

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПАТРОНА С КОРРЕКТИРУЮЩИМ ИОНИТОМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ В КОСМИЧЕСКОЙ ОРАНЖЕРЕЕ

С.О. Смолянина¹, В.В. Матусевич², А.Н. Ерохин¹, Н.М. Кривобок¹

¹ Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем РАН

² Институт физико-органической химии НАН Беларуси

Выращивание растений на искусственном заменителе почвы, выполненном на основе ионообменных смол и насыщенном биогенными элементами, необходимыми для роста растений, является перспективным методом обеспечения минерального питания растений в космической оранжерее. Для культивирования растений в условиях микрогравитации наиболее удобны волокнистые почвозаменители (ПЗ), способные обеспечить адекватные условия увлажнения и аэрации в корнеобитаемой среде и не представляющие угрозы загрязнения гермообъекта. Однако волокнистые ПЗ вследствие малого удельного веса содержат небольшое количество минеральных элементов в единице объема, что ограничивает срок использования ПЗ в корневых модулях до 1-2-х вегетаций. Возможность регенерации состава нутриентов в ПЗ в процессе вегетации была изучена в трех сериях экспериментов с китайской капустой, сорт Веснянка. В первой серии экспериментов растения выращивали на волокнистом ионообменном соленасыщенном ПЗ марки БИОНА-ВЗ в сочетании с медленно действующими удобрениями (МДУ) «Осмокот» (N14P14K14), увлажненном дистиллированной водой. Во второй серии опытов растения выращивали на почвозаменителе БИОНА-ВЗ, увлажненном одним из моносолевых растворов, входящих в состав стандартного раствора Чеснокова (KNO_3 , $Ca(NO_3)_2$, KH_2PO_4 или $MgSO_4$). В третьей серии экспериментов растения выращивали на ПЗ, в который подавали дистиллированную воду, проходящую предварительно через обогатительный патрон, заполненный корректирующим ионитом. В качестве корректирующего ионита были испытаны различные марки гранулированного ионитного соленасыщенного ПЗ. Во всех опытах контролем явился посев на стандартном питательном растворе Чеснокова в дозе 0,5 нормы. Растения выращивали в корневых модулях размерами 15×5×2 см с двойным дном, верхнее из которых представляло собой запорную мембрану из мелкопористого титана. Волокнистый ПЗ укладывали поверх мембран. Каждый модуль был соединен с резервуаром, представляющим собой сосуд Мариотта, откуда вода или питательный раствор поступали в подмембранное пространство под заданным разрежением. Водный потенциал на уровне мембран поддерживали равным (-1,0) кПа в течение всей вегетации. Растения выращивали под люминесцентными лампами или натриевой лампой ДНАТ-400 при непрерывном освещении и уровнях плотности светового потока 200 – 250 и 350 – 400 мкМоль/(м²·с), соответственно.

Проведенные эксперименты показали, что при соотношении масс волокнистого ПЗ и МДУ от 4 до 8 продуктивность посевов не превышала 65% и 18% по сравнению с контрольным вариантом при уровнях облучения 250 и 400 мкМоль/(м²·с), соответственно. При уменьшении соотношения масс ПЗ и МДУ до 2,0 – 2,5 рост растений резко замедлялся, листья имели скрученную форму, бугристую поверхность и неравномерную окраску, что свидетельствовало о засолении корнеобитаемой среды при одновременном дефиците отдельных минеральных элементов. Таким образом, использование комплексных МДУ в качестве компенсирующей добавки при малом удельном объеме (или массе) ПЗ на одно растение возможно только при низкой облученности и коротком фотопериоде, но нецелесообразно в условиях интенсивной светокультуры растений. Опыты по выращиванию растений на волокнистом ПЗ, увлажненном моносолевыми растворами, показали, что только подача растворов KNO_3 и $Ca(NO_3)_2$ стимулировала рост растений, причем интенсивность роста не зависела от вида катиона в составе соли. Эти данные позволили заключить, что в данных опытах именно азот являлся элементом минерального питания, лимитирующим рост растений. Результаты третьей серии экспериментов показали, что степень обогащения дистиллированной воды биогенными элементами в обогатительном патроне в значительной мере зависит от типа корректирующего ионита. В наших опытах наиболее эффективными ионитами явились гранулированные ПЗ: БИОНА-311М2, БИОНА-312М, БИОНА-312. При плотности светового потока 350 – 400 мкМоль/(м²·с) использование обогатительных патронов с данными марками ионитов обеспечило в течение 15 суток вегетации рост растений, сопоставимый с таковым в контрольном варианте. Однако, при более длительной вегетации наблюдали отставание в росте опытных растений при одновременном увеличении доли корня в массе целого растения, что свидетельствовало об ухудшении условий в корнеобитаемой зоне. Анализ содержания биогенных элементов в воде на выходе из обогатительных патронов подтвердили значительное замедление выхода минеральных элементов, особенно нитрат-аниона, из ионита в раствор после 11 суток вегетации.