



Столыпинский

вестник

Научная статья

Original article

УДК 712.4+ 631.8+691

**ПРИМЕНЕНИЕ В ГОРОДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ МЕТОДОВ
ИНТЕНСИФИКАЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ
ТЕХНОГЕННЫМ МИНЕРАЛЬНЫМ УГЛЕРОДОМ**

**APPLICATION OF METHODS OF INTENSIFICATION OF PLANT
GROWTH AND DEVELOPMENT BY TECHNOGENIC MINERAL CARBON
IN URBAN ECONOMY**

Полякова Оксана Владимировна, магистрант ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологически институт (технический университет)», г. Санкт-Петербург

Поляков Алексей Игоревич, магистрант ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологически институт (технический университет)», г. Санкт-Петербург

Polyakova Oksana Vladimirovna, Graduate Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Institute of Technology», Saint-Petersburg

e-mail: Oksana-shvetsova@rambler.ru

Polyakov Aleksey Igorevich, Graduate Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Institute of Technology», Saint-Petersburg

e-mail: battosay@bk.ru

Аннотация

Рассмотрены вопросы экологии, восстановления нарушенных (загрязненных) при строительстве земель, озеленения и благоустройства городских территорий после окончания строительного-монтажных работ. Предложено применение в городском хозяйстве методов интенсификации питания растений минеральными соединениями углерода (на примере CaCO_3 и $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) при рекультивации земель, последующем благоустройстве и озеленении территорий с использованием техногенного минерального углерода – отходов строительства и сноса с оказанием комплексного воздействия на систему: на посевной материал, почву и поливочные растворы.

Annotation

The paper has been devoted to issues of ecology, restoration of disturbed (polluted) lands during construction, landscaping and improvement of urban areas after completion of construction and installation works. Proposed the application of methods of intensification of plant nutrition with mineral carbon compounds in urban economy (by the example of CaCO_3 and $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) during land reclamation, subsequent landscaping and landscaping of territories using technogenic mineral carbon – construction and demolition waste with a comprehensive impact on the system: on seed material, soil and irrigation solutions.

Ключевые слова: интенсификация питания растений, техногенный минеральный углерод, озеленение придомовых территорий, благоустройство городской среды, строительные отходы.

Keywords: intensification of plant nutrition, technogenic mineral carbon, landscaping of adjacent territories, urban land improvement, construction waste.

В настоящее время строительная отрасль интенсивно развивается, но должного внимания в данной сфере вопросам экологии, восстановления нарушенных (загрязненных) в ходе строительного-монтажных работ земель,

благоустройства территорий, сохранения и оздоровления окружающей среды, к сожалению, не уделяется. В частности, проблема быстрого, эффективного и экологически безопасного озеленения новых жилых районов и микрорайонов, проводимого одновременно с заселением, достаточно актуальна.

Одной из задач, стоящих перед российской строительной отраслью и ЖКХ и требующих безотлагательного решения, является разработка и последующая реализация на практике предложений в рамках градостроительства и организации территорий, направленных на всемерную рационализацию природопользования, охрану окружающей природной среды от негативного воздействия городской застройки, экологизацию важнейших процессов в пределах городов, устойчивое развитие территорий и грамотное сочетание экологических принципов с инновационными технологиями. В частности, необходимо разработать эффективные рациональные методы и технологии реконструкции, реабилитации почвенного покрова в городе, используемые при проведении работ по озеленению, преимущественно с возможностью осуществления на месте, без вывоза реабилитируемой почвы на специально отведенные площадки, а также принять меры по созданию благоприятных условий для роста озелененных площадей, сравнительно спокойного развития зеленых насаждений, их возобновления и обогащения.

Интенсификацию роста и развития растений минеральными соединениями углерода (на примере карбоната кальция CaCO_3 и двойного карбоната кальция и магния $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) возможно осуществить за счет повышения растворимости данных труднорастворимых соединений и связанного с этим процессом увеличения концентрации востребованных и легко усваиваемых корневой системой растений гидрокарбонат ионов HCO_3^- . В работах [1, 2] достаточно подробно рассмотрены разработанные авторами химический (связанный с использованием буферных растворов разного качественного и количественного состава) и электрофизический (основанный на подведении к системе переменного электрического частотно-

модулируемого сигнала (ПЧМС) [3]) методы повышения растворимости малорастворимых минеральных соединений углерода и интенсификации питания растений нулевой макрофазы роста и развития CaCO_3 и $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Подобраны оптимальные условия их растворения и внешнего воздействия на живые растительные объекты для достижения эффективных результатов:

-при реализации химического метода наиболее эффективной и благоприятной средой для проращивания семян выбраны фильтраты CaCO_3 и $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, приготовленные с использованием в качестве растворителя фосфатной буферной системы со значением $\text{pH} = 6,00$;

-при реализации электрофизического метода максимально благоприятные условия создаются при проращивании семян в фильтратах $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ и CaCO_3 , приготовленных при непосредственном (прямом) длительном (в течение 40 минут) воздействии ПЧМС на каждый компонент системы «вода – семена – минеральное соединение углерода» (совместная обработка). Под воздействием слабого переменного электрического поля происходит изменение надмолекулярной структуры воды на уровне полиассоциатов и ее физико-химических свойств, а также биологической активности. Установлено, что ПЧМС оказывает благоприятное активизирующее, стимулирующее действие на живые системы, интенсифицирует процессы роста и развития, повышает жизнеспособность и жизненный потенциал семян, активизирует адаптационные процессы, что приводит к возрастанию устойчивости семян к угнетающему влиянию неблагоприятных внешних факторов;

-комбинация максимально благоприятных условий реализации химического и электрофизического способов также является эффективным методом повышения растворимости труднорастворимых минеральных соединений углерода и интенсификации питания растений CaCO_3 и $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Фосфатный буферный раствор со значением $\text{pH} = 6,00$ – комфортная по качественному и количественному составу среда для проращивания семян, обладая высоким значением ионной силы, является

хорошим растворителем карбонатов кальция и магния, дополнительная обработка системы ПЧМС способствует их более интенсивному растворению и оказывает положительное воздействие на семена, проявляющееся в активации и стимулировании процессов набухания, роста и развития. Обеспечение углеродного питания, а также совместная обработка системы ПЧМС повышает иммунитет – усиливает способность противостоять действию стрессоров.

Как видно, результативным во всех вариантах реализации химического и электрофизического методов является проращивание семян в фильтрах карбоната кальция и двойного карбоната кальция и магния. Данные среды благоприятно воздействуют на живые системы, способствуют активации ростовых процессов и развитию семян. Решающая роль при эффективном проращивании семян в фильтрах CaCO_3 и $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ принадлежит легко усваиваемым растениями гидрокарбонат ионам, которыми обогащается раствор при частичном растворении минеральных соединений углерода.

С помощью вегетационных опытов было установлено, что изменение растворимости $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ и CaCO_3 коррелирует с реакцией живых растительных объектов: изменение внешних условий растворения минеральных соединений углерода сопровождается изменением их растворимости, в частности, концентрации гидрокарбонат ионов HCO_3^- в растворе, что вызывает сопряженное изменение доли семян, давших корни, при проращивании в данной среде. Выявлено существование определенной взаимосвязи, наблюдаемой для всех вариантов проведения экспериментов: чем лучше растворяются карбонаты, тем больше в растворе концентрация HCO_3^- , тем выше доля семян, давших корни.

Работы [1, 2] вносят определенный вклад в понимание возможности вовлечения и участия карбонатов кальция и магния в биологических природных процессах, что дает возможность целенаправленно влиять на них. Основные результаты представлены в таблице 1.

Химический и электрофизический методы интенсификации питания растений минеральными соединениями углерода, а также их комбинация могут быть успешно использованы в сфере строительства и ЖКХ при благоустройстве и озеленении городских территорий после окончания строительного-монтажных работ.

Источником минеральных соединений углерода могут выступать отходы строительства и сноса, ежегодно образующиеся в городах в значительных объемах в ходе выполнения работ по разборке, реконструкции, ремонту, модернизации или новому строительству зданий, сооружений, инженерных коммуникаций и промышленных объектов. CaCO_3 и $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ активно используются в строительной промышленности при производстве различных видов строительных материалов, являясь их основой. Минеральные соединения углерода – одни из самых важных, ценных и широко используемых строителями материалов, издавна применяемых для возведения зданий и их облицовки, создания фундаментов, приготовления строительных растворов различного назначения. При строительстве, ремонте, внешней и внутренней отделке зданий неизбежно происходит загрязнение прилегающих к объекту строительства площадок веществами, содержащими минеральные соединения углерода. Особенно большие преобразования отмечаются для верхних гумусовых горизонтов почв.

Таблица 1 – Изменение доли семян, давших корни на 5-е сутки эксперимента, при проращивании в условиях комбинации химического и электрофизического методов, $\% \pm 5 \%$ (верхнее значение указано для семян овса обыкновенного, нижнее – для семян горчицы белой)

	Фильтраты карбонатов, растворитель – фосфатный буферный раствор (pH = 6,00), время совместной обработки системы ПЧМС 40 минут (комбинация химического и электрофизического методов)	
	CaCO_3	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Относительно значений при проращивании в дистиллированной воде, без обработки ПЧМС (контрольный образец)	+217	+200
	+54	+54
Относительно значений при проращивании в фильтрах карбонатов (растворитель – дистиллированная вода), без обработки ПЧМС	+111	+100
	+33	+25
Относительно значений при проращивании в фильтрах карбонатов (растворитель – фосфатный буферный раствор, рН = 6,00), без обработки ПЧМС (химический метод)	+12	+13
	0	+5
Относительно значений при проращивании в фильтрах карбонатов (растворитель – дистиллированная вода, совместная обработка системы ПЧМС в течение 40 минут) (электрофизический метод)	+58	+50
	+5	0

Таким образом, техногенный минеральный углерод – часть строительных отходов – можно рассматривать как дешевый, доступный, широко распространенный и богатый по запасам источник. Мы располагаем важнейшим химическим компонентом живого вещества, удобрением, уже внесенным в почву, богатым ресурсом, но находящимся в «неактивной» форме: минеральные соединения углерода малорастворимы в воде и не доступны для корневой системы растений. Задача сводится к частичному растворению данных соединений выше перечисленными методами.

В условиях научно-технического прогресса и связанной с ним интенсивной урбанизации обостряется проблема охраны окружающей природной среды, все большее значение приобретают уровень и развитие подотраслей благоустройства в сложном механизме города: озеленение, санитарная очистка (сбор, удаление и обезвреживание бытовых отходов) и уборка городских дорог.

Ежегодно в эксплуатацию вводят миллионы квадратных метров зданий жилого и нежилого назначения. Чем больше площадь застройки и массивнее, тяжелее конструкции зданий, тем больше площадь нарушенных в ходе строительства земель и значительнее отрицательное воздействие на окружающую природную среду, нарушение состояния почвенного покрова и

грунтов основания, растительного покрова на участке строительства и территориях, примыкающих к нему. В ближайшие годы в связи с массовой реконструкцией, повсеместным сносом аварийного, ветхого жилья и строительством новых жилых и инфраструктурных объектов ожидается увеличение количества строительных отходов, что усугубляет проблемы загрязнения и деградации почв, приводящих к истощению ресурсов растительного мира. Почва и растительность являются наиболее лабильными, чувствительными, уязвимыми и деградируемыми компонентами городских ландшафтов. На осваиваемых территориях, являющихся строительными площадками, впоследствии трудно восстановить растительность: сказываются отрицательное воздействие на водно-воздушный и температурный режимы почв, токсикоз органическими и минеральными поллютантами и, как следствие, низкая биологическая активность, потеря плодородия земель, снижение продуктивности экологических систем. Неизбежный прессинг со стороны человека при проведении строительных работ подавляет нормальное функционирование почвенного покрова, следствием чего являются торможение прорастания семян, угнетение роста и развития как корневой системы, так и растений в целом, гибель зеленых насаждений, неблагоприятная экологическая обстановка, загрязнение земли, при этом для природы характерна медлительность восстановительных процессов.

Применяемая на практике в городе система создания почвенного слоя при производстве работ по озеленению путем замены загрязненных почв на инженерно-созданные грунты не дает положительного долговременного результата, что требует поиска других реабилитационных технологий, новых альтернативных подходов, учитывающих специфику крупных городов.

Озеленение городов – длительный по времени и сложный по технологии процесс, способствующий созданию благоприятных и комфортных условий для проживания, трудовой деятельности и отдыха людей, улучшению экологического состояния окружающей среды.

Очень важно, чтобы после проведения строительных работ благоустройство селитебной территории завершалось в полном объеме. Должно быть обеспечено сохранение существующей древесно-кустарниковой растительности, а по возможности и травяного покрытия, и создание новых зеленых насаждений. Плохое озеленение и благоустройство городских территорий создают тягостное впечатление, отрицательно влияют на настроение, самочувствие и работоспособность людей.

В условиях современного города особенно важно применение эффективных приемов, прогрессивных рациональных методов озеленения, позволяющих в сжатые сроки достичь необходимого декоративного и санитарно-гигиенического эффекта.

В практике озеленения широко применяются газоны – основной элемент озеленения в городе, являющийся неотъемлемой и существенной частью любого объекта зеленого строительства, представляющий собой искусственно созданные территории, покрытые одно- или многолетними травянистыми растениями преимущественно злаковых видов, образующими плотно сомкнутый, интенсивно зеленый покров. Они выступают как основной ландшафтообразующий и объединяющий элемент, служат фоном и основой размещения зеленых насаждений, архитектурных и других сооружений. Создание газонов – это один из самых простых, быстрых, легких, экономичных способов благоустройства, озеленения территории и поэтому наиболее общедоступный.

Технология создания газонов, формирования озелененных пространств включает 3 основных этапа, на каждом из которых возможно применение методов интенсификации роста и развития растений техногенным минеральным углеродом с оказанием воздействия на посевной материал, почву, поливочные растворы:

- подготовка территории объекта озеленения;
- предварительная подготовка и посев семян;
- уход и обслуживание.

Предлагаемый подход ориентирован не на замену, а на улучшение исходных почв и грунтов на открытых участках, предназначенных для озеленения, после окончания строительства путем использования, «активирования» определенными способами уже внесенных при строительно-монтажных работах техногенных минеральных соединений углерода, которые смешиваются с верхним слоем почвы. Таким образом, предлагается по-новому подойти к вопросам рационального природопользования на урбанизированных территориях с учетом, в первую очередь, потенциальных возможностей экосистем. Техногенный минеральный углерод – часть строительных отходов – рассматривается в качестве вторичного сырьевого ресурса, использование которого предусмотрено непосредственно в пределах строительной площадки, в границах рассматриваемой территории.

Применение химического и электрофизического методов интенсификации питания растений техногенными минеральными соединениями углерода, а также их комбинации может иметь огромное практическое значение при решении ряда актуальных проблем в сфере строительства и ЖКХ, в частности, в практике благоустройства городских территорий будет содействовать:

- наиболее эффективному и рациональному использованию земель и других ресурсов;
- повышению эффективности методов рекультивации нарушенных и загрязненных при строительно-монтажных работах территорий;
- восстановлению и повышению естественного плодородия почв;
- ускорению темпов выращивания растений и увеличению их продуктивности, получению необходимого декоративного и санитарно-гигиенического эффекта в кратчайшие сроки;
- формированию комфортной городской среды за счет создания, обеспечения благоприятных условий для роста и развития насаждений, приживаемости и произрастания растительного покрова при формировании

объектов озеленения, зеленого ландшафта после окончания строительно-монтажных работ на участках нового строительства или реконструкции старого жилья.

Использование методов интенсификации питания растений минеральными соединениями углерода также может быть успешно внедрено при получении посадочного материала в специализированных питомниках (способствуя обеспечению устойчивости и приживаемости насаждений в будущем), создании газонов специального назначения (например, на футбольных полях), а также в растениеводстве при производстве сельскохозяйственных культур продовольственного назначения.

На основании вышеизложенного считается целесообразным проведение восстановления загрязненных почв придомовых территорий после окончания строительства за счет интенсификации углеродного питания растений методами, направленными на увеличение растворимости минеральных соединений углерода и их реакционной способности, что в целом будет содействовать озеленению городских территорий.

Можно предположить, что интенсификация углеродного питания (дополнительное обеспечение доступным биологически значимым элементом – углеродом) будет и далее способствовать быстрому росту и интенсивному развитию растений, а также реализации потенциальной активности процесса фотосинтеза.

Литература

1. Швецова, О.В. Интенсификация питания растений нулевой макрофазы роста и развития минеральными соединениями углерода химическим и электрофизическим методами / О.В. Швецова, В.С. Шкрабак, А.С. Князев, Г.Г. Родионов // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2015. – № 28 (54). – С. 73-82.
2. Швецова, О.В. Теоретические аспекты использования техногенного минерального углерода как геоэкологического резерва для озеленения

придомовых территорий / О.В. Швецова, Е.Г. Семин // Экология и развитие общества. – 2016. – № 1 (16). – С. 52-58.

3. Пат. 2479005 Российская Федерация, МПК G 05 В 24/02, Н 03 В 28/00. Способ и устройство управления физико-химическими процессами в веществе и на границе раздела фаз / Ивахнюк Г.К., Матюхин В.Н., Клачков В.А., Шевченко А.О., Князев А.С., Ивахнюк К.Г., Иванов А.В., Родионов В.А.; заявители и патентообладатели Ивахнюк Г.К., Матюхин В.Н., Клачков В.А., Шевченко А.О. № 2011118347/08; заявл. 21.01.10; опубл. 10.04.13, Бюл. № 10. 3 с.

Literature

1. Shvetsova O. V. Intensification of plant nutrition of null macrophase of growth and evolution with mineral carbon compounds with the chemical and electrophysical methods / O. V. Shvetsova, V. S. Shkrabak, A. S. Knyazev, G. G. Rodionov // Bulletin of St. — Petersburg State Institute of Technology (Technical University), 2015, № 28 (54). — P. 73–82.
2. Shvetsova O. V. Theoretical aspects of the use of technogenic mineral carbon as geocological reserve for landscaping of adjacent areas / O. V. Shvetsova, E.G. Semin // Ecology and development of society. - 2016. - № 1(16). - p. 52-58.
3. Pat. 2479005 Russian Federation, IPC G 05 B24/02, H 03 B28/00. Method and device of control physical-chemical processes in the substance and on the phase boundary / G. K. Ivakhnyuk, V. N. Matyukhin, V. A. Klachkov and others // Bull, 2013, № 10.

© Полякова О. В., Поляков А. И., 2022 Научный сетевой журнал «СтолЫпинский вестник», №4/2022.

Для цитирования: Полякова О. В., Поляков А. И. ПРИМЕНЕНИЕ В ГОРОДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ТЕХНОГЕННЫМ МИНЕРАЛЬНЫМ УГЛЕРОДОМ// Научный сетевой журнал «СтолЫпинский вестник», №4/2022.