

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ / FOOD SYSTEMS

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.72>

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОРОСТКОВ ПУТЕМ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА АМАРАНТА ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫМ РАСТВОРОМ КАТОЛИТА

Научная статья

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

¹ ORCID : 0000-0002-7223-2930;

³ ORCID : 0000-0003-3291-810X;

⁴ ORCID : 0000-0001-5401-8669;

^{1,2,3,4} Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Российская Федерация

⁵ Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Российская Федерация

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

Аннотация

Статья посвящена применению электроактивированного раствора католита для повышения качества проростков амаранта пищевого назначения. В связи с тем, что католит играет важную роль в фотосинтезе; образовании, перемещении и отложении в запас углеводов; участвует в обменных процессах при синтезе аминокислот и белков; регулирует использование растениями азота и катализирует деятельность многих ферментов, то были исследованы его стимулирующие свойства для проращивания семян амаранта по показателям энергии прорастания, всхожести и параметров проращивания при силе тока 10, 15 и 35 А. Наилучшим вариантом оказалась обработка католитом 10 А в течение 40 минут, так как достигалась максимальная энергия прорастания на уровне 92,5% (по сравнению с контролем 74,3%), всхожесть 96,2% (по сравнению с контролем 82,1%), длина ростков 31,8 (по сравнению с контролем 10,5 мм) и длина корней 22,5 мм (по сравнению с контролем 19,3 мм).

Ключевые слова: католит, стимуляция роста, амарант.

IMPROVING THE QUALITY OF FOOD SPROUTS BY STIMULATING THE GROWTH OF AMARANTH WITH AN ELECTROACTIVATED CATHOLYTE SOLUTION

Research article

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

¹ ORCID : 0000-0002-7223-2930;

³ ORCID : 0000-0003-3291-810X;

⁴ ORCID : 0000-0001-5401-8669;

^{1,2,3,4} Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation

⁵ Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russian Federation

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

Abstract

The article is dedicated to the application of electroactivated catholyte solution to improve the quality of food amaranth sprouts. Due to the fact that catholyte plays an important role in photosynthesis; formation, movement and deposition of carbohydrates; participates in metabolic processes in the synthesis of amino acids and proteins; regulates nitrogen use by plants and catalyses the activity of many enzymes, its stimulating properties for germination of amaranth seeds according to indicators of germination energy, germination rate and parameters at current strength 10, 15 and 35 A were investigated. The best variant was treatment with 10A catholyte for 40 minutes as it reached maximum germination energy of 92.5% (compared with control 74.3%), germination rate 96.2% (compared with control 82.1%), sprout length 31,8 (compared with control 10.5 mm) and root length 22.5 mm (compared with control 19.3 mm).

Keywords: catholyte, growth stimulation, amaranth.

Введение

Повышение энергии прорастания и всхожести может обеспечить высокую экономическую эффективность за счет включения в технологию проращивания культуры новейших приемов, одним из которых является применение стимуляторов роста растений. Стимуляторы роста комплексно влияют на физиологические и биохимические процессы, которые протекают в растении [3], [8].

Росторегулирующие вещества применяются обычно в виде водных растворов для опрыскивания вегетирующих растений или замачивания семян. Большинство из них не свойственны растительному организму, т.к. они не являются продуктами обмена. Следовательно, введенные соединения выполняют роль своеобразных раздражителей, изменяющих структурное состояние протоплазмы растительных клеток и приводящих к наиболее полной реализации их функций [2], [6].

Активатор, который имеет наибольшее практическое значение – это электроактивированный раствор католита, который играет важную роль в фотосинтезе; образовании, перемещении и отложении в запас углеводов; участвует в обменных процессах при синтезе аминокислот и белков; регулирует использование растениями азота и катализирует деятельность многих ферментов. Католит, насыщенный восстановителями, приобретает высокую адсорбционно-химическую активность [7].

Цель исследований – повысить качество пищевых проростков путем стимуляции роста амаранта электроактивированным раствором католита.

Методы и принципы исследования

С целью стимуляции роста семян применяли обработку католитом в течение 60 минут, который был получен с помощью проточного диафрагменного электролизера без предварительного добавления солей, разработанный в Кубанском ГАУ на кафедре электрических машин и электропривода [9].

На кафедре биотехнологии, биохимии и биофизики Кубанского ГАУ анализировали физико-химические показатели полученных проростков: 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, всхожесть и энергию прорастания по ГОСТ 12038-84 (метод проращивания) и длину корней и ростков.

Основные результаты

Амарант, широко используемый во всем мире как ценная пищевая культура, в России не имеет достаточного распространения по ряду причин. Одна из них – физиологические особенности, среди которых низкая всхожесть семян и наличие фазы скрытого роста 2-недельных проростков, когда развивается только корневая система. Такие особенности обуславливают чувствительность культуры к внешним условиям и частую гибель в посевах.

Поэтому для оценки стимулирующих свойств католита была проведена обработка семян амаранта католитом при различной силе тока и продолжительности обработки при температуре 25 °С (табл. 1) [1].

Таблица 1 - Обработка семян католитом при силе тока 5, 10 и 35 А

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.72.1>

Вид обработки	Масса 100 семян до замачивания, г	Масса 100 семян после замачивания, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Длина корней, мм	Длина ростков, мм
Обработка при силе тока 5 А 20 мин	0,0768±0,0009	0,0796±0,0022	77,6±2,2	75,6±1,9	16,5±3,5	11,3±1,8
Обработка при силе тока 5 А 40 мин	0,0713±0,0011	0,0751±0,0017	79,3±2,7	76,6±2,3	14,3±2,8	8,1±2,1
Обработка при силе тока 5 А 60 мин	0,0772±0,0008	0,0803±0,0024	80,1±1,6	81,2±1,8	20,5±3,0	9,6±1,4
Обработка при силе тока 10 А 20 мин	0,0750±0,0006	0,0793±0,0028	88,2±2,4	85,4±1,5	25,4±3,2	18,7±3,1
Обработка при силе тока 10 А 40 мин	0,0744±0,0012	0,0786±0,0023	92,5±1,2	96,2±1,4	31,8±1,9	22,5±2,2
Обработка при силе тока 10 А 60 мин	0,0748±0,0007	0,0791±0,0025	90,1±1,9	94,3±0,8	27,6±1,7	21,0±3,4
Обработка при силе тока 35 А 20 мин	0,0732±0,0014	0,0772±0,0019	86,5±2,4	85,2±1,3	26,8±1,1	21,4±1,0

Обработка при силе тока 35 А 40 мин	0,0762±0,00 10	0,0799±0,00 26	90,5±1,7	87,3±2,0	29,1±0,7	19,0±1,4
Обработка при силе тока 35 А 60 мин	0,0737±0,00 12	0,0775±0,00 18	88,4±2,0	91,2±1,1	22,6±1,0	17,9±2,8

Наилучшим вариантом оказалась обработка католином 10 А в течение 40 минут, так как достигалась максимальная энергия прорастания в сравнении с контролем на уровне 92,5 % (контроль – 74,3 %), всхожесть 96,2 % (контроль – 82,1 %), длина ростков 31,8 (контроль – 10,5 мм) и длина корней 22,5 мм (контроль – 19,3 мм).

При силе тока менее 10 А происходит недостаточное восстановление (ощелачивание) католита до необходимой величины и при этом его адсорбционно-химическая активность снижается. При силе тока более 10 А происходит избыточное восстановление (ощелачивание) католита до необходимой величины, за счет которого часть энергозатрат будет расходоваться на нагрев раствора, что увеличит расход тока и уменьшит скорость увеличения рН.

При обработке семян менее 40 минут происходит недостаточный стимулирующий эффект. При увеличении времени обработки семян амаранта до 60 минут стимулирующий эффект католита снижается.

Заявлено оптимальное соотношение семян к католилу, равное 1:2. При большем соотношении семян к католилу насыщение эндосперма семян амаранта влагой будет недостаточным, что замедлит процесс проращивания, а при меньшем – происходит недостаточная активация ферментов и нарушается водный баланс, что также снизит скорость проращивания.

Для снижения микробной обсемененности проводилась предварительная обработка семян амаранта раствором анолита в течение 60 минут, а затем католином, для стимуляции роста семян [9]. На основании проведенных исследований была составлена блок-схема процесса предварительной обработки семян амаранта электроактивированными растворами (рис.1) [4], [5], [10], [11].

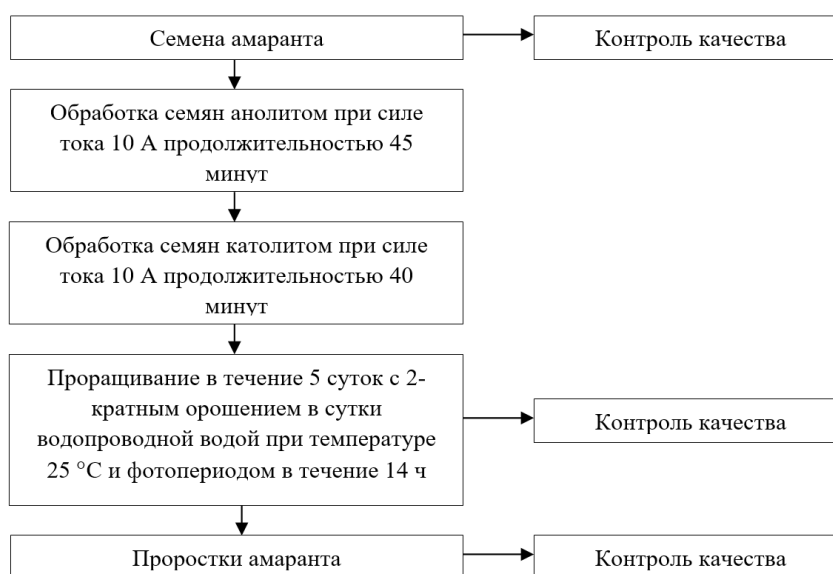


Рисунок 1 - Блок-схема процесса предварительной обработки семян амаранта
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.72.2>

Было проведено исследование показателей проростков амаранта после 5 суток проращивания (табл. 2).

Таблица 2 - Результаты исследования проростков после 5 суток проращивания
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.72.3>

Показатель	Значение
Масса 100 проростков, г	1,09±0,024
Массовая доля влаги, %	68,04±0,25
Содержание белка (в пересчете на сухое вещество), %	4,42±0,11

Массовая доля жира (в пересчете на сухое вещество), %	2,36±0,42
Пищевые волокна, %	1,87±0,17
Зольность (в пересчете на сухое вещество), %	5,41±0,13
pH, ед. pH	6,92±0,06
OK, °	0,24±0,02
Массовая доля каротина, мг/г	0,011±0,003
Массовая доля витамина С, мг	5,92±0,54
КМАФАнМ, КОЕ/кл/мл	7,1×10 ²
Плесени, КОЕ/кл/мл	37
БГКП, КОЕ/кл/мл	-

В результате проращивания произошло увеличение каротина до 0,011 мг/г (в нативных семенах 0,0025), витамина С в количестве 5,92 мг/г (в нативных семенах 3,87) и зольности до 5,41 % (в нативных семенах 2,59).

Заключение

1. Установлены рациональные параметры электроактивированного раствора и режимы стимуляции роста католитом при силе тока 10 А и продолжительности обработки 40 мин.

2. После обработки католитом была получена энергия прорастания в сравнении с контролем на уровне 92,5% (контроль – 74,3%) и всхожесть 96,2% (контроль – 82,1%).

3. В результате проращивания в течение 5 суток при температуре 25 °С произошло увеличение каротина до 0,011 мг/г (в нативных семенах 0,0025), витамина С в количестве 5,92 мг/г (в нативных семенах 3,87) и зольности до 5,41% (в нативных семенах 2,59).

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. Авдеев М.В. Электродные системы для обработки прорастающих семян / М.В. Авдеев, Е.М. Басаргина, М.Р. Хаматдинова // Механизация и электрификация с.-х.; — М., 2005. — с. 16.
2. Алехина Н.Д. Минеральное питание. / Н.Д. Алехина, Е.В. Харитоновшвили // Физиология растений; — М.: Академия, 2005. — с. 306–415.
3. Бентли М. Промышленная гидропоника / М. Бентли — М.: Колос, 1965. — 819 с.
4. Зверев С.В. Функциональные зернопродукты / С.В. Зверев, Н.С. Зверева — М: ДеЛи принт, 2006. — 116 с.
5. Кононков П.Ф. Амарант-культура XXI века / П.Ф. Кононков, В.К. Гинс, М.С. Гинс — М: РУДН, 2001. — 240 с.
6. Кретович В.Л. Биохимия зерна и хлеба / В.Л. Кретович — М: Наука, 1991. — 136 с.
7. Леонов Б.И. Физико-химические аспекты биологического действия электрохимически активированной воды / Б.И. Леонов, В.И. Прилуцкий, В.М. Бахир — М: ВНИИИМТ, 1999. — 244 с.
8. Мячикова Н.И. Пророщенные семена как источник пищевых и биологически активных веществ для организма человека. / Н.И. Мячикова, В.Н. Сорокопудов, О.В. Биньковская и др. // Современные проблемы науки и образования; — М: Академия Естествознания, 2012. — с. 103.
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. Шаскольский В.В. Проростки источник здоровья. / В.В. Шаскольский, Н.Д. Шаскольская // Хлебопродукты; — М: Росток, 2005. — с. 56–57.
11. 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. Avdeev M.V. Elektroodnie sistemi dlya obrabotki prorashtayushchikh semyan [Electrode Systems for the Treatment of Germinating Seeds] / M.V. Avdeev, Ye.M. Basargina, M.R. Khamatdinova // Mechanization and Electrification of Agricultural; — М., 2005. — p. 16. [in Russian]
2. Alexina N.D. Mineral'noe pitanie [Plant Physiology]. / N.D. Alexina, E.V. Xaritonoshvili // Plant Physiology; — М.: Akademiya, 2005. — p. 306–415. [in Russian]
3. Bentley M. Promy'shlennaya gidroponika [Industrial Hydroponics] / M. Bentley — М.: Kolos, 1965. — 819 p. [in Russian]

4. Zverev S.V. Funkcional'ny'e zernoprodukty' [Functional Grain Products] / S.V. Zverev, N.S. Zvereva — M: DeLi print, 2006. — 116 p. [in Russian]
5. Kononkov P.F. Amarant-kul'tura XXI veka [Amaranth-Culture of the XXI Century] / P.F. Kononkov, V.K. Gins, M.S. Gins — M: RUDN, 2001. — 240 p. [in Russian]
6. Kretovich V.L. Bioximiya zerna i xleba [Biochemistry of Grain and Bread] / V.L. Kretovich — M: Nauka, 1991. — 136 p. [in Russian]
7. Leonov B.I. Fiziko-ximicheskie aspekty' biologicheskogo dejstviya e'lektroximicheski aktivirovannoj vody' [Physico-Chemical Aspects of the Biological Action of Electrochemically Activated Water] / B.I. Leonov, V.I. Priluczkiy, V.M. Baxir — M: VNIIMT, 1999. — 244 p. [in Russian]
8. Myachikova N.I. Proroshhenny'e semena kak istochnik pishhevy'x i biologicheski aktivny'x veshhestv dlya organizma cheloveka [Sprouted Seeds as a Source of Food and Biologically Active Substances for the Human Body]. / N.I. Myachikova, V.N. Sorokopudov, O.V. Bin'kovskaya et al. // Modern Problems of Science and Education; — M: Akademiya Estestvoznaniya, 2012. — p. 103. [in Russian]
9. Czokur D.S. Svoystva rastvorov anolita i katolita, poluchenny'x s pomoshh'yu diafragmenny'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. Shaskol'skij V.V. Prorostki istochnik zdorov'ya [Sprouts Are a Source of Health]. / V.V. Shaskol'skij, N.D. Shaskol'skaya // Bread Products; — M: Rostok, 2005. — p. 56–57. [in Russian]
11. Shmal'ko N.A. Amarant v pishhevoj promyshlennosti [Amaranth in the Food Industry] / N.A. Shmal'ko, Yu.F. Roslyakov — Krasnodar: Prosveshhenie-Yug, 2011. — 489 p. [in Russian]