

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.144

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЛИЗАМЕЩЕННЫХ ПЕРХЛОРАТОВ ХАЛЬКОГЕН(ТИО)ПИРИЛИЯ

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

*Саратовский национальный исследовательский государственный
университет им. Н. Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, Астраханская, 83
E-mail: v.v.korobko@mail.ru*

Поступила в редакцию 10.02.2017 г.

Биотестирование полизамещенных перхлоратов халькоген(тио)пирилия. – Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Самсонова Е. А., Аль Саммаррай Анес Исмаил Салех – Проведено биологическое тестирование синтетических гетероциклических соединений – перхлоратов (тио)пирилия, отличающихся природой гетероатома (O,S) и характером заместителей (CH₃, Cl, OCH₃, C₆H₅) в катионе халькогенопирилия. Концентрацию веществ устанавливали по молекулярному весу, в трех характерных для физиологически активных веществ действующих дозах: 10⁻⁶ М, 10⁻⁹ М, 10⁻¹² М. Объектом исследования служили проростки яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 36. Для оценки физиологической активности испытуемых соединений использовали количественный учет роста и развития корневой системы проростка: определяли длину главного корня, суммарную длину корневой системы, сухую массу корневой системы. Установлено, что гетероциклические соединения в большей степени оказали влияние на рост и развитие корневой системы проростка. 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.

В. В. Коробко, Н. В. Пчелинцева, Самсонова Е. А. и др.

Для изучения влияния гетероциклических соединений на рост и развитие побега использовали следующие показатели: длину пластинки и влагалища первого листа, сухую массу побега. Все гетероциклические соединения оказали стимулирующее действие на рост влагалища первого листа. Положительное воздействие испытуемых соединений на рост листовой пластинки в длину менее выражено. В ряде случаев наблюдалось подавление роста листовой пластинки. Несмотря на различное влияние гетероциклических соединений на рост влагалища и пластинки, существенных различий по длине первого листа опытных и контрольных растений не наблюдается. 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.

Biotesting polysubstituted perchlorates halkogen(thio)pyriliun. – Korobko V. V., Pchelintseva N. V., Samsonova E. A., Al Sammarrai Anes Ismail Saleh. – A biological testing synthetic heterocyclic compounds – perchlorates (thio)pyriliun differing nature of the heteroatom (O,S) and alternate character (CH₃, Cl, OCH₃, C₆H₅) in the cation halkogenopyriliun. The concentration of substances established by the molecular weight, in the three specific to physiologically active substances acting doses: 10⁻⁶ M, 10⁻⁹ M, 10⁻¹² M. The objects of the study were the seedlings of spring wheat *Triticum aestivum* L.

To study the physiological activity of the test compounds used the quantitative account of the growth and development of the root system of the seedling: measured the length of the main root, the total length of the root system, the dry weight of the root system. It was found that the heterocyclic compounds largely influenced the growth and development of the root system of the seedling. 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.

To study the effect of heterocyclic compounds on the growth and development of the shoot using the following parameters: the length of the lamina and the sheath of the first leaf, the dry weight of the shoot. 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 the results leads to the conclusion that the tested synthetic heterocyclic compounds – perchlorates (thio)pyriliun have regulatory activ-

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЛИЗАМЕЩЕННЫХ ПЕРХЛОРАТОВ

ity. 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.

DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-2-71-80

Для оценки физиологической активности веществ целесообразным является проведение морфометрического анализа проростков. Использование показателей роста и развития побега, а также корневых тестов значительно проще, чем применение более углубленных приемов, основанных на различных цитологических методах (Иванов, Быстрова, 1998) и позволяет в кратчайшие сроки объективно оценить испытываемые соединения.

Целью данного исследования явилось изучение действия гетероциклических синтетических соединений на проростки яровой мягкой пшеницы.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2016 г. на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета. Биотестированию подвергнуты гетероциклические соединения ряда солей халькогенопирилия (рис. 1) – 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 (Пчелинцева, Харченко, Кожевникова, 1979; Пчелинцева и др., 1981), ХТП – в результате гетероциклизации 1,3,5-трифенил-2,4-дихлор-2-пентен-1,5-диона в присутствии сероводорода (Пчелинцева, Харченко, 1996) на кафедре органической и биоорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета.

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.

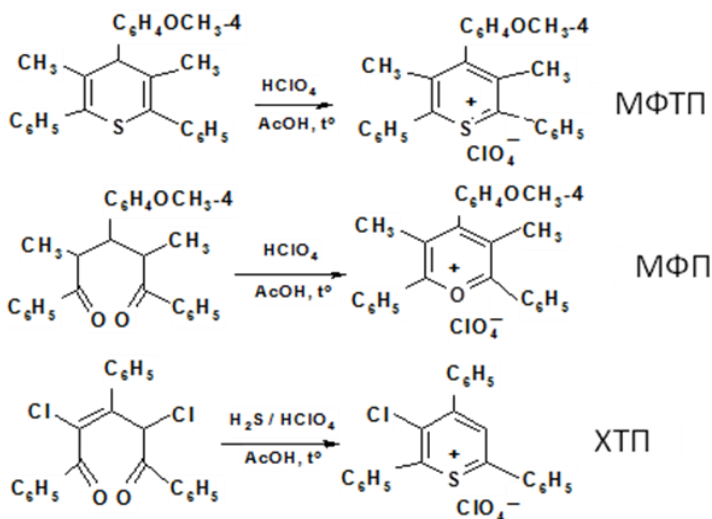


Рис.1. Получение полизамещенных перхлоратов (тио)пирилия:

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

Концентрацию веществ устанавливали по молекулярному весу, в трех характерных для физиологически активных веществ действующих дозах: 10^{-6} М, 10^{-9} М, 10^{-12} М. В качестве тест-объектов использовали проростки яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 36. Контролем служили растения, выращенные на дистиллированной воде. Культивирование проростков осуществлялось в климатостате при температуре +18°C. На семидневных проростках проводили количественный учет роста и развития: определяли длину главного корня, суммарную длину корней, определяли абсолютно сухую массу надземной и подземной частей. По окончании роста листа

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЛИЗАМЕЩЕННЫХ ПЕРХЛОРАТОВ

измеряли длину пластинки и влагалища первого листа ($n = 20$). Результаты исследований подвергались статистической обработке в табличном процессоре Excel пакета MS Office 2010.

Результаты и их обсуждение

Развитие корневой системы проростка предопределяет морфогенез побега, характеризует устойчивость проростка к неблагоприятным условиям среды. Оценивая влияние на растительный организм веществ, обладающих физиологически активными свойствами, целесообразным является использование нескольких морфометрических показателей, сопоставление которых позволит выявить особенности развития корневой системы и проростка в целом.

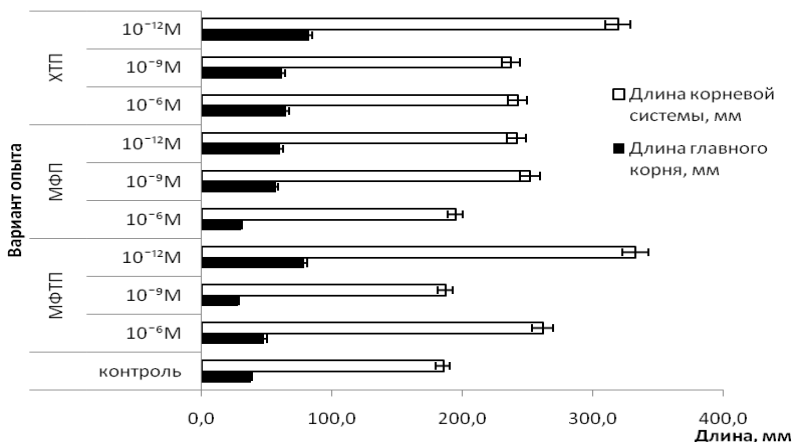


Рис. 2. Влияние гетероциклических соединений на корневую систему

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

Результаты проведенного исследования показали, что испытываемые растворы оказывают влияние на рост корневой системы. Длина корневой системы проростков, культивированных на растворах МФТП в концентрации 10^{-9} М и МФП в концентрации 10^{-6} М, несущественно

отличалась от контрольных значений (см. рис.2). В других вариантах опыта испытуемые соединения оказали стимулирующее действие на рост корневой системы в длину.

Установлено, что МФТП в концентрации 10^{-9} М и МФП в концентрации 10^{-6} М оказывают подавляющее действие на рост главного корня в длину, причем этот эффект проявляется в большей степени при действии МФТП. В других вариантах опыта наблюдалось превышение контрольных значений.

Необходимо отметить, 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. Можно предположить, что хлор в качестве заместителя в катионе халькогенопирилия оказывает положительный эффект на рост в длину корневой системы.

Развитие надземной части проростка оценивали по значению сухой массы побега и длине первого листа. 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 (рис.3). При действии ХТП и МФП других концентраций значения массы побега проростка соответствовали контрольным или несущественно отклонялись 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.

На основании полученных результатов установили, что все испытуемые растворы оказали стимулирующее действие на рост влагалища первого листа. В большей степени стимулирующий эффект проявился

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЛИЗАМЕЩЕННЫХ ПЕРХЛОРАТОВ

при концентрации 10^{-9} М ХТП и МФТП, при концентрации 10^{-6} М МФП. Положительное воздействие испытуемых соединений на рост листовой пластинки в длину менее выражено, чем на влагалище листа. В ряде случаев наблюдалось подавление роста листовой пластинки (рис. 4); наибольший подавляющий эффект (81 % от контроля) отмечен при действии МФП в концентрации 10^{-6} М.

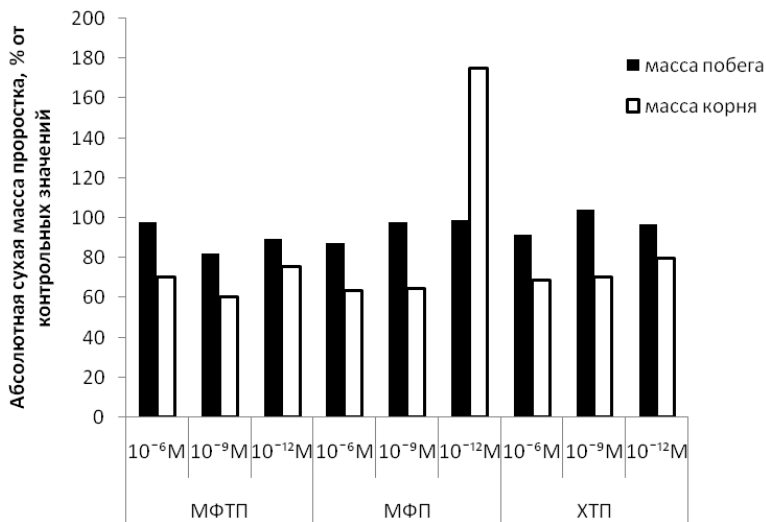


Рис.3. Влияние гетероциклических соединений на рост и развитие проростков: МФТП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилтиопирилия; МФП – перхлорат 3,5-диметил-4-(4-метоксифенил)-2,6-дифенилпирилия; ХТП – перхлорат 2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилия

Следует отметить, что несмотря на различное влияние гетероциклических соединений на рост влагалища и пластинки, существенных различий по длине первого листа опытных и контрольных растений не наблюдается; исключение составляют МФП в концентрациях 10^{-6} М и 10^{-9} М, ХТП в концентрации 10^{-12} М, которые подавляют рост листа на 7 – 10 % по сравнению с контрольными значениями.

Одним из показателей развития проростка является корнеобеспеченность как отношение абсолютно сухой массы корневой системы к абсолютно сухой массе побега. Установлена связь между данным показателем и устойчивостью растений к неблагоприятным условиям окружающей среды (Коробко, Букарев, 2013; Коробко, Жухарева, 2015). Испытуемые растворы оказали положительный эффект на корнеобеспеченность проростков при концентрации 10^{-12} М. Максимальный показатель корнеобеспеченности характерен проросткам при действии МФП, его значение превышает контроль более чем в 2.5 раза.

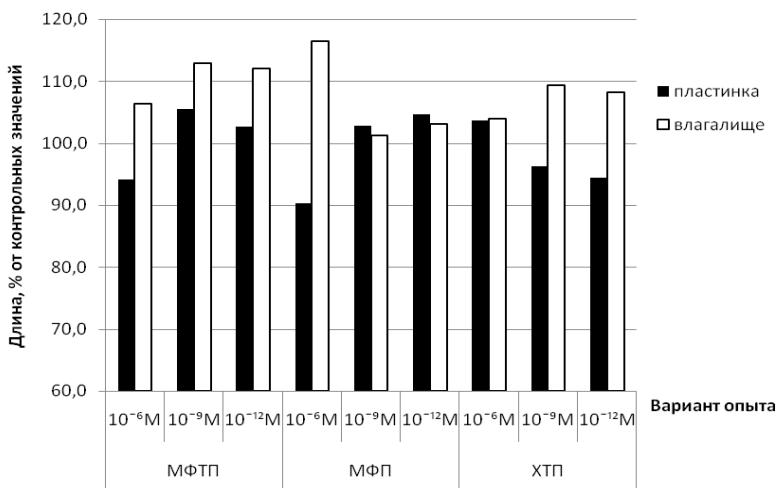


Рис. 4. Влияние гетероциклических соединений на рост первого листа проростка *Triticum aestivum* L.:

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-хлортиопирилий

Растворы всех испытуемых соединений 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).

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЛИЗАМЕЩЕННЫХ ПЕРХЛОРАТОВ

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.

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. 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. Все испытуемые растворы в концентрации 10^{-12} М оказали положительный эффект на корнеобеспеченность проростков. Проведенное лабораторное исследование может служить основой для дальнейших исследований их росторегуляторных свойств, что позволит использовать новые синтетические соединения для решения одной из важнейших задач физиологии растений, а именно направленного изменения растений с целью повышения их продуктивности.

Список литературы

Иванов В. Б., Быстрова Е. И. Влияние различных химических соединений на продолжительность формирования бокового корня в главном корне проростка кукурузы // Доклады РАН. 1998. Т. 363. С. 141 – 144.

Коробко В. В., Букарев Р. В. Влияние разнокачественного засоления на корнеобеспеченность проростков некоторых сортов зернового сорго // Вестн. Мичуринского филиала Рос. ун-та кооперации. Науч.-производ. журн. Мичуринск-Наукоград, 2013. № 3. С. 65 – 67.

Коробко В. В., Жухарева О. П. Сравнительная характеристика роста и развития проростков некоторых сортов яровой пшеницы // Бюл. Бот. сада Саратов. ун-та. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2015. Вып. 13. С. 187 – 192.

Пчелинцева Н. В., Харченко В. Г. Непредельные 1,5-дикетоны, их галогензамещенные – получение и использование в синтезе гетероциклов // Химия гетероцикл. соед. 1996. № 10. С. 1299 – 1319.

В. В. Коробко, Н. В. Пчелинцева, Самсонова Е. А. и др.

Пчелинцева Н. В., Харченко В. Г., Кожевникова Н. И. Окислительное образование солей тиопирилия полизамещенными тиопиранами // Химия гетероцикл. соед. 1979. № 4. С. 562 – 568.

Пчелинцева Н. В., Харченко В. Г., Кожевникова Н. И., Куликова Л. К. Синтез, противораковая и антифаговая активность полизамещенных перхлоратов тиопирилия // Хим.-фарм. журн. 1981. № 4. С. 40 – 45.