

**ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ЖӘНЕ ГЕОГРАФИЯ ҒЫЛЫМДАРЫНЫҢ
ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ И
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК ACTUAL PROBLEMS OF NATURAL
AND GEOGRAPHICAL SCIENCES**

FTAMP 34.33.15

<https://doi.org/10.51889/3005-6217.2024.82.4.015>

С.Ф.Семенихина*¹ , В.В.Семенихин¹ , Г.Б.Адманова¹ , А.К.Нурғалиева² 
¹Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан
²Атырауский университет имени Халела Досмухамедова, Атырау, Казахстан
*e-mail: viktor-semenihin445@gmail.com

**БИОИНДИКАЦИЯ СТЕПНЫХ И ПАХОТНЫХ ПОЧВ АКТЮБИНСКОЙ
ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ**

Аннотация

В этой статье рассматривается текущее состояние степных и пахотных почв в Актюбинской области с учетом ухудшения условий их обитания для почвенных организмов. Анализируются физические и физико-химические параметры почвы, а также плотность дождевых червей на квадратный метр, с целью проведения сравнительного анализа между различными типами почвы. Также обсуждается структурное разнообразие почв и делается прогноз их плодородия на основе полученных данных. Данные исследования проводилось на степных и пахотных почвах Мартукского района Актюбинской области в летне-осенний период времени 2022-2023 годов. Для определения механического состава испытуемых почв использовался метод Н.И. Саввинова с использованием стандартного набора сит и сухого просеивания. Учет дождевых червей проводился методом ручного разбора проб согласно методике зоологических площадок М.С. Гилярова. На пахотной почве обнаружена растительность, представленная ассоциацией зопниково-типчаково-ковылково-вой, где состав растений включает в себя *Stipa lessingiana* Trin et. Rupr., *Festuca valesiaca* Gaudin. и *Phlomis tuberosa* L. Основные изменения в свойствах почв проявляются в их механическом состоянии. Сравняя состав степных и пахотных почв обнаружено, что содержание агрономически ценной фракции уменьшилось за счет увеличения микроагрегатов.

В рамках данного исследования представлены некоторые результаты: например, после уборки урожая и уничтожения стерни на пахотных полях происходит повышение температуры верхних слоев почвы, что нарушает ее тепловой баланс и может привести к иссушению. Также привели примеры использования тяжелой сельскохозяйственной техники, которые приводит к разрушению почвенной структуры, увеличению пылеватых фракций и уменьшению межагрегатного пространства. Такие явления негативно сказывается на водном и воздушном режимах почвы.

В статье также упоминаются процессы, оказывающие прямое воздействие на жизненный цикл различных беспозвоночных, включая дождевых червей. В данном контексте особенно важны состояние верхних слоев почвы, поскольку они определяют условия существования этих организмов. В заключении приведено обобщение результатов проведенных исследований.

Ключевые слова: почвенная биота, дождевые черви, биоиндикаторы, степные почвы, пахотные почвы, деградация почв, естественный плуг.

С.Ф.Семенихина^{*1} , В.В.Семенихин¹ , Г.Б.Адманова¹ , А.К.Нурғалиева² 
¹Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан
²Халел Досмұхамедов атындағы Атырау университеті Атырау, Қазақстан
**e-mail: viktor-semenihin445@gmail.com*

АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫНЫҢ ДАЛА ЖӘНЕ ЕГІСТІК ТОПЫРАҚТАРЫНА ЖЕР ҚҰРТТАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ БИОИНДИКАЦИЯСЫ

Аңдатпа

Бұл мақалада Ақтөбе облысындағы дала және егістік топырақтың қазіргі жағдайы, олардың топырақ организмдері үшін тіршілік ету ортасының нашарлауын ескере отырып қарастырылады. Топырақтың физикалық және физикалық-химиялық параметрлері, сондай-ақ әр түрлі топырақ типтері арасында салыстырмалы талдау жүргізу үшін бір шаршы метрге жауын құрттарының тығыздығы талданады. Сондай-ақ, топырақтың құрылымдық әртүрлілігі талқыланады және алынған мәліметтер негізінде олардың құнарлылығы туралы болжам жасалады. Бұл зерттеулер Ақтөбе облысы Мәртөк ауданының Дала және егістік топырақтарында 2022-2023 жылдардағы жазғы-күзгі уақыт кезеңінде жүргізілді. Сыналатын Топырақтардың механикалық құрамын анықтау үшін Н.И. Саввинов әдісі стандартты електер мен құрғақ елеу жиынтығын қолдана отырып қолданылды. Жауын құрттарын есепке алу М.С. Гиляровтың зоологиялық алаңдарының әдістемесіне сәйкес сынамаларды қолмен талдау әдісімен жүргізілді. Егістік топырақта өсімдіктердің құрамына *Stipa lessingiana* Trin et кіретін зопник-типчак-қауырсын қауырсындары Қауымдастығы ұсынған Өсімдіктер табылды. *Rupr.*, *Festuca valesiaca* Gaudin. және *Phlomis tuberosa* L. топырақ қасиеттеріндегі негізгі өзгерістер олардың механикалық күйінде көрінеді. Дала мен егістік топырақтың құрамын салыстыра отырып, микроагрегаттардың көбеюіне байланысты агрономиялық құнды фракцияның мөлшері азайғаны анықталды.

Осы зерттеу аясында кейбір нәтижелер келтірілген: мысалы, егін жинап, егістік алқаптардағы сабанды жойғаннан кейін топырақтың жоғарғы қабаттарының температурасы жоғарылайды, бұл оның жылу тепе-теңдігін бұзады және құрғауға әкелуі мүмкін. Сондай-ақ топырақ құрылымының бұзылуына, шаң фракцияларының ұлғаюына және агрегатаралық кеңістіктің азаюына әкелетін ауыр ауылшаруашылық техникасын қолдану мысалдары келтірілді. Мұндай құбылыстар Топырақтың су және ауа режимдеріне теріс әсер етеді.

Мақалада сонымен қатар әртүрлі Омыртқасыздардың, біздің жағдайда жауын құрттарының өмірлік цикліне тікелей әсер ететін процестер туралы айтылады, өйткені олардың өмірі топырақтың жоғарғы қабаттарының жағдайына байланысты. Соңында орындалған зерттеулердің қорытындысы бойынша қорытынды ұсынылды.

Түйін сөздер: топырақ биотасы, жауын құрттары, биоиндикаторлар, дала топырақтары, егістік топырақтар, топырақтың Деградациясы, табиғи соқалар.

Semenikhina S.¹ , Semenikhin V.¹ , Admanova G.¹ , Nurgaliyeva A.² 
¹K.Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan
²Atyrau University named after Khalel Dosmukhamedov, Atyrau, Kazakhstan
*e-mail: viktor-semenihin445@gmail.com

BIOINDICATION OF STEPPE AND ARMABLE SOILS OF AKTOBE REGION USING EARTHWORMS

Abstract

This article examines the current state of steppe and arable soils in the Aktobe region, taking into account the deterioration of their habitat conditions for soil organisms. The physical and physico-chemical parameters of the soil, as well as the density of earthworms per square meter, are analyzed in order to conduct a comparative analysis between different types of soil. The structural diversity of soils is also discussed and a forecast of their fertility is made based on the data obtained. These studies were conducted on steppe and arable soils of the Martuk district of Aktobe region in the summer-autumn period of 2022-2023. To determine the mechanical composition of the tested soils, the method of N.I. Savvinov was used using a standard set of sieves and dry sieving. The accounting of earthworms was carried out by the method of manual sampling according to the methodology of M.S. Gilyarov's zoological sites. On the arable soil there was found vegetation represented by zopnik-typchak-kovyalk association, where the composition of plants includes *Stipa lessingiana* Trin et. Rupr., *Festuca valesiaca* Gaudin. and *Phlomis tuberosa* L. The main changes in soil properties are manifested in their mechanical condition. Comparing the composition of steppe and arable soils it was found that the content of agronomically valuable fraction decreased due to the increase of microaggregates.

Within the scope of this study, certain findings are outlined: for instance, following the harvest and removal of stubble in cultivated fields, there is a rise in the temperature of the topsoil layers, disturbing its thermal equilibrium and potentially causing desiccation. Additionally, examples were provided regarding the utilization of large-scale agricultural machinery, resulting in soil structure degradation, heightened presence of dust particles, and reduction in pore spaces. These occurrences have adverse effects on both the soil's water retention capacity and air circulation patterns.

The article also mentions processes that directly affect the life cycle of various invertebrates, in our case earthworms, since their life depends on the condition of the upper layers of the soil. At the end, a conclusion is presented based on the results of the completed studies.

Keywords: *soil biota, earthworms, bioindicators, steppe soils, arable soils, soil degradation, natural plow.*

Введение. При продолжительном и интенсивном эксплуатировании почвы в сельском хозяйстве происходят значительные изменения её физических и химических характеристик, в том числе тех, которые определяются её структурой. Это приводит к ухудшению условий для жизни почвенной биоты и усилению процессов водной эрозии из-за физической деградации почвы.

Изучение изменений в составе и свойствах почвенных агрегатов при интенсивном земледелии важно из-за негативных последствий, связанных с неэффективными методами земледелия и ежегодной вспашкой черноземов. Эти процессы вызывают разрушение растительности, ухудшение водно-физических характеристик почвы, нарушение водного режима и усиление эрозии. Для эффективного управления земельными ресурсами необходимо понимание процессов в почве и постоянного мониторинга её состояния для предотвращения деградации и стимулирования восстановления [1].

Биоиндикация играет ключевую роль в прогнозировании изменений почвы на ранних этапах деградации, особенно при длительном сельскохозяйственном использовании. Этот

метод позволяет выявлять влияние экстремальных условий и принимать меры до достижения критического состояния. На обработанных почвах использование растительности как индикатора затруднено, поэтому всё большее применение находит зоологический мониторинг, где дождевые черви (*Lumbricina*) выступают надёжными биоиндикаторами.

Для беспозвоночных важны содержание гумуса, механический состав, влажность и плотность почвы. В естественных биоценозах изменения этих параметров происходят медленно, влияя на постепенную трансформацию мезофауны. Дождевые черви, как главные декомпозиторы, активизируют микроорганизмы, ускоряют минерализацию и аэрацию, способствуя формированию структуры почвы. Они выполняют роль "естественного плуга", поддерживая плодородие и способствуя высоким урожаям.

Приведем кратко, что могут делать дождевые черви с почвой [2-6].

Дождевые черви улучшают аэрацию почвы путем создания ходов, что способствует увеличению количества макропор в почве.

Круговорот питательных веществ в почве стимулирует урожайность, а улучшение структуры почвы и водоудерживающая способность способствуют устойчивости сельского хозяйства к изменениям климата.

Дождевые черви играют ключевую роль в улучшении почвы, активно разлагая мертвый растительный материал и обогащая её питательными веществами, такими как азот, фосфор и калий. Производимые ими экскременты делают питательные вещества доступными для растений и способствуют укреплению верхнего слоя почвы.

Черви улучшают структуру почвы, перемешивая органические и минеральные вещества, создавая устойчивые агрегаты и способствуя удержанию влаги и питательных веществ. Благодаря своей активности почва становится менее подверженной заиливанию и эрозии, а также легче обрабатывается.

Кроме того, дождевые черви способствуют размножению полезных микроорганизмов и биоконтролю, помогая снижать популяции патогенов и вредителей. Они также участвуют в секвестрации углерода, что помогает смягчить последствия изменения климата.

Дождевые черви делятся на три группы: эпигейные (живущие в подстилке и питающиеся органическим материалом), эндогейные (живущие в верхнем слое почвы и роющие горизонтальные норы) и анектичные (роющие глубокие вертикальные ходы для добычи растительных остатков).

В сельском хозяйстве все три типа играют важную роль. Эпигейные виды активно участвуют в компостировании. Эндогейные и анектичные виды оказывают существенное влияние на урожайность и плодородие почвы, улучшая её текстуру, аэрацию и водоудерживающую способность. Вертикальные ходы также способствуют глубокому укоренению растений, увеличивая доступность питательных веществ.

Для малых сельскохозяйственных ферм значительную роль играет вермикомпостирование, процесс, в котором эпигейные черви используются для переработки органических отходов в удобрение и почвоулучшитель. Важность вермикомпоста обусловлена его богатым содержанием питательных веществ, в значительной мере обеспечиваемых экскрементами дождевых червей.

Дождевые черви, распространенные разлагатели органических веществ, в общем не зависят от состава растительности, но изменения в климате, структуре почвы и методах сельского хозяйства могут существенно влиять на их численность и распределение [3, 4, 5]. Исходя из этих факторов, основной целью нашего исследования является анализ физико-химических свойств почв с целью сравнительного изучения различных типов почв и плотности дождевых червей на кубический метр. Мы также планируем проанализировать структурный состав степных и обработанных почв в Актюбинской области и сделать прогноз их плодородия.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на степных и обработанных почвах Мартукского района Актыубинской области в течение лета и осени 2022-2023 годов. Для определения механического состава почв использовался метод Н.И. Саввинова с применением типового комплекта сит и сухого просеивания. Инвентаризация дождевых червей исполнялась способом ручного анализа испытаний в соответствии с методом М.С. Гилярова, используя пробы зоологических площадок.

Для оценки популяции дождевых червей можно использовать метод лопаты, подсчет норок и подсчет выбросов.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследование биоиндикации степных и пахотных почв Актыубинской области с помощью дождевых червей (Lumbricidae) выявило значительные различия в численности и видовом составе этих организмов в зависимости от типа почвы и интенсивности её использования. На степных почвах было зарегистрировано более высокое видовое разнообразие и плотность популяции дождевых червей, в то время как на пахотных землях наблюдалось значительное сокращение численности червей и уменьшение видового разнообразия.

Численность и видовой состав дождевых червей. В степных экосистемах было выявлено до 45 особей на квадратный метр, что связано с благоприятными условиями среды, включая наличие растительного покрова и достаточного уровня органического вещества в почве. Основными видами, обнаруженными на степных почвах, были *Dendrobaena octaedra* и *Eisenia nordenskioldi*, которые демонстрируют высокую устойчивость к местным климатическим условиям и типу почвы.

На обработанных почвах была выявлена растительность, представленная ассоциацией зопниково-типчаково-ковыльковой, включающей виды *Stipa lessingiana*, *Festuca valesiaca* и *Phlomis tuberosa*. Плотность растительного покрова составила 70–76%, с высотой травостоя 28–30 см. Обработка почвы ухудшает её структуру, увеличивая группированные массы, снижая долю комковато-зернистой структуры, водопроницаемость и пористость, а также увеличивая содержание микроагрегатов. Уменьшение свежего растительного материала, вызванное заменой естественной растительности культурами, приводит к ухудшению структуры почвы, особенно после осеннего сбора урожая, когда она остается незащищенной [6, 7].

Кроме того, воздействие сельскохозяйственной техники вызывает значительные изменения в гумусовом слое почвы, включая образование плужных подошв. Анализ показал снижение доли агрономически ценных фракций и увеличение микроагрегатов в обработанных почвах по сравнению со степными.

В обработанных почвах доля агрономически ценных агрегатов составляет 10,8%, против 5,7% в степных (табл. 1), что приводит к снижению их содержания на глубине 0-40 см до 65,2% в обработанных почвах и 74,7% в степных. Коэффициент структурности также варьируется: 2,96 на степных и 1,87 на обработанных почвах [8]. Важно учитывать соотношение фракций агрономически ценных агрегатов при оценке состояния почвы.

Таблица 1 – Агрономически ценные агрегаты почв Актыубинской области

Пласт, см	Фракции почвы (мм), %								
	>10	10÷7	7÷5	5÷3	3÷2	2÷1	1÷0,5	0,5÷0,25	<0,25
<i>Почвы Актыубинской области степной зоны</i>									
0-10	17,85	7,19	8,82	14,89	16,56	12,64	10,40	5,88	3,17
10-20	17,90	7,67	8,72	13,36	14,52	13,64	11,5	5,77	6,87

20-30	14,15	7,12	8,81	13,68	14,63	13,66	7,77	11,89	6,92
30-40	26,90	6,82	6,84	12,61	11,70	12,35	7,97	6,85	7,10
<i>Пахотные почвы Актюбинской области</i>									
0-10	27,44	9,94	10,44	12,17	11,3	10,9	11,44	12,2	3,90
10-20	16,99	8,99	8,78	8,20	10,9	8,9	10,68	12,2	15,56
20-30	19,10	8,77	7,44	8,44	9,9	9,9	8,77	11,44	13,55
30-40	22,6	7,54	8,59	8,63	7,66	7,20	8,66	13,69	4,98

На степных почвах преобладают крупные комковатые частицы, тогда как на пахотных – увеличивается содержание мелких пылевидных частиц. После прекращения использования, бывшие пахотные земли начинают процесс самовосстановления, при котором корневые системы злаковых замедляют деградацию и сохраняют структуру почвы, улучшая ее воздушный и тепловой режимы. Это способствует прорастанию дикорастущих растений и восстановлению почвенной экосистемы. Дождевые черви (*Lumbricidae*), обитающие в почве, играют ключевую роль в улучшении ее структуры, аэрации и увлажнении.

Через перемещение остатков растительного материала в свои ходы дождевые черви обогащают нижние слои почвы дополнительными органическими веществами. Они также способствуют формированию структуры почвы, снижают патогенную микрофлору и обогащают ее минеральными элементами.

Деятельность дождевых червей (*Lumbricidae*) приводит к образованию копролитов – почвы, прошедшей через их пищеварительный тракт, что вызывает значительные изменения в её свойствах. Однако изучение этих процессов пока недостаточно развито. На исследованных пахотных почвах были обнаружены три вида дождевых червей: *Dendrobaena octaedra*, *Eisenia nordenskioldi* и *E. Fetida*, которые широко распространены в степной зоне и играют важную роль в почвенной экосистеме[4, 11].

Таблица 2 - Распределение дождевых червей на исследованных участках почв (*Lumbricidae*)

Область изучения Субъект	Грунты степного района, экз/м ²	Грунты пахотных участков местности, экз/м ²
<i>Dendrobaena octaedra</i>	36	11
<i>Eisenia nordenskioldi</i>	9	7
<i>E. fetida</i>	нет	2

На исследованных участках почв обнаружены *Lumbricidae*, что соответствует общепринятым представлениям о разнообразии дождевых червей. На степных участках зарегистрировано присутствие 45 особей на квадратный метр, что соответствует обычному ограниченному разнообразию видов в этой местности, часто встречается не более 5 видов, визуальное представлено на диаграмме 1 [11]. В то время на пахотных почвах обнаружено 20 особей на квадратный метр.

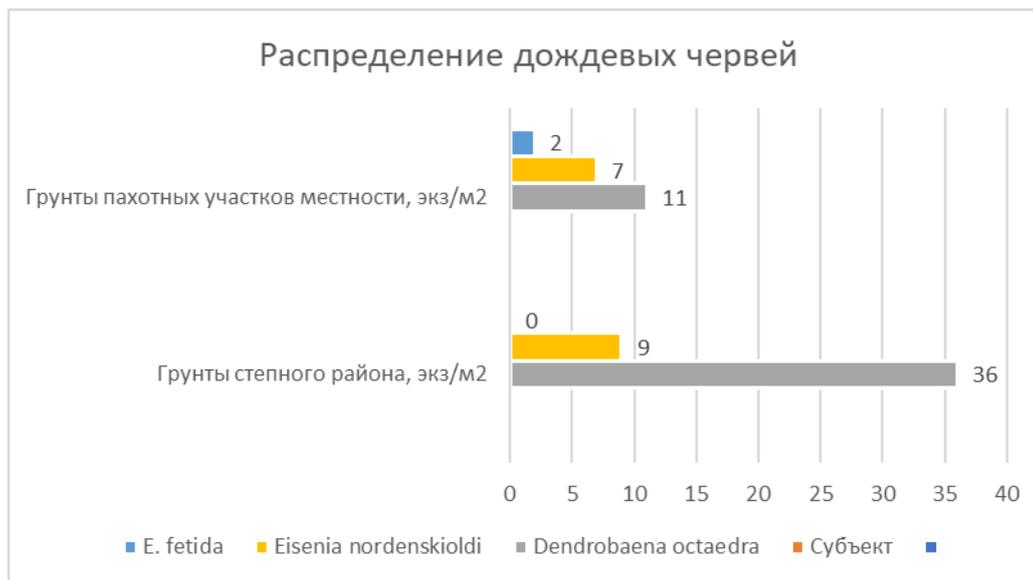


Диаграмма 1 - Распределение дождевых червей на исследованных участках почв (Lumbricidae)

Распределение дождевых червей на степных и пахотных почвах отличается не только количеством, но и видовым составом. На степных почвах доминирует влаголюбивый *Dendrobaena octaedra* вместе с *Eisenia nordenskioldi*, тогда как на пахотных почвах встречается адаптированный к культурным условиям и высокоплодовый *E. fetida*.

Для увеличения численности дождевых червей важно избегать интенсивной обработки почвы, минимизировать использование плуга и уменьшать давление на почву, чтобы избежать её уплотнения. Желательно применять технику, оказывающее маленькое давление на почву, прибегать к возделыванию сухих и осушенных участков почвы. Расширение набора культур, постоянные пастбища и сидераты способствуют увеличению органического вещества в почве, что создает благоприятные условия для дождевых червей.

Заключение. Исследование показало, что сельскохозяйственная деятельность на пахотных полях ухудшает структуру почвы, увеличивает её иссушение и снижает численность влаголюбивых дождевых червей. На полях, оставленных без обработки, естественная растительность и сохранение остатков замедляют деградацию, что способствует возвращению червей. Деятельность дождевых червей улучшает структуру и состав почвы, а также её аэрацию.

Исследование подтвердило важность дождевых червей как биоиндикаторов состояния почвы в степных и пахотных землях Актюбинской области. Результаты показали, что в условиях интенсивного земледелия популяция дождевых червей снижается, что отражает деградационные процессы, такие как ухудшение структуры почвы, снижение содержания органического вещества и уменьшение водоудерживающей способности. Восстановление численности дождевых червей и улучшение их среды обитания могут быть достигнуты через оптимизацию агротехнических методов, минимизацию механического воздействия на почву и повышение уровня органического вещества. Эти меры будут способствовать устойчивому использованию земельных ресурсов и повышению их продуктивности.

Список использованной литературы:

1. Исаева А.У. Аккумуляция ионов свинца дождевыми червями в суглинистых почвах Южного Казахстана // *Агрономия и лесное хозяйство*, 2018. – С. 11-15
2. ГОСТ 17.4.4.02 – 2017 Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
3. Босак В.Н., Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д. Применение метода биоиндикации для оценки содержания тяжелых металлов // *Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства*. – 2020. – С. 57-59.

4. Заушинцена А.В., Скалон Н.В., Заушинцен А.С., Зубко К.С. Реакция дождевых червей (сем. Lumbricidae) на изменение абиотических факторов // Вестник КемГУ.- 2014. -N 1 (57) Т. 1. - С. 7–13.
5. Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия / отв. ред. Г.В. Добровольский, И.Ю. Чернов. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2011. 273 с.
6. Гиляров М.С., Стриганова Б.Р. Почвенная зоология (Итоги науки, зоол. беспозвон.). – Москва, -1978. -Вып. 5. -С. 8–69.
7. Козлов К.С. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на дождевых червей / дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2003. 13 с.
8. Didur O., Loza, I., Kul'bachko, Y. [et al.] Environmental impact of earthworm (Lumbricidae) excretory activity on pH-buffering capacity of remediated soil // Visnyk of Lviv University. Series biological. 2013. 62. 140–145.
9. Корнеева И.Ю. Индикаторные показатели червей и растений для оценки экологического состояния вермикомпостируемых почв // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. - 2017. -Т. 25. №1. С. 97–103.
10. Синдирева А.В., Федосова М.Д., Никулинская А.В. Влияние цинка на численность технологических видов червей *Eisenia fetida* и фитотоксичность почвы // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. - 2017. -N 4 (11). С. 1–6.
11. Воронцов В.В. Исследование влияния модельного загрязнения почвы пестицидами на дождевых червей в лабораторных условиях // Фундаментальные исследования.- 2012. -N 9(1). С. 26–32.

References:

1. Isayeva A. U. (2018) *Akkumuljacija ionov svinca dozhdevymi chervjami v suglinistyh pochvah Juzhnogo Kazahstana* [Accumulation of lead ions by earthworms in loamy soils of Southern Kazakhstan]. *Agronomija i lesnoe hozjajstvo*, pp. 11-15.
2. GOST 17.4.4.02-2017 *Metody otbora i podgotovki prob dlja himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza*. [Methods of sampling and preparation of samples for chemical, bacteriological, helminthological analysis].
3. Bosak V.N., Baibotaeva A.D., Kenzhalieva G.D. *Primenenie metoda bioindikacii dlja ocenki sodержaniya tjazhelyh metallov* [Application of the bioindication method for assessing the content of heavy metals]. *Gorki*, pp. 57-59. 107 А.Д. Байботаева и др.
4. Zaushintsena A.V., Skalon N. V., Zaushintsen A.S., Zubko K.S. Reaction of earthworms (family lumbricidae) to abiotic factors change // *Vestnik KemGU*, 2014. No 1(57) Т. 1. P. 7–13. (In Russ.)
5. *The role of soil in the formation and conservation of biological diversity* / ed. by G.V. Dobrovolsky, I.Yu. Chernov. M.: Partnership of scientific publications of KMK. 2011. 273 p.
6. Gilyarov M.S., Striganova B.R. // *Soil zoology (Results of science, zool. Invertebrate.)*. – Moscow, -1978. Issue. 5. pp. 8–69. (In Russ.)
7. Kozlov K.S. *The effect of soil pollution by oil products on earthworms: diss. ... cand. biol. sciences.* -Tomsk, -2003.-13 pp. (In Russ.)
8. Didur O., Loza, I., Kul'bachko, Y. [et al.] Environmental impact of earthworm (Lumbricidae) excretory activity on pH-buffering capacity of remediated soil // *Visnyk of Lviv University. Series biological.* -2013. -№62. -pp.140–145.
9. Korneeva I.Yu. *Indicator the indicators of earthworms and plants to assess the ecological status vermicomposting soil* // *RUDN Journal of Ecology and Life Safety.* -2017. -25(1). -pp. 97–103. (In Russ.)
10. Sindereva A., Fedosova M., Nikulinskaya A. *The Effect of Zinc on the Abundance of Technological Species of Earthworm Eisenia Fetida and Phytotoxicity of Soil* // *Electronic scientific and methodological journal of the Omsk State Agrarian University.*
11. Vorontsov V.V. *Investigation of the influence of model soil pollution with pesticides on earthworms in laboratory conditions* // *Fundamental research.* -2012.- N 9(1). -pp. 26–32.