



пробе воды Екатерининского месторождения. Содержание ионов Pb^{2+} колеблется в пределах 0,240–0,480 мг/л, среднее значение – 0,337 мг/л. Содержание ионов Zn^{2+} колеблется в пределах 0,06–0,492 мг/л, среднее значение – 0,253 мг/л. Содержание ионов Mn^{2+} колеблется в пределах 0,220–0,996 мг/л, среднее значение – 0,447 мг/л. Содержание ионов Cr^{3+} колеблется в пределах 0,608–1,080 мг/л, среднее значение – 0,894 мг/л. Ионы Pb^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} преобладают в пробе воды Комсомольского месторождения. А содержание ионов Cu^{2+} колеблется в пределах от 0,120 до 0,385 мг/л, среднее значение – 0,201 мг/л. И наибольшее содержание ионов Cu^{2+} отмечается в пробе воды Восточно-Камышанского месторождения.

Список литературы

1. Богдановский Г. А. Химическая экология : учеб. пособие. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1994. 237 с.
2. Большаков В. Н., Горчаковский П. П., Добринский Л. Н., Магомедова М. А., Семериков Л. Ф. Биогеоценологические исследования на Ямале // Проблемы антропогенной динамики биогеоценозов. М. : Наука, 1990. С. 72.
3. Андерсон Р. К., Мукатонов А. Х., Бойко Т. Ф. Экологические последствия загрязнения почв нефтью // Экология. 1980. № 2. С. 256–263.
4. Измайлов Н. М., Пиковский Ю. И. Рекультивация земель, загрязненных при добыче и транспортировке нефти и нефтепродуктов // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М. : Наука, 1988. С. 220–230.
5. Артемьева Т. И., Жеребцов А. К., Борисович Т. М. Влияние загрязнений почвы нефтью и промышленными сточными водами на комплекс почвенных животных // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем : сб. науч. тр. М. : Наука, 1988. С. 82–98.
6. Гилязов М. Ю., Гайсин И. А., Гайнутдинов М. З. Охрана почв в районах нефтедобычи Татар. АССР // Защита растительности и охрана природы в Татар. АССР. Казань : Татар. кн. изд-во, 1989. С. 28.
7. Кузнецов А. Е. Научные основы экибиотехнологии : учеб. пособие для вузов. М. : Мир, 2006. 504 с.
8. Конторович А. Э., Нестеров И. И., Салманов Ф. К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. М. : Недра, 1975. С. 258.
9. Агеев В. Н., Вальков В. Ф., Чешев А. С., Цвильев Е. М. Экологические аспекты плодородия почв Ростовской области. Ростов н/Д : Изд-во СКВШ, 1996. 167 с.

УДК 579.64

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ БИОРЕМЕДИАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ГЕРБИЦИДОМ «ГЕЗАГАРД»

В. В. Олискевич¹, Н. М. Талаловская¹, С. Э. Третьякова¹,
Е. А. Барышникова¹, О. Ю. Ксенофонтова², В. А. Гребенщикова¹,
И. Ю. Андрухина¹, Е. В. Басова¹, М. И. Правдивцева¹,
Ю. А. Живайкина¹, Е. В. Иванова²

¹Научно-исследовательский институт технологий органической и неорганической химии и биотехнологий (НИИТОНХиБТ), Саратов

²Саратовский государственный университет
E-mail: tretse1@mail.ru ksenofontova64@mail.ru

Проведена оптимизация технологий восстановления земель, загрязненных пестицидами, для черноземных почв. Дана оценка эффективности ремедиации почвы при использовании различных технологий. Изучена биологическая активность почвы в условиях загрязнения гербицидом «Гезагард» и определена скорость деградации пестицида при использовании следующих технологических приемов: стимулирование автохтонной микрофлоры агротехническими приемами (рыхление, полив, внесение углеводно-минеральной добавки) и внесение капсулированного и некапсулированного микроорганизма – деструктора пестицида *Pseudomonas putida* П2.

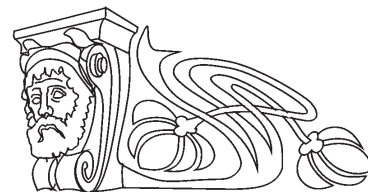
Ключевые слова: технологии биоремедиации, пестицид «Гезагард», прометрин, микроорганизмы деструкторы, рекуль-

тивация земель, загрязнение пестицидами, деструктор *Pseudomonas putida*.

Optimization Technology Bioremediation Agricultural Land of Contaminated of Herbicide «Gezagard»

V. V. Olishevich, N. M. Talalovskaya, S. E. Tretyakova,
E. A. Baryshnikova, O. U. Ksenofontova,
V. A. Grebenshchikova, I. Y. Andryuhina, E. V. Basova,
M. I. Pravdivzheva, U. A. Zhivaikina, E. V. Ivanova

The optimization technology restoring land contaminated by pesticides, for black soil. Assessed the effectiveness of soil remediation





using different technologies. Studied the biological activity of the soil contamination in the herbicide «Gezagard» and determined the rate of degradation of the pesticide with the following processing methods: stimulation of autochthonous microflora cultural practices (tillage, irrigation, application of carbohydrate-mineral supplements) and the introduction of encapsulated and non-encapsulated microorganism – destructor pesticide *Pseudomonas putida* P2.

Key words: bioremediation technology, the pesticide «Gezagard», prometrin, microorganisms destructors, *Pseudomonas putida*, land reclamation, pollution pesticides.

В связи с интенсивным использованием химических средств защиты растений на сельскохозяйственных полях, механической обработкой почвы и низким поступлением в почву органических остатков агроценозы характеризуются низкой биологической активностью, снижением плодородия и слабой самоочищающей способностью [1]. В результате большинство земель исключаются из сельскохозяйственного оборота вследствие накопления в них токсических загрязнителей [2, 3]. Известно, что плодородие и самоочищение почв напрямую зависит от микробиологических процессов, однако в результате высокой интоксикации почвы автохтонная микрофлора зачастую не в состоянии справиться с загрязнением [4].

В настоящее время успешным решением проблемы восстановления плодородия являются разработка, освоение и оптимизация технологий ремедиации земель. Однако почвы, располагающиеся в различных климатических условиях, отличаются по физическому, химическому и микробиологическому составу. В результате эффективность разработанных методов рекультивации может резко отличаться для различных регионов и типов почв.

Цель данного исследования – оптимизация технологий ремедиации почв типа «чернозем южный» Нижнего Поволжья, загрязненной гербицидами.

В качестве модельного загрязнителя почвы был выбран гербицид сим-триазинового ряда «Гезагард» (производство «Сингента Кроп Протекшн АГ», Франция) с действующим веществом «Прометрин». Данный пестицид широко используется в растениеводстве на территории России и обладает широким спектром действия против однолетних двудольных и злаковых сорняков на посевах картофеля, капусты, злаковых и масличных культур [5]. Для получения высокого загрязнения почвы вносили 0,1 мл гезагарда на 1 кг почвы, что соответствовало 50 мг/кг действующего вещества прометрина (100 ПДК/кг).

В ходе эксперимента предстояло изучить биологическую активность почвы в условиях загрязнения гербицидом «Гезагард» и определить скорость деградации пестицида при использовании следующих технологических приемов:

1) стимулирование автохтонной микрофлоры агротехническими приемами (рыхление, полив, внесение углеводно-минеральной добавки);

2) внесение капсулированного и некапсулированного микроорганизма – деструктора пестицида *Pseudomonas putida* П2 [6].

Работа выполнена на базе ООО «Научно-исследовательского института технологий органической и неорганической химии и биотехнологий (НИИТОНХиБТ) г. Саратова.

Материалы и методы исследований

Подготовка земельного участка к испытаниям

Для разработки технологий ремедиации в полевых условиях был выбран земельный участок, содержащий почву типа «чернозем южный» (паспорт почвы составлен на базе аккредитованной лаборатории в ФБГУ Государственная станция агрохимической службы «Саратовская»). Перед полевыми испытаниями почва подвергалась механической обработке (фрезерование, боронование) и изучению физических и микробиологических характеристик. Санитарно-микробиологический анализ почвы проводили на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области». Изучение численности и идентификацию микроорганизмов почвы проводили на кафедре микробиологии и физиологии растений биологического факультета СГУ.

Для оценки эффективности ремедиации почвы при использовании различных технологий экспериментальный участок земли был поделен на четыре площадки (табл. 1).

Технологический прием – стимулирование автохтонной микрофлоры

Для стимулирования естественной микрофлоры использовали следующие агротехнические приемы:

- рыхление почвы;
- полив и поддержание 30–40% влажности почвы от полной ее влагоемкости;
- внесение минерально-углеводной добавки, г/кг: аммиачная селитра – 0,3; нитроаммофоска – 0,3; сахароза – 1.

Влажность и влагоемкость почвы определяли гравиметрическим методом [7] и влагомерами модели TR-46908a.



Таблица 1

Параметры и назначение земельных участков для ремедиации почвы при использовании различных технологий

Номер участка	Параметры (длина/ ширина), м	Назначение земельных участков
1	10 × 2	Предназначен для внесения гезагарда и контроля его концентрации в почве, под воздействием абиогенных факторов окружающей среды и аборигенной микрофлоры. Служит «контролем» по отношению к участкам № 2, 3, 4 (загрязненный контроль)
2	10 × 2	Предназначен для внесения гезагарда и контроля его концентрации в почве при проведении агроприемов (рыхление, полив, внесение углеводно-минеральной добавки)
3	10 × 2	Предназначен для внесения гезагарда и контроля его концентрации в почве при проведении агроприемов и внесении некапсулированного деструктора прометрина <i>Pseudomonas putida П2</i>
4	10 × 2	Предназначен для внесения «Гезагарда» и контроля его концентрации в почве при проведении агроприемов и внесении капсулированного деструктора прометрина <i>Pseudomonas putida П2</i>

Разрабатываемые агроприемы (полив, аэрация и внесение удобрений) проводили в слое почвы глубиной не более 0,12 м. В связи с этим для полива было рассчитано определенное количество воды (19,5 л на 1 м²), которое не проникало в слой почвы глубже 0,1 м для исключения смыва пе-

стицида в нижние слои грунта. Для поддержания влажности почвы 30–40% полив осуществляли с помощью специального откалиброванного навесного оборудования (рис. 1). Для исключения попадания излишней влаги с осадками экспериментальные участки укрывали тентами (рис. 2).



Рис. 1. Дозированный полив почвы с помощью навесного оборудования



Рис. 2. Укрытие участков тентами

*Технологический прием – внесение некапсулированного деструктора прометрина *Pseudomonas putida П2**

Наработку необходимого количества биопрепарата-деструктора проводили в ферментере при температуре 25–28 °С в течение 3 суток. Внесение полученной взвеси, содержащей 1,08 × 10⁹ кл/мл штамма *Pseudomonas putida П2*, осуществляли путем распыления на поверхность почвы с помощью навесного оборудования, установленного на минитракторе (рис. 3 а, б).

Технологический прием – внесение капсулированного деструктора

Для приготовления капсулированного деструктора использовали микрокапсулы марки МКП (ТУ 2292–003–13525135–2009) (рис. 4 а, б), предоставленные разработчиком, и штамм – деструктор прометрина *Pseudomonas putida П2*.

Инокуляцию капсул деструктором проводили в соответствии с рекомендациями производителя, в которых требовалось проводить смешивание капсул и культуры бактерий в отношении 2,5 : 97,5% по массе и культивирование с бактериями в течение 2,5 ч. Конечная концентрация бактериальных клеток в суспензии с капсулами соответствовала ≈ 1–1,2 × 10⁸ кл/мл. Для того чтобы

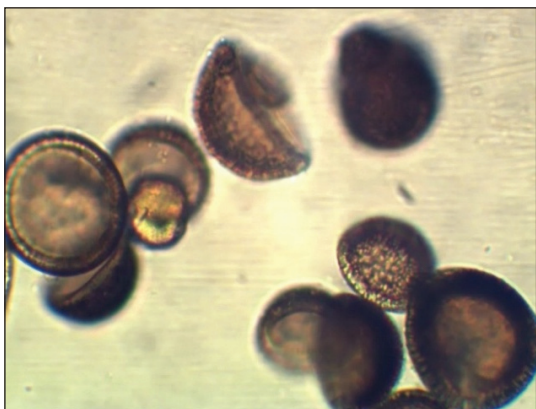


а



б

Рис. 3. Навесной распылитель биопрепарата; а – установка на минитракторе; б – распыление биопрепарата



а



б

Рис. 4. Микрокапсулы (а) и адгезия клеток *Pseudomonas putida* на поверхности капсул при совместном культивировании в течение 2,5 ч (б) (ув. 1 : 15000)

исключить влияние сорбционных свойств капсул на общую динамику уменьшения концентрации ДВ прометрина в почве, была установлена их относительная сорбционная емкость (11,7 мг ДВ прометрина/1 г капсул). Внесение капсулированного микроорганизма-деструктора осуществляли путем распыления на поверхность почвы с помощью ранцевого опрыскивателя (рис. 5).

Определение микробиологического состава почвы и идентификацию выделенных культур проводили по стандартным методикам [8–11].

Содержание пестицида в почве определяли хромато-масс-спектрометрическим методом путем определения концентрации прометрина в режиме селективного детектирования характеристических ионов-аналитов в соответствии со стандартной аттестованной методикой выполнения измерений [12]. Условия хроматографической программы и режима масс-спектрометра



Рис. 5. Опрыскиватель «ранцевый» для внесения капсулированного штамма-деструктора



подбирали экспериментально для прометрина, в соответствии с данными библиотеки спектров MS Search v.2.0.

Отбор образцов почв с экспериментальных участков проводили согласно нормативным документам [13].

Результаты и их обсуждение

Результат разрабатываемых технологических приемов оценивали по качественному и количественному составу почвенных микроорганизмов и химическим показателям остаточной концентрации пестицида.

Оценка микробиологической активности почвы

Бактериологические исследования были направлены на изучение численности и определение доминирующих видов среди гетеротрофных бактерий (аммонификаторов), актиномицетов, плесневых грибов, азотфиксирующих и целлюлозоразрушающих бактерий до проведения испытаний и после. Интерес к этим группам автохтонной микрофлоры был вызван их участием в процессах минерализации и гумусообразования [14–17].

Для оценки эффективности разрабатываемых технологических приемов проведен сравнительный анализ микробиологического состава почвы до проведения эксперимента на 1-е сутки и после – на 30-е сутки.

Учет численности микроорганизмов до применения технологий ремедиации проводили в средней пробе почвы со всех экспериментальных участков.

Анализ полученных результатов показал, что среди аммонификаторов 54% бактерий относились к роду *Bacillus*, среди которых доминировали виды *B. cereus*, *B. megatherium* и *B. mesentericus*. Остальные были представлены неспорообразующими бактериями родов *Artrobacter*, *Micrococcus* и *Agromyces*. Из актиномицетов наиболее часто выделялись представители групп *Albus* и *Griseus*. Среди микроскопических грибов доминировали виды родов *Mucor*, *Penicillium* и *Fusarium*. Из азотфиксирующих микроорганизмов чаще всего идентифицировались *Azomonas agilis* и *Azotobacter chroococcum*. Среди целлюлозоразрушающих микроорганизмов доминировали *Cellulomonas* и *Cellvibrio* (табл. 2).

Таблица 2

Численность микроорганизмов (м/о) почвы при проведении технологических приемов ремедиации

Группа микроорганизмов	Число м/о до загрязнения и ремедиации (контроль) КОЕ/г (M±m)	Число м/о в почве на экспериментальных участках после загрязнения и ремедиации, КОЕ/г (M±m)			
		Участок №1	Участок №2	Участок №3	Участок №4
Азотфиксирующие бактерии	$12 \times 0,07 \times 10^5$	$1,2 \pm 0,3 \times 10^5$	$15,4 \pm 0,3 \times 10^5$	$20,6 \pm 0,5 \times 10^5$	$23,3 \pm 0,1 \times 10^5$
Актиномицеты	$20,5 \pm 0,4 \times 10^4$	$4,5 \pm 0,1 \times 10^4$	$16,3 \pm 0,4 \times 10^4$	$18,5 \pm 0,3 \times 10^4$	$27,2 \pm 0,2 \times 10^4$
Гетеротрофные бактерии	$16,8 \pm 0,3 \times 10^7$	$12,6 \pm 0,4 \times 10^6$	$21,2 \pm 0,3 \times 10^6$	$55,9 \pm 0,6 \times 10^6$	$77,1 \pm 0,4 \times 10^6$
Плесневые грибы	$21,0 \pm 0,1 \times 10^4$	$7,4 \pm 0,3 \times 10^3$	$11,7 \pm 0,2 \times 10^3$	$15,2 \pm 0,3 \times 10^3$	$22,9 \pm 0,3 \times 10^3$
Целлюлозоразрушающие бактерии	$3,2 \pm 0,07 \times 10^2$	$2,3 \pm 0,2 \times 10^2$	$4,4 \pm 0,3 \times 10^2$	$16,2 \pm 0,4 \times 10^2$	$22,6 \pm 0,2 \times 10^2$

Примечание. 1 – участок почвы, загрязненный пестицидом; 2 – участок почвы, загрязненный пестицидом + агротехнические приемы; 3 – участок почвы, загрязненный пестицидом + агротехнические приемы + биодеструктор; 4 – участок почвы, загрязненный пестицидом + агротехнические приемы + биодеструктор + капсулы.

Оценка полученных результатов позволила выявить стимулирование биологической активности почвы при использовании всех изученных технологий. Доказано, что внесение деструктора пестицида на участках № 3 и № 4 приводит к увеличению видового разнообразия и наибольшей активизации процессов размножения микроорганизмов, осуществляющих детоксикацию почвы. Следует отметить тот факт, что внесение капсулированного препарата деструктора в меньшей концентрации, чем некапсулированного,

благоприятно влияет на бактериальную микрофлору, содержащуюся в почве. Возможно, использование иммобилизованного на капсулах штамма позволяет длительно сохранять в почве высокий титр деструктора и осуществлять более полную деградацию препарата. Интродукция штамма *Pseudomonas putida* П2 в почву не вызвала нарушения микробного баланса автохтонной микрофлоры, а наоборот, активизировала микробиологические процессы, ответственные за детоксикацию.



Оценка показателей концентраций пестицида

Для контроля концентрации пестицида от-

бор проб осуществляли сразу после внесения препарата, а также на 7-е, 14-е, 21-е и 30-е сутки. Полученные данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Динамика изменения концентрации прометрина в почве экспериментальных участков

Номер участка	Концентрация действующего вещества (ДВ) прометрина, мг/кг					
	0 сутки	7-е сутки	14-е сутки	21-е сутки	30-е сутки	Степень деструкции, %
1	51,84±0,31	49,67±0,31	48,21±0,35	50,11±0,42	48,39±0,34	6,66
2	50,01±0,21	48,15±0,13	46,65±0,52	44,41±0,36	43,25±0,25	13,5
3	49,87±0,24	34,73±0,16	18,19±0,34	16,47±0,31	15,17±0,17	69,6
4	49,62±0,34	22,44±0,18	11,5±0,25	10,69±0,25	9,46±0,19	80,9

Исходя из полученных результатов можно отметить, что на участках № 1 и № 2 концентрация ДВ прометрина снизилась незначительно по сравнению с участками № 3 и № 4, где были применены технологии рекультивации с использованием биодеструкторов и агроприемов. Применение агроприемов без использования биодеструкторов (участок № 2) не оказало заметного влияния на изменение концентрации ДВ прометрина в почве по сравнению с контрольным участком № 1. Наибольшая степень деструкции (80%) наблюдалась на участке № 4, на котором проводили агротехнические приемы и вносили капсулированный препарат.

Таким образом, на основании полученных результатов микробиологического и химического анализов образцов почв можно констатировать тот факт, что применение микрокапсулирован-

ного биопрепарата в сочетании с агроприемами наиболее эффективно по сравнению с другими вариантами процессов биоремедиации. Степень деструкции составила 70–80%. Применение только агроприемов без внесения деструктора стимулировало активность аборигенной микрофлоры в меньшей степени, а степень деструкции не превышала 13,5%.

В связи с вышеизложенным для ремедиации земель Нижнего Поволжья типа «чернозем южный», загрязненных гербицидом «Гезагард», следует применять технологический прием, использованный на участке №4 (рыхление, полив, внесение биодеструктора в виде микрокапсулированного препарата), обеспечивающий оптимальные условия для деградации пестицида (табл. 4). Применение указанной технологии позволяет максимально задействовать все механизмы очищения.

Таблица 4

Технологические приемы ремедиации почвы, загрязненной гербицидом «Гезагард»

№ участка (m _{почвы} = 2240 кг)	Объем воды, л			Углеводно-минеральная добавка: аммиачная селитра/ нитроаммофоска/ сахара, г	Концентрация взвеси биодеструктора, кл/мл	Количество микрокапсул, г
	Предварительный полив	Периодическое увлажнение	Приготовление биопрепарата			
1	390	50	50	–	–	–
2	390	50	50	672 / 672 / 2240	–	–
3	390	50	50	672 / 672 / 2240	4,48 × 10 ⁹	–
4	390	50	50	672 / 672 / 2240	4,48 × 10 ⁸	1282

Список литературы

- Захаренко В. А. Гербициды. М. : Агропромиздат, 1990. 194 с.
- Лебедева Г. Ф., Агапов В. И., Благовещенский Ю. Н., Самсонова В. П. Гербициды и почва. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. 492 с.
- Федоров Л. А., Яблоков А. В. Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку. М. : Наука, 1999. 462 с.
- Колупаев А. В., Ашихмина Т. Я., Широких И. Г. Реакция почвенных микромицетов на пестицидное загрязнение // Иммунология, аллергология, инфектология. 2009. № 2. С. 50–51.



5. Кочетков И. Н., Иванченко В. В., Борисов С. Ю. Ге-загард, дуал-голд, фюзилад форте в защите посевов от сорняков // Специалисты АПК нового поколения : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. Саратов : СГАУ, 2010. С. 96–98.
6. Иванова Е. В., Ксенофонтова О. Ю. Почвенные микроорганизмы деструкторы «Прометрина» // Биотехнология : реальность и перспективы в сельском хозяйстве : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саратов : Изд-во «КУБиК», 2013. С. 253–255.
7. Козлова А. А. Учебная практика по физике почв : учеб.-метод. пособие. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009. 81 с.
8. Нетрусов А. И., Егорова М. А., Захарчук Л. М. и др. Большой практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А. И. Нетрусова. М. : Академия, 2005. 608 с.
9. Сидоров М. А., Скородумов Д. И., Федотов В. Б. Определитель зоопатогенных микроорганизмов / под ред. М. А. Сидорова. М. : Колос, 1995. 319 с.
10. Петерсон А. М., Чиров П. А. Практические рекомендации для идентификации сапрофитных и условно-патогенных бактерий по фенотипическим признакам : для студ. биол. фак-та. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2005. 20 с.
11. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / пер. с англ. М. : Мир, 2001. 486 с.
12. РД 52.18.188–2001 Определение массовой доли триазиновых гербицидов симазина и прометрина в пробах почвы. URL: ecolan.com.ru/catalog/337/13385 (дата обращения: 12.01.13).
13. ГОСТ 17.4.4.02–84 Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. URL: chem/ib.msk.vu/Chembooks/documentation/GOST_17.4.4.02-84.pdf (дата обращения: 12.01.13).
14. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1987. 256 с.
15. Звягинцев Д. Г. Некоторые концепции строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов // Вестн. Моск. ун-та. 1978. № 4. С. 63–72.
16. Звягинцев Д. Г. Успехи и современные проблемы почвенной микробиологии // Почвоведение. 1988. № 10. С. 44–51.
17. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2005. 445 с.

УДК 633.174:58.084.1:581.1

УСТОЙЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО К РАЗНОКАЧЕСТВЕННОМУ ЗАСОЛЕНИЮ

В. В. Коробко¹, Д. П. Волков²

¹Саратовский государственный университет

E-mail: v.v.korobko@mail.ru

²ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов

E-mail: rossorgo@yandex.ru

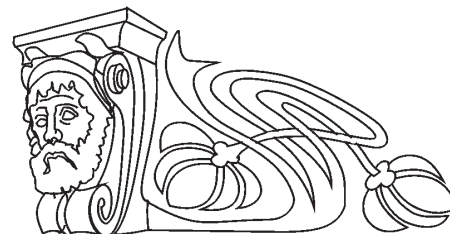
Определена всхожесть семян некоторых сортов зернового сорго в условиях различного засоления. Установлена степень устойчивости исследованных сортов к хлоридному, сульфатному и смешанным типам засоления. Выявлены некоторые особенности развития проростков сортов, различающихся по степени устойчивости к определенным типам засоления субстрата.

Ключевые слова: сорго, хлоридное засоление, сульфатное засоление, смешанное засоление, проросток, рост.

The Tolerance of Seedlings of Some Varieties of Grain Sorghum in Various Types of Salinity

V. V. Korobko, D. P. Volkov

The authors determined the seed germination of some varieties of grain sorghum in different types of salinity. The degree of stability of the investigated varieties in condition of chloride, sulfate, and mixed type of salinity estimated. The features of development of seedling varieties, which differ in the degree of salt tolerance, identified.



Key words: sorghum, chloride salinity, sulfate salinity, mixed salinity, seedling, growth.

Действие засоления имеет комплексный характер и обусловлено как нарушением осмотического баланса клетки, что негативно сказывается на водном режиме растений, так и прямым токсическим влиянием ионов на физиологические и биохимические процессы в клетке. Культурные растения характеризуются сравнительно ограниченной выносливостью к засолению субстрата, испытывают заметное угнетение роста и снижают свою урожайность [1]. По этой причине выведение солеустойчивых форм до настоящего времени является одной из приоритетных задач селекционной работы [2].

Сорго – продуктивная кормовая культура, важнейшими биологическими особенностями ко-