

ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ ПІСЛЯ КОНТАКТУ З ПОВЕРХНЕЮ ГІДРОФОБНОГО КРЕМНЕЗЕМУ

О.В. Юхименко, О.В. Севериновська, В.Д. Юхименко

*Інститут хімії поверхні Національної академії наук України
вул. Ген. Наумова 17, 03680 Київ-164*

Досліджено зміни фізико-хімічних характеристик та біологічну активність води після контакту з поверхнею гідрофільного та гідрофобного кремнеземів і сажі. Встановлено, що зростання врожайності сільськогосподарських рослин та життєздатність дріжджових клітин залежить від присутності диметилсилільованого кремнезему в порошковій композиції.

Changes in physico-chemical characteristics as well as biological activity of water have been studied after its contact with surfaces of both hydrophilic and hydrophobic silicas and carbon. The increase in productivity of agricultural plants and in viability of yeast cells has been found to depend upon presence of dimethylsilylated silica in the powder-like composition.

Вступ

Порошкові композити на основі дисперсних кремнеземів (включаючи гідрофобні) та солей добрив з мікроелементами знайшли застосування для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських рослин. В роботах [1-3] виявлено, що після контакту з поверхнею вода набуває певної впорядкованості, яка зберігається навіть після ультразвукової обробки і кип'ятіння. Вважається, що контактування води з диметилсилільованою поверхнею пірогенного кремнезему викликає в ній утворення стійких кластерів. Цілком імовірно, що активована вода ініціює біологічні процеси, наприклад, під час проростання насіння вона виступає в ролі адаптогена при несприятливих температурних умовах або передозуванні поживних речовин.

Метою роботи було створення нових адсорбційних матеріалів на основі модифікованих гідрофобних кремнеземів для контактної обробки води, а також з'ясування впливу такої води на біометричні показники розвитку насіння сільськогосподарських рослин та життєздатність дріжджових клітин.

Матеріали та методи

Об'єктом досліджень була вода після контакту з поверхнею твердих тіл. Досліджено її діелектричну проникність, електропровідність, рН, а також біологічну і фізіологічну активність. Використано такі контактні матеріали: диметилсилільований аеросил марки АМ-1-300, гідроксилітований аеросил марки А-300, струмопровідна високодисперсна сажа.

З'ясовано, що гідравлічний опір адсорбційного модуля істотно зменшується, якщо використати як основу для нанесення активного покриття природний кремнезем – кварцовий пісок з розмірами частинок 150-300 мкм. Пісок перед нанесенням органічного покриття промивали протягом 3-4 год. в 20% соляній кислоті, відмивали в дистильованій воді і прожарювали при 500°C протягом 2 год. Очищений пісок змочували тонким шаром кремнійорганічного лаку КО-812. Після цієї операції в пісок вводили диметилсилільований

кремнезем (ДМС SiO₂), а також диметилсилільований кремнезем в суміші з аеросилом (ДМС SiO₂ + SiO₂) або токопровідною сажею (ДМС SiO₂ + С). Надлишок порошку після прилипання його основної кількості до поверхні частинок піску видаляли стисненим повітрям. Вміст гідроксильованого кремнезему у композиції ДМС SiO₂ + SiO₂ склав 40 мас.%, а сажі в композиції ДМС SiO₂ + С – 15 мас.%.

Для вивчення електрофізичних властивостей води використовували міст змінного струму Е-172, вимірювали електропровідність та діелектричну проникність на частоті струму 1 МГц.

Для вивчення біологічної активності води після контакту з гідрофобним кремнеземом проводились біометричні спостереження за пророщуванням та розвитком кореневої системи насіння кукурудзи. Насіння пророщували в чашках при температурі (22±25) °С за загальноуживаними методиками [4]. Для дослідження життєздатності клітин використовувались харчові дріжджі. Мікроскопічне дослідження з підрахунком кількості живих та мертвих клітин проводили в камері Горяєва через 2, 4, 24 та 48 год.

Результати та їхнє обговорення

Вода, проникаючи в проміжки між зернами частинок кварцового піску, поділяється на окремі мікрострумені, які контактують з поверхнею диметилсилільованих частинок аеросилу. На межі поділу фаз у водному середовищі утворюється подвійний електричний шар (ПЕШ). Фактично контактна обробка води полягає в залученні максимальної кількості молекул води до формування подвійного електричного шару. Вимушена переорієнтація молекул води, цілком ймовірно, призводить до руйнування сольватних структур, які утворені за участі аніонів і катіонів, що присутні у воді.

За нашими даними, після контакту води з поверхнею ДМС SiO₂ її хімічний склад майже не змінюється. Спостерігається лише незначне зменшення вмісту нітратів (з 2,1 до 1,6 мг/дм³), а також збільшення вмісту кремнію (з 0,5 до 0,7 мг/дм³). Хімічний аналіз дистильованої води показав, що після її контакту з адсорбентом ДМС SiO₂, в ній реєструється 0,5 мг/дм³ кремнію. Після контакту води з гідроксильованою поверхнею SiO₂ (аеросил А-300), в ній зосереджується до 15 мг/дм³ кремнію.

Таблиця 1. Електрофізичні характеристики води до і після контакту з адсорбентом

Адсорбент	Електрофізичні характеристики		рН суспензії
	Відносна діелектрична проникність	Електропровідність, мС	
Контроль	127,1	3,805	6,95
ДМС SiO ₂	123,2	3,891	7,10
ДМС SiO ₂ + SiO ₂	148,5	4,473	7,00
ДМС SiO ₂ + С	124,0	3,831	7,90

З даних табл. 1 видно, що відносна діелектрична провідність води ε після контакту з поверхнею ДМС SiO₂ і ДМС SiO₂ + С зменшилась від 127,1 відповідно до 123,2 і 124,0. Електропровідність модифікованої води майже не змінилась. Однак, після контакту з поверхнею ДМС SiO₂ + SiO₂ величина ε води зросла до 148,5, а електропровідність збільшилась до 4,473 мС. З наведених даних можна зробити висновок, що значні зміни в структурі води відбулися після контакту з адсорбентом ДМС SiO₂ + SiO₂. Збільшення рН води спостерігається після контакту з поверхнею ДМС SiO₂ + С.

Спостереження за впливом води після її контакту з поверхнею гідрофобного кремнезему на біометричні показники насіння кукурудзи проводили в чашках Петрі при 22±1°С. Одержані результати наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Вплив обробленої води на сходжуваність насіння кукурудзи і біометричні параметри паростків (в дужках - % до контролю)

Показник	Контроль	Вода після контакту з ДМС SiO ₂ + SiO ₂	Вода після контакту з ДМС SiO ₂ + C
Питна вода			
Сходжуваність, %	76	77	81,5
Довжина пагінців, см	4,9 (100)	5,0 (102)	5,3 (108)
Довжина корінців, см	7,9 (100)	7,4 (95)	9,0 (114)
Кількість корінців, шт.	1,4 (100)	1,4 (100)	1,5 (109)
Вага пагінців, г	5,5 (100)	5,5 (100)	6,9 (109)
Вага корінців, г	1,3 (100)	1,3 (100)	1,5 (115)
Збільшення ваги пагінця, г	11,1 (100)	11,4 (103)	11,7 (105)
Дистильована вода			
Сходжуваність, %	80,5	80,5	81
Довжина пагінців, см	3,7 (100)	4,1 (109)	4,2 (114)
Довжина корінців, см	6,1 (100)	7,8 (125)	6,9 (113)
Кількість корінців, шт.	1,2 (100)	1,4 (113)	1,4 (113)
Вага пагінців, г	3,5 (100)	3,9 (111)	4,0 (114)
Вага корінців, г	1,2 (100)	1,6 (124)	1,5 (116)
Збільшенні ваги пагінця, г	9,2 (100)	10,0 (108)	10,1 (109)

З наведених в таблиці 2 результатів обстеження сходів насіння кукурудзи на 10 день їхнього розвитку можна бачити, що в порівнянні з контролем найвищі біометричні показники рослини демонструють при застосуванні дистильованої води, що контактувала з поверхнею гідрофобного кремнезему. Однак, після контакту питної води з поверхнею гідрофобного кремнезему, в порівнянні з контролем, зростають як показники сходжуваності насіння (1-6 %), так і біометричні параметри пагінців (5-15%). Отже, вода після контакту з поверхнею гідрофобного кремнезему певним чином змінює свої властивості.

Для дослідження впливу води після контакту з поверхнею гідрофобного кремнезему на живі клітини було обрано звичайні харчові дріжджі, яким властиві великі розміри та чіткі межі клітин, добре видно різницю між живими та мертвими клітинами, що істотно полегшує мікроскопічні спостереження. На рисунку відображено результати цих дослідів.

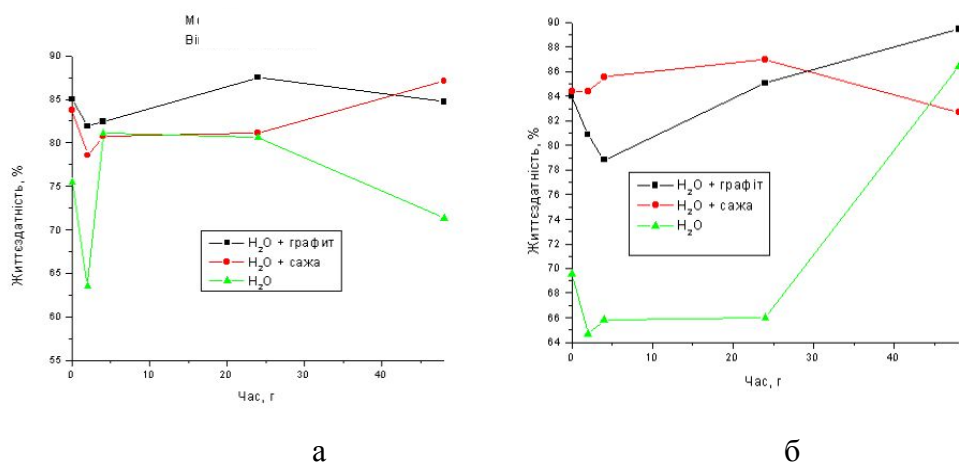


Рис. Вплив питної (а) та дистильованої (б) води, що контактувала з поверхнею гідрофобного кремнезему протягом 2 діб, на життєздатність дріжджових клітин.

Протягом першої години всі дріжджові клітини зазнають найбільш сильного впливу. Найменше впливає вода, що контактувала з гідрофобними кремнеземами. Протягом двох годин цей вплив спадає, життєздатність клітин поновлюється і зростає до 81%. З часом життєздатність клітин поступово зростає і набуває свого максимуму за 48 год. при використанні води, що контактувала з матеріалом ДМС SiO₂ + сажа. При використанні дистильованої води, що контактувала з композицією ДМС SiO₂ + графіт, зростання дріжджових клітин найбільше. У контрольному досліді, при використанні дистильованої води, після сильного впливу, протягом доби, зростання клітин майже відсутнє, а протягом другої доби дріжджові клітини зазнають значного росту. Це свідчить про наявність у питній воді факторів, що пригнічують ріст клітин.

Висновки

Підвищення врожайності сільсько-сподарських рослин при застосуванні порошкових композитів на основі кремнезему та солей добрив з мікроелементами може бути обумовлене не лише наявністю поживних речовин на поверхні насіння. Присутність диметилсилілюваного кремнезему в порошковому композиті чинить певний вплив на воду. Вода після контакту з поверхнею гідрофобного кремнезему може пом'якшувати дію розчинених в ній солей на мембрани клітин при їх засвоєнні.

Література

1. Turov V.V., Mironyuk I.F. Adsorption layers of water on the surface of hydrophilic, hydrophobic and mixed silicas // *Colloid. Surf. A.* – 1998. - V. 134. - P.257-263.
2. Миронюк І.Ф. Зміна мікрров'язкості води після контакту з модифікованим кремнеземом // *Доп. НАН України.* - 1999. - № 4. - С.86-91.
3. Миронюк І.Ф., Лобанов В.В., Огенко В.М. Енергетика реакцій послідовного силілювання поверхні кремнезему // *Укр. хім. журн.* - 2000. – Т. 66, № 12. - С.91-94.
4. Методы определения всхожести. - ГОСТ 12038-84. - Москва, 1985. – 58 с.