

16. Горшков, Ю. Г. Повышение эффективности транспортно-технологических процессов и улучшение условий труда работников АПК за счет инженерно-технических устройств: монография / Ю. Г. Горшков, М. С. Дмитриев, И. Н. Старунова. - Челябинск: ЧГАА, 2010. - 291 с.

17. Горшков, Ю. Г. Повышение эффективности и безопасности движения колесных машин в условиях сельского хозяйства: монография / Ю. Г. Горшков, С. В. Золотых, И. Н. Старунова, А. А. Калугин. - Челябинск типография «Сити-Принт», 2016. - 484 с.

18. Митрофанов, П. Г. Эргономические основы охраны труда в АПК: монография / П. Г. Митрофанов, С. П. Митрофанов. - Курган: ФГУИПП «Зауралье», 2006. - 420 с.

19. Повышение эффективности мобильных машин и улучшение условий труда операторов в АПК: монография / Ю. Г. Горшков, Ю. Б. Четыркин, И. Н. Старунова, А. А. Калугин. - Челябинск: ЧГАА. - 2013. - 557 с.

20. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д. М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2017. - 124 с.

УДК 635·631·95(749.28)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ АГМЗ НА ЭКОЛОГО ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ БАСЕЙНА РЕКИ ДЕБЕТ, РА

Унанян С. А.

Доктор с.-х наук,

Национальный аграрный университет Армении

Научный центр почвоведения, агрохимии и мелиорации им. Г. П. Петросяна,

старший научный сотрудник

Джангирян Т. А.

канд. с.-х,

Национальный аграрный университет Армении

Научный центр почвоведения, агрохимии и мелиорации им. Г. П. Петросяна,

научный сотрудник

Мкртчян А. Л.

канд. биол.-наук,

доцент кафедры Лесоведение и агроэкологии,

Национальный аграрный университет Армении

Национальный аграрный университет Армении

Научный центр почвоведения, агрохимии и мелиорации им. Г. П. Петросяна,

(0082, РА, г. Ереван, пр. адмирала Исакова 24)

INFLUENCE OF TECHNOGENIC EMISSIONS OF THE AGMZ ON THE ECOLOGICAL TOXICOLOGICAL STATE OF THE AGROECOSYSTEMS OF THE DEBET RIVER BASIN, RA

Hunanyan S. A.

Doctor of Agricultural Sciences,

National Agrarian University of Armenia Scientific Center for Soil Science,

Agrochemistry and Land Reclamation named after G. P. Petrosyan,

Senior Researcher

Jhangiryan T. A.

candidate of agricultural sciences,

National Agrarian University of Armenia Scientific Center for Soil Science,

Agrochemistry and Land Reclamation named after G. P. Petrosyan,

Researcher

Mkrtchyan A. L.

Cand. Biological Sciences, Associate Professor,

Department of Forestry and Agroecology,

National Agrarian University of Armenia

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2020.6.75.872](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2020.6.75.872)

АННОТАЦИЯ

Исследованиями установлены степень загрязненности почвенного и растительного покрова экосистем бассейна р. Дебет, влияние техногенеза на агрохимические свойства почв и урожайность с.-х. культур. Установлено, что содержание форм тяжелых металлов по сравнению с контролем превышает: Cu - в 47,5 и 31,8; Pb - 32,9 и 36,1; Mo - 35,9 и 23,8; Zn - 9,5 и 19,1; Co - 5,1 и 5,9; Cd - 25,5 и 23,1 раза. Содержание гумуса уменьшилось в 1,2-2,7 раза, валового и подвижного азота - 1,1-2,17 и 1,4-2,6, фосфор - 1,0-1,87 и

1,08-2,74, калия–1,0-1,38 и 1,13-2,06 раза. Реакция среды от нейтральной и слабощелочной стала слабокислой и кислой. Количество ТМ в почве и растениях превысило ПДК, а урожайность агрокультур снизилась на 7,5-29 %.

ABSTARCT

Upon the investigations the contamination rate of soil and vegetation cover of the basin at river Debed and the impact of technogenesis on the agro-chemical properties of soil and yield capacity of agricultural crops has been identified. It has been found out that the content of heavy metal forms exceeds that of the control one by the following figures: Cu-in 47,5 and 31,8; Pb-32,9 and 36,1; Mo-35,9 and 23,8; Zn-9,5 and 19,1; Co-5,1 and 5,9; Cd-25,5 and 23,1 times. The humus content has decreased in 1,2-2,7 times, that of the total and mobile nitrogen has decreased in 1,1-2,17 and 1,4-2,6 times, phosphorus content in 1,0-1,87 and 1,08-2,74 times, potassium content in 1,0-1,38 and 1,13-2,06 times. The environmental reaction has turned from the neutral and poorly alkaline into poorly acidic and acidic one. The amount of HM in the soil and plants has exceeded the MAC (maximum allowable concentration) and the yield capacity of agricultural crops has fallen down by 7,5-29 %.

Ключевые слова: экологотоксикология, агроэкосистемы, бассейн, р. Дебет, почва, растения, тяжелые металлы, загрязненность, урожай

Key words: Eco-Toxicology, agroecosystems, basin, river Debed, soil, plant, heavy metals, contamination rate, yield

Территория Армении относится к тем регионам, где экология находится в кризисной ситуации в связи с интенсивным развитием химической, горно-добывающей промышленности, цветной металлургии и других отраслей народного хозяйства без соблюдения необходимых природоохранных мер, что и привело к деградации почв, растительности и ухудшению санитарно-гигиенического состояния окружающей среды вокруг крупных городов и промышленных центров республики. В 90-х годах XX века на территории республики действовали более чем 300 источников загрязнения, из них 19 в Лорийском марзе, отходы которых без предварительного обезвреживания попадали в окружающую среду.

Многолетними исследованиями отдела агрохимии НИИПиА установлено,

что техногенные вещества, попадая в окружающую среду, приводят к деградации экосистем в целом. Под влиянием техногенеза меняются агрохимические свойства и биологическая активность почвы, нарушается естественное соотношение химических элементов в почвенном растворе и их поступление в растения [2, 3, 6, 8].

Территория бассейна р. Дебет расположена в северо-восточной части республики и характеризуется довольно развитой гидро-географической сетью. Река Дебет является самым крупным притоком р. Храм и образуется от слияния рек Памбак и Дзорагет на отметке 880 м над у.м. После выхода реки на Марнеульскую равнину (Грузия) она называется Борчалу. Границами бассейна реки служат: с севера–Сомхетские горы и Памбакский хребет, с запада–Кечутский и Джавахетский хребты. Протяженность р. Дебет составляет 178 км, из них 152 км протекает по территории республики. Водосбор бассейна р. Дебет занимает 4080 км², из них 3790 км² принадлежит Армении.

Однако, несмотря на большую территорию бассейна р. Дебет, воды которого используются для орошения, до сих пор еще не проведена оценка экологотоксикологического состояния агроэкосистем

бассейна, следовательно выявление состояния этих агроэкосистем является актуальным.

Распространение техногенных выбросов изучали по методике, разработанной в Почвенном институте им. В. В. Докучаева [2,4]. Были проведены полевые, камеральные опыты и лабораторные анализы. Почвенные (0-25 см) и растительные образцы были отобраны по всей территории Туманянского района по фиксированным направлениям (север, северо-восток, запад, северо-запад, юг, юго-запад). Физико-химические анализы почвенных образцов проводились следующими методами: гумус - по Тюрину, механический состав-по Робинсону, рН - потенциометрическим, общий азот - по Кьельдалю, фосфор и калий - по Лоренцу, подвижный азот - по Тюрину и Кононовой, фосфор в карбонатных почвах - по Мачигину, в безкарбонатных - по Аррениусу, калий-по Масловой [1]. Валовое содержание ТМ в почвах и растениях определяли с помощью нейтронно-активационной установки, а подвижные формы - атомно-адсорбционным методом [7, 9]. Учет урожая с.-х. культур проводился в фазе полной спелости.

Основными источниками загрязнения агроэкосистем бассейна р. Дебет являются Алавердский горно-металлургический завод (АГМЗ), Ахталинская обогатительная фабрика, Алавердский, Марцинский и Техутский и другие месторождения и хвостохранилища [5].

АГМЗ является основным центром по переработке медно-колчедановых и полиметаллических месторождений. Уже во второй половине XVIII века здесь добывали и выплавляли медь, серебро и золото. Завод был построен 250 лет тому назад в расчете на переработку всего медьсодержащего сырья, имеющегося в регионе. АГМЗ является заводом полного производственного цикла. В начале XX века завод производил 2 тыс. тонн меди в год. Пик производства был достигнут в 1980-1999 гг., когда ежегодно выпускалось почти 55 тыс. т рафинированной меди [5].

Многолетними исследованиями установлено, что ареал распространения техногенных выбросов

в бассейне р. Дебет, в зависимости от рельефа местности, направления «розы ветров», занятости территорий, растительности, наблюдается на расстоянии 30-35 км и составляет около 10 тыс. га [6].

Результаты исследований показывают, что содержание валовой и подвижной меди в бассейне р. Дебет колеблется в пределах от 46,3 до 2475 и 5,6-194,0, свинца–17,0-879 и 2,9-112,0, молибдена–2,6-79,0 и 0,61-10,0, цинка–56,0-671,0 и 2,7-61,0, кобальта–13,1-65,0 и 0,5-9,4, кадмия–2,7-56,0 и 0,31-7,4 мг/кг. Максимальное содержание форм ТМ по сравнению с контролем больше соответственно Cu в 47,2 и 31,3; Pb–32,9 и 36,1; Mo–35,9 и 23,8; Zn–9,5 и 19,1; Co–5,1 и 5,9; Cd–25,5 и 23,1 раза (табл. 1).

Одним из основным критериев оценки экологотоксикологического состояния компонентов экосистем являются агрохимические свойства почв. Нашими исследованиями установлено, что агрохимические показатели почв бассейна р. Дебет в основном зависят от степени загрязненности территории (табл. 2). Так, на загряз-

ненных (Агви, Мгарт) и сильнозагрязненных (Алаверды, Акори, Ахтала, Айрум) территориях содержание гумуса по сравнению с контролем уменьшилось в 1,2-2,7, валовой и подвижной форм азота в 1,1-2,17 и 1,4-2,6, фосфора–1,0-1,87 и 1,08-2,74, калия–1,0-1,38 и 1,13-2,06 раза. Реакция среды из нейтральной и слабощелочной (pH 7,2-7,6) стала слабокислой и кислой (pH 6,3-4,2) (табл. 2).

Исследованиями также установлено, что накопление ТМ в растительности происходит по той же закономерности, что и в почвах. Как утверждают данные таблицы 3, максимальное накопление тяжелых металлов наблюдается в загрязненных территориях бассейна р. Дебет. Так, среднее содержание меди в надземных частях естественных травянистых растений в условиях загрязнения превышает контрольные данные-у злаковых в 6,9-9,0, бобовых–4,7 и 12,4, разнотравья–4,1 и 10,2; свинца-соответственно в 20,4-27,1; 13,3 и 17,1; 9,5 и 25,0; молибдена - 13,7 и 14,6; 5,0 и 6,7; 5,7 и 10,0; цинка -3,09 и 3,01; 2,0 и 2,5; 2,0 и 3,0;

Таблица 1.

Содержание тяжелых металлов в почвах агроэкосистем бассейна р. Дебет (0-25 см)

Место, почва	Тяжелые металлы, мг/кг											
	Cu		Pb		Mo		Zn		Co		Cd	
	валов.	подвиж.	валов.	подвиж.	валов.	подвиж.	валов.	подвиж.	валов.	подвиж.	валов.	подвиж.
с. Дсех, коричневая лесная, незагрязненная (контроль)	52,4	6,2	26,7	3,1	2,2	0,42	71,0	3,2	12,8	1,6	2,2	0,32
г. Алаверды, коричневая лесная остепненная	2475	194,0	879	112,0	79,0	10,0	671	61,0	65,0	9,4	56,0	7,4
с. Акори, коричневая лесная остепненная	624	114,0	531,0	94,0	12,0	5,0	369	62,0	40,0	5,1	22,4	3,8
с. Данушаван, коричневая лесная	65,0	12,4	18,0	2,9	3,4	0,9	112,0	18,1	16,0	2,8	2,7	0,31
с. Агви, коричневая лесная	96,7	18,2	96,0	27,0	3,1	0,96	82,0	4,9	16,2	2,4	3,3	0,70
с. Мгарт, горный чернозем	92,0	7,3	25,6	4,1	2,6	0,61	56,0	2,7	13,1	3,0	2,8	0,56
с. Ахтала, коричневая лесная остепненная (орошаемая)	318	49,0	361	72,0	8,0	2,0	189,0	7,5	35,0	3,2	9,4	2,6
с. Айрум, коричневая лесная остепненная	787	92,0	642	70,0	9,6	2,8	196,0	21,0	35,0	7,6	27,0	3,4
ст. Баграташен, коричневая лесная остепненная (орошаемая)	614	78,1	438	57,0	15,6	4,1	260	92,0	40,0	8,0	38,0	7,1
с. Джилиза, коричневая лесная, север	46,3	5,6	17,0	58,1	5,0	3,0	70,0	12,5	18,8	0,50	3,2	0,48
с. Качачкут, коричневая лесная	62,0	6,9	40,0	8,2	3,4	0,80	72,0	3,4	18,9	3,0	3,7	0,91

Таблица 2.

Агрохимические показатели почв бассейна р. Дебет

Место, почва	Гумус, %	рН, H ₂ O	Карбо- наты, CO ₂ , %	Валовое содержание пит. элементов, %			Подвижное содержание пит. элементов, мг на 100 г почвы		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
с. Дсех, коричневая лесная, незагрязненная (контроль)	6,2	7,2	1,2	0,26	0,28	1,90	5,8	6,3	49,8
г. Алаверды, коричневая лесная остепненная	2,3	4,2	-	0,12	0,15	1,38	2,6	2,3	24,2
с. Акори, коричневая лесная остепненная	3,2	5,7	-	0,17	0,16	1,4	2,3	2,6	28,0
с. Данушаван, коричневая лесная	5,9	7,6	1,5	0,25	0,26	1,6	5,9	6,3	40,0
с. Агви, коричневая лесная	4,2	6,9	-	0,24	0,28	1,9	4,2	2,6	42,0
с. Мгарт, горный чернозем	4,0	6,0	-	0,21	0,20	1,52	4,0	4,1	32,0
с. Ахтала, коричневая лесная остепненная (орошаемые)	5,4	6,3	-	0,18	0,17	1,6	2,2	3,8	29,0
с. Айрум, коричневая лесная остепненная	4,9	7,2	1,2	0,15	0,27	1,8	3,5	5,8	44,0
ст. Баграташен, коричневая лесная остепненная (орошаемая)	4,2	7,3	1,2	0,23	0,25	1,8	4,4	7,3	39,0
с. Джилиза, коричневая лесная	9,8	6,9	-	0,42	0,53	1,9	5,8	9,3	80,0
с. Качачкут, коричневая лесная	14,3	5,9	-	0,67	0,41	1,7	8,6	7,2	25,4

Таблица 3.

Содержание тяжелых металлов в надземных частях (листья+стебель) растений в бассейне р. Дебет

Метал-лы	Незагрязненные			Загрязненные			Сильнозагрязненные		
	злако-вые	бобо-вые	разно- травье	злако-вые	бобо-вые	разно- травье	злако-вые	бобо-вые	разно- травье
Cu	5,8	12,0	7,8	40,0	56,0	32,0	52,0	72,0	49,0
Pb	1,4	2,4	2,0	28,5	32,0	19,0	38,0	41,0	50,0
Mo	0,54	1,8	0,7	7,4	9,0	4,0	7,9	12,0	7,0
Zn	22,6	30,0	26,0	70,0	60,0	52,0	68,0	75,0	78,0
Co	1,2	3,0	0,8	3,6	7,4	5,0	8,3	8,9	6,5
Cd	0,18	0,25	0,38	2,1	2,0	2,6	4,8	6,0	5,2

кобальта-3,0 и 6,9; 2,5 и 3,0; 6,25 и 8,13; кадмия- в 11,67 и 26,67; 8,0 и 24,0; 6,8 и 13,68 раза.

Исследованиями установлено, что урожайность агрокультур, возделываемых на почвах бассейна р. Дебет, в основном зависит от степени загрязненности компонентов агроэкосистем (табл. 4). Так, максимальное снижение урожайности изучаемых культур

наблюдается при возделывании на загрязненных и сильнозагрязненных почвах. В таких экологических условиях урожайность озимой пшеницы по сравнению с контролем уменьшается на 15 и 29, ярового ячменя-17,6 и 28,0, травосмеси-14,0 и 24,0, кукурузы-7,5 и 19,6, картофеля-13,1 и 24 % соответственно.

Таблица 4.

Урожайность сельскохозяйственных культур в бассейне р. Дебет

Культуры	Незагрязненные	Загрязненные			Сильнозагрязненные			
		средний урожай, ц/га	средний урожай, ц/га	прибавка		средний урожай, ц/га	прибавка	
				ц/га	%		ц/га	%
Озимая пшеница	27,0	23,0	-4,0	15,0	19,2	-7,8	29,0	
Яровой ячмень	18,2	15,0	-3,2	17,58	13,1	-5,1	28,0	
Травосмесь	50,0	43,0	-7,0	14,0	38,0	-12,0	24,0	
Кукуруза	214	198	-16,0	7,5	172,0	-42,0	19,6	
Картофель	236	205	-31,0	13,1	180,0	-56,0	24,0	

Таким образом, на основании многолетних исследований можно сделать следующие выводы:

1. Экологотоксикологическое состояние агроэкосистем бассейна р. Дебет оценивается как неблагоприятное.

2. Основным источником загрязнения агроэкосистем бассейна р. Дебет являются АГМЗ, Ахталинская обогатительная фабрика, Алавердский, Марцинский и Техутский и другие месторождения и хвостохранилища и рудные месторождения.

3. Накопление тяжелых металлов в почве и надземной части растений на территории бассейна р. Дебет, а также их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур в основном зависит от удаленности источника загрязнения, рельефа местности и биологических особенностей растений.

Литература

1. Аринушкина Е. В.. Руководство по химическому анализу почв.- М.: Изд-во МГУ, 1962.- 490 с.

2. Варагян В. М., Григорян К. В.. Ирригационные свойства вод реки Дебет.- Ученые записки ЕГУ, Ереван, 2011, №2, с.64-67.

3. Джугарян О. А. Экоотоксикология техногенного загрязнения.- Смоленск: Ойкумена, 2000.- 280 с.

4. Методические указания по агрохимическому обследованию и картографированию почв на содержание микроэлементов.- М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1976.- 79 с.

5. Меджлумян В. Д. Стратегия развития медеплавильного производства в Армении // Горный журнал.- 2003, № 2.- С. 18-21.

6. Унанян С. А.. Накопление тяжелых металлов в овощных культурах окрестностей техногенных зон г. Алаверды Лорийского марза РА // Известия Аграрной науки.- 2012.- Т. 10, № 3.- С. 104-108.

7. Dueck Th. A., Ernst W. H. O., Faber J., Pasman F., (1984). Heavy metal emission and genetic constitution of plant populations in the vicinity of two metal emission sources, *Angew. Bot.*, 1984, v. 58, 1, p. 47-53.

8. Jhangiryan T., Trends of development of mining industry in the Republic of

1) Nagorno Karabakh and the resulting ecological risks, *Bulletin of National Agrarian University of Armenia, Yerevan*, 2015, 4, p. 17-21.

9. Taylor H. E., *ICP-MS Practices Techniques*, USA, 2001, chapter 3, p. 15-27.