

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ НА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Г. Ильина, к.г.н., О.И.Чернякова, ст. викл.
Одесский государственный экологический университет

Ключевые слова: тяжелые металлы, радионуклиды, оросительные воды, почвенно-растительный покров.

Резюме

Выполнена оценка режима орошения на почвенно-растительный покров Днепропетровской области с учетом содержания тяжелых металлов в оросительных водах и количества радионуклидов. Целью исследования является улучшение качества сельскохозяйственных растений, которые выращиваются на орошаемых территориях.

THE ASSESSMENT OF THE IMPACT OF IRRIGATION ON SOIL - VEGETATION DNEPROPETROVSK REGION

V. G. Iilina - PhD in Geography, **O. I. Chernyakova**- senior lecturer
OdessaState Ecological University

Keywords: heavy metals, radionuclides, irrigation water, soil - vegetation cover.

Summary

Conducted an assessment of irrigation regime on soil – vegetation cover in Dnepropetrovsk region including heavy metal content in irrigation water and amount of radionuclides. The aim of research is improving the quality of crops, which are growing in irrigated areas.

UDK 504.5

THE ASSESSMENT OF THE IMPACT OF IRRIGATION ON SOIL - VEGETATION DNEPROPETROVSK REGION

V. G. Iilina - PhD in Geography, **O. I. Chernyakova**- senior lecturer
OdessaState Ecological University

Conducted an assessment of irrigation regime on soil – vegetation cover in Dnepropetrovsk region including heavy metal content in irrigation water and amount of radionuclides. The aim of research is improving the quality of crops, which are growing in irrigated areas.

Keywords: heavy metals, radionuclides, irrigation water, soil - vegetation cover.

Introduction. At the time of irrigation is increasing human pressure on the objects of environment and creating preconditions for aggravation of the environmental situation. One of the reasons is quickly strengthening role of the surface, intra-soil and drainage wastewater in the migration of various elements including heavy metals.

Problem. There was decided the problem of studying the regularities in the distribution of heavy metals and radionuclides in the soil - vegetation cover in Dnipropetrovsk region and determine the degree of contamination in natural waters (surface, groundwater, drainage) and soil these elements.

Analysis of last investigations and publications. In ecological researches of recent decades, considerable attention is directing by the characteristics of absorption and migration of polluting elements in the soil cover. In this case is using a system approach developed by R.M. Alexahynym and N. A. Korneevym [1], also P.H. Naiy and P.B. Tinker [2] regarding transformation solutions in system "soil cover - plant". These approaches have been used in this work.

The purpose of research. The aim of research was study the effect of irrigation on the condition soil - vegetation cover in Dnepropetrovsk region, considering the quality of irrigation water.

Results. There was analyzed the chemical composition of the three main sources of irrigation Dnepropetrovsk region ten cross-sections in 2011. Found that the increasing aridity of climate in recent years and rising mineralization of irrigation water in them, increasing the concentration of heavy metals - zinc, cadmium, nickel, lead, copper and chromium (Table 1).

For most elements, irrigation water satisfying specified requirements. As for the highly toxic elements such as cadmium lead, their contents approaching or exceeding the maximum - allowable concentrations (MAC). Moreover it is excess more expressed in waters of prairie sources.

Table 1 - The content of heavy metals (mg / dm³) in irrigation waters in Dnepropetrovsk region (2011 year)

Source sampling	Zn	Cd	Ni	Pb	Cu	Cr
Kahovske water reservoir	0.183	0.007	0.007	0.03	0.015	0.020
Channel Dnipro - Donbass	0.173	0.004	0.007	0.010	0.003	0.012
Frunzivska irrigation system	0.125	0.002	0.012	0.025	0.004	0.050
MAC	1.0	0.001	0.1	0.03	1.0	0.5

The distribution of heavy metals in the groundwater revealed the following patterns (Table 2). The heavy metals in groundwater is significantly lower than in irrigation waters.

Table 2 - The content of heavy metals in irrigation waters in Dnepropetrovsk region (2011 year).

Content elements, mg / dm ³ (numerator - the average value, denominator - limits fluctuations)					
Zn	Pb	Cu	Ni	Cr	Cd
<u>0.05</u> 0.002-0.39	<u>0.03</u> 0.008-0.06	<u>0.006</u> 0.002-0.01	<u>0.03</u> 0.002-0.05	<u>0.02</u> 0.002-0.05	<u>0.02</u> 0.006-0.04

The content such heavy metal, like zinc, in drainage waters are much lower than in irrigation waters (Table 3). The content of heavy metals in drainage waters generally corresponds to the amount of groundwater

Table 3 - The content of heavy metals in drainage waters in Dnepropetrovsk region (2011 year).

Content elements, mg / dm ³ (numerator - the average value, denominator - limits fluctuations)					
Zn	Pb	Cu	Ni	Cr	Cd
<u>0.17</u> 0.008-0.49	<u>0.04</u> 0.02-0.07	<u>0.007</u> 0.003-0.01	<u>0.04</u> 0.004-0.09	<u>0.02</u> 0.005-0.04	<u>0.02</u> 0.003-0.03

The accumulation of radionuclides in plants on irrigation lands occurs as a result of transferring radionuclides to the root which are in the soil, and introduced into the soil by watering the soil contaminated water.

Total activity [3] that kept ground parts of the plant by watering, can be represented as

$$A_i = f_{w,i} A_w \quad (1)$$

where A_i - the total specific activity of plants;

$f_{w,i}$ - faction maintenance;

A_w - activity specific surface by watering;

Share radionuclides, which is contained by plant defined as

$$f_{w,i} = \frac{LAI_i S_i}{R} \left[1 - \exp\left(\frac{-\ln 2}{3 \cdot S_i} \cdot R\right) \right], \quad (2)$$

where LAI_i - leaf surface of plants;

S_i - effectively maintain water for plants;

R - specific volume watering;

If the proceeds of radionuclides in soil occurs during the growth of plants, then, for root proceeds used for correction coefficient that decreases root revenues.

The concentration in the basal layer of the soil [4] is calculated by the formula

$$C_s(t) = \frac{A_s}{L\delta} \exp[-(\lambda_s + \lambda_f + \lambda_r)t] \quad (3)$$

where A_s - total specific activity in soil;

L - basal layer depth;

δ - soil density;

λ_s - the rate of decrease of activity;

λ_f - rate of fixation of radionuclides in soil;

There are important ways of watering in addition to norms irrigation and watering. As part of the work was to researche the influence watering methods on accumulation of radionuclides in various agricultural plants, which are cultivated in the conditions of Dnipropetrovsk region (Table 4).

Table 4 - Average coefficients of radionuclides transfer of irrigation water in agricultural crops (10^{-3})

Element	Watering method	Winter wheat, corn	Lyutsenrna, green mass	Corn, grain	Beet, root	Tomatoes,	Cucumbers	Cabbage,
Cs	furrow	1,0	2,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5
Cs	sprinkling	2,0	5,0	0,5	0,7	0,6	0,,6	0,8
Sr	furrow	3,0	5,0	0,06	0,6	0,5	0,3	0,7
Sr	sprinkling	4,0	7,0	0,13	0,8	1,0	0,4	1,0

Making analysis of transfer factors of radionuclides in agricultural irrigation water plants at different ways of irrigation, it possible to make a conclusion, for reducing the absorption of radionuclides in agricultural crops that are grown in the conditions of Dnipropetrovsk region, you must use furrow watering. In this case, average coefficient is reduced twice in some cases.

This work also included different types of soil. This is very important, because the processes of absorption and transformation of polluting elements depending on the type of soil in different ways (Table 5).

Table 5 - Average coefficients of radionuclides transfer from soil to plants $10^{-3} (\text{Bq} / \text{kg}) / (\text{Bq} / \text{m}^3)$ land

Production	Sod-podzolic	Ordinary	Mighty black
------------	--------------	----------	--------------

	loamy soil		black soil		soil	
	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
Grain cereal	0,72	0,25	0,13	0,062	0,056	0,042
Roots	0,65	0,8	0,12	0,02	0,055	0,01
Potato	0,48	0,10	0,09	0,03	0,04	0,02
Vegetative mass culture	2,2	0,35	0,40	0,10	0,18	0,07
Longstanding grasses	95	4,4	17	1,1	7,5	0,68

After analyzing the data table we see that the lowest levels of radionuclides transfer from soil to plants is black soil. This is probably explained by the fact that these soils has the most amount of humus in comparison with sod-podzolic loamy soil that reduces transition of radionuclides due to their sorption by soil particles.

Conclusions. Growing crops under irrigation leads to problems of radioactive contamination of soil and plants. As a result, additional irrigation is getting polluting elements, the main ones are heavy metals and radionuclides. In terms of Dnipropetrovsk region the least possible contamination with heavy metals will be with using irrigation water from Frunzivska irrigation system. For reduction of radioactive contamination is desirable to use furrow watering method. In this case, the lowest average coefficients of radionuclides transfer from soil to plants received for black soil.

REFERENCES

1. Agricultural radioecology. / Edited by R.M. Alexahinym and N. A. Korneevym. – M.: Ecology, 1991. – 297 pages.
2. Fluid movement system "soil cover - plant". / Edited by P.H. Naiy and P.B. Tinker. – M.: Kolos, 1980. – 365 pages.
3. Radioecology water objects influence zone of the Chernobyl accident. / Edited by O. V. Voichehovicha. – Kyiv: VIPOL, 1988. – T.2. – 272 pages.
4. Muller H., Prohl G. ECOSYS – 87. F dynamic model for the assessment of the radiological consequences of nuclear accidents // Health Phys. – 1993. – 1993. – V. 64. – P 232 – 252.

УДК 504.5

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШЕННЯ НА ГРУНТОВО-РОСЛИННИЙ ПОКРИВ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В.Г. Ільїна, к.г.н., О.І.Чернякова, ст. викл.
Одеський державний екологічний університет

Виконана оцінка режиму зрошення на ґрунтово-рослинний покрив Дніпропетровської області з урахуванням вмісту важких металів у зрошувальних водах та кількості радіонуклідів. Метою дослідження є поліпшення якості сільськогосподарських рослин, які вирощуються на зрошувальних територіях.

Ключові слова: важкі метали, радіонукліди, зрошувальні води, ґрунтово-рослинний покрив.

Вступ. При зрошуванні зростає антропогенне навантаження на об'єкти природного середовища і створюються передумови для загострення екологічної ситуації. Одна з причин – різке посилення ролі поверхневого, внутрішньо ґрунтового та дренажного стоків в міграції різних елементів у тому числі і важких металів.

Проблема. Вирішувалася задача вивчення закономірностей в розподілі важких металів і радіонуклідів в ґрунтово-рослинному покриві Дніпропетровської області та визначення міри забруднення природних вод (поверхневих, ґрунтових, дренажних) та ґрунтів цими елементами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В екологічних дослідженнях останніх десятиліть значна увага приділяється особливостям поглинання та міграції забруднювальних елементів у ґрунтовому покриві. При цьому використовується системний підхід, розроблений Р.М.Алексахиним та Н.А.Корнеєвим [1], а також П.Х.Най та П.Б.Тинкер [2] стосовно трансформації розчинів в системі «ґрунт-рослина». Ці підходи були використані у роботі.

Мета досліджень. Метою було вивчення впливу зрошення на стан ґрунтово-рослинного покриву Дніпропетровської області з урахуванням якості зрошувальних вод.

Результати досліджень. Проаналізовано хімічний склад трьох основних джерел зрошення Дніпропетровської області по десяти створах за 2011 рік. Встановлено, що у міру посилення посушливості клімату за останні роки і зростання мінералізації зрошувальних вод в них, зростає концентрація важких металів – цинку, кадмію, нікелю, свинцю, міді і хрому (табл. 1).

По більшості елементів зрошувальні води задовольняють встановленим вимогам. Що стосується таких високотоксичних елементів, як кадмій і свинець, то їх вміст наближається або перевищує ГДК. Причому це перевищення більш виражене у водах степових джерел.

Таблиця 1- Вміст важких металів (мг/дм³) в зрошувальних водах Дніпропетровської області (2011 рік)

Джерело відбору проби	Zn	Cd	Ni	Pb	Cu	Cr
Каховське водосховище	0.183	0.007	0.007	0.03	0.015	0.020
Канал Дніпро-Донбас	0.173	0.004	0.007	0.010	0.003	0.012

Фрунзівська зрошувальна система	0.125	0.002	0.012	0.025	0.004	0.050
ГДК	1.0	0.001	0.1	0.03	1.0	0.5

У розподілі важких металів в ґрунтових водах виявлені наступні закономірності (табл.2). У ґрунтових водах вміст важких металів значно нижчий, ніж в зрошувальних водах.

Таблиця 2 – Вміст важких металів в ґрунтових водах Дніпропетровської області (2011 рік)

Вміст елементів, мг/дм ³ (чисельник – середнє, знаменник – границі коливань)					
Zn	Pb	Cu	Ni	Cr	Cd
<u>0.05</u> 0.002-0.39	<u>0.03</u> 0.008-0.06	<u>0.006</u> 0.002-0.01	<u>0.03</u> 0.002-0.05	<u>0.02</u> 0.002-0.05	<u>0.02</u> 0.006-0.04

Вміст такого важкого металу, як цинк, в дренажних водах значно нижче, чим в зрошувальних водах (табл. 3). А вміст важких металів в дренажних водах відповідає в цілому їх кількості в ґрунтових водах.

Таблиця 3 – Вміст важких металів в дренажних водах Дніпропетровської області (2011 рік)

Вміст елементів, мг/дм ³ (чисельник – середнє, знаменник – границі коливань)					
Zn	Pb	Cu	Ni	Cr	Cd
<u>0.17</u> 0.008-0.49	<u>0.04</u> 0.02-0.07	<u>0.007</u> 0.003-0.01	<u>0.04</u> 0.004-0.09	<u>0.02</u> 0.005-0.04	<u>0.02</u> 0.003-0.03

Накопичення радіонуклідів у рослинах на зрошуваних землях відбувається внаслідок кореневого надходження радіонуклідів, які знаходяться в ґрунті, а також привносяться в ґрунт при поливі забрудненою водою.

Сумарна активність[3], яка утримується наземною частиною рослин при поливі, може бути представлена як

$$A_i = f_{w,i} A_w, \quad (1)$$

де A_i – сумарна питома активність рослини;

$f_{w,i}$ – фракція утримання;

A_w – питома поверхнева активність при поливі.

Частка, утримуваних рослиною, радіонуклідів [3] визначається як

$$f_{w,i} = \frac{LAI_i S_i}{R} \left[1 - \exp\left(\frac{-\ln 2}{3 \cdot S_i} \cdot R\right) \right], \quad (2)$$

де LAI_i - поверхня листкової частини рослин;

S_i – ефективне утримання води для рослини;

R – питомий об'єм поливу.

Якщо надходження в ґрунтрадіонуклідів відбувається в період росту рослини, то для кореневого надходження використовується коригувальний коефіцієнт, що зменшує кореневе надходження.

Концентрація в прикореновому шарі ґрунту[4] розраховується по формулі

$$C_s(t) = \frac{A_s}{L\delta} \exp[-(\lambda_s + \lambda_f + \lambda_r)t], \quad (3)$$

де A_s – загальна питома активність на ґрунті;

L – глибина прикореневого шару;

δ - щільність ґрунту;

λ_s – швидкість зменшення активності;

λ_f - швидкість фіксації радіонуклідів у ґрунті.

Крім норми зрошення та поливу важливе значення мають способи поливу. В рамках роботи було досліджено вплив способів поливу на накопичення радіонуклідів у різних сільськогосподарських рослинах, які культивуються в умовах Дніпропетровської області (табл. 4).

Таблиця 4 – Середні коефіцієнти переходу радіонуклідів з поливних вод у сільськогосподарські рослини (10^{-3})

Елемент	Спосіб поливу	Озима пшениця, зерно	Люцерна, зелена маса	Кукурудза, зерно	Буряк, коренеплід	Томати, плоди	Огірки, плоди	Капуста, качан
Cs	По борознах	1,0	2,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5
Cs	Дощування	2,0	5,0	0,5	0,7	0,6	0,6	0,8
Sr	По борознах	3,0	5,0	0,06	0,6	0,5	0,3	0,7
Sr	Дощування	4,0	7,0	0,13	0,8	1,0	0,4	1,0

Проаналізувавши коефіцієнти переходу радіонуклідів з поливних вод у сільськогосподарські рослини при різних способах поливу можна зробити висновок, що для зменшення потрапляння радіонуклідів у сільськогосподарські рослини, які вирощуються в умовах Дніпропетровської області, необхідно використовувати полив по борознах. При цьому коефіцієнти переходу в деяких випадках зменшуються у два рази.

У роботі також урахувалися різні типи ґрунту. Це дуже важливо у зв'язку з тим, що в залежності від типу ґрунту по-різному відбуваються процеси поглинання та трансформації забруднювальних елементів (табл. 5).

Таблиця 5– Середнє значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини $10^{-3}(\text{Бк/кг})/(\text{Бк/м}^2)\text{угідь}$

Продукція	Дерново-підзолистий суглинний ґрунт		Чорнозем звичайний		Чорнозем могутній	
	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs
Зерно злакових	0,72	0,25	0,13	0,062	0,056	0,042
Коренеплоди	0,65	0,8	0,12	0,02	0,055	0,01
Картопля	0,48	0,10	0,09	0,03	0,04	0,02
Вегетативна маса культур	2,2	0,35	0,40	0,10	0,18	0,07
Багатолітні трави	95	4,4	17	1,1	7,5	0,68

Проаналізував данні таблиці видно, що найменші значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини отримані для чорноземних ґрунтів. Це, мабуть, пояснюється тим, що ці ґрунти мають найбільшу кількість гумусу у порівнянні з дерново-підзолистими, який зменшує перехід радіонуклідів за рахунок їх сорбції ґрунтовими частинками.

Висновки. Вирощування сільськогосподарських культур в умовах зрошення приводить до виникнення проблеми радіонуклідного забруднення ґрунту та рослин. В результаті зрошення відбувається додаткове потрапляння забруднювальних елементів, основними з яких є важкі метали та радіонукліди. В умовах Дніпропетровської області найменше забруднення важкими металами можливе при використанні вод Фрунзівської зрошувальної системи. Для зменшення радіонуклідного забруднення бажано використовувати такий спосіб поливу, як полив по борознах, при цьому найменші значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини отримані для чорноземних ґрунтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сельскохозяйственная радиоэкология. / Под ред. Р.М.Алексахина и Н.А.Корнеева. – М.: Экология, 1991.- 297 с.

2. Най П.Х., Тинкер П.Б. Движение растворов в системе «почва – растение». – М.: Колос, 1980. – 365 с.
3. Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС. / Под ред. О.В. Войцеховича. – Киев : ВПОЛ, 1988. – Т.2. – 272 с.
4. Muller H., Prohl G. ECOSYS - 87. A dynamic model for the assessment of the radiological consequences of nuclear accidents // Health Phys. - 1993. -1993.-V.64. -P. 232-252.