

УДК 581.144

## **ВЛИЯНИЕ N, O, S-СОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА МОРФОГЕНЕЗ И ПИГМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПЕРВОГО ЛИСТА ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ**

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

*Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет имени Н. Г. Чернышевского  
Россия, 410012, Саратов, Астраханская, 83  
E-mail: v.v.korobko@mail.ru, pchelincevanv555@mail.ru*

Поступила в редакцию 16.09.2017 г.

**Влияние N, O, S-содержащих гетероциклических соединений на морфогенез и пигментный состав первого листа проростков пшеницы.** – Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Самсонова Е. А., Баталин С. Д., Лунева М. А. – Проведено биологическое тестирование синтетических гетероциклических соединений: 2-бензил-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. Тест-объектом служили проростки яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 36. Для оценки физиологической активности испытуемых соединений использовали сравнительный анализ морфометрических показателей проростка (длины листовой пластинки и влагалища) и количественное содержание фотосинтетических пигментов в пластинке первого листа опытных и контрольных растений. На основании проведенного исследования установлено, что испытуемые гетероциклические соединения оказывают положительное действие на рост первого листа. Исключение составили проростки пшеницы, культивированные на растворе 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфурана в концентрации  $10^{-6}$  М. При этом отмечен различный характер влияния испытуемых соединений на рост влагалища и листовой пластинки опытных растений. Обнаружен положительный эффект испытуемых гетероциклических соединений на количественное содержание пигментов в пластинке первого листа растений пшеницы. При этом установлена зависимость между концентрацией растворов и содержанием хлорофилла *a* и хлорофилла *b* в листовой пластинке растений пшеницы. Отмечено, что во всех вариантах опыта наблюдается снижение соотношения количества хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* относительно контрольных

## ВЛИЯНИЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

значений. Таким образом, испытуемые синтетические гетероциклические соединения обладают росторегулирующей активностью.

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

**Effect of N, O, S-containing heterocyclic compounds on morphogenesis and pigment composition of the first leaves of wheat seedlings.** – Korobko V. V., Pchelintseva N. V., Samsonova E. A., Batalin S. D., Lunejva M. A. – Conducted biological testing of synthetic heterocyclic compounds: 2-benzyl-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 objects of the study were the seedlings of spring wheat *Triticum aestivum* L. To assess the physiological activity of test compounds used for comparative analysis of characteristics of seedlings – the length of the lamina and the sheath of the first leaf and the quantitative content of photosynthetic pigments in the plate of the first leaf of experimental and control plants. Based on the study, it was established that the test heterocyclic compounds exert a positive effect on the growth of the first leaf. The exception was plants grown on a solution of 2-benzoyl-3,5-diphenyl-4-chlorofuran ( $10^{-9}$  M). At the same time, the effect of the test compounds on the growth of morphological parts of the leaf of the experimental plants was different. The positive effect of the test heterocyclic compounds on the quantitative content of pigments in the plate of the first leaf of test objects was established. A direct relationship between the concentration of solutions and the content of chlorophyll *a* and chlorophyll *b* in a leaf of wheat plants was established. It was noted that in all variants of the experiment a decrease in the ratio of the amount of chlorophyll *a* to chlorophyll *b* relative to the control values was observed. Analysis of the results leads to the conclusion that the tested synthetic heterocyclic compounds have regulatory activity.

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

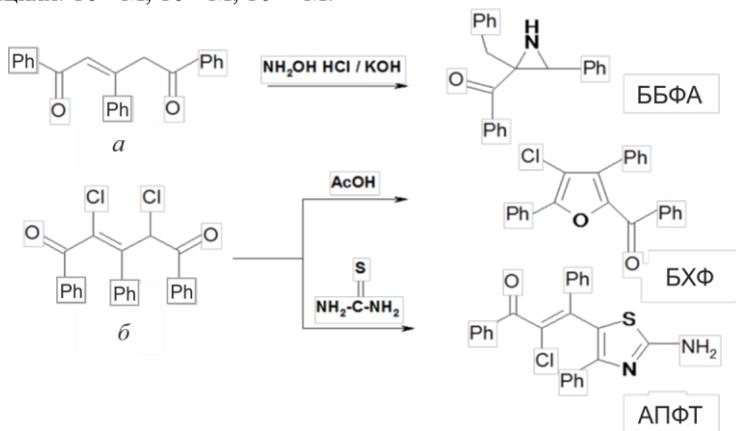
DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-4-24-30

По разнообразию гетероциклические соединения занимают одно из первых мест среди органических соединений и благодаря широкому спектру биологических свойств интерес к изучению их активности очень высок (Мельников, 1995). Для изучения биологической активности веществ широко используется метод биотестирования, позволяющий в относительно короткий срок объективно оценить испытуемые соединения (Жигачева, Спивак, 2010; Коробко и др., 2017а).

### Материал и методы

Исследования проводились в 2017 году на кафедре микробиоло-

гии 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-бензил-3-бензоил-2-фенилазиридин (ББФА), 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфуран (БХФ) (Пчелинцева, 1998), 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазол (АПФТ) (Пчелинцева, 2008), полученные в результате гетероциклизации 1,3,5-трифенил-2-пентен-1,5-диона (рис.1 а) с гидроксиламином солянокислым в присутствии гидроксида калия (ББФА) либо его 2,4-дихлорзамещенного аналога (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.



**Рис. 1.** Получение испытуемых соединений:

*а* – 2-бензил-3-бензоил-2-фенилазиридин (ББФА), *б* – 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфуран (БХФ) и 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазол (АПФТ)

Тест-объектом служили проростки *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 36. В качестве контроля использовали растения, выращенные на дистиллированной воде. Культивирование осуществлялось в

## ВЛИЯНИЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

климатостате при температуре +18 °С. Через 14 дней от начала эксперимента измеряли длину пластинки и влагища первого листа ( $n = 20$ ), определяли содержание пигментов спектрофотометрическим методом (Гавриленко, Жигалова, 2003).

### Результаты и их обсуждение

На основании проведенного морфометрического исследования установлено, что испытуемые гетероциклические соединения (за исключением БХФ в концентрации  $10^{-6}$  М) оказали в той или иной степени положительное действие на рост первого листа в длину. При этом отмечен различный характер влияния веществ на рост морфологических частей листа (рис. 2).

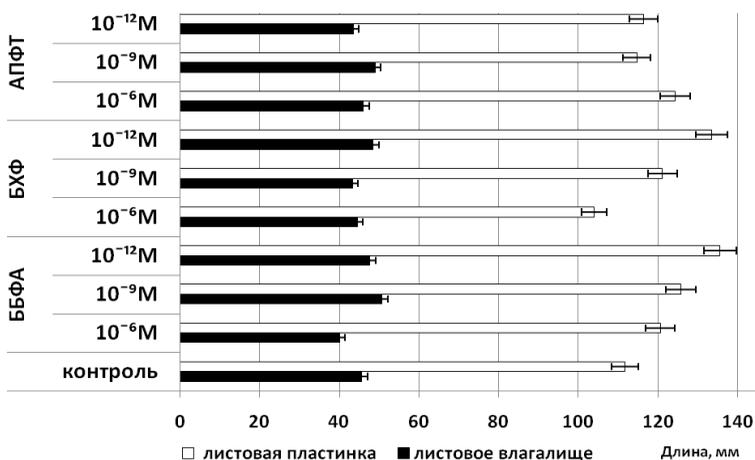


Рис. 2. Влияние гетероциклических соединений на рост первого листа проростков *Triticum aestivum* L.

Анализ полученных данных показал, что наблюдается обратная зависимость между концентрацией растворов ББФА и БХФ и длиной листовой пластинки тест-объектов: длина данного морфометрического показателя возрастает в ряду уменьшения концентрации растворов этих соединений. При этом БХФ в концентрации  $10^{-6}$  М оказывает слабое ингибирующее действие на длину листовой пластинки по срав-

нению с контрольными значениями: длина листовой пластинки составила 104 мм, что на 7% ниже контроля. При культивировании растений на АПФТ в концентрациях  $10^{-9}$  М и  $10^{-12}$  М длина листовой пластинки отличалась от контрольных значений не существенно, а при концентрации  $10^{-6}$  М превысила контрольные значения на 9%.

Испытуемые соединения по-разному влияют на рост влагалища первого листа. ББФА в концентрации  $10^{-6}$  М оказывает подавляющий эффект на рост влагалища: его длина составила 40 мм, что на 12% ниже контрольных значений, тогда как при других концентрациях проявляется положительное действие соединения на данный показатель. Слабым подавляющим действием характеризуются БХФ в концентрациях  $10^{-6}$ ,  $10^{-9}$  М и АПФТ в концентрации  $10^{-12}$  М, тогда как растворы этих соединений в других концентрациях оказали слабое стимулирующее воздействие (АПФТ в концентрации  $10^{-9}$  М, БХФ в концентрации  $10^{-12}$  М) или не влияли на рост влагалища в длину (АПФТ в концентрации  $10^{-6}$  М).

Содержание пигментов в пластинке первого листа проростка,  
(в % от контрольных значений)

Испытуемое соединение, М		Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Каротиноиды	Суммарное содержание хлорофиллов	<i>a/b</i>
ББФА	$10^{-6}$	168.9	373.0	123.7	211.9	45.3
	$10^{-9}$	158.6	296.2	131.4	187.6	53.6
	$10^{-12}$	137.1	228.8	117.1	156.4	59.9
БХФ	$10^{-6}$	134.7	237.6	112.9	156.4	56.7
	$10^{-9}$	145.1	193.3	125.8	155.2	75.1
	$10^{-12}$	141.3	183.5	126.1	150.2	77.0
АПФТ	$10^{-6}$	123.7	157.0	115.1	130.7	78.7
	$10^{-9}$	138.0	178.8	132.2	146.6	77.2
	$10^{-12}$	118.8	171.8	115.4	129.9	69.1

Одним из важных показателей продуктивности растения, характеризующим развитие фотосинтетического аппарата растений, является пигментный состав (Тарчевский, Андрианова, 1980; Коробко и др., 2017 б). Сравнительный анализ количественного содержания пигментов показал, что все испытуемые вещества оказывают положительный эффект на содержание пигментов в пластинке первого листа тест-

## ВЛИЯНИЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

объектов. При этом установлена прямая зависимость между концентрацией испытуемого раствора и содержанием зеленых пигментов в листовой пластинке (таблица). Отмечено, что во всех вариантах опыта наблюдается снижение соотношения количества хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* относительно контрольных значений.

Стимулирующее действие испытуемых гетероциклических соединений на количественное содержание пигментов группы каротиноидов является менее выраженным (на 15 – 32% выше контроля), чем на содержание хлорофиллов. Максимальное количество каротиноидов отмечено в пластинке первого листа растений при воздействии ББФА и АПФТ в концентрации  $10^{-9}$  М и БХФ в концентрациях  $10^{-9}$  и  $10^{-12}$  М. Следует отметить, что АПФТ во всех опытных концентрациях оказал менее значительный стимулирующий эффект на содержание пигментов, по сравнению с аналогичными концентрациями ББФА и БХФ.

### Заключение

Исследование физиологической активности 2-бензил-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 показало, что испытуемые соединения оказывают положительное действие на рост первого листа в длину (исключение составили растения, культивированные на растворе  $10^{-6}$  М 2-бензоил-3,5-дифенил-4-хлорфурана). Отмечен различный характер влияния гетероциклических соединений на рост пластинки и влагалища первого листа растений пшеницы. Установлено, что растворы испытуемых веществ в концентрациях  $10^{-6}$  М,  $10^{-9}$  М,  $10^{-12}$  М способствуют повышению количества пигментов в пластинке первого листа, что в большей степени проявляется на содержании хлорофилла *b*. Отмечено, что при культивировании объектов на растворах 2-амино-4(1,3-дифенил-2-хлорпропен-1-он-3-ил)-5-фенил-1,3-тиазола стимулирующий эффект на содержание пигментов фотосинтеза был менее выражен.

### Список литературы

Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Академия, 2003. 256 с.

Жигачева В. И., Стивак В. А. Биотестирование гетероциклических синтетических соединений некоторыми растительными объектами // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та 2010. № 9. С. 179 – 185.

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

*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 а. Т. 17, № 1. С. 83 – 90.

*Коробко В. В., Пчелинцева Н. В., Самсонова Е. А., Аль Саммарраи 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 б. Т. 15, вып. 1. С. 60 – 68.

*Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Белан С. Р.* Пестициды и регуляторы роста растений. Справочник. М.: Химия. 1995. 576 с.

*Пчелинцева Н.В.* Синтез биологически активных 3-хлорзамещенных гетероциклов на основе дихлорпентандионов // Химия для медицины и ветеринарии: сб. ст. Саратов: Изд-во Саратов. гос. ун-та, 1998. С. 161 – 163.

*Пчелинцева Н. В.* Галогензамещенные пентен-, пентандионы, их конденсированные аналоги в синтезе N, O, S-содержащих гетероциклических соединений. Дисс. ... д-ра хим. наук. Саратов, 2008. 260с.

*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.