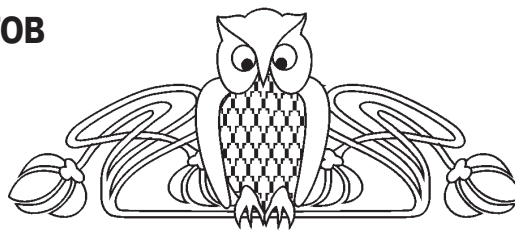




УДК 581.144

ВЛИЯНИЕ ПОЛИЗАМЕЩЕННЫХ ПЕРХЛОРАТОВ ХАЛЬКОГЕН(ТИО)ПИРИЛИЯ НА МОРФОГЕНЕЗ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

В. В. Коробко, Н. В. Пчелинцева, Е. А. Самсонова,
Аль Саммаррай Анес Исмаил Салех



Коробко Валерия Валерьевна, доцент кафедры микробиологии и физиологии растений, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, кандидат биологических наук. E-mail: v.v.korobko@mail.ru

Пчелинцева Нина Васильевна, профессор кафедры органической и биоорганической химии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, доктор химических наук. E-mail: pchelincevanv555@mail.ru

Самсонова Елена Александровна, студент биологического факультета, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: elena.smsnv@mail.ru

Аль Саммаррай Анес Исмаил Салех, магистрант Института химии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: anasdaf@yahoo.com

Проведено биологическое тестирование синтетических гетероциклических соединений – перхлоратов (тио)пирилия, отличающихся природой гетероатома (O,S) и характером заместителей (CH_3 , Cl, OCH_3 , C_6H_5) в катионе халькогенопирилия. Объектом исследования служили проростки яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 36. Для оценки физиологической активности испытуемых соединений использовали анализ морфометрических показателей проростка и количественного содержания фотосинтетических пигментов в пластинке первого листа. Все гетероциклические соединения оказали стимулирующее действие на рост влагалища первого листа. Положительное воздействие испытуемых соединений на рост листовой пластинки в длину менее выражено. Несмотря на различное влияние гетероциклических соединений на рост влагалища и пластинки, существенных различий по длине первого листа опытных и контрольных растений не наблюдается. Анализ кривых скорости роста показал, что присутствие в соединениях атома кислорода в качестве гетероатома приводит к сокращению периода роста листа в длину. Установлено влияние испытуемых веществ на количественный состав фотосинтезирующих пигментов в пластинке первого листа. Действие испытуемых растворов (за некоторым исключением) приводит к повышению соотношения хлорофиллов *a/b*. Определение количественного содержания хлорофилла *a* и *b* в листовых пластинках позволяет предположить, что ингибирующее действие соединений на хлорофилл *b* и стимулирующее на хлорофилл *a* в большей степени связано с наличием атома кислорода в качестве гетероатома и атома хлора в качестве заместителя в катионе халькогенопирилия. Испытуемые соединения положительно воздействуют на показатель корнеобеспеченности и длину корневой системы проростков. Наибольший стимулирующий эффект на длину корневой системы оказали соединения в

концентрации 10^{-12} М, имеющие S в качестве гетероатома. Растворы некоторых концентраций гетероциклических соединений с одинаковыми заместителями в катионе оказали ингибирующее действие на рост главного корня проростка, при этом общая длина корневой системы несущественно отличалась от контрольных значений. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что испытуемые синтетические гетероциклические соединения – перхлораты (тио)пирилия – обладают росторегулирующей активностью. Проведенное лабораторное исследование может служить основой для дальнейших исследований росторегуляторных свойств этих соединений.

Ключевые слова: гетероциклические соединения, регуляторы роста, биотестирование, рост и развитие растений.

DOI: 10.18500/1816-9775-2017-17-4-413-419

По разнообразию гетероциклические соединения занимают одно из первых мест среди органических соединений и благодаря широкому спектру биологических свойств интерес к синтезу и изучению активности препаратов очень высок [1,2]. Использование анализа морфометрических показателей роста и развития побега, а также корневых тестов позволяет в кратчайшие сроки объективно оценить физиологическую активность испытуемых соединений, что является преимуществом по сравнению с применением более углубленных приемов, основанных на различных цитологических методах [3].

Целью данного исследования является изучение влияния на растительный тест-объект гетероциклических соединений ряда солей халькогенопирилия, отличающихся природой гетероатома (O,S) и характером заместителей (CH_3 , Cl, OCH_3 , C_6H_5) в катионе халькогенопирилия.

Материалы и методика

Исследования проводились в 2016 г. на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета. Биотестированию подвергнуты гетероциклические соединения ряда солей халькогенопирилия – перхлораты 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилтиопирилия (МФТП), 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилпирилия (МФП) и 2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилия



(ХТП), отличающиеся природой гетероатома (O,S) и характером заместителей (CH_3 , Cl, OCH_3 , C_6H_5) в катионе халькогенопирилия. Из исследуемых перхлоратов халькогенопирилия МФП известен, МФТП впервые получен при окислении тиопирана [4], ХТП в результате

гетероциклизации 1,3,5-трифенил-2,4-дихлор-2-пентен-1,5-диона в присутствии сероводорода [5] на кафедре органической и биоорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета (рис. 1).

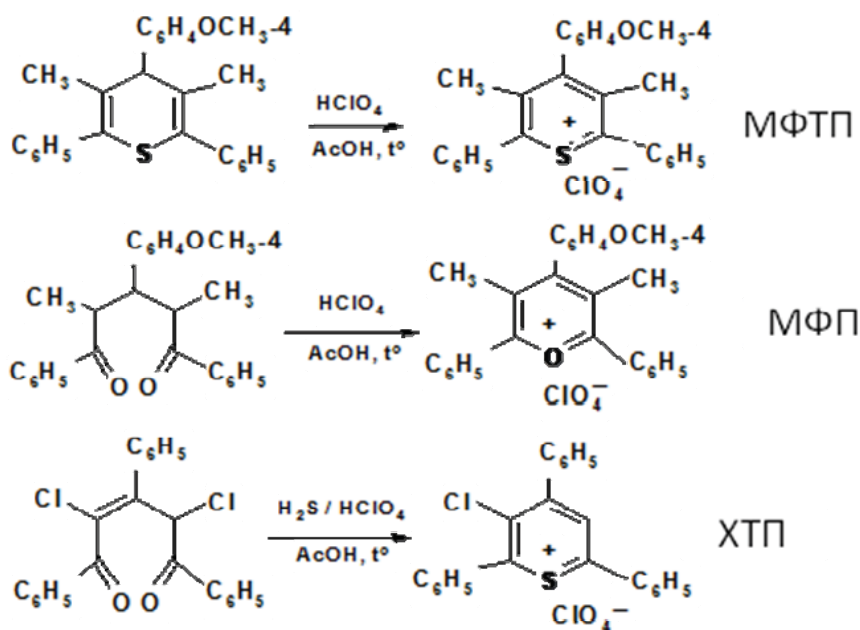


Рис. 1. Получение полизамещенных перхлоратов (тио)пирилия: МФТП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилтиопирилия; МФП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилпирилия; ХТП – перхлорат 2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилия

Синтезированные перхлораты (тио)пирилия представляют собой окрашенные в желтый цвет кристаллические вещества с высокими температурами плавления, хорошо растворимые в этаноле, диметилформамиде (ДМФА), хлороформе, плохо растворимые в воде.

Концентрацию веществ устанавливали по молекулярному весу в трех характерных для физиологически активных веществ действующих дозах: 10^{-6} М, 10^{-9} М, 10^{-12} М [6].

В качестве тест-объектов использовали проростки яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 36. Для изучения влияния веществ на рост растений зерновки замачивали в воде в течение двух суток, затем культивировали на водных растворах испытуемых веществ. В течение эксперимента объем растворов поддерживали до исходного уровня растворителем. Контролем служили растения, выращенные на дистиллированной воде. Эксперимент проводили в климатостате при температуре $+18^\circ\text{C}$.

На семидневных проростках измеряли длину главного корня, суммарную длину корневой системы, определяли количество корней,

абсолютно сухую массу надземной и подземной части ($n = 20$). Количественное содержание пигментов в пластинке первого листа проводили на двухнедельных проростках [7]. По окончании роста первого листа измеряли длину листовой пластинки и влажалища ($n = 20$).

Обработку данных проводили по Доспехову [8].

Результаты и их обсуждение

Для оценки влияния на растительный организм веществ, обладающих физиологически активными свойствами, целесообразно использовать комплекс морфометрических показателей, сопоставление которых позволит выявить особенности роста и развития проростка в целом.

Для изучения физиологической активности испытуемых соединений использовали следующие параметры корневой системы проростка: длину главного корня, суммарную длину корневой системы, количество корней. Результаты проведенного исследования показали, что испытуемые растворы оказывают различное влияние на рост корневой системы (рис. 2).

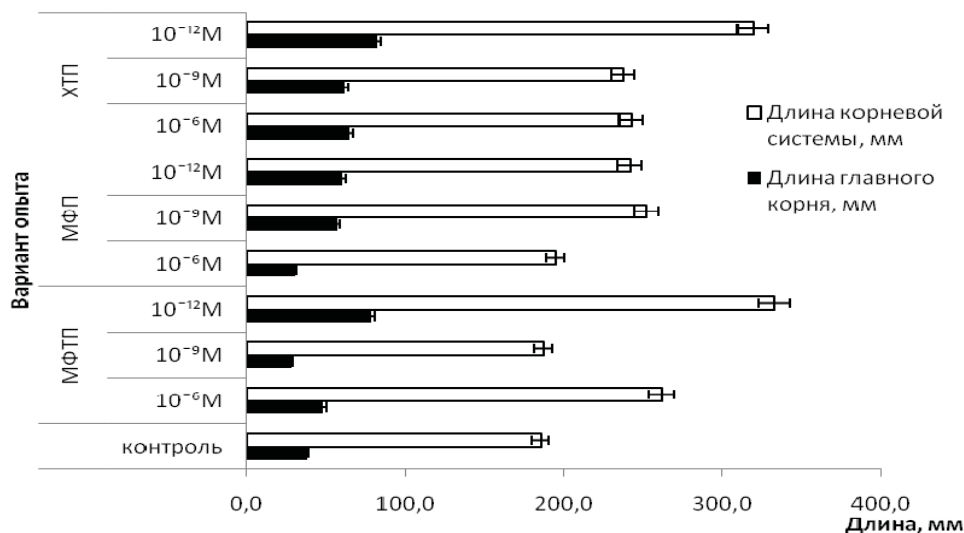


Рис. 2. Влияние гетероциклических соединений на корневую систему *Triticum aestivum* L.: МФТП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилтиопирилия; МФП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилпирилия; ХТП – перхлорат 2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилия

Установлено, что все испытуемые растворы наибольший стимулирующий эффект на длину главного корня оказали в самой низкой из исследованных концентраций. Максимальной длиной характеризуется главный корень проростков, культивированных на растворах МФТП и ХТП в концентрации 10^{-12} М; его длина превысила контрольные значения в 2,1–2,2 раза. Положительное воздействие на рост главного корня оказали и растворы ХТП двух других концентраций, тогда как при действии МФТП в концентрации 10^{-6} М значение данного показателя роста и развития проростка превышает контрольное на 30%, а в концентрации 10^{-9} М составляет 74% от контроля. Ингибирующее действие на рост главного корня оказали МФТП в концентрации 10^{-9} М и МФП в концентрации 10^{-6} М.

Суммарная длина корней проростков, культивированных на растворах МФТП, в концентрации 10^{-9} М и МФП в концентрации 10^{-6} М несущественно отличалась от контрольных значений. В других вариантах опыта испытуемые соединения оказали стимулирующее действие на данный показатель.

Наряду с изучением влияния растворов на рост корневой системы в длину, проводился количественный учет корней. Среди испытуемых соединений МФП в меньшей степени повлиял на данный показатель развития проростка, а ХТП и МФТП в концентрациях 10^{-6} М и 10^{-12} М оказали негативное воздействие.

Влияние гетероциклических соединений на рост и развитие надземной части проростка

оценивали по длине первого листа, выраженности его частей. Рост первого листа в ширину завершается при формировании зародыша, поэтому ширина листа не может служить надежным параметром при изучении действия гетероциклических соединений.

Установлено, что существенных различий по длине первого листа опытных и контрольных растений не наблюдается. Исключение составили проростки, культивированные на растворах МФП в концентрациях 10^{-6} М, 10^{-9} М и ХТП в концентрации 10^{-12} М, длина первого листа которых составила 90–93 % от контроля. Следует отметить, что при этом влияние испытуемых веществ на рост влагалища и пластинки первого листа было различным.

На рост влагалища листа все испытуемые растворы оказали стимулирующее действие. В большей степени этот эффект проявился при концентрации 10^{-9} М ХТП и МФТП и при концентрации 10^{-6} М МФП (рис. 3). В некоторых вариантах опыта наблюдалось негативное влияние испытуемых веществ на рост листовой пластинки; наибольший подавляющий эффект (81% от контроля) отмечен при действии МФП в концентрации 10^{-6} М.

Установлено, что действие некоторых концентраций МФТП и ХТП проявляется в сокращении периода роста первого листа проростков. В наибольшей степени это отразилось на листовых пластинках: уже на 10-й день эксперимента рост листовых пластинок закончился у проростков, культивированных на растворах МФТП и ХТП

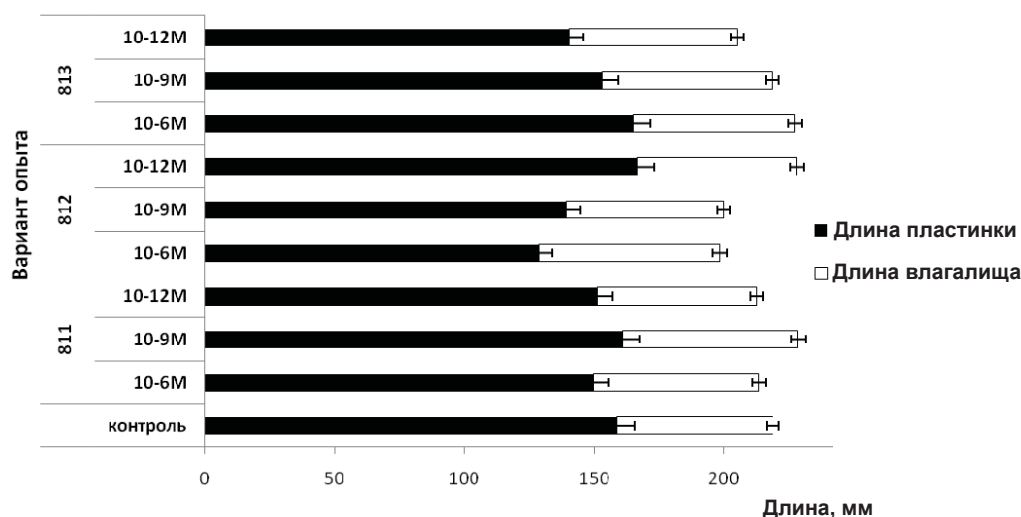


Рис. 3. Влияние гетероциклических соединений на рост первого листа проростка *Triticum aestivum* L.: МФТП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилтиопирилия; МФП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилпирилия; ХТП – перхлорат 2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилия

в концентрации 10^{-12} М, МФП в концентрации 10^{-6} М. Окончание роста первого листа на 13-й день эксперимента обнаружено при действии МФТП в концентрациях 10^{-9} М и 10^{-12} М и МФП при концентрации 10^{-9} М. Сокращение периода роста первого листа в длину сопровождается значительным повышением абсолютной скорости роста относительно контроля.

Количественное содержание пигментов служит показателем, характеризующим активность фотосинтетического аппарата [9]. При изучении пигментного состава листа необходимо учитывать не только количественное содержание различных пигментов, но и соотношения различных форм хлорофилла и каротиноидов в пигментном

комплексе [10]. Различные соотношения фотосинтетических пигментов приводят к изменению активности фотосинтетического аппарата, скорости накопления ассимилятов, что в конечном итоге отражается на росте и продуктивности растений [11].

Количественное содержание пигментов в пластинке первого листа проростка представлено в таблице. При культивировании проростков на испытуемых растворах наблюдается повышение соотношения количества хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* относительно контрольных значений. Исключение составил вариант с использованием МФТП в концентрации 10^{-6} М: соотношение зеленых пигментов пластинки первого листа

Количественное содержание пигментов в пластинке первого листа проростка, % от контрольных значений

Испытуемое соединение		Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Каротиноиды	Суммарное содержание зеленых пигментов	<i>a/b</i>
МФТП	10^{-6} М	101,0	142,6	99,2	109,7	70,8
	10^{-9} М	99,9	94,4	93,3	98,7	105,9
	10^{-12} М	114,0	93,0	108,1	109,6	122,6
МФП	10^{-6} М	111,8	91,0	111,0	107,5	122,9
	10^{-9} М	111,4	86,0	106,4	106,1	129,5
	10^{-12} М	90,1	75,3	92,3	87,0	119,6
ХТП	10^{-6} М	112,5	98,3	116,2	109,5	114,4
	10^{-9} М	111,0	94,9	115,3	107,6	116,9
	10^{-12} М	71,6	49,6	76,8	66,9	144,3

Примечание. МФТП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилтиопирилия; МФП - перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилпирилия; ХТП – перхлорат 2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилия.



опытных растений было ниже контрольных значений на 29%. Сравнение влияния МФП и ХТП на соотношение зеленых пигментов показало, что в ряду концентраций 10^{-6} М и 10^{-9} М наблюдается повышение значения a/b , причем в большей степени это проявляется для МФП: при концентрации 10^{-9} М соотношение хлорофилла a к хлорофиллу b составило 4,9, что на 30% выше контрольных значений. Дальнейшее снижение концентрации ХТП приводит к повышению величины соотношения хлорофиллов a/b (5,4, что в 1,4 раза превышает контроль); тогда как при действии МФП данный показатель снижается.

Количество каротиноидов в пластинке первого листа контрольных растений составило 1,8 мг/г. При культивировании проростков на растворах МФП и ХТП в концентрациях 10^{-6} М и 10^{-9} М, а также МФТП в концентрации 10^{-12} М отмечено повышение содержания каротиноидов

относительно контрольных значений. Значительное ингибирующее действие оказал раствор ХТП в концентрации 10^{-12} М (содержание каротиноидов составило 77% от контроля), менее выраженное – МФП в концентрации 10^{-12} М и МФТП в концентрации 10^{-9} М.

Установлено влияние гетероциклических соединений на массу корневой системы и побега проростка. На накопление сухой массы подземной части проростка все испытываемые соединения, кроме МФП в концентрации 10^{-12} М, оказывают подавляющее действие (рис. 4). При этом масса корневой системы проростков увеличивается по мере уменьшения концентрации испытываемых соединений. Исключение составили проростки, культивированные на растворах МФТП: наименьшая масса корневой системы (60 % от контроля) отмечена при концентрации 10^{-9} М.

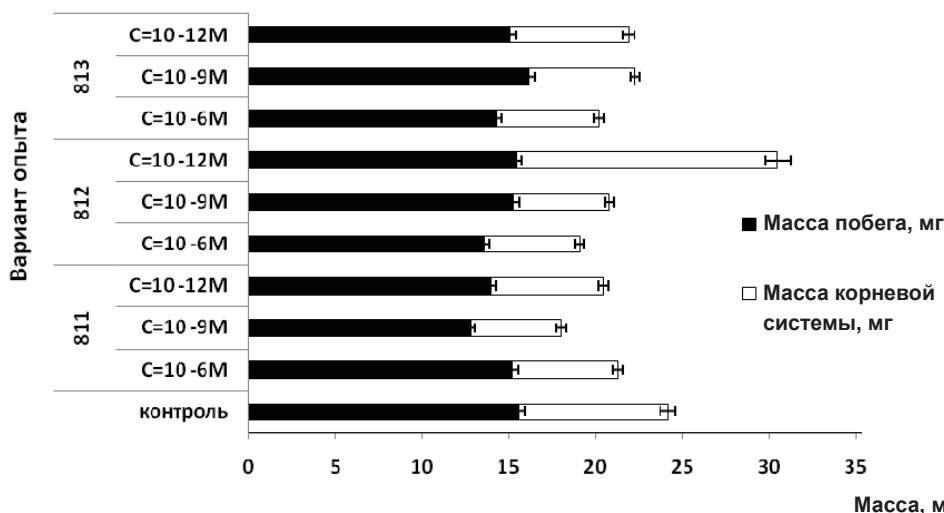


Рис. 4. Влияние гетероциклических соединений на массу проростка *Triticum aestivum* L.: МФТП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилтиопирилия; МФП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилпирилия; ХТП – перхлорат 2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилий

На накопление сухой массы надземной части проростка незначительное стимулирующее действие проявилось в одном варианте опыта – при действии ХТП в концентрации 10^{-9} М. Ингибирующее действие оказали растворы ХТП и МФП в концентрации 10^{-6} М. При действии ХТП и МФП других концентраций значения массы побега проростка соответствовали контрольным или несущественно отличались от них. При культивировании проростков на растворе МФТП в концентрации 10^{-6} М масса побега опытных растений существенно не отличалась от контроля, растворы менее концентрированные оказали подавляющее действие на

исследуемый показатель: значение сухой массы побега составило 82–90% от контроля.

Одним из показателей развития проростка является корнеобеспеченность как отношение абсолютно сухой массы корневой системы к абсолютно сухой массе побега [12]. Установлена связь между данным показателем и устойчивостью растений к неблагоприятным условиям окружающей среды [13,14,15]. Растворы всех испытываемых соединений оказали положительный эффект на корнеобеспеченность проростков при концентрации 10^{-12} М. При этом максимальный показатель корнеобеспеченности характерен проросткам при действии МФП:



его значение превышает контроль более чем в 2,5 раза. МХТП в концентрации 10^{-9} М не оказал влияния на корнеобеспеченность проростка, тогда как данный показатель развития растений, культивируемых на растворах МФП и ХТП той же концентрации, составил 90% от контрольного значения. Все испытуемые растворы в концентрации 10^{-6} М оказали негативное воздействие на данный показатель развития проростка. В большей степени этот эффект проявился при действии ХТП (корнеобеспеченность составила 42% от контрольного значения).

Заключение

Проведенное исследование позволяет оценить физиологическую активность гетероциклических соединения ряда солей халькогенопирилия, отличающихся природой гетероатома (O,S) и характером заместителей (CH_3 , Cl, OCH_3 , C_6H_5) в катионе халькогенопирилия.

Все соединения оказывают стимулирующее действие на рост влагилица и в той или иной концентрации подавляют рост листовой пластинки. Соединения с одинаковыми заместителями в катионе – МФП и МФТП – ингибирующее действие на рост листовой пластинки проявляют при концентрации 10^{-6} М, причем МФП в большей степени, что, возможно, связано с наличием кислорода в качестве гетероатома. ХТП, характеризующийся одинаковым с МФТП гетероатомом, но в качестве заместителей имеющий атом хлора в гетероцикле, этот эффект демонстрирует при более слабых концентрациях. МФП, имеющий в качестве гетероатома O, оказал максимальный стимулирующий эффект на рост влагилица и максимальный подавляющий эффект на рост пластинки.

Все испытуемые растворы в концентрации 10^{-12} М оказали положительный эффект на корнеобеспеченность проростков.

Соединения с одинаковыми заместителями в катионе халькогенопирилия при концентрациях 10^{-9} М (МФТП) и 10^{-6} М (МФП) оказали ингибирующее действие на рост главного корня проростков, тогда как общая длина корневой системы несущественно отличалась от контрольных значений. Испытуемые соединения в других концентрациях стимулировали рост в длину как главного корня, так и всей корневой системы проростков; при этом максимальными значениями данных показателей характеризуются проростки, культивируемые на растворах соединений, имеющих S в качестве гетероатома (МФТП и ХТП) в концентрации 10^{-12} М.

Определение количественного содержания хлорофилла *a* и *b* в листовых пластинках позво-

ляет предположить, что ингибирующее действие соединений на хлорофилл *b* и стимулирующее на хлорофилл *a* в большей степени связано с наличием O в качестве гетероатома и Cl, в качестве заместителя в катионе халькогенопирилия. В целом действие испытуемых растворов приводит к повышению соотношения хлорофиллов *a/b*, за исключением концентрированного раствора МФТП. На содержание каротиноидов в пластинке первого листа проростка концентрированные растворы МФП и ХТП влияют положительно, а МФТП – отрицательно.

Таким образом, результаты проведенного биотестирования гетероциклических соединений позволяют сделать вывод о возможности использования этих соединений в качестве регуляторов роста растений. Проведенное лабораторное исследование является важным этапом в изучении биологической активности гетероциклических соединений ряда солей халькогенопирилия, может служить основой для дальнейших исследований их росторегуляторных свойств.

Список литературы

1. Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Белан С. Р. Пестициды и регуляторы роста растений : справочник. М., 1995. 576 с.
2. Кирлан С. А., Кантор Е. А., Димогло А. С., Вовденко М. К. Закономерности связи «структура – активность – токсичность» регуляторов роста и развития растений // Башкир. хим. журн. 2011. Т. 18, № 2. С. 30–34.
3. Иванов В. Б., Быстрова Е. И. Влияние различных химических соединений на продолжительность формирования бокового корня в главном корне проростка кукурузы // Докл. РАН. 1998. Т. 363. С. 141–144.
4. Пчелинцева Н. В., Харченко В. Г., Кожеевникова Н. И., Куликова Л. К. Синтез, противораковая и антифаговая активность полизамещенных перхлоратов тиопирилия // Хим.-фарм. журн. 1981. № 4. С. 40–45.
5. Пчелинцева Н. В., Харченко В. Г. Непредельные 1,5-дикетоны, их галогензамещенные – получение и использование в синтезе гетероциклов // Химия гетероциклических соединений. 1996. № 10. С. 1299–1319.
6. Жигачева В. И., Спивак В. А. Биотестирование гетероциклических синтетических соединений некоторыми растительными объектами // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. Саратов, 2010. Вып. 9. С. 179–185.
7. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М., 2003. 256 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1986. 336 с.
9. Алиев Д. А., Азизов И. В., Казибекова Э. Г. Фотосинтетическая способность и развитие хлоропластов в онтогенезе пшеницы. Баку, 1988. 116 с.



10. Даштоян Ю. В., Хакалова Д. А., Иванова М. В., Степанов С. А. Содержание пигментов фотосинтеза первого листа некоторых видов и сортов пшеницы // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения : сб. науч. ст. Саратов, 2004. Вып. 7. С. 93–96.
11. Тарчевский И. А., Андрианова Ю. Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы // Физиология растений. 1980. Т. 27, вып. 2. С. 341–348.
12. Шарипова Г. В., Веселов Д. С., Чернов В. Е., Пендинен Г. И., Кудоярова Г. Р. Ростовая реакция на засоление у растений разных сортов ячменя и ее связь с соотношением массы побег/корень и характером изменения транспирации // Современная физиология растений : от молекул до экосистем : тез. докл. междунар. конф. Сыктывкар, 2007. С. 427–429.
13. Голуб Н. А. Параметры первичной корневой системы озимой пшеницы и возможности их использования в оценке сортов // Физиология продуктивности и устойчивости зерновых культур : сб. науч. тр. Краснодар, 1988. С. 42–47.
14. Коробко В. В., Жухарева О. П. Сравнительная характеристика роста и развития проростков некоторых сортов яровой пшеницы // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. Саратов, 2015. Вып. 13. С. 187–192.
15. Кумаков В. А., Евдокимова О. А., Буянова М. А. Способы ранжирования генотипов яровой пшеницы по их потенциальной продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды по накоплению и распределению сухой массы растений в период вегетации // Сельскохозяйств. биология. 2000. № 1. С. 108–112.

**Effect of Polysubstituted Perchlorates
Halkogen(Thio)Pyrilium on Morphogenesis
of Wheat Seedlings**

**V. V. Korobko, N. V. Pchelintseva, E. A. Samsonova,
Al Sammarrai Anes Ismail Saleh**

Valeria V. Korobko, ORCID 0000-0002-0444-8238, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, v.v.korobko@mail.ru

Nina V. Pchelintseva, ORCID 0000-0002-5830-9807, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, pchelintzevanv555@mail.ru

Elena A. Samsonova, ORCID 0000-0002-2621-0992, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, elena.smsnv@mail.ru

Al Sammarrai Anes Ismail Saleh, ORCID 0000-0001-6698-6288, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, anasdaf@yahoo.com

A biological testing synthetic heterocyclic compounds – perchlorates (thio)pyrylium differing nature of the heteroatom (O,S) and alternate character (CH₃, Cl, OCH₃, C₆H₅) in the cation halkogenopyrylium. The objects of the study were the seedlings of spring wheat *Triticum aestivum* L. To assess the physiological activity of the test compounds used analysis of morphometric parameters and quantitative content of seedling photosynthetic pigments in the leaf lamina. All of heterocyclic compounds have a stimulating effect on the growth of the first leaf sheath. Positive effects of test compounds on the growth of the leaf lamina is less pronounced. In a number of cases was observed inhibition of growth of the leaf lamina. Despite the different effects of heterocyclic compounds on growth of parts of the first leaf, significant differences in the length of the first sheet of the experimental and control plants was observed. Analysis of growth rate showed that the presence of compounds of the oxygen atom as the heteroatom, resulting reduction of the growth period of leaf lamina. The effect of the test substances on the quantitative composition of photosynthetic pigments in the lamina of the first leaf. The action of the test solutions (with some exceptions) increases the ratio of chlorophyll a/b. Determination of quantitative content of chlorophyll a and b in the lamina suggests that the inhibitory effect of the compounds on the and chlorophyll b and the stimulatory effect on chlorophyll a is associated with the presence of O as a hetero atom and Cl as a substituent. The test compounds have positive effects on the root-maintenance and the length of the root system of seedlings. The greatest stimulatory effect on the length of the root system of the seedling have a concentration 10⁻¹²M compound having S as heteroatom. Solutions of certain concentrations of heterocyclic compounds with similar substituents in the cation, have an inhibitory effect on the growth of the main root seedling, however, the total length of the root system does not differ from the control values. Analysis of the results leads to the conclusion that the tested synthetic heterocyclic compounds – perchlorates (thio)pyrylium have regulatory activity. Laboratory research can serve as a basis for further studies the physiological properties of these compounds.

Key words: heterocyclic compounds, growth regulators, biological testing, plant growth and development.

Образец для цитирования:

Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Самсонова Е. А., Аль Саммаррай Анес Исмаил Салех. Влияние полизамещенных перхлоратов халькоген(тио)пирилия на морфогенез проростков пшеницы // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2017. Т. 17, вып. 4. С. 413–419. DOI: 10.18500/1816-9775-2017-17-4-413-419.

Cite this article as:

Korobko V. V., Pchelintseva N. V., Samsonova E. A., Al Sammarrai Anes Ismail Saleh. Effect of Polysubstituted Perchlorates Halkogen(Thio)Pyrilium on Morphogenesis of Wheat Seedlings. *Izv. Saratov Univ. (N.S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2017, vol. 17, iss. 4, pp. 413–419 (in Russian). DOI: 10.18500/1816-9775-2017-17-4-413-419.