

УДК 631.582

**ТОКСИЧНЫЕ И НЕТОКСИЧНЫЕ СОЛИ ПОЧВ НА  
МОНОКУЛЬТУРЕ ХЛОПЧАТНИКА И В СЕВООБОРОТЕ**

Канд. с.-хоз. наук М.Ж. Аширбеков

*Исследовано содержание токсичных и нетоксичных ионов солей в бессменных посевах хлопчатника и в севообороте. Результаты показали, что на бессменном посеве содержание токсичных солей составляет 1,5...2,5 г/дм<sup>3</sup>, а на севообороте – 1,0...1,5 г/дм<sup>3</sup>.*

В мелиоративных исследованиях определение содержания солей в почве имеет важное значение. Солевой режим орошаемых почв, подверженных процессам сезонного засоления – рассоления, состоит из множества циклов попеременного изменения направления движений солевых токов, накопления и выноса солей из почвы. Исходя из этого, Н.Г. Минашина рассматривает солевой режим почвы как динамическое равновесие этих процессов [2].

Солевой режим орошаемых почв во многом определяется режимом грунтовых вод, степенью их минерализации, наличием водорастворимых солей в почвообразующих породах, режимом и техникой орошения. Оросительная вода изменяет солевой режим не только в корнеобитаемом слое, но и во всей зоне аэраций. В условиях орошения даже при глубоком залегании уровня грунтовых вод отмечается изменение водно-солевого режима почвы.

Многие исследователи утверждают, что солевой режим светлых сероземов Голодной степи находится в прямой связи с режимом влажности почвы и грунтовыми водами, так как передвижение водорастворимых солей происходит с водой. Поэтому приход воды в почву, расход ее из почвы и распределение внутри почвы оказывает большое влияние на солевой баланс почвы. Накопление солей в верхнем горизонте, в частности, в почвогрунте над грунтовой водой происходит в результате капиллярного поднятия засоленных грунтовых вод и их последующего испарения. Солевой режим называется критическим, если концентрация солей в почвенных растворах периодически приближается к токсическому уровню для сельскохозяйственных растений, но не превышает его. Величина критиче-

ского уровня содержания солей в почвенном растворе на основе большого экспериментального материала принята как  $12 \text{ г/дм}^3$  – для хлоридно-сульфатных и  $7 \text{ г/дм}^3$  – для хлоридных типов засоления почвы.

В начале вегетации концентрация почвенного раствора самая низкая и обычно не превышает  $2 \text{ г/дм}^3$  по токсичным солям. Поэтому, чтобы не происходило угнетение хлопчатника, необходимо регулирование солевого режима в пределах ниже критического ( $7 \dots 10 \text{ г/дм}^3$ ).

Сероземно-луговые почвы старой зоны орошения, пройдя условия гидроморфного и полугидроморфного режимов увлажнения, на современном этапе находятся на различных стадиях рассоления. Неодинаковые почвенно-мелиоративные условия создают пестроту в почвенном покрове, выраженную в частой перемежаемости почв с различной степенью засоления [4]. Практическое значение этого явления заключается в необходимости дифференцированного подхода к территории при ее освоении, то есть регулированию промывных норм, поливов и т.д. [6].

Анализ полной водной вытяжки солей почвы (химический состав водной вытяжки солей, содержание токсичных солей и др.) проводили в лаборатории мелиорации, отдела мелиорации и орошения СоюзНИХИ (г. Ташкент) под руководствами профессора Н.Ф. Беспалова и профессора Г.А. Безбородова.

На опытном участке среднеминерализованные грунтовые воды располагались на глубине около 2,5 м весной, а осенью снижалась до 4,5 м. При такой глубине стояния грунтовых вод всегда присутствует подток влаги из нижележащих слоев почвогрунта и грунтовых вод в корнеобитаемую зону почвы. Вместе с влагой передвигаются и водорастворимые соли, которые накапливаются в верхних горизонтах. Следовательно, при всех вариантах опыта в конце вегетационного периода происходит сезонное соленакопление, интенсивность которого зависит от типа возделываемой культуры и ее поливного режима. Об этом свидетельствуют данные, приведенные в таблице 1.

Изучение вредных и токсичных солей почвы на различных схемах хлопковых севооборотов проводилось в многолетнем комплексном стационарном опыте на сероземно-луговых почвах староорошаемой зоны Казахской части Голодной степи (КазНИИ хлопководства МСХ РК). Глубина залегания среднеминерализованных ( $4 \dots 5 \text{ г/дм}^3$ ) грунтовых вод – 2,5...3,5 м. Почвы опытного участка по механическому составу среднесуглинистые.

Таблица 1

Содержание токсичных солей в метровом слое почвы за период вегетации

Вариант опыта	Сезон года	Токсичные соли					Нетоксичные соли
		MgSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	KCl	Сумма	
В начале первой ротации							
Монокультура хлопчатника без удобрений	весна	0,086	0,048	0,007	0,010	0,151	0,154
	осень	0,110	0,051	0,029	0,025	0,215	0,192
Монокультура хлопчатника удобряемая (К)	весна	0,086	0,044	0,005	0,007	0,142	0,152
	осень	0,116	0,048	0,028	0,023	0,215	0,189
3:7 без удобрений	весна	0,086	0,043	0,006	0,012	0,147	0,156
	осень	0,106	0,056	0,018	0,016	0,196	0,168
3:7 удобряемая	весна	0,087	0,042	0,006	0,013	0,148	0,159
	осень	0,106	0,049	0,018	0,015	0,198	0,170
2:4:1:3 удобряемая	весна	0,078	0,039	0,004	0,007	0,128	0,154
	осень	0,101	0,049	0,017	0,013	0,180	0,163
3:4:1:2 удобряемая	весна	0,086	0,048	0,005	0,010	0,149	0,162
	осень	0,116	0,079	0,018	0,015	0,228	0,174
3:3 удобряемая	весна	0,091	0,047	0,007	0,012	0,157	0,174
	осень	0,116	0,079	0,018	0,015	0,228	0,194
В конце первой ротации							
Монокультура хлопчатника без удобрений	весна	0,086	0,049	0,007	0,012	0,154	0,184
	осень	0,121	0,063	0,039	0,028	0,251	0,190
Монокультура хлопчатника удобряемая (К)	весна	0,096	0,051	0,005	0,010	0,162	0,194
	осень	0,106	0,056	0,035	0,017	0,214	0,204
3:7 без удобрений	весна	0,096	0,051	0,007	0,012	0,166	0,179
	осень	0,101	0,059	0,0028	0,015	0,203	0,183

3:7 удобряемая	весна	0,086	0,049	0,003	0,009	0,147	0,150
	осень	0,111	0,059	0,028	0,019	0,217	0,183
2:4:1:3 удобряемая	весна	0,091	0,047	0,004	0,008	0,150	0,159
	осень	0,101	0,066	0,028	0,015	0,210	0,169
3:4:1:2 удобряемая	весна	0,076	0,046	0,002	0,007	0,131	0,122
	осень	0,096	0,070	0,028	0,017	0,217	0,176
3:3 удобряемая	весна	0,081	0,048	0,003	0,008	0,140	0,163
	осень	0,106	0,079	0,026	0,018	0,229	0,199

В связи с тем, что на опытном участке ежегодно проводилась профилактическая промывка (промывной нормой 2,5...3,0 тыс. м<sup>3</sup>/га), почвы опытного участка во всех вариантах весной были незасоленными. Содержание наиболее токсичного хлор-иона в среднем в слое 0...100 см не превышало 0,01 %. В конце вегетационного периода отмечалось сравнительно небольшое соленакопление, поэтому почвы на всех вариантах опыта переходили из категории незасоленных в категорию слабозасоленных. Прослеживалась тенденция к большему накоплению хлор-иона в вариантах с монокультурой хлопчатника, по сравнению с вариантами, где хлопчатник возделывался в севообороте. Наиболее оптимальным, в части рассоления почв, оказался 7-й вариант опыта (схема 3:3), где люцерна сменяет хлопчатник через каждые три года.

Выполненные анализы на содержание водорастворимых солей показывают, что почвенный покров опытного участка отличается большим разнообразием засоления. Глубина залегания солевого горизонта варьирует в пределах трехметрового слоя с максимумом в двух метровом слое почвы.

Для растений хлопчатника хлориды являются наиболее токсичными солями. В результате повышенного хлоридного засоления отмечается резкое снижение урожайности хлопчатника и качества хлопкового волокна. Хлориды также отрицательно действуют на водный режим почвы и растения. Они снижают транспирацию растений. Содержание хлор-иона в почве зависит не только от засоленности почвогрунтов, подстилающих пород и грунтовых вод, но и от минерализации поливной воды и величины водоподачи. В целом весной содержание хлор-иона в метровом слое почвы составляло 2,6...3,5 % и осенью 5,9...7,3 % от суммы солей.

Сульфат-ион в почве достигает наибольших величин. Он имеет первостепенное значение в жизнедеятельности растений, является составной частью многих компонентов растительной клетки и играет важную роль в свойствах и структурных превращениях белковых молекул в окислительно-восстановительных процессах. Однако, высокое накопление иона сульфатов в почве может привести к гибели растений. Влияния накопления солей в почвах под сельскохозяйственными культурами отмечены в трудах В.Е. Кабаева, Б.А. Пиуновского и А.А. Шахова [1, 3, 5].

В условиях эффективной работы дренажа сульфат-ион из почвы вымывается менее интенсивно, чем хлориды. Со временем количество гипса в почве несколько увеличивается. Этот процесс имеет большое значение для предохранения почв от солонцовых явлений. Следует отметить, что по содержанию сульфат-иона почва остается слабозасоленной и такое

количество не ухудшает состояние почвы. Сульфат-ион к концу вегетации на монокультуре хлопчатника накапливался в большем количестве, что в значительной степени ухудшает солевой режим почвы.

Магний в почве является необходимым элементом для нормального роста и развития растений. Он играет важную роль при созревании хлопкового волокна, так как входит в состав пектиновых веществ. Однако повышенное содержание его может вызывать гибель растений.

Из полученных данных следует, что содержание иона магния в почве было меньше содержания иона кальция более чем в 2 раза. В начале вегетации хлопчатника содержание ионов магния было примерно одинаковым во всех вариантах. Такое явление объясняется тем, что вегетационный влагозарядково-промывной полив речной водой выравнивает содержание иона магния в почве. Однако к концу вегетации на монокультуре хлопчатника наблюдалось некоторое увеличение содержания ионов магния. В начале вегетации содержания иона магния составляло 5,5...5,8 %, а в конце – 4,8...4,9 % от суммы водорастворимых солей. Такое содержание ионов магния в почве является допустимым для роста и развития хлопчатника.

Для нормального роста и развития растений необходимо иметь в почвенном растворе сбалансированное содержание ионов и в первую очередь натрия и калия. Значение калия в жизни растений многообразно. Он способствует нормальному течению фотосинтеза, усиливает отток углеводов из листьев в другие органы, активизирует работу многих ферментов. В почве содержание его всегда больше, чем содержание фосфора и азота, вместе взятых. Однако большая часть калия в почве находится в нерастворимой и малоусваиваемой для растений форме. Отмечается накопление иона калия от весны к осени в 1,5...2,0 раза.

Содержание ионов натрия в метровом слое примерно в 3,0...3,5 раза превышало содержание ионов калия. Однако по абсолютным величинам его количество в разных вариантах опыта было небольшое и условий для процесса осолонцевания почв не создавалось. Следует отметить, что ионы солей оказывают большое влияние на изменение водно-физических и физико-химических свойств почвы, а также на состояние растений.

При исследовании засоленных почв важно определять не только степень (количество), но и характер (тип) засоления почв. Он устанавливается по соотношению в составе солей различных химических элементов.

Таблица 2

Влияние эксплуатационной промывки речной водой на вымыв солей из почвы при возделывании хлопчатника на монокультуре и в севообороте

Вариант опыта	До промывки, %		После промывки, %		Вымыто солей, %	
	плотный остаток	хлор-ион	плотный остаток	хлор-ион	плотный остаток	хлор-ион
Слой почвы 0...100 см						
Монокультура хлопчатника без удобрений	0,424	0,033	0,332	0,007	21,7	78,8
Монокультура хлопчатника удобряемая	0,406	0,029	0,326	0,006	19,7	79,3
3:7 без удобрений	0,364	0,017	0,320	0,008	12,1	52,9
3:7 удобряемая	0,362	0,015	0,305	0,006	15,7	60,0
2:4 1:3 удобряемая	0,366	0,020	0,310	0,006	15,3	70,0
3:4:1:2 удобряемая	0,385	0,018	0,294	0,005	23,6	72,2
3:3 удобряемая	0,378	0,011	0,323	0,006	14,6	45,5
Слой почвы 0...300 см						
Монокультура хлопчатника без удобрений	0,455	0,033	0,398	0,015	12,5	54,5
Монокультура хлопчатника удобряемая	0,446	0,030	0,395	0,014	11,4	53,3
3:7 без удобрений	0,390	0,017	0,340	0,013	12,8	23,5
3:7 удобряемая	0,392	0,016	0,338	0,012	13,8	25,0
2:4:1:3 удобряемая	0,398	0,018	0,335	0,012	15,8	33,3
3:4:1:2 удобряемая	0,415	0,015	0,325	0,006	21,7	60,0
3:3 удобряемая	0,412	0,010	0,332	0,008	19,4	20,0

результатам водной вытяжки соотношение ионов хлора и сульфата составило весной от 0,05 до 0,08 и осенью от 0,14 до 0,18. Следовательно, такое соотношение соответствует сульфатному типу засоления.

**Содержание токсичных солей** было определено нами путем пересчета данных водных вытяжек. Результаты пересчета ионов в гипотетические соли приведены в таблице 2. Из полученных данных следует, что содержание токсичных солей в метровом слое почвы весной было примерно одинаковым или большим на 8...20 %, чем нетоксичных. Следует отметить, что весной по сумме токсичных солей почва оставалась слабозасоленной во всех вариантах опыта. Так, в метровом слое почвы содержание солей варьировало в пределах 0,151...0,199 % от массы в зависимости от варианта опыта и года исследований. Большие величины токсичных солей характерны для вариантов бессменного возделывания хлопчатника. Поддержание токсичных солей почвы слабого засоления на невысоком уровне обеспечивалось ежегодной эксплуатационной промывкой с нормой речной воды 3,0...4,0 тыс. м<sup>3</sup>/га, выравнивающей к весне содержание солей практически независимо от исходного количества.

#### Выводы

Следует отметить, что к концу вегетации происходило большее накопление токсичных солей, чем нетоксичных на 20...38 %. Нетоксичные соли представлены сульфатами и бикарбонатами кальция. Среди токсичных солей наибольшую долю занимает сульфат магния около 50 % от суммы токсичных солей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабаев В.Е. Солевыносливость сельскохозяйственных культур // Социалистическое сельское хозяйство Узбекистана. – 1953. – №1. – С. 71-75.
2. Минашина Н.Г. Критический солевой режим орошаемых почв и дренаж грунтовых вод в зоне возделывания хлопка // Почвоведение. – 1970. – №1. – С. 58-64.
3. Пиуновский Б.А. Солеустойчивость сельскохозяйственных культур / Доклады ВАСХНИЛ. – М.: 1954. – Вып. 4. – С. 135-138.
4. Розанов А.Н. Засоления и мелиорация орошаемых почв // Применение дренажа при освоении засоленных земель. / Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – Изд-во АН СССР. – 1958. – С. 87-93.
5. Шахов А.А. Солеустойчивость растений. – М.: Изд-во. АН СССР, 1956. – 178 с.

6. Шуравилин А.В. Орошение хлопчатника на сероземах Голодной степи  
// Труды РУДН. – 1979. – Т. 89, Вып. 13. – С. 128-133.

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы

**МАҚТА ДАҚЫЛЫ ЕГІЛГЕН ЖӘНЕ АУЫСПАЛЫ ЕГІСТІК  
ТОПЫРАҚТАРЫНДАҒЫ УЫТТЫ ЖӘНЕ УЫТСЫЗ ТҰЗДАР**

Ауыл.-шар. ғылымд. канд. М.Ж. Әшірбеков

*Біріңғай мақта дақылының (монодақыл) және ауыспалы егістіктердің топырақтағы зиянды және токсикалық тұздары. Иондарды гипотетикалық тұздарға аударып есептеудің нәтижелері көрсетілген. Ауысымсыз, біріңғай мақта дақылы егістіктеріндегі және ауыспалы егістіктердің варианттарындағы зиянды және токсикалық тұздардың динамикалық тұрпаты анықталған.*