

---

---

## БИОЛОГИЯ

---

УДК 615.322:574.24

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ РЕСУРСОВ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. Павлова, Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Поступила в редакцию 01.08.2025г.

**Аннотация.** К наиболее токсичными и персистентным ядохимикатам относятся хлороорганические соединения, в частности ДДТ, гексахлорциклогексан, гептахлор и алдрин. Необходимость мониторинга остаточных количеств пестицидов в лекарственном растительном сырье (ЛРС) и фитопрепаратах приобретает в настоящее время первостепенное значение. Данная задача особенно актуальна для Ростовской области, которая выступает одним из ключевых регионов-поставщиков сырьевых растительных ресурсов как для пищевой, так и для фармацевтической промышленности России. В связи с этим проведение экологической оценки степени загрязнения пестицидами представителей синантропной флоры региона представляется научно обоснованным и практически значимым. Целью настоящей работы являлась комплексная экологическая оценка загрязнения хлорорганическими пестицидами (ХОП) ресурсов ЛРС Ростовской области. В исследования были включены наиболее репрезентативные виды, характеризующие естественные фитоценозы и синантропную флору: трава горца птичьего (*Polygonum aviculare*), трава полыни горькой (*Artemisia absinthium*), листья подорожника большого (*Plantago major*) и лопуха большого (*Arctium lappa*), а также корни лопуха большого. Для оценки почвенного пути миграции экотоксикантов на каждой пробной площадке производился отбор образцов почвы из верхнего горизонта (0-20 см). Количественное определение ХОП в образцах почвы и растений проводилось методом газовой хроматографии на аналитической системе «Хроматэк-Кристалл-5000». Результаты исследований, выполненных на территориях агроценозов Чертковского и Цимлянского районов, отличающихся высоким уровнем химизации, свидетельствуют о полном экологическом благополучии в отношении загрязнения ХОП. Концентрации гексахлорциклогексана, ДДТ и их метаболитов, а также алдрина и гептахлора в анализируемых пробах не превышали порога обнаружения применяемой методики. Полученные данные согласуются с результатами мониторинга в регионах Центрального Черноземья. Низкий уровень пестицидной нагрузки позволяет рассматривать территорию как перспективную для развития органического земледелия и сертификации дикорастущего и культивируемого ЛРС в соответствии с строгими экологическими стандартами. Это создает основу для позиционирования Ростовской области в качестве благоприятной зоны для производства фармакопейного сырья.

**Ключевые слова:** пестициды, гексахлорциклогексан, алдрин, гептахлор, Ростовская область, горца птичьего трава, полыни горькой трава, подорожника большого листья, лопуха большого листья, лопуха большого корни.

Мировое научное сообщество констатирует обострение ключевой эколого-гигиенической проблемы, связанной с интенсификацией использования пестицидов и расширением их номенклатуры [1]. Под пестицидами, в соответствии с дефиницией ВОЗ, подразумевается обширная группа химических соединений, применяемых

для борьбы с организмами-вредителями (фунгициды, инсектициды и пр.), а также для решения сопутствующих агротехнических задач: регуляции роста, удаления листвы (дефолианты), подсушкиания (десиканты) и повышения лежкости сельскохозяйственной продукции [2, 3]. Ограничительные и запретительные меры в отношении ряда препаратов обусловили появление понятия «остаточные пестициды» – примесных веществ,

включающих как сами пестициды в следовых количествах, так и продукты их трансформации. Кумуляция таких остатков в лекарственном растительном сырье и готовых фитопрепаратах (ЛРС и ЛРП) происходит вследствие их миграции из окружающей среды (почва, вода) и в ходе агротехнических процедур (обработка семян, выращивание, хранение). В связи с этим, мониторинг их содержания является неотъемлемой частью контроля качества ЛРС и ЛРП промышленного производства [4, 5].

Ростовская область, как один из крупнейших аграрных регионов России, ежегодно обрабатывает пестицидами около 5 млн га земель, включая территории, прилегающие к местам заготовки дикорастущих лекарственных растений [6]. По площади сельскохозяйственных угодий (8,5 млн. га) Ростовская область занимает второе место среди субъектов Российской Федерации, при этом по плодородию почв – лишь десятое. При общей площади пахотных земель более 5,9 млн. га (данные на 2022 год) регион является одним из лидеров по приросту применения минеральных удобрений, который составляет 10% в год (по данным на 2023 год), а в период за 2020-2023 гг. их использование возросло на 60%. Значительно увеличилось внесение и органических удобрений, что связано с прогрессирующей за последние 30 лет деградацией почвенного плодородия в силу значительного снижения содержание гумуса в почвах [7, 8].

По данным на 2025 год, на мировом рынке существует более 1000 наименований пестицидов. По данным Россельхознадзора за 1 квартал 2025 года, общий объём применения пестицидов 10 наиболее значимых для сельскохозяйственной отрасли регионов России (в число которых входит и Ростовская область) составил более 3 тысяч т. Известно, в только в 3 квартале 2024 года в Ростовской области использовали 1,5 тыс. тонн пестицидов, что вывело регион на 1 место в стране по объёмам использования ядохимикатов [6, 7].

По данным территориального управления Россельхознадзора на 2024 год после проведения внеплановых выездных проверок в регионе выявлено нарушение применения пестицидных и других агрехимических веществ. В 2024 году выявлены случаи использования запрещенных пестицидов, что повышает риски контаминации дикорастущего ЛРС. За 2024 год ростовским управлением Россельхознадзора вынесено порядка 2000 предостережений о нарушении обязательных требований и составлено 14proto-

ков об административных правонарушениях и аннулировано более 900 деклараций о соответствии растениеводческой продукции [6, 7].

В частности, в Цимлянском районе выявлено применение инсектицидов 1 и 2 класса опасности с превышением нормы расхода. Более 1600 производителей сельскохозяйственной продукции Ростовской области не подтвердили соответствующим образом в информационной системе фактическое и планируемое применение пестицидов и агрехимикатов, а более 400 производителей сельскохозяйственной продукции вовсе не зарегистрированы в информационной системе отслеживания применения ядохимикатов [7].

Также неоднократно появлялись сообщения о проблемах применения пестицидов и агрехимикатов в Чертковском районе Ростовской области, которые, по данным УФС Россельхознадзора региона, приводили не только загрязнению растительной продукции, но и к массовой гибели пчел. Проблемы возникали при обработке сельскохозяйственных угодий пестицидами без соблюдения требований их безопасного применения (не в вечерние, а в утренние часы) [7].

Превышение норм содержания пестицидов в Ростовской области зафиксировано не только в почве и культивируемых культурах. При этом, если фосфорогенные пестициды несмотря на высокую острую токсичность имеют период полураспада менее 3 месяцев, то хлорорганические пестициды способны сохраняться в окружающей среде десятилетиями [9, 10]. Преимущественные превышения гигиенических нормативов отмечено для ДДТ и его метаболитов, особенно устойчивых к разложению и способных к кумуляции в живых организмах.

Особо актуальной остается проблема загрязнения почв и растительной продукции Ростовской области хлорорганическими пестицидами (группа изомеров ГХЦГ, ДДТ и их метаболиты, алдрин, гептахлор). Их особая экологическая значимость объясняется устойчивостью к влиянию факторов окружающей среды (период полураспада в естественных условиях составляет порядка 15-20 лет), высокими коэффициентами биоаккумуляции (до  $10^3$ - $10^5$ ), а также глобальной циркуляцией в биосфере. Анализ общемировых мониторинговых данных показал обнаружение ДДТ в 92% проб почв, ГХЦГ - в 65% растительных образцов, а превышение ПДК - в 28% исследуемых образцов, что указывает на необходимость систематического и экологического мониторинга [11, 12].

Таким образом, несмотря на длительные периоды запрета и ограничения применения, стойкие органические пестициды продолжают представлять экологическую угрозу благодаря высокой персистентности в почвах, способности к биоаккумуляции и образованию более токсичных метаболитов.

Пестицидная контаминация является проблемой не только для культивируемого, но и для дикорастущего ЛРС. Исследования Гравель И.В. показали, что загрязнение ЛРС пестицидами в Алтайском крае носит локальный характер, но требует постоянного мониторинга, особенно для сырья, используемого в фармацевтике и медицине [13]. Гравель И.В. разработана схема паспортизации промышленных зарослей лекарственных растений, позволяющая минимизировать риски сбоя загрязнённого сырья. Даные наработки легли в основу нормативных документов, регулирующих содержание пестицидов в ЛРС в России [14]. В ряде растительных образцов были обнаружены хлорорганические пестициды, включая ГХЦГ и его изомеры, ДДТ и его метаболиты, гексахлорбензол, полихлорированные бифенилы. Наибольшие концентрации ядохимикатов отмечены в зонах с интенсивным сельскохозяйственным использованием. Наиболее высокие концентрации ДДТ отмечены в подземных органах лекарственных растений, наименьшие – в плодах. Содержание ГХЦГ и других хлорорганических пестицидов наиболее высоким фиксировалось также в корнях и корневищах [15].

Региональные исследования загрязнения ЛРС пестицидами проводились и на примере других регионов, в частности, в Центральной полосе России на примере Воронежской и Курской областей. Анализ почв и ЛРС ряда агроценозов Воронежской области показал отсутствие в них остаточных хлорорганических пестицидов [16, 17]. Подтверждено отсутствие гептахлора и алдрина в почвенных и растительных образцах [18].

Данные мониторинга Банченко Е.Е. растительных ресурсов Курской области на примере различных объектов исследования (*Urtica dioica* L. (листья), *Hypericum perforatum* L. (трава), *Tussilago farfara* L. (листья), *Plantago major* L. (листья) и др.) показывают высокий уровень загрязнения как хлорорганическими инсектицидами (содержание ГХЦГ составило 0,6-1,2 мг/кг, что указывает на превышение ПДК в 6-12 раз соответственно), так и фосфорорганическими пестицидами (выявлено содержание следовых количеств диазинона, а

также малатион в концентрациях 0,05-0,15 мг/кг). Ряд убывания динамики аккумуляции определяемых ядохимикатов выглядит следующим образом: подземные органы > листья > генеративные органы [19].

Ростовская область играет значительную роль в обеспечении российской промышленности растительным сырьем, которое поставляется как в пищевой, так и в фармацевтический сектор [20, 21]. Активная химизация сельского хозяйства в регионе, однако, влечет за собой две взаимосвязанные тенденции: сокращение территорий с естественными экотопами и возникновение специфических эдафотипов флоры, адаптированных к условиям антропогенного пресса [22, 23, 24]. В данном контексте проведение экологического мониторинга степени загрязненности хлорорганическими пестицидами представителей синантропной флоры региона представляется научно и практически обоснованным.

Таким образом, актуальным является проведение масштабного скрининга на остаточные пестициды дикорастущего ЛРС в наиболее критичных районах Ростовской области (ключевых местах производства растительной продукции и применения ядохимикатов) – Чертовском и Цимлянском районах. В соответствии с ОФС.1.5.3.0011.15 [26] содержание остаточных пестицидов определяются в культивируемом ЛРС, поэтому для оценки экологического состояния почв и растительных ресурсов Ростовской области были выбраны учетные площадки, лежащие в агроценозах региона.

Цель исследования - экологическая оценка загрязнения хлорорганическими пестицидами ресурсов лекарственного растительного сырья Ростовской области.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В основу исследования легли наиболее репрезентативные виды, характеризующие как естественные фитоценозы, так и синантропную флору Ростовской области, заготовка которых преимущественно осуществлялась от дикорастущих особей. Критерием отбора служила необходимость охвата морфологически разнородного сырья, представленного различными органами растений, что обеспечивало комплексность и репрезентативность работы:

- трава горца птичьего (*Polygoni avicularis herba*);
- трава полыни горькой (*Artemisia absinthium herba*);

- листья подорожника большого (*Plantaginis majoris folia*);
- листья лопуха большого (*Arctii folia*);
- корни одуванчика лекарственного (*Taraxaci officinalis radices*);
- корни лопуха большого (*Arctii radices*).

Для оценки аккумуляции экотоксикантов из почвы параллельно с растительными образцами на каждой пробной площадке отбирались пробы почвы с глубины 0-20 см.

Отбор образцов проводился в 2023 году на территории аgroценозов Чертковского и Цимлянского районов, типичных для региона зон с высоким уровнем химизации сельского хозяйства. Заготовка растительного сырья выполнялась в соответствии с требованиями ГФ XIV и принципами GACP в сухую погоду. Надземные части (трава горца птичьего, полыни горькой, листья подорожника и лопуха) собирали в фазе начала цветения с использованием режущего инструментария. Подземные органы (корни лопуха большого) заготавливали в конце вегетационного периода (сентябрь) с последующей отмыvkой от почвенных частиц и механическим измельчением. Сушка осуществлялась естественным путем в условиях теневого проветриваемого помещения [26, 27]. Отбор почвенных проб регламентировался ГОСТ Р 58595-2019 и производился по методу «конверта» с применением почвенного ножа.

Исследование образцов проводилось на газовом хроматографе многократно-циклического действия «Хроматэк-Кристалл-5000». Регистрация и интерпретация хроматографических сигналов выполнялась с использованием программного обеспечения «Хроматэк Аналитик», которое обеспечивало полный цикл работ: от управления параметрами анализа до сбора, обработки и архивирования полученных данных. Количественное определение целевых анализаторов проводилось методом внутреннего стандарта, в роли которого выступали растворы аттестованных стандартных образцов соответствующих пестицидов [27, 28]. Контроль качества хроматографического анализа включал постановку холостого опыта для каждой аналитической серии и регулярный (каждые 10 проб) анализ контрольного стандарта. Все измерения дублировались для обеспечения статистической достоверности.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенный анализ образцов, отобранных в аgroценозах Ростовской области, показал, что

концентрации остаточных пестицидов как в почвах, так и в растительном сырье находятся на уровнях, существенно ниже установленных гигиенических нормативов (таблица 1).

Хроматографические исследования почвенных проб не выявили содержания хлорорганических соединений: количества ГХЦГ, его изомеров, ДДТ и его метаболитов во всех случаях были ниже порога количественного определения методики (< 0,005 мг/кг), аналогично алдрин и гептахлор не были обнаружены (< 0,001 мг/кг). Полученные данные позволяют заключить, что растениеводческая продукция с исследуемых территорий Чертковского и Цимлянского районов является безопасной и полностью соответствует действующим санитарно-гигиеническим требованиям [28].

Исследования качества ЛРС показали аналогичную экологическую безопасность: во всех исследуемых растительных образцах Чертковского и Цимлянского районов содержание хлороорганических ядохимикатов не выявлено. Их концентрации лежали ниже предела количественного определения фармакопейной методики.

Полученные результаты анализов образов почв и растительного сырья на содержание остаточных пестицидов сопоставимы с данными по Центральному Черноземью и соответствие строгим требованиям органического земледелия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, Ростовская область требует усиленного контроля за пестицидным загрязнением ЛРС, особенно в условиях интенсивного сельского хозяйства. Комплексный подход, сочетающий нормативное регулирование, современные аналитические методы и переход к органическому производству, направлен на минимизацию рисков для фармацевтического использования сырья. Проведенные исследования подтверждают экологическую безопасность растениеводческой продукции Ростовской области в отношении хлорорганических пестицидов. Полученные результаты создают предпосылки для развития органического растениеводства и сертификации дикорастущего и культивируемого ЛРС как экологически чистого, что позволяет позиционировать регион как благоприятную зону для фармакопейного сырьевого производства.

Для поддержания экологической безопасности необходимо работать над внедрением системы постоянного экологического мониторинга, разработкой региональных программ по защите

Таблица 1

*Результаты количественного определения в образцах растительного сырья и пробах почв агроценозов Ростовской области хлорорганических пестицидов, мг/кг*

Пробная площадка	Ядохимикат	Почва	ЛРС						Полыни горькой травы
			Горица птичьего трава	Лопуха большого корни	Лопуха большого листья	Одуванчика лекарственного корни	Подорожника большого листья		
Чертковский район	ГХЦГ и его изомеры	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	ДДТ и его метаболиты	<0,005	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
	Алдрин	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Гептакхлор	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Цимлянский район	ГХЦГ и его изомеры	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	ДДТ и его метаболиты	<0,005	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
	Алдрин	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Гептакхлор	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ПДК [26, 28]	ГХЦГ и его изомеры	0,1				0,1			
	ДДТ и его метаболиты	0,1				0,1			
	Алдрин	Не нормируется				Не допускается			
	Гептакхлор	0,05				Не допускается			

почв, созданием банка данных по остаточным пестицидам. Актуальной задачей следует считать внедрение ГИС-технологии для картирования загрязненных территорий и оптимизации заготовок растительной продукции, в частности, ЛРС.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чубирко М.И. Гигиенические проблемы применения пестицидов / М.И. Чубирко, Н.П. Мамчик, И.Е. Механтьев // Гигиена: прошлое, настоящее, будущее. – 2001. – №1. – С. 239-240.
2. Фармацевтическая экология. Учебник для вузов. 5 изд, стер. / Н.А. Дьякова С.П. Гапонов, А.И. Сливкин. – СПб: Лань, 2024. – 288 с.
3. Гигиена и экология человека. Учебник для вузов / Н.А. Дьякова, С.П. Гапонов, А.И. Сливкин – СПб: Лань, 2023. – 300 с.
4. Терешкина О.И. Нормирование остаточных пестицидов в растительном сырье и лекарственных растительных препаратах / О.И. Терешкина, Т.А. Гуськова, И.П. Рудакова, И.А. Самылина // Фармация. – 2011. – №2. – С. 3-5.
5. Терешкина О.И. Нормирование остаточных пестицидов в растительном сырье зарубежными фармакопеями / О.И. Терешкина // Фармация. – 2012. – №1. – С. 50-54
6. Управление Роспотребнадзора по Ростовской области. – URL: <https://61.rospotrebnadzor.ru/> (дата обращения: 26.04.2025).
7. Федеральное государственное бюджетное учреждение государственный центр агрохимической службы «Ростовский». – URL: <https://gcas-rostovskiy.orgs.biz/> (дата обращения: 26.07.2025).
8. Экологический Вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2023 году» / Под общ. ред. М.В. Фишкина. – Ростов-На-Дону: ООО «Принт», 2024 – 372 с.
9. Гигиена окружающей и производственной среды предприятий минеральных удобрений / Под ред. акад. РАМН, проф. А.И. Потапова – М., 2007. – 220 с.
10. Пестициды. Химия, технология и применение / Н.Н. Мельников – М.: Химия, 1987. – 712 с.
11. Денисов В.В. Анализ применения органических и минеральных удобрений на землях сельскохозяйственного назначения Ростовской области / В.В. Денисов, А.М. Васильев // Научный журнал Российской НИИ проблем мелиорации. – 2013. - № 1(09). – с.182-192.
12. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. URL: <https://www.atsdr.cdc.gov> (дата об-

рашения: 06.07.2025).

13. Гравель И.В. Сравнительная оценка содержания ДДТ и его метаболитов в настоях и отварах из лекарственного растительного сырья Алтайского края него / И.В. Гравель // Фармация. – 2004. – № 4. – С.13-15.

14. Гравель И.В. Содержание гексахлорциклоцензоля и его изомеров в лекарственном растительном сырье и водных извлечениях из него / И.В. Гравель // Растительные ресурсы. – 2004. – № 3. – С.59-64.

15. Гравель И.В. Определение содержания остаточных пестицидов в лекарственном растительном сырье / И.В. Гравель, И.А. Самылина, О.И. Терешкина, И.П. Рудакова, С.В. Морозов, Г.П. Яковлев // Традиционная медицина. – 2011. – №4 (27). – С. 60-63.

16. Дьякова Н.А. Особенности накопления хлорорганических пестицидов в лекарственном растительном сырье Воронежской области / Н.А. Дьякова // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2024. – №1. – С. 115-129

17. Дьякова Н.А. Анализ загрязненности лекарственного растительного сырья Воронежской области наиболее опасными пестицидами / Н.А. Дьякова, И.А. Самылина, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов, Л.Л. Кукуева, А.А. Мындра // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2015. – №3. – С. 112-115.

18. Банченко Е.Е. Динамика содержания пестицидов в отдельных объектах окружающей среды, продуктах питания и лекарственном сырье растительной природы : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 14.00.07 / Рос. мед. ун-т. – Москва, 1994. – 25 с.

19. Экологическая оценка сырьевых ресурсов лекарственных растений Воронежской области / Н.А. Дьякова. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2022. – 264 с.

20. Павлова Ю.А. Экологическая оценка загрязнения полициклическими ароматическими углеводородами ресурсов лекарственного растительного сырья Ростовской области/Ю.А.Павлова, Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2025. – №2. – С. 90-98.

Воронежский государственный университет

\*Павлова Юлия Александровна, ассистент кафедры фармацевтической технологии  
E-mail: u.a.selivanova@yandex.ru

21. Pavlova Yu.A. Study of Flavonoid Accumulation Patterns in Common Yarrow Herb of Synanthropic Flora in Rostov Oblast / Yu.A. Pavlova, A.I. Slivkin, N.A. Dyakova ,A.A. Vervikina // Russian Agricultural Sciences. – 2024. – Vol. 50, No. 4 – P. 418-422.

22. Селиванова Ю.А. Изучение содержания посторонних минеральных примесей в лекарственном растительном сырье синантропной флоры Ростовской области / Ю.А. Селиванова, Н.А. Дьякова, А.А. Вервикина, А.И. Сливкин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2022. - №2. - С. 90-95.

23. Селиванова Ю.А. Исследование общего минерального комплекса лекарственного растительного сырья синантропной флоры Ростовской области / Ю.А. Селиванова, Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, А.А. Вервикина // Вестник Смоленской медицинской академии. – 2022. – Т. 21, №4. - с. 205-210. DOI: 10.37903/vsgma.2022.4.28

24. Селиванова Ю.А. Изучение особенностей накопления флавоноидов травой тысячелистника обыкновенного синантропной флоры Ростовской области / Ю.А. Селиванова, Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, А.А. Вервикина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2023. - №3. – с. 107-113.

25. Методические рекомендации по заготовке лекарственного растительного сырья в Воронежской области / Н.А. Дьякова. – Воронеж: Издательский Дом ВГУ, 2022. – 160 с.

26. Государственная фармакопея Российской Федерации. XV изд. М.; 2023. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie15/> (Дата обращения 10.07.2025).

27. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / под ред. М.А. Клисенко. - М.: «Колос». – 1983. – 123 с.

28. Постановление от 28.01.2021 г. №2 об утверждении СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». - Москва, 2021. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (Дата обращения: 17.07.2025).

Voronezh State University

\*Pavlova Yulia A., Assistant Professor of the Department of Pharmaceutical Technology  
e-mail: u.a.selivanova@yandex.ru

Павлова Ю.А., Дьякова Н.А., Сливкин А.И.

Дьякова Нина Алексеевна, д.ф.н., доц. каф.  
фармацевтической технологии  
E-mail: ninochka\_v89@mail.ru

Сливкин Алексей Иванович, д.фарм.н., проф.,  
зав. каф. фармацевтической технологии  
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

Dyakova Nina A., PhD., DSci., Associate  
Professor, Dept. of pharmaceutical technology  
E-mail: ninochka\_v89@mail.ru

Slivkin Alexsey I., PhD., DSci., Full Professor,  
Head of the pharmaceutical technology department  
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

## ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF ORGANOCHLORINE PESTICIDE CONTAMINATION OF MEDICINAL PLANT RAW MATERIAL RESOURCES IN ROSTOV REGION

Y.A. Pavlova, N.A. Dyakova, A.I. Slivkin

Voronezh State University

**Abstract.** The most toxic and persistent pesticides include organochlorine compounds, particularly DDT, hexachlorocyclohexane, heptachlor, and aldrin. The need to monitor pesticide residues in medicinal plant materials (MPM) and phytopreparations is currently of paramount importance. This task is particularly relevant for the Rostov Region, which is a key supplier of plant raw materials for both the food and pharmaceutical industries in Russia. Therefore, conducting an environmental assessment of the degree of pesticide contamination of synanthropic flora in the region is scientifically sound and practically significant. The aim of this study was to conduct a comprehensive environmental assessment of organochlorine pesticide (OCP) contamination of MPM resources in the Rostov Region. The study included the most representative species characterizing natural phytocenoses and synanthropic flora: knotweed (*Polygonum aviculare*), wormwood (*Artemisia absinthium*), plantain (*Plantago major*) and burdock (*Arctium lappa*) leaves, and burdock roots. To assess the soil migration pathways of ecotoxins, soil samples were collected from the upper horizon (0-20 cm) at each test site. Quantitative determination of OCPs in soil and plant samples was performed by gas chromatography using a Chromatec-Crystal-5000 analytical system. The results of the studies, conducted in the agrocenoses of the Chertkovsky and Tsimlyansky districts, characterized by high levels of chemicalization, indicate complete environmental health with respect to OCP pollution. Concentrations of hexachlorocyclohexane, DDT and their metabolites, as well as aldrin and heptachlor, in the analyzed samples did not exceed the detection limit of the method used. The obtained data are consistent with monitoring results in the Central Black Earth Region. The low pesticide load suggests that the region has potential for the development of organic farming and the certification of wild and cultivated medicinal plant materials in accordance with strict environmental standards. This creates the basis for positioning the Rostov Region as a favorable zone for the production of pharmacopoeial raw materials.

**Keywords:** pesticides, hexachlorocyclohexane, aldrin, heptachlor, Rostov region, highlander bird grass, wormwood bitter grass, plantain large leaves, burdock large leaves, burdock large roots.

### REFERENCES

1. Chubirko M.I. Hygienic problems of pesticide use / M.I. Chubirko, N.P. Mamchik, I.E. Mekhantiev // Hygiene: past, present, future. – 2001. – No. 1. – P. 239-240.
2. Pharmaceutical Ecology. Textbook for universities. 5th ed., Erased/ N.A. D'yakova S.P. Gaponov, A.I. Slivkin. – St. Petersburg : Lan', 2024. – 288 p.
3. Hygiene and human ecology. Textbook for universities / N.A. D'yakova, S.P. Gaponov, A.I. Slivkin – St. Petersburg : Lan', 2023. – 300 p.
4. Tereshkina O.I. Rationing of residual pesticides in plant raw materials and herbal medicines / O.I. Tereshkina, T.A. Guskova, I.P. Rudakova, I.A. Samylina // Pharmacy. – 2011. – No. 2. - P. 3-5.
5. Tereshkina O.I. Rationing of residual pesticides in plant raw materials by foreign pharmacopoeias / O.I. Tereshkina // Pharmacy. – 2012. – No. 1. - P. 50-54
6. Office of Rospotrebnadzor in the Rostov region. - URL: <https://61.rosпотребнадзор.ru/> (Accessed: 26.04.2025).
7. Federal State Budgetary Institution State Center for Agrochemical Service "Rostovsky." - URL: <https://gcas-rostovskiy.orgs.biz/> (Accessed: 26.07.2025).

8. Ecological Bulletin of the Don "On the State of the Environment and Natural Resources of the Rostov Region in 2023" / According to the general ed. M.V. Fishkin. - Rostov-On-Don: Print LLC, 2024 - 372 P.
9. Environmental and Industrial Health of Mineral Fertilizer Enterprises / Ed. Academy RAMS, prof. A.I. Potapova - Moscow, 2007. - 220 p.
10. Pesticides. Chemistry, technology and application / N.N. Melnikov - Moscow: Chemistry, 1987. - 712 p.
11. Denisov V.V. Analysis of the use of organic and mineral fertilizers on agricultural lands of the Rostov region /V.V. Denisov, A.M. Vasiliev// Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. – 2013. – No. 1(09). - P.182-192.
12. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. URL: <https://www.atsdr.cdc.gov> (access date: 06.07.2025).
13. Methods for determining the micro-quantities of pesticides in food, feed and the environment / ed. M.A. Klisenko. - M.: "Kolos." – 1983. - 123 p.
14. Gravel I.V. Comparative assessment of the content of DDT and its metabolites in infusions and decoctions from medicinal plant raw materials of the Altai Territory / I.V. Gravel // Pharmacy. - 2004. – No. 4. - P.13-15.
15. Gravel I.V. Content of hexachlorocyclohexene and its isomers in medicinal plant raw materials and aqueous extracts from it / I.V. Gravel // Plant resources. - 2004. – No. 3. - P. 59-64.
16. Gravel I.V. Determination of residual pesticides content in medicinal plant raw materials / I.V. Gravel, I.A. Samylina, O.I. Tereshkina, I.P. Rudakova, S.V. Morozov, G.P. Yakovlev // Traditional medicine. – 2011. – No. 4 (27). - P. 60-63.
17. Banchenko E.E. Dynamics of pesticide content in individual environmental objects, food and medicinal raw materials of plant nature: abstract of dis.... Candidate of Biological Sciences: 14.00.07 / Ros. honey. un-t. – Moscow, 1994. – 25 p.
18. Dyakova N.A. Features of the accumulation of organochlorine pesticides in medicinal plant raw materials of the Voronezh region / N.A. Dyakova // Ulyanovsk Medical and Biological Journal. – 2024. – No 1. - P. 115-129
19. Dyakova N.A. Analysis of contamination of medicinal plant raw materials of the Voronezh region with the most dangerous pesticides / N.A. Dyakova, I.A. Samylina, A.I. Slivkin, S.P. Gaponov, L.L. Kukueva, A.A. Myndra // Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. – 2015. – No. 3. - P. 112-115.
20. Ecological assessment of raw materials of medicinal plants of the Voronezh region / N.A. Dyakova. - Voronezh: Digital printing, 2022. - 264 p.
21. Pavlova Yu.A. Environmental Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Pollution of Rostov Region Medicinal Plant Resources / Yu.A. Pavlova, N.A. Dyakova, A.I. Slivkin // Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. – 2025. - No. 2. - p. 90-98.
22. Pavlova Yu.A. Study of Flavonoid Accumulation Patterns in Common Yarrow Herb of Synanthropic Flora in Rostov Oblast / Yu.A. Pavlova, A.I. Slivkin, N.A. Dyakova, A.A. Vervikina // Russian Agricultural Sciences. - 2024. - Vol. 50, No. 4 – p. 418-422.
23. Selivanova Yu.A. Study of content of foreign mineral impurities in medicinal plant raw materials of synanthropic flora of Rostov region / Yu.A. Selivanova, N.A. D'yakova, A.A. Vervikina, A.I. Slivkin // Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. - 2022. – No. 2. - P. 90-95.
24. Selivanova Yu.A. Study of the general mineral complex of medicinal plant raw materials of synanthropic flora of the Rostov region / Yu.A. Selivanova, N.A. D'yakova, A.I. Slivkin, A.A. Vervikina // Bulletin of the Smolensk Medical Academy. – 2022. – Vol. 21, No. 4. - P. 205-210.
25. Selivanova Yu.A. Study of the peculiarities of flavonoids accumulation by yarrow grass of the common synanthropic flora of the Rostov region / Yu.A. Selivanova, N.A. D'yakova, A.I. Slivkin, A.A. Vervikina // Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. – 2023. – No.3. – P. 107-113.
26. Guidelines for Procurement of Medicinal Plant Raw Materials in the Voronezh Region / N.A. Dyakova. – Voronezh: VSU Publishing House, 2022. – 160 p.
27. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiiskoi Federatsii. XV izd. M.; 2023. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/> (Accessed: 10.07.2025).
28. Resolution No. 2 of 28.01.2021 approving SanPin 1.2.3685-21 "Hygienic Standards and Requirements for Ensuring the Safety and (or) Harmlessness of Habitat Factors for Humans." – Moscow, 2021. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (Accessed: 17.07.2025).