На поймах выносит затопление до 30 дней, пастбищеустойчива [1].

Благодаря своим отличительным характеристикам рекомендуется для улучшения естественных кормовых угодий, залужения склонов, рекультивации почв после негативного антропогенного воздействия и для использования в кормовых севооборотах сухостепной зоны региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России. Научное издание / С.В. Сапрыкин, В.Н. Золотарев, И.С. Иванов, Г.В. Степанова, Н.В. Сапрыкина, Р.М. Лабинская. – Воронеж: АО «Воронежская областная типография», 2020. – 496 с.

2. Ненароков М.И. Улучшение сенокосов и пастбищ. –Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 1971 -359 с.

3. Предоставление субсидий на проектирование и внедрение эколого-ландшафтных систем земледелия. https://xn--36-6kclfahi0b9aalri.xn--p1ai/measures/ntr/predostavlenie-subsidiy-na-proektirovanie-i-vnedrenie-ekologo-landshaftnykh-sistem-zemledeliya/?ysclid=mkxrvlb6o96966734. Дата обращения 26.01.2026 г.

4. Селекция и семеноводство многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России. Научное издание / И.М. Шатский, И.С. Иванов, Н.И. Переправо, В.Н. Золотарев, Н.В. Сапрыкина, Р.М. Лабинская, Г.В. Степанова, Н.И. Георгиади, Н.Ф. Тарасенко. – Воронеж: ОАО «Воронежская областная типография», 2016. – 236 с.

УДК 633.63: 631.416 DOI 10.5281/zenodo.20511761

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТЕРИЛИЗУЮЩИХ АГЕНТОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ СЕМЯН *BETA VULGARIS L. IN VITRO*

COMPARATIVE ANALYSIS OF STERILIZING AGENTS IN THE INTRODUCTION OF BETA VULGARIS L. SEEDS IN VITRO

Ткаченко О.В.
Tkachenko O.V.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы имени А.Л. Мазлумова», п. Рамонь, Воронежская обл.
FGBSI «All-Russian Research Institute of Sugar Beet named after A.L. Mazlumov», Ramon, Voronezh Region.
E-mail: olga.tkachenko.1980@bk.ru

Аннотация. *В статье представлены результаты сравнительного изучения эффективности хлорсодержащих стерилизующих растворов (Domestos, Javelion, Lumax) при введении в культуру in vitro изолированных зародышей*

сахарной свеклы (Beta vulgaris L.). Экспериментально установлено, что наибольший выход стерильных жизнеспособных регенерантов (98 %) и максимальная интенсивность развития эксплантов (5 баллов) достигаются при использовании 15 % раствора Lumax. Полученные данные позволяют рекомендовать 15 % раствор Lumax для оптимизации этапа введения в культуру in vitro ценных генотипов сахарной свеклы.

Abstract. *The article presents the results of a comparative study of the effectiveness of chlorine-containing sterilizing solutions (Domestos, Javelion, Lumax) when introducing isolated sugar beet (Beta vulgaris L.) embryos into in vitro culture. It was experimentally established that the highest yield of sterile viable regenerants (98%) and the maximum intensity of explant development (5 points) are achieved when using a 15% Lumax solution. The obtained data allow us to recommend a 15% Lumax solution for optimizing the stage of introducing valuable sugar beet genotypes into in vitro culture.*

Ключевые слова: *сахарная свекла, культура in vitro, стерилизация, хлорсодержащие агенты, изолированные зародыши.*

Keywords: *sugar beet, in vitro culture, sterilization, chlorine-containing agents, isolated embryos.*

ВВЕДЕНИЕ

Сахарная свекла (*Beta vulgaris* L.) служит важным объектом биотехнологических исследований, направленных на оздоровление посадочного материала и интенсификацию селекционного процесса. Успешная реализация этих задач во многом определяется возможностью индукции морфогенеза в асептических условиях. Основным лимитирующим фактором на начальном этапе культивирования *in vitro* выступает высокая степень микробной контаминации исходных эксплантов, в частности семян-клубочков. Механическая очистка и промывка водой не обеспечивают надежной деконтаминации, тогда как применение агрессивных стерилизующих реагентов может повреждать семенные покровы и проникать внутрь, угнетая точку роста зародыша.

Контаминация растительных тканей в условиях *in vitro* чаще всего обусловлена либо эндогенной микрофлорой исходного образца, либо нарушением асептических условий на этапах пассирования. В качестве действующего агента при поверхностной стерилизации широко используют гипохлорит натрия, стерилизующий эффект которого основан на окислительной способности активного хлора, разрушающего белки микроорганизмов. Рабочие растворы готовят разведением бытовых хлорсодержащих жидкостей (например, «Белизна», «Domestos») до необходимой концентрации по активному веществу; экспозиция обычно варьирует от 20 до 60 мин. Несмотря на популярность, дан-

ный метод имеет ограничения: длительный контакт с хлором провоцирует окислительный стресс и нарушает гомеостаз растительных клеток. Этанол (70 %) часто используют на предстерилизационном этапе для первичной дезинфекции и подготовки поверхности к действию основных стерилизаторов. Перекись водорода, благодаря своим окислительным свойствам, может применяться как самостоятельно, так и в комбинации с другими агентами, особенно при работе с объектами, чувствительными к хлору [1, 2, 5, 7].

В связи с этим возникает необходимость разработки гибкой схемы стерилизации, учитывающей состояние семенного материала и позволяющей минимизировать потери от инфекции и химического стресса.

Целью данных исследований явилась разработка оптимального протокола деконтаминации зрелых зародышей сахарной свеклы, обеспечивающего максимальный выход стерильных жизнеспособных эксплантов при введении в культуру *in vitro*.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в лаборатории культуры тканей и молекулярной биологии ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова». В качестве исходного материала использовали компоненты гибрида сахарной свеклы отечественной селекции Рамонский 140: МС-форму, гетерозисный опылитель (ОП) и О-тип (закрепитель стерильности). Зрелые зародыши изолировали из семян и подвергали поверхностной стерилизации растворами трёх хлорсодержащих препаратов: Domestos, Javelion и Lumax, каждый в концентрации 15 % по активному хлору. Длительность экспозиции во всех вариантах составляла 60 мин. Стерилизацию проводили согласно общепринятым методикам [2, 3, 6, 8].

После стерилизации зародыши высаживали на питательную среду на основе минеральных солей по Гамборгу [4], дополненную мезо-инозитом, витаминами (B_1, B_6) по Уайту и регуляторами роста: цитокининами (6-БАП, кинетин) и гиббереллином. Культивирование осуществляли в климатической камере при температуре 26 °С, освещённости 5000 люкс, 16-часовом фотопериоде и относительной влажности воздуха 70 %.

Эффективность стерилизации оценивали по доле инфицированных эксплантов, доле регенерантов и интенсивности их развития по 5-балльной шкале (где 1 – минимальное развитие, 5 – максимальное).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе эксперимента проведена сравнительная оценка трёх хлорсодержащих дезинфицирующих растворов (Domestos, Javelion, Lumax) при введении *in vitro* изолированных зародышей сахарной свеклы. Ре-

зультаты, систематизированные в таблице 1, выявили существенные различия в эффективности исследуемых препаратов.

Таблица 1. ***Эффективность деконтаминации изолированных зародышей сахарной свеклы***

№ варианта	Дезинфицирующий раствор	Концентрация раствора, %	Введено семян в культуру, шт	Инфицировано семян, %	Получено регенерантов, %	Развитие эксплантов (по 5-бальной шкале)
1	Domestos	15	50	14	86	3,6
2	Javelion	15	50	6	94	4,5
3	Lumax	15	50	2	98	5,0

Наименее результативным оказался стерилизующий агент Domestos: инфицированность достигла 14 %, выход регенерантов составил 86 %, а развитие эксплантов замедлялось (3,6 балла). Это может быть связано как с недостаточно полной элиминацией микрофлоры, так и с ингибирующим действием компонентов препарата на ростовые процессы зародышей.

Препарат Javelion продемонстрировал более высокую эффективность: 6 % инфекции, 94 % регенерантов и 4,5 балла развития.

Наилучшие результаты получены при использовании препарата Lumax: доля инфицированных эксплантов не превысила 2 %, что обеспечило выход 98 % нормально развивающихся регенерантов (рис. 1).

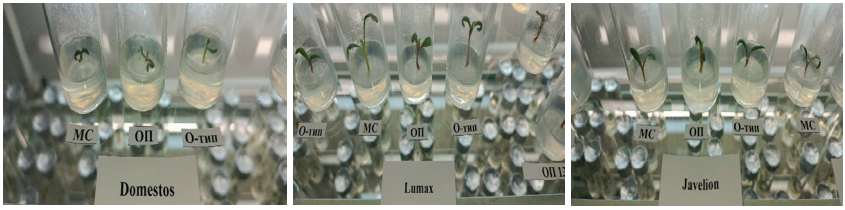


Рисунок 1. ***Развитие регенерантов на питательной среде***

Развитие эксплантов в этом варианте было наиболее интенсивным и соответствовало максимальной оценке 5 баллов. Состав Lumax, по-видимому, не только эффективно подавляет эпифитную микрофлору, но и не оказывает ингибирующего действия на физиологические процессы зародыша.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённых исследований для практического использования при введении в культуру *in vitro* изолированных зародышей сахарной свеклы рекомендуется 15 % раствор Lumax, обеспечивающий максимальный выход стерильных и полноценно развивающихся растений-регенерантов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цеменовский, М.А. Выбор оптимального режима стерилизации для введения семян базилика в культуру in vitro / М. А. Цеменовский // ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирзяева, 79852372156@yandex.ru

2. Катаева Н.В. Клональное микроразмножение растений / Н. В. Катаева, Р. Г. Бутенко. - Москва: Наука, 1983. - 97 с.

3. Знаменская, В.В. Микроклональное размножение сахарной свеклы / В.В. Знаменская, Т.П. Жужжалова // Методические рекомендации. – Воронеж. – 1995. – 23 с.

4. Гамборг, О.Л. Методы культивирования и определения глюканаза в суспензионных культурах пшеницы и ячменя / О.Л. Гамборг, Д.Э. Эвели // Биохимия. – 1968. - 46(5). – С. 417-421.

5. Крицкая, Т. А. Особенности введения в культуру *in vitro* двух видов Tamarix / Т.А. Крицкая, А.С. Кашин А. С. // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. - 2016. Т. 14, вып. 1. - С. 99–105.

6. Пивоваров, В.Ф. Биотехнологические приемы в селекции овощных культур / В.Ф. Пивоваров, Н.А. Шмыкова, Т.П. Супрунова // Овощи России. - №3(12). – 2011. – С. 10-17.

7. Терещенко Т.В. Эффективные способы стерилизации семян Robinia pseudoacacia L. для введения в культуру in vitro / Т.В. Терещенко, О.О. Жолобова // Научно-агрономический журнал. - 2022. - №2 (117). - С. 62-67.

8. Тимофеева, С.Н. Технологии микроразмножения *in vitro* / С.Н. Тимофеева, Ю.В. Смолькина, Н.В. Апанасова, О.И. Юдакова // Учеб.-метод. пособие. – Саратов, - 2016. – 38 с.