

УДК 546.287

В.В. Коваленко, Н.П. Ерчак, О.О. Ломакова**РОСТРЕГУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ
ГИДРООКСАЛАТОВ БУТИЛМЕТИЛ(ФЕНИЛМЕТИЛ)-
γ-АМИНОПРОПИЛСИЛАНОВ**

На культуре люпина изучена рострегулирующая активность гидрооксалатов бутилметил(фенилметил)-γ-аминопропилсиланов – новых кремнийорганических соединений, полученных на кафедре химии БрГУ имени А.С. Пушкина. Определены концентрации водных растворов гидрооксалатов, проявляющие стимулирующий эффект в отношении энергии прорастания семян, всхожести и общего прироста длины зародышевых корешков. Установлено, что обработка семян люпина растворами гидрооксалата бутилметил(фенилметил)-γ-пиперидинопропилсилана во всех опытных концентрациях повышает энергию прорастания, всхожесть семян и общий прирост длины зародышевых корешков.

Введение

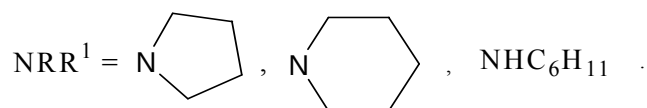
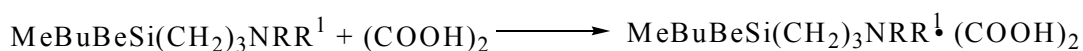
В продолжение проводимых нами систематических исследований по синтезу и биологической активности новых кремнийорганических соединений [1–9], были получены и изучены на регулирующий рост растений активность гидрооксалаты бутилметил(фенилметил)-γ-аминопропилсиланов.

На культуре редиса изучена рострегулирующая активность полученных соединений. Показано, что они обладают стимулирующим эффектом в отношении энергии прорастания, всхожести семян, общего прироста длины зародышевых корешков. Так, 0,00001 М и 0,000001 М растворы гидрооксалата бутилметил(фенилметил)-γ-пиперидинопропилсилана повышают энергию прорастания на 16 % и 17 % по сравнению с контролем, всхожесть – на 12 % и 10 % соответственно, а также способствуют увеличению общего прироста длины зародышевых корешков прорастающих семян [9].

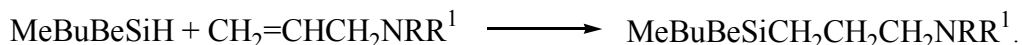
Настоящая работа посвящена изучению рострегулирующей активности гидрооксалатов бутилметил(фенилметил)-γ-аминопропилсиланов на культуре люпина в лабораторных условиях.

Методика эксперимента

Гидрооксалаты бутилметил(фенилметил)-γ-аминопропилсиланов получены в результате взаимодействия эквимольных количеств соответствующих аминопилсиланов со щавелевой кислотой в органическом растворителе при комнатной температуре:



Исходные силильные производные получены по реакции гидросилилирования соответствующих ненасыщенных аминов, катализируемой H_2PtCl_6 :



Методики получения соединений описаны в работе [9].

Исследования рострегулирующей активности проводились на культуре люпина. Было изучено влияние различных концентраций (0,001; 0,0001; 0,00001 и 0,000001 моль/л) гидрооксалатов. Опыты проводились в четырехкратной повторности по 50 штук семян люпина в каждой. Условием воздействия являлось замачивание семян

в растворах изучаемых веществ. Время экспозиции – 1 час. В качестве контроля использовались растения, полученные из семян, которые замачивались в дистиллированной воде без исследуемых веществ. Проращивание осуществлялось в растительных между слоями фильтровальной бумаги при постоянной температуре воздуха в темноте (в термостате).

Биологическая активность оценивалась по следующим морфобиологическим критериям роста и развития растений: энергия прорастания семян – способность семян быстро и одновременно прорасти (определяется как процент нормально проросших семян за определенное время); лабораторная всхожесть – способность семян образовывать нормально развитые проростки (определяется как отношение нормально проросших семян к общему числу семян взятых для проращивания); общий прирост длины зародышевых корешков прорастающих семян [10; 11]. Влияние растворов исследуемых веществ на эти показатели изучалось путем фенологических наблюдений и биометрических измерений. Статистическая обработка велась по Рокицкому [12]. Определялись средние значения результатов определения энергии прорастания, всхожести семян и длины зародышевых корешков, стандартное отклонение, ошибка среднего арифметического. Точность отличий между данными контроля и опыта определялась на основе критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Данные по влиянию растворов гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -(N-циклогексил)аминопропилсилана на показатель энергии прорастания семян люпина представлены в таблице 1. Анализ этих данных позволяет сделать заключение, что гидрооксалат бутилметил(фенилметил)- γ -(N-циклогексил)аминопропилсилана не оказывает значимого эффекта на семена люпина на данной стадии развития.

Таблица 1 – Влияние растворов гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -(N-циклогексил)аминопропилсилана на показатель энергии прорастания семян люпина

Энергия прорастания $\bar{x} \pm m$, %				
К	0,001 М	0,0001 М	0,00001 М	0,000001 М
92,00 $\pm$ 1,09	92,00 $\pm$ 1,01	93,00 $\pm$ 1,21	91,00 $\pm$ 1,09	93,00 $\pm$ 1,11

В таблице 2 представлены данные по влиянию растворов гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -пирролидинопропилсилана на показатель энергии прорастания семян люпина. Анализируя их, можно отметить, что малые молярные концентрации данного соединения (0,00001 М и 0,000001 М) повышают энергию прорастания семян люпина на 4 % по сравнению с контролем.

Таблица 2 – Влияние растворов гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -пирролидинопропилсилана на показатель энергии прорастания семян люпина

Энергия прорастания $\bar{x} \pm m$, %				
К	0,001 М	0,0001 М	0,00001 М	0,000001 М
91,00 $\pm$ 0,82	91,00 $\pm$ 0,82	92,00 $\pm$ 1,11	95,00* $\pm$ 0,55	95,00* $\pm$ 0,22
* – при уровне значимости $p < 0,01$				

В таблице 3 представлены данные по влиянию гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -пиперидинопропилсилана на показатель энергии прорастания семян

люпина. Следует отметить, что все опытные растворы данного соединения повышают названный показатель. Наибольший стимулирующий эффект проявляет 0,001 М раствор, под воздействием которого энергия прорастания семян повышается на 7 % по сравнению с контролем.

Таблица 3 – Влияние растворов гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -пиперидинопропилсилана на показатель энергии прорастания семян люпина

Энергия прорастания $x \pm m$, %				
К	0,001 М	0,0001 М	0,00001 М	0,000001 М
92,00 $\pm$ 0,44	99,00* $\pm$ 0,62	98,00* $\pm$ 1,11	95,00** $\pm$ 1,65	96,00** $\pm$ 0,92
* – при уровне значимости $p < 0,01$				
** – при уровне значимости $p < 0,05$				

Анализируя данные о влиянии гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -(N-циклогексил)аминопропилсилана на показатель всхожести семян люпина, которые представлены в таблице 4, можно отметить, что данное соединение во всех опытных концентрациях не оказывает значительного влияния на всхожесть семян.

Таблица 4 – Влияние растворов гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -(N-циклогексил)аминопропилсилана на показатель всхожести семян люпина

Всхожесть $x \pm m$, %				
К	0,001 М	0,0001 М	0,00001 М	0,000001 М
92,00 $\pm$ 1,15	92,00 $\pm$ 1,43	94,00 $\pm$ 0,81	90,00 $\pm$ 1,21	93,00 $\pm$ 1,11

Анализируя приведенные в таблице 5 данные, можно сделать заключение, что гидрооксалат бутилметил(фенилметил)- γ -пирролидинопропилсилана в минимальной опытной концентрации (0,000001 М) обладает наибольшим стимулирующим эффектом в отношении всхожести семян люпина. Обработка семян люпина раствором данной концентрации повышает всхожесть семян на 4 % по сравнению с контролем.

Таблица 5 – Влияние растворов гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -пирролидинопропил-силана на показатель всхожести семян люпина

Всхожесть $x \pm m$, %				
К	0,001 М	0,0001 М	0,00001 М	0,000001 М
93,00 $\pm$ 0,32	94,00 $\pm$ 0,44	92,00 $\pm$ 0,81	95,00** $\pm$ 0,25	97,00* $\pm$ 1,92
* – при уровне значимости $p < 0,01$				
** – при уровне значимости $p < 0,05$				

Как показывают данные, представленные в таблице 6, гидрооксалат бутилметил(фенилметил)- γ -пиперидинопропилсилана во всех опытных концентрациях повы-

шает всхожесть семян люпина. Максимальным стимулирующим эффектом обладает 0,001 М раствор, в результате воздействия которого всхожесть повышается на 8 %.

Таблица 6 – Влияние растворов гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -пиперидинопропилсилана на показатель всхожести семян люпина

Всхожесть $x \pm m$, %				
К	0,001 М	0,0001 М	0,00001 М	0,000001 М
92,00 $\pm$ 0,84	100,00* $\pm$ 0,33	98,00* $\pm$ 1,55	96,00* $\pm$ 1,32	95,00** $\pm$ 0,22
* – при уровне значимости $p < 0,01$				
** – при уровне значимости $p < 0,05$				

Опытные концентрации гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -(N-циклогексил)аминопропилсилана значимого влияния на общий прирост длины зародышевых корешков семян люпина не оказали (таблица 7).

Таблица 7 – Длина зародышевых корешков семян люпина, обработанных растворами гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -(N-циклогексил)аминопропилсилана

Время, ч	Длина $x \pm m$, мм				
	К	0,001 М	0,0001 М	0,00001 М	0,000001 М
168	55,40 $\pm$ 2,02	56,20 $\pm$ 1,23	58,29 $\pm$ 2,32	58,44 $\pm$ 1,33	55,11 $\pm$ 2,12

Представленные в таблице 8 данные показывают, что обработка семян люпина 0,000001 М раствором гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -пирролидинопропилсилана способствует достоверному повышению прироста длины зародышевых корешков по сравнению с контролем.

Таблица 8 – Длина зародышевых корешков семян люпина, обработанных растворами гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -пирролидинопропилсилана

Время, ч	Длина $x \pm m$, мм				
	К	0,001 М	0,0001 М	0,00001 М	0,000001 М
168	60,52 $\pm$ 2,08	63,45 $\pm$ 2,47	60,29 $\pm$ 2,42	59,93 $\pm$ 2,71	67,31** $\pm$ 1,33
** – при уровне значимости $p < 0,05$					

Анализ данных, представленных в таблице 9, показывает, что гидрооксалат бутилметил(фенилметил)- γ -пиперидинопропилсилана во всех опытных концентрациях повышает общий прирост длины зародышевых корешков семян люпина. Максимальным стимулирующим эффектом обладает 0,0001 М раствор данного соединения.

Таблица 9 – Длина зародышевых корешков семян люпина, обработанных растворами гидрооксалата бутилметил(фенилметил)- γ -пиперидинопропилсилана

Время, ч	Длина $x \pm m$, мм				
	К	0,001 М	0,0001 М	0,00001 М	0,000001 М
168	50,00 $\pm$ 3,13	64,55* $\pm$ 1,37	69,11* $\pm$ 2,02	60,83* $\pm$ 1,83	64,88* $\pm$ 1,95
* – при уровне значимости $p < 0,01$					

Заключение

Гидрооксалат бутилметил(фенилметил)- γ -(N-циклогексил)аминопропилсилана не оказывает значимого влияния на показатели энергии прорастания, всхожести и общего прироста длины зародышевых корешков семян люпина.

Гидрооксалат бутилметил(фенилметил)- γ -пирролидинопропилсилана в минимальной концентрации (0,000001 М) характеризуется максимальным стимулирующим эффектом в отношении изучаемых морфобиологических критериев роста и развития растений. Под воздействием раствора данной концентрации энергия прорастания и всхожесть семян люпина повышаются на 4 % по сравнению с контролем, а также достоверно повышается общий прирост длины зародышевых корешков.

Проведенное исследование показало, что потенциальным регулятором роста растений является гидрооксалат бутилметил(фенилметил)- γ -пиперидинопропилсилана. Данное соединение во всех опытных концентрациях повышает энергию прорастания семян люпина, всхожесть и общий прирост длины зародышевых корешков. Обработка семян 0,001 М раствором данного соединения повышает энергию прорастания и всхожесть на 7 % и 8 % соответственно по сравнению с контролем. Максимальным стимулирующим эффектом в отношении прироста длины зародышевых корешков обладает 0,0001 М раствор соединения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ламакова, В.А. Біялогічна актыўнасць крэмнійарганічных злучэнняў 2*Гідрааксалаты метылдыбутыл- γ -амінапрапілсіланаў / В.А. Ламакова [и др.] // Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. прыродазнаўчых навук. – 2006. – № 3. – С. 81–90.
2. Каваленка, В.В. Біялогічная актыўнасць крэмнійарганічных злучэнняў 3. Гідрааксалат дыметыл(2-тыяніл)- γ -[(N-метыл)-N'-піперазінапрапіл]сілану / В.В. Каваленка, В.А. Ламакова // Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. прыродазнаўчых навук. – 2007. – № 1. – С. 87–91.
3. Ерчак, Н.П. Гидрооксалат метилбис(фенилметил)- γ -пиперидинопропил-силана / Н.П. Ерчак [и др.] // Журнал общей химии. – 2008. – Т. 78. – Вып. 9. – С. 1580–1581.
4. Коваленко, В.В. Гидрооксалаты метилбис(фенилметил)- γ -пирролидинопропилсилана и метилбис(фенилметил)- γ -пиперидинопропилсилана / В.В. Коваленко, А. Ювко, Э. Лиепиньш // Латвийский хим. журн. – 2008. – № 4. – С. 398–399.
5. Коваленко, В.В. Рострегулирующая активность гидрооксалатов метилбис(фенилметил)- γ -аминопропилсиланов / В.В. Коваленко, О.О. Ломакова, Н.П. Ерчак // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2010. – № 1. – С. 52–59.
6. Ерчак, Н.П. Сравнительная активность гидрооксалатов γ -аминопропилсиланов / Н.П. Ерчак [и др.] // Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2010. – № 1. – С. 28–40.

7. Коваленко, В.В. Рострегулирующая активность гидрооксалата диметил(2-тиенил)-γ-[(N-метил)-N'-пиперазинопропил]силана / В.В. Коваленко, Н.П. Ерчак // *Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі.* – 2010. – № 2. – С. 14–18.

8. Коваленко, В.В. Рострегулирующая активность гидрооксалатов метилдибутил-γ-аминопропилсиланов / В.В. Коваленко, Н.П. Ерчак, О.О. Ломакова // *Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі.* – 2011. – № 1. – С. 19–23.

9. Ламакова, В.А. Біялагічная актыўнасць крэмнійарганічных злучэнняў 4. Гідрааксалаты метылбутылбензіл-γ-амінапрапілсіланаў / В.А. Ламакова [и др.] // *Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. прыродазнаўчых навук.* – 2007. – № 1. – С. 100–107.

10. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038–84. – Введ. 01.07.86. – М. : Мин-во сельского хозяйства СССР : Изд-во стандартов, 1985. – 57 с.

11. Семена сельскохозяйственных культур. Определение посевных качеств семян. Термины и определения : ГОСТ 20290–74. – Введ. 01.07.75. – М. : Всесоюзный ин-т растениеводства : Изд-во стандартов, 1975. – 23 с.

12. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 316 с.

V.V. Kavalenka, N.P. Erchak, V.A. Lamakova. Growth Regulating Activity of Hydrooxalates of Butylmethyl(Phenylmethyl)-γ-Anopropylsilanes

The growth regulating activity of hydrooxalates of butylmethyl(phenylmethyl)-γ-aminopropylsilanes – new organosilicon compounds synthesized at the Chemistry Department of Brest State University – is studied on lupin. Concentrations of aqueous solutions of the hydrooxalates stimulating germination energy, germination capacity of seeds and general length growth of the embryonic roots of germinating seeds are defined. It was found out that the treatment of lupin seeds with solutions of hydrooxalate of butylmethyl(phenylmethyl)-γ-piperidinopropylsilane of all concentrations tested truly raises germination energy, germination capacity of seeds and general length growth of the embryonic roots of germinating seeds.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 02.09.2011 г.