

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАСОЛЕНИЯ НА ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ

Исследуется влияние основных солей и их композиций, входящих в состав нефтепромысловых сточных вод на серую лесную почву и чернозем типичный. Токсичность ионов в двух типах почв оценивали по простым параметрам: всхожесть, размер проростков, содержание хлорофилла и каратиноидов.

Ключевые слова: нефтепромысловые воды, засоление, почвы, фитотоксичность.

Одним из основных путей техногенного засоления почв в нефтедобывающих районах Южного Урала является загрязнение нефтепромысловыми водами (НСВ). В регионе Южного Предуралья основными источниками техногенного засоления почв является загрязнение нефтепромысловыми сточными водами. Промысловые воды, как правило, являются высокоминерализованными и преимущественно хлоридно-натриевого состава. Содержание Na^+ составляет 30-35%, Ca^{2+} и Mg^{2+} в сумме – 5-15%, т. е. содержание Na^+ во всех случаях значительно превышает количество Ca^{2+} и Mg^{2+} , что указывает на возможность не только засоления, но и осолонцевания почв. Среди анионов преобладает Cl^- (до 50%), на долю HCO_3^- и SO_4^{2-} приходится менее 1% суммы ионов. Вместе с тем, состав НСВ может изменяться достаточно широко. В этой связи, целью нашего исследования являлось изучение влияния различных уровней засоления и состава солей на биологические свойства чернозема типичного и серой лесной почвы.

В модельном опыте изучалось влияние токсичных ионов, входящих в состав поллютантов в концентрациях от 0,2 до 4%, на степень прорастания и некоторые физиологические свойства кресс салата. Фитотоксичность почвы оценивали по всхожести семян по следующей методике (100 семян помещали в чашки Петри с 20 г увлажненной почвы). Через 1 сутки инкубации в термостате при 25⁰С определяли путем подсчета энергию всхожести семян. Далее чашки инкубировали на свету при той же температуре. Через 10 суток после начала эксперимента подсчитывали процент всхожести семян, измеряли длину надземной части и корней проростков; содержание хлорофилла и каратиноидов определяли спектрометрическим методом.

Исследования показали, что с увеличением концентрации солей всхожесть семян на черноземе типичном и серой лесной почве последовательно снижалась, вплоть до ее полного от-

сутствия при концентрации солей выше 4% в растворах хлорида натрия с хлоридом магния и сульфатом магния. На серой лесной почве при концентрации солей выше 2% семена не прорастали в присутствии, как хлористого натрия, так и хлорида кальция. Вместе с тем, при самой низкой концентрации равной 0,1% увеличение доли ионов Mg^{2+} в почвенном растворе чернозема привело к гибели проростков на десятый день инкубации, тогда как при более высокой концентрации солей этого не наблюдалось. Убедительного объяснения этому явлению мы пока не нашли. Возможно, при этой концентрации происходит стимуляция микроорганизмов, угнетающих развитие проростков. При добавлении 0,2% от сухого веса почвы магния хлористого семена не прорастали, при этой же концентрации в присутствии кальция хлористого всхожесть резко снижалась. Следует отметить, что добавление хлорида кальция и сульфата магния в некоторой степени снизило токсичность хлорида натрия при концентрациях 0,3-1,0% на пятые сутки.

Масса проростков в вариантах с концентрацией солей на черноземе типичном 0,2-0,3% и 0,2% (кальций хлористый) на серой лесной почве была выше по сравнению с контролем, но последовательно снижалась по мере дальнейшего повышения концентрации солей. Содержание хлорофилла и каратиноидов закономерно снижалось с повышением концентрации солей в почве, причем в вариантах опыта с натрием хлористым падение выражено резче по сравнению с засолением кальцием хлористым.

Различные концентрации и состав солей неоднозначно влияют и на величину корней и надземной части проростков кресс-салата. В варианте опыта с хлоридом натрия в концентрации 0,1% наблюдалось угнетение корневой системы, но стимуляция роста надземной части относительно контроля, а при концентрации 0,3% отмечалось улучшение роста

Таблица. Влияние различных концентраций солей на размер проростков кресс-салата

Концентрация, %	Величина проростков, мм							
	NaCl		NaCl/CaCl ₂		NaCl/MgSO ₄		NaCl/MgCl ₂	
	корень	н. ч.	корень	н. ч.	корень	н. ч.	корень	н. ч.
2	22,70	15,50	20,83	17,17	19,4	16,5	-	-
1	41,56	36,88	16	25	51,7	35,7	12,77	3,83
0,3	49,35	43,18	41	39,3	71,9	57	34,63	22,72
0,1	34,6	47,8	41,09	51,45	8,6	23,6	-	-
Контроль	43,0	42,56	43,0	42,56	43,0	42,56	43,0	42,56

Таблица. Модельный опыт по засолению серой лесной почвы NaCl, CaCl₂

Концентрация, %	Размер проростков, мм NaCl		Размер проростков, мм CaCl ₂		Масса, мг/растение	
	н. ч.	корень	н. ч.	корень	NaCl	CaCl ₂
4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	10,9
1	11,4	5,7	41,2	17,3	11,2	22,5
0,7	35,6	29	55,2	33,95	14,7	27,9
0,5	43,8	40,7	61,2	39,7	24,0	31,4
0,3	62,2	48	61,5	40,95	36,5	31,9
0,2	62,4	49,3	59,8	28,2	44,1	36,0
Контроль	50,8	70	50,8	70	28,2	

только корневой системы. При концентрациях 1 и 2% происходило угнетение и корневых и надземных частей проростков в 1,9 и 2,7 раза соответственно.

Добавление к хлориду натрия кальция хлористого при общей концентрации 0,1% наблюдалась некоторая стимуляция развития корневой системы по сравнению с контролем. Очевидно, токсичность иона Cl⁻ в некоторой степени нейтрализуется ионами Ca²⁺. При дальнейшем увеличении концентраций солей в почве степень угнетения роста возрастала.

Интересно отметить, что ионы Mg²⁺ в растворе действуют неоднозначно: при низкой концентрации 0,1% наблюдалось угнетение, а при ее повышении до 0,3% – стимулирование обеих частей проростков. При дальнейшем увеличении концентрации до 1% корни удлинились при аналогичном угнетении роста надземной части. При увеличении концентрации до 2% такая картина наблюдалась и в присутствии кальция хлористого в образцах серой лесной почвы. На десятые сутки инкубации проростков кресс-салата в присутствии магния хлористого описанные выше тенденции сохранялись, но степень их выраженности была выше. При общей засоленности 0,3% наблюдается угнетение роста корней и надземной части в 2 раза. Дальнейшее увеличение концентрации солей до 1% привело к значительному угнетению надземной части, а корни практически не развива-

лись. По всей вероятности, в этом варианте опыта складывается общая токсичность всех ионов, при относительно небольшой общей засоленности.

Угнетение растений под влиянием солей может быть вызвано следующими причинами: увеличением концентрации и осмотического давления почвенного раствора сверх критических значений; токсичным действием отдельных ионов на растения; нарушением условий питания растений. Нарушение питания растений в этих условиях, может быть связано с понижением степени диссоциации, способствующим выпадению ряда элементов из раствора в осадок в виде труднодоступных соединений. Как известно в щелочной среде подвижность ионов Ca²⁺, Mg²⁺ и многих микроэлементов существенно снижается вследствие образования малорастворимых карбонатов. При засолении почв резко проявляется антагонизм ионов. В частности, избыточное накопление в почвенном растворе иона натрия препятствует поступлению в растения Ca²⁺, K⁺ и других катионов. Избыток хлора отрицательно влияет на поглощение культурами анионов, прежде всего азота и фосфора.

Таким образом, токсичное действие солей на рост и развитие кресс-салата в почве возрастает в следующем ряду: MgCl₂ > MgSO₄ > NaCl > CaCl₂. При низких концентрациях солей в почве ионы Mg²⁺ усиливают, а Ca²⁺ снижает токсичное влияние хлора.