательной среде. Семена моркови свеклы столовой были разложены на питательной среде Чапека на расстоянии одно от другого, чтобы исключить перенос патогенов от семени к семени. После раскладки семян на питательную среду чашки поместили в термостат с поддержанием температуры 25 °С.

На пятые сутки провели глазмерную оценку и микроскопирование, а также фотографирование выросшего мицелия (рис. 1, 2). Родовой состав определяемых патогенов представлен в таблице 2.

Эффективность термической обработки при используемых режимах оказалась выше на семенах моркови столовой. Вариант 1 с предварительной провокацией патогенов оказался эффективным против *Alternaria*

Таблица 1. Лабораторная всхожесть после термической обработки, 2021 год

Вариант	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Условия проращивания
Морковь столовая, сорт Ройал Форто			
Контроль (семена без обработки)	58	81	На фильтровальной бумаге в темноте, при температурном режиме 20 °С (ночь 8 ч), 30 °С (день 16 ч) в течение 10 сут. Энергию прорастания семян определяют на пятые сутки.
Вариант 1 (10–12 ч при 30 °С и ОВВ* 80%, далее 3 сут. 50 °С при ОВВ менее 40%)	60	90	
Вариант 2 (3 сут. 50 °С при ОВВ менее 40%)	59	88	
Свекла столовая, сорт Бикорес			
Контроль (семена без обработки)	80	84	На прокаленном увлажненном песке в темноте, при температурном режиме 20 °С (ночь 8 ч), 30 °С (день 16 ч) в течение 10 сут. Энергию прорастания семян определяют на пятые сутки
Вариант 1 (10–12 ч 30 °С при ОВВ 80%, далее 3 сут. 50 °С при ОВВ менее 40%)	88	90	
Вариант 2 (3 сут. 50 °С при ОВВ менее 40%)	86	89	

* относительная влажность воздуха

Таблица 2. Родовой состав патогенов на семенах свеклы и моркови столовой, %, 2021 год

Род патогена	Морковь столовая, сорт Ройал Форто			Свекла столовая, сорт Бикорес		
	Вариант 1	Вариант 2	Контроль (без обработки)	Вариант 1	Вариант 2	Контроль (без обработки)
<i>Alternaria</i>		20	50	40	20	80
<i>Fusarium</i>	80	70	80	0	20	30
<i>Penicillium</i>			40	50	40	40
<i>Mucor</i>			30	60		80
<i>Aspergillus</i>				50	40	40
Бактериоз	50	40	70	40	20	30

на семенах моркови столовой, а вариант 2 также снизил количество патогена на семенах. Оба варианта термической обработки никак не повлияли на зараженность семян грибными патогенами из рода *Fusarium*.

При термической обработке семян свеклы столовой с использованием предлагаемых температурных режимов более эффективным был вариант 2. Под действием режима термической обработки варианта 2 снижается заражение патогенами из рода *Alternaria* на 75%, *Mucor* – на 100%. Зараженность остальными патогенами была либо на уровне контроля, либо незначительно ниже.

Вариант 1 с предварительной провотацией на семенах столовой свеклы дал неоднозначный результат. С одной стороны, отмечено снижение зараженности *Alternaria* на 50% и *Fusarium* на 100%, с другой – отмечен рост зараженности семян другими патогенами по отношению к контролю.

Выводы

Термическая обработка семян моркови и свеклы столовой в изученных режимах положительно сказалась на лабораторной всхожести семян. Способ с предварительным стимулированием необходимо применять незадолго до посева (обработанные таким образом семена могут не сохранить посевных качеств до следующего сезона).

Термической обработке следует подвергать только свежие семена с высокой силой роста, так как старые семена или семена с низкой жизнеспособностью могут плохо реагировать на стресс от термообработки и иметь пониженную жизнеспособность. В связи с разной сортовой отзывчивостью на термическую обработку, перед обработкой всей партии необходимо предварительно обработать образец и оценить влияние термической обработки в нем по сравнению с необработанными се-

менами. При значительном снижении посевных качеств, термическую обработку не проводят. В таких случаях предпочтение отдают более дорогостоящему химическому способу.

На семенах моркови после термической обработки зараженность семян патогенами либо снижается, либо устраняется полностью, за исключением *Fusarium*.

На семенах свеклы столовой, несмотря на снижение зараженности *Alternaria* и *Fusarium*, термическая обработка способствует увеличению зараженности другими патогенами.

Это может быть обусловлено тем, что семена моркови значительно меньше размером и быстрее прогреваются полностью, а семена свеклы крупнее и термически обеззараживаются только поверхностно. В следующих исследованиях необходимо изучить новые варианты режимов для термической обработки семян свеклы столовой.

Библиографический список

1. Шатилов М.В., Мещерякова Р.А., Иванова М.И. Трансформация продовольственной системы в условиях цифровизации АПК // Экономика сельского хозяйства России. 2021. №1. С. 52–60. <https://doi.org/10.32651/211-52>.
2. Нормативно-правовое обеспечение рынка органической продукции (в мире, странах ЕАЭС, России) / В.Ф. Пивоваров, А.Ф. Разин, М.И. Иванова, Р.А. Мещерякова, О.А. Разин, Т.Н. Сурихина, Н.Н. Лебедева // Овощи России. 2021. №1. С. 5–19. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-5-19>.
3. Infectious plant diseases: etiology, current status, problems and prospects in plant protection / P.A. Nazarov, D.N. Baleev, M.I. Ivanova, L.M. Sokolova, M.V. Karakozova // Acta Naturae. 2020. Vol. 12. No3(46). Pp. 46–59. <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11026>.
4. Ефимов М.С., Щербинин Б.М. Способ обеззараживания семян овощных и бахчевых культур прогреванием. Авторское свидетельство SU 422368 А1, 05.04.1974. Заявка №1774131/30-15 от 17.04.1972.
5. Терехин А.А., Павлова М.Е. Влияние прогревания на всхожесть и энергию прорастания семян эфиромасличных растений из семейства Апиасеae. Успехи современной науки. 2017. Т. 2. №5. С. 154–157.

References

1. Shatilov M.V., Meshcheryakova R.A., Ivanova M.I. Transformation of the food system in the conditions of digitalization of the agro-industrial complex. Economics of agriculture of Russia. 2021. No1. Pp. 52–60. <https://doi.org/10.32651/211-52> (In Russ.).
2. Regulatory support of organic production (in the world, countries of the EAEU, Russia). V.F. Pivovarov, A.F. Razin, M.I. Ivanova, R.A. Meshcheryakova, O.A. Razin, T.N. Surikhina, N.N. Lebedeva. Vegetables of Russia. 2021. No1. Pp. 5–19. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-5-19> (In Russ.).
3. Infectious plant diseases: etiology, current status, problems and prospects in plant protection. P.A. Nazarov, D.N. Baleev, M.I. Ivanova, L.M. Sokolova, M.V. Karakozova. Acta Naturae. 2020. Vol. 12. No3(46). Pp. 46–59. <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11026>.
4. Efimov M. S., Shcherbinin B.M. Method of disinfection of seeds of vegetables and melons warming. Copyright certificate SU 422368 A1, 05.04.1974. Application No1774131/30-15 dated 17.04.1972 (In Russ.).
5. Terekhin A.A., Pavlova M.E. The effect of warming on the germination and germination energy of seeds of essential oil plants from the Apiaceae family. Successes of modern science. 2017. Vol. 2. No5. Pp. 154–157 (In Russ.).

Об авторах

Соколова Любовь Михайловна, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела селекции и семеноводства, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: Isokolova74@mail.ru

Янченко Алексей Владимирович, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: laboratoria2008@yandex.ru

Федосов Александр Юрьевич, м.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: ffed@rambler.ru

Азопков Максим Игоревич, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: max.az62@yandex.ru

Голубович Виктор Сергеевич, канд. с.-х. наук, с.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: ded44@yandex.ru

Author details

Sokolova L.M., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow, department of breeding and seed production of ARRIVG – branch of FSBSI FSVC. E-mail: Isokolova74@mail.ru

Yanchenko A.V., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow, department of industrial technologies and innovations of ARRIVG – branch of FSBSI FSVC. E-mail: laboratoria2008@yandex.ru

Fedosov A.Yu., junior research fellow, department of industrial technologies and innovations of ARRIVG – branch of the FSBSI FSVC. E-mail: ffed@rambler.ru

Azopkov M.I., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow, department of industrial technologies and innovations of ARRIVG – branch of the FSBSI FSVC. E-mail: max.az62@yandex.ru

Golubovich V.S., Cand. Sci. (Agr.), senior research fellow, department of industrial technologies and innovations of ARRIVG – branch of the FSBSI FSVC. E-mail: ded44@yandex.ru