родной научной конференции «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды». Душанбе, 2025.с. 481486.

5. Максимова С.Л. Вермикомпостирование и вермикультирование: состояние, проблемы и перспективы // Белорусское сельское хозяйство, 2007.№ 9. С. 65–66.

УДК 634.75:57.086.8

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ДЕПОНИРОВАНИЯ БЕЗВИРУСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ (*FRAGARIA* × *ANANASSA* DUCH.)

И.А. Панков, аспирант,
А.Р. Бухарова, д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО Минсельхоза РФ «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского», г. Балашиха, Российская Федерация
pan82@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены биотехнологические аспекты получения и депонирования безвирусного посадочного материала земляники садовой.

Abstract. The article presents biotechnological aspects of the production and preservation of virus-free planting material of garden strawberry.

Ключевые слова: земляника, посадочный материал, безвирусный, депонирование.

Key words: strawberry, planting material, virus-free, deposition.

Актуальность

Земляника садовая (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) является одной из наиболее экономически значимых ягодных культур в мире. По данным FAO, в 2022 году мировое производство достигло 9,57 млн т (Китай – 35,1%, США – 13,2%) [6]. В Российской Федерации промышленный сбор составляет 20–25 тыс. т при ёмкости рынка 50–80 тыс. т, урожайность в открытом грунте не превышает 10–12 т/га, что в 5–6 раз ниже, чем в Калифорнии (59–65 т/га). Одним из ключевых факторов, сдерживающих рост продуктивности культуры в РФ, является дефицит высококачественного посадочного материала отечественного производства, что обусловлено его высокой фитопатогенной (в первую очередь, вирусной) нагрузкой, а также ограниченным внедрением технологий *in vitro* для массового размножения и оздоровления.

До недавнего времени РФ импортировала 85–90% посадочного материала земляники. С 30 июня 2025 года введён запрет на ввоз из Нидерландов в связи с выявлением карантинных объектов. Новые требования ЕАЭС (с 07.12.2025) обязывают использовать материал из зон, свободных от антракноза. Традиционные методы оздоровления (термо-, хемотерапия) имеют ограничения. Наиболее перспективен метод культуры апикальных меристем (*in vitro*), позволяющий получать безвирусный материал без предварительной диагностики и депонировать ценные генотипы криоконсервацией.

Вирусные заболевания способны снижать урожайность земляники до 75%, а выход усов – до 40% [2]. Многие вирусы находятся в латентном состоянии. Наиболее распространены: вирус крапчатости (*SMoV*), вирус морщинистости (*SCV*), вирус мозаики резухи (*ArMV*), вирусы кольцевых пятнистостей (*SLRSV*, *RpRSV*, *TBRV*). В Московской области распространённость TBRV достигает 25%, *SLRSV* – 16%, *ArMV* – 14%. В 2020 году в РФ выявлен вирус окаймления жилок земляники (*SVBV*), распространяющийся с посадочным материалом и тлями [3]. *SVBV* включён в перечень ЕОКЗР, но не регулируется карантинными перечнями ЕАЭС и РФ, что создаёт дополнительные риски.

Цель работы – разработка и обоснование биотехнологических подходов к получению и депонированию безвирусного посадочного материала земляники садовой для импортозамещения в питомниководстве.

Результаты исследований

Экспериментальные исследования проведены в НИЛ репродуктивной биологии и селекции с.-х. культур Университета Вернадского. Технологический процесс включает: отбор экспланта, стерилизацию, посадку на среду MS + БАП 0,5 мг/л, микроразмножение (пассаж 28–35 дней), укоренение, адаптацию в субстрате (торф:дернина:перлит = 1:1:1) с обработкой «Фитоспорином».

Отработаны схемы стерилизации. При стандартных подходах контаминация достигала 90–100%. Лучший результат (70–90%) получен с использованием перекиси водорода 3%. Микологический анализ (ВНИИФ) выявил: *Verticillium* (до 60%), *Fusarium oxysporum* (до 70%), *Cylindrocarpon* (до 55%), а также *Alternaria* и *Mucor* [5]. Перспективны физические методы (ультразвук, плазма) и биологические агенты (эфирные масла, бактериофаги); наиболее эффективны комбинированные протоколы.

На этапе микроразмножения получены: корнеобразование – 90%, коэффициент размножения – 5–7 за пассаж, выживаемость при адаптации – >90% [4]. В открытом грунте (Московская обл.) за один сезон с 33 кустов, полученных *in vitro*, образовано 376 усов (длина 70 см, 4 междоузлия) и получено 353 укоренённые розетки, из которых 30% сдвоенные. Это в 2,5 раза выше традиционного размножения.

Зафиксирован фенологический постэффект: растения *in vitro* в первый год не цветут и не плодоносят, сразу переходят к усообразованию. Это позволяет быстро наращивать оздоровлённый материал для коллекций и полевых испытаний уже в первый год.

Разработана система депонирования: хранение *in vitro* и криоконсервация (витрификация, -196°C). По данным Crop Trust (2025), в мире 8227 образцов земляники, *in vitro* – 2905 (35,3%), криоконсервацией – лишь 205 (2,5%) [7]. Лидеры по *in vitro*: Канада (1915), США (648), Италия (175). Коллекция ВИР – 535 образцов, доля *in vitro* не отражена. Метод витрификации обеспечивает выживаемость 70–90% и хранение десятилетиями.

Заключение

1. Латентное вирусное заражение и дорогостоящая диагностика – главные проблемы посадочного материала земляники в РФ, усугубляемые запретом импорта из Нидерландов и новыми требованиями ЕАЭС.

2. Экспериментально обоснована биотехнологическая система получения безвирусного посадочного материала на основе культуры апикальных меристем *in vitro*, обеспечивающая коэффициент размножения 5–7, выживаемость при адаптации >90% и выход 353 укоренённых розеток с 33 кустов за сезон (в 2,5 раза выше традиционного).

3. Экспериментально подтверждена эффективность стерилизации перекисью водорода 3% (снижение контаминации с 90–100% до 70–90%) и выявлен спектр основных патогенов.

4. Описан фенологический постэффект – отсутствие цветения в первый год, позволяющий ускорить наработку оздоровлённого материала для селекционных коллекций и промышленных посадок.

5. Предложена система депонирования генофонда, включающая криоконсервацию методом витрификации, с выживаемостью 70–90% и сохранностью генотипов на десятилетия.

6. Разработанные решения соответствуют приоритетам ФНТП до 2030 года и могут служить основой для промышленного производства оздоровленного посадочного материала земляники в РФ и Республике Беларусь.

Список использованной литературы

1. Биологические основы инновационных технологий вегетативного размножения садовых культур / В. И. Деменко, С. В. Акимова, В. В. Киркач, А. Н. Викулина. – Москва : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2019. – 156 с.

2. Диагностика вирусных болезней и выделение кандидатов в исходные растения земляники садовой *ex situ* / М. Т. Упадышев, К. В. Метлицкая, Н. В. Андронова [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. – 2020. – Т. 61. – С. 103–108.

3. Вирус окаймления жилок земляники (*SVBV*) – опасный патоген садовой земляники / Ю. Н. Приходько, Т. С. Живаева, Ю. А. Шнейдер [и др.] // Садоводство и виноградарство. – 2020. – № 5. – С. 47–53.

4. Панков, И. А. Практические результаты микроклонального размножения земляники садовой сорта «Фестивальная ромашка» / И. А. Панков, А. Р. Бухарова // Вектор развития науки : Материалы научно-практических конференций студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых факультета агро- и биотехнологий, Балашиха, 1 января – 31 января 2023 года. – Балашиха: Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского, 2023. – С. 87–92.

5. Перспективные решения проблемы контаминации при стерилизации эксплантов земляники садовой для микроклонального размножения / И. А. Панков, А. Р. Бухарова, Л. Н. Ульяненко [и др.] // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию со дня образования общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия», Краснодар, 13 мая 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 179–187.

6. FAO. Agricultural production statistics 2000–2022. FAOSTAT Analytical Brief 79. – Rome : FAO, 2023. – 12 p.

7. Khoury, C. K. Global crop conservation and use metrics: Strawberries (*Fragaria* L.) / C. K. Khoury, S. Gora, P. Giovannini. – Bonn : Crop Diversity Trust, 2026. – 21 p.

УДК 631.3.004:623.746

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОДРОНОВ В РФ: ОТ МЕХАНИЗАЦИИ К ЦИФРОВЫМ ЭКОСИСТЕМАМ

В.А. Ружьев[1], канд. техн. наук, доцент,
В.Б. Ловкис[2], канд. техн. наук, доцент
[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Пушкин, Российская Федерация,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
ruzhev_va@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются ключевые тенденции развития рынка беспилотных авиационных систем (БАС) в сельском хозяйстве России. Рассмат-