ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

УДК 502:504

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.10>

ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОЕКОСИСТЕМ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ ЗРОШУВАЛЬНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Ільїна В.Г.¹, Чугай А.В.¹, Солошич І.О.²

¹Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса

²Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Полтавська область
avchugai@ukr.net

Запаси поверхневих вод в Одеській області розподілені нерівномірно. Забезпеченість підземними водами становить близько 30%. Зрошення сільськогосподарських угідь протягом багатьох років водою з підвищеною концентрацією радіонуклідів призводить до накопичення їх в ґрунтах. Отримання високих і стійких урожаїв в Одеській області для більшості сільськогосподарських культур можливе тільки за умови використання режиму зрошення. Із зрошувальними водами у ґрунтово-рослинний покрив надходить значна кількість радіонуклідів, які затримують процеси росту та розвитку рослин і погіршують їхню екологічну чистоту.

У роботі визначено показники режиму зрошення для районів Одеської області з урахуванням видів сільськогосподарських культур, що вирощуються. Крім того, враховано вплив соляового складу зрошувальних вод на накопичення радіонуклідів у сільськогосподарській продукції. Урахування комплексу факторів щодо якісних показників зрошувальних вод, загального екологічного стану водних об'єктів, способів зрошення дозволяє розробити оптимальні режими зрошення для різних районів Одеської області. Найбільші зрошувальні масиви знаходяться на територіях, де вирощують овочеві культури, картоплю і рис, найменші – кукурудзу на зерно та зернові культури.

Найпоширенішим методом зрошення є дощування. Водночас ефективність його застосування не перевищує 40%. Найефективнішим є крапельне зрошення, але цей метод є найбільш вартісним.

Склад зрошувальних вод суттєво впливає на якість сільськогосподарської продукції, зокрема на накопичення в ній радіонуклідів. Гідрохімічний склад поливної води суттєво впливає на надходження радіонуклідів у рослини. Збільшення мінералізації поливної води знижує перехід ⁸⁹Sr у рослини. Отримані результати оцінки факторів формування продуктивності агроєкосистем можуть враховуватися під час реалізації заходів, що містяться у Стратегії зрошення і дренажу в Україні, з урахуванням особливостей землеробства в окремих районах Одеської області. *Ключові слова:* зрошення, продуктивність агроєкосистем, сільськогосподарська продукція.

Factors of formation of agroecosystems productivity of the Odessa region in the conditions of irrigative agriculture. Ilna V., Chugai A., Soloshych I.

Surface water reserves in the Odessa region are unevenly distributed. Groundwater supply is about 30%. Irrigation of agricultural lands for many years with water with high concentrations of radionuclides leads to their accumulation in soils. Obtaining high and stable yields in the Odessa region for most crops is possible only with the use of irrigation. With irrigation water, a significant amount of radionuclides enters the soil and vegetation cover, which delays the processes of plant growth and development and impairs their ecological purity. The paper defines the indicators of the irrigation regime for the districts of Odessa region, taking into account the types of crops grown. The influence of salt composition of irrigation waters on the accumulation of radionuclides in agricultural products is also taken into account. The basis for the development of optimal irrigation regimes for different areas of Odessa Region is the consideration of complex factors on quality indicators of irrigation water, the overall ecological status of water bodies, irrigation methods. The largest irrigated areas are confined to areas where vegetables, potatoes and rice are grown, the smallest are used for corn and grain crops. The most common method of irrigation is sprinkling. The efficiency of its application does not exceed 40%. Drip irrigation is the most effective, but this method is the most expensive. The composition of irrigation water significantly affects the quality of agricultural products, including on the accumulation of radionuclides. The hydrochemical composition of irrigation water significantly affects the supply of radionuclides to plants. Increasing mineralization of irrigation water reduces the transition of ⁸⁹Sr to plants. The results on the evaluation factors of productivity of agroecosystems can be considered in the implementation of the measures contained in the Strategy irrigation and drainage in Ukraine, taking into account the characteristics of farming in some areas of Odessa region. *Key words:* irrigation, productivity of agroecosystems, agricultural products.

Постановка проблеми. Водні ресурси Одеської області складаються із запасів підземних і поверхневих вод. Запаси поверхневих вод розподілені нерівномірно. Північна та центральна частини території області характеризуються обмеженими запасами води, а південна й західна частини, що знаходяться поруч із басейнами р. Дністер і Дунай, мають великі її запаси. На території Одеської області нині розташовано майже 6 тисяч артезіанських свердловин та 193 шахтних колодязі. Водночас забезпеченість підземними водами, зокрема питної якості, загалом в області становить близько 30% [1].

Актуальність дослідження. Зрошування сільськогосподарських угідь протягом багатьох років водою з підвищеною концентрацією радіонуклідів призводить до накопичення їх у ґрунтах. У таких умовах разом із некореневим надходженням радіонуклідів у сільськогосподарські рослини все більшого значення набуває кореневий шлях засвоєння. Водночас основні закономірності кореневого засвоєння радіонуклідів рослинами на зрошуваних угіддях практично не відрізняються від таких для богарного землеробства з тією лише різницею, що на процеси метаболізму речовин у рослинах впливає вода.

В умовах Одеської області можна отримувати високі і стабільні врожаї більшості сільськогосподарських культур тільки за умови використання режиму зрошення. Із зрошувальними водами у ґрунтово-рослинний покрив надходить значна кількість радіонуклідів, які затримують процеси росту та розвитку рослин і погіршують їх екологічну чистоту.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Ця робота відповідає основним напрямкам реалізації Одеської регіональної комплексної програми з охорони довкілля на 2020–2021 роки в частині відновлення і покращення екологічного стану водних об'єктів Одеської області [2], а також державній політиці

України щодо розвитку зрошувальних систем на півдні України в рамках розширення програми «Велике будівництво», Розпорядженню Кабінету Міністрів України № 1567-р від 21.10.2020 р. «Про затвердження плану заходів із реалізації Стратегії зрошення і дренажу в Україні на період до 2030 року» [3; 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання розвитку зрошеного землеробства в Україні розглядається з різних аспектів. Зокрема, в роботі [5] представлено результати досліджень з організації та управління виробничим процесом на зрошуваних землях півдня України, у роботі [6] автором розглянуто шляхи відтворення зрошення задля забезпечення сталості виробництва сільськогосподарської продукції в умовах змін клімату. За останні роки також актуальними є роботи щодо оцінки іригаційних властивостей окремих водних об'єктів з урахуванням якісних показників [7–9].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. У нашій роботі визначено показники режиму зрошення для районів Одеської області з урахуванням видів сільськогосподарських культур, які вирощуються. Крім того, враховано вплив соляного складу зрошувальних вод на накопичення радіонуклідів у сільськогосподарській продукції.

Методологічне або загальнонаукове значення. Врахування комплексу факторів щодо якісних показників зрошувальних вод, загального екологічного стану водних об'єктів, способів зрошування дозволяє розробити оптимальні режими зрошення для різних районів Одеської області. Важливим складником є також аналіз особливостей землеробства в окремих районах області.

Викладення основного матеріалу. Режим зрошення є важливим фактором, який впливає на якість сільськогосподарської продукції. У табл. 1 представлені основні показники режиму зрошення в районах Одеської області.

Таблиця 1

Показники режиму зрошення в районах Одеської області

Райони	Полито		Кратність поливу, разів	Поливна норма, м ³ /га	% поливу від прогнозованої площі
	площа, га	полив, га			
Болградський	81	518	6,4	352	75
	15	20	1,3	340	75
Ізмаїльський	103	502	4,9	273	100
	0	0	0	0	0
Кілійський	309	1268	4,1	504	100
	422	422	1,0	1000	84
Татарбунарський	711	4853	6,8	393	102
	175	245	1,4	538	100
Білгород-Дністровський	88	1399	15,9	331	100
	76	93	1,2	241	76
Овідіопольський	2295	10213	4,5	377	63
	483	483	1,0	400	100

Примітка: чисельник – овочі; знаменник – багаторічні трави.

За даними таблиці 1, найбільші зрошувальні території відведені під овочеві культури, картоплю і рис, найменші – зайняті кукурудзою на зерно та зерновими культурами. Крім того, в таблиці 1 наведені значення кратності поливів, що дозволяє розробити режим зрошення. Найбільша кількість поливів припадає на овочеві та бахчеві культури, а також на рисові чеки. Для озимих культур важливими є поливи в початкові періоди розвитку рослин, коли відбувається інтенсивний ріст біомаси. Найбільша площа зрошення розташована

в Овідіопольському районі, де вирощують овочеві культури. В інших районах області вирощують зернові й технічні культури.

Основні показники режиму зрошення загалом в Одеській області представлені в табл. 2.

За даними табл. 2, найбільші зрошувальні території виділені для вирощування овочевих культур, картоплі та рису, найменші – зайняті кукурудзою на зерно та зерновими культурами. За значенням кратності поливів найбільша поливна норма застосовується за вирощування рису.

Таблиця 2

Показники режиму зрошення в Одеській області

Назва культур та угідь	Полито		Кратність поливу, разів	Полівна норма, м³/га	% поливу від прогнозованої площі
	площа, га	полив, га			
Всього с/г угідь	22448	60702	2,7	1292	83
Зернові:					
всього, в т.ч.	10868	20291	1,9	3118	79
озимі культури	4983	4983	1,0	435	99
кукурудза на зерно	1465	3607	2,5	434	92
рис	3641	10881	3,0	5440	100
Овочі	7738	33835	4,4	369	85
Картопля	7619	26553	3,5	399	153
Кормові культури					
всього, в т.ч.	1334	1421	1,1	602	84
багаторічні трави	1176	1263	1,1	628	92
Технічні культури	1193	2620	2,2	380	88

Таблиця 3

Порівняльна характеристика способів зрошення

Показники способів поливу	Одиниці вимірювання	Кількість
Дощування	Га	21584
Поверхневий спосіб	Га	12551
Крапельне зрошення	Га	4408

Таблиця 4

Вплив гідрохімічного класу зрошувальної води на накопичення ^{89}Sr у зерні озимої пшениці у за зрошування дощуванням у фазу цвітіння нормою 500 м³/га

Гідрохімічний клас зрошувальної води	Мінералізація, мг/дм³	Концентрація ^{89}Sr , відносні одиниці	
		вегетативна маса після поливу	зерно
Гідрокарбонатно-натрієвий	490	330	3,0
Гідрокарбонатно-кальцієвий	300	180	4,5
Хлорідно-натрієвий	880	190	5,5
Сульфатно-натрієвий	780	70	1,0

Таблиця 5

Вплив мінералізації поливної води на накопичення ^{89}Sr у рослинах кукурудзи під час зрошення дощуванням, кБк/кг повітряно-сухої маси

Гідрохімічний клас води	Мінералізація, мг/ дм³	Наземна маса відразу після поливу	У період збору врожаю	
			наземна маса	кукурудза
Сульфатно-натрієвий	150	326	13,0	11,5
	780	41	17,0	0,70
	2900	52	13,0	0,60
	880	141	78	4,1
Хлорідно-натрієвий	1260	122	51	2,6
	3000	100	74	2,6

Найпоширенішим методом зрошення є дощування (табл. 3). Цей метод найменш матеріало- і капіталоемний, коефіцієнт його ефективності становить 30-40%. Поверхневий спосіб можна застосувати для рослин, які мають незначну площу листової поверхні. Найефективнішим є крапельне зрошення, але цей метод є найбільш матеріалоемним.

Іонний склад, pH води і вміст суспензій впливають на рухливості радіонуклідів у системі «вода-рослина» внаслідок утворення різних за рухливістю хімічних сполук. Гідрохімічний клас природної поливної води та її мінералізація суттєво впливають на надходження радіонуклідів у рослини, зокрема ^{89}Sr . Водночас первинна сорбція ^{89}Sr (питома активність рослин відразу після висихання рослин) і його накопичення в сільськогосподарській продукції у 2-5 разів зменшуються в разі поливу водою сульфатно-натрієвого класу порівняно з поливом водою інших класів (табл. 4).

Цей ефект пов'язаний насамперед з утворенням сульфату стронцію – слаботорозчинної та біологічно менш рухомої сполуки порівняно з його гідрокарбонатом. Подібні закономірності забруднення рослин відмічені й для ^{137}Cs .

Підвищення мінералізації поливної води також призводить до двократного зниження надходження ^{89}Sr в рослини озимої пшениці як відразу після поливу, так і в період збирання врожаю, що також пов'язано зі збільшенням кількості іонів, які конкурують у процесі сорбції. У разі поливу сільськогосподарських культур дощуванням (водою різного гідрохімічного складу та різного ступеня мінералізації) рівень забруднення врожаю ^{137}Cs може різнитися в 2-5 разів. Інтенсивність втрат ^{89}Sr рослинами внаслідок змиву атмосферними опадами коливається.

Накопичення ^{89}Sr в рослинах кукурудзи також залежить від хімічного складу води і ступеня її мінералізації, що підтверджено отриманими нами результатами, представленими в табл. 5.

Збільшення мінералізації поливної води знижує перехід ^{89}Sr в рослини. Відмінності в накопиченні цього радіонукліду є суттєво більшими у випадках, коли зрошення проводиться ультрапрісною і слабо солонуватою або солонуватою водою (150, 780 та 2900 мг/дм³ відповідно).

Головні висновки. У роботі представлено аналіз факторів формування продуктивності агроєкосистем із застосуванням режиму зрошування. На основі отриманих результатів можна зробити такі висновки:

1. В Одеській області отримання високих і стійких урожаїв для більшості сільськогосподарських культур можливе тільки за умови використання режиму зрошення. Проте забезпеченість водними ресурсами області є нерівномірною.

2. Найбільші зрошувальні масиви відведені для вирощування овочевих культур, картоплі й рису, найменші – кукурудзи на зерно та зернових культур.

3. Найпоширенішим методом зрошення є дощування. Водночас ефективність його застосування не перевищує 40%. Найефективнішим є крапельне зрошення, але цей метод є найбільш вартісним.

4. Склад зрошувальних вод суттєво впливає на якість сільськогосподарської продукції, зокрема на накопичення в ній радіонуклідів.

Перспективи використання результатів досліджень. Отримані результати оцінки факторів формування продуктивності агроєкосистем можуть використовуватися під час реалізації заходів, зазначених у Стратегії зрошення та дренажу в Україні, з урахуванням особливостей землеробства в окремих районах Одеської області.

Література

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2019 році. Одеса, 2020. 239 с.
2. Електронний ресурс. URL: https://ecology.odessa.gov.ua/files/ecology_portal/doc/2021/Region-Programm/147-viii_odes_ka_reg_onal_na_kompleksna_programa_z_ohoroni_dovk_llya_na_2020_2021_rr_v_d_16_04_2021.pdf (дата звернення: 21.07.2021).
3. Електронний ресурс. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=dcfba1c7-e5c0-400d-89d1-591da625c360&title=UriadBudePosiliuvatiRozvitokZroshenniaNaPivdniUkraini-Petrashko> (дата звернення: 21.07.2021).
4. Електронний ресурс. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-z-realizaciyi-strategiyi-zroshennya-ta-drenazhu-s211020> (дата звернення: 21.07.2021).
5. Коковіхін С.В., Танклевська Н.С., Кириченко Н.В. Інноваційні підходи до розвитку зрошуваних меліорацій на локальному та регіональному рівнях. *Ефективна економіка*. 2013. № 6. Електронний ресурс. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2103> (дата звернення: 21.07.2021).
6. Ромашенко М.І. Концептуальні засади відновлення зрошення у південному регіоні України. *Меліорація і водне господарство*. 2013. № 100 (1). С. 7-17.
7. Сафранов Т.А., Юрасов С.М., Вербова А.С. Мінералізація поверхневих вод як показник придатності для іригаційних цілей (на прикладі окремих водних об'єктів Одеської області). *Екологічна безпека*. 2019. № 2 (28). С. 69-74.
8. Студёнова Е.С., Юрасов С.Н. Иригационные свойства вод Одесской области. *Екологічні науки*. № 5 (32). 2020. С. 159-163.
9. Yurasov S.M., Kuzmina V.A., Karaulov V.D. Irrigative Assessment of Sasyk Water Quality. *Environmental problems*. 2021. Vol. 6, No 2. P. 69-77.