

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Сахно Татьяны Михайловны на тему «**МОРФОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *PINUS* L. В ПАРКОВЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА**», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 – ботаника

**Актуальность.** Изучение и освоение мировых флористических ресурсов при интродукции увеличивает разнообразие декоративных, технических, лекарственных, эфиромасличных, пряных и плодовых растений региона.

В современном мире при создании и содержании зеленых насаждений важная роль отводится экосистемным вопросам средообразования. Имеет значение размерность и сочетание различных древесных пород. Незаменимым элементом зеленых насаждений являются хвойные деревья. Наибольшим биоразнообразием среди хвойных обладает род *Pinus* L., представленный от сланцевых кустовидных до крупных 50-метровых растений, различающихся габитусом, длиной и окраской хвои, скоростью роста и долголетием, устойчивостью и требовательностью к условиям произрастания.

Среди всего этого разнообразия представляют интерес калифорнийские сосны, культивирование которых в условиях России возможно только на Черноморском побережье. Учитывая, что мировой центр видообразования сосен находится в Мексике, то основные научно-исследовательские работы с данным родом возможны только в условиях субтропического климата.

Изучение морфолого-биологических особенностей североамериканских представителей рода *Pinus* L. в парковых фитоценозах Южного берега Крыма особо актуально в условиях развития региона как туристическо-рекреационной агломерации согласно Стратегии развития туристического кластера Республики Крым на период до 2030 года, утвержденной Распоряжением от 28 июня 2019 года № 774-р Совета министров Республики Крым.

Диссертация изложена на 172 страницах, содержит 39 рисунков и 14 таблиц. Работа состоит из введения, 7 разделов, заключения, практических рекомендаций, списка литературы и 2 приложений. Список литературы включает 351 источник, из них 131 на иностранных языках.

**Научная новизна** полученных результатов определяется тем, что автором впервые в условиях Южного берега Крыма выявлены особенности роста и репродукции *Pinus radiata*, *P. sabiniana*, *P. coulteri*. Проведена оценка реализации их интродукционного потенциала, выявлена видовая специфика количественного содержания и качественные характеристики

эфирного масла в хвое исследуемых видов в условиях Южного берега Крыма. Автором оценена повреждаемость вредителями и болезнями интродуцированных североамериканских сосен.

**Обоснованность и достоверность** полученных в работе результатов и выводов обеспечены большим фактическим материалом, собранным диссертантом в парках нижнего высотного пояса ЮБК (до 300 м н.у.м.) от Фороса до Алушты за период с 2015 по 2018 год.

Для изучения динамики годичных приростов у модельных деревьев Т.М. Сахно измерено по 30 побегов с южной стороны кроны. Измерение биометрических показателей пыльцевых зерен и их жизнеспособность соискателем проведено на 150 образцах с каждого модельного дерева.

Экспериментальные данные были статистически обработаны с использованием стандартных методов. Работа проведена с использованием общепринятых методик фенологических наблюдений, морфологических, анатомических, биометрических и интродукционных исследований.

Полученные Татьяной Михайловной Сахно результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

**Теоретическое и практическое значение.** Исследования, проведенные диссертантом, свидетельствуют о полной акклиматизации *Pinus radiata* D. Don, *Pinus sabiniana* Douglas, *Pinus coulteri* D. Don в условиях ЮБК. Степень акклиматизации была рассчитана на основе показателей роста, генеративного развития, зимостойкости и засухоустойчивости и составляет для *P. radiata* – 83, *P. sabiniana* и *P. coulteri* – 95 баллов.

Автором установлено, что на интенсивность прироста побегов перечисленных видов влияет количество осадков предшествующего года, а длина хвои *P. radiata* и *P. coulteri* снижается при увеличении суммы активных температур  $>10^{\circ}\text{C}$  ( $r = -0.94$  и  $r = -0.68$ , соответственно). У *P. sabiniana* сокращение длины хвои происходит при сокращении количества осадков. В условиях ЮБК начало фенофазы пыления у изучаемых видов происходит при суммах активных температур  $>5^{\circ}\text{C}$  *P. radiata* – 455-489 $^{\circ}\text{C}$ , *P. sabiniana* – 616.1-702.7 $^{\circ}\text{C}$ , *P. coulteri* – 946.2-1000.6 $^{\circ}\text{C}$ . Все исследуемые виды формируют жизнеспособную пыльцу (*P. radiata* – 60.2%, *P. sabiniana* – 75.9%, *P. coulteri* – 62.5%).

Количество морфологических аномалий пыльцы у североамериканских видов (*P. radiata* – 2.1-10.2%, *P. sabiniana* – 4.0-12.5%, *P. coulteri* – 9.6-10.8%) не превышает уровня подобных нарушений у аборигенного вида *P. pallasiana* (9.4- 13.0%). Всхожесть семян *P. radiata* варьирует от 36.8% у отдельно произрастающих особей до 72.3% у деревьев в групповых посадках, *P. sabiniana* – от 42.4% до 90%, *P. coulteri* – от 51.9% до 78.6%.

В условиях ЮБК *P. radiata* сильно повреждается энтомовредителями, а патогенные грибы незначительно поражают изучаемые североамериканские сосны.

Основные результаты диссертации Т.М. Сахно опубликованы в 12 научных работах, из которых 4 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, которые входят в перечень рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Они были представлены и обсуждались на 8 международных научных конференциях, проводимых в России и за рубежом.

Разработанные Т.М. Сахно научно-практические рекомендации по исследованию морфологических и биологических особенностей интродуцентов рода *Pinus* L., рекомендации по размножению и культивированию североамериканских экзотов рода *Pinus* L., рекомендации по использованию интродуцентов рода *Pinus* L. в садово-парковом строительстве и озеленении городов вошли составной частью в курс лекций «Биологические основы устойчивости зеленых насаждений» и «Основы интродукции древесно-кустарниковых растений» для студентов базовой кафедры садово-паркового и ландшафтного искусства ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, созданной на базе ФГБУН «НБС-ННЦ». Результаты диссертационной работы были использованы в практических рекомендациях по совершенствованию системы культивирования (уход и семенное размножение) сосны Сабина в условиях Южного берега Крыма и при верификации таксономической принадлежности сосен в парке-памятнике садово-паркового искусства регионального значения Республики Крым «Алупкинский».

Целью представленной к защите работы является выявить на основе изучения биологических показателей особенности роста и репродукции, оценить реализацию интродукционного потенциала североамериканских видов рода *Pinus* L. в условиях Южного берега Крыма, разработать рекомендации по повышению эффективности их использования в садово-парковом строительстве. Для достижения цели планировалось решить следующие задачи: изучить дендрометрические показатели и дать характеристику жизненного состояния североамериканских видов рода *Pinus* в парковых сообществах ЮБК; провести анализ динамики морфологических признаков вегетативных органов североамериканских видов рода *Pinus* в условиях ЮБК; изучить морфолого-анатомические и некоторые биохимические особенности хвои исследуемых видов; изучить фенологию пыления, динамику биометрических показателей репродуктивных структур, оценить жизнеспособность пыльцы и семян; оценить степень повреждения вредителями и болезнями растений в условиях ЮБК; дать оценку успешности интродукции и степени акклиматизации североамериканских видов *Pinus* на ЮБК.

Во введении (с. 4-10) изложены цели, задачи, научная новизна, актуальность, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту, методология и методы исследования, личный вклад соискателя, степень достоверности, апробация работы, публикации, структура и объем работы.

Первый раздел диссертационной работы (с. 11-33) посвящен литературному обзору биологических особенностей представителей рода *Pinus* L.. Обсуждается филогенез, систематическое положение, видовое разнообразие и особенности распространения видов рода *Pinus* L. и делается вывод, что расхождения в классификациях рода *Pinus* и в количестве таксонов, относящихся к роду, обусловлены разными подходами к выделению видов и от технических возможностей проведения исследований. Сахно Татьяной Михайловной род Сосна рассматривается в классификации Farjon (2005), а видовой состав с позиций, изложенных в научной базе «The Plant List» (2018). В данном разделе диссертации анализируются мировой ареал рода *Pinus* и хвойные леса Северной Америки, в хронологическом порядке обсуждаются этапы интродукции и изучения сосен на Южном берегу Крыма, с перечислением 21 вида североамериканских сосен, интродуцированных на ЮБК. Подробно описаны биологические особенности и практическое значение изучаемых видов *P. radiata*, *P. sabiniana* и *P. coulteri*, а также средообразующие и хозяйственные свойства сосновых насаждений. Для описания видов использовано большое количество проанализированных материалов зарубежных учёных, что позволило многогранно охарактеризовать объекты исследования.

Второй раздел (с. 34-44) посвящен характеристике природно-климатических условий Южного берега Крыма, основанной на литературном обзоре. Дано описание орографических, геоморфологических и почвенно-климатических условий нижнего пояса Главной Крымской гряды, где сосредоточены парки с посадками сосен. Сахно Т.М. в своей работе характеризует особенности различных видов почв Никитского сада, где произрастает большинство модельных деревьев ее исследовательской работы. В результате анализа климатических условий автором сделан вывод, что условия нижнего пояса ЮБК проявляют сходные черты с таковыми в отдельных регионах Северной Америки.

В третьем разделе диссертации (с.45-55) описаны объекты и использованные методы исследования. Приведена информация по встречаемости и распространению 100 деревьев изучаемых видов калифорнийских сосен в парковых насаждениях ЮБК. Указаны объемы собранного материала и методы его обработки.

Четвертый раздел (с. 56-83) посвящен особенностям роста североамериканских видов сосен, характеристике их вегетативных органов и накоплению эфирного масла. Описываются дендрометрические характеристики и жизненное состояние исследуемых сосен, к сожалению, без указания возраста деревьев и неточностями в терминологии (плодоношение сосен, поражение вредителями). Рассчитаны показатели относительной высоты, отражающие степень реализации жизненного потенциала растений. Возможно, что низкие показатели связаны не с плотностью распределения растений и недостатком света, как указывает автор, а с другими факторами среды. Сахно Т.М. проведено исследование динамики роста побегов и установлено,

что количество осадков предшествующего года оказывает положительное влияние на длину годовичного прироста всех исследуемых видов. Изучение морфолого-анатомические особенностей хвои *P. radiata*, *P. sabiniana* и *P. coulteri* выявило различия толщины и слоев гиподермы, числа устьиц, смоляных ходов. Наиболее вариабельными признаками были площадь смоляных ходов (34.86%), наименее – толщина мезофилла в углах хвои (9.71%).

С точки зрения курортологии, медицины и парфюмерии особый интерес представляет материал о компонентном составе эфирного масла североамериканских видов рода *Pinus* L. в условиях Южного берега Крыма. Виды сосен различаются количественным и качественным составом эфирных масел. Наиболее насыщена эфирными маслами оказалась хвоя *P. radiata* (0.15% масла от сырой массы), у *P. sabiniana* и *P. coulteri* – всего по 0,03% от сырой массы. Эфирные масла сосны лучистой превосходили остальные виды по количеству компонентов. Диссертантом выявлено 64 компонента в эфирном масле *P. radiata*, 60 – *P. coulteri*, 53 – *P. pallasiana*, 42 – *P. sabiniana*. Качественные показатели эфирных масел также различное: у *P. radiata* преобладают  $\beta$ -пинен с удельным содержанием 29.57%,  $\alpha$ -пинен – 21.2%, и лимонен – 12.41%; у *P. sabiniana* – фенилэтил бутират – 20.58%, лимонен – 15.23% и  $\alpha$ -пинен – 13.69%, у *P. coulteri* –  $\beta$ -пинен – 11.64%,  $\delta$ -кадинен – 11.07% и  $\alpha$ -пинен – 10.67%. Соотношение органических соединений в эфирных маслах сосен, по данным исследований Т.М. Сахно, имеют значительные различия. Среди органических соединений в эфирном масле *P. radiata* преобладают монотерпены (удельный вес составляет 74,9%); в эфирном масле *P. sabiniana* – монотерпены (38,7%), их производные (спирты 25,4%) и эфиры (20,6%), в то время как в эфирном масле *P. coulteri* основную часть занимают сесквитерпены (38,2%), а содержание монотерпенов составляет всего лишь 28,9%. В эфирном масле *P. sabiniana* отсутствуют сесквитерпены. Диссертантом проведен сравнительный анализ компонентного состава эфирных масел изучаемых видов сосен, произрастающих в разных природно-климатических условиях – ЮБК, Западного побережья Северной Америки, Средиземноморья, Северной Африки и северо-запада Южной Америки. Результаты исследования подтвердили варьирование состава эфирных масел сосен в различных географических пунктах.

В пятом разделе (с.84-105) обсуждаются морфология структурных элементов пыльцевых зерен, качество пыльцы и семян североамериканских видов рода *Pinus* L. в условиях парковых фитоценозов. Фенологические наблюдения, проведенные Сахно Т.М. показали, что у исследуемых видов значительно различаются сроки и продолжительность фазы пыления, наступление которой определяется суммой накопленных активных температур. В первой декаде апреля начинается пыление сосны лучистой, во второй половине апреля, обычно, начинается пыление сосны Сабина, а в мае – сосны Кальтуса. Проведенные диссертантом морфологические исследования показали низкую изменчивость метрических признаков

пыльцы. Изучение аномалий формы и размера пыльцы выявило увеличение количества морфологических отклонений в годы с наименьшей сумой активных температур  $>5^{\circ}\text{C}$ . Низкой жизнеспособностью, по сравнению с другими видами по данным автора, обладала пыльца *P. radiata* (средний показатель составил 60.2%), лучшие показатели качества отмечены у *P. sabiniana* (75.9%). В материалах диссертации описывается биоморфология шишек и качество семян. Размеры семян орехоплодной *P. coulteri* в два раза мельче, чем в природном ареале.

В шестом разделе (с. 106-118) изложены результаты исследования повреждаемости вредителями и болезнями североамериканских видов *Pinus* L.. Перечисляются известные вредители и болезни изучаемых видов, а также повреждаемость калифорнийских видов сосен в условиях ЮБК обыкновенной сосновой щитовкой и листоверткой рыжей. Сахно Т.М. фиксировалось ежегодное сильное заражение сосны лучистой *Leucaspis pusilla* Low., что наносило значительный ущерб деревьям. Значительного воздействия фитопатогенов на изучаемые виды диссертантом не выявлено.

Седьмой раздел (с.119-127) посвящён основным направлениям и перспективам использования североамериканских видов рода *Pinus* L. в садово-парковом строительстве на Южном берегу Крыма. Сахно Т.М. рассчитана оценка успешности интродукции калифорнийских видов по комплексу показателей, описаны их декоративные качества и экологические требования к условиям среды.

В заключении (с.128) отражены основные результаты защищаемой диссертации.

#### ***Общие замечания по диссертационной работе***

- В перечне использованных источников приведены работы О.Т. Истратовой и А.Л. Коркешко, занимавшихся интродукцией сосен методом родового комплекса на Черноморском побережье Кавказа во второй половине XX века. Но, в материалах диссертации результаты их исследований не приведены. Так, в сочинском «Дендрарии» прошли интродукционное испытание 88 видов, 15 разновидностей, 8 форм и 8 гибридов. Часть коллекции была получена из Никитского ботанического сада. Основные работы по интродукции и изучению сосен были проведены Сочинской научно-исследовательской опытной станцией субтропического лесного и лесопаркового хозяйства (СочНИЛОС) под руководством академика ВАСХНИЛ, профессора А.С. Яблокова в 1968-1971 годах. К сожалению, не учтен совместный труд Истратовой О.Т. и Карпуна Ю.Н. (1994 года) по итогам и перспективам интродукции сосен на Черноморское побережье Кавказа.

- На с.17 указана географическая приуроченность некоторых секций и подсекций. Например, Секция *Quinquefoliae* – Северная Америка и Мексика. Было бы корректнее изложить «Северная Америка (США и Мексика)», так как Мексика расположена в Северной Америке.

- В работе указано, что основным лимитирующим фактором являлись температура и влага, хотя для сосны лучистой прежними исследованиями (Истратова О.Т., Карпун Ю.Н.) лимитирующим фактором отмечались карбонатные почвы.

- При изучении семеношения не уделено внимание факту, что семенные года у *P. radiata* отмечаются ежегодно, либо через год, у *P. sabiniana* через 2-3 года, у *P. coulteri* урожайные года через 3-4 и более лет.

- В п.4.1 обсуждаются дендрометрические характеристики изучаемых сосен (с.56-59). При этом нет указаний возраста для большинства измеряемых растений, поэтому сложно представить ход роста, который имеет значение при проектировании зеленых насаждений. Вопрос определения возраста измеряемых деревьев опущен и в методике исследований (с. 46-48).

- Методику определения соотношения высоты и диаметра деревьев (с.58) можно было перенести в соответствующий раздел.

- На с.11 указано, что значение суммы активных температур  $>10^{\circ}\text{C}$  с апреля по июнь оказывают отрицательное влияние на рост сосен. Числовое выражение температур осталось неясным.

- Сосна лучистая является быстрорастущим видом, что определило ее массовое использование в плантационном выращивании. Широко использовалась в лесных культурах на Черноморском побережье Кавказа, давая ежегодный прирост древесины  $13.3 \text{ м}^3/\text{га}$ . В настоящее время является преобладающей породой в искусственных насаждениях Новой Зеландии (более 1 млн. га), Австралии, Южной Африки, Южной Америки и др., что указано на странице 16 диссертации. Сосной лучистой облесены десятки тысяч гектаров дюн атлантического побережья Франции и Испании. Поэтому нельзя принять утверждение автора (с. 26), что ее используют в основном как декоративную породу.

- Высокая скорость роста *P. radiata* обусловлена несколькими периодами роста за сезон, как у многих субтропических древесных видов. Эта особенность проявляется при откладывании ложных годовых колец, что может вводить заблуждения при подсчете возраста. Данному фактору не уделено должного внимания, хотя Сахно Т.М. отмечен второй период роста за вегетационный сезон у *P. radiata* и *P. sabiniana* (с. 62). Не рассчитана продолжительность периодов вегетации, которая представляет интерес при культивировании интродуцентов.

- *P. radiata* является недолговечной породой. В естественных условиях срок ее жизни ограничен 100 (максимально 150 годами). Поэтому утверждать, что растения предельного возраста в крымских парках имеют хорошее состояние сомнительно.

- Несмотря на широкий интродукционный ареал и даже инвазийность в Новой Зеландии и южной Африке, в настоящее время в естественном ареале *P. radiata* отмечается ее массовая гибель от грибковых болезней и эндемичный вид находится под угрозой исчезновения, что было бы желательно указать при характеристике вида на с. 23-26. Это, на наш взгляд следует учитывать при дальнейшей работе с этим видом в ЮБК. Охраняемыми являются и другие два вида сосен. В списке МСОП *P. coulteri* и реликтовая *P. sabiniana* имеют статус Lc – вызывающий наименьшее беспокойство.

- При изучении содержания терпенов в хвое необходимо учитывать сезон проведения исследований, так как испанскими учеными Pedro Romón, Domitila Aparicio и другими показано изменение количества терпенов в хвое сосны лучистой по месяцам.

- К основным монотерпенам хвои *P. radiata* в природном ареале, по материалам американских ученых Laurence G. Cool и Евгения Заварина, относится  $\beta$ -фелландрен, который не был обнаружен в крымской популяции, что требует дополнительного изучения.

Однако перечисленные вопросы и замечания не искажают сути работы и ни в коей мере не снижают уровня диссертационного исследования.

Диссертация Т.М. Сахно является научно-квалификационной работой, в ней изложены научно обоснованные результаты исследований морфологических и биологических особенностей эндемичных сосен западного побережья Северной Америки, интродуцированных на Южный берег Крыма.

Автором диссертационной работы для решения поставленных задач использованы современные подходы и методы исследования. Получен уникальный экспериментальный материал, обсужденный на высоком научно-методическом уровне. Вынесенные на защиту научные положения теоретически и экспериментально обоснованы.

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Она написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы. Содержание диссертации, её актуальность, научная новизна, объемы выполненных исследований, практическая значимость и выводы соответствуют требованиям ВАК.

Представленная к защите кандидатская диссертация «Морфолого-биологические особенности североамериканских представителей рода *Pinus* L. в парковых фитоценозах Южного берега Крыма» отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой

степени кандидата наук, а ее автор Сахно Татьяна Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 – ботаника.

Ведущий научный сотрудник

ФГБУ «Сочинский национальный парк», кандидат биологических наук

(03.00.32 – биологические ресурсы)

*Солтани*

Галина Александровна Солтани

20.10.2020 г.

354002, Россия, г. Сочи, Курортный пр., 74, тел. 8-862-262-18-42, e-mail: [niidsun@sochi.com](mailto:niidsun@sochi.com)

Личную подпись Галины Александровны Солтани заверяю

Начальник управления делами и кадрами

ФГБУ «Сочинский национальный парк»



О.В. Гуменюк