

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ / FOOD SYSTEMS

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.130.33>

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ АНОЛИТА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ МЕЛКОСЕЯННОЙ КУЛЬТУРЫ АМАРАНТ

Научная статья

Горобец Д.В.^{1*}, Оськин С.В.², Цокур Д.С.³, Смолин С.А.⁴, Цокур Е.С.⁵

¹ORCID : 0000-0002-7223-2930;

²ORCID : 0000-0001-7274-5229;

³ORCID : 0000-0003-3291-810X;

⁵ORCID : 0000-0001-5401-8669;

^{1, 2, 3, 5} Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Российская Федерация

⁴ Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (gorobets.diana[at]bk.ru)

Аннотация

В результате жизнедеятельности в семенной массе при хранении накапливаются токсины, которые приводят к быстрой порче семян. Для предотвращения микробиологического заражения семян осуществляется их обеззараживание электрофизическими методами. Одним из эффективных методов является применение электроактивации для получения электроактивированных растворов, таких как анолит. Так как анолит обладает дезинфицирующим свойством ввиду его высокой реакционной и каталитической активности, было исследовано его влияние при различной силе тока (10 и 15 А) на исходную микробную обсемененность семян амаранта и рассмотрена возможность применения данного вида обработки для предпосевной обработки семян с целью гидропонного проращивания для получения проростков пищевого назначения. По полученным результатам можно утверждать, что при обработке семян амаранта наиболее оптимальным является замачивание в анолите при силе тока 10 А в течение 45 минут, поскольку наблюдалась низкая микробная обсемененность по показателю кМАФАНМ=4,4×10¹ КОЕ/г и плесени=11 КОЕ/г.

Ключевые слова: микробиологическая порча, анолит, обеззараживание, амарант.

INFLUENCE OF ANOLYTE TREATMENT FOR THE DISINFECTION OF THE SMALL SEED AMARANTH CULTURE

Research article

Gorobets D.V.^{1*}, Oskin S.V.², Tsokur D.S.³, Smolin S.A.⁴, Tsokur Y.S.⁵

¹ORCID : 0000-0002-7223-2930;

²ORCID : 0000-0001-7274-5229;

³ORCID : 0000-0003-3291-810X;

⁵ORCID : 0000-0001-5401-8669;

^{1, 2, 3, 5} Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation

⁴ Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russian Federation

* Corresponding author (gorobets.diana[at]bk.ru)

Abstract

As a result of life activity of the seed mass, toxins accumulate during storage, which leads to rapid deterioration of seeds. To prevent microbiological contamination of seeds, they are disinfected by electrophysical methods. One of the effective methods is the use of electroactivation to obtain electroactivated solutions, such as anolyte. Since anolyte has disinfecting property due to its high reactive and catalytic activity, its effect at different current strengths (10 and 15 A) on the initial microbial insemination of amaranth seeds was studied, and the possibility of using this type of treatment for pre-sowing treatment of seeds for hydroponic germination to obtain food seedlings was examined. According to the results obtained, it can be argued that the most optimal treatment for amaranth seeds is soaking in anolyte at current strength of 10 A for 45 minutes, since there was a low microbial insemination by the indicator кМАФАНМ = 4,4 × 10¹ CFU/g and mold = 11 CFU/g.

Keywords: microbiological damage, anolyte, decontamination, amaranth.

Введение

В вопросе гидропонного выращивания первостепенное значение уделяется получению проростков с низкой микробиологической обсемененностью, особенно для зерновой культуры амарант [1], [2], [3], [4]. Для решения этой задачи необходимо использование инновационных экологических и энергосберегающих средств для обеззараживания семян с целью получения пророщенного зерна.

Для этих целей используются методы химического обеззараживания при помощи ядохимикатов (например, хлорпикрин, металилхлорид, фостоксин, Витавак и др.) и электрофизические методы (например, энергия ИК-излучения и СВЧ), но проведенные в последние десятилетия исследования показали, что методы химического обеззараживания не всегда обеспечивают необходимую эффективность.

В качестве такого эффективного нововведения может выступать использование при предпосевной обработке семян электроактивированного раствора анолита, благодаря которому достигается обеззараживание.

Цель исследований – исследовать влияние электроактивированного раствора анолита при обработке семян амаранта для гидропонного проращивания, чтобы снизить микробную обсемененность для получения проростков.

Методы и принципы исследования

В Кубанском ГАУ на кафедре электрических машин и электропривода был разработан проточный диафрагменный электролизер воды производительностью до 600 л/ч и получен электроактивированный раствор анолита при силе тока 5 и 10 А, а также были определены его параметры [9].

С целью обеззараживания семян применяли обработку анолитом в течение 60 минут, который был получен с помощью проточного диафрагменного электролизера без предварительного добавления солей, с межэлектродным пространством 8 мм [8], [9].

На кафедре биотехнологии, биохимии и биофизики Кубанского ГАУ анализировали физико-химические и микробиологические показатели семян: масса 1000 семян по ГОСТ 10842-89 (метод взвешивания), примесь черных семян с помощью отделения семян и взвешивания, массовую долю влаги по ГОСТ 13586.5-2015 (гравиметрический метод), содержание белка по ГОСТ 10846-91 (методом Кьельдаля), массовую долю жира по ГОСТ 29033-91 (методом Сокслета), пищевые волокна по ГОСТ Р 54014-2010 (ферментативно-гравиметрический метод), зольность по ГОСТ 10847-2019 (метод озоления), pH по ГОСТ 26180-84 (потенциометрический метод), общую кислотность по ГОСТ 10844-74 (титриметрический метод), массовую долю каротина по ГОСТ 13496.17-2019 (спектрофотометрический метод), массовую долю витамина С по ГОСТ 24556-89 (титриметрический метод), количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (кМАФАнМ) по ГОСТ 10444.15 на питательной среде мясо-пептонный агар (МПА), плесени и дрожжи по ГОСТ 28805-90 на агаризованной питательной среде, бактерии группы кишечной палочки (БГКП) определяли по ГОСТ 31747-2012 (с помощью экспресс-теста «Петритест») на питательной среде Кесслера.

Состав питательной среды мясо-пептонный агар (МПА) (состав, г/л: мясная вода – 1 л, хлорид натрия – 5,0, пептон – 10,0, агар-агар – 20), плесени по ГОСТ 28805-90 на агаризованной питательной среде (состав, г/л: сахар-рафинад – 610, глюкоза – 20, дрожжевой экстракт – 25, агар-агар – 15).

Состав питательной среды Кесслера нормальной концентрации (состав, г/л: пептон – 10, лактоза – 2,5, желчь – 5, раствор кристаллического фиолетового – 2).

Основные результаты

Для проращивания были исследованы следующие сорта амаранта:

1. Сорт «Воронежский», раннеспелый, выращенный в Курской области, включенный в Госреестр по Российской Федерации (Патент №5874). Оригинатор сорта – ООО «Русская олива» (г. Воронеж).

2. Сорт «Кинес», раннеспелый, выращенный в Курской области, включенный в Госреестр по Российской Федерации (Патент № 63535). Оригинатор сорта – ФГБНУ «Поволжский НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова» (г. Кинель) [5], [6], [7], [10].

Исходные физико-химические показатели представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Физико-химические показатели семян амаранта

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.130.33.1>

Показатель	Значение для сорта «Воронежский»	Значение для сорта «Кинес»
Масса 1000 семян (в пересчете на сухое вещество), г	0,77±0,07	0,70±0,04
Примесь черных семян, %	6,1±1,0	3,5±0,5
Массовая доля влаги, %	11,80±0,27	11,61±0,31
Содержание белка (в пересчете на сухое вещество), %	16,20±0,09	15,65±0,15
Массовая доля жира (в пересчете на сухое вещество), %	7,25±0,15	7,05±0,20
Пищевые волокна, %	6,55±0,05	6,43±0,07
Зольность (в пересчете на сухое вещество), %	2,59±0,07	2,92±0,12
Активная кислотность (pH), ед. pH	6,84±0,07	6,90±0,05
Общая кислотность (ОК), °	1,50±0,10	1,13±0,20
Массовая доля каротина, мг на 100 г	0,0025±0,0003	0,0015±0,0006
Массовая доля витамина С, мг на 100 г	3,87±0,92	3,52±0,75

Исходя из полученных данных показатели амаранта сорта «Воронежский» преобладали над показателями сорта «Кинес» по содержанию белка (16,2 и 15,65% соответственно), витамина С (3,87 и 3,52 мг/100 г соответственно) и пищевых волокон (6,55 и 6,43% соответственно), что послужило основанием для дальнейших исследований.

Для повышения микробиологической безопасности проращиваемых семян исследовали показатели микробной обсемененности семян амаранта при разных видах обработки анолитом. Для этого брали 100 г семян амаранта сорта Воронежский, помещали в один слой в невысокий пластиковый контейнер без субстрата, заливая анолитом при силе тока при 5 и 10 А в соотношении семян амаранта к анолиту 1:2, продолжительностью от 15 до 60 минут при температуре окружающей среды 20 °С (табл. 2).

Таблица 2 - Результаты исследований микробной обсемененности семян

амаранта при разных видах обработки

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.130.33.2>

Наименование	Значение для кМАФАнМ, КОЕ/кл/мл	Значение для плесени, КОЕ/кл/мл	Значение для БГКП, КОЕ/кл/мл
Допустимый уровень по ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01	$1,0 \times 10^3$	50	Не допускается в 0,1 г
Семена до обработки	$4,8 \times 10^3$	38	Не обнаружено
Семена после замачивания в водопроводной воде (контроль)	$7,2 \times 10^3$	46	Не обнаружено
Семена после замачивания в анолите при силе тока 5 А: 15 минут	$4,2 \times 10^3$	34	Не обнаружено
45 минут	$1,8 \times 10^3$	26	Не обнаружено
60 минут	$6,0 \times 10^2$	21	Не обнаружено
Семена после замачивания в анолите при силе тока 10 А: 15 минут	$2,2 \times 10^3$	30	Не обнаружено
45 минут	$4,4 \times 10^1$	11	Не обнаружено
60 минут	$4,3 \times 10^1$	11	Не обнаружено

По полученным результатам можно утверждать, что при обработке семян амаранта наиболее оптимальным является замачивание в анолите при силе тока 10 А в течение 45 минут по минимальным показателям микробной обсемененности (кМАФАнМ= $4,4 \times 10^1$ КОЕ/г, плесени=11 КОЕ/г, БГКП отсутствуют).

При силе тока менее 10 А происходит недостаточное закисление анолита до необходимой величины и процесс гидролиза замедляется. При силе тока более 10 А будет происходить увеличение сопротивления, за счет которого часть энергозатрат будет расходоваться на нагрев раствора, что увеличит расход тока и уменьшит скорость увеличения рН.

При обработке семян менее 45 минут происходит недостаточное снижение патогенной микрофлоры, так как в процессе проращивания значение этих показателей возрастает. При увеличении времени обработки семян амаранта до 60 минут не происходит значительного снижения патогенной микрофлоры.

Заявлено оптимальное соотношение семян к анолиту, равное соответственно 1:2. При большем соотношении семян к анолиту происходит развитие неблагоприятной микрофлоры, затрудняющей его проращивание, а при меньшем – насыщение эндосперма семян амаранта влагой будет недостаточным, что также замедлит процесс проращивания.

Заключение

1. Установлены рациональные параметры электроактивированного раствора и режим предварительной обработки семян анолита: сила тока – 10 А, продолжительность обработки – 45 мин.

2. При обработке анолитом была достигнута минимальная микробная обсемененность (кМАФАнМ= $4,4 \times 10^1$ КОЕ/г, плесени=11 КОЕ/г, БГКП отсутствуют).

Таким образом, предлагаемый способ позволяет получать устойчивый обеззараживающий эффект при обработке семян амаранта, а также минимизировать риски активизации патогенной микрофлоры в процессе проращивания семян и получения проростков амаранта для их дальнейшего применения в производстве пищевых продуктов питания.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Алиев Э.А. Выращивание растений в гидропонных теплицах / Э.А. Алиев — Киев: Урожай, 1985. — 100 с.
2. Бентли М. Промышленная гидропоника / М. Бентли — М.: Колос, 1965. — 819 с.
3. Госманов Р.Г. Микробиология / Р.Г. Госманов — СПб: Лань, 2011. — 496 с.
4. Климова Е.В. Контроль токсичности растениеводческого пищевого сырья и кормов [загрязнение тяжелыми металлами, остатками пестицидов и микотоксинами]. / Е.В. Климова // Реферативный журнал; — М.: ЦНСХБ, 1999.
5. Лейберова Н.В. Разработка рецептур и оценка качества безглютеновых мучных кондитерских изделий дис. ...канд. null: 05.18.15 : защищена 2012-03-27 : утв. 2012-04-19 / Н.В. Лейберова — Кемерово: 2012. — 147 с.
6. Медведев С.С. Физиология растений / С.С. Медведев — СПб: БХВ-Петербург, 2013. — 512 с.
7. Пасько О.А. Метаболизм в семенах амаранта *Amaranthus L.* при воздействии электрохимически активированной воды / О.А. Пасько // Сельскохозяйственная биология; — М., 2013. — с. 84–91.
8. Оськин С.В. Увеличение эффективности получения электроактивированных растворов / С.В. Оськин, Д.С. Цокур, Е.С. Цокур // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность; — Краснодар: Кубанский социально-экономический ин-т, 2019.
9. Цокур Д.С. Свойства растворов анолита и католита, полученных с помощью диафрагменных электролизеров воды. / Д.С. Цокур, Д.В. Горобец, С.А. Смолин и др. // Сельский механизатор; — М.: Нива, 2023. — с. 32–33.
10. Шмалько Н.А. Амарант в пищевой промышленности / Н.А. Шмалько, Ю.Ф. Росляков — Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. — 489 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Aliev E'.A. Vy'rashhivanie rastenij v gidroponny'x teplicax [Growing Plants in Hydroponic Greenhouses] / E'.A. Aliev — Kiev: Urozhaj, 1985. — 100 p. [in Russian]
2. Bentli M. Promy'shlennaya gidroponika [Industrial Hydroponics] / M. Bentli — M.: Kolos, 1965. — 819 p. [in Russian]
3. Gosmanov R.G. Mikrobiologiya [Microbiology] / R.G. Gosmanov — SPb: Lan', 2011. — 496 p. [in Russian]
4. Klimova E.V. Kontrol' toksichnosti rastenievodcheskogo pishhevoego sy'r'ya i kormov [zagryaznenie tyazhely'mi metallami, ostatkami pesticidov i mikotoksinami] [Toxicity Control of Plant-growing Food Raw Materials and Feed [Contamination with Heavy Metals, Pesticide Residues and Mycotoxins]]. / E.V. Klimova // Abstract Journal; — M.: CZNSXB, 1999. [in Russian]
5. Lejberova N.V. Razrabotka receptur i ocenka kachestva bezglyutenovy'x muchny'x konditerskix izdelij [Development of Recipes and Assessment of the Quality of Gluten-free Flour Confectionery Products] dis....of PhD in Natural sciences: 05.18.15 : defense of the thesis 2012-03-27 : approved 2012-04-19 / Н.В. Лейберова — Кемерово: 2012. — 147 p. [in Russian]
6. Medvedev S.S. Fiziologiya rastenij [Plant Physiology] / S.S. Medvedev — SPb: BXV-Peterburg, 2013. — 512 p. [in Russian]
7. Pasko O.A. Metabolizm v semenakh amaranta *Amaranthus L.* pri vozdeistvii elektrokhimicheski aktivirovannoi vodi [Metabolism in the Seeds of Amaranth *Amaranthus L.* under the Influence of Electrochemically Activated Water] / O.A. Pasko // Agricultural Biology; — M., 2013. — p. 84–91. [in Russian]
8. Oskin S.V. Uvelichenie effektivnosti polucheniya elektroaktivirovannikh rastvorov [Increasing the Efficiency of Obtaining Electroactivated Solutions] / S.V. Oskin, D.S. Tsokur, Ye.S. Tsokur // Emergency Situations: Industrial and Environmental Safety; — Krasnodar: Kuban Socio-Economic Institute, 2019. [in Russian]
9. Czokur D.S. Svoystva rastvorov anolita i katolita, poluchenny'x s pomoshh'yu diafragmeny'x e'lektrolizerov vody' [Properties of Anolyte and Catholyte Solutions Obtained Using Diaphragm Water Electrolyzers]. / D.S. Czokur, D.V. Gorobecz, S.A. Smolin et al. // Rural Mechanic; — M.: Niva, 2023. — p. 32–33. [in Russian]
10. Shmal'ko N.A. Amaranat v pishhevoj promy'shlennosti [Amaranth in the Food Industry] / N.A. Shmal'ko, Yu.F. Roslyakov — Krasnodar: Prosveshhenie-Yug, 2011. — 489 p. [in Russian]