



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A21D 8/02 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019124649, 31.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.07.2019

Дата регистрации:
02.12.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.07.2019

(45) Опубликовано: 02.12.2019 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76,
ЮУрГУ, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Потороко Ирина Юрьевна (RU),
Науменко Наталья Владимировна (RU),
Лейви Артем Ячеславович (RU),
Калинина Ирина Валерьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Южно-Уральский
государственный университет
(национальный исследовательский
университет)" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2535625 C1, 20.12.2014. RU
2143794 C1, 10.01.2000. RU 2675544 C2,
19.12.2018. RU 2112345 C1, 10.06.1998. RU
2285377 C1, 20.10.2006. WO 2012112042 A1,
23.08.2012.

(54) Способ обеззараживания зерна

(57) Реферат:

Изобретение относится к области сельского хозяйства. Предложен способ обеззараживания зерна, предусматривающий воздействие на обрабатываемое зерно потоком холодной плазмы при атмосферном давлении. Поток холодной плазмы генерируют за счет отрицательного коронного разряда между анодом и катодом при импульсном напряжении с параметрами: разность потенциалов 10 кВ, частота 50 Гц,

плазмообразующее вещество – воздух. При этом зерно влажностью 7-14% размещают толщиной слоя 5 мм на поверхности, являющейся анодом, и обрабатывают в течение 10 минут. Изобретение обеспечивает получение устойчивого обеззараживающего эффекта при обработке зерна как продовольственного, так и семенного, предназначенного для хранения. 3 ил., 2 табл., 3 пр.

RU
2 707 944
C 1

RU
2 707 944
C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
A21D 8/02 (2019.08)

(21)(22) Application: **2019124649, 31.07.2019**

(24) Effective date for property rights:
31.07.2019

Registration date:
02.12.2019

Priority:

(22) Date of filing: **31.07.2019**

(45) Date of publication: **02.12.2019** Bull. № 34

Mail address:

**454080, g.Chelyabinsk, pr. im. V.I. Lenina, 76,
YUUrGU, patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Potoroko Irina Yurevna (RU),
Naumenko Natalya Vladimirovna (RU),
Lejvi Artem Yacheslavovich (RU),
Kalinina Irina Valerevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Yuzhno-Uralskij gosudarstvennyj
universitet (natsionalnyj issledovatel'skij
universitet)" (RU)**

(54) **METHOD OF GRAIN DISINFECTION**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: invention relates to agriculture. Disclosed is a method for grain disinfection, which involves exposure of the treated grain to a stream of cold plasma at atmospheric pressure. Cold plasma flow is generated due to negative corona discharge between anode and cathode at pulse voltage with parameters: potential difference 10 kV, frequency 50 Hz, plasma-

forming substance – air. Grains with moisture content of 7–14 % are placed with a layer thickness of 5 mm on the anode surface and treated for 10 minutes.

EFFECT: invention provides a stable disinfecting effect when processing grain of both food and seed, intended for storage.

1 cl, 3 dwg, 2 tbl, 3 ex

RU 2 707 944 C1

RU 2 707 944 C1

Изобретение относится к технологии обеззараживания и стерилизации сыпучих и твердых продуктов и может быть использовано для обеззараживания продукции сельского хозяйства (зерна, муки, кормовых смесей и других продуктов растительного происхождения), в пищевой промышленности, при хранении и сушке зерна, а также для посевного материала.

Известен способ обработки сыпучих продуктов облучением, предусматривающий воздействие на обрабатываемый продукт ультрафиолетовым излучением в процессе его перемещения при диапазоне волн от 185 до 400 нм с помощью импульсной газоразрядной плазмы при длительности импульса излучения от 1 мкс до 10 мс и плотности импульсной мощности излучения на обрабатываемом продукте не менее 100 кВт/м² (Пат. №: 2279806 С2, А23В 9/06, 2006) [6]. Данный способ имеет недостаточную эффективность обеззараживания пищевых продуктов, т.к. ультрафиолетовое излучение не обладает достаточной мощностью, способной к ликвидации спор плесневых грибов и патогенной микрофлоры.

Известен способ обеззараживания ячменного зерна, включающий обработку инфракрасным излучением зерна, зараженного плесневыми грибами, контаминированными микотоксинами, отличающийся тем, что инфракрасное излучение осуществляют длиной волн 1,2-1,8 мкм на расстоянии от источника инфракрасного излучения до поверхности зерен, равном 12-18 см, в течение 15-50 с (Пат. №: 2 378 814, МПК А01С 1/06, 2006) [7].

Недостатками данного способа обработки является повышение температуры обрабатываемого зерна выше 50°С [9], что приводит к необратимым биохимическим процессам (денатурация белка) и негативно влияет на качество производимых продуктов из зерна, а также снижает его энергию прорастания.

Известен способ, выбранный в качестве ближайшего аналога, предусматривающий воздействие на обрабатываемый продукт излучением в процессе перемещения продукта с изменением его ориентации относительно источника излучения, отличающийся тем, что для обеззараживания продукта его облучают холодным плазменным излучением при напряжении 3 кВ и частоте 10 Гц с расходом газа 0,6 л/мин (SU. №: 2535625, А23 В 9/06 2006.01) [8].

Недостатком способа является то, что для обеззараживания продукта его дополнительно облучают лазерным излучением с длиной волны 1064 нм, при частоте 1-30 кГц, длительности импульса 10 нс, в связи с тем, что воздействие одним потоком холодной плазмы имеет низкий обеззараживающий эффект. Также данный способ предусматривает использование предварительно охлажденного гелия в качестве плазмообразующего газа, что приводит к значительному удорожанию предложенного способа.

Задачей предполагаемого изобретения является получение устойчивого обеззараживающего эффекта при обработке зерна, как продовольственного, так и семенного, предназначенного для хранения за счет проникновения плазменной струи во все неровности биологического объекта и эффективного уничтожения микроорганизмов по всей поверхности.

Техническая задача реализуется тем, что способ обеззараживания зерна, включает воздействие на обрабатываемое зерно потоком холодной плазмы при атмосферном давлении, но согласно изобретения, поток холодной плазмы генерируют за счет отрицательного коронного разряда между анодом и катодом при импульсном напряжении с параметрами: разность потенциалов 10 кВ, частота 50 Гц, плазмообразующее вещество - воздух, а зерно влажностью 7-14% размещают толщиной

слоя 5 мм на поверхности, являющейся анодом, и обрабатывают в течении 10 минут.

Заявленное изобретение отличается от прототипа тем, что генерация холодной плазмы осуществляется за счет отрицательного коронного разряда на импульсном напряжении с параметрами: разность потенциалов 10 кВ, частота 50 Гц,

5 плазмообразующее вещество - воздух при нормальных условиях, в течении 10 минут.

Электроды могут быть выполнены как в виде плоских пластин, так и в виде стержней. Материал электродов может быть различный: нержавеющая сталь, сталь 3 и др.

Преимуществом предложенного способа является:

- возможность обработки зерна без создания вакуума, в воздушной среде;

10 - возможность обеззараживать термочувствительные материалы, а именно зерна, муки, семян, кормовых смесей; т.к. не вызывает нагрева объекта.

- используемые в предложенном способе плазменные источники не являются источником радиационной опасности, не требуют специальных помещений и специально подготовленного персонала, экологически безопасны.

15 В настоящее время применение холодной плазмы для обеззараживания зерна и в технологиях получения продуктов его переработки является предметом исследования множества научных коллективов из разных стран мира [13]. Исследования в данной области сосредоточены преимущественно на анализе влияния холодной плазмы на периферийные части зерна и эпифитную микрофлору.

20 Холодная плазма является четвертым состоянием вещества и представляет собой ионизированный газ, содержащий атомы или молекулы в метастабильном состоянии с нулевым суммарным электрическим зарядом [11]. В пищевой промышленности холодная плазма используется для микробной инактивации, повышения скорости прорастания семян, ферментативной инактивации, модификации крахмала, сокращения
25 времени приготовления зерновых культур [10, 12].

Природа воздействия холодной плазмы на обрабатываемый объект зависит от нескольких факторов, таких как состав газовой среды, относительной влажности объекта, используемой мощности и времени обработки. В процессе обработки холодной плазмой генерируются свободные радикалы, ионы, ультрафиолетовый свет и другие
30 химически активные вещества, которые способны вступать в реакцию с микроорганизмами, что приводит к их разрушению.

Холодная плазма имеет температуру 30-40°C и не нагревает зерно при обработке, а значит не меняет его биохимических свойств.

Сущность способа поясняется при помощи фиг. 1, 2, 3.

35 На фиг. 1 приведен график зависимости влияния длительности обработки на микробиологические показатели зерна.

На фиг. 2 приведены результаты влияния величины используемого напряжения на суммарное количество наклюнувшихся и проросших зерен и энергию прорастания зерна.

40 На фиг. 3 приведены результаты влияния величины используемой частоты на суммарное количество наклюнувшихся и проросших зерен и энергию прорастания зерна.

Способ осуществляется следующим образом:

45 Сухое зерно помещают на транспортерную ленту, которая может быть выполнена в виде сетки. Над зерном располагается система катодов, анод располагается под транспортерной лентой либо анодом может служить сама транспортерная лента. Генерация холодной плазмы осуществляется за счет отрицательного коронного разряда при импульсном напряжении с параметрами: разность потенциалов 10 кВ, частота 50

Гц, плазмообразующее вещество - воздух при нормальных условиях, время обработки 10 минут. Скорость движения ленты, а также ее протяженность выбираются так чтобы обеспечить необходимое время обработки.

Существенными преимуществами предлагаемого способа обеззараживания зерна являются следующие:

- наблюдается выраженный обеззараживающий эффект;
- снижается уровень накопленных микотоксинов в результате жизнедеятельности плесневых грибов.

Реализация способа может быть иллюстрирована следующими примерами.

Пример 1. Зерно пшеницы, сухое, предназначенное для хранения и дальнейшей переработки в сортовую муку, сухое зерно должно иметь влажность 7-14%, толщина слоя 5 мм, обрабатывают путем воздействия потоком холодной плазмы с параметрами: разность потенциалов 10 кВ, частота 50 Гц, плазмообразующее вещество - воздух при нормальных условиях (экспозиция 1, 5, 10 и 15 минут). В качестве контрольного образца использовалось зерно без применения каких-либо предварительных способов обеззараживания.

Проведение обработки осуществляли на лабораторной установке, состоящей из контейнера для помещения зерна, дно которого выполнено в виде сетки, выполняющей роль анода. Над зерном располагается система катодов. Зерно пшеницы влажностью 7-14%, укладывают в лабораторный контейнер, толщина слоя зерна не должна превышать 5 мм, расстояние между катодом и анодом 6-7 мм, создают коронный разряд при разности потенциалов (напряжении) 10 кВ и частоте 50 Гц.

Расстояние между анодом и катодом должно быть в диапазоне 6-7 мм, так как при увеличении данного значения холодная плазма в нужной концентрации не образуется, а при уменьшении - возможно появление дугового разряда и резкое увеличение температуры обрабатываемой поверхности.

Нужно отметить, что оптимальной величиной обрабатываемого слоя является 5 мм, т.к. при толщине слоя зерна больше 5 мм не получают полного обеззараживающего эффекта по всей поверхности зерен в связи с наличием неровностей биологического объекта.

Таблица 1 – Влияние длительности обработки на микробиологические показатели зерна

Наименование показателей	Характеристика показателей				
	Контроль	1 мин	5 мин	10 мин	15 мин
КМАФАнМ, КОЕ/г	$5,1 \times 10^4$	$1,6 \times 10^3$	$2,8 \times 10^2$	Не обнаружены	Не обнаружены
БГКП (колиформы)	Обнаружены в 1 г	Обнаружены в 1 г	Обнаружены в 0,1 г	Не обнаружены в 0,1 г	Не обнаружены в 0,1 г

Из табл. 1 следует, что длительность обработки зерна потоком холодной плазмы положительно сказывается на процессе обеззараживания, так воздействие в течении 5 минут позволяет снизить количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 2 раза, а через 10 и 15 минут воздействия - совсем избавиться от данного вида микроорганизмов.

Бактерии группы кишечных палочек также после 10 минут воздействия не

визуализируются при посеве на агаризованные селективно-диагностические среды, что свидетельствует о выраженном обеззараживающем эффекте.

Данные свидетельствуют о том, что 1 и 5 минут воздействия приводят к снижению количества плесневых грибов и дрожжей в зерне (фиг. 1), но до конца не обеззараживают их. Оптимальное воздействие можно отметить в течении 10 минут, т.к. к этому времени инактивируется эпифитная микрофлора зерна до уровня чувствительности метода и проведение процесса обеззараживания далее не целесообразно.

Пример 2. Зерно пшеницы (предназначенное для проращивания и использования в пищевой промышленности) влажностью 7-14% (толщина слоя 5 мм) обрабатывают путем воздействия потоком холодной плазмы с параметрами: разность потенциалов (экспозиция 5, 10 и 15 кВ) частота 50 Гц, плазмообразующее вещество - воздух при нормальных условиях, длительность обработки 10 минут. В качестве контрольного образца использовалось зерно без какой-либо предварительной обработки. На фиг. 2 приведены результаты влияния величины используемого напряжения на суммарное количество наклюнувшихся и проросших зерен и энергию прорастания зерна.

Представленные данные свидетельствуют о том, что максимальный положительный эффект на энергию прорастания и суммарное количество наклюнувшихся и проросших зерен наблюдается при использовании напряжения в 10 кВт, при увеличении данной характеристики отмечается резкое снижение (более чем в 2 раза) контролируемых показателей, что, возможно, обусловлено излишне высоким напряжением и повышением температуры обрабатываемой массы, а это, в свою очередь приводит к частичной тепловой денатурации белка, клейстеризации крахмала и инактивации ферментов, а также к значительным потерям в качестве зерна.

Пример 3. Зерно пшеницы (предназначенное для проращивания и использования в пищевой промышленности) влажностью 7-14% (толщина слоя 5 мм) обрабатывают путем воздействия потоком холодной плазмы с параметрами: разность потенциалов 10 кВ, частота (экспозиция 10, 20, 30, 40, 50, 60 Гц), плазмообразующее вещество - воздух при нормальных условиях, длительность обработки 10 минут. В качестве контрольного образца использовалось зерно без каких-либо способов воздействия. На фиг. 3 приведены результаты влияния используемой частоты на суммарное количество наклюнувшихся и проросших зерен и энергию прорастания зерна.

Представленные данные свидетельствуют о том, что по мере увеличения частоты воздействия до 50 кГц энергия прорастания и суммарное количество наклюнувшихся и проросших зерен меняются незначительно и находятся в пределах погрешности определения. Дальнейшее увеличение частоты воздействия до 60 кГц приводит к резкому снижению энергии прорастания (процент проросших зерен за 72 часа) до величины $55,4 \pm 2,6\%$, а использование частоты воздействия - 70 кГц также резко снижает суммарное количество проклюнувшихся и проросших зерен (процент проросших зерен за 120 часов) до величины $46 \pm 3,2\%$, что также можно объяснить необратимыми процессами в структуре белка, крахмала и ферментативной системы в результате повышения температуры обрабатываемой массы выше 50°C .

В качестве доказательства снижения уровня накапливаемых микотоксинов обрабатываемого зерна пшеницы приведены (табл. 2) данные по результатам определения данных веществ в процессе хранения обработанного зерна. Целесообразно отслеживать данную характеристику в следующие месяцы: ноябрь, январь и март, что связано с климатическими изменениями условий хранения зерна и активизаций процессов порчи зерна.

Зерно пшеницы (предназначенное для хранения и дальнейшей переработки в сортовую

муку либо проращивания) влажностью 7-14% (толщина слоя 5 мм) обрабатывают путем воздействия потоком холодной плазмы с параметрами: разность потенциалов 10 кВ, частота 50 Гц, плазмообразующее вещество - воздух при нормальных условиях, длительность обработки - 10 минут). В качестве контрольного образца использовалось зерно без какой-либо предварительной обработки. Исследования проводились в ноябре, январе и марте. Так как именно на указанный период хранения приходится максимальные колебания температуры хранения зерна и относительной влажности воздуха. Данные факторы являются решающими при развитии плесневой микрофлоры и накопления их продуцентов - микотоксинов.

Таблица 2 – Уровень микотоксинов обрабатываемого зерна пшеницы

Наименование показателей	Регламентируемое значение, согласно ТР ТС 015/2011, мг/кг, не более	Характеристика показателей	
		Контроль	Обработанное зерно
Ноябрь			
Афлатоксин В1	0,005	Менее 0,001	Менее 0,001
Дезоксиниваленол	0,7	Менее 0,2	Менее 0,2
Т-2 токсин	0,1	Менее 0,2	Менее 0,2
Зеараленон	1,0	0,024±0,010	0,017±0,010
Охратоксин А	0,005	Менее 0,0025 млн ⁻¹	Менее 0,0025 млн ⁻¹
Январь			
Афлатоксин В1	0,005	Менее 0,002	Менее 0,001
Дезоксиниваленол	0,7	Менее 0,2	Менее 0,2
Т-2 токсин	0,1	Менее 0,2	Менее 0,2
Зеараленон	1,0	0,045±0,010	0,017±0,010
Охратоксин А	0,005	Менее 0,0025 млн ⁻¹	Менее 0,0025 млн ⁻¹
Март			
Афлатоксин В1	0,005	Менее 0,004	Менее 0,001
Дезоксиниваленол	0,7	Менее 0,2	Менее 0,2
Т-2 токсин	0,1	Менее 0,2	Менее 0,2
Зеараленон	1,0	0,065±0,010	0,017±0,010
Охратоксин А	0,005	Менее 0,0025 млн ⁻¹	Менее 0,0025 млн ⁻¹

Таким образом предлагаемый способ позволяет получать устойчивый обеззараживающий эффект при хранении как продовольственного, так и семенного зерна, а также минимизировать риски активизации плесневой микрофлоры в процессе переработки зерна.

Источники информации

- ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов
- ГОСТ 10968-88 Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности

прорастания

3. ГОСТ Р 52816-2007 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)

4. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов

5. ГОСТ 9353-2016 Пшеница. Технические условия

6. RU №2 279 806, МПК А23В 9/06 (2006.01) А23L 3/54 (2006.01), опубл. 20.07.2006 Бюл. №20

7. RU №2378814, МПК А01С 1/06 (2006.01), опубл. 20.01.2010 Бюл. №2

8. RU №2535625, МПК А23В 9/06 (2006.01) В82В 3/00 (2006.01), опубл. 20.12.2014 Бюл. №35

9. Черных, В.Я. Изменение вязкости крахмального геля крупы и хлопьев из зерна пшеницы при тепловой обработке / В.Я. Черных, А.Ф. Доронин, С.Н. Панфилова, М.А. Ширшиков // «Качество и безопасность продовольственного сырья и продуктов питания». Материалы Междунар. науч.-практ.конф., Москва, МГУПП, 18-19 декабря 2002 г. - Москва, 2002. - С. 141-143.

10. Misra, N.N. Cold plasma interactions with enzymes in foods and model systems / N.N. Misra, S.K. Pankaj, A. Segat, K. Ishikawa // Trends in Food Science & Technology, 55 (2016), pp. 39-47.

11. Thirumdas, R. Cold plasma: An alternative technology for the starch modification / R. Thirumdas, D. Kadam, U.S. Annapure // Food Biophysics, 12 (2017), pp. 129-139.

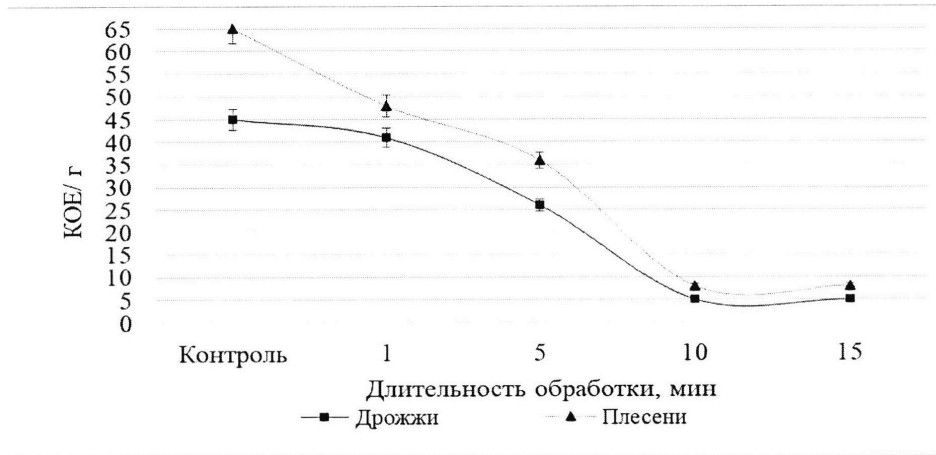
12. Thirumdas, R. Influence of low pressure cold plasma on cooking and textural properties of brown rice Innovative / C. Saragapani, M.T. Ajinkya, R.R.Deshmukh, U.S. Annapure // Food Science & Emerging Technologies, 37(2016), pp. 53-60

13. Thirumdas, R. Functional and rheological properties of cold plasma treated rice starch / R. Thirumdas, A. Trimukhe, R.R. Deshmukh, U.S. Annapure // Carbohydrate Polymers, 157(2017), pp. 1723-1731.

(57) Формула изобретения

Способ обеззараживания зерна, предусматривающий воздействие на обрабатываемое зерно потоком холодной плазмы при атмосферном давлении, отличающийся тем, что поток холодной плазмы генерируют за счет отрицательного коронного разряда между анодом и катодом при импульсном напряжении с параметрами: разность потенциалов 10 кВ, частота 50 Гц, плазмообразующее вещество - воздух, а зерно влажностью 7-14% размещают толщиной слоя 5 мм на поверхности, являющейся анодом, и обрабатывают в течение 10 минут.

1



Фиг.1



Фиг.2

2



Фиг.3