

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

А-24833

На правах рукописи

ВИНОГРАДОВА Светлана Борисовна

УДК 631.531.13.631.42.546.34

**ВЛИЯНИЕ ЛИТИЯ НА УРОЖАЙ
И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

(Специальность 06.01.04 — агрохимия)

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

МОСКВА — 1985

Дорожнина

Работа выполнена на кафедре агрономической и биологической химии Московской ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева.

Научный руководитель — доктор биологических наук, профессор Б. А. Ягодин.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор Юдинцева Е. В., кандидат биологических наук Садовская Э. Н.

Ведущее предприятие — Всесоюзный научно-исследовательский институт удобрений и агропочвоведения им. Д. Н. Прянишникова.

Защита состоится « 8 » *апреля* 1985 г. в « 13 » часов на заседании Специализированного Совета Д 120.35.02 при Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Адрес: 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Ученый совет ТСХА.

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНБ ТСХА. Автореферат разослан « 7 » *марта* 1985 г.

Ученый секретарь
Специализированного Совета —
кандидат биологических наук,
доцент

Дорожнина Л. А. Дорожнина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года», принятых на XXVI съезде КПСС, и Продовольственной программой СССР поставлена важнейшая задача увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, в особенности производства зерна, кормов и другой сельскохозяйственной продукции. Среди всех факторов, определяющих урожайность сельскохозяйственных культур, одним из главных являются удобрения, в том числе и микроудобрения.

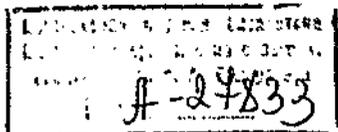
В настоящее время известно общепризнанное значение различных микроэлементов, которые используются в медицине в качестве биотиков, а в сельскохозяйственном производстве в качестве удобрений.

Почти любой элемент в зависимости от дозы может рассматриваться или как удобрение, или как токсикант. Однако выявление положительных и токсических доз требует систематических исследований функций—урожай, качество и содержание исследуемого элемента в различных субстратах.

В последние годы в литературе появились работы, рекомендующие применение солей лития в качестве удобрений (Охрименко, Уяздовская, 1967; Охрименко, Кузьменко, 1975; Охрименко, 1980). Однако есть работы, указывающие на отрицательное действие лития на урожай сельскохозяйственных культур (Scharrer, Schroop, 1933; Wallace, 1980, 1984; Romney, 1981).

Имеющиеся в литературе данные не раскрывают действия лития на урожай, химический состав растений, почв, накопление его различными культурами и почвой, последствие и токсичность литиевых соединений. Это затрудняет решение вопроса о необходимости применения лития в качестве микроудобрения.

Цель и задачи исследований. Целью данной работы явилось изучение влияния лития на урожай и качество некоторых



сельскохозяйственных культур, взаимосвязи концентраций лития в среде и концентраций лития в растениях.

В связи с этим были поставлены следующие задачи: 1) изучение содержания лития в почвах, удобрениях и распределение лития по органам различных растений; 2) действие лития на урожай сельскохозяйственных растений на различных типах почв в условиях полевых и вегетационных опытов; 3) установление связи содержания лития в почве — содержание лития и других химических элементов в растениях; 4) изучение последствий лития.

Научная новизна работы.

Изучена взаимосвязь широкого спектра концентраций лития с урожаем генетически различных культур при внесении его в разные почвы. Прослежена кинетика накопления лития на единицу биомассы. Установлена зависимость действия иона лития от почвенных и климатических условий.

Отмечено увеличение хромосомных aberrаций под действием иона лития. Установлена токсичность лития в последствии на гречихе.

Практическое значение работы. Результаты исследований влияния различных норм лития на урожай и продуктивность некоторых сельскохозяйственных культур могут быть использованы для установления целесообразности применения литиевых препаратов в качестве микроудобрений.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на научной конференции «Генезис и регулирование плодородия почв» (г. Горький, 1982 г.) и на научных конференциях ТСХА в 1982—1983 гг.

Публикация результатов. По материалам диссертации опубликовано три работы.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, общих выводов, заключения, списка литературы, приложения и изложена на 149 страницах машинописи.

Рукопись включает 27 таблиц и 15 рисунков. Список использованной литературы состоит из 218 источников, из них 67 на иностранных языках.

Условия и методики исследований. Исследования проведены в 1981—1983 гг. на кафедре агрономической и биологической химии ТСХА и на экспериментальной базе ТСХА в учхозе «Михайловское» Подольского района Московской области.

Прежде чем установить влияние лития на урожай, были изучены почвы различных генетических типов. Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице 1.

Объектами исследований на содержание лития послужили сельскохозяйственные культуры, принадлежащие к различным

семействам: томаты — сорт «Колхозный 34», картофель — сорт «Бирюза», гречиха — сорт «Калининская», ячмень — сорт «Московский 121».

В 1981—1983 гг. были проведены опыты в условиях песчаных и почвенных культур с томатами, гречихой и ячменем в диапазоне концентраций лития от 0,1 до 20 мг/кг. Повторность опытов четырехкратная.

В вегетационных опытах 1981 года под гречиху и ячмень вносили N—100, P—50, K—100 мг/кг почвы; под томаты, выращенные в 1981—1983 гг., вносили: на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве — N—200, P—200, K—250 мг/кг почвы; на черноземе — N—100, P—200, K—175 мг/кг почвы; на красноземе — N—200, P—100, K—175 мг/кг почвы.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почв вегетационных и полевых опытов 1981—1983 гг.

Год	Гумус (%)	pH	Hг	S	V (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O
			м-экв. на 100 г			мг/100 г	
Полевые опыты, дерново-подзолистая среднесуглинистая почва							
1981/82	1,7	5,7	3,2	12,6	80,0	6,9	10,8
Вегетационные опыты, дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва							
1981/83	1,7	4,2	5,0	8,0	62,0	7,0	4,0
Чернозем обыкновенный							
1982/83	6,8	7,0	0,5	47,3	99,0	10,0	20,0
Серозем типичный							
1982/83	2,0	7,2	—	15,0	100	30,0	20,0
Краснозем глинистый							
1982/83	5,4	4,1	19,5	3,0	87,0	9,5	15,0

Полевые опыты с картофелем проводились в учхозе «Михайловское» на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Площадь делянки 20 м², повторность опытов четырехкратная.

Азот, фосфор, калий вносили из расчета 100, 80 и 120 кг/га соответственно.

Изучался диапазон концентраций лития от 0,5 кг/га до 3 кг/га. Для опытов использовали сернокислую соль лития.

Перед закладкой опытов в почвах определяли содержание валового, кислоторастворимого и водорастворимого лития. Валовая форма определялась после разложения почвы плавниковой кислотой, кислоторастворимая — после одночасового взбалтывания (1:10) в 1 н HCl, водорастворимого — в водной вытяжке (1:20). Общие агрохимические показатели почвы, а также содержание азота, фосфора, калия, кальция, магния и натрия в растениях определяли по общепринятым методикам. Сахара в томатах — по Бертрану, крахмал в картофеле — по Эверсу. В растениях литий определяли после сушко-озоления растительного материала при различных температурных и временных режимах для различных культур и при последующем переводе озоленного материала в раствор 20%-ной соляной кислотой. Конечное определение лития проводили на спектрофотометре «Flabo-4».

Колосья ячменя и соцветия гречихи фиксировали на мейоз в фиксаторе Ньюкомера. Мейоз смотрели на препаратах после окрашивания 4,5%-ным раствором ацетокармина. Фертильность пыльцы определяли после окрашивания 2,5%-ным раствором ацетокармина.

Корешки (5—6 мм) на митоз фиксировали в фиксаторе Карнуа (укусный алкоголь 3:1). Перед фиксацией проводили обработку материала на холоде (+1—2°C). Мацерацию проводили 1н HCl при 60°C в течение 5 минут. Окрашивали препараты ацетокармином. Кроме того, анализу на содержание лития подвергался кварцевый песок, питьевая вода, минеральные удобрения.

Полученные в исследованиях результаты обрабатывались методом дисперсионного анализа (Плохинский, 1961; Доспехов, 1968).

II. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Содержание лития в почве, минеральных удобрениях и растениях

В опытах исследовались почвы различных генетических типов: дерново-подзолистая, чернозем обыкновенный, серозем типичный, краснозем (таблица 1).

Дерново-подзолистая почва представлена среднесуглинистой и тяжелосуглинистой. Дерново-подзолистая среднесуглинистая почва содержит водорастворимого лития 0,5 мг/кг,

кислоторастворимого — 8,3 мг/кг и валового — 20,9 мг/кг. Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва содержит водорастворимого лития 0,5 мг/кг, кислоторастворимого — 8,1 мг/кг и валового — 26,3 мг/кг.

Чернозем обыкновенный содержит водорастворимого лития 1,1 мг/кг, кислоторастворимого — 10,9 мг/кг и валового — 42,3 мг/кг.

В сероземе типичном водорастворимого лития — 0,9 мг/кг, кислоторастворимого — 16,5 мг/кг и валового — 44,5 мг/кг.

Краснозем глинистый — водорастворимого лития 0,9 мг/кг, кислоторастворимого — 9,6 мг/кг, валового — 28,3 мг/кг.

Содержание валового лития в указанных почвах колеблется от 20,9 до 44,5 мг/кг. Наибольшее количество валового лития отмечено в сероземе — 44,5 мг/кг и черноземе — 42,3 мг/кг. Эти почвы характеризуются и более высоким содержанием кислоторастворимого лития по сравнению с дерново-подзолистой почвой и красноземом. Содержание водорастворимого лития не превышает 1,1 мг/кг для всех почв.

В кварцевом песке, использованном в опытах, содержание кислоторастворимого лития составляет 0,01 мг/кг, песка водорастворимого — следы. Питьевая вода содержит от 0,05 до 0,15 мг лития на литр.

В исследованных минеральных удобрениях содержание лития следующее:

аммоний азотнокислый (промышленный) — следы; кальций азотнокислый (XЧ) — 15 мг/кг; калий хлористый (промышленный) — 25 мг/кг; калий фосфорнокислый однозамещенный (XЧ) — 30 мг/кг; калий фосфорнокислый однозамещенный (промышленный) — 50 мг/кг; суперфосфат двойной (промышленный) — 120 мг/кг.

Содержание лития в различных культурах значительно варьирует. В таблице 2 представлены данные по содержанию лития в вегетативных и репродуктивных органах растений, выращенных в наших опытах и в хозяйствах Московской области.

При анализе растений, достигших хозяйственной зрелости, наибольшее количество лития обнаружено у представителей семейства пасленовых и сложноцветных, при этом различия по содержанию лития внутри одного семейства (пасленовые) выражено слабо.

У изученных нами растений содержание лития в вегетативных органах значительно выше, чем в репродуктивных. Отношение концентрации лития в вегетативной массе к концентрации его в репродуктивных органах зависит от культуры. Наиболее высоко оно у ячменя — 7,6; у гречихи составляет 3,6; у пасленовых (картофель, томаты) в среднем 2,4.

2.2. Влияние лития на продуктивность сельскохозяйственных культур

Сравнительное изучение реакций растений гречихи, ячменя, томатов на внесение лития изучалось на дерново-подзолистой почве (таблица 3). Действие доз лития на растения гречихи проявилось к началу цветения. На вариантах с дозами лития 1, 2, 5 и 10 мг/кг растения начали отставать в росте, затем появилось пожелтение края пластинки листьев нижнего яруса. При внесении лития 0,1 и 0,5 мг/кг визуально растения не отличались от контрольных, но, несмотря на нормальное развитие на варианте с дозой лития 0,5 мг/кг, урожай плодов был ниже контрольного на 27,3% (таблица 3).

Таблица 2
Содержание лития в растениях, выращенных в условиях Московской области

Культура	Объект анализа	Содержание лития (мг/кг)	Культура	Объект анализа	Содержание лития (мг/кг)
Томаты	Плоды	2,0 ± 0,1	Сахарная свекла	Корнеплоды	2,6 ± 0,2
	Надземная масса	4,6 ± 0,2		Ботва	4,2 ± 0,4
Картофель	Клубни	2,3 ± 0,1	Тимофеевка	Зерно	0,8 ± 0,1
	Ботва	4,8 ± 0,2		Солома	3,6 ± 0,2
Ячмень	Зерно	0,8 ± 0,1	Салат кочаный	Корни	1,9 ± 0,1
	Солома	6,1 ± 0,3		Надземная масса	5,0 ± 0,4
Гречиха	Корни	1,1 ± 0,1	Кукуруза	Зерно	1,5 ± 0,2
	Плоды	1,3 ± 0,1		Надземная масса	4,7 ± 0,4
	Солома	4,5 ± 0,3		Корни	1,8 ± 0,1
Горох	Корни	2,0 ± 0,3			
	Зерно	0,8 ± 0,1			
Клевер	Надземная масса	3,4 ± 0,3			
	Корни	1,3 ± 0,1			
Клевер	Надземная масса	2,3 ± 0,3			
	Корни	1,5 ± 0,2			

В почвенной культуре изученные дозы лития не оказали существенного влияния на урожай ячменя (таблица 3). Следует отметить уменьшение соотношения зерно: солома при увеличении дозы лития, а также некоторое снижение озерненности колоса.

Влияние лития на растения томатов изучалось в течение 1981—1983 годов. В опыте 1981 года (таблица 4) влияние доз лития составляет не менее 64% от общей суммы факторов. Наибольшие прибавки урожая получены на дозах лития 1,0 и

Таблица 3

Влияние различных доз лития на продуктивность растений гречихи и ячменя (почвенная культура, 1981 г.)

Варианты опыта (доза лития в мг/кг почвы)	Гречиха (масса 10 растений)				Ячмень				
	масса плодов, г	отклонение от контроля, г	вегетативная масса (сухая), г	плоды: вегетативная масса	масса зерна, г	отклонение от контроля, г	масса соломы, г	зерно: солома	озерность
NPK	15,0	—	38,2	0,39	14,6	—	20,4	0,73	97,3
NPK+Li 0,1	13,9	1,2	35,5	0,39	14,4	0,2	19,8	0,73	96,2
NPK+Li 0,5	10,9	4,1	40,5	0,27	15,7	1,1	21,3	0,74	98,5
NPK+Li 1,0	7,8	7,2	36,2	0,21	13,4	1,2	20,3	0,66	96,1
NPK+Li 2,0	10,0	5,0	37,4	0,27	13,5	1,1	21,7	0,62	94,9
NPK+Li 5,0	6,2	8,8	25,9	0,24	15,1	0,5	21,9	0,69	93,3
NPK+Li 10,0	6,2	8,8	31,6	0,19	12,7	1,9	21,5	0,59	93,8
NCP ₀₅	3,1				2,5		2,9		3,8

2,0 мг/кг. Отмечено, что на вариантах с дозами лития 0,1 и 1,0 мг/кг почвы наибольшее соотношение товарной продукции к нетоварной составляет 3,3 и 3,5 соответственно. Увеличение урожая плодов томатов не коррелирует с дозой лития. Доза 0,1 мг/кг дает достоверную прибавку — 16,4%. Увеличение дозы в 5 раз снижает урожай (прибавка в этом случае недостоверна). Дальнейшее увеличение содержания лития в почве (при внесении до 1,0 мг/кг) приводит к значительному увеличению урожая. При увеличении дозы лития до 10 мг/кг прибавка урожая недостоверна.

В опытах 1982 года, согласно дисперсионному анализу, литий не повышает урожай. Следует отметить достоверное снижение массы плодов на дозах лития 1,0 и 20,0 мг/кг. В опыте 1983 года изменения урожая плодов недостоверны.

В связи с тем, что прибавки урожая от действия лития на дерново-подзолистых почвах в вегетационных опытах получены только на томатах, то представляло интерес изучить влияние таких же доз лития на продуктивность томатов на других типах почв.

Свойства исследуемых в опытах почв в значительной мере определяют степень действия лития на урожай томатов (таблица 5).

На сероземах (опыт 1982 г.) внесение лития в количестве 1,0 и 2,0 мг/кг почвы оказывает токсическое действие — через две недели после высадки растения погибли. Доза лития меньше токсической в 10 раз вызывает снижение урожая плодов на 13%.

Таблица 4

Влияние лития на урожай томатов на дерново-подзолистой почве

Варианты опыта (доза лития в мг/кг почвы)	Масса плодов, г	Отклонение от контро- ля, г	Вегетатив- ная масса, сухая, г	Товарная нетоварная
Опыт 1981 года				
NPK	677	—	48,9	2,8
NPK+Li 0,1	789	112	41,7	3,3
NPK+Li 0,5	720	42	56,2	2,2
NPK+Li 1,0	838	160	39,4	3,5
NPK+Li 2,0	822	145	46,9	3,0
NPK+Li 5,0	812	135	53,1	2,7
NPK+Li 10,0	770	92	48,5	2,9
HCP ₀₅		102	8,0	
Опыт 1982 года				
NPK	742	—	47,0	2,5
NPK+Li 0,1	722	-20	48,1	2,2
NPK+Li 0,5	802	60	53,7	2,3
NPK+Li 1,0	615	-127	50,3	1,8
NPK+Li 2,0	778	36	46,9	2,4
NPK+Li 20,0	675	-67	38,5	2,9
HCP ₀₅		62	9,0	

Снижение урожая плодов на дозе лития 0,5 мг/кг недостоверно.

На красноземе (опыт 1982 г.) внесение лития в количестве 0,1 мг/кг достоверно увеличивает урожай. Дозы лития 0,5 и 1,0 мг/кг не оказывают влияния на урожай. При дальнейшем увеличении дозы лития до 2,0 мг/кг наблюдается резкое снижение урожая плодов.

На черноземе (опыт 1982 г.) изменения урожая плодов недостоверны. Изменения вегетативной массы на черноземе и сероземе под влиянием лития незначительны. В опыте на красноземе на дозе лития 2,0 мг/кг изменения в вегетативной массе значительны по сравнению с контролем, она уменьшается на 74%.

Данные, полученные в опытах 1983 года на сероземе и черноземе, аналогичны данным в опытах 1982 года. В опытах на красноземе в 1983 году на дозе лития 0,1 мг/кг не получено достоверной прибавки урожая. При внесении остальных доз лития изменения урожая аналогичны опыту 1982 года.

При изучении последствий лития на различных почвах на урожай гречихи была получена картина, аналогичная его

Таблица 5

Влияние лития на урожай томатов на различных почвах
(опыт 1982 года)

Варианты опыта (доза лития в мг/кг почвы)	Масса плодов, г	Отклонение от контро- ля, г	Вегетатив- ная масса, сухая, г	Товарная нетоварная
Чернозем				
NPK	785	—	40,4	2,9
NPK+Li 0,1	727	-58	46,0	2,7
NPK+Li 0,5	717	-68	48,8	2,8
NPK+Li 1,0	762	-23	47,9	2,8
NPK+Li 2,0	737	-48	35,6	3,3
HCP _{es}		106,0	6,4	
Серозем				
NPK	752	—	23,4	3,6
NPK+Li 0,1	645	-107	20,3	3,9
NPK+Li 0,5	723	-29	22,3	3,6
NPK+Li 1,0		растения погибли		
NPK+Li 2,0				
HCP _{es}		57,0	3,0	
Краснозем				
NPK	407	—	13,3	4,4
NPK+Li 0,1	460	53	18,8	3,9
NPK+Li 0,5	403	-4	10,9	4,6
NPK+Li 1,0	408	1	11,0	4,4
NPK+Li 2,0	25	-382	3,5	1,1
HCP _{es}		32,2	2,7	

действием в первый год внесения. Урожай гречихи, культуры, крайне чувствительной к литию, снижался по мере увеличения концентрации лития в почве.

В полевых опытах с картофелем анализ полученных данных свидетельствует о нестабильности действия лития на урожай картофеля. В 1981 году прибавка урожая получена на трех нормах лития: 0,5; 1,0 и 1,5 кг/га. Внесение лития в норме 1 кг/га способствовало увеличению урожая картофеля на 55% (таблица 6).

Вегетационные периоды двух лет опытов резко отличались по метеоусловиям. Оценивая действие и взаимодействие двух факторов (дозы лития и условий года), обнаружено влияние каждого фактора от того, при какой градации он действовал. Доля влияния лития — 10%, доля влияния погодных условий — 81%, взаимное влияние факторов — 0,5%. При благоприятных для действия лития условиях (вегетационный период 1981 года) урожай на дозе лития 1,0 кг/га увеличился на 55%. Период высоких температур 1981 года совпал со вторым

Изменение урожая клубней картофеля в зависимости от доз лития

Варианты опыта (доза лития, кг/га)	1981 год			1982 год		
	Урожай, %	Отклонение от контроля	Содержание сухого вещества, %	Урожай, %	Отклонение от контроля	Содержание сухого вещества, %
НРК — фон	100	—	16,0	100	—	13,0
Фон+Li 0,5	130	30	13,1	101	1	13,0
Фон+Li 1,0	155	55	14,8	102	2	14,1
Фон+Li 1,5	140	40	13,7	121	21	13,0
Фон+Li 3,0	111	11	13,0	99	-1	13,8

периодом развития картофельного растения, являющимся наиболее важным в формировании клубней.

2.3. Взаимосвязь содержание лития в субстрате — содержание лития в растении — урожай

Известно, что основной тип зависимости между содержанием химических элементов и урожаем имеет вид адсорбционной кривой и, в большинстве случаев, максимум концентрации элементов и урожая совпадают. Однако в своих исследованиях с культурой томатов мы наблюдали явление парадоксального эффекта, при котором в точке токсического снижения урожая концентрация лития ниже максимального. Для некоторых элементов данное явление характеризуется наличием барьера (Ковалевский, 1971), препятствующего поступлению лития в растения. Ввиду наличия барьера поглощения при внесении лития имеет место сложная зависимость между дозой лития, с одной стороны и урожайностью — с другой.

Процесс образования урожая сопряжен с поглощением лития, а не с содержанием его в субстрате. Концентрация лития в питательной среде 0,5 и или 1,0 мг/кг (в зависимости от культуры и условий вегетационного года) оказывает токсическое действие, дальнейшее увеличение концентрации лития приводит к стимуляции роста растений и увеличению урожая.

Такое необычное действие лития сопровождается нехарактерным для других элементов поглощением. При увеличении концентрации лития в среде в точках парадоксальных изменений урожая содержание его в растении уменьшается. Это явление наблюдается в диапазоне относительно низких концентраций лития в субстрате. В вариантах с дозами лития выше 2,0 мг/кг наблюдается накопление его в плодах и особен-

но в вегетативной массе растений. Известно, что ион лития обладает способностью сильно гидратироваться (Кларксон, 1978). Зоны действия лития характеризуются поступлением элемента в плоды, что влечет за собой увеличение обводненности тканей.

Наличие парадоксального эффекта при поглощении лития растениями создает большие трудности в установлении оптимальных доз для растений. Границы толерантности растений к литию установить крайне трудно. Можно выделить диапазоны концентраций лития в среде от низких, которые для некоторых культур являются оптимальными, до концентраций, при которых дальнейшее увеличение их стабильно снижает урожай. В наших опытах можно выделить диапазоны от 0,1 до 2,0 мг/кг субстрата. Однако в диапазоне указанных концентраций существует токсическая доза лития, проявление которой в значительной мере зависит от условий вегетационного периода, вида растений и типа почвы.

Поскольку сложный тип зависимости урожая от концентрации лития в субстрате с двумя максимумами урожайности кривой наблюдается на фоне барьерной концентрационной зависимости литий отнесен к барьерным химическим элементам при повышенных содержаниях в почвах, превышающих кларковые или при обычных агрохимических дозах удобрений (Ковалевский, 1971), то в наших опытах можно предположить, что «прорыв» барьера поглощения лития происходит несколько раз и сопровождается накоплением его в тканях растений. «Прорыв» барьера поглощения и приводит к появлению сложных зависимостей, характеризующихся наличием нескольких максимумов и минимумов. Можно также предположить, что растения обладают механизмами, регулирующими поступление лития в растения.

2.4. Влияние лития на элементный состав и качество сельскохозяйственной продукции

Внесение лития в субстрат вызывает некоторые изменения элементного состава растений и углеводов. Содержание сахаров в плодах томатов находится в обратной зависимости с величиной урожая и соответственно с содержанием лития в плодах.

В полевых опытах с картофелем положительного влияния лития на качество клубней не выявлено. В тех вариантах, где получена прибавка урожая картофеля, содержание крахмала в клубнях оставалось на уровне контрольного или изменялось на 1—2%.

Урожай картофеля и томатов увеличивался за счет изменения крупности клубней и плодов томатов. Среднее количество

клубней и плодов в вариантах с внесенным лития было практически одинаковым. Клубни и плоды томатов на оптимальных вариантах были уродливой формы.

Влияние различных концентраций лития на элементный состав растений не имеет какой-либо определенной зависимости, хотя можно отметить изменения в содержании калия и натрия (таблица 7).

Изменение содержания кальция в исследуемых растениях под влиянием лития более конкретно, чем содержание других элементов. Концентрация кальция в репродуктивных органах растений находится в обратной зависимости с концентрацией лития ($r = -0,3$ — $r = -0,8$). В вегетативных органах растений содержание кальция возрастает с увеличением концентрации лития в питательной среде.

2.5. Действие лития на мейоз и митоз растений

Изучение влияния лития на течение мейоза и митоза вызвано необычным действием его на урожай и озерненность растений. Под действием лития отмечено снижение фертильности пыльцы и озерненности колоса. К настоящему времени известно, что химические мутагены оказывают на состояние хромосом не только прямое, но и косвенное воздействие. Поскольку литий является сильным активатором или ингибитором ферментов (Setlow, Lowenstein 1967; Приходько, Нижко, 1973; Власюк и др., 1976), то это наводит на мысль, что результатом действия иона лития могут быть структурные изменения хромосом.

При изучении конъюгации хромосом в первой метафазе мейоза ячменя отмечена правильная бивалентная конъюгация. При исследовании расхождения хромосом в анафазе-1 не отмечено отклонений на варианте с внесением лития от контрольного.

При обработке корешков гречихи растворами лития в концентрациях 0,5 и 2,0 мг/л было отмечено существенное увеличение хромосомных нарушений. Все хромосомные aberrации, встречающиеся в клетках, считали как общее количество нарушений в митозе. Из двухсот просмотренных клеток было отмечено с нарушениями: на контроле — 5, при обработке корешков гречихи раствором лития с концентрацией 0,5 мг/л — 25, 2,0 мг/л — 29.

Выводы

1. Содержание лития в почвах, песке, воде и минеральных удобрениях достаточное для нормального развития растений. Содержание водорастворимого лития в исследуемых почвах

Таблица 7

Содержание элементов питания в плодах томатов, гречихи и зерне ячменя (вегетационные опыты, лочвенная культура, 1981 г.)

Варианты (доза лития, мг/кг)	N	P	K	Ca	Mg	Na	Li мг/кг сухо- го вещества	
							почв	вегет, масса
Томаты (% на сырую массу)								
NPK	0,2	0,074	0,18	0,020	0,01	0,023	2,0	4,8
NPK+ 0,1	0,2	0,082	0,18	0,014	0,01	0,034	2,6	6,5
>+ 0,5	0,2	0,074	0,14	0,039	0,01	0,027	1,6	5,8
>+ 1,0	0,2	0,070	0,12	0,025	0,01	0,031	2,5	6,9
>+ 2,0	0,2	0,074	0,14	0,019	0,01	0,027	2,8	7,2
>+10,0	0,2	0,082	0,17	0,009	сл.	0,027	3,7	18,2
HCP ₀₅	0,04	0,01	0,03	0,006	—	0,005	0,5	—
Гречиха (% на сухую массу)								
NPK	2,9	0,56	0,35	0,049	0,26	0,04	1,4	4,1
NPK+ 0,1	3,1	0,39	0,39	0,039	0,08	0,05	1,3	4,0
>+ 0,5	3,0	0,61	0,37	0,023	0,35	0,09	1,4	4,1
>+ 1,0	3,1	0,61	0,33	0,039	0,63	0,16	0,8	4,2
>+ 2,0	2,9	0,56	0,46	0,046	0,40	0,07	1,4	5,8
>+ 5,0	3,0	0,611	0,31	0,049	0,34	0,14	1,2	6,2
>+10,0	3,0	0,74	0,33	0,038	0,25	0,15	1,7	11,7
HCP ₀₅	0,6	0,30	0,04	0,006	0,06	0,02	0,3	—
Ячмень (% на сухую массу)								
NPK	2,7	0,56	0,40	0,020	0,12	0,06	1,0	6,0
NPK+ 0,1	3,2	0,61	0,48	0,070	0,09	0,07	1,0	5,4
>+ 0,5	2,5	0,52	0,47	0,028	0,13	0,12	0,6	7,2
>+ 1,0	3,3	0,82	0,53	0,014	0,11	0,18	1,0	6,2
>+ 2,0	3,2	0,82	0,50	0,007	0,10	0,06	1,1	6,6
>+ 5,0	3,0	0,84	0,46	0,013	0,07	0,07	1,0	10,6
>+10,0	3,3	0,78	0,60	0,011	0,12	0,05	1,5	23,6
HCP ₀₅	0,4	0,40	0,06	0,004	0,03	0,03	0,2	—

колеблется от 0,5 до 1,1; кислоторастворимого—от 8,1 до 16,5; валового—от 20,9 до 44,9 мг/кг почвы, минеральные удобрения содержат лития от следовых количеств до 120 мг/кг, в кварцевом песке водорастворимый литий находится в следовых количествах, кислоторастворимого содержится 0,01 мг/кг песка, в питьевой воде содержание лития колеблется от 0,05 до 0,15 мг лития на литр.

2. В полевых опытах с картофелем при внесении лития в норме 0,5, 1,0, 1,5 кг/га урожай клубней повышался от 21 до

55%. В вегетационных опытах изученные дозы лития 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10,0 мг/кг не оказывали существенного влияния на урожай ячменя, на растения гречихи действовали отрицательно. Прибавки урожая плодов томатов на дерново-подзолистой почве составляют от 16 до 23%.

На сероземах внесение лития в количестве 1,0 и 2,0 мг/кг почвы оказывают токсическое действие. На красноземах внесение лития в количестве 0,1 мг/кг почвы достоверно увеличивает урожай плодов на 13%, а доза лития 2,0 мг/кг дает достоверное снижение урожая плодов на 94%. Изменение урожая плодов томатов на черноземе под влиянием лития находится в пределах ошибки опыта.

3. При внесении лития от 0,1 до 2,0 мг/кг почвы под томаты урожай плодов гречихи в последствии был ниже контрольного для краснозема от 46 до 60%, на сероземе на дозе лития 1,0 и 2,0 мг/кг почвы растения погибли, на черноземе снижение урожая плодов гречихи не отмечалось.

4. Форма кривых урожая в диапазоне концентраций от 0,1 до 2,0 мг/кг имеет два максимума, в связи с этим определение границ толерантности растений к литию и определение его оптимальных норм затруднено с наличием токсической дозы в диапазоне исследуемых концентраций.

5. При внесении лития в почву в диапазоне концентраций лития от 0,1 до 10,0 мг/кг содержание его в плодах томатов меняется от 2,0 до 3,7 мг/кг сухого вещества, в ботве — от 4,8 до 18,2 мг/кг, в плодах гречихи — от 1,4 до 1,7 мг/кг, в соломе — от 4,1 до 11,7 мг/кг, в зерне ячменя — от 1,0 до 1,5 мг/кг, в соломе — от 6,0 до 23,6 мг/кг.

6. Содержание лития в плодах томатов находится в обратной зависимости с накоплением сухого вещества, содержанием сахаров и кальция. При внесении лития в субстрат от 0,1 до 10,0 мг/кг в плодах томатов, гречихи и зерне ячменя изменение N, P, K, Mg не имеет какой-либо определенной зависимости.

7. Под действием иона лития на растениях гречихи обнаружено нарушение хромосомных аббераций. Концентрации лития 0,5 и 2,0 мг лития на литр увеличил количество клеток с хромосомными нарушениями по сравнению с контролем в 5 раз. На основании структурного анализа наблюдали на дозах лития выше 2,0 мг/кг почвы разрастание околоплодника в томатах, сростание соцветий в гречихе. На норме лития 1,0 кг/га и 1,5 кг/га на клубнях картофеля обнаружено разрастание тканей.

8. На основании вышесказанного считаем, что на данном этапе изучения лития как микроэлемента использование его в качестве микроудобрения нецелесообразно.

Рекомендации

Изученная в работе роль лития в питании некоторых сельскохозяйственных культур, влияние его на урожай, качество, мейоз и митоз растений позволяет сделать вывод о нецелесообразности использования лития в качестве микроудобрений и в связи с этим организации промышленного производства литиевых удобрений.

Полученные данные по влиянию лития на урожай сельскохозяйственных культур используются в лекционном курсе по агрохимии в разделе «Питание растений».

Список опубликованных статей по теме диссертации:

1. Коровки А. И., Виноградова С. Б., Самохвалов С. Г., Лобанов Ф. И. Использование инструментальных методов для анализа продуктов биологического происхождения. В кн.: XII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Москва, изд. «Наука», 1981, т. 3, с. 219.

2. Ягодиц Б. А., Яцко В. П., Виноградова С. Б., Маркелова В. Н. Влияние лития на урожай и химический состав некоторых сельскохозяйственных культур. Москва, 1984, 13 с. Рукопись представлена ТСХА. Депонирована во ВНИИТЭИСХ № 3678, Агрохимия РЖ № 5, с. 28.

3. Ягодиц Б. А., Яцко В. П., Маркелова В. Н., Виноградова С. Б. Влияние лития на урожай сельскохозяйственных культур. В сб.: Научные основы повышения эффективности удобрений в Нечерноземной зоне. 1984, с. 64—65.

Л. 75054 1/III—85 г. Объем 1 п. л. Заказ 522. Тираж 100

Типография Московской с.-х. академии им. К. А. Тимирязева
127550, Москва И-550, Тимирязевская ул., 44

Бесплатно

