



БИОЛОГИЯ

УДК 581.144+547.71/72/78

ВЛИЯНИЕ N,O,S-СОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА РОСТ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ПРОРОСТКОВ *TRITICUM AESTIVUM* L.

В. В. Коробко, Н. В. Пчелинцева, Е. А. Самсонова,
С. Д. Баталин, М. А. Лунёва

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

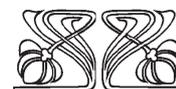
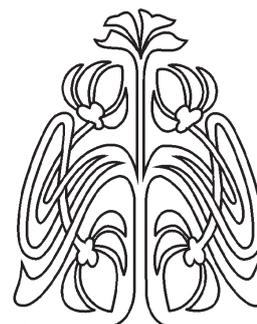
Пчелинцева Нина Васильевна, доктор химических наук, профессор кафедры органической и биоорганической химии Института химии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, pchelincevanv555@mail.ru

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

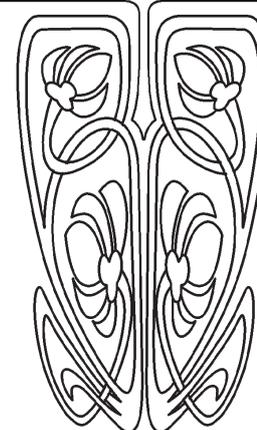
Баталин Сергей Дмитриевич, магистрант Института химии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, batalinsd@bk.ru

Лунёва Марина Анатольевна, кандидат химических наук, заведующий отделением «Фармация», Саратовский областной базовый медицинский колледж, menshovama777@mail.ru

Проведено биологическое тестирование синтетических гетероциклических соединений: 2-бензоилметил-3-бензоил-2-фенилазиридина, 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфурана и 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазола. Исследуемые соединения являются представителями трех рядов гетероциклических соединений и получены на кафедре органической и биоорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета. 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 сравнительный анализ морфометрических показателей роста и развития корневой системы опытных и контрольных растений. На основании проведенного исследования установлено, что 2-бензоилметил-3-бензоил-2-фенилазиридин и 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазол положительно влияют на рост корневой системы; при этом стимулирующий эффект на рост главного корня в длину более значителен, чем на рост корневой системы в целом. Ингибирующее действие на рост корневой системы оказал 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфуран в концентрации 10^{-6} М. Растворы других концентраций этого соединения стимулировали рост корневой системы в длину. Установлено, что 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазол в концентрации 10^{-9} М и 2-бензоилметил-3-бензоил-2-фенилазиридин в концентрациях 10^{-6} М и 10^{-12} М способствуют повышению показателя корнеобеспеченности проростков. В остальных вариантах опыта данный показатель роста и развития опытных растений ниже, чем контрольных. Все испытуемые соединения оказали подавляющее действие на массу корневой системы проростка. Анализ кривых скорости роста корневой системы проростков показал, что различия в скорости роста корневой системы опытных и контрольных растений про-



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





являются на 10-й день эксперимента. Максимальной скоростью роста характеризуются проростки, культивируемые на растворах 2-бензоилметил-3-бензоил-2-фенилазиридина (10^{-6} М) и 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазола (10^{-6} М и 10^{-9} М). 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфуран в концентрации 10^{-6} М существенного влияния на скорость роста корневой системы не оказывает. Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что испытываемые синтетические гетероциклические соединения 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: 10.18500/1816-9775-2018-18-1-45-51

Научный и практический интерес к изучению биологической активности гетероциклических соединений в настоящее время очень высок. Это связано не только с тем, что по разнообразию гетероциклические соединения занимают одно из первых мест среди органических соединений [1], но, главным образом, благодаря широкому спектру биологических свойств этих веществ [2–4]. В последние годы выявлена высокая биологическая активность многих гетероциклических соединений, в результате чего созданы эффективные биопрепараты [5,6], проявляющие росторегулирующие, иммуномодулирующие, антистрессовые свойства.

Для изучения физиологической активности веществ широко используется метод биотестирования, позволяющий в относительно короткий срок объективно оценить испытываемые соединения [7,8]. Стандартной методики фитоте-

стирования, позволяющей выявить как уровень их физиологической активности, так и экотоксичности не существует [9]. Для интегральной оценки реакции растений необходимо учитывать комплекс морфометрических показателей роста и развития проростка в контроле и опыте [10, 11].

Целью данной работы является изучение характера биологического действия N,O,S-содержащих гетероциклических соединений на ростовую активность корневой системы проростка.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2017 г. на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета. Исследуемые вещества – представители трех рядов гетероциклических соединений; трех- и пятичленные гетероциклические системы с одним или двумя гетероатомами: ранее неизвестный 2-бензоилметил-3-бензоил-2-фенилазиридин (ББФА), 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфуран (БХФ) [12], 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазол (АПФТ) [13], полученные в результате гетероциклизации 1,3,5-трифенил-2-пентен-1,5-диона (рис. 1, а) с гидросиламином солянокислым в присутствии гидроксида калия (ББФА) либо его 2,4-дихлорзамещенного аналога (см. рис. 1, б) при кипячении в уксусной кислоте (БХФ) или в присутствии тиомочевины (АПФТ). Концентрацию веществ устанавливали по молекулярному весу, в трех характерных для физиологически активных веществ действующих концентрациях: 10^{-6} М, 10^{-9} М, 10^{-12} М [14].

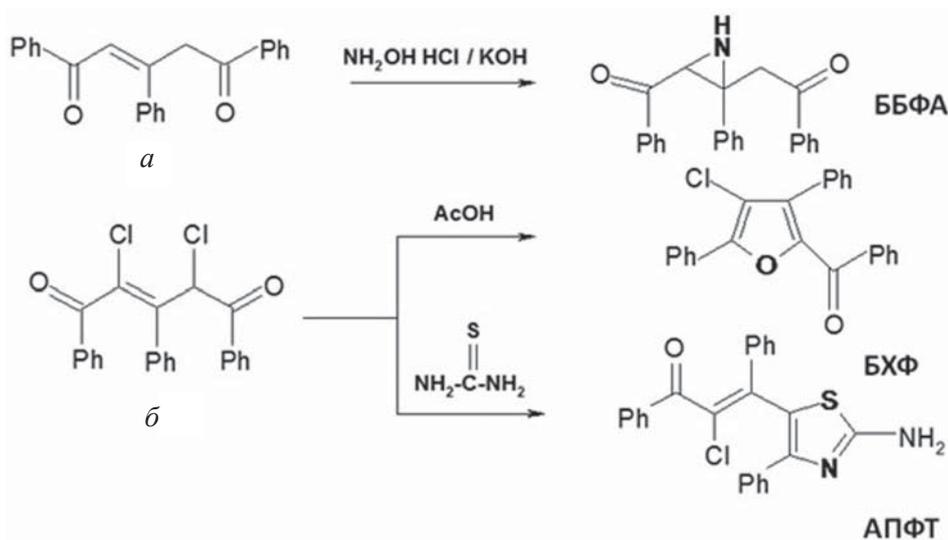


Рис. 1. Получение испытываемых гетероциклических соединений: а – ББФА – 2-бензоилметил-3-бензоил-2-фенилазиридин; б – БХФ – 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфуран; АПФТ – 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазол



Тест-объектом служили проростки *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. В качестве контроля использовали растения, выращенные на дистиллированной воде. Культивирование осуществлялось в климатостате при температуре +18°C. Длину главного корня и суммарную длину корневой системы измеряли на 6-, 8-, 10-, 13- и 16-й дни вегетации растений ($n = 20$). На основании полученных данных рассчитывали абсолютную скорость роста корневой системы по формуле $C = (L_2 - L_1) / (t_2 - t_1)$, где L_2 и L_1 – суммарная длина корней растения в моменты

времени t_2 и t_1 [15]. На 16 день вегетации проводили количественный учет корней, определяли абсолютно сухую массу корневой системы и побега ($n = 20$). Обработку данных осуществляли по Доспехову [16].

Результаты и их обсуждение

Корневая система растений представляет собой не только орган поглощения воды, минеральных веществ и механического закрепления растений в почве, она является также местом синтеза многих сложных соединений и играет исключительно важную роль в обмене веществ целого растения [17]. Результаты проведенного исследования показали, что испытуемые растворы оказывают различное влияние на рост и развитие корневой системы опытных растений (рис. 2).

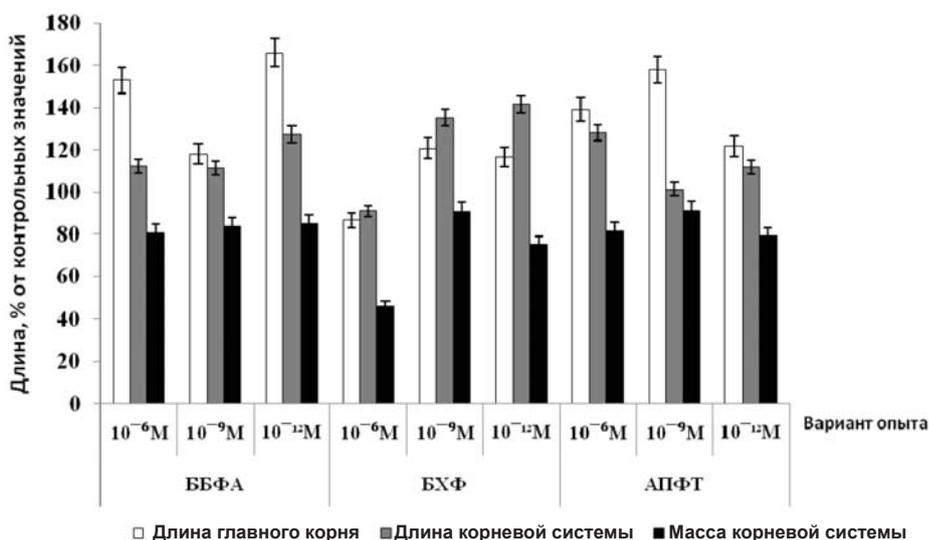


Рис. 2. Влияние гетероциклических соединений на корневую систему *Triticum aestivum* L.: ББФА – 2-бензоилметил-3-бензоил-2-фенилазиридин; БХФ – 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфуран; АПФТ – 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазол

Установлено положительное влияние АПФТ и ББФА на рост главного корня в длину. В большей степени стимулирующий эффект проявился при действии ББФА в наименьшей концентрации (длина главного корня на 66% выше контрольных значений) и АПФТ в концентрации 10⁻⁹М (длина главного корня на 58% выше контроля). Испытуемые соединения положительно влияют и на суммарную длину корневой системы, при этом стимулирующий эффект менее выражен по сравнению с действием на главный корень, а у проростков, культивированных на растворе АПФТ в концентрации 10⁻⁹М, длина корневой системы несущественно превышает контрольные значения.

Количественный учет корней показал, что среднее значение данного признака у растений,

культивированных на растворе ББФА в концентрациях 10⁻⁶М и 10⁻¹²М, не отличается от контрольных значений и составляет 6 корней. Отметим, что при этом раствор ББФА в наименьшей концентрации способствует значительному росту корневой системы в длину (на 27% выше контроля). Количество корней проростков в других вариантах опыта больше, чем у контрольных растений.

Соединение БХФ в концентрации 10⁻⁶М оказало подавляющее действие как на рост главного корня (87% от контрольных значений), так и на рост корневой системы в целом (91% от контрольных значений). Ранее [14] был установлен ингибирующий эффект другого O-содержащего гетероциклического соединения на рост листа



и сделано предположение, что ввиду наличия в структуре кислорода соединение не включается или слабо включается в метаболические процессы, поскольку не срабатывает связь фермент-субстрат. Другие концентрации этого соединения стимулировали рост подземной части проростка; более значительный эффект проявился в отношении суммарной длины корневой системы. Среднее значение количества корней в корневой системе опытных проростков увеличивается в ряду уменьшения концентрации раствора БХФ и составляет 6,3 при наибольшей и 6,7 при наименьшей концентрации.

Все испытуемые соединения оказали подавляющее действие на массу корневой системы проростка (см. рис. 2). Наиболее значительный ингибирующий эффект на данный показатель роста и развития – 50% по сравнению с контролем – проявился при действии БХФ в концентрации 10^{-6} М; наименьший – 91% от контроля – при действии БХФ и АПФТ в концентрации 10^{-9} М. Следует отметить, что влияние ББФА на массу корневой системы не зависит от концентрации раствора и составляет 80–85% от контрольных значений.

Оценивая влияние на растительный организм веществ, обладающих физиологически активными свойствами, целесообразным является использование комплекса морфометрических показателей, сопоставление которых позволит выявить особенности роста и развития проростка в целом. Для интегральной оценки реакции растений на действие гетероциклических соединений мы рассчитывали показатель корнеобеспеченности как отношение абсолютно сухой массы корневой системы к абсолютно сухой массе побега, выраженное в относительных единицах [18]. Следует отметить, что в некоторых вариантах опыта испытуемые соединения оказали подавляющее действие на накопление массы надземной части проростка. В наибольшей степени этот эффект проявился при действии растворов ББФА и БХФ в концентрации 10^{-6} М – абсолютно сухая масса проростка составила 64–70% от контрольных значений. Стимулирующее действие на рост побега оказали БХФ 10^{-9} М и АПФТ 10^{-6} М.

Показатель корнеобеспеченности проростков, культивированных на растворе АПФТ в концентрации 10^{-12} М, немногим превышает контрольное значение, тогда как при 10^{-9} М составляет 0,48 отн. ед., что на 23% выше, чем в контроле. Существенное отличие от контрольных значений также отмечено у проростков при действии ББФА в 10^{-6} М и 10^{-12} М. Во всех остальных вариантах опыта данный показатель роста и развития опытных растений ниже контрольных.

Наименьшую корнеобеспеченность имеют проростки, культивированные на растворах БХФ и АПФТ в концентрации 10^{-6} М, она составила 0,26–0,28 отн. ед., что на 29–33% ниже, чем в контроле.

Одним из показателей развития корневой системы является индекс длины корня как отношение среднего значения наибольшей длины корня опытных растений к аналогичному показателю в контроле, выраженное в отн. ед. [19]. Индекс длины корня, наряду с показателем корнеобеспеченности проростков, характеризует способность растений к адаптации [20]. Максимальными значениями индекса длины корня характеризуются проростки, выращенные на растворах ББФА в наименьшей концентрации (1,5 отн. ед.) и БХФ в концентрациях 10^{-9} М и 10^{-12} М (1,4 отн. ед.). Индекс длины корня проростков, культивированных на ББФА в концентрации 10^{-9} М, составил 1, тогда как данный показатель развития корневой системы проростков в других вариантах опыта составляет 1,1–1,2 отн. ед.

На основании морфометрических показателей роста корневой системы были рассчитаны значения абсолютной скорости роста и построены соответствующие им кривые (рис. 3). Анализ кривых скорости роста показал, что на 6-й и 8-й день вегетации скорость роста корневой системы опытных растений ниже контрольных значений. При этом установлено, что данный показатель роста контрольных растений достигает максимальных значений на 8-й день эксперимента и составляет 30,5 мм/сут. Значительные различия в скорости роста корневой системы опытных и контрольных растений наблюдаются на 10-й день эксперимента. Исключение составили растения, выращенные на растворе ББФА в концентрации 10^{-9} М.

БХФ в наибольшей концентрации существенного влияния на скорость роста корневой системы не оказал, значения скорости роста корневой системы на протяжении эксперимента отличались от контрольных значений на 2–5 мм/сут (см. рис. 3, б). Растворы БХФ других концентраций способствовали повышению скорости роста у 10-дневных растений в 5–6 раз по сравнению с контрольными. С 10-го дня эксперимента и до его окончания скорость роста корневой системы опытных растений снижается, составляя у 16-дневных проростков 12–13 мм/сут, что превышает контрольные значения более чем в 2 раза.

Скорость роста корневой системы проростков, культивированных на растворах ББФА и АПФТ наименьшей концентрации (см. рис. 3, а, в) в течение 10 дней от начала эксперимента ко-

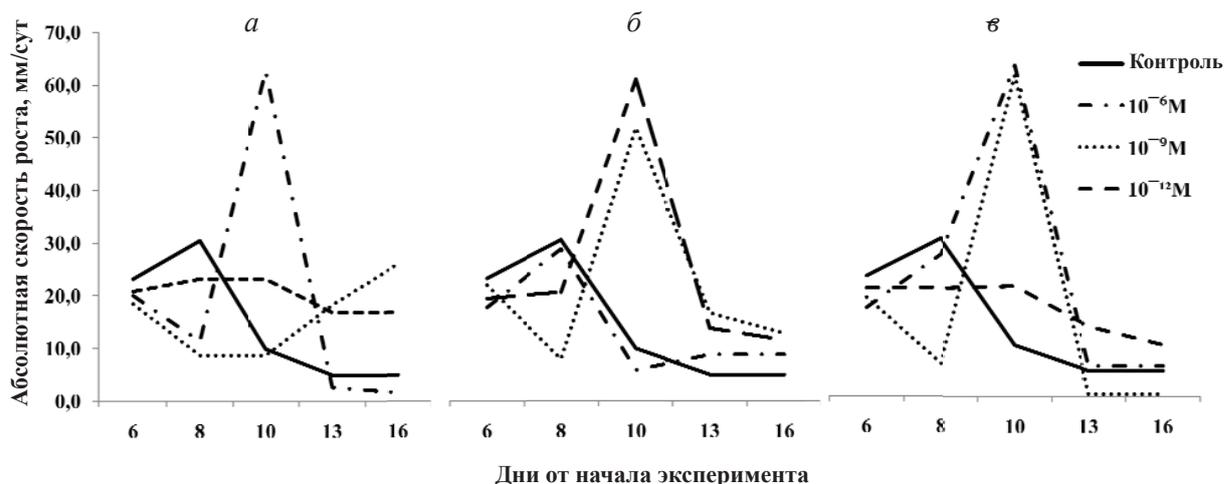


Рис. 3. Кривые скорости роста корневой системы *Triticum aestivum* L. контрольных и опытных растений: а – 2-бензоилметил-3-бензоил-2-фенилазиридин; б – 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфуран; в – 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазол

леблется несущественно, составляя 20–23 мм/сут, затем начинает снижаться и к моменту окончания эксперимента составляет 10 мм/сут (АПФТ) и 18 мм/сут (ББФА).

Для проростков, культивированных на растворах АПФТ в концентрации 10^{-6} М и 10^{-9} М и ББФА в концентрации 10^{-6} М, характерно повышение скорости роста корня к 10-му дню от начала эксперимента до максимальных значений – 62–64 мм/сут, что превышает контрольные значения более чем в 6 раз; у 13-дневных проростков наблюдается снижение абсолютной скорости роста до контрольных показателей (АПФТ 10^{-6} М) или ниже их значений (АПФТ 10^{-9} М и ББФА 10^{-6} М).

Скорость роста корня проростков, культивированных на растворе ББФА в концентрации 10^{-9} М, минимальна на 8-й и 10-й день эксперимента, тогда как максимального значения достигает у 16-дневных проростков, превышая контрольные значения в 2,5 раза.

Проведенное исследование позволяет оценить физиологическую активность трехчленных (ББФА) и пятичленных (БХФ, АПФТ) гетероциклических систем, различающихся по типу гетероатомов и их количеству. ББФА, содержащий в качестве гетероатома N, и АПФТ, имеющий два гетероатома – N и S, в той или иной степени стимулируют рост корневой системы в длину. При этом максимальный положительный эффект отмечен при действии ББФА в наименьшей концентрации. Различия в скорости роста корневой системы опытных и контрольных растений проявляются на 10-й день эксперимента, при этом максимальными значениями характеризуются растения, культивированные на растворах ББФА

(10^{-6} М) и АПФТ (10^{-6} М и 10^{-9} М). Скорость роста корневой системы проростков, культивированных на растворах ББФА и АПФТ в наименьшей концентрации, колеблется менее значительно.

Раствор БХФ, содержащий один гетероатом – O-, в концентрации 10^{-6} М оказал подавляющее действие как на рост главного корня, так и на рост всей корневой системы в длину. Другие концентрации этого соединения стимулировали рост корневой системы. Установлена обратная зависимость между количеством корней в корневой системе опытных проростков и концентрацией раствора БХФ: данный показатель развития корневой системы увеличивается в ряду уменьшения концентрации. Анализ кривых скорости роста корневой системы показал, что БХФ в наибольшей концентрации существенного влияния на скорость роста корневой системы не оказывает; другие концентрации этого соединения способствуют повышению скорости роста корня 10-дневных растений в 5–6 раз по сравнению с контролем.

Таким образом, результаты проведенного биотестирования гетероциклических соединений позволяют сделать вывод о возможности использования этих соединений в качестве регуляторов роста растений.

Список литературы

1. Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Белан С. Р. Пестициды и регуляторы роста растений : справочник. М. : Химия, 1995. 576 с.
2. Губина Т. И., Ухова А. А., Исаева С. В., Тумский Р. С., Аниськов А. А., Клочкова И. Н. Определение характера



- биологического действия новых полигетероциклических соединений на растения и оценка экологической безопасности их применения // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2017. Т. 17, вып. 3. С. 267–273.
3. 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.
 4. Солдатенков А. Т., Колядина Н. М., Ле Туан Ань. Пестициды и регуляторы роста. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 223 с.
 5. Яблонская Е. К. Синтез и изучение биологической активности производных фурил(фенил)пиразолил(пиразолонил)метанов, фурил(фенил)изоксазолилметанов и 5-фурфурил(бензил)-4,6-диметил-2-оксо-1,2-дигидро-3-пиридинкарбонитрилов // Политемат. сет. электрон. науч. журн. КубГАУ. 2011. № 69. С. 433–345.
 6. Петухова С. А., Ржевский А. А., Митяева А. Ю. Направленный синтез новых регуляторов роста и развития сельскохозяйственных растений // Тез. докл. 64 регион. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с междунар. участием. Ярославль: ЯГТУ, 2011. С. 71–72.
 7. 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.
 8. Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Самсонова Е. А., Аль Саммаррай Анес Исмаил Салех. Влияние перхлоратов халькоген(тио)пирилия на морфогенез и пигментный состав первого листа проростков пшеницы // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2017. Т. 15, вып. 1. С. 60–68.
 9. Лисовицкая О. В., Терехова В. А. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения // Докл. по экол. почвоведению. 2010. Вып. 13, № 1. С. 1–18.
 10. Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Лунёва М. А., Самсонова Е. А. Особенности роста и развития проростков пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при действии 2,4,6-трифенил-3,5-дихлорпиридина и 2,6-дифенил-3-хлорпиридина // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2017. Т. 17, вып. 1. С. 83–90.
 11. Hede A. R., Skovmand B., Ribaut J.-M., Gonzalez-de-Leon D., Stolen O. Evaluation of aluminium tolerance in a spring rye collection by hydroponic screening // Plant Breeding. 2002. Vol. 121. P. 241–248.
 12. Пчелинцева Н. В. Синтез биологически активных 3-хлорзамещенных гетероциклов на основе дихлорпентендионов // Химия для медицины и ветеринарии: сб. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1998. С. 161–163.
 13. Пчелинцева Н. В. Галогензамещенные пентен-, пентандионы, их конденсированные аналоги в синтезе N,O,S-содержащих гетероциклических соединений: дис. ... д-ра хим. наук. Саратов, 2008. 260 с.
 14. Жигачева В. И., Спивак В. А. Биотестирование гетероциклических синтетических соединений некоторыми растительными объектами // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2010. Вып. 9. С. 179–185.
 15. Светлов П. Г. Физиология (механика) развития: в 2 т. Т. 1. Процессы морфогенеза на клеточном и организменном уровнях. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. 254 с.
 16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1986. 336 с.
 17. Костин В. И., Музурова О. Г., Костин О. В., Церковнова О. М. Первичные и начальные процессы, протекающие в семенах под действием биопрепаратов // Агроэкологическая роль плодородия почв и современные агротехнологии: материалы междунар. науч.-практ. конф. Уфа: БашГАУ, 2008. С. 179–181.
 18. 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: КНИИСХ, 1988. С. 42–47.
 19. Ионова Е. В., Самофалова Н. Е. Развитие корневой системы озимой твердой пшеницы в ювенильный период // Зерновое хозяйство России. Зерноград: Аграрный науч. центр «Донской», 2010. № 1. С. 19–22.
 20. Лисицын Е. М., Амунова О. С. Генетическое разнообразие сортов яровой мягкой пшеницы по алюмоустойчивости // Вавилов. журн. генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 3. С. 497–505.
- Effect of N,O,S-containing Heterocyclic Compounds on Growth of Root System of *Triticum aestivum* L.**
- V. V. Korobko, N. V. Pchelintseva, E. A. Samsonova, S. D. Batalin, M. A. Lunejva**
- 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
- Sergey D. Batalin, ORCID 0000-0001-6771-230X, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, batalinsd@bk.ru
- Marina A. Luneva, ORCID 0000-0001-9476-4658, Saratov Regional Base Medical College, Saratov, 410012, Russia, menshovama777@mail.ru
- Conducted biological testing of synthetic heterocyclic compounds: 2-benzoylmethyl-3-benzoyl-2-phenylaziridine, 2-benzoyl-3,5-diphenyl-4-chlorofuran and 2-amino-4(1,3-diphenyl-2-chloropropene-1-one-3-yl)-5-phenyl-1,3-thiazole. The investigated



compounds are members of three series of heterocyclic compounds and obtained at the Department of Organic and Bioorganic Chemistry National Research Saratov State University. 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 determine the physiological activity of test compounds, a comparative analysis of the morphometric growth and development of the root system of experimental and control plants was used. Based on the study, 2-benzoylmethyl-3-benzoyl-2-phenylaziridine and 2-amino-4(1,3-diphenyl-2-chloropropen-1-one-3-yl)-5-phenyl-1,3-thiazole positively affect the growth of the root system. In this case, the stimulating effect on the growth of the main root in length is more significant than on the growth of the root system. Inhibitory effect on the growth of the root system was provided by 2-benzoyl-3,5-diphenyl-4-chlorofuran in a concentration of 10^{-6} M. Solutions of other concentrations of this compound stimulated the growth of the root system in length. It was found that 2-amino-4(1,3-diphenyl-2-chloropropen-1-one-3-yl)-5-phenyl-1,3-thiazole 10^{-9} M and 2-benzoylmethyl-3-benzoyl-2-phenylaziridine 10^{-6} M and 10^{-12} M contribute to an increase in the index of root-maintenance seedlings. In other variants of the experiment, this indicator of growth and development of experimental plants is lower than that of control plants. All test compounds had an overwhelming effect on the weight of the root system of plants. Analysis of the growth rate curves of the root system of seedlings showed that differences in the growth rate of the root system of experimental and control plants appear on the 10th day of the experiment. The maximum growth rate is characterized by sprouts cultivated on solutions of 2-benzoylmethyl-3-benzoyl-2-phenylaziridine (10^{-6} M) and 2-amino-4(1,3-diphenyl-2-chloropropen-1-one-3-yl)-5-phenyl-1,3-thiazole (10^{-6} M and 10^{-9} M). 2-benzoyl-3,5-diphenyl-4-chlorofuran at a concentration of 10^{-6} M does not significantly affect the rate of growth of the root system. Analysis of the results leads to the conclusion that the tested synthetic heterocyclic compounds 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., Баталин С. Д., Лунёва М. А. Влияние N,O,S-содержащих гетероциклических соединений на рост корневой системы проростков *triticum aestivum* L. // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 45–51. DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-1-45-51.

Cite this article as:

Korobko V. V., Pchelintseva N. V., Samsonova E. A., Batalin S. D., Lunejva M. A. Effect of N,O,S-containing Heterocyclic Compounds on Growth of Root System of *Triticum aestivum* L. *Izv. Saratov Univ. (N.S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 45–51 (in Russian). DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-1-45-51.
