

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Ряго Нелли Васильевны на тему «Совершенствование элементов технологии размножения *in vitro* и адаптации к условиям *ex vitro* сортов смородины красной», представленную на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

**Актуальность исследований.** Развитие садоводства зависит от состояния и развития питомниководства, которое является базой для закладки садов и ягодников чистосортным сертифицированным посадочным материалом. С 2013 г. в России наблюдается рост объемов производства плодово-ягодной продукции, к 2022 г. производство фруктов достигло рекордных значений около 1,5 млн. т. и к 2030 г. планируется увеличение до 2,0 млн. При больших объемах производства сельхозпродукции предъявляются определенные требования к исходному посадочному материалу. Одна из важных проблем отечественного питомниководства – низкий процент посадочного материала плодовых и ягодных культур «высших категорий качества».

В настоящее время доля отечественных саженцев составляет 74% (по данным 2022 г.). С 2017 по 2030 гг. действует Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства, одним из главных целевых индикаторов которой является увеличение до 85 процентов доли посадочного материала сортов и клонов плодовых и ягодных культур, произведенных на территории Российской Федерации. Успешное освоение современных отечественных технологий производства посадочного материала позволяет получать саженцы высокого качества. Важной особенностью такого производства является улучшение показателей чистосортности и качества адаптированного посадочного материала. Поэтому оппонируемая диссертационная работа, направленная на оптимизацию элементов технологии микроклонального размножения, весьма актуальная и своевременна.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна.** Достоверность результатов проведенных исследований подтверждается достаточно большим объемом экспериментальных данных и сопоставлением результатов исследований с данными, полученными отечественными и зарубежными учеными. Статистический анализ и интерпретация данных проведены с использованием современных компьютерных программ Microsoft Excel 2016 и SPSS 22.0. Результаты диссертационной работы опубликованы в высокорейтинговых журналах: 3 – в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 1 – с мировыми базами индексирования Web of Science (Q1), Scopus (Q1), а также K1 «Белого списка».

Основные этапы диссертационной работы были доложены на международных и всероссийских конференциях с 2021 по 2025 гг.

Проведенные исследования обладают определенной научной новизной. К ним следует отнести усовершенствование элементов технологии микроразмножения смородины красной, изучение влияния спектрального освещения на развитие и процент адаптации микрорастений и их состояние, определяемое с помощью вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

Выводы в заключении отражают основные научные достижения работы, реализованные в рамках поставленных задач. Практические рекомендации обосновывают важность применения оптимизированных элементов технологии культуры *in vitro* и условий на этапе адаптации *ex vitro*.

**Научная новизна исследований.** В результате комплексных исследований выявлено влияние срока изоляции почек, типа стерилизующего агента и состава питательной среды на приживаемость и дальнейшее развитие меристем, предложены элементы технологии *in vitro*, способствующие развитию и укоренению полученных микрорастений.

Впервые получены новые знания о влиянии спектрального состава света на морфофизиологические показатели микрорастений смородины красной в

ходе адаптации в частично нестерильных условиях. Впервые для данной культуры использовали вегетационный индекс NDVI с целью оценки физиологического состояния растений в климатической камере.

**Практическая значимость исследований** заключается в повышении процента выхода жизнеспособных микрорастений в ходе культивирования *in vitro* и увеличением за короткий срок количества оздоровленных и адаптированных растений высших категорий качества в условиях искусственных агроэкосистем. В результате исследований соискателем разработан усовершенствованный протокол микроклонального размножения смородины красной.

Содержание автореферата и публикации автора полностью соответствуют результатам, представленным в диссертационной работе.

**Структура, объем и содержание диссертации.** Структура диссертационной работы, её содержание и оформление соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертационная работа изложена на 149 страницах компьютерного текста, включая приложения. Список литературы содержит 311 источников, в том числе 116 зарубежных. В тексте диссертации содержится 27 рисунков и 19 таблиц.

Введение работы кратко раскрывает актуальность выбранного направления исследований.

В разделе 1 обобщена информация о биологических особенностях представителей рода *Ribes*, основных способах размножения ягодных культур, их преимуществах и недостатках. Особое внимание уделено технологии микроклонального размножения, влиянию периода изоляции почек на дальнейшее развитие микрорастений в культуре, степени воздействия стерилизующих агентов на почки и их морфогенез, влиянию минерального и гормонального состава питательной среды на развитие эксплантов. Учитывая важность этапа адаптации как одного из сложных и стрессовых для микрорастений, описаны основные отличия в морфологии и

физиологии пробирочных растений в сравнении с адаптированными. Показано преимущество светодиодов как энергосберегающих технологий перед натриевыми лампами, возможность их "подстраивания" под потребности растений. Обобщена информация о влиянии моно- и комбинированного спектрального освещения на морфогенез и ризогенез растений, интенсивность фотосинтеза, окислительный стресс и другие биохимические процессы на этапе адаптации.

**Раздел 2** отражает условия проведения исследований, объекты и методы экспериментальной работы. Представлен список из 8 сортов, взятых в качестве исходного материала, разного генетического происхождения. В методической части подробно описаны условия технологии культивирования *in vitro* и элементы учета. На этапе адаптации подробно представлены технические характеристики климатической камеры и параметры облучения, методика проведения работы и необходимые учеты и наблюдения. Отдельно достаточно подробно представлен раздел статистической обработки результатов исследований с учетом современных компьютерных программ.

**В разделе 3** представлены результаты исследований. В подразделе **3.1** показано влияние периода изоляции почек на этапе введения в культуру *in vitro* на приживаемость, процент поражения некрозом и инфекцией эксплантов при введении в марте, мае и октябре. Установлено, что ранневесеннее (март) введением почек в культуру является оптимальным.

**В подразделе 3.2** рассмотрен дезинфицирующий эффект разных стерилизующих агентов на почки смородины красной при выращивании на питательной среде Murashige and Skoog (MS) на фоне 1 мг/л БАП (бензиламинопурина). Получено достоверно высокое количество жизнеспособных эксплантов при использовании 0,1% сулемы  $\text{HgCl}_2$  и 0,2%  $\text{AgNO}_3$  нитрата серебра, что нашло подтверждение в исследованиях других ученых. Применение 0,01% мертиолята  $\text{C}_9\text{H}_9\text{HgNaO}_2\text{S}$  снижало долю некроза у большинства эксплантов и не обеспечивало высокой приживаемости из-за поражения инфекцией. Однако в работе нет четкого объяснения, почему

ртутьсодержащий препарат мертиолят показал худший результат по сравнению с ртутьсодержащей сулемой на приживаемость эксплантов смородины. Отмечена низкая эффективность экологически безопасного препарата 12%  $H_2O_2$  в качестве стерилизатора в сравнении с другими стерилизаторами (мертиолят, сулема, нитрат серебра). Лучшие результаты за четыре месяца культивирования показаны в вариантах с  $HgCl_2$  и  $AgNO_3$ . Использование 0,2%  $AgNO_3$  обеспечило высокую приживаемость (до 91,7%) эксплантов, способствующую дальнейшему их морфогенезу. Поэтому данный стерилизатор был рекомендован для культуры смородины красной.

В подразделе 3.3 показана эффективность использования минерального состава сред и наиболее часто применяемого в культуре *in vitro* цитокинина БАП. В подразделе 3.3.1 рассмотрено влияние состава минеральных сред MS, QL, LF, с повышенным в 2 раза содержанием хелата железа, с добавлением 1 мг/л БАП и стерилизатора 0,1%  $HgCl_2$  на приживаемость и морфогенетическое развитие эксплантов. Автором показана высокая приживаемость, оптимальный рост и развитие микропобегов на среде MS по сравнению с двумя другими составами сред. При этом не было дано пояснение причины выбора в качестве стерилизатора сулемы в данном опыте, поскольку в предыдущем разделе автор рекомендовал 0,2%  $AgNO_3$ .

В подразделе 3.3.2 представлена информация о значении цитокинина как стимулятора деления клеток. Показано влияние различных концентраций БАП на среде MS на развитие эксплантов. Отмечено положительное влияние на высоту, коэффициент размножения и морфологическое развитие БАП в концентрации  $\geq 0,8$  мг/л, что нашло отражение в выводах.

В подразделе 3.4 показан этап ризогенеза микрорастений смородины и выявлено положительное влияние 0,5 мг/л ИМК и 0,5 мг/л ИУК на среде MS на процесс корнеобразования. Однако автором не был учтен контрольный вариант (без добавления гормонов), что не позволяет сделать полноценный анализ действия веществ ауксиновой природы на этапе ризогенеза.

В подразделе 3.5 представлен процесс адаптации микрорастений в помещениях с оптимальным микроклиматом под люминисцентными лампами и в климатической камере со светодиодным освещением и автоматическим дозированным поливом. Использование климатической камеры с разным спектральным освещением позволило за короткий период (28 календарных дней) получить оздоровленный посадочный материал в соответствии с требованиями ГОСТ и минимизировать потери ценных генотипов в процессе адаптации.

Важным аспектом для стимулирования ростовых процессов было использование на этапе адаптации в условиях закрытых искусственных агроэкосистем сочетания синего, зеленого, красного, дальне-красного освещения с добавлением ультрафиолетового облучения (диапазон А). В этой части работы показан эффект влияния различных светодиодов на процессы роста растений с учетом сортовых особенностей.

В разделе 4 представлены данные по экономической эффективности выращивания посадочного материала на этапах укоренения в культуре *in vitro* и этапе адаптации в условиях климатической камеры.

Заключение по диссертационной работе состоит из 7 выводов, раскрывающих поставленные задачи. Все выводы обоснованы, представляют теоретический интерес, доказывают положения, выносимые на защиту и являются результатами экспериментов, проведенных за четыре года исследований. Рекомендации, представленные диссертантом имеют определённое значение для науки и производства.

Представленная работа написана грамотным и понятным языком, хорошо оформлена и достаточно проиллюстрирована. Материалы, опубликованные в автореферате, кратко отражают основные результаты исследований и полностью отражают содержание диссертации.

При анализе диссертационной работы выявлены следующие недостатки и замечания:

1. В обзоре научной литературы отсутствует информация об использовании индекса NDVI (нормализованный дифференцированный вегетационный индекс) при оценке физиологического состояния растений, а так возможности его применения в культуре *ex vitro* и на этапе адаптации.

2. Отсутствуют краткие выводы в конце подразделов 3.1, 3.2, 3.3.1 и они вынесены как общий вывод в конце подраздела 3.4.

3. В подразделе 3.2 отмечен лучший эффект по приживаемости эксплантов при использовании ртути содержащей сулемы в сравнении с ртутьсодержащим препаратом мертиолятом, однако какие-либо пояснения полученных результатов отсутствуют.

4. В подразделе 3.3 не представлено объяснение причины использования в дальнейших опытах сулемы в качестве стерилизатора, а не нитрата серебра, проявившего высокий эффект в предыдущем подразделе 3.2.

5. В подразделе 3.4 на этапе укоренения микрорастений не был представлен вариант без добавления гормонов, что не позволяет полно оценить действие веществ ауксиновой природы на ризогенез растений.

6. Необходимо уточнить достоверность результатов опыта на рисунке 26 (А) для сорта Englische Grosse Weisse и рисунка 26 (Б) – для сорта Red Lake.

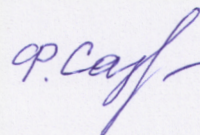
7. Требуется уточнение причин высокого содержания Chl *b* в листьях растений при освещении СД-Б спектром в условиях адаптационной камеры.

8. В разделе «Рекомендации для науки и производства» рекомендация №5: «Для закладки базисных и сертифицированных маточников использовать ... материал смородины красной «высших категорий качества», полученный в культуре *in vitro*» – звучит не совсем уместно, т.к. целью исследований было совершенствование элементов технологии размножения *in vitro* и условий адаптации растений, но не сравнение качества исходного материала для системы питомниководства.

Тем не менее, сделанные замечания не снижают научной и практической ценности проведенных исследований.

**Заключение.** Диссертационная работа Ряго Нелли Васильевны «Совершенствование элементов технологии размножения *in vitro* и адаптации к условиям *ex vitro* сортов смородины красной» является законченным научно-квалифицированным трудом и отвечает требованиям п. 9-11, 13-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидат сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.2 – Селекция, семеноводство и биотехнология растений.

**Официальный оппонент:** ведущий научный сотрудник отдела генетики и селекции садовых культур ФГБНУ ФНЦ Садоводства, доктор сельскохозяйственных наук (06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений)



Сазонов Фёдор Фёдорович

«31» октября 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства» (ФГБНУ ФНЦ Садоводства).

Адрес: 115598, Россия, г. Москва, ул. Загорьевская, д. 4.

Тел.: (495) 329-51-66

E-mail: [fncsad@fncsad.ru](mailto:fncsad@fncsad.ru)

<http://www.vstisp.org>

Подпись Сазонова Ф.Ф. удостоверяю:

Ученый секретарь

ФГБНУ ФНЦ Садоводства

Елена Константиновна Сашко

«31» октября 2025 г.

