

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

УДК 911.9; 631.416.8

Т. М. МИНКИНА, д-р биол. наук, проф.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Н. Н. МИРОШНИЧЕНКО, д-р биол. наук, **А. И. ФАТЕЕВ**, д-р с.-х. наук, проф.

Национальный научный центр

«Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского», г. Харьков, Украина

Г. В. МОТУЗОВА, д-р биол. наук, проф.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия

И. А. КРИВИЦКАЯ

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, г. Харьков, Украина

ПРИРОДНЫЙ И АНТРОПОГЕННЫЙ ФОН МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРИАЗОВЬЯ И НИЖНЕГО ДОНА*

Черноземы обыкновенные на территории Приазовской равнины имеют низкое фоновое содержание подвижных форм цинка, достаточный уровень обеспеченности медью и повышенное содержание соединений свинца. Эта региональная специфика микроэлементного состава обусловлена карбонатностью профиля почв, природной обогащенностью приморских геохимических ландшафтов, а также влиянием крупных источников эмиссии микроэлементов (металлургические предприятия Мариуполя, Новочеркасская ГРЭС и др.). Высокая буферная способность почв Приазовья значительно снижает негативные последствия загрязнения.

Ключевые слова: черноземы, загрязнение, микроэлементы, фоновое содержание, эмиссия.

Мінкіна Т. М., Мірошніченко Н. Н., Фатєєв А. І., Мотузова Г. В., Кривицька І. А. ПРИРОДНИЙ І АНТРОПОГЕННИЙ ФОН МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ЧОРНОЗЕМАХ ЗВИЧАЙНИХ ПРИАЗОВ'Я ТА НИЖНЬОГО ДОНУ

Черноземи звичайні на території Приазовської рівнини мають низький фоновий вміст рухомих форм цинку, достатній рівень забезпеченості міддю та підвищений вміст сполук свинцю. Ця регіональна специфіка мікроелементного складу обумовлена карбонатністю профілю ґрунтів, природною збагаченістю приморських геохімічних ландшафтів, а також впливом великих джерел емісії мікроелементів (металургійні підприємства Маріуполя, Новочеркаська ДРЕС, тощо). Висока буферна здатність ґрунтів Приазов'я значно знижує негативні наслідки від забруднення.

Ключові слова: чорноземи, забруднення, мікроелементи, фоновий вміст, емісія.

Minkina T. N., Miroshnichenko N. N., Fateev A. I., Motuzova G. V., Krivitska I. A. NATURAL AND ANTHROPOGENIC TRACE ELEMENTS IN THE BACKGROUND OF ORDINARY CHERNOZEMS AZOV AND THE LOWER DON

Azov chernozems have a low background content of mobile forms of zinc, sufficient level of copper and high content of lead compounds. This regional specificity of the microelement composition of the soils is caused by carbonates, natural richness of seaside geochemical landscapes and the influence of the large emission sources of microelements (metallurgical enterprises in Mariupol, Novochoerkasskaya power station, etc.). High buffered capacity of the Azov soils reduces the negative effects of pollution.

Keywords: chernozems, pollution, microelements, background content, emission

**Работа выполнена при финансовой поддержке проектов:
РФФИ № 11-05-90351-РБУ (Россия), ДФФД № Ф43/368-2011 (Украина)*

© Минкина Т. М., Мирошниченко Н. Н., Фатеев А. И., Мотузова Г. В., Кривицкая И. А., 2012

Введение

Черноземы обыкновенные теплые кратковременно промерзающие, относящиеся к Приазовско-Предкавказской провинции мощных и сверхмощных черноземов, преобладают в почвенном покрове Приазовской наклонной равнины, простирающейся от Донецкого кряжа до берегов Азовского моря и нижнего течения Дона. Почвообразующие породы этих почв представлены преимущественно карбонатными лёссовидными глинами и суглинками мощностью от 6 до 50 м флювиогляциального, аллювиального и аллювиально-делювиального происхождения, содержащими от 4 до 17% CaCO_3 . По гранулометрическому составу эти почвы принадлежат к пылеватым тяжелым суглинкам и легким глинам (содержание физической глины 50-66 %, ила – 28-41 %). Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 3,8-4,7%, актуальная кислотность колеблется от рН 7,2 до рН 8,0.

Микроэлементный состав черноземов обыкновенных сформировался при непромывном типе водного режима, когда процессы выщелачивания ослаблены, а биогенная аккумуляция усиливается. Этому способствует высокий уровень залегания карбонатов (с поверхности или в пределах верхнего гумусового горизонта) в почвенном профиле, что уменьшает степень обеспеченности почвы подвижными соединениями микроэлементов. Распределение элементов в черноземе обыкновенном связано с однородностью гранулометрического состава их профиля, вследствие чего валовой микроэлементный состав меняется относительно мало, а максимумы накопления приурочены к гумусо-аккумулятивному и карбонатному горизонтам.

Почвенно-климатические условия Приазовья и Нижнего Дона благоприятствуют развитию овощеводства, садовод-

ства и виноградарства [1], а близость приморских рынков сбыта обуславливают повышенную экономическую привлекательность этих направлений аграрного производства. Однако, насыщенность региона промышленными предприятиями существенно повлияла на микроэлементный состав почвенного и растительного покрова, создав риски эколого-токсикологического характера. По объему промышленных выбросов Мариуполь (330-380 тыс. т) и Новочеркасск (90-110 тыс. т) являются одними из наиболее крупных источников загрязнения не только Приазовья, но и в целом Украины и России.

Для загрязнителей, которые имеют площадной характер распространения, параметры минимально безопасного расстояния от источников эмиссии поллютантов определяются прежде всего высотой труб, розой преобладающих ветров и буферными свойствами почв [2-3]. Благодаря высокой поглотительной способности и слабощелочной реакции среды черноземы Приазовья и Нижнего Дона обладают повышенной устойчивостью к техногенному загрязнению и способны удерживать значительное количество тяжелых металлов. Вследствие этого, влияние большинства промышленных предприятий и агрогенных источников загрязнения на накопление подвижных и потенциально доступных форм тяжелых металлов оказалось далеко не таким катастрофическим, как могло бы быть.

Задачей исследований было разграничение природного и антропогенно-обусловленного уровня содержания микроэлементов в почвенном покрове региона, что позволяет дать объективную оценку площади формирования ореолов техногенного загрязнения и прогнозировать их возможное расширение.

Объекты и методы исследований

Исследования охватывали зоны влияния таких крупных загрязнителей, как Новочеркасская ГРЭС, металлургические предприятия Мариуполя (комбинат им. Ильича, комбинат «Азовсталь» и ОАО «Маркохим»), а также предприятий г. Бердянск (ЗАО Азовкабель, ОАО АЗМОЛ). Геохимическое опробование почв проводили по неравномерной сети с учетом розы

преобладающих ветров. Для получения представительного материала применялся способ смешанных образцов, отобранных с пробных площадок площадью не менее 2500 м². Отбор проб почвы и их подготовку к анализу проводили по ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84. Растительная диагностика загрязненности почв (биогеохимическое опробование) заключалась в отборе

образцов надземной части многолетних злаковых трав, произраставших в пределах пробных площадок. Содержание микроэлементов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии: подвижные формы в почве – после экстрагирования 1 н

ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8, в растениях – после минерализации по ГОСТ 26929. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программных средств Statistica.

Результаты исследований

Региональной особенностью черноземов обыкновенных является высокое общее содержание в них микроэлементов, обусловленное обогащенностью почвообразующих пород, и низкой их подвижностью, ограниченной наличием в почвах карбонатов. В первую очередь это относится к такому важному эссенциальному микроэлементу, как цинк. Количество обменных и подвижных соединений Zn в пахотном слое черноземов находится на уровне 0,1-0,6 мг/кг (в садах и виноградниках - до 1-2 мг/кг) и существенно со временем не изменяется [4-6]. Такие концентрации Zn являются очень низким уровнем обеспеченности даже для растений низкого выноса (по И.Г. Важенину). На дефицит цинка в минеральном питании растений указывает и уровень его содержания в сельскохозяйственной продукции. Среднее содержание цинка во всех зерновых культурах, горохе и кормовых травах близки и варьируют в пределах 19-31 мг/кг. Учитывая, что нижняя граница оптимального содержания цинка находится на уровне 30 мг/кг и содержание менее 20 мг/кг считаются дефицитными [7], можно говорить о недостаточной обеспеченности зерновых и кормовых культур этим важным микроэлементом. Более всего обеднены Zn солома озимой пшеницы, сено люцерны и зерно кукурузы.

Фоновое содержание Cu в почвах различных геохимических ландшафтов региона колеблется от 21 до 60 мг/кг [6, 8]. Такое количество металла находится в пределах нормальной регуляции функций растений и животных. Эти значения близки к фоновому содержанию Cu в черноземах, колеблющегося по различным оценкам от 21 до 30 мг/кг и кларку для почв (20 мг/кг), но превосходят региональные оценки содержания элемента, произведенные более 37-45 лет назад [9]. Содержание Cu в подвижной форме не превышает 2% от валового содержания. Под виноградниками количество подвижных соединений металла в почвах

резко увеличивается до 13 мг/кг, что связано с использованием медьсодержащих фунгицидов. По профилю почвы прослеживается четкая тенденция к увеличению содержания меди в верхнем гумусово-аккумулятивном горизонте, что связано с тесным сродством этого биофильного элемента с органическим веществом почвы (рис. 1). Содержание меди в растениях находится в физиологически благоприятном интервале значений. Повышенным содержанием меди характеризуются сено разнотравное, корень свеклы и зерно проса, более низкий уровень характерен для соломы пшеницы, ячменя, зерна кукурузы, а также риса, гороха, подсолнечника.

Пределы колебаний содержания Pb в черноземах обыкновенных исследуемого региона – 8-78 мг/кг, со средним значением 21-22 мг/кг, что выше кларка (10 мг/кг) и фонового значения элемента (13 мг/кг) для черноземов бывшего СССР. Возможно, что наблюдаемое превышение содержания Pb в современных почвах обусловлено антропогенными факторами: по данным 1957 г. диапазон колебаний Pb в черноземах составлял 3,7 – 23,7 мг/кг (Виноградов, 1957). Однако, также это может быть и региональной особенностью, связанной с природной обогащенностью приморских ландшафтов, поскольку даже на значительном расстоянии (более 20 км) от источников загрязнения в Бердянске и Мариуполе валовое содержание свинца составляло до 30-40 мг/кг, а его подвижных форм – до 3-4 мг/кг почвы (табл. 1). Процентное содержание обменных соединений Pb в фоновых черноземах составляет 1,4-5% от вала, что существенно превосходит относительное содержание этих же форм Cu и Zn (менее 1%). Ионы Pb^{2+} наиболее близки по размерам к ионам Ca^{2+} (ионный радиус Pb^{2+} 1,3-1,2, Ca^{2+} – 1,2-1,1), в связи с чем их количество в обменном состоянии наиболее высокое среди исследуемых металлов. Локальные резкие повышения содержания подвижных форм

свинца отмечаются в пределах рисоводческих хозяйств, в непосредственной близости к автострадам и промышленным предприятиям.

Проведенные исследования выявили четкую приуроченность загрязнения поч-

венного покрова к производственным площадям вышеуказанных предприятий. Однако, связь между содержанием валовых и подвижных форм микроэлементов в почве и загрязнения травянистой растительности была очень слабой. Графическое изобра-

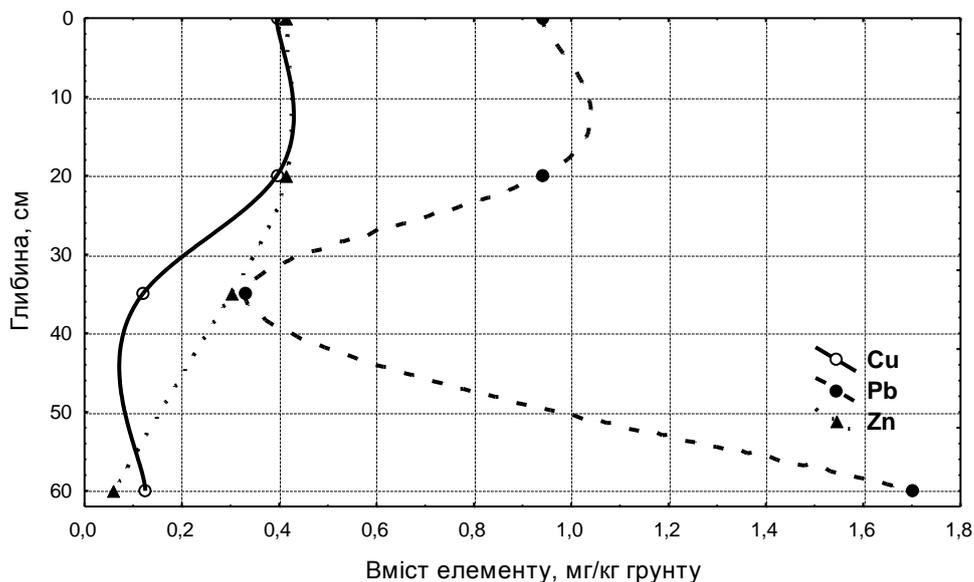


Рис. 1 – Распределение подвижных форм Zn, Cu, Pb в профиле чернозема обыкновенного (район Бердянска)

Таблица 1

Фоновое содержание подвижных форм микроэлементов в пригородной зоне

Статистические показатели	Zn	Cd	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu
Район Мариуполя								
Минимальное значение	0,55	0,15	1,55	0,90	1,50	3,70	1,25	0,30
Максимальное значение	1,25	0,25	2,30	1,70	3,00	18,0	3,12	0,48
Среднее значение	0,83	0,19	1,88	1,33	2,39	8,72	2,11	0,38
Стандартная ошибка среднего	0,07	0,01	0,08	0,08	0,13	1,37	0,23	0,02
Район Бердянска								
Минимальное значение	0,45	0,08	0,25	0,35	2,00	6,75	0,25	0,25
Максимальное значение	1,58	0,25	2,30	2,15	4,00	23,0	3,88	0,95
Среднее значение	0,80	0,19	1,08	1,40	2,66	12,6	1,62	0,51
Стандартная ошибка среднего	0,11	0,02	0,19	0,20	0,18	1,87	0,47	0,07

жение этих различий (рис. 2) позволяет утверждать, что в распределении элементного состава почв и растений в зоне загрязнения есть как общие, так и отличительные черты.

Наряду со средним интервалом значений содержания цинка в сене многолетних злаков (5-10 мг/кг) встречается загрязненная растительность (до 35 мг/кг), что может сов-

падать с ареалами загрязнения почв (почвенное или комбинированное загрязнение), а может быть вызванным исключительно аэральным путем поступления поллютантов. Вследствие этого даже выделение на местности ареалов повышенного и близкого к фоновому содержанию микроэлементов в

почве не гарантирует чистоты получаемой продукции.

Превышение фоновое содержание микроэлементов наблюдается на расстоянии порядка 20 км от Мариуполя и Новочеркасска, причем загрязнение растительности превалировало над почвенным (табл. 2).

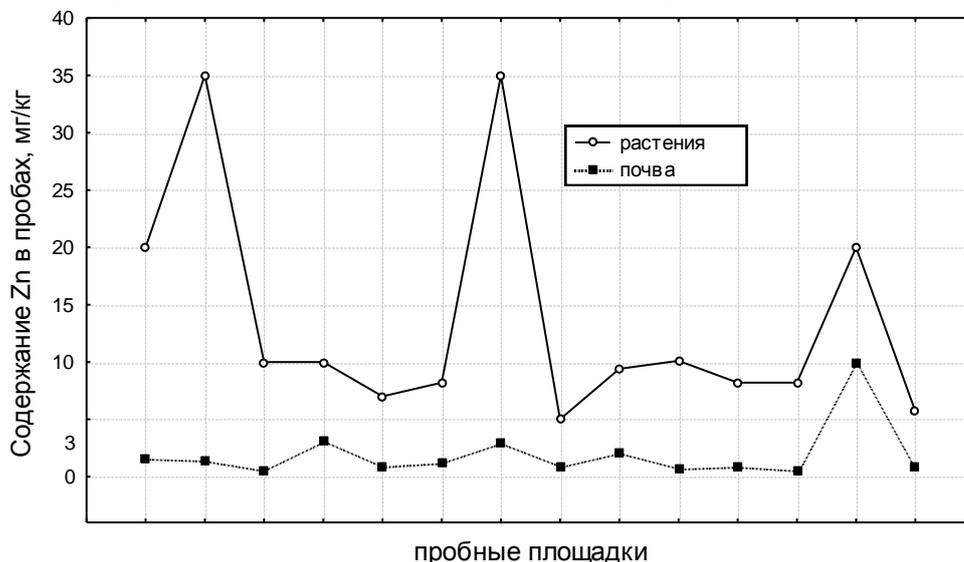


Рис. 2 – Колебания содержания цинка в сопряженных пробах почвы и наземной части злаковых трав (район Мариуполя)

Непосредственное влияние НЧГРЭС прослеживается по розе ветров на 25 км, а дымовой шлейф отчётливо прослеживается до г. Харькова. Основная масса поллютантов оседает в пределах 5 км от источника загрязнения по линии «генерального

направления». Далее идёт постепенное снижение содержания тяжелых металлов, и на наиболее отдаленных от источника территориях их содержание приближается к фоновым значениям.

Таблица 2
Содержание микроэлементов в почве на разном расстоянии от Новочеркасской ГРЭС (северо-восточный сектор)

Расстояние от источника, км	Содержание микроэлементов в почве, мг/кг					
	непрочно связанные формы			прочно связанные формы		
	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu	Pb
1,2	42	36	41	58	64	59
1,6	40	33	33	60	67	67
2,0	39	35	35	61	65	65
5,0	35	33	25	65	67	75
15,0	13	19	20	87	81	80
20,0	11	13	32	89	87	68

В загрязненных почвах заметно возрастает доля непрочно связанных соединений металлов. В почвах площадок, находящихся на близком расстоянии от Новочеркасской ГРЭС, доля подвижных соединений

Cu возрастает в 2,7 раз; Pb – в 2,5 и Zn – в 3,8 раз. В составе непрочно связанных форм изменяется соотношение составляющих их соединений. Основное направление происходящих изменений: повышение доли более

мобильных соединений металлов с ростом многолетней аккумуляции металла.

Вследствие естественной и агрогенной variability содержания микроэлементов в почвах их загрязнение, как правило, идентифицируется на меньшем расстоянии и существенно зависит от высоты труб. Последнее в большей мере относится к свинцу, variability содержания которого в почве намного больше, чем в растениях, что связано с эффективностью биологических барьеров по отношению к этому элементу.

Пространственная variability элементного состава почв и растений, которая вообще характерна для урбанизированных территорий, делает малополезной подробную детализацию нормативов. Наложение почвенного и аэрального загрязнения приводит к отсутствию существенной корреляции между содержанием микроэлементов в почве и растениях ($r < 0,3$), а относительно небольшой уровень нагрузки по периферии зоны эмиссии поллютантов и высокая буферная способность черноземов обыкновенных делает несущественной разницу между их реакцией на загрязнение. Практический опыт проведения обследований территорий, подпадающих под техногенное загрязнение, показывает искусственность и небольшую полезность как

существующих ПДК, так и их модификаций. Реально же нужно другое: дать оценку природного геохимического фона обследуемой территории, сравнить его с антропогенно-обусловленным и сопоставить последний с уровнем буферной способности почв.

Такой методологический подход позволяет установить общий урбанизированный фон, сложившийся в результате накопления биофильных элементов, выявить наложение техногенных ореолов рассеяния из разных источников эмиссии т.д. В частности, общегородской фон Мариуполя по содержанию подвижных форм микроэлементов можно выразить формулой $Zn_6Cd_2Ni_2Co_2Fe_3Mn_2Cu_3Pb_3Cr_2$, т.е. для большинства почв характерно 2-3-кратное превышение над фоном. Урбанизированный фон Бердянска по подвижным формам большинства микроэлементов ниже, чем в Мариуполе, а по цинку и свинцу – несколько выше. Однако, большие величины коэффициентов концентрации Zn обусловлены низким уровнем его естественного содержания в почвах, вследствие чего даже шестикратное превышение можно считать не опасным, а физиологически благоприятным.

Выводы

1. Черноземы обыкновенные на территории Приазовской равнины и Нижнего Дона имеют низкое фоновое содержание подвижных форм цинка, достаточный уровень обеспеченностью медью и повышенное содержание соединений свинца. Эта региональная специфика микроэлементного состава обусловлена карбонатностью профиля почв, природной обогащенностью приморских геохимических ландшафтов, а также техногенной эмиссией микроэлементов.

2. Влияние наиболее крупных источников загрязнения (металлургические предприятия Мариуполя, Новочеркасская ГРЭС) на микроэлементный состав почвенного и

растительного покрова отчетливо прослеживается на расстоянии до 20-25 км. Для пятикилометровой зоны вокруг центров эмиссии характерно 2-3-кратное превышение над фоном.

3. Высокая буферная способность черноземов Приазовья и Нижнего Дона значительно снижает негативные последствия загрязнения, а наложение его почвенной и аэральной составляющих приводит к отсутствию существенной корреляции между содержанием микроэлементов в почве и растениях в пределах урбанизированных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальков В. Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений./ В. Ф. Вальков – М: Агропромиздат, 1986. – 206 с.
2. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды./ Ю. А. Израэль. – [2-е изд]. М.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
3. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение./ В. Б. Ильин – Новосибирск: Наука, 1991. – 133 с.

4. Никитюк Н. В. Подвижность тяжелых металлов в черноземных карбонатных почвах и способы ее оценки: Автореф. дис... канд. с.-х. наук./ Н. В. Никитюк – Краснодар: КГАУ, 1998. – 18 с.
5. Минкина Т. М.. Состав соединений тяжелых металлов в почвах./ Т. М. Минкина, Г. В. Мотузова, О. Г. Назаренко. – Ростов-на-Дону: Изд-во «Эверест», 2009. – 208 с..

6. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України/ за ред. А.І. Фатєєва, Я.В. Пащенко. – Х.: КП «Друкарня № 13, 2003. – 117 с.

7. Кондрахин И. П. Алиментарные и эндокринные болезни животных./ И. П. Кондрахин – М.: Агропромиздат, 1989. – 256 с.

8. Алексеенко В. А. Металлы в окружающей среде. Почвы геохимических ландшафтов Ростовской области: Учебное пособие./ В. А. Алек-

сеенко, А. В. Суворинов, В. Ап. Алексеенко, А. Б. Бофанова – М.: Логос, 2002. – 312 с.

9. Ковальский В. В. Микроэлементы в почвах СССР. / В. В. Ковальский, Г. А. Андрианова. – М., 1970. – 179 с.

Поступила в редколлегию 30.11.2012 г.

УДК 504.03

О. О. ГОЛОЛОБОВА, канд. с.-г. наук, доц., **Н. Б. КРАВЧЕНКО**, **Е. Д. ДАВИДОВА**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

61022 Харків, пл. Свободи, 6

valeo.elena@mail.ru

АГРОЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

На прикладі фермерського господарства Василівського району Запорізької області проведено еколого-агрохімічне обстеження ґрунтів та зрошуваної води, визначено еколого-економічна оцінка використання земель. За результатами агроекологічної оцінки використання сільськогосподарських земель в малих фермерських господарствах показана та науково обґрунтована необхідність низки заходів по стабілізації та якісному поліпшенню ґрунтовому стану для забезпечення екологічної рівноваги агроценозу.

Ключові слова: фермерське господарство, агроекологічна оцінка, еколого-економічна оцінка, ґрунт, зрошувальна вода, заходи, Запорізька область

Gololobova O. O., Kravchenko N. B., Davydova E. D. AGROECOLOGICAL AND ECOLOGO-ECONOMIC ASSESSMENT USE OF AGRICULTURAL LAND FARM

For example farm Vasil region Zaporozhye region conducted environmental and agrochemical examination of soil and irrigated water, as defined by ecological and economic assessment of land use. As a result of agroecological assessment of agricultural land in small farms and research shows the necessity of a series of measures to stabilize and improve the quality of the soil to ensure ecological balance agrocenosis.

Keywords: farm, Agroecological assessment yekoloho-economic assessment, soil, irrigation water, measures Zaporizhia Oblast

Гололобова Е. А., Кравченко Н. Б., ДАВИДОВА Е. Д. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На примере фермерского хозяйства Васильевского района Запорожской области проведено эколого-агрохимическое обследование почв и орошаемой воды, также определена эколого-экономическая оценка использования земель. По результатам агроэкологической оценки использования сельскохозяйственных земель в малых фермерских хозяйствах показана и научно обоснована необходимость ряда мер по стабилизации и качественному улучшению почвенного состояния для обеспечения экологического равновесия агроценоза

Ключевые слова: фермерское хозяйство, агроэкологическая оценка, эколого-экономическая оценка, ґрунт, оросительная вода, меры, Запорожская область

Вступ

Здійснення масштабних перетворень при реформуванні земельних відносин в Україні, нажаль, не завжди належним чином забезпечується раціональним використанням та охороною земельних ресурсів, а відтворення продуктивного потенціалу

сільськогосподарських земель не відповідає екологічним вимогам сталого землекористування.

У зв'язку з цим проблема підвищення ефективності використання, відтворення та охорони земельних ресурсів набуває особ-