

**Т. Г. Волова, С. Томас, С. В. Прудникова,
Е. И. Шишацкая, Е. Г. Киселев, Н. Г. Мензянова,
Т. А. Зотина, А. В. Демиденко, С. В. Барановский,
Н. О. Жила, А. Г. Суковатый, Н. Л. Кураченко,
В. Л. Бопп, А. А. Чураков**

**АГРОПРЕПАРАТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ:
СТРАТЕГИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ
И РЕАЛИЗАЦИЯ**

Красноярск

2022

УДК 632.9:632.08
ББК 44.150

Авторский коллектив: Т. Г. Волова, С. Томас, С. В. Прудникова, Е. И. Шишацкая, Е. Г. Киселев, Н. Г. Мензянова, Т. А. Зотина, А. В. Демиденко, С. В. Барановский, Н. О. Жила, А. Г. Суковатый, Н. Л. Кураченко, В. Л. Бопп, А. А. Чураков

Рецензент:

Академик РАН Н. А. Сурин, научный руководитель Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства ФИЦ КНЦ СО РАН

А 26 Агропрепараты нового поколения: стратегия конструирования и реализация:
монография / Т. Г. Волова, С. Томас, С. В. Прудникова [и др.]. – Красноярск:
типография ИП Дворядкина И. Д., 2022. – 384 с.

ISBN 978-5-6045274-4-3

Монография посвящена обобщению результатов авторов по фундаментальному обоснованию конструирования и применения долговременных и экологически безопасных форм препаратов для защиты культурных растений от возбудителей заболеваний и сорных растений. Дано представление о проблемах, связанных с применением и накоплением в биосфере ксенобиотиков и современных трендах в области конструирования препаратов нового поколения; охарактеризован потенциал разрушаемых природных полиэфиров полигидроксиалканоев для конструирования долговременных препаратов. Приведены оригинальные результаты исследований авторов о свойствах разработанных долговременных препаратов гербицидного и фунгицидного действия, депонированных в разрушаемую смесовую основу «разрушаемый поли-3-гидроксibuтират/природный материал наполнитель», и об эффективности применения для защиты посевов зерновых (пшеница, ячмень), посадок картофеля и овощных культур (томаты, свекла) в лабораторных и полевых условиях и влиянии на структуру урожая, общую урожайность и качество продукции.

Авторы монографии – сотрудники Сибирского федерального университета, Института биофизики СО РАН ФИЦ «КНЦ СО РАН», Красноярского государственного аграрного университета. Книга адресована биологам, биотехнологам, химикам, физиологам растений, преподавателям и студентам биологических, химических и сельскохозяйственных факультетов университетов.

**УДК 632.9:632.08
ББК 44.150**

Монография подготовлена и издана в рамках мега-гранта «Агропрепараты нового поколения: стратегия конструирования и реализация» по Постановлению Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных организациях высшего образования (VI очередь) № 220 от 09 апреля 2010 г. (соглашения №074-02-2018-328 от 12 мая 2019 г. и №075-15-2021-626 08 июня 2021 г.)

Рекомендовано Ученым советом Института фундаментальной биологии и биотехнологии ФГАОУ ВО СФУ к внедрению в образовательный процесс для бакалавров, обучающихся направлению 06.03.01 «Биология» и магистрантам, обучающимся направлению 06.04.01 «Биология»

ISBN 978-5-6045274-4-3

© Волова Т. Г., Томас С., Прудникова С. В.,
Шишацкая Е. И., Киселев Е. Г., Мензянова Н. Г.,
Зотина Т. А., Демиденко А. В., Барановский С. В.,
Жила Н. О., Суковатый А. Г., Кураченко Н. Л.,
Бопп В. Л., Чураков А. А., 2022

© Сибирский федеральный университет, 2022

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЗО	– азоксистербин
АМФК	– аминометилфосфоновая кислота
АТФ	– аденозинтрифосфат/аденозинтрифосфорная кислота
АФК	– активные формы кислорода
ВЭЖХ	– высокоэффективная жидкостная хроматография
ГХ	– газовая хроматография
ГХЦГ	– гексахлоран
ГЭК	– гидроксиэтилкрахмал
ДИФ	– дифеноконазол
ДСД	– допустимая суточная доза
ДСК	– дифференциальная сканирующая калориметрия
ДЭГ	– диэтиленгликоль
ИДК	– измеритель деформации клейковины
ИК	– инфракрасная спектроскопия
КБ	– карбонилированные белки
КОЕ	– колониеобразующая единица
ЛД	– летальная доза
МДА	– мембранные липиды
МЕТ	– метрибузин
МЕФ	– мефеноксам
МИ	– митотический индекс
НАДФ	– никотинамидадениндинуклеотидфосфат
П(ЗГБ)	– поли(3-гидроксibuтират)
П(ЗГБ/ЗГВ/ЗГ4МВ)	– поли(3-гидрокси-со-4-метилвалерат)
П(ЗГБ/ЗГГ)	– поли(3-гидроксibuтирата-со-3-гидроксигексаноат)
П(ЗГБ/4ГБ)	– поли(3-гидроксibuтират-со-4-гидроксibuтират)
П(ЗГБ/ЗГВ)	– поли(3-гидроксibuтирата-со-3-гидроксивалерат)
ПВП	– поливинилпироллидон
ПГА	– полигидроксиалканоаты
ПД	– полидисперсность
ПДК	– предельно допустимая концентрация
ПК	– пограничные клетки
ПКЛ	– поликапролактон
ПЛ	– полилактид
ПЭГ	– полиэтиленгликоль
ТЕБ	– тебуконазол
ТРИБ	– трибенурон-метил
ФЕН	– феноксапроп-П-этил
ЦД	– циклодекстрин
ЭПОК	– эпоксиконазол

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
Глава 1. ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ: ПРИМЕНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ	12
1.1. Современные разработки в области создания и применения препаратов нового поколения	19
1.2. Современные гербицидные препараты для защиты зерновых культур ..	22
1.3. Гербицидные препараты нового поколения для борьбы с сорными растениями	25
1.4. Фунгициды в защите зерновых культур от корневых гнилей	31
1.5. Препараты нового поколения для борьбы с фузариозом зерновых	36
ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ И АДРЕСНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ГЕРБИЦИДНОГО И ФУНГИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ СОРНЯКОВ И ФИТОПАТОГЕНОВ	38
Глава 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ГЕРБИЦИДНОГО И ФУНГИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ГРУНТОВОГО ДОВСХОДОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	39
2.1. Формирование полимер-наполненных композитов в качестве разрушаемой основы для депонирования препаратов сельскохозяйственного назначения.....	39
2.2. Конструирование пионерного семейства долговременных препаратов гербицидного и фунгицидного действия для грунтового довсходового применения депонированием в разрушаемую полимерную основу	50
2.3. Кинетика деградации полимерной основы и выхода пестицидов в почву; влияние пестицидов на структуру почвенных микробоценозов	60
РЕЗЮМЕ	83
Глава 3. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕПониРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ ГЕРБИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ	84
3.1. Оценка физиологических эффектов гербицидов по отношению к сорным и культивируемым растениям	85
3.2. Сравнительное исследование эффективности подавления сорных растений различных видов свободными и депонированными гербицидами..	88
3.3. Сравнительное исследование эффективности действия свободных и депонированных гербицидов в лабораторных посевах зерновых культур, зараженных сорняками	94

3.4. Влияние гербицидов на функциональную активность фотосинтетического аппарата сорных растений и синтез хлорофилл-белковых комплексов	101
3.5. Оценка повреждающего действия гербицидов по результатам цитогенетических исследований изменений корневой меристемы растений	114
РЕЗЮМЕ	141
Глава 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕПОНИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ ФУНГИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ	143
4.1. Характеристика биологической активности депонированных фунгицидов	143
4.2 Микробиологический анализ сообщества микромицетов ризосферы пшеницы и ячменя.....	150
4.3. Зараженность фитопатогенами и состояние корней пшеницы и ячменя при различных способах доставки фунгицидов	157
4.4. Характеристика посевов пшеницы и ячменя при различных способах доставки фунгицидов	160
4.5. Механизмы проявления физиологических эффектов фунгицидов и фитопатогенов на модели проростков пшеницы	164
4.6. Влияние свободных и депонированных форм фунгицидов на окислительно-восстановительный гомеостаз в корнях зерновых культур....	174
РЕЗЮМЕ	180
Глава 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕПОНИРОВАННЫХ ГЕРБИЦИДНЫХ И ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ	182
5.1. Полевые испытания эффективности действия депонированных пестицидных препаратов в посевах яровой пшеницы.....	187
5.2. Полевые испытания эффективности действия опытных образцов депонированных пестицидных препаратов в посевах ярового ячменя.....	203
РЕЗЮМЕ	213
ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ И АДРЕСНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ФУНГИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ .	214
Глава 6. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И ВЫБОР ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ГРУНТОВОМ ПРИМЕНЕНИИ.....	215
6.1. Современные препараты и технологии для защиты картофеля от возбудителей заболеваний.....	215
6.2. Выбор фунгицидов для конструирования препаратов длительного действия, пригодных для грунтового дождевого применения	227

6.3. Постановка высокочувствительных методов детектирования фунгицидов	230
Глава 7. КОНСТРУИРОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ БОЛЕЗНЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ МЕХАНИЗМОМ ДЕЙСТВИЯ. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ...	233
7.1. Характеристика депонированных фунгицидных препаратов.....	233
7.2. Исследование кинетики биоразрушения депонированных фунгицидов в агропреобразованной почве и выхода действующих веществ в зависимости от типа фунгицида.....	245
РЕЗЮМЕ	255
Глава 8. ТЕСТИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ДЕПОНИРОВАННЫХ ФУНГИЦИДОВ В КУЛЬТУРАХ АВТОХТОННЫХ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ КАРТОФЕЛЯ, РАСПРОСТРАНЕННЫХ В РЕГИОНАХ СИБИРИ.....	256
8.1. Выделение и идентификация автохтонных возбудителей болезней картофеля.....	258
8.2. Тестирование биологической активности депонированных фунгицидов в сравнении с действием свободных форм препаратов	261
Глава 9. ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ДЕПОНИРОВАННЫХ ФУНГИЦИДОВ И ИХ КОММЕРЧЕСКИХ АНАЛОГОВ <i>IN VIVO</i>.....	267
9.1. Сравнительное исследование влияния депонированных фунгицидов и их коммерческих аналогов на рост и поражение болезнями картофеля при выращивании в лабораторных условиях.....	267
9.2. Оценка возможности предпосадочного нанесения на клубни картофеля пленочного полимерного покрытия с фунгицидами; исследование длительности функционирования покрытия в почве и эффективности подавления фитопатогенов.....	277
РЕЗЮМЕ	292
Глава 10. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕПОНИРОВАННЫХ ФУНГИЦИДОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ В ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ	293
10.1. Агрохимическое и микробиологическое обследование почвы опытного участка	293
10.2. Фитосанитарный анализ посадочного материала, структура микрополевых исследований	297
10.3. Фенологические наблюдения состояния посадок картофеля при различных способах доставки фунгицидов	300
10.4. Учет зараженности посадок картофеля возбудителями заболеваний при различных формах доставки фунгицидов	310

10.5. Фитосанитарная оценка урожая клубней картофеля, выращенного при различных формах доставки фунгицидов	323
10.6. Химический состав клубней картофеля, выращенного при различных формах доставки фунгицидов	328
10.7. Структура урожая картофеля при различных способах доставки фунгицидов	330
РЕЗЮМЕ	332
ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ И АДРЕСНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ГЕРБИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ОТ СОРНЯКОВ	334
Глава 11. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ И АДРЕСНЫХ ГЕРБИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПОСАДКАХ ТОМАТОВ И СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ	335
11.1. Исследование эффективности применения депонированных гербицидов в овощных культурах, выращиваемых в открытом грунте	336
11.2. Полевые испытания эффективности применения депонированного гербицидного препарата в культуре свёклы столовой	344
РЕЗЮМЕ	354
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	355
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	361