

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. Я. Золотницкая и А. А. Авакян

О влиянии тиокарбамида на плодоношение и корневую систему полевых культур

(Представлено М. Х. Чайлахяном 22 XII 1947)

Вопрос о влиянии тиокарбамида на различные процессы роста и развития у растений изучен пока очень мало. Однако, работы Денни [Гётри⁽¹⁾], Тьюки и Карлсона⁽²⁾, Томпсона и Горн⁽³⁾ и Золотницкой⁽⁴⁾ позволяют сделать ряд интересных заключений о влиянии тиокарбамида на явления нарушения покоя у почек, клубней картофеля, семян персика и лактука, а также о повышении энергии прорастания у семян дурмана и клещевины. Клейн и Фаркасс нашли тиокарбамид в двухнедельных проростках *Laburnum anagyroides*, а Овчаров⁽⁵⁾ установил способность у ряда грибов синтезировать тиокарбамид наряду с его аналогом мочевиной. Последняя, по мнению Н. Н. Иванова, играет в азотистом обмене грибов роль, принадлежащую аспарагину и глютамину у высших растений.

По исследованиям Денни⁽⁶⁾ и ряда других авторов тиокарбамид предотвращает побурение сока и поверхности срезов плодов и овощей, вызываемых окислением хромогенов.

С другой стороны опыты с *Drosophila melanogaster* Раппопорта⁽⁷⁾ и Ауэрбах и Робсон⁽⁸⁾ показали, что тиокарбамид (как и ряд других содержащих серу соединений) обладает специфическим действием на половые клетки вплоть до индукции мутаций.

Так как тиокарбамид существует в двух таутомерных формах $\text{NH}_2\text{—CS—NH}_2$ и $\text{NH}_2\text{C(SH)=NH}$, его активность можно отнести как за счет аминной, так и за счет сульфгидрильной группы, обладающей, как удалось доказать Хаммету, специфическим действием на деление клеток⁽⁹⁾.

Эти факты характеризуют тиокарбамид как мощный фактор в окислительно-восстановительных реакциях, совершающихся в растении. Нахождение соединений с сульфгидрильными группами в точках роста, а также широко распространенное в растительном мире появление при прорастании семян соединений с R. SH—группами⁽¹⁰⁾ и аминной группой (как витамин B₁, глютатион, глютамин и аспарагин) позволяло ожи-

дать, что тиокарбамид может функционально замещать эти вещества в процессе роста и генеративного развития растения, в частности при образовании семян. Это послужило основанием для постановки опытов с тиокарбамидом в вегетационный период 1947 года в Ереванском Ботаническом Саду Академии Наук Армянской ССР.

Семена пшеницы, кукурузы, фасоли, льна, конопли и клещевины подвергались предпосевной обработке растворами тиокарбамида при комнатной температуре в 15—18°C. Концентрации и экспозиции указаны в таблицах.

С целью предоставления растениям естественных условий произрастания посев производился в грунт на небольших делянках, площадью от 1 до 2,5 м² (в зависимости от размера растений), в обычные для района сроки высева яровых культур. Естественно-исторические условия по району не приводятся, так как они неоднократно опубликовывались в печати. Опыты проводились одновременно с рядом других ростовых веществ (α -нафтилуксусной кислотой и алкалоидами), что позволило яснее представить картину ответной реакции со стороны растения. Число подопытных растений в каждом варианте составляло:

По пшенице . . . 35 экз.	По конопле . . . 7 экз.
„ кукурузе . . . 30 „	„ фасоли . . . 6 „
„ льну . . . 20 „	„ клещевине . . 5 „

В таблицах приведены средние данные по показателям, учтывавшимся для каждого растения отдельно.

Опыты подтвердили высказанное выше положение, показав специфическое влияние тиокарбамида на усиление плодоношения, выразившееся в увеличении числа образовавшихся семян на одно растение (см. табл. 1).

Таблица 1 дает интересную картину значительного превышения урожая зерна (и, в меньшей степени, веса одного растения) для всех культур по сравнению с контролем. Урожай зерна на подопытных вариантах колеблется от 207% по пшенице до 134% по кукурузе. Значительное отличие от контроля наблюдалось также у льна и фасоли.

Анализ величин, из которых складывается продуктивность растений, показал, что тиокарбамид способствовал увеличению продуктивной кустистости и числа развившихся колосков в колосе у колосовых, увеличению числа семян и их более раннему созреванию, а также выровненности початков у кукурузы, большему количеству засызавшихся корбочек у льна и бобов у фасоли. В ряде случаев отмечено также увеличение числа образовавшихся семян в многосемянных плодах.

Для различных культур оптимальные концентрации повидимому не совпадают. Так, для пшеницы таковые расположены около 0,02% при 12-часовой и 0,005% при 24-часовой экспозиции. Введение избыточного количества тиокарбамида в варианте с пшеницей при экспозиции 24 часа оказало угнетающее действие на растение. Для льна, теряющего вследствие ослизнения особенно много экстрактивных ве-

Таблица 1

Влияние тиокарбамида на продуктивность
полевых культур

В а р и а н т ы	Коробочки, бобы, колосья и початки на 1 растение		Вес зерна с одного растения		Вес 1 растения	
	число	°/о/о	в грам- мах	°/о/о	в грам- мах	°/о/о
Пшеница, экспозиция 12 часов						
Тиокарбамид 0,02	6,9	177	8,17	207	12,5	184
" 0,005	4,5	115	4,12	105	7,2	106
Контроль вода	3,9	100	3,92	100	6,8	100
" сухие	4,2	107	4,82	123	8,7	128
Пшеница, экспозиция 24 часа						
Тиокарбамид 0,02	4,6	100	4,55	98	6,9	80
" 0,005	4,6	100	4,86	105	6,8	78
Контроль вода	4,6	100	4,64	100	8,6	100
" сухие	4,2	91	4,82	104	8,7	101
Кукуруза, экспозиция 18 часов						
Тиокарбамид 0,05	1,0	76	147*	134	246	102
" 0,001	1,3	100	102	93	212	101
Контроль вода	1,3	100	110	100	240	100
" сухие	1,3	100	133	121	266	111
Лён, экспозиция 6 часов						
Тиокарбамид 0,02	26,6	158	1,50	174	5,1	121
" 0,005	19,2	114	0,83	97	3,3	79
Контроль вода	16,7	100	0,86	100	4,2	100
" сухие	23,4	140	0,93	108	3,4	81
Лён, экспозиция 22 часа						
Тиокарбамид 0,02	26,7	259	1,1	204	5,0	135
" 0,005	18,5	180	0,9	166	3,8	103
Контроль вода	10,3	100	0,54	100	3,7	100
" сухие	23,4	227	0,93	172	3,4	92
Фасоль, экспозиция 17 часов						
Тиокарбамид 0,05	14,3	142	17,0	171	—	—
" 0,001	10,0	99	8,2	83	—	—
Контроль вода	10,1	100	9,9	100	—	—
" сухие	13,3	132	12,4	125	—	—

ществ при вымачивании, наилучшие результаты получены при концен-
трации 0,02% при экспозиции 22 часа.

Влияние тиокарбамида сказалось также на развитие корневой
системы, что иллюстрируется цифрами таблицы 2.

Таблица 2

Влияние тиокарбамида на развитие корневой системы полевых культур

В а р и а н т ы	Длина корней		Диаметр корня*		Вес корней	
	см	‰	мм	‰	г	‰
Пшеница, экспозиция 12 часов						
Тиокарбамид 0,02	7,7	117	30,0	136	3,69	167
• 0,005	6,2	96	18,0	82	1,84	83
Контроль вода	6,6	100	22,0	100	2,20	100
• сухие	7,3	111	24,0	109	2,50	114
Пшеница, экспозиция 24 часа						
Тиокарбамид 0,02	6,6	94	25,0	114	2,3	101
• 0,005	6,5	93	21,0	95	2,3	100
Контроль вода	7,0	100	22,0	100	2,3	100
• сухие	7,3	104	24,0	109	2,5	109
Кукуруза, экспозиция 18 часов						
Тиокарбамид 0,2	26,8	91	33,0	76	55,0	45
Контроль вода	29,5	100	43,0	100	123,0	100
Лён, экспозиция 6 часов						
Тиокарбамид 0,02	7,3	108	3,5	152	0,38	146
• 0,005	6,2	92	2,6	112	0,37	142
Контроль вода	6,7	100	2,3	100	0,26	100
• сухие	6,9	103	2,9	107	0,32	123
Лён, экспозиция 22 часа						
Тиокарбамид 0,02	7,6	131	3,9	134	0,44	191
• 0,005	7,4	128	3,7	127	0,32	139
Контроль вода	5,8	100	2,9	100	0,23	100
• сухие	6,9	119	2,9	100	0,32	139
Клещевина, экспозиция 18 часов						
Тиокарбамид 0,02	18,0	118	10,0	143	4,0	181
• 0,005	15,0	100	9,0	128	2,5	114
Контроль вода	15,1	100	7,0	100	2,2	100
Конопля, экспозиция 18 часов **						
Тиокарбамид 0,05	20	100	8,0	89	17,1	111
	16,1	101	6,0	86	—	—
• 0,001	23,5	117	9,0	100	26,3	171
	19,3	121	6,0	86	—	—
Контроль вода	20,1	100	9,0	100	15,4	100
	16,0	100	7,0	100	—	—
• сухие	18,2	91	10,0	111	20,0	130
	16,4	103	5,0	71	—	—
Фасоль, экспозиция 17 часов						
Тиокарбамид 0,05	8,0	107	0,4	80	1,00	125
• 0,001	7,6	101	0,5	100	0,80	100
Контроль вода	7,5	100	0,5	100	0,80	100
• сухие	7,5	100	0,5	100	0,80	100

* Промеры у корневой шейки.

** В числителе по женским, в знаменателе — мужским растениям.

Как видно из цифр, протравливание семян тиокарбамидом способствовало стимулированию развития корневой системы, что нашло отражение, главным образом, в увеличении ее веса (от 125% по фасоли до 191% по льну по отношению к контролю). На мочковатых корнях отмечено образование большего числа корней, у стержневых — усиленное развитие мелких боковых корешков, образовавших густые сплетения. На льне отмечалось также значительное удлинение и увеличение диаметра корня, слабее выраженное на клеверине и не наблюдавшееся на фасоли. По кукурузе значительного эффекта не отмечено, но в другом опыте повышение концентрации тиокарбамида до 0,2% значительно понижало указанные показатели.

Хотя между весом корневой системы и интенсивностью плодоношения наблюдается известная корреляция, этим моментом не может быть полностью объяснено влияние тиокарбамида на образование семян (хотя и не исключено его косвенное значение). Мощное развитие корневой системы, достигнутое обработкой алкалоидами в другом нашем опыте (не опубликованные данные), не увеличивало семенной продуктивности растений.

Под влиянием тиокарбамида наблюдалось также небольшое ускорение цветения на кукурузе и льне.

Приведенные данные делают совершенно очевидным, что тиокарбамид значительно увеличивает урожай семян с одного растения (и в меньшей степени, число плодов) по отношению к контролю на воде. По сравнению с контрольными растениями из сухих семян разница не столь заметна. Проходящее красной нитью снижение урожая контрольных на воде растений по сравнению с контрольными необработанными (сухими) можно объяснить прежде всего выщелачиванием из семян ряда веществ, совершенно аналогично тому, что имело место в опытах ряда других исследователей с витаминами и т. п. ⁽¹¹⁾. Следовательно, тиокарбамид замещает удаленные вещества функционально, способствует их пополнению в ходе развития и стимулирует в целом развитие растений.

Таким образом, следует предполагать, что овладение механизмом действия тиокарбамида, столь активно изменяющего продуктивность растения в сторону ее увеличения даже по сравнению с сухими семенами и способного возмещать убыль важнейших для растения соединений, — может представить немалый интерес в дальнейшем для практического применения и повышения урожайности сельхозкультур.

Наши исследования о влиянии тиокарбамида на повышение семенной продуктивности нуждаются в дальнейших опытах с большим числом растений и вариантов, которые и проводятся в настоящее время. Более подробные данные будут опубликованы позднее.

Ботанический Сал
Академии Наук Армянской ССР
Ереван, 1947, ноябрь.

**Տիոկարբամիդի ազդեցությունը դառաային կուլտուրաների պազիտիվ-
բյան եւ արմատային ուսեւմի վրա**

Տարբեր հեղինակների կողմից կատարված մի շարք դիտողութիւններով հաստատված է տիոկարբամիդի ազդեցութիւնը բողբոջների, սերմերի և այլի հանգստի խախտման երևույթի վրա: Տիոկարբամիդի մոտ, ամինային խմբավորման հետ մեկտեղ, ինչպես հայտնի է, բջիջների (և հատկապես սեռական բջիջների) բաժանման վրա սպեցիֆիկ ազդեցութիւն գործելու հատկութեամբ օժտված սուլֆիդրիլ խմբավորման առկայութիւնը հեղինակներին հիմք է տվել ենթադրելու բույսերի պտղաբերութեան վրա նրա ազդեցութեան հնարավորութիւնը:

Փորձի համար ցանված ցորենի, եգիպտացորենի, վուշի, կանեփի, տիդկանեփի և լոբու սերմերը մշակվել են տիոկարբամիդի տարբեր կոնցենտրացիաներով, սենյակի 18—19°C ջերմութեան պայմաններում: Սրա հետեանքով երևան է բերված բույսի սերմերի մեծ բերք՝ ջրային կոնտրոլի համեմատութեամբ: Չմշակված սերմերից աճած կոնտրոլ բույսերի համեմատութեամբ մշակված սերմերից աճած բույսերի արդյունավետութեան տարբերութիւնը քիչ է նկատելի: Հաստատված է նաև տիոկարբամիդի խթանիչ ազդեցութիւնը արմատային սիստեմի զարգացման վրա: Կարելի է ենթադրել, թե տիոկարբամիդը, որը ֆունկցիոնալ կերպով տեղակալում է մի շարք կարևորագույն միացութիւնների, ծածկուս է նրանց կորուստը ջրով տարալվացման դեպքում և ընդհանուր առմամբ խթանում է բույսերի զարգացումը (մասնավորապես՝ պտղաբերութիւնը), ընդունակ է հետազայում ունենալ նաև գործնական նշանակութիւն:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. John D. Guthrie. Cont. Boyce Thompson Inst. 7, № 1, H. 1, 1939.
2. H. B. Tukey a. R. F. Carlson. Plant Physiology, 20 (4), 1945.
3. Ross C. Thompson a. Norman L. Horn. Proceeding of the Amer. Soc. for hort. sc. 45, 1944.
4. С. Я. Золотницкая. ДАН Армянской ССР, 8, № 1, 1948.
5. К. Е. Овчаров. ДАН СССР, 16, № 9, 1937.
6. F. E. Denny. Cont. Boyce Thompson Inst. 7, № 1, 1935.
7. И. А. Панноном.
8. С. Auerbach a. Robson, Nature, 157, 1946.
9. F. S. Hammett a. Theodore Lavine. Growth 4 (4), 1940.
10. Fred Hopkins a. Eduard S. Morgan. Nature, 152, 3854, 1943.
11. H. Clyde Eyster. Amer. Jour. Bot. 27 (8), 1940.