

Жиляева Н.В.  
аспирант кафедры биологии «Белгородский национальный исследовательский университет»,  
г. Белгород  
Тохтарь Л.А.  
заведующая лабораторией биотехнологии растений научно-образовательного центра «Ботанический сад» НИУ «БелГУ», г. Белгород  
Тохтарь В.К.  
директор научно-образовательного центра «Ботанический сад» НИУ «БелГУ», г. Белгород  
Ткаченко Н.Н.  
младший научный сотрудник лаборатории биотехнологии растений научно-образовательного центра «Ботанический сад» НИУ «БелГУ», г. Белгород

## ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ШТАММОВ *BACILLUS* НА АДАПТАЦИЮ МИКРОРАСТЕНИЙ СИРЕНИ К УСЛОВИЯМ *EX VITRO*

**Введение.** В связи с возрастающим спросом на декоративные садовые растения и развитием в нашей стране рынка посадочного материала для внешнего и внутреннего озеленения, постепенно увеличивается роль России как производителя декоративных растений [1, с. 66-69]. В то же время необходимость сокращения импорта посадочного материала, не адаптированного к климатическим условиям РФ, является в настоящее время актуальной задачей.

Особую роль в декоративном садоводстве играют красивоцветущие кустарники, к числу которых относится сирень [2, с. 296-308]. Сирень обыкновенная широко используется в любительском садоводстве и масштабном озеленении городов. На сегодняшний день выведено более 2000 сортов этой культуры [3, с. 230].

Как известно, сирень относится к древесным растениям, имеющим довольно низкий потенциал размножения при использовании традиционных способов вегетативного размножения (прививка, черенкование, отводки). Использование метода клонального микроразмножения растений в условиях *in vitro* позволяет в короткий срок получить большое количество высококачественного посадочного материала этой культуры.

Важнейшим этапом в технологии клонального микроразмножения, определяющим ее успешность, является этап адаптации растений к условиям внешней среды. В процессе адаптации растений к нестерильным условиям может происходить значительный отпад части полученного таким способом материала. Известно, что при промышленном клональном микроразмножении возникают большие (свыше 50%) потери растений на этапе их переноса в нестерильные условия.

Отработка эффективной технологии перевода микрорастений в нестерильные условия делает возможным промышленное микроразмножение размножаемых культур. В связи с этим исследование возможностей оптимизации процессов адаптации приобретает крайне важное научное и практическое значение. Основные работы в этом направлении посвящены разработке приемов, которые позволяют сократить продолжительность этапа адаптации, выявить способы повышения приживаемости микроклонов на этапе адаптации для получения качественного посадочного материала.

Технологии адаптации включают подбор субстрата и оптимальных условий для адаптации, роста и развития микроклонов – освещенности, фотопериода, влажности воздуха, температурного режима и состава субстрата. Немаловажным фактором является определение оптимальных сроков высадки микроклонально размноженных растений в почву.

Для успешной акклиматизации микроклонов необходимо подготовить их к переходу на фототрофное питание в условиях низкой влажности воздуха, активизировать рост корневой системы за счет развития придаточных корней на этапе укоренения. При попадании в стрессовые условия ткани и органы растений, полученных в условиях *in vitro*, должны как можно быстрее адаптироваться к новым условиям и сформировать новые побеги и листья. Предпочтительнее, чтобы эти два процесса проходили одновременно.

Анализ возможностей применения различных препаратов и приемов, которые позволяют сократить продолжительность этапа адаптации, а также выявить способы повышения приживаемости микроклонов для получения качественного посадочного материала, является крайне важной задачей современных биотехнологических исследований.

Как известно бактериальные удобрения обогащают почву биологическим азотом, мобилизуют недоступный растениям фосфор, подавляют развитие возбудителей болезней и способствуют увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. В последние десятилетия накоплено достаточно много данных о положительном влиянии биопрепаратов на основе почвенных микроорганизмов на прорастание семян, рост и развитие растений, урожайность сельскохозяйственных культур и качество получаемой продукции [4, с. 13; 5, с. 28-29; 6, с. 46; 7, с. 44-47, 8, с. 6-20; 9, с. 95-101].

Целью работы была оценка влияния микробиологического препарата «Фитоп 8.1» на растения-регенераты сирени, полученные методом *in vitro*, при адаптации к нестерильным условиям.

**Материалы и методы.** В исследовании использовали микробиологический препарат «Фитоп 8.1» содержащий споровую биомассу бактерий *Bacillus subtilis* штамм DSM 32424, *Bacillus amyloliquefaciens* штамм ВКПМ В-10642 (DSM 24614) и *Bacillus amyloliquefaciens* штамм ВКПМ В-10643 (DSM 24615) [10, с. 108-116].

Получение растений и проведение эксперимента проводилось в лаборатории биотехнологии растений на оборудовании УНУ Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета (<https://ckp-rg.ru/usu/200997/>). Объектами исследования являлись растения-регенеранты *Syringa vulgaris* L. сортов: «Френк Патерсон», «Вечерняя Москва», «Маршал Ланн», «День Победы». Для размножения изучаемые микроклоны сирени культивировали в условиях *in vitro* на питательной среде Мурасига и Скуга (МС) дополненной регулятором роста 2-изопентиладенин (2-*ip*) в концентрации 1,5-2 мг/л. На этапе укоренения использовали среду МС с половинным набором макро- и микросолей и витаминов с добавлением 1,5 мг/л индолил-3-масляной кислоты. После культивирования в асептических условиях на средах размножения и укоренения следовал этап адаптации сирени к условиям *ex vitro*. Для этого микрорастения пинцетом извлекали из колб, корневую систему промывали водопроводной водой от остатков питательной среды и на один час их корни помещали в раствор препарата «Фитоп 8.1». Затем растения высаживали в предварительно увлажненный торфяной субстрат и проливали раствором препарата.

Контролем в исследовании выступали растения, высаженные в минерализованный торфяной субстрат, пролитый водой без добавок микробиологического препарата. Объекты исследования, высаженные в рассадные кассеты, размещались в парниках под светопрозрачной пленкой, что позволяло поддерживать высокую влажность воздуха на начальном этапе адаптации. Постепенно влажность воздуха в парниках снижалась. По мере необходимости проводили полив растений водой, не допуская пересыхания субстрата. После завершения процесса адаптации проводили замеры морфометрических параметров исследуемых растений.

**Результаты и обсуждение.** Результаты, полученные в ходе эксперимента, свидетельствуют о неоднозначном влиянии препарата «Фитоп 8.1» на морфометрические характеристики растений-регенерантов сирени при адаптации к нестерильным условиям (рис. 1-4).

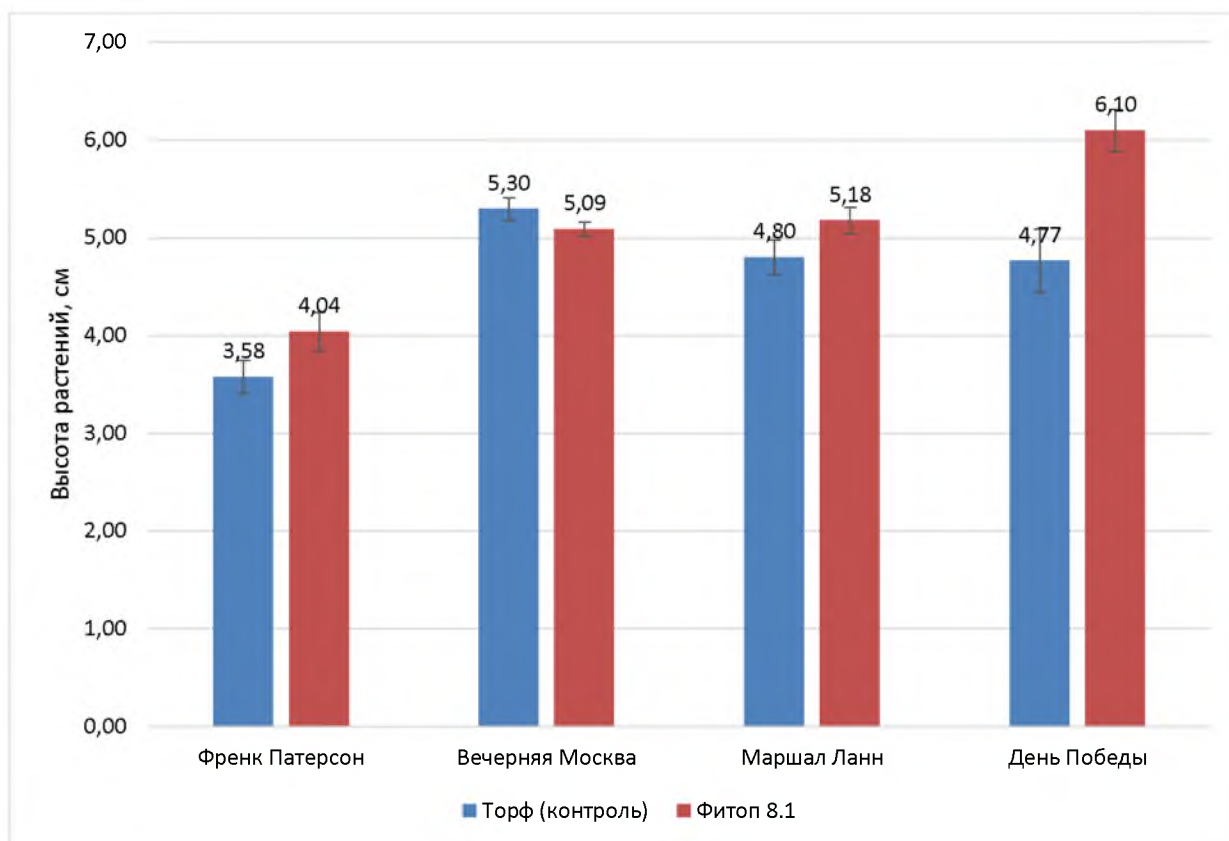


Рисунок 1 – Влияние микробиологического препарата на высоту растений-регенератов сирени

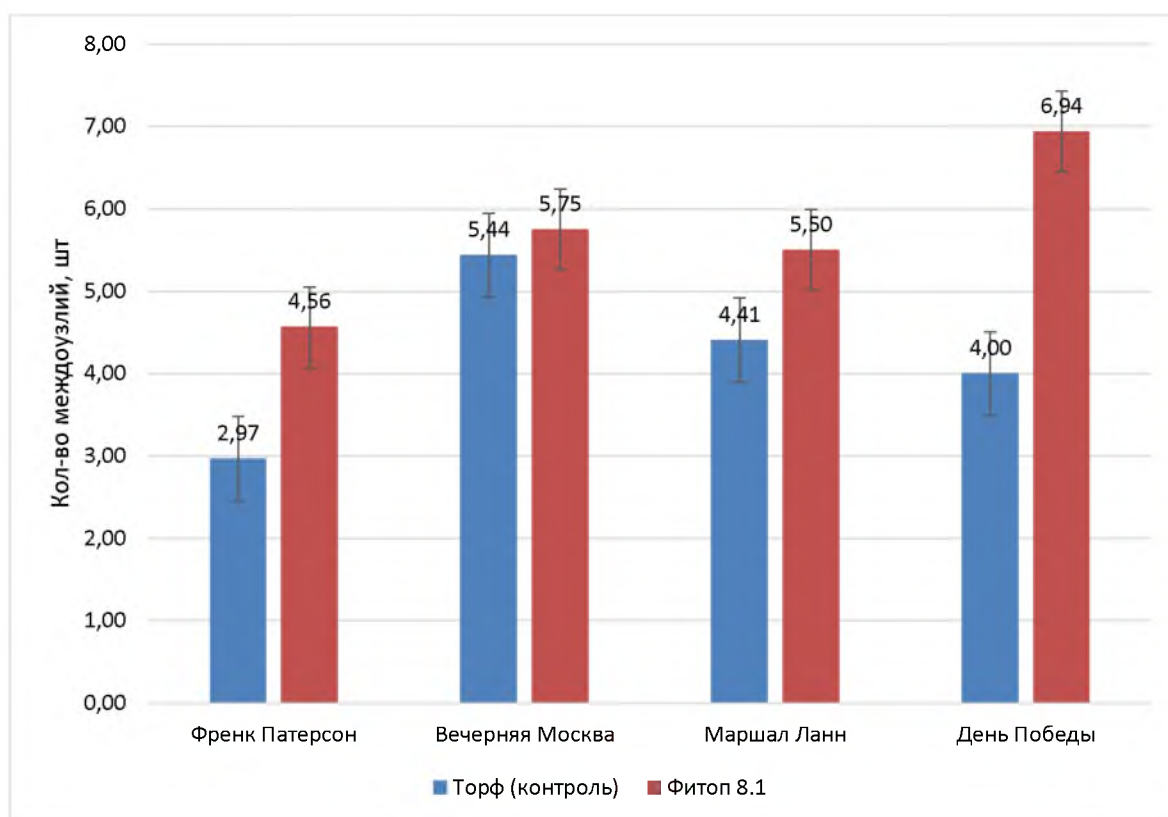


Рисунок 2 – Влияние микробиологического препарата на количество междоузлий у растений-регенератов сирени

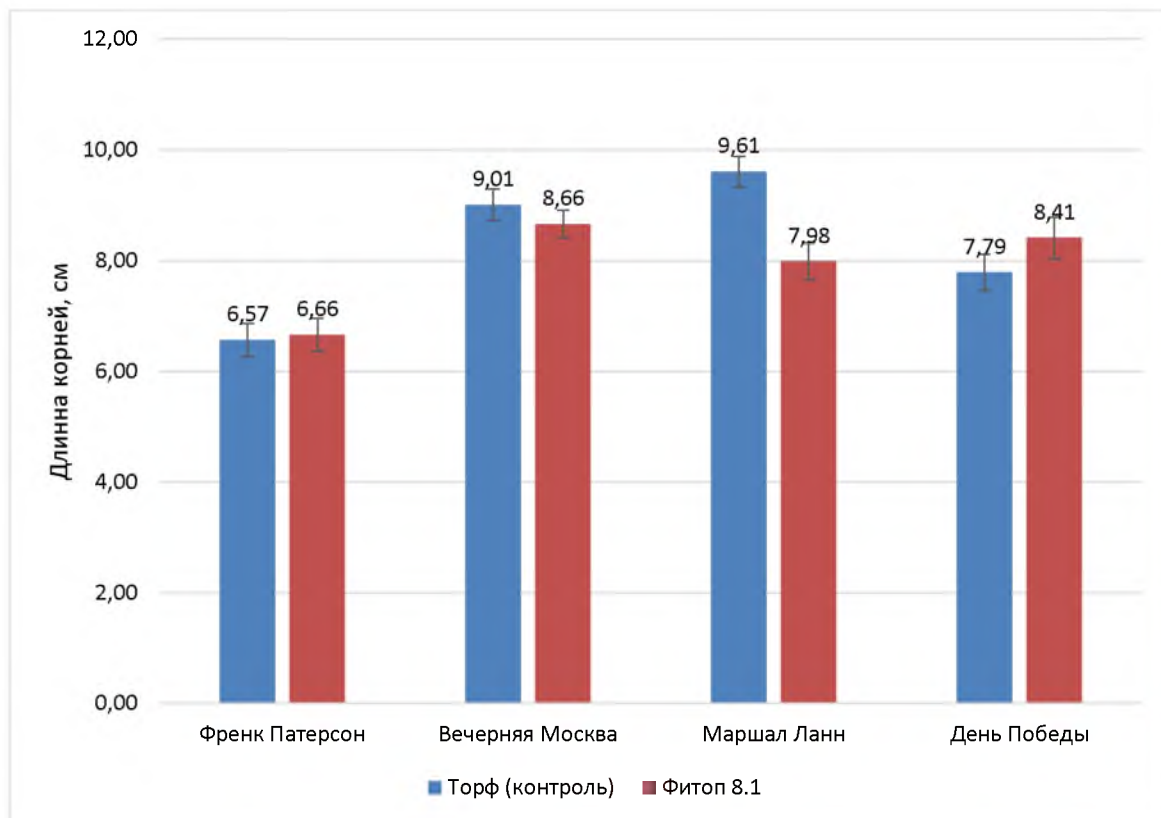


Рисунок 3 – Влияние микробиологического препарата на длину корней растений-регенератов сирени

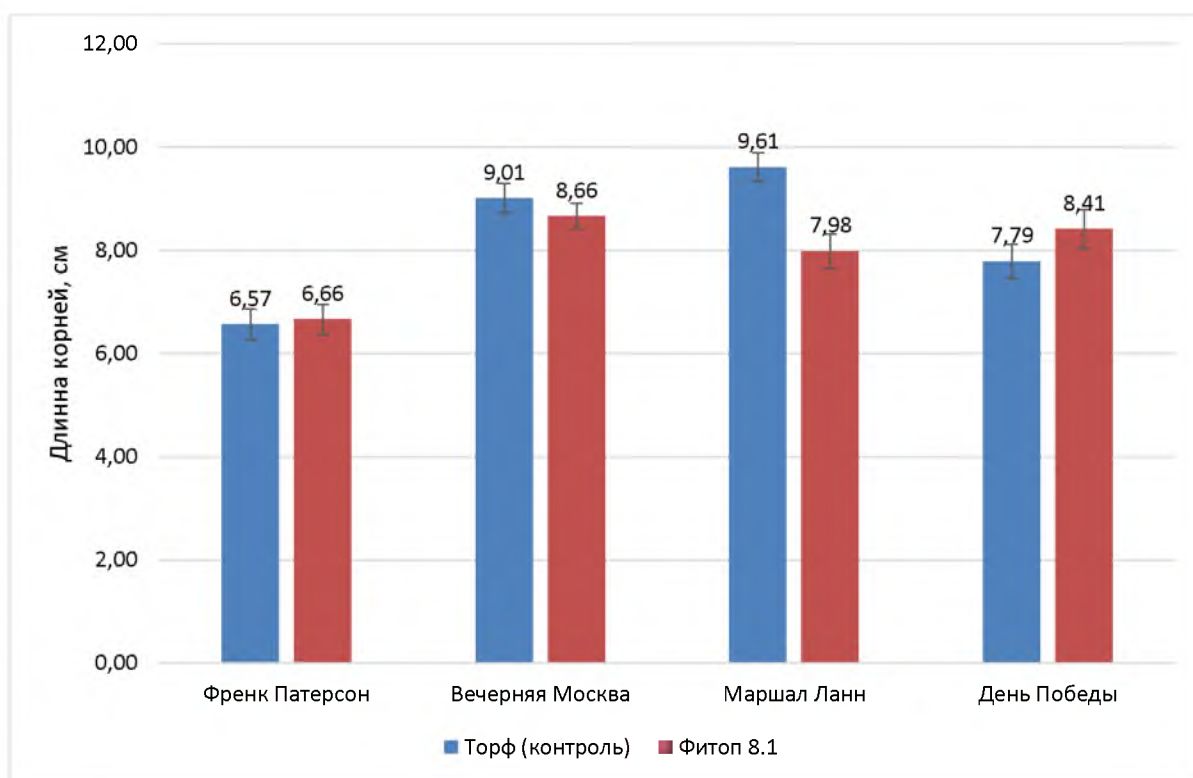


Рисунок 4 – Влияние микробиологического препарата на количество корней у растений-регенератов сирени

Из представленных гистограмм следует, что микробиологический препарат влияет на высоту растений различных сортов сирени по-разному. Наибольший отклик на действие Фитоп 8.1 проявил сорт «День Победы» и «Френк Патерсон» в то же время сорта «Маршалл Ланн», и «Вечерняя Москва»

не отреагировали. Количество междоузлий у всех исследуемых сортов увеличилось по сравнению с контролем. Несмотря на то, что в инструкции к препарату указывается, что в результате его использования формируется оптимальная корневая система, все изученные сорта в процессе адаптации сирени к условиям *ex vitro* не улучшили показатели по корневой системе по сравнению с контролем.

Микробиологическое действие препарата Фитоп 8.1 определялось сортовыми особенностями растений-регенерантов, так как компоненты растительно-микробного симбиоза проявляли различную степень интегрированности с растениями хозяевами, что отражалось в различном ответе на действие препарата. Несмотря на заявленные в инструкции действие препарата на корневую систему основной эффект был обусловлен активизацией процессов, связанных с надземными вегетативными частями растений. Установленные эффекты действия консорциумов микроорганизмов на изучаемые растения регенеранты можно объяснить несколькими причинами: отсутствие конкуренции у микроорганизмов – растения развивались в стерильных условиях лишенных микробиологического компонента в связи с чем и проявился нетипичный эффект последствия; действие микроорганизмов согласно инструкции должно приводить у уничтожению гнилостных микроорганизмов, однако в отсутствие конкуренции бактерии активизируют процессы обуславливающие улучшенное минеральное питание растений за счет ускоренного разрушения в субстрате органического компонента и его минерализации.

Более высокий положительный эффект у некоторых сортов обусловлен высокой степенью отзывчивости к усиленному минеральному питанию и как следствие формированию листостебельной массы. В то же время развитие корневой системы не происходит в связи с достаточным количеством минеральных компонентов на единицу площади за счет процессов инициируемых микробиологическим компонентом препарата.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № FZWG-2023-0007 «Адаптивные реакции микроорганизмов: теоретические и прикладные аспекты» – 2023–2025 гг.*

#### **Список использованной литературы:**

1. Кетнер И.А. Структура и значение российского рынка декоративных растений в ассортиментном разрезе питомников / Вектор науки ТГУ. Серия: Экономика и управление. 2013. № 1(2). С. 66-69.
2. Долганова З.В. Сирень / Программа работ селекцентра научно-исследовательского института садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко до 2030 года. Новосибирск. 2011. С. 296-308.
3. Балмышева Н., Полякова Т. Время сирени – Москва / Н. Балмышева, Т. Полякова. «Книга-пента», 2007. 272 с.
4. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. - М.: Изд-во ВНИИА, 2005. — 302 с.
5. Уромова И.П. Повышение биопотенциала картофеля с использованием биопрепаратов // Плодородие. – 2008. – № 3. – С. 28-29.)
6. Козлова Е.А., Лысенко Н.Н. Биопрепараты для защиты смородины черной от американской мучнистой росы // Защита растений. – 2005. – №5. – С. 46.
7. Использование биопрепаратов для управления ростом, плодоношением и фитосанитарным состоянием садовой земляники / А.А. Беляев М.В. Штерншис Т.В. Шпатова В.И. Лутов, А.А. Лемяк, А.И. Лемяк // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 44–47).
8. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus* для управления здоровьем растений: монография / М.В. Штерншис, А.А. Беляев, В.П. Цветкова, Т.В. Шпатова, А.А. Лемяк, С.А. Бахвалов; М-во сел. хоз-ва РФ, Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – 233 с,
9. Чеченина Н. С. Влияние штаммов бактерий рода *Bacillus* на рост, развитие, фитосанитарное состояние и плодоношение ремонтантной малины // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Краснообск, 2017. – С. 95-101.
10. Пастухова А.В., Петров А.Ф., Цветкова В.П., Масленикова В.С. Отзывчивость томата сорта Спок на применение биологических и минеральных удобрений // Инновации и продовольственная безопасность. 2020; (4): 108-116.

© Н.В. Жилиева, Л.А. Тохтарь, В.К. Тохтарь, Н.Н. Ткаченко, 2023