генерация активных частиц в воде при обработке разрядом постоянного тока и подводным диафрагменным разрядом и их использование для улучшения выращивания цветочных культур

Наумова И.К., Кузьмичева Л.А.1, Хлюстова А.В.1, Субботкина И.Н., Титов В.А.1

Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К. Беляева  
1Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, Иваново, Россия,  
 [irinauma@mail.ru](mailto:irinauma@mail.ru), [tva@isc-ras.ru](mailto:tva@isc-ras.ru)

Газоразрядная обработка воды и водных растворов ведет к образованию в жидкости активных частиц и к инициированию окислительно-восстановительных реакций. Это используется в различных плазмохимических приложениях. В последние годы показано, что вода после газоразрядной обработки может быть использована для стимулирования всхожести и последующего роста ряда сельскохозяйственных культур. В данной работе представлены энергетические выходы активных частиц в воде при обработке разрядами двух типов и результаты использования обработанной воды для проращивания семян Циннии однолетней. Скорости генерации и энергетические выходы ОН-радикалов, сольватированных электронов, атомов H в воде при действии разряда постоянного тока в воздухе с жидким электролитным катодом и диафрагменного разряда переменного тока определяли с использованием ловушек, в качестве которых использовали ионы [Fe(CN)6]4- (для OH•), MnO4- (для *e*aq-) и Cr2O72- (для H•). Кинетику накопления продуктов реакций частиц с ловушками регистрировали по спектрам поглощения растворов (спектрофотометр СФ 103, Аквилон, Россия). Скорости генерации активных частиц оценивали с учетом их реакций друг с другом и с ловушками. Согласно оценкам, скорости лежат в диапазоне (0.2 – 12.5)×10-6 моль л-1с-1. Выходы активных частиц на 100 эВ вложенной энергии приведены в таблице. При действии диафрагменного разряда выходы ОН-радикалов, *e*aq- и пероксида водорода ниже, чем при действии разряда постоянного тока, что обусловлено большей мощностью джоулевых потерь в растворе. Преимуществом диафрагменного разряда является то, что при его использовании практически не изменяется рН воды, тогда как при использовании разряда в воздухе с водным жидким катодом наблюдается ее подкисление.

Исследовано влияние обработанной водопроводной воды на семена Циннии однолетней. Перед проращиванием семена замачивали в воде, обработанной диафрагменным разрядом в течение 10 мин. Мощность, рассеиваемая в ячейке, составляла 30 – 50 Вт. Семена помещали в чашки Петри с обработанной водой и проращивали при температуре 22 °С в течение трех суток. Количество семян в каждой чашке составляло 50 шт., кратность повторов эксперимента – не менее четырех. Контролировали степень набухания семян, всхожесть, размеры проростков и длину корней. Посадочный грунт также был предварительно увлажнен водой, подвергнутой обработке. Эксперименты показали, что обработка воды для проращивания семян стимулирует начальные фазы роста растения, положительно влияя на длину проростков и корней. По сравнению с контрольными растениями длина проростков увеличивается на 10 – 15 %, корней – на 20 – 30 %.

Выходы активных частиц (частица/100 эВ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Активная частица | Разряд постоянного тока | Диафрагменный разряд |
| OH• | 0.17±0.05 | 0.03±0.002 |
| *e*aq- | 0.13±0.01 | 0.07±0.01 |
| H• | 0.02±0.004 | 0.06±0.01 |
| H2O2 | 0.074±0.01 | 0.012±0.005 |