

6. Estimating Water Stress in Plants Using Hyperspectral Sensing / C. Jones, P. Weckler, N. Maness, et al. // CSAE/SCGR. – 2004 – P. 284 – 298.

7.

УДК 57.085.23

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ АДАПТАЦИИ  
МИКРОКЛОНОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ *MENTHA PIPERITA*  
L. И *MELISSA OFFICINALIS* L. К УСЛОВИЯМ *EX VITRO***

*Гущин Артем Владиславович, ассистент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, temagushchin@yandex.ru*

*Калашникова Елена Анатольевна, профессор кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kalash0407@mail.ru*

*Киракосян Рима Нориковна, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mia41291@mail.ru*

**Аннотация:** Разработан способ адаптации микрорастений разных таксономических групп к условиям *ex vitro*. Выявлено, что микроклоны лекарственных растений *Mentha piperita* L. И *Melissa officinalis* L. результативнее адаптируются к условиям, если использовать аэропонные технологии перед пересадкой их в почвенный субстрат, так как прямое разбрызгивание питательного раствора со свободным кислородом стимулируют рост корневой системы, корневых волосков и, следовательно, самого побега.

**Ключевые слова:** лекарственные растения, клональное микроразмножение, *in vitro*, аэропонные технологии

Ученые предсказывают, что нынешнее население мира, которое составляет 7,89 миллиарда человек, увеличится почти на миллиард в течение следующих десяти лет, а к 2050 году количество людей составит 9,7 миллиардов [1]. В связи с этим увеличится так же спрос на продовольствие и лекарственные препараты, а вместе с этим и на землю для выращивания растений [2]. Чтобы избежать данную тенденцию, сравнительно недавно стали применять новый способ выращивания растений, а именно, на гидропонике. Данный способ широко применяется для выращивания, как правило, овощных культур, а также для вертикального озеленения. В последнее время пользуется другой способ выращивания растений, модифицированная гидропоника – это аэропонные установки. Аэропонные технологии сейчас широко применяются в сельском хозяйстве, например, в качестве вертикальных ферм [3].

Поскольку аэропонные технологии до конца не изучены и не отработаны режимы выращивания растений разных таксономических групп, то интерес к данным технологиям постоянно растет. Например, на сегодняшний момент до конца не изучено влияние различных составов питательных растворов на накопление зеленой биомассы некоторых лекарственных растений, которые являются источником ценных вторичных метаболитов, широко применяемых в

пищевой промышленности, медицине, косметологии и т. д.

Одна из проблем перевода растений из условий *in vitro* – это гибель микроклонов в условиях закрытого и открытого грунта, поэтому процесс адаптации является дорогостоящим и трудоемким. У растений после выращивания в пробирках нарушено поглощение воды и минеральных веществ из почвы, так как корневых волосков либо мало, либо нет [4]. Соответственно, с помощью современного метода выращивания, а именно аэропоники, можно адаптировать микроклоны лекарственных растений к условиям *ex vitro* благодаря тому, что осуществляется подача питательного раствора на нижнюю часть – на корни или на гипокотиль.

Исходя из вышеизложенного, цель данной работы – усовершенствовать технологию адаптации микроклонов лекарственных растений *Mentha piperita* L. и *Melissa officinalis* L. к условиям *ex vitro*, применяя аэропонные технологии.

Объектом исследования служили микроклоны *Mentha piperita* L. и *Melissa officinalis* L. Образцы первоначально были размножены на безгормональной питательной среде, содержащей минеральные соли по прописи Мурасиге и Скуга (MS). Микроклоны выращивали в пробирках в условиях световой комнаты, где поддерживался 16-часовой фотопериод, температура  $22 \pm 10^\circ\text{C}$  и освещение белыми люминесцентными лампами с интенсивностью 3 тыс. лк. В аэропонной установке - пропатор X-Stream 120 (производство Нидерланды), состоящий из жесткой пластмассы, заливали 40 л дистиллированной воды, а затем добавляли  $\frac{1}{2}$  от объема раствор MS. Для сравнения роста и развития мяты перечной использовали два варианта: 1) с добавлением гормона – ауксина ИУК концентрацией 0,5 мг/л для усиления роста корней; 2) с добавлением гормона – ИМК концентрацией 0,5 мг/л. Для мяты лекарственной использовали только один вариант – с добавлением гормона ИУК концентрацией 0,5 мг/л. Перед пересадкой в условия аэропонной системы образцы делили на две группы: первая группа состояла из растений с корневой системой; вторая группа – без корня. Обязательно было наличие одной-двух пар листьев для протекания процесса фотосинтеза (рис.1).



Рисунок 1 - Мелисса лекарственная, пересаженная на аэропонику

Микроклоны мяты перечной выращивали на двух вариантах питательных сред. В первом варианте использовали в качестве ауксина ИУК в концентрации 0,5 мг/л, во втором варианте – ИМК 0,5 мг/л. Внешний вид растений на аэропонике приведен на рисунке 2.

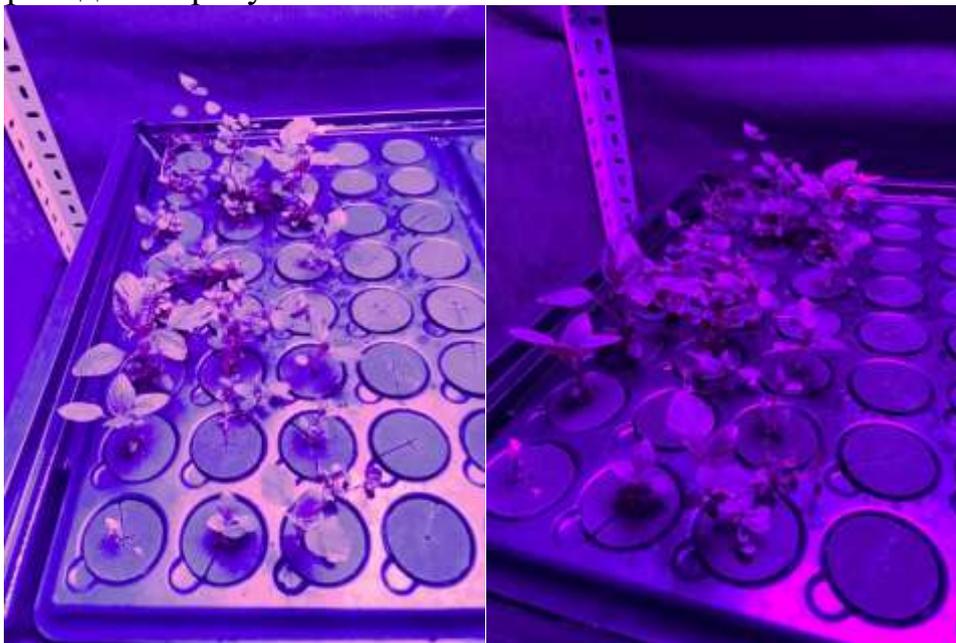


Рисунок 2 - Растения мяты перечной на аэропонной установке на 21-е сутки

В первом варианте с добавлением ИУК и во втором варианте с ИМК на 3-и сутки уже наблюдали небольшой прирост по корням 0,2 см и по надземной части 0,2–0,3 см. На 7-е сутки первый вариант с таким же приростом остался, а с ИМК увеличилась длина корней и побегов уже в 2 раза от первоначальных значений.

В последний день, 21-е сутки, был произведен подсчет побегов у каждого растения. Выявлено, что у изначально не имеющих корней клонов, растущих в системе с добавлением ИМК, в среднем 7,8 побегов; у ИУК это значение немного меньше – 7 побегов.

Наилучшим питательным раствором для роста и развития мяты перечной является раствор с добавлением фитогормона ИМК (0,5 мг/л) (рис.3). Индекс роста корней у укорененных микроклонов равен 7,16, в то время как у не укорененных – 5,95, при этом у не укорененных индекс роста побегов выше на 0,66. Удельная скорость роста корней у укорененных равна 0,097, что выше, чем растений «без корней», но скорость роста побегов ниже. Питательный раствор с ИУК менее эффективный в разы по сравнению с ИМК.



**Рисунок 3- Растения мяты перечной по истечении 3 недель: а), б) - микроклоны изначально без корней; в), г) – микроклоны с корнями**

Микроклоны мяты перечной лекарственной выращивали на одной питательной среде с добавлением ИУК концентрацией 0,5 мг/л. Самым эффективным оказался метод, когда перед пересадкой у микроклонов удаляли корневую систему. Индекс роста побегов и корней у не укорененных равен 1,09 и 7,31 соответственно, в то время как у укорененных – 0,78 и 6,69 (таблица 1).

Таблица 1

**Ростовые характеристики микропобегов *Melissa officinalis* L. в условиях аэропоники**

Тип микроклонов	Индекс роста (I)		Удельная скорость роста ( $\mu$ ), $\text{сут}^{-1}$	
	корней	побегов	корней	побегов
С корнями	6,69	0,78	0,089	0,035
Без корней	7,31	1,09	0,100	0,048

В результате проведенных исследований установлено, что наилучшим питательным раствором для роста и развития *Mentha piperita* L. является раствор с добавлением фитогормона ИМК (0,5 мг/л), а также для более эффективного и экономичного выращивания в условиях аэропоники следует осуществлять пересадку не укорененных микроклонов лекарственных растений.

Целью данного исследования было усовершенствование технологии адаптации микроклонов лекарственных растений мяты перечной (*Mentha piperita* L.) и мяты перечной (*Melissa officinalis* L.) к условиям *ex vitro*. В итоге было выявлено, что микроклоны результативнее адаптируются к условиям, если использовать аэропонию перед пересадкой их в почвенный субстрат, так как прямое разбрызгивание питательного раствора со свободным кислородом стимулируют рост корневой системы, корневых волосков и, следовательно, самого побега. Эффективно также использовать не укорененные микроклоны, у которых скорость роста протекает наравне с укорененными, но при этом в среднем количество образовавшихся побегов больше в два раза. Несмотря на то, что ИМК является синтетическим фитогормоном-ауксином, использовать его в разы продуктивнее для выращивания мяты перечной (*Mentha piperita* L.), чем добавлять в питательный раствор природный гормон ИУК.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в соответствии с соглашением № 075-15-2022-746 от 13 мая 2022 года (внутренний номер МК-3084.2022.1.4) о предоставлении гранта в виде субсидии из Федерального бюджета Российской Федерации в рамках гранты Президента Российской Федерации на государственную поддержку молодых российских ученых - кандидатов наук, докторов наук и ведущих научных школ Российской Федерации.

### **Библиографический список**

1. Lal R. Feeding 11 billion on 0.5 billion hectare of area under cereal crops//Food and Energy Security. – 2016. – Т. 5. – №. 4. – С. 239-251.
2. Lakhari I. A. et al. Overview of the aeroponic agriculture—An emerging technology for global food security //International Journal of Agricultural and Biological Engineering. – 2020. – Т. 13. – №. 1. – С. 1-10.
3. Al-Kodmany K. The vertical farm: A review of developments and implications for the vertical city //Buildings. – 2018. – Т. 8. – №. 2. – С. 24.
4. Калашникова, Е.А. Культура тканей и клеток растений [Текст]: учеб. / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2023. - 238 с.

УДК 581.6

## **ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННО СИНТЕЗИРУЕМЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТИОФЕНА КАК АНТИМИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Доморацкая Дана Алексеевна, аспирант кафедры биотехнологии института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, danadomoratskaya@mail.ru*

*Киракосян Рима Нориковна, доцент кафедры биотехнологии института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, r.kirakosyan@rgau-msha.ru*

***Аннотация:** Рассмотрена возможность использования бархатцев как продуцентов антимикробных препаратов для борьбы с фитопатогенными микроорганизмами.*

***Ключевые слова:** тиофены, бурая гниль картофеля, бархатцы, антибиотики.*

На сегодняшний день в мире стоит острая проблема сохранения и приумножения продукции растениеводства из-за растущего населения планеты и повсеместного распространения вредителей сельскохозяйственных культур, в том числе и бактериальных возбудителей болезней растений. В их число входит и опасный карантинный объект – возбудитель бурой гнили картофеля *Ralstonia solanacearum*. Эта бактерия распространена по всей Южной Америке,