

Видно, что снижение эффективности катализатора становится значительно менее выражено при уменьшении скорости потока в реакторе, что вероятно связано с пористой структурой отложений на катализаторе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Было изучено окисление карбоновых кислот, нефтепродуктов и комплексов ЭДТА при различных условиях эксперимента.

При сравнении результатов исследования можно заметить, что карбоновые кислоты

действительно самые трудноокисляемые вещества. Получено что на окисление нефтепродуктов оказывает значительное влияние количество кислорода и температура. При введении различных катализаторов, наилучшим из них оказалась медь. Для всех исследованных веществ кинетика реакции соответствовала зависимости первого порядка.

Метод ЖФО позволяет достаточно полно разрушить комплексы ЭДТА-Со и может быть применен для очистки кубовых остатков АЭС от радионуклидов.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГРЕЧИХИ НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ СРЕДЕ

С.В. Рейзвих, А.Л. Верещагин

Исследовано влияние стимуляторов роста: хитозана, гуминовых и фульвиновых кислот на ростовые характеристики гречихи сорта Наташа, выращенной на грунте, искусственно загрязненном нитратами свинца и кадмия. Выявлена способность стимуляторов роста снижать фитотоксическое действие этих тяжелых металлов.

ВВЕДЕНИЕ

Тяжелые металлы (ТМ) относятся к числу наиболее распространенных и опасных для биоты загрязнителей окружающей среды. Известно, что растительные организмы чувствительны к состоянию окружающей среды и активно реагируют на ее изменение. Уровень ТМ, токсичный для разных видов и сортов культурных растений, существенно различается. Особенно существенны токсические эффекты ТМ на культурные растения, поскольку вблизи крупных городов приходится культивировать растения в условиях загрязнения, а самоочищение почв практически не происходит или скорость его чрезвычайно низка. Это диктует необходимость изучения путей поступления ТМ в почву и растения, роли каждого элемента и их взаимодействия в растительном организме, исследования ответных реакций растений различных видов на действие ТМ, а также изучение путей смягчения "металлического пресса". [1]

Свинец и кадмий распространены практически повсеместно. Они высокотоксичны – отнесены к 1-му классу опасности.

Кадмий является одним из наиболее приоритетных элементов-токсикантов. Ионы кадмия обладают большой подвижностью в почвах, легко транслоцируются в растения. [2]

Массовая доля кадмия в почвах варьируется в широких пределах. Среднее содержание кадмия в почвах находится в диапазоне от 0,07 до 1,1 мг/кг, при этом фоновые уровни кадмия в почвах не превосходят 0,5 мг/кг, более высокие значения свидетельствуют об антропогенном вкладе в содержание кадмия в верхнем слое почвы. [2]

ПДК кадмия для почв, по Кюке оценивается в 3 мг/кг. [2] А.И. Обухов и Л.И. Ефремова предлагают ПДК кадмия 1 – 10 мг/кг, в зависимости от уровня загрязнения почв. [3]

Кадмий не является физиологически важным элементом для растений, которые, однако, легко его поглощают. В растениях кадмий подавляет образование хлорофилла,

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГРЕЧИХИ НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ СРЕДЕ

тормозит фотосинтез, нарушает транспирацию. [2]

Загрязненные растения могут содержать до 400 мг/кг кадмия и более. В противоположность другим минеральным элементам кадмий может накапливаться в относительно больших количествах в генеративных органах.

В Алтайском крае особенно неблагоприятная обстановка по кадмию складывается в Рубцовском районе, где содержание кадмия в 2,45 раза больше медианного фонового значения. [4]

На загрязнение почв свинцом растения реагируют по-разному. Для некоторых характерна устойчивость. Так, из сельскохозяйственных культур толерантностью к свинцу отличаются кукуруза, овес, огурцы, из трав – костер безостый, овсяница луговая. У других растений под действием свинца появляются признаки угнетения. Это – свекла, морковь, репа, горох. [5]

Свинец относительно слабо поглощается растениями. По результатам исследований специалистов МГУ, с урожаем зерновых свинца выносятся 3 – 4 г/га; с урожаем картофеля и кормовой свеклы – 6 – 10 г/га. [5]

В растения попадает 0,003 – 0,005% всего свинца почвы. [6] Поступление свинца в растения зависит от его массовой доли в почве и от его доступности для растений.

Кларк металла в незагрязненных почвах равен 5 – 10 мг/кг. [6]

Среднее содержание свинца в пахотном слое почв различного механического состава Северо-запада России варьирует от 17,4 до 21,1 мг/кг. [2]

Проблема охраны окружающей среды в результате ее загрязнения ТМ актуальна в связи с возрастающим воздействием на природу различных отраслей промышленности, прежде всего горно-рудной.

Юго-западная часть Алтайского края относится к таким территориям, где имеется и разрабатывается ряд полиметаллических месторождений. Экологически неблагоприятная ситуация сложилась в Локтевском районе Алтайского края, где длительное время велась эксплуатация Золотушинского рудника. В 1981 г. на базе Золотушинского рудоуправления был образован Алтайский горно-обогатительный комбинат (АГОК). Добыча руды, ее транспортировка, производство полиметаллических концентратов и хранение отходов (хвостохранилища) сопровождалось активным загрязнением окружающей среды ТМ. В настоящее время АГОК прекратил свое

существование. Однако хвостохранилища продолжают оставаться довольно серьезными источниками загрязнения территории: в состав отходов процесса обогащения входят такие токсические элементы как свинец, кадмий, цинк и другие. Частые сильные ветры, характерные для этой степной местности, способствуют активному пылению, что сопровождается загрязнением прилегающих территорий. [2]

Хитозан в настоящее время рассматривается как регулятор различных физиологических реакций высших растений. Установлено, что хитозан индуцирует эффективные защитные реакции в растениях, включая индукцию фитоалексинов, синтез защитных белков, лигнификацию и др. Хитозан может контролировать развитие болезней, возбудителями которых являются патогенные грибы.

Хитозан является линейным полимером. Его химическое название – 2-диокси-2-амино-D-глюкоза, или D-глюкозамин. В этом полимере звенья между собой соединены 1,4-гликозидными связями, формируя длинную цепочку линейного полимера. Степень его полимеризации составляет 2000...4000 главных единиц.

Хитин и хитозан содержат несколько функциональных групп - гидроксильные, карбинольные, амино-, ацетиламидные группы и кислородные мостики, поэтому механизм сорбции тяжелых металлов этими полимерами имеет довольно сложный характер. В зависимости от условий он может включать комплексообразование, ионный обмен и поверхностную адсорбцию, однако большинство исследователей в последнее время склоняются к тому, что чаще всего преобладает хелатное комплексообразование, обусловленное высокой электродонорной способностью атомов азота и кислорода. Благодаря этому хитиновые сорбенты обладают удивительно широким спектром сорбируемых элементов. Практически это ионы всех металлов, за исключением щелочных и щелочно-земельных. При этом хитозан в большинстве случаев является более эффективным сорбентом, чем хитин, и по своей хелатирующей способности не уступает хорошо известной смоле Дауэкс-1. [7]

Хитиновые сорбенты могут успешно применяться для очистки водных растворов от самых различных загрязнений: практически от всех ТМ, многих радионуклидов, бактерий, многих органических примесей, пестицидов и других соединений. Они могут быть использованы для очистки питьевой воды,

сточных вод различных производств, технологических растворов и других жидких систем. В последние годы найдены технические решения для очистки шламов, донных отложений и почв с использованием хитиновых материалов. По ряду технологических показателей сорбенты на основе хитина и его производных превосходят многие другие известные сорбенты. [7]

Высокие сорбционные характеристики, низкая зольность и постоянно снижающиеся цены на хитин и хитозан позволяют высоко оценивать возможности использования этих сорбентов. [7]

Гуминовые вещества – это широко распространенные органические углеродсодержащие соединения, образующиеся в результате сложных биохимических процессов разложения флоры и фауны под действием микроорганизмов, влаги и атмосферного кислорода. Они представляют группу высокомолекулярных соединений, имеющих широкий диапазон молекулярных весов. Гуминовые вещества подразделяются в соответствии с их растворимостью и включают гуминовые кислоты, фульвиновые кислоты, гематомелановые кислоты и гумин.

Гуминовые вещества увеличивают содержание хлорофилла в листьях растений, оказывают влияние на процессы фотосинтеза; воздействуют на механизмы гормональной регуляции, т.к. содержат в своем составе некоторые фитогормоны, а также увеличивают проницаемость клеточных мембран, улучшая транспорт питательных веществ и продуктов метаболизма.

Действие гуминовых стимуляторов на растение многогранно. Гуминовые вещества ускоряют обменные процессы в растениях, увеличивают скорость образования белков и, прежде всего белков-ферментов, влияют на баланс азота в тканях.

Возрастает интерес и к процессам комплексообразования гуминовых и фульвиновых кислот с ионами металлов. Это обусловлено участием этих кислот во многих биологических, биохимических и геохимических процессах, которые реализуются посредством взаимодействия с минеральными элементами. Так, например, реакции гуминовых кислот с соединениями металлов являются обязательным и основным звеном почвообразовательного процесса. Взаимодействие гуминовых кислот с минеральными элементами почв приводит к формированию своеобразного «депо» биоэлементов, регулирующего режим питания растений в зависи-

мости от условий окружающей среды. Образование комплексов с гуминовыми кислотами играет важную роль в процессах миграции и доставки биогенных металлов в биологические системы.

Гуминовые и фульвиновые кислоты наряду с другими потенциальными лигандами природного происхождения могут играть определенную роль в загрязнении окружающей среды различными токсическими элементами. [9]

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Опыты заключались в выращивании растений на искусственно загрязненном песчаном грунте.

При подготовке к опытам кварцевый песок промывали проточной водой, просушивали и прокаливали. В качестве вегетационных сосудов использовались пластиковые контейнеры размером 0,14 × 0,22 × 0,02 м.

Каждый контейнер набивался одинаковым количеством подготовленного для опыта песка (0,4 кг/контейнер). Для посева отбиралась средняя проба семян гречихи районированного сорта Наташа. Семена высевались на глубину 1 см из расчета 2000 семян на 1 м² (60 семян на 1 контейнер). Расстояние между семенами составляло около 2 см. Песок в контейнерах обрабатывался водными растворами с соответствующей массовой долей ионов азотнокислого кадмия или свинца: ПДК, 2ПДК, 4ПДК, 8ПДК. ПДК свинца в почве составляет 20 мг/кг, кадмия – 3 мг/кг.

Параллельно ставился эксперимент с применением помимо нитратов металлов стимуляторов роста и развития растений: хитозана (Хз), гуминовых (ГК) и фульвиновых (ФК) кислот.

Гуминовые и фульвиновые кислоты были получены экстрагированием из торфа, согласно методике Орлова Д.С. (1961). Хитозан был получен деацетилированием хитина панциря рачков *Gammarus Lacustris*. [7] Стимуляторы роста использовались в общепринятых массовых долях (в виде 0,01 % водных растворов). В контрольном варианте (К) для обработки грунта использовалась только вода.

Опыты закладывались в трехкратной повторности. В течение опыта велись фенологические наблюдения. Систематически измерялась высота стебля от основания до верхушечной почки.

По истечении 30 дней вегетации, растения извлекались из песка. При ликвидации опыта оценивалось количество растений,

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГРЕЧИХИ
НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ СРЕДЕ**

измерялась длина надземной и корневой частей растений, определялась масса воздушно-сухого растительного материала.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты эксперимента представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Влияние $Pb(NO_3)_2$ и стимуляторов роста на ростовые характеристики гречихи сорта «Наташа»

| Вариант | Количество растений, шт/м ² | Длина растений, см | | Воздушно-сухая масса растений, г | |
|------------------------|--|--------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| | | надземной части | корневой части | надземной части | корневой части |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Контроль | 1282 | 10,9 | 7,0 | 0,0128 | 0,0028 |
| Гк | 1319 | 10,7 | 6,0 | 0,0127 | 0,0032 |
| ФК | 1575 | 11,3 | 7,0 | 0,0131 | 0,0027 |
| Хз | 1832 | 13,1 | 7,2 | 0,0138 | 0,0029 |
| $Pb(NO_3)_2$, ПДК | 293 | 11,0 | 4,9 | 0,0116 | 0,0023 |
| $Pb(NO_3)_2$, 2ПДК | 293 | 10,0 | 7,3 | 0,0128 | 0,0023 |
| $Pb(NO_3)_2$, 4ПДК | 366 | 11,5 | 6,0 | 0,0116 | 0,0031 |
| $Pb(NO_3)_2$, 8ПДК | 586 | 8,3 | 6,8 | 0,0136 | 0,0032 |
| $Pb(NO_3)_2$, ПДК+ГК | 1575 | 11,6 | 6,0 | 0,0153 | 0,0031 |
| $Pb(NO_3)_2$, 2ПДК+ГК | 879 | 10,9 | 5,3 | 0,0156 | 0,0041 |
| $Pb(NO_3)_2$, 4ПДК+ГК | 1319 | 13,6 | 6,7 | 0,0146 | 0,0032 |
| $Pb(NO_3)_2$, 8ПДК+ГК | 659 | 10,2 | 5,3 | 0,0176 | 0,0043 |
| $Pb(NO_3)_2$, ПДК+ФК | 1685 | 13,5 | 5,8 | 0,0119 | 0,0020 |
| $Pb(NO_3)_2$, 2ПДК+ФК | 366 | 10,5 | 6,3 | 0,0143 | 0,0031 |
| $Pb(NO_3)_2$, 4ПДК+ФК | 1209 | 14,7 | 6,8 | 0,0132 | 0,0028 |
| $Pb(NO_3)_2$, 8ПДК+ФК | 476 | 8,6 | 5,1 | 0,0113 | 0,0025 |
| $Pb(NO_3)_2$, ПДК+Хз | 1355 | 14,8 | 5,7 | 0,0133 | 0,0024 |
| $Pb(NO_3)_2$, 2ПДК+Хз | 1392 | 11,3 | 5,9 | 0,0134 | 0,0030 |
| $Pb(NO_3)_2$, 4ПДК+Хз | 1392 | 10,6 | 5,8 | 0,0125 | 0,0024 |
| $Pb(NO_3)_2$, 8ПДК+Хз | 1172 | 11,2 | 5,2 | 0,0144 | 0,0030 |

Таблица 2

Влияние $Cd(NO_3)_2$ и стимуляторов роста на ростовые характеристики гречихи сорта «Наташа»

| Вариант | Количество растений, шт/м ² | Длина растений, см | | Воздушно-сухая масса растений, г | |
|------------------------|--|--------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| | | надземной части | корневой части | надземной части | корневой части |
| Контроль | 1282 | 10,9 | 7,0 | 0,0128 | 0,0028 |
| Гк | 1319 | 10,7 | 6,0 | 0,0127 | 0,0032 |
| ФК | 1575 | 11,3 | 7,0 | 0,0131 | 0,0027 |
| Хз | 1832 | 13,1 | 7,2 | 0,0138 | 0,0029 |
| $Cd(NO_3)_2$ | 696 | 8,8 | 5,6 | 0,0117 | 0,0022 |
| $Cd(NO_3)_2$, 2ПДК | 293 | 9,4 | 7,1 | 0,0129 | 0,0027 |
| $Cd(NO_3)_2$, 4ПДК | 623 | 8,1 | 6,3 | 0,0123 | 0,0022 |
| $Cd(NO_3)_2$, 8ПДК | 842 | 10,1 | 6,1 | 0,0131 | 0,0026 |
| $Cd(NO_3)_2$, ПДК+Гк | 696 | 10,2 | 5,4 | 0,0133 | 0,0026 |
| $Cd(NO_3)_2$, 2ПДК+Гк | 1062 | 10,0 | 6,6 | 0,0118 | 0,0033 |
| $Cd(NO_3)_2$, 4ПДК+Гк | 1429 | 8,8 | 7,5 | 0,0131 | 0,0033 |
| $Cd(NO_3)_2$, 8ПДК+Гк | 806 | 10,0 | 4,5 | 0,0110 | 0,0026 |

Прод.табл. 2

| | | | | | |
|------------------------------------|------|------|-----|--------|--------|
| $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ПДК+Фк | 1136 | 12,8 | 5,3 | 0,0119 | 0,0024 |
| $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 2ПДК+Фк | 1245 | 12,7 | 7,2 | 0,0127 | 0,0027 |
| $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 4ПДК+Фк | 1282 | 12,8 | 6,3 | 0,0127 | 0,0027 |
| $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 8ПДК+Фк | 1282 | 11,1 | 7,1 | 0,0151 | 0,0031 |
| $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ПДК+Хз | 1319 | 13,4 | 7,1 | 0,0119 | 0,0022 |
| $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 2ПДК+Хз | 769 | 10,2 | 6,1 | 0,0117 | 0,0023 |
| $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 4ПДК+Хз | 916 | 11,3 | 7,6 | 0,0134 | 0,0046 |
| $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 8ПДК+Хз | 1099 | 8,9 | 5,3 | 0,0135 | 0,0028 |

Как показывают полученные результаты, значения ростовых характеристик гречихи выше в случае добавления к загрязненной среде стимуляторов роста в сравнении с вариантами без их применения.

Особенно это видно при анализе таких значений, как количество выживших к концу опыта растений и длина надземной части гречихи. Так, например, урожайность гречихи, выращенной на грунте, содержащем $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, составила 293 – 586 шт/м² в зависимости от массовой доли загрязнителя в то время, как урожайность растений, выращенных на грунте, обработанном $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ +Гк, находилась в пределах 659 – 1575 шт/м²; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ +Фк – 476 - 1685 шт/м²; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ +Хз – 1135 – 1392 шт/м². Длина надземной части гречихи, выращенной на песке, в который был внесен нитрат свинца, находилась в пределах 8,3 – 11,5 см в сравнении с 10,2 – 13,6 см для $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ +Гк, 8,6 – 14,7 см для $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ +Фк и 10,6 – 14,8 см для $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ +Хз.

По способности снижать угнетающее действие нитрата свинца стимуляторы роста можно расположить в следующей последовательности:

- количество растений – Хз > Гк > Фк;
- высота стебля – Хз ≈ Фк > Гк ;
- длина корня – Фк ≈ Гк ≈ Хз;
- масса надземной части – Гк > Хз > Фк;
- масса корней – Гк > Хз = Фк.

Число растений гречихи, выращенной на грунте, в который помимо нитрата кадмия были добавлены хитозан, гуминовые и фульвиновые кислоты, составила в зависимости от массовой доли нитрата кадмия 769 – 1319 шт/м²; 695 – 1429 шт/м²; 1136 – 1282 шт/м² соответственно в сравнении с 293 – 842 шт/м² без обработки стимуляторами (грунт содержал только $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$). Длина надземной части растений, выращенных на грунте, содержащем $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, составила 8,1 – 10,1 см, на грунте с $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ +Гк составила 8,8 – 10,2

см, на грунте с $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ +Фк – 11,1 – 12,8 см, на грунте с $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ +Хз – 8,9 – 13,4 см.

При этом если расположить стимуляторы, по их способности снижать неблагоприятное воздействие на рост гречихи, то можно получить следующие ряды для нитрата кадмия:

- количество растений – Фк > Хз > Гк;
- высота стебля – Фк > Хз > Гк;
- длина корня – Фк ≈ Хз > Гк;
- масса надземной части – Фк > Хз ≈ Гк;
- масса корней – Хз = Гк > Фк.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

– по большинству оцениваемых показателей: количество растений, длина надземной и корневой частей растений, масса надземной части воздушно-сухого растительного материала стимуляторы роста можно расположить в следующей последовательности по эффективности их действия в условиях чистого грунта на гречиху: Хз > Фк > Гк.

– хитозан, гуминовые и фульвиновые кислоты снижают фитотоксическое действие нитрата свинца и нитрата кадмия по отношению к гречихе;

– эффективность действия стимуляторов зависит от природы загрязнителя;

– неблагоприятное действие азотнокислого кадмия, присутствующего в грунте в концентрациях ПДК – 8ПДК, в наибольшей степени снижают фульвиновые кислоты;

– в условиях загрязнения почвы нитратом свинца наибольшей выживаемости растений способствует хитозан;

– положительное действие гуминовых кислот в наибольшей степени проявляется в развитии корневой системы. Растения, выращенные на чистом грунте, а также на грунте, содержащем нитраты свинца и кадмия, в случае применения гуминовых кислот имеют хорошо развитые, густые корни.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГРЕЧИХИ НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ СРЕДЕ

ЛИТЕРАТУРА

1. Башмаков Д.И. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Нижний Новгород, 2002. – 18 с.
2. Краткое заключение по хоздоговорной теме 10/99 “Сбор, анализ и подготовка архивной экологической информации по Локтевскому району и г. Горняку для оценки объема работ с целью классификации территории по степени экологического неблагополучия” / Ин-т водных и экологических проблем СО РАН; рук. Винокуров Ю.И.; исполн. Суторихин И.А. – Барнаул, 2000. – 211 с.
3. Обухов А.И., Ефремова Л.И. Охрана и рекультивация почв, загрязненных тяжелыми металлами / тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы. – М.: изд-во МГУ, 1988. – ч.1. – 251 с.
4. Дьяконова О.В. Тяжелые металлы и минеральные формы азота в системе почва-растение: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2005. – 16 с.
5. Галиулин Р.В. Инвентаризация и рекультивация почвенного покрова агроландшафтов, загрязненного различными химическими веществами. 1. Тяжелые металлы // Агрехимия. – 1994. – №7-8. – С.132 – 143.
6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах растений. – М.: Мир, 1989. – 436 с.
7. Хитин и хитозан: Получение, свойства и применение / по ред. Скрябина К.Г. и др. – М.: Наука, 2002. – 368 с.
8. Климонова А.А., Комиссаров И.Д. Влияние гуминовых препаратов на ростовые процессы растений // Гуминовые препараты: Сб. науч. тр. – Тюмень, 1971. – С 193 – 198.
9. Тейт Р. Органическое вещество почвы. – М.: Мир, 1991. – 399 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХМАЛЫХ ДОЗ БАВ И ГОМЕОПАТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

А.Л. Верещагин, Т.Л. Цой, В.В. Кропоткина

Дан обзор исследований по биологической активности сверхмалых доз биологически активных веществ и гомеопатических препаратов на онтогенез растений – стадии прорастания и развития побегов, а также на их восприимчивость к грибным инфекциям.

ВВЕДЕНИЕ

В середине 80-х годов XX столетия в работах ряда исследователей [1–4] были получены неожиданные результаты при изучении закономерностей биоэффектов физиологически активных веществ в области малых и сверхмалых доз или массовых долей (в интервале 10^{-5} – 10^{-17} М и менее). При уменьшении массовой доли вещества на 1–2 порядка эффект закономерно снижался, затем наступала «зона молчания» (при более низких массовых долях эффект не наблюдался), а далее при последующем уменьшении массовой доли, отличной от первоначальной на 4–6 порядков, эффект возникал снова. Это явление получило название эффекта сверхмалых доз (СМД). Условно такую чувствительность биоэффектов можно разделить на *пико-* ($\times 10^{-12}$ М) и *фемто-* ($\times 10^{-15}$ М) граммовой чувствительность [5].

Такой эффект СМД наблюдался при исследовании разнообразных химических агентов

тов: регуляторов роста растений, противоопухолевых препаратов, нейропептидов и гормонов, иммуномодуляторов, антиоксидантов и других как белковых, так и небелковых соединений.

В то же время была опубликована работа [5], в которой описывалось воздействие физиологически активных веществ в массовых долях от 10^{-9} М вплоть до ничтожно малых значений. В этом случае биоэффект приходится на массовые доли ниже даже тех, которые используются в гомеопатии – системе лечения ничтожно малыми дозами, предложенной в 1796 году немецким врачом С.Ганеманом. Идеология гомеопатии “микродозы по принципу подобия” подкреплена огромным количеством наблюдений и положительных результатов лечения, что дает возможность активного ее сосуществования с официальной медициной, например, [6].