

Ж.Ж. Есенбаева^{1*} , Г.А. Сainова² 

¹Қ.И. Сәтпаев атындағы ҚазҰТЗУ (Satbayev University), Қазақстан, Алматы қ.

²Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,

Қазақстан, Түркістан қ.

*e-mail: esenbaeva.j@mail.ru

СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІН КӘДЕГЕ ЖАРАТУ

Бұл жұмыста құрамында органикалық-минералды заттарға бай жергілікті су қоймаларының түптік шөгінділерін ауыл шаруашылығының мұқтажына жарату үшін бірқатар ғылыми-зерттеу жұмыстар жүргізілді. Мақалада соңғы 10 жыл бойынша ақаба сулардың жалпы көлемі мен тазартылмаған сарқынды сулардың үлесі мәлімет ретінде берілген. Жергілікті аумақтағы су қоймаларының жағдайына талдау жүргізу арқылы түптік шөгінділерді өңдеудің вермитехнологияға негізделген әдісі жасалды. Жұмыстың зерттеу нысаны ретінде Түркістан облысына қарасты Қошқорған, Ермакөзен, Шерт су қоймаларының түптік шөгінділері пайдаланылды. Су түптік шөгінділер негізінде алынған вермикомпостты тыңайтқыш және оның негізіндегі гумин қышқылдарын өсімдіктерге арналған биостимулятор ретінде қолдану жолдары қарастырылды. Түптік шөгінділерге ауыр металдарды (Pb, Zn) анықтау бойынша Та-Lab аппаратымен инверсионды вольтамперометрлік зертханалық талдау жүргізілді. Вермитехнологиямен өңделгеннен кейін су қойма түптік шөгінділерінің сынамаларында ауыр металл мөлшерлері бастапқы көрсеткішпен салыстырғанда, Қошқорған сынамасында Zn 11 мг/кг, Pb 0,92 мг/кг; ал Ермакөзен сынамасында Zn 4,1 мг/кг, Pb 5,1 мг/кг; Шерт сынамасында Zn 21,9 мг/кг, Pb 0,6 мг/кг біршама азайғандығын көрсетті. Вермикомпосттан гумин қышқылдарын экстракциялауға Орлов әдісі қолданылды. Вермикомпосттаудан кейін алынған биогумустың құрамындағы органикалық зат пен гумин қышқылдарының мөлшерін келесі ретпен Қошқорған > Шерт > Ермакөзен салыстырып көрсетуге болады. Зерттеу нәтижелері бойынша алынған зертханалық көрсеткіштер нормативтік талаптар мен әдістемелер негізінде анықталды.

Түйін сөздер: су қойма, ақаба су, түптік шөгінді, калифорниялық қызыл құрттар, вермитехнология, вермикомпост, ауыл шаруашылығы, топырақ.

Z.Z. Yessenbayeva^{1*}, G.A. Sainova²

¹Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

²Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Kazakhstan, Turkestan

*e-mail: esenbaeva.j@mail.ru

Utilization of bottom sediments of reservoirs

In our work, we conducted a number of scientific research works to create the bottom sediments of local reservoirs, rich in organic and mineral substances, for the needs of agriculture. The article provides information on the total volume of wastewater and the share of untreated wastewater over the last 10 years. By analyzing the condition of water reservoirs in the local area, a vermitechnology-based method of bottom sediment treatment was developed. Ways of using vermicompost fertilizer based on bottom sediments and humic acids based on it as a biostimulant for plants are shown. An inversion voltammetric laboratory analysis was carried out with the Ta-Lab apparatus for the determination of heavy metals (Pb, Zn) in the original sediments. After treatment with vermitechnology, the content of heavy metals in the samples of the bottom sediments of the reservoir was slightly reduced compared to the initial indicators, for example, in the substrate Koshkorgan Zn 11 mg/kg, Pb 0.92 mg/kg; and in the substrate Ermakozen Zn 4.1 mg/kg, Pb 5.1 mg/kg; in the substrate Shert Zn 21.9 mg/kg, Pb 0.6 mg/kg. The Orlov method was used to extract humic acids from vermicompost. The amount of organic matter and humic acids contained in biohumus can be compared in the following sequence: Koshkorgan > Shert > Ermakozen. Laboratory parameters obtained from the results of the study were determined on the basis of regulatory requirements and methods.

Key words: reservoir; groundwater; bottom sediment; California red worms; vermitechnology; vermicompost; agriculture, soil.

Ж.Ж. Есенбаева^{1*}, Г.А. Саинова²

¹КазНИТУ имени К.И. Сатпаева (Satbayev University) , Казахстан, г. Алматы

²Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, Казахстан, г. Туркестан

*e-mail: esenbaeva.j@mail.ru

Утилизация донных осадков водохранилищ

В своей работе мы провели ряд научно-исследовательских работ по обработке донных отложений местных водоемов, богатых органическими и минеральными веществами для нужд сельского хозяйства. В статье представлена информация об общем объеме сточных вод и доле неочищенных сточных вод за последние 10 лет. По результатам анализов местных водоемов разработан метод обработки донных отложений на основе вермитехнологии. Приведены способы использования биогумусного удобрения и гуминовых кислот в качестве биостимулятора растений, полученных на основе обработки донных отложений. Проведен лабораторный инверсионно-вольтамперометрический анализ на приборе Та-Lab для определения тяжелых металлов (Pb, Zn) в донных отложениях. После обработки вермитехнологией в пробах донных отложений водохранилища содержание тяжелых металлов по сравнению с исходными показателями было несколько уменьшено, например в субстрате Кошкорган Zn – на 11 мг/кг, Pb – на 0,92 мг/кг; а в субстрате Ермакозен Zn – 4,1 мг/кг, Pb – 5,1 мг/кг; в субстрате Шерт Zn – 21,9 мг/кг, Pb – 0,6 мг/кг. Для экстракции гуминовых кислот из вермикомпоста применялся метод Орлова. Количество органического вещества и гуминовых кислот, содержащихся в биогумусе, можно сравнить в следующей последовательности: Кошкорган > Шерт > Ермакозен. Лабораторные показатели, полученные по результатам исследования, определялись на основе нормативных требований и методик.

Ключевые слова: водохранилище, сточные воды, донный осадок, красные калифорнийские черви, вермитехнология, вермикомпост, сельское хозяйство, почва.

Кіріспе

Жалпы қазіргі кезде дүние жүзінде көптеген экологиялық мәселелер қарқынды түрде көбейіп жатыр және олар өз кезегінде қоршаған орта нысандарына, адамдарды қоса өз әсерін тигізуде. Соңғы жылдары қарқынды өсіп жатқан демографиялық көрсеткіштердің (>7,9 млрд адам) нәтижесінде азық-түлік дақылдарына деген сұраныс өсуде [1]. Негізінен дамушы елдердегі халық саны экспоненциальды өсуде, сәйкесінше ресурстарды қарқынды тұтыну үлесі жоғарылап отыр [2].

Ауылшаруашылығында қолданылатын минералды тыңайтқыштар топырақ экожүйесі мен ауылшаруашылық өнімдеріне өз зиянын тигізеді. Химиялық тыңайтқыштарды бақылаусыз және ғылыми негізсіз қолдану топырақ экожүйелерінің нашарлауына және топырақтың қышқылдауы мен ауыр металл иондарының ұлғаюына алып келеді [3]. Алайда қоршаған органы қорғауда қолданылатын көптеген заманауи тәсілдер экономикалық тиімсіз және топырақ қабатының өзгеруіне кері ықпал етеді. Топырақтың жағдайын жақсарту және азық-түлік сапасын арттыру (қоректік құндылығын жақсарту) үшін арзан, экологиялық таза әдістерге көшкен жөн. Биотыңайтқыштар, жа-

сыл тыңайтқыштар, бактериализация, балдырлар биотыңайтқыштары және вермикомпост сияқты көптеген жасыл технологиялар ауыл шаруашылығының тұрақты дамуына ықпал етеді. Тұрмыстық және ауылшаруашылық қалдықтарын вермикомпостаудан кейін қоректік заттармен қанығуы топырақтағы өсімдіктердің өсімін жақсартатыны дереккөздерде көрсетілген (Wahee және т.б., 2019) [4].

Сондықтан су қоймаларынан шығып жатқан түптік шөгінділерді вермитехнологиялық әдіспен өңдеу арқылы ауылшаруашылығына қажетті зиянсыз жаңа құрамды органико-минералды тыңайтқыш алу өзекті мәселе болып табылады. Қазіргі шақта су қоймаларының түптік шөгінділерін кәдеге жарату үлкен мәселелердің алдына алады. Себебі ірілі-ұсақты су қоймаларда түзілетін түптік шөгінділердің көп жинақталуы су қоймаларының көлемін қысқартады және су ағынына кедергі жасайды. Сонымен қатар оның құрамында гумус заттарынан басқа өсімдіктер үшін бағалы саналатын темір, марганец, мыс, мырыш, кобальт, бор, т.б. микроэлементтер бар.

Осы орайда вермитехнология органикалық қалдықтарды өңдеуде ең тиімді шешім саналады. Мәселен, АҚШ және Еуропа елдеріндегі ақаба сулардан жылына шығатын қалдықтар мөлшері 100 млн. тоннадан асады. Ал Аустралияда бұл

көрсеткіш 3 млн. тоннаны құрайды. Аталған елдерде осынша қалдықтарды кәдеге жарату үшін су шаруашылығына жұмсалатын экономикалық шығындардың шамамен 60 % жұмсалады екен. Органикалық құрамды қалдықтарды тиімді түрде кәдеге жарату мәселесі әлемдік деңгейде өзектілікке ие [5-7].

Вермикультураны қолдану негізінде жасалған соңғы зерттеу жұмыстары топырақ қабатын қалпына келтіру және ауыл шаруашылық дақылдарының өнімділігін арттыру бойынша жақсы нәтиже береді деп әдеби дереккөздерде көрсетілген [8].

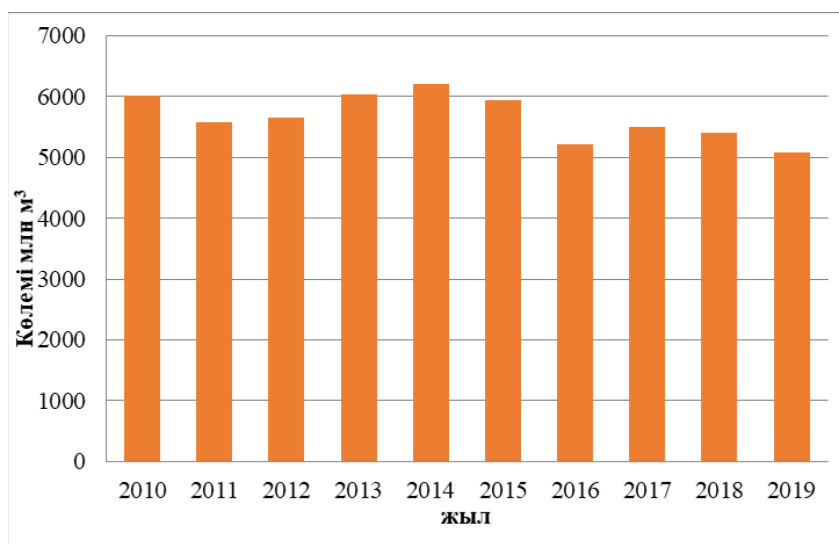
Түптік шөгінділердің ландшафттық ерекшеліктерінің қалыптасуын анықтау жұмыстары біршама даму үстінде. Бұл бағыттағы маңызды зерттеу нәтижелері В.А. Алабишев, Р.С. Берг, В.Г. Глушков, М.Д. Гродзинский, С.В. Костриков сияқты ғалымдардың еңбектерінде келтірілген [9].

Су қалдықтарын вермитехнологиямен өңдеуге қатысты зерттеулер АҚШ-та өткен ғасырдың 70 ж. басталды (Hartenstein, 1978). Алғаш «вермистабилзация» термині енгізілді. Яғни, тұнбалы қалдықтарды мезофильді үдерістердің нәтижесінде тұрақтанған органикалық ма-

териал алу. Нәтижесінде жоғары гумустелген органикалық тыңайтқыш алынды (Титов, 2008). Вермикомпостауда жүретін биологиялық үдеріске құрттармен бірге 2000 – нан астам бактериялардың түрі мен саңырауқұлақтардың 50 түрі қатысады [10].

Зерттеу жұмысында құрамында органикалық – минералды заттарға бай жергілікті су қоймаларының түптік шөгінділерін вермитехнологиялық жолмен өңдеу әдісін қарастырдық. Түптік шөгінділердің құрамында пайдалы заттармен қатар ауыр металдар, т.б экотоксиканттар болғандықтан оларды тікелей агроөнеркәсіпте пайдалануға болмайды. Кәдеге жарату мақсатында осы түптік шөгінділерді гумустармен байыту, зарарсыздандыру, залалсыздандыру бағытында өңдеу үдерістерін жүргізу қажет.

Түптік шөгінділер суда тіршілік ететін шірінді ағзалар, минералды бөлшектерден түзіледі. Өзен суындағы биогенді заттардың ұлғаюы нәтижесінде эвтрофикация үдерісінің дамуы орын алады. Еліміз бойынша жалпы ақаба сулардың көлемі (тазартусыз алынған сарқынды суларды ескере отырып, млн м³) төмендегі 1-суретте көрсетілген.

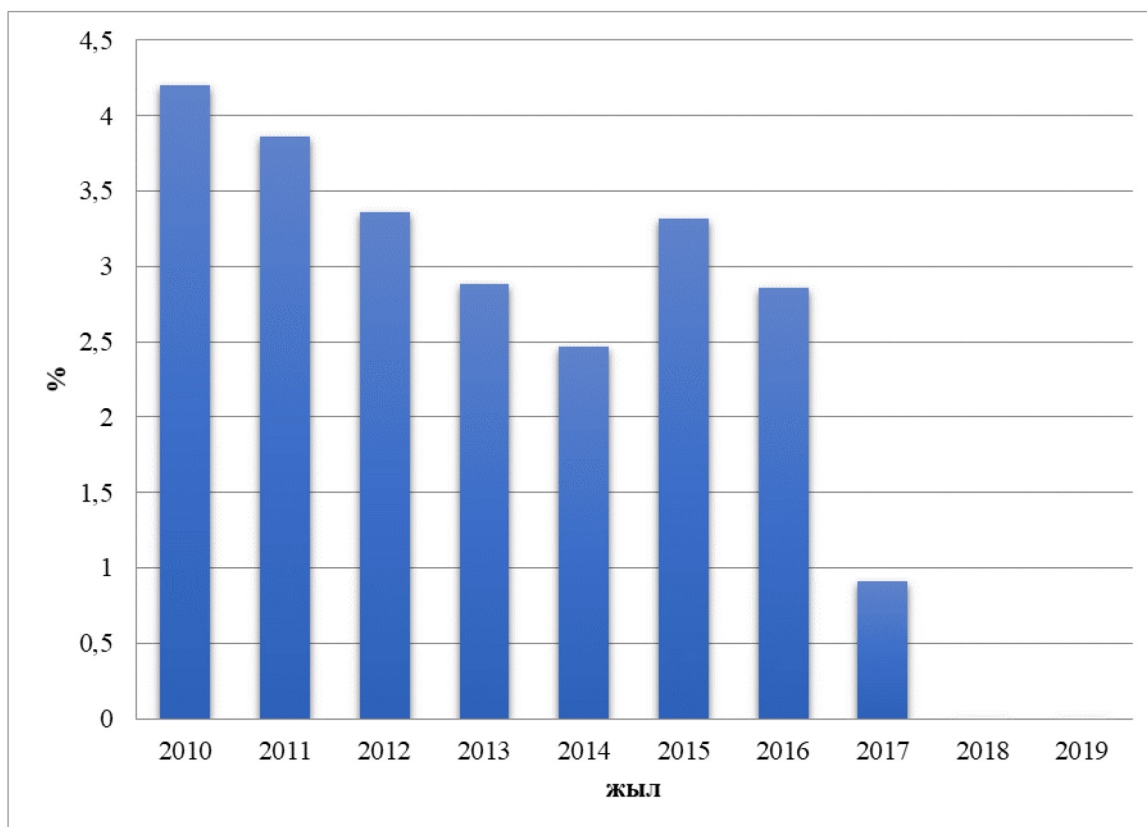


1-сурет – Ақаба сулардың 2010-2019 жж аралығындағы көлемі, млн.м³

Диagramмада жалпы ақаба сулардың соңғы он жылдағы (2010-2019) деректері [11] берілген. Жоғарыдағы мәліметтерге қарасақ ақаба сулардың жалпы көлемі өзгермелі екендігі айқын. Бұл көрсеткіштер өндіріс үдерісі мен

ауыл шаруашылығында қолданылатын ақаба сулардың жүйесіне тікелей байланысты.

Жалпы ақаба сулардың ішінен тазартылмаған ақаба сулардың үлесі төмендегі 2-суретте [12] берілген.



2-сурет – Ақаба сулардың тазартылмаған үлесі, % (2010-2019 ж. аралығы)

Тазартылмаған ақаба сулардың көлемі жылдан жылға оңтайлы өзгергенін байқауға болады. Мұны еліміздегі жүзеге асырылып жатқан жаңа инновациялық технологияларды ендіру шараларының нәтижесінде десек болады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны

Ғылыми-зерттеу жұмысының зерттеу нысаны ретінде Түркістан облысына қарасты Қошқорған, Ермакөзен, Шерт су қоймаларының түптік шөгінділері алынды. Түркістан суармалы массив аумағындағы гидрографиялық байланыс әлсіз дамыған. Бұл аймақтағы су көздеріне Қарашық, Шаға, Ермакөзен, Иқансу, Шерт және басқада Қаратау жотасының оңтүстік-батысынан бастау алатын өзендер жатады. Массив аумағы құрғақ, жауын-шашынның көпжылдық орташа мөлшері 100-200 мм. Ылғалдың мол түсімі қыс-көктем айларына келеді, бұл кез жылдық жауын-шашын мөлшерінің 65-80% құрайды. Ал шілде, тамыз айларында жауын-шашын мөлшері мүлде болмайды, тек қыркүйек айында 3,5-10,7 мм

жауын болады [13-14]. Климаттық жағдайларға байланысты, өңірде ауыл шаруашылығы дақылдарының түсімін молайту үшін жасанды суару қолданылады. Су қоймаларындағы су мен түптік шөгінділердің құрамына талдау жұмыстары Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетіне қарасты «Экология» ғылыми-зерттеу институтының «Экологиялық бақылау және химиялық талдау» зертханасында жүргізілді.

Су қоймаларының түптік шөгінділеріндегі анықталған мырыш және қорғасын металдарының мөлшерлері нормативтік стандарттағы талаптарға сәйкес деңгейде [15]. Осыған байланысты су қоймаларының түптік шөгінділерін тыңайтқыш ретінде тікелей пайдалануға болады.

Біз жұмысымызда вермитехнология үдерісінде *Eisenia foetida* жауын құртын пайдаландық. Жауын құрттарының *Dendrobaena rubida*, *Dendrobaena veneta*, *Eiseniella tetraedra*, *E. fetida*, *Aporrectodea tuberculata*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris* and *Allolobophora chlorotica* сияқты бірнеше түрлері топырақтағы көмірсутектер мен токсикалық қосылыстар,

пестицидтерді жоюға көмектеседі. Жауын құрттары кадмий (Cd), хром (Cr) және қорғасын (Pb) сияқты ауыр металдарды тері жабыны арқылы өз бойына сіңіреді [16]. Қалдықтардың ыдырау үдерісінде жауын құрттары микроағзалармен бірге субстраттардағы химиялық элементтерді тұрақтандырады [17]. Hobbelen ғылыми зерттеулері бойынша еритін формадағы химиялық заттар жауын құрттарының ішкі ағзасында оңай биоаккумуляцияланады [18].

Жоғары сапалы органоминаралдық тыңайтқыш пен тыңайтқыш-мелиорант алу үшін вермифтехнологиялық әдістің жаңа жетілдірілген варианты қолданылды [19]. Бұл үдерісте өнім өндірушінің қызметін қызыл калифорниялық құрттар (*E. foetida*) атқарды.

Түптік шөгінділер негізгі субстрат ретінде пайдаланылды. Түптік шөгіндіні қоректік заттармен байыту мақсатында субстраттардың құрамына аса назар аударылды. Субстрат құрамдарына жауын құрттары қоректенуі үшін органикалық қоректік зат болып саналатын ағаш үгінділері, азық қалдықтары және кальций пероксиді (CaO_2) қолданылды.

Ағаш үгінділері субстрат құрамындағы ылғалдылықты бір деңгейде сақтап тұруға көмектеседі. Оның құрамында көп мөлшерде лигнин, жасунық сияқты органикалық заттары бар. Олар ағаш өңдейтін орындардан шығарылатын, қазіргі кезде дұрыс толығымен іске асырылмайтын қалдықтың бірі. Орта есеппен алғанда ағаш қиындысы құрамында шамамен 70 % көміртегі (целлюлоза және гемицеллюлоза) және 27 % лигнин болады.

Кальций пероксиді (CaO_2) – тетрагенді ақ кристалл, иіссіз, келесідей физикалық-химиялық көрсеткіштерге ие: 275 °C температурада ыдырайды, тығыздығы 600 кг/м³.

Гумин қышқылдарын бөліп алуға белгілі Орлов әдісі қолданылды. Гумус заттары негізінен гумус қышқылдарынан тұрады. Олардың құрамына гумин қышқылдары, фульво қышқылдары және гумин кіреді. Гумин қышқылдары-сілтілерде жақсы еритін гумус қышқылдарының бір тобы. Олар суда аз ериді, қышқылдарда ерімейді. Гумин қышқылдарының молекулалық құрамы өте күрделі. Гумин қышқылдарының құрамын ароматикалық құрылымдар (50-60%), көмірсутектер (25-30%), функционалдық топтар (10- 25%) құрайды. Фульво қышқылдар гумус қышқылдарының гумин қышқылдары тұнғаннан кейін ерітінділерде қалатын тобы. Фульво қышқылдарының түсі ашық, көміртегі

мөлшері төмен, суда ериді. Топырақтың гумус көрсеткіштерінің жүйелерін Л.И. Гришина, Д.С. Орлов (1977) ұсынған [20-21]. Әдебиеттерде гумин қышқылдары құрамындағы көміртегі шамамен 60%, ал фульво қышқылында көміртегі 40-50% болуымен сипатталады. Гумус қышқылдарының құрамына көміртегіден басқа сутегі және оттегі элементтері кездеседі. Гумус заттарының құрамында фосфор, күкірт және басқа элементтердің құрамы да кездеседі, басқа құрамдас бөліктері толық анықталмаған. Гумин және фульво қышқылдары үшін белгіленген нақты структуралық формула көрсетілмеген. Гумин және фульво қышқылдарын топырақтан 0,1 н NaOH ерітіндісі арқылы бөліп алдық [22-24]. Ол үшін алдымен химиялық стакандарға қажетті топырақ массасын алып, топырақ массасынан 5-6 есе көп мөлшерде 0,05 н H_2SO_4 ерітіндісін құйып, мұқият араластырылды. Бұл үдеріс топырақтан кальцийді айыру үшін орындалды. Тұнған сұйықтық сүзгі қағаз арқылы сүзілді. Кальцийден арылған топырақ бірнеше рет дистилденген сумен шайылды. Кейін 0,1 н NaOH ерітіндісі қосылады. Сілті мөлшері 1 кг топыраққа 6-7 литр болуы тиіс. Зертханалық талдауда ерітінді 10 гр топыраққа есептелді. Суспензия араласқаннан кейін біршама тұндырылды және қара қоңыр сілтілі ерітінді қайта сүзілді. Үдеріс бірнеше рет қайталанады. Бөлінген сұйықтықты мұқият 1,5-3 мың айналымда центрифугада айналдырады. Центрифугада өңделген сұйықтықтар бөліп алынып ыдыстарға жинақталады. Оған 10% H_2SO_4 ерітіндіні 1 литрге есептегенде 20-25 мл мөлшерде тамшылатып қосып, тұндырылады. Сутектік көрсеткіш $\text{pH} \sim 1-2$ аралықта болуы керек. Осы жағдайда гумин қышқылы тұнбаға түсіп, фульвоқышқылы ерітіндіде қалады. Гумин қышқылының тұнбасы күлсіз сүзгілі қағаз арқылы бөлініп алынды.

Сынамалардың құрамына химиялық және сынама құрамындағы ауыр металдарға (Zn, Pb) вольтамперометрлік талдау (Ta-Lab аппараты) жұмыстары жүргізілді [25].

Биологиялық ыдырау үдерісі микроағзалардың қатысуымен оттекті (аэробты) және оттексіз ортада (анаэробты) жүреді. Аэробты биологиялық ыдырау (компостау немесе вермикомпостау) микроағзалардың қатысуымен 30-60°C температура, 30-70 % ылғалдылықта 1 айдан 1,5-2 жылға дейін мерзімді қамтитын күрделі үдеріс. Ал зерттеу жұмысында ұсынылған биогумус вермифтехнологияның жеделдетілген нұсқасымен жасалды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Вермикомпостауға бірнеше нұсқамен субстраттар жасалды. Вермикомпостау үшін түптік шөгінділер негізіндегі субстраттарға кальций пероксидімен және кальций пероксидісіз тәжірибе жасалды (1-кесте). Біздер ұсынып отырған жетіл-

дірілген вермитехнология әдісінде калифорниялық құрттардың (*Esenia foetida*) іс-әрекетін белсендендіру үшін, яғни өңделетін қоспада оттектің мөлшерін оңтайлы дәрежеде ұстауға, сонымен қатар токсиканттардың түзілуіне әкелетін анаэробты үдерістерді тежеуге, субстрат құрамына кальций пероксиді (CaO_2) енгізілген болатын.

1-кесте – Вермикомпостауға арналған субстраттардың құрамы, %

Тәжірибе № / түптік шөгінді атауы	Варианттардағы субстраттар құрамы, %						
	түптік шөгінді	ағаш үгіндісі	азық қалдық	түптік шөгінді	ағаш үгіндісі	азық қалдық	CaO_2
	1			2			
I Қошқорған	70	15	15	65	15	15	5
II Ермакөзен	70	15	15	65	15	15	5
III Шерт	70	15	15	65	15	15	5

Биогумус немесе вермикомпост өнімін алу үшін үдеріс аэробты ортада жүргізіледі. Анаэробты жағдайлар болмауы үшін субстраттар толық аэрациялануы қажет. Ауасыз ортада жауын құрттардың өнімділігі мен жұмыс атқару қызметі күрт төмендейді. Осы орайда «Экология» ғылыми-зерттеу институты ұсынған вермикомпост алудың жеделдетілген әдісінде субстраттың барлық көлемін аэрациялау үшін, яғни анаэробты зоналарды жоюға кальций пероксиді қолданылды. Кальций пероксидін өңделетін субстратқа енгізгенде аэрация жағдайы жақсарып, субстрат оттеппен байып, улы токсиканттардың бөлінуін тежейді. Құрттар ағзасына қажетті оттегі пен кальций мөлшері жеткілікті көлемде болып, олардың тіршілік

жағдайына қолайлы әсер туындалады. CaO_2 субстраттарда шіру кезінде орын алатын жағымсыз иісті жояды. Қолайсыз қышқылды орталарды нейтралдауға септігін тигізеді. Сонымен қатар CaO_2 дезинфекциялық және фунгицидтік қасиеттерімен ерекшеленеді.

Бір жағынан аталған әдіс арқылы өңдеу үрдісі екі-үш ай мерзім ішінде орындалса, екіншіден сапалы таза тыңайтқыш пен әртүрлі биопрепараттар алуға қажетті өнім – сапалы құрттар биомассасының шығымы жоғарлайды.

Вермитехнологиямен өңделгенге дейін және өңдеуден кейін түптік шөгінділерге зертханалық жағдайда химиялық талдау жасалды. Зертханалық талдау жүргізу арқылы алынған нәтижелер 2-5-кестелерде берілген.

2-кесте – Су қоймалары түптік шөгінділерінің химиялық талдау нәтижелері

Құрауыштар, өлшем бірлігі	Қошқорған	Ермакөзен	Шерт
Құрғақ қалдық, %	2,1±0,3	0,2±0,01	0,6±0,01
SO_4^{2-} мг/кг	635,0±2,6	42,0±0,1	115,0±1,2
Кермектілік, мг/экв	10,3±0,1	0,20±0,02	0,29±0,2
Нитрат, мг/кг	9,7±0,1	8,0±0,02	7,0±0,04
Cl, мг/экв	77,9±0,2	106,3±0,2	42,5±0,1
HCO_3^- мг/экв	2,0±0,1	1,0±0,2	2,0±0,2
NO_3^- мг/кг	8,7±0,3	25,5±1,1	15,4±1,3
NH_4^+ мг/кг	9,0±0,2	3,2±0,2	16,5±0,5
pH	7,9±0,02	8,2±0,05	8,3±0,03
Ca^{2+} мг/экв	0,60±0,05	0,40±0,02	0,30±0,01

3-кесте – Вермикомпосттың химиялық құрамы (Қошқорған)

Вермикомпосттың химиялық құрамы	Кальций пероксидісіз	Кальций пероксидімен (CaO ₂ – 5 %)
Құрғақ қалдық, %	0,872±0,2	0,966±0,5
Сульфат мг/кг	124,0±0,8	124,0±0,9
Кермектілік, мг/экв	0,012±0,02	0,012±0,01
Жалпы азот, %	4,5	4,4
С, %	14,1	14,0
С:N	4,9	4,8
Хлор, мг/экв	1,2±0,6	1,5±0,7
Гидрокарбонат, мг/экв	2,0±0,1	1,5±0,3
pH	8,638±0,3	8,622±0,2
Кальций, мг/экв	0,590±0,02	0,685±0,03
Ауыр металдардың массалық үлесі (Pb,Zn), мг/кг	ШРК төмен	ШРК төмен

4-кесте – Вермикомпосттың химиялық құрамы (Ермакөзен)

Вермикомпосттың химиялық құрамы	Кальций пероксидісіз	Кальций пероксидімен (CaO ₂ – 5 %)
Құрғақ қалдық %	0,184±0,3	0,304±0,1
Сульфат мг/кг	10,4±0,1	6,0±0,5
Нитрат, мг/кг	1,83±0,8	4,7±0,5
Жалпы азот, %	3,3	3,4
С, %	14,4	14,5
С:N	4,7	4,8
Хлор, мг/экв	1,3±0,2	1,1±0,2
Гидрокарбонат, мг/экв	0,8±0,3	0,5±0,1
Нитрит, мг/кг	3,3±0,2	-
Аммоний, мг/кг	3,2±0,2	3,0±0,5
pH	8,531±0,5	8,530±0,6
Кальций, мг/экв	0,09±0,01	0,424±0,02
Ауыр металдардың массалық үлесі (Pb,Zn), мг/кг	ШРК төмен	ШРК төмен

5-кесте – Вермикомпосттың химиялық құрамы (Шерт)

Вермикомпосттың химиялық құрамы	Кальций пероксидісіз	Кальций пероксидімен (CaO ₂ – 5 %)
Құрғақ қалдық %	0,240±0,3	0,594±0,5
Сульфат мг/кг	75,0±0,9	47,0±0,8
Кермектілік, мг/экв	0,007±0,02	-
Нитрат, мг/кг	-	2,75±0,3
Жалпы азот, %	3,6	3,5
С, %	14,7	14,5
С:N	3,8	4,9
Хлор, мг/экв	0,7±0,2	0,9±0,2
Гидрокарбонат, мг/экв	2,0±0,5	3,5±0,6
Нитрит, мг/кг	0,025±0,01	0,15±0,02
Аммоний, мг/кг	-	14,2±0,2
pH	8,740±0,4	8,373±0,2
Кальций, мг/экв	0,199±0,01	0,748±0,02
Ауыр металдардың массалық үлесі (Pb,Zn), мг/кг	ШРК төмен	ШРК төмен

Жоғарыда кестелерде берілген мәліметтерге сүйене отырып, вермикомпосттарды өзара салыстырсақ, құрамындағы химиялық заттардың мөлшерінің төмендеуін келесі ретпен Қошқорған >

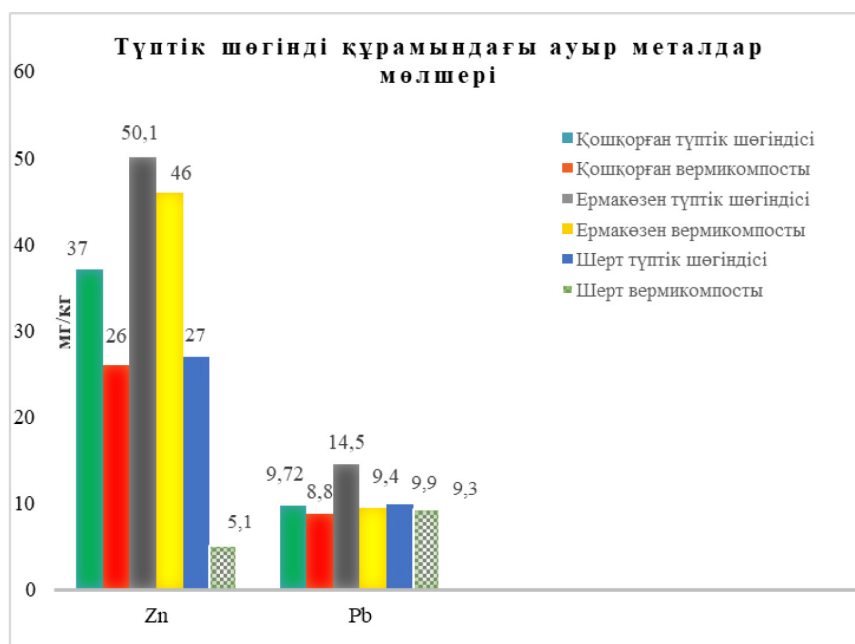
Шерт > Ермакөзен көрсетуге болады. Вермикомпосттар құрамындағы заттар әртүрлі мөлшерде болғанымен, шекті рауалы мөлшерден аспайды. Субстраттардағы гумус мөлшерлері 6-кестеде берілген.

6-кесте – Субстраттардағы гумустың орташа мөлшері

№	Түптік шөгінді	Гумус, %	
		өңделгенге дейін	өңделгеннен кейін
1	Қошқорған	1,3	6,8
2	Ермакөзен	0,2	2,6
3	Шерт	2,2	6,7

Жоғарыда берілген мәліметтерге қарасақ, вермикомпосттардағы гумус мөлшері өңделгенге дейінгі мөлшерден Қошқорған сынама-сында 5,2 есе, Ермакөзен 12 есе, Шерт 3 есе жоғарылағандығын байқауға болады.

Төменде 3-суретте түптік шөгінділердің вермитехнологиямен өңдегенге дейін және вермитехнологиямен өңделгеннен кейінгі құрамындағы ауыр металдардың мөлшері көрсетілген.



3-сурет – Түптік шөгінділер құрамындағы өңдеуге дейінгі және өңдеуден кейінгі ауыр металдар (Zn, Pb) мөлшері, мг/кг

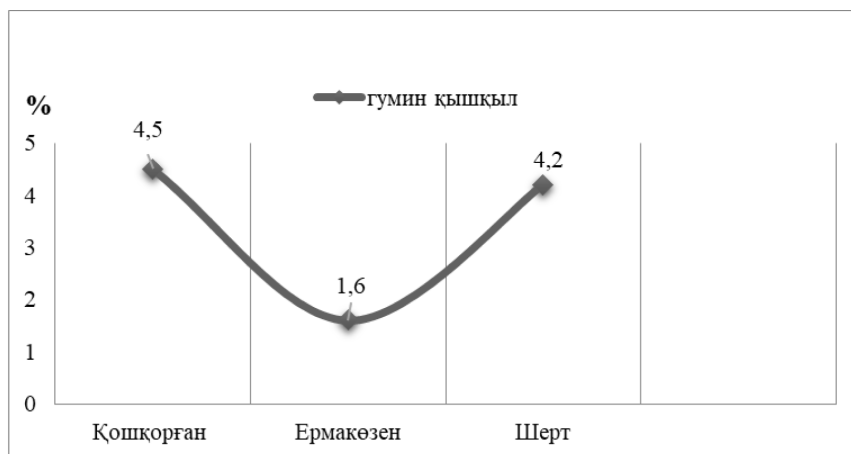
Су қойма түптік шөгінділер құрамындағы қорғасын, мырыш мөлшерлері калифорниялық қызыл құрттармен өңделгеннен кейін біршама азайғандығы анықталды. Вермитехнологиямен өңделгеннен соң Қошқорған сынамасында бастапқы көрсеткішен салыстырғанда Zn

1,4 %, Pb 1,1 %; ал Ермакөзен сынамасында Zn 1,08 %, Pb 1,5 %; Шерт сынамасында Zn 5,3 %, Pb 1,06 % есе азайғандығын көрсетті. Вермитехнологиямен өңделген түптік шөгінділер құрамындағы мырыш және қорғасын мөлшерлері біршама төмендеген. Бұл калифор-

ниялық қызыл құрттар субстраттарды өз денелерінен өткеріп, ауыр металдарды ұлпа жасушаларында жақсы жинақтайтынын көрсетеді. Вермикомпосттардағы гумустың рөлі де маңызды. Себебі гумус заттарының құрамындағы гумин қышқылдарының ауыр металдарға

қатысты жоғары деңгейде сорбциялық сиымдылығы болғандықтан олар комплекс түзуші сорбенттердің рөлін атқарады.

Вермикомпосттардан зертханалық талдау нәтижесінде алынған гумин қышқылдарының мөлшері төмендегі 4-суретте көрсетілген.



4-сурет – Қошқорған, Ермакөзен, Шерт вермикомпосттарындағы гумин қышқылының орташа мөлшері, %

Жоғарыда кестелерде берілген мәліметтерге сүйене отырып, вермикомпосттарды өзара салыстырсақ, құрамындағы гумин қышқылдарының мөлшерінің төмендеуін келесі ретпен Қошқорған > Шерт > Ермакөзен көрсетуге

болады. Алынған вермикомпосттарды топырақпен араластырып бірнеше нұсқада ақ акация тұқымдарын егіп көрдік. Нәтижесінде вермикомпост қосылған субстраттарда жақсы өскіндер пайда болды (5-сурет).



5-сурет – Әртүрлі құрамды қосылыстарға акация тұқымдарын өндіру

Алынған вермикомпостты топырақ жүйесіне енгізгенде гумин қышқылдарының әртүрлі формалары өздерінің ерекшеліктері арқасында өсімдікке минералды заттар беріп, құрылымдық түзілуіне әртүрлі жағдай жасайтыны белгілі. Сонымен қатар топырақтағы микроағзалардың өмір сүруіне және көбеюіне өзіндік әсерін беріп өсімдіктердің жақсы өсіп-өнуіне жағымды әсер ететінін анықтадық.

Қорытынды

Экологиялық тиімді көрсеткіштері бар органикалық-минералды тыңайтқыш қоршаған ортаға зиян келтірмейді. Вермикомпосттан бө-

лініп алынған гумин қышқылдарының қасиеті өсімдіктердің қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына қарсы тұру қабілеттерін жоғарылатуға мүмкіндік туғызады. Сонымен қатар алынған вермикомпосттың құнарлылығы топырақ қабатын қалпына келтіруге жағдай жасай отырып, бірқатар экологиялық және экономикалық тұрғыдан орын алып жүрген мәселелерді шеше алады.

1. Қошқорған, Ермакөзен және Шерт вермикомпосттарының құрамдарына зертханалық талдау жүргізілді.

2. Түптікшөгінділердівермитехнологиямен өңдеу арқылы кәдеге жарату жолдары қарастырылды.

Әдебиеттер

1. UN DESA. (2017). World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100, United Nations Department of Economic and Social Affairs: New York. <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2017.html>. Retrieved on 14 October 2019.
2. Etongo, D., Epule, T. E., Djenontin, I. N. S., & Kanninen, M., (2018). Land management in rural Burkina Faso: the role of socio-cultural and institutional factors. In Natural resources forum. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
3. Lin, W., Lin, M., Zhou, H., Wu, H., Li, Z., & Lin, W. (2019). The effects of chemical and organic fertilizer usage on rhizosphere soil in tea orchards. *PLoS One*, 14(5), e0217018.
4. Wahi, R., Bidin, E. R., Asif, N. M. M., Hamizat, N. A. N., Ngaini, Z., Omar, R., et al. (2019). Nutrient availability in sago bark and empty fruit bunch composts for the growth of water spinach and green mustard. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(22), 22246-22253.
5. Pritchard, D.L., Penney, N., McLaughlin, M.J., Rigby, H., Schwarz, K., 2010. Land application of sewage sludge (biosolids) in Australia: risks to the environment and food crops. *Water Sci. Technol.* 62, 48-57.
6. Abelleira-Peraira, J., Perez-Elvira, S., Sanchez-Oneto, J., Cruz, R., Portela, J., Nebot, E., 2015. Enhancement of methane production in mesophilic anaerobic digestion of secondary sewage sludge by advanced thermal hydrolysis pretreatment. *Water Res.* 71, 330-340.
7. Wang, Q., Wei, W., Gong, Y., Yu, Q., Li, Q., Sun, J., Yuan, Z., 2017. Technologies for reducing sludge production in wastewater treatment plants: state of the art. *Sci. Total Environ.* 587, 510-521.
8. Sinha, R. K., & Herat, S. (2012). Organic farming: Producing chemical-free, nutritive and protective food for the society while also protecting the farm soil by earthworms and vermicompost—reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Agricultural Science Research Journal*, 2(5), 217-239.
9. Котов А.В. Обезвреживание и утилизация осадков сточных вод малых населенных пунктов: Дис. ... канд. техн. наук. – Новгород, – 2005 – 181 с.
10. Хаварова Т.В. Экологическая оценка применения осадка сточных вод и вермикомпостов на агроземле торфяно-минеральном: Дис... канд. био.наук. – Рязань, – 2015. – 154 с.
11. Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі https://stat.gov.kz/for_users/ecologic_indicators/ecologic_indicator/polluted_non_treated
12. 2015 жылғы 25 желтоқсандағы №223 Қоршаған орта статистикасының көрсеткіштерін қалыптастыру жөніндегі әдістеме «Қазақстан Республикасындағы қоршаған ортаны қорғау» жинағы
13. Проблемы бассейнового управления водными ресурсами Туркестанского региона и сохранения биоразнообразия. Материалы регионального семинара /под редакцией д.б.н. Брагиной Т.М./ 2 марта 2009г., г. Шымкент, Южно-Казахстанская область. – Костанай: Костанайполиграфия, 2009. – 91 с.
14. https://kims-imio.kz/wp-content/uploads/2018/11/036_Zhanar.pdf <https://kims-imio.kz>
15. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.
16. Homa, J., Klimek, M., Kruk, J., Cocquerelle, C., Vandenbulcke, F., Plytycz, B., 2010. Metal-specific effects on metallothionein gene induction and riboflavin content in coelomocytes of *Allolobophora chlorotica*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 73, 1937–1943. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2010.07.001>.
17. Pathma, J., Sakthivel, N., 2012. Microbial diversity of vermicompost bacteria that exhibit useful agricultural traits and waste management potential. *Springerplus* 1, 26. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-1-26>.

18. Hobbelen, P.H.F., Koolhaas, J.E., van Gestel, C.A.M., 2006. Bioaccumulation of heavy metals in the earthworms *Lumbricus rubellus* and *Aporrectodea caliginosa* in relation to total and available metal concentrations in field soils. *Environ. Pollut.* 144, 639–646. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.01.019>.
19. Исаков О.А., Акбасова А.Д. Ускоренный способ комплексного верми-компостирования и вермикюльтивирования // Патент РФ № 2577059. – 2016. – Бюль. №7.
20. Орлов, Д.С., Гришина, Л.А. Практикум по химии гумуса: Учеб.пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981, 272 с., с ил.
21. ГОСТ 26269-91. Почвы. Общие требования к проведению анализов.
22. ГОСТ 28168-88. Почвы. Отбора проб.
23. ГОСТ 26623-85- ГОСТ 26428-85. Почвы. Определение катионно-анионного состава водной вытяжки.
24. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества.
25. ГОСТ РФ 08-17/56. Методика количественного анализа проб почв на содержание цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии. Томск, 1995. (Зарегистрировано «ҚСМСО РМК» Алматы филиалы, № 06/014-200, 7 июль 2000 ж.)

References

1. UN DESA. (2017). World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100, United Nations Department of Economic and Social Affairs: New York. <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2017.html>. Retrieved on 14 October 2019. (In English)
2. Etongo, D., Epule, T. E., Djenontin, I. N. S., & Kanninen, M., (2018). Land management in rural Burkina Faso: the role of socio-cultural and institutional factors. In *Natural resources forum*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. (In English)
3. Lin, W., Lin, M., Zhou, H., Wu, H., Li, Z., & Lin, W. (2019). The effects of chemical and organic fertilizer usage on rhizosphere soil in tea orchards. *PLoS One*, 14(5), e0217018. (In English)
4. Wahi, R., Bidin, E. R., Asif, N. M. M., Hamizat, N. A. N., Ngaini, Z., Omar, R., et al. (2019). Nutrient availability in sago bark and empty fruit bunch composts for the growth of water spinach and green mustard. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(22), 22246–22253. (In English)
5. Pritchard, D.L., Penney, N., McLaughlin, M.J., Rigby, H., Schwarz, K., 2010. Land application of sewage sludge (biosolids) in Australia: risks to the environment and food crops. *Water Sci. Technol.* 62, 48–57.
6. Abelleira-Peraira, J., Perez-Elvira, S., Sanchez-Oneto, J., Cruz, R., Portela, J., Nebot, E., 2015. Enhancement of methane production in mesophilic anaerobic digestion of secondary sewage sludge by advanced thermal hydrolysis pretreatment. *Water Res.* 71, 330–340.
7. Wang, Q., Wei, W., Gong, Y., Yu, Q., Li, Q., Sun, J., Yuan, Z., 2017. Technologies for reducing sludge production in wastewater treatment plants: state of the art. *Sci. Total Environ.* 587, 510–521.
8. R. K., Sinha & S, Herat. (2012). Organic farming: Producing chemical-free, nutritive and protective food for the society while also protecting the farm soil by earthworms and vermicompost–reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Agricultural Science Research Journal*, 2(5), 217–239. (In English)
9. A.V. Kotov. Obezvrezhivanie i utilizaciya osadkov stochnyh vod malyh naseleennyh punktov : Dis. ... kand. tekhn. nauk. – Novgorod, – 2005 – 181 s. (In Russ)
10. T.V. Havarova. Ekologicheskaya ocenka primeneniya osadka stochnyh vod i vermikompostov na agrozeme torfyano-mineral'nom: Dis... kand. bio.nauk. – Ryazan', – 2015. – 154 s. (In Russ)
11. Kazakhstan Respublikasy Strategiyalyk zhosparlau zhone reformalar agenttigi https://stat.gov.kz/for_users/ecologic_indicators/ecologic_indicator/polluted_non_treated (In Kaz)
12. 2015 jylgy 25 jeltoqsandağy №223 Qorşağan orta statistikasynyñ körsetkişterin qalyptastyru jönindegi ädisteme «Qazaqstan Respublikasyndağy qorşağan ortany qorğau» jinağy (In Kaz)
13. Problemy bassejnovogo upravleniya vodnymi resursami Turkestanskogo regiona i sohraneniya bioraznoobraziya. Materialy regional'nogo seminar'a /pod redakciej d.b.n. Braginoj T.M./ 2 marta 2009g., g. SHymkent, YUzhno-Kazahstanskaya oblast'. – Kostanaj: Kostanajpoligrafiya, 2009. – 91 s. (In Rus)
14. https://kims-imio.kz/wp-content/uploads/2018/11/036_Zhanar.pdf <https://kims-imio.kz>
15. GOST R 17.4.3.07-2001 Pochvy. Trebovaniya k svojstvam osadkov stochnyh vod pri ispol'zovanii ih v kachestve udobrenij. (In Rus)
16. Homa, J., Klimek, M., Kruk, J., Cocquerelle, C., Vandenbulcke, F., Plytycz, B., 2010. Metal-specific effects on metallothionein gene induction and riboflavin content in coelomocytes of *Allolobophora chlorotica*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 73, 1937–1943. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2010.07.001>. (In Eng)
17. Pathma, J., Sakthivel, N., 2012. Microbial diversity of vermicompost bacteria that exhibit useful agricultural traits and waste management potential. *Springerplus* 1, 26. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-1-26>. (In Eng)
18. Hobbelen, P.H.F., Koolhaas, J.E., van Gestel, C.A.M., 2006. Bioaccumulation of heavy metals in the earthworms *Lumbricus rubellus* and *Aporrectodea caliginosa* in relation to total and available metal concentrations in field soils. *Environ. Pollut.* 144, 639–646. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.01.019>. (In Eng)
19. Isakov O.A., Akbasova A.D. Uskorennyj sposob kompleksnogo vermi-kompostirovaniya i vermikul'tirovaniya // Patent RF № 2577059. – 2016. – Byul'. №7. (In Rus)

20. Orlov D.S., Grishina L.A. Praktikum po himii gumusa: Ucheb.posobie. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1981, 272 s., s il. (In Rus)
21. GOST 26269-91. Pochvy. Obshchie trebovaniya k provedeniyu analizov. (In Rus)
22. GOST 28168-88. Pochvy. Otbora prob. (In Rus)
23. GOST 26623-85- GOST 26428-85. Pochvy. Opredelenie kationno-anionnogo sostava vodnoj vytyazhki. (In Rus)
24. GOST 26213-91. Pochvy. Metody opredeleniya organicheskogo veshchestva. (In Rus)
25. GOST RF 08-17/56. Metodika kolichestvennogo analiza prob pochv na sodержanie cinka, kadmiya, svinca i medi metodom inversionnoj volltamperometrii. Tomsk, 1995. (Zaregistrovano «KSMSO RMK» Almaty filialy, № 06/014-200, 7 iyul 2000 zh.) (In Rus)