

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШЕННЯ НА ГРУНТОВО – РОСЛИННИЙ
ПОКРИВ

В.Г.Ільїна, к.геогр.н, **В.О.Ніколішин**, магістр
Одеський державний екологічний університет

Виконано оцінку впливу зрошення на сільськогосподарські рослини, з точки зору забруднення важкими металами та радіонуклідами, в умовах Дніпропетровської області за допомогою математичної моделі. Дніпропетровська область володіє досить розвиненою сіттю водних артерій, тому існує великий потенціал для використання цих об'єктів для зрошення. Основними забруднювальними речовинами, які можуть потрапляти у ґрунтово – рослинний покрив при зрошенні є важкі метали та радіонукліди, тому саме ці елементи були вибрані для оцінки їх впливу на якісні характеристики сільськогосподарських рослин. Ураховано коефіцієнти переходу радіонуклідів у сільськогосподарські рослини аеральним та кореневим шляхом, при цьому розрахунки виконано для основних джерел зрошення в умовах Дніпропетровської області. По більшості елементів зрошувальні води задовольняють встановленим вимогам. Що стосується таких високотоксичних елементів, як кадмій і свинець, то їх вміст наближується або перевищує ГДК. Цінність дослідження полягає в оцінці екологічної чистоти сільськогосподарської продукції, яка вирощується в умовах зрошення. За результатами роботи можливо надавати практичні рекомендації що до зменшення впливу зрошення на сільськогосподарські рослини стосовно вмісту важких металів і радіонуклідів в умовах Дніпропетровської області.

Вступ. При зрошенні зростає антропогенне навантаження на об'єкти природного середовища і створюються передумови для загострення екологічної ситуації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням оцінки впливу зрошення на стан агроценозів займалися багато авторів [1]. При цьому були ураховані показники якості зрошувальних вод.

Мета досліджень. Виконати оцінку впливу зрошення на якісні характеристики врожаїв сільськогосподарських рослин, з точки зору вмісту важких металів і радіонуклідів, які вирощуються в умовах Дніпропетровської області, за допомогою математичної моделі. Отримані результати дозволяють виконати оптимізацію режиму зрошення з ціллю зменшення навантаження на ґрунтово -рослинний покрив[2].

Викладання основної частини дослідження. Накопичення радіонуклідів у рослинах на зрошуваних землях відбувається внаслідок кореневого надходження радіонуклідів, що знаходяться в ґрунті, що привносяться в ґрунт при поливі забрудненою водою, а також унаслідок безпосереднього надходження радіонуклідів з поливної води в листя.

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

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

де A_i – сумарна питома активність рослини; $f_{w,i}$ – фракція утримання; A_w – питома поверхнева активність при поливі.

Частка, утримуваніх рослиною, радіонуклідів визначається як [3] :

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

де S_i – ефективне утримання води для рослини; LAI_i - поверхня листової частини рослин; R – питомий об'єм поливу .

Активність рослинних продуктів формується за рахунок безпосереднього надходження радіонуклідів через листя, а також за рахунок кореневого надходження [3]:

$$C_i(t) = C_{i,l}(t) + C_{i,r}(t), \quad (3)$$

де $C_i(t)$ – загальна активність у рослині виду i , Бк/кг; $C_{i,l}(t)$ – активність в рослині виду i від надходження через листя, Бк/кг; $C_{i,r}(t)$ – активність в рослині виду i від кореневого надходження, Бк/кг.

Надходження радіонуклідів через листя може бути виражено як:

$$C_{il}(\Delta t) = \frac{A_i}{Y_i} \exp[-(\lambda_w + \lambda_r)\Delta t], \quad (4)$$

де $C_{i,l}(\Delta t)$ – концентрація активності в рослині; A_i – загальна питома активність на рослині; Y_i – врожайність рослин; λ_w – швидкість втрати активності за рахунок впливу погодних факторів; λ_r – константа радіоактивного розпаду; Δt – час, що пройшов з моменту поливу до збору врожаю.

Концентрація радіонукліда в рослинах, утворена корневим надходженням, розраховується з використанням концентрації радіонукліда в ґрунті і коефіцієнтів накопичення TF_i , які виражають співвідношення концентрацій активності в рослині (жива вага) і ґрунту (суха вага):

$$C_{i,r}(t) = TF_i C_s(t), \quad (5)$$

де $C_{i,r}(t)$ – концентрація радіонукліда у рослині від кореневого надходження; TF_i – коефіцієнт накопичення; $C_s(t)$ – концентрація радіонукліда у прикореневій області ґрунту.

Якщо надходження в ґрунт відбувається в період росту рослини, то для кореневого надходження використовується коригувальний коефіцієнт, що зменшує кореневе надходження. Цей коефіцієнт являє собою відношення

проміжку часу від поливу до збору врожаю до тривалості вегетації. Концентрація в прикореневому шарі ґрунту розраховується по формулі:

$$C_s(t) = \frac{A_s}{L\delta} \exp[-(\lambda_s + \lambda_f + \lambda_r)t], \quad (6)$$

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.

Результати досліджень. Проаналізований хімічний склад більше 10 різних джерел зрошування, встановлено, що у міру посилення посушливості клімату і зростання мінералізації зрошувальних вод в них зростає концентрація важких металів – цинку, кадмію, нікелю, кобальту, марганцю, свинцю, міді і хрому (табл. 1).

Таблиця 1 – Вміст важких металів в зрошувальних водах

Джерело відбору проби	Zn	Cd	Ni	Pb	Cu	Cr	Сума елементів
Каховське водосховище	0.183	0.007	0.007	0.03	0.015	0.020	0.347
Канал Дніпро-Донбас	0.573	0.004	0.007	0.010	0.003	0.012	0.643
Фрунзівська зрошувальна система	0.125	0.002	0.012	0.025	0.004	0.050	0.262
Середнє	0.136	0.004	0.019	0.032	0.009	0.022	0.307
ГДК	1.0	0.001	0.1	0.03	1.0	0.5	

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.

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. 2).

Таблиця 2 – 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	4,0	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6
Sr	По борознах	3,0	5,0	0,06	0,6	0,5	0,3	0,7
Sr	Дощування	4,0	7,0	0,11	0,8	0,8	0,4	1,0

За допомогою наведеної вище математичної моделі виконано оцінку коефіцієнтів переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини для основних сільськогосподарських культур, основні параметри якої наведені у таблиці 3. Представлені характеристики наведені для оцінки рівня забруднення врожаю цукрового буряку для різних типів ґрунтів.

Таблиця 3 – Середні значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини 10^{-3} , (Бк/кг)/(Бк/м²)

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

Висновки. Вирощування сільськогосподарських культур в умовах зрошення призводить до виникнення проблеми радіонуклідного забруднення ґрунту та рослин. Максимальна концентрація радіонуклідів у воді відзначається на початку зрошувального сезону, а у його середині вона зменшується у 4 рази та більше, зростаючи наприкінці поливу .

ЛІТЕРАТУРА

1. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник / Т.А. Сафранов, В.Ю. Приходько, Т.П. Шаніна, А.В. Чугай, А.В. Колісник; за ред. проф. Т.А.Сафранова і проф. Я.О.Адаменко. – Одеса: Екологія, 2015. – 244с.
2. Геоінформаційні моделі і системи підтримки прийняття рішень оцінки та контролю рівня техногенного навантаження на довкілля: Монографія / А.І. Волков; Одеса : ТЕС, 2016 – 150с.
3. Моделювання і прогнозування стану довілля. В. І. Лаврик, В.М. Боголюбов, Л.М. Полетаєва, С.М. Юрасов, В.І Ільїна. Монографія.К.:« Академія», 2010. – 397с.

EVALUATION OF INFLUENCE OF GROWTH ON GROUND-PLANT COVER

V.G.Ilina - PhD in Geographical Sciences, **V.O.Nikolishen** – master

Odessa State Environmental University

An estimation of the effect of irrigation on agricultural plants, in terms of contamination of heavy metals and radionuclides, in the conditions of the Dnipropetrovsk region is carried out with the help of a mathematical model. Dnipropetrovsk region has a very developed sieve of water arteries, therefore there is a great potential for using these irrigation facilities. The main pollutants that can enter the soil and vegetation cover during irrigation are heavy metals and radionuclides, which is why these elements were chosen to assess their impact on the qualitative characteristics of agricultural plants. The coefficients of the transition of radionuclides to agricultural plants by the aerial and root methods are taken into account, while calculations have been made for the main sources of irrigation in the Dnipropetrovsk region. For most elements, the irrigation water meets the established requirements. As for such highly toxic elements as cadmium and lead, their content is near or exceeds the MPC. The value of the study is to assess the environmental purity of agricultural products grown under irrigation. Based on the results of the work it is possible to provide practical recommendations to reduce the impact of irrigation on agricultural plants on the content of heavy metals and radionuclides in the Dnipropetrovsk region.

Introduction. Irrigation increases the anthropogenic load on objects of the natural environment and creates prerequisites for exacerbating the environmental situation.

Analysis of recent research and publications. Questions of assessing the impact of irrigation on the state of agrocenoses involved many authors [1]. At the same time, indicators of the quality of irrigation water were taken into account.

The purpose of research. To evaluate the effect of irrigation on qualitative characteristics of agricultural crops, in terms of the content of heavy metals and radionuclides grown in the Dnipropetrovsk region, using a mathematical model. The obtained results allow to optimize the irrigation regime with the aim of reducing the load on the soil and vegetation cover [2].

Teaching the main part of the study. The accumulation of radionuclides in plants on irrigated lands occurs as a result of the radionuclide input of radionuclides in the soil, introduced into the soil when polluted with contaminated water, as well as due to the direct intake of radionuclides from irrigation water in the leaves.

The total activity, which is maintained by the ground part of plants under irrigation, can be represented as [3]:

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

where A_i - total specific activity of the plant; $f_{w, i}$ - content fraction; A_w - specific surface activity when watering.

The share of plants kept by radionuclides is defined as [3]:

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

where S_i - effective water content for the plant; LAI_i - surface of the leaf part of plants; R - specific volume of watering.

The activity of plant products is formed at the expense of direct intake of radionuclides through leaves, as well as at the expense of root yield [3]:

$$C_i(t) = C_{i,l}(t) + C_{i,r}(t), \quad (3)$$

where $C_i(t)$ - total activity in the plant species and, Bq / kg; $C_{i, l}(t)$ - activity in the plant species and from the flow through the leaves, Bq / kg; $C_{i, r}(t)$ - activity in the plant species and from the root, Bq / kg.

The intake of radionuclides through leaves can be expressed as:

$$C_{il}(\Delta t) = \frac{A_i}{Y_i} \exp[-(\lambda_w + \lambda_r)\Delta t], \quad (4)$$

where $C_{i,l}(\Delta t)$ - concentration of activity in the plant; A_i - total specific activity on the plant; Y_i - yield of plants; λ_w - rate of loss of activity due to the influence of weather factors; λ_r - the constant of radioactive decay; Δt - the time that has elapsed since the watering before harvesting.

The concentration of radionuclide in plants generated by root infestation is calculated using the concentration of radionuclide in the soil and the accumulation coefficients of TF_i , which express the ratio of plant activity concentrations (live weight) and soil (dry weight):

$$C_{i,r}(t) = TF_i C_s(t), \quad (5)$$

where $C_{i,r}(t)$ - concentration of radionuclide in the plant from root yield; TF_i - coefficient of accumulation; $C_s(t)$ is the concentration of radionuclide in the root soil region.

If the input to the soil occurs during the plant growth period, an adjustment coefficient is used for the root yield, which reduces the root yield. This ratio represents the ratio of the time interval from irrigation to harvesting to the duration of the vegetation. Concentration in the root layer of the soil is calculated according to the formula:

$$C_s(t) = \frac{A_s}{L\delta} \exp[-(\lambda_s + \lambda_f + \lambda_r)t], \quad (6)$$

where A_s - total specific activity on the soil; L - depth of the root layer; δ - soil density; λ_s - rate of decrease in activity; λ_f - rate of fixation of radionuclides in soil.

Research results. Analyzed the chemical composition of more than 10 different sources of irrigation, it is established that as the climate drought intensifies and the mineralization of irrigation water increases, the concentration of heavy metals

such as zinc, cadmium, nickel, cobalt, manganese, lead, copper and chromium is increased (Table 1).

Table 1 - The content of heavy metals in irrigation water

Sampling source	Zn	Cd	Ni	Pb	Cu	Cr	The sum of the elements
Kakhovka reservoir	0.183	0.007	0.007	0.03	0.015	0.020	0.347
Channel Dnieper-Donbas	0.573	0.004	0.007	0.010	0.003	0.012	0.643
Frunze Irrigation System	0.125	0.002	0.012	0.025	0.004	0.050	0.262
Medium	0.136	0.004	0.019	0.032	0.009	0.022	0.307
MPC	1.0	0.001	0.1	0.03	1.0	0.5	

For most elements, the irrigation water meets the established requirements. As for such highly toxic elements as cadmium and lead, their content is approaching or exceeding the MPC. Moreover, this excess is more pronounced in the waters of steppe sources.

In addition to irrigation and watering, irrigation methods are important.

In the framework of this work, the influence of watering methods on the accumulation of radionuclides in rosy agricultural plants cultivated in the Dnipropetrovsk region was investigated (Table 2).

Table 2 - Average coefficients of transition of radionuclides from irrigation water to agricultural plants 10^{-3} .

Element	Method of irrigation	Winter wheat, grain	Alfalfa, green mass	Corn, grain	Beetroot, root vegetable	Tomato, fruit	Cucumber, fruits	Cabbage, cabbage
Cs	On the furrows	1,0	2,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5
Cs	Sprinkling	2,0	4,0	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6
Sr	On the furrows	3,0	5,0	0,06	0,6	0,5	0,3	0,7
Sr	Sprinkling	4,0	7,0	0,11	0,8	0,8	0,4	1,0

Using the above mathematical model, an estimation of the coefficients of transition of radionuclides from the soil to plants for the main crops, the main parameters of which are given in Table 3. The characteristics presented are presented for assessing the level of contamination of sugar beet crops for different types of soils.

Table 3 - Average values of transition coefficients of radionuclides from soil in plants 10^{-3} , (Bq / kg) / (Bq / m²)

Products	Darn-podzolic loamy soil		Chernozem is ordinary		Chernozem is mighty	
	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
Grain cereals	0,72	0,25	0,13	0,062	0,056	0,042
Root plants	0,65	0,8	0,12	0,02	0,055	0,01
Potatoes	0,48	0,10	0,09	0,03	0,04	0,02
The vegetative mass cultures	2,2	0,35	0,40	0,10	0,18	0,07
Perennial herbs	95	4,4	17	1,1	7,5	0,68

Conclusions. Cultivation of agricultural and agricultural crops in conditions of irrigation leads to the problem of radionuclide pollution of soil and plants. The maximum concentration of radionuclides in water is noted at the beginning of the irrigation season, and in its middle it decreases by 4 times and more, increasing at the end of the irrigation.

LITERATURE

1. System analysis of environmental quality: textbook / T.A. Safranov V.Yu. Prikhodko, T.P. Shanina, AV Chugai, AV Wheeler; for ed .. prof .. T.A.Safranov and Prof. Ya.O.Adamenko. - Odessa: Ecology, 2015. - 244s.
2. Geoinformation models and systems for supporting the decision-making process for estimating and controlling the level of anthropogenic pressure on the environment: Monograph / A.I. Wolves; Odessa: TPP, 2016 - 150s.
3. Modeling and predicting the state of affairs. V.I. Lavrik, V.M. Bogolyubov, LM Poletayeva S.M. Yurasov, VI Ilyina. Monograph.K .: "Academy", 2010. - 397s.