



# Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.6:626.824

© 2017

*В.О. Турченко,*  
*С.М. Кропивко,*  
кандидати  
технічних наук

*А.М. Рокочинський,*  
доктор  
технічних наук

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПРИДУНАЙСЬКИХ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ЧЕРЕЗ ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ ДРЕНАЖНО-СКИДНИХ ВОД**

**Мета.** Дослідити можливість використання дренажно-скидних вод (ДСВ) рисових систем для зрошення рису та супутніх культур, вивчити їх вплив на ґрунтові процеси та розробити наукові засади регульованого використання ДСВ для забезпечення ресурсо- та природозбереження. **Методи.** Польовий, лабораторно-аналітичний, розрахунковий. **Результати.** Запропоновано технологічну схему використання ДСВ рисових систем для зрошення рису та супутніх культур, яка забезпечує економію водних та енергетичних ресурсів. **Висновки.** Результати досліджень підтверджують можливість використання ДСВ Придунайських рисових систем у зрошувальному землеробстві за умови розведення їх прісними водами в співвідношенні 1:1 або 1:2, що дає можливість економити водні та енергетичні ресурси, запобігати забрудненню водних джерел.

**Ключові слова:** дренажно-скидні води, рисова зрошувальна система, повторне використання ДСВ.

Основними вимогами, які висувають до сучасного зрошувального землеробства, зокрема рисівництва, є отримання високих, економічно доцільних урожаїв сільськогосподарських культур за умов мінімізації витрат ресурсів на їх формування, збереження родючості ґрунтів та екологічного стану зрошуваних земель і прилеглих до них територій [1, 2]. Головними ресурсами, що витрачаються за зрошувального землеробства, порівняно з богарним землеробством, є водні та енергетичні ресурси. У зв'язку з відсутнім їх

дефіцитом все більшого значення набуває питання раціонального використання прісної води за рахунок зменшення її подачі, але збільшення використання дедалі зростаючих об'ємів слабомінералізованих дренажно-скидних вод (ДСВ) [3,4].

Однією з найгостріших проблем, яку потрібно нині вирішувати експлуатаційним організаціям, є використання ДСВ рисових зрошувальних систем (РЗС) [1, 5]. На вирощування 1 га рису використовують 18–30 тис. м<sup>3</sup> води, близько 50% якої

витрачається на фільтрацію і технологічні скиди [6]. На рисових системах щороку формується і скидається в затоки Чорного та Азовського морів близько 600 млн м<sup>3</sup> води. Лише в Скадовському р-ні Херсонської обл. щороку скидається в Джарилгацьку затоку до 170 млн м<sup>3</sup> ДСВ, 110 млн м<sup>3</sup> з яких з мінералізацією до 1000 мг/дм<sup>3</sup> [7]. Щорічний водозабір з Дунаю на рисові системи становив від 250 млн м<sup>3</sup> на початку 70-х років минулого століття до 90 млн м<sup>3</sup> у сучасних умовах. Відведення дренажних скидів у водні об'єкти призводить до часткової зміни їх мінералізації, забруднення засобами хімізації. Як показує досвід експлуатації більшості рисових систем в Україні і за рубежом, величина скидів становить 30–70% від об'єму водозабору, що подається на зрошення. Мінералізація такої води, як правило, невисока і перебуває в межах 0,5–5 г/л. Наявність у ДСВ солей важких металів є наслідком забруднення їх продуктами розпаду гербіцидів, які застосовують на рисових сівозмінках.

Водночас використання ДСВ може бути важливим фактором, який забезпечить значне збільшення площі зрошуваних земель на Півдні України без збільшення водозабору з джерел зрошення та зменшення споживання води на зрошення рису і супутніх культур рисової сівозміни.

**Мета досліджень** — вивчити можливість використання ДСВ для зрошення рису та супутніх культур рисової сівозміни, їх впливу на ґрунтові процеси та розробити наукові засади регульованого використання ДСВ рисових зрошувальних систем для забезпечення ресурсо- та природозбереження.

**Методи досліджень** полягали у визначенні кількісних та якісних показників сольових балансів рисових карт, ДСВ РЗС, впливу технології їх використання на врожайність рису та ґрунтові процеси.

**Результати досліджень.** В основних районах рисосіяння нині накопичено значний досвід з ефективного використання ДСВ рисових зрошувальних систем [8, 9]. Перші дослідження, пов'язані з повторним використанням ДСВ рисових систем для зрошення рису і супутніх культур на Придунайських РЗС було проведено в 1967–1980 рр. на Кілійській рисовій зрошувальній системі [10].

Як показують дослідження, для більшості рисових зрошувальних систем використання ДСВ на полив у перші роки їх експлуатації не є можливим. Це пояснюється, як правило,

значною мінералізацією ДСВ і незадовільними їх якісними показниками, оскільки в початковий період експлуатації систем процес розсолонення відбувається найбільш інтенсивно. Після кількох років правильної в меліоративному і агротехнічному плані експлуатації рисової зрошувальної системи в ній настає відносно стійка рівновага між кількістю солей, які надходять у балансний шар ґрунту і відводяться з ДСВ. У період експлуатації системи ДСВ можна використовувати для зрошення змішуваними з прісною водою в різних співвідношеннях і без розведення.

За використання ДСВ із рисових полів слід урахувати, що хімічний склад цих вод формується за рахунок змішування прісних скидних вод із мінералізованими ґрунтовими, які дренуються колекторно-дренажною мережею. Залежно від співвідношення прісних вод і ДСВ у водах, що подаються на зрошення, може змінюватися мінералізація і хімічний склад. Тому перед тим, як використовувати скидні води з рисових полів для повторного зрошення, потрібно вивчити їх хімічний склад і його зміну в часі.

Перше, на що потрібно звертати увагу під час повторного використання ДСВ на зрошення рису, — це наявність у них токсичних для рослин водорозчинних солей, які містяться в кількості, що перевищує фізіологічно допустиму межу, особливо солей Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl. Також слід передбачити можливість виникнення і розвитку осолонцювання ґрунтів рисового поля внаслідок надлишкової кількості іонів Na<sup>+</sup>, які вносяться зі зрошувальною водою.

Нині в меліоративній практиці виокремлюють такі основні способи використання ДСВ рисових систем для зрошення рису:

- повторне використання без розведення стоку;
- повторне використання з розведенням стоку зрошувальною водою;
- повторне використання ДСВ із подачею в зрошувальні канали;
- часткове зворотне використання ДСВ.

*Повторне використання води без розведення стоку* полягає в тому, що стік із рисового чека, який зрошується прісною водою, подається на нижче розташований чек. Допустима мінералізація ДСВ за такого її використання не має перевищувати 1 г/л. При цьому слід здійснювати оперативний контроль за мінералізацією води, яка повторно подається на зрошення та за

зміною мінералізації води в другому чеку. Невиконання цієї вимоги може бути причиною зниження врожайності рису, оскільки він має слабку солестійкість. На рисових системах стік можна використовувати на зрошення без розведення прісною водою не більше 1–2 рази. Цей спосіб поширений у Краснодарському краї.

*Повторне використання ДСВ із розведенням їх зрошувальною водою* полягає в тому, що остання на першу ділянку подається прісною, стік з неї, розведений прісною водою, поступає на розташовану нижче другу ділянку; розведений стік з другої подається на третю ділянку і т. д. В умовах рисових зрошувальних систем України цей спосіб не є перспективним через їх конструктивні особливості, які не дають змоги розводити ДСВ на різних ділянках системи.

*Повторне використання ДСВ із подачею в зрошувальні канали* набуло поширення на Кубані і в Криму. На зрошувальній системі виявляють точки, в які можна і доцільно перекачувати воду з колекторів у рисові зрошувальні канали. Цей спосіб ефективний у разі, коли в рисовій зрошувальній системі досягнуто високого рівня автоматизації міжгосподарського і внутрішньогосподарського водорозподілу і при цьому контролюється мінералізація води, яку повторно використовують і змішують із прісною водою.

*Часткове зворотне використання ДСВ* найбільш перспективне на рисових зрошувальних системах. Цей спосіб полягає в акумуляції ДСВ у ставках-накопичувачах або водосховищах з подальшою подачею

води в голову системи у міжгосподарський канал. Після змішування в каналі з водою, яка забирається з річки або водосховища, потік спрямовується на зрошення. Така система оснащена засобами автоматизації водорегулювання, контролю і зв'язку, дає можливість управляти процесом і забезпечує максимально ефективне використання ДСВ рисових зрошувальних систем.

З наростанням оборотних циклів мінералізація змішаної зрошувальної води збільшуватиметься. Щоб вона не перевищувала ГДК, слід передбачити вилучення з обігу частини ДСВ із подальшим відведенням їх у водоприймач. Перевагою цього способу, крім значної економії води, є його екологічна надійність.

Дослідження [11, 12] показали, що за витримування в буферних ємностях стоку з рисових зрошувальних систем упродовж місяця відбувається деструкція більшості гербіцидів до токсикологічно небезпечних значень. Крім того, пестициди, що потрапляють у ґрунтове середовище разом із ДСВ, піддаються дії процесів, які зменшують у них уміст токсикантів. До таких процесів належать вплив ґрунтових мікроорганізмів і ферментів, адсорбція їх колоїдним комплексом ґрунту, дистиляція пестицидів із водними парами і перехід їх у газоподібний стан, їх розпад під впливом ультрафіолетового опромінення, фільтрація. Швидкість деструкції збільшується під впливом сонячної радіації і штучної аерації. Доочищення стоку здійснюється також за взаємодії з водною рослинністю («біоплато» з очерету, рогозу), яку висаджують в ємностях-накопичувачах.

### 1. Хімічний склад ДСВ за розведення її прісною водою

Загальна мінералізація, г/л	Іонний уміст						Одиниці виміру
	Аніони			Катіони			
	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K	
<i>Розведення 1:2</i>							
0,70	4,10	4,62	1,58	3,45	3,25	3,6	мг-екв/л
	0,244	0,161	0,076	0,069	0,039	0,083	г/л
<i>Розведення 1:1</i>							
0,82	3,67	6,66	2,45	3,36	3,33	6,09	мг-екв/л
	0,223	0,233	0,118	0,066	0,04	0,14	г/л
<i>Розведення 2:1</i>							
0,99	3,92	8,68	3,13	3,61	4,14	7,98	мг-екв/л
	0,239	0,304	0,3	0,144	0,099	0,184	г/л

Вищі водні рослини активно поглинають пестициди і біогенні речовини [13].

Проведені подальші багаторічні дослідження на Придунайських РЗС показали, що навіть за оптимальної зрошувальної норми з кожного гектара посівів рису в колекторно-дренажну мережу стабільно потрапляє 6–10 тис. м<sup>3</sup> води з мінералізацією менше 2 г/л. Підвищена мінералізація ДСВ буває під час першого затоплення рису і в період збирання врожаю. Упродовж майже всього зрошувального періоду мінералізація скидної води не перевищує 3 г/л (максимальне значення) і становить загалом 0,6–1,8 г/л.

Для вивчення можливості використання ДСВ Придунайських РЗС на зрошення було проведено оцінку води, що подається за змішування прісних вод з ДСВ у різних пропорціях.

Оцінювали такі варіанти: можливість використання ДСВ без розведення; можливість використання ДСВ за розведення їх прісними водами в пропорції 1:2; можливість використання ДСВ за розведення їх прісними водами в пропорції 1:1; можливість використання ДСВ за розведення їх з прісними водами в пропорції 2:1; полив прісною водою.

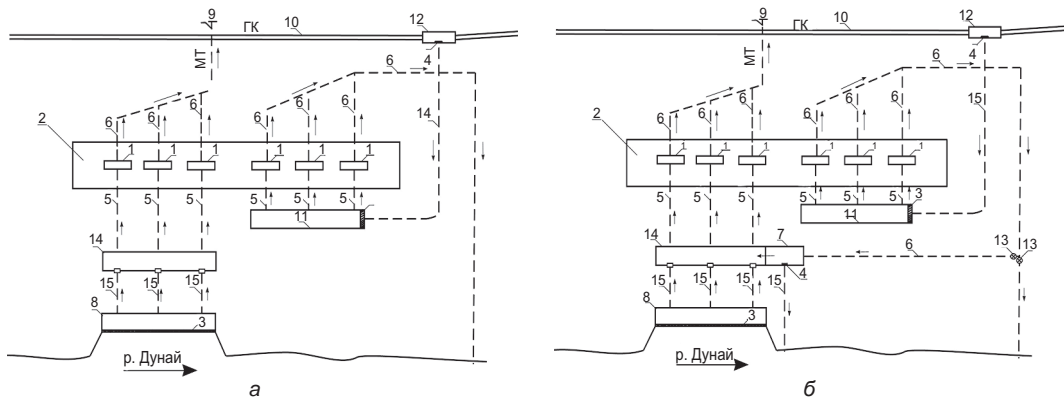
Дослідження показали, що зі створення підпорів води в картових зрошувачах і господарських скидах мінералізація ДСВ

становить 1,0–1,7 г/л. Нами було проведено оцінку придатності для зрошення поливної води зі змішуванням ДСВ та прісної річкової води за методиками Буданова, Антипова — Каратаєва й Кадера, Можейко-Воротніка, Департаменту сільського господарства США (за натрієво-адсорбційним відношенням SAR) (табл. 1). Оцінка поливної води за зазначеними вище методиками показала, що за мінералізації ДСВ 1,35 г/л і мінералізації дунайської води 0,29 г/л найпридатнішою для зрошення є поливна вода, яка утворюється в результаті змішування ДСВ та прісної води в співвідношенні від 1:1 до 1:2.

Коли підпори в каналах дренажно-скидної мережі не створюються, мінералізація ДСВ може підвищуватися до 3 г/л, і в такому разі найбільш придатною для зрошення рису є вода, утворена в результаті змішування ДСВ та прісної води у співвідношенні 1:3. За результатами наших досліджень, ДСВ, змішані з прісними водами, на зрошення можна подавати з періоду, коли карти повторно затоплюються після отримання сходів рису. Установлено, що за такого режиму подачі ДСВ на зрошення на дослідних картах Краснодарського типу (ККТ) і картах-чеках із дренажем (КЧД), розміщених у системі каналу Р-2 Кілійської рисової системи, істотно зменшувалися запаси солей у ґрунті і ґрунтових водах (табл. 2).

**2. Сольовий баланс ККТ та карт-чеків із дренажем за поливу слабомінералізованими водами (за 5-річний період досліджень)**

Елементи сольового балансу	Міждренна відстань, В=250м			
	КЧД		ККТ	
	т/га	%	т/га	%
Запаси солей у квітні в шарі ґрунту 1,2 м	41,49	41,22	38,42	38,55
Запаси солей у ґрунтових водах у шарі 1,8 м	48,58	48,28	51,04	51,19
Надходження солей зі зрошувальною водою	9,09	9,04	8,80	8,83
Надходження солей із добривами	1,46	1,46	1,43	1,43
Усього солей у балансовому шарі (3 м) у квітні	100,62	100,0	99,69	100,0
Запаси солей у ґрунті в листопаді в шарі 1,2 м	32,33	32,13	37,65	37,78
Запаси солей у ґрунтових водах у листопаді в шарі 1,8 м	34,82	34,60	37,76	37,88
Винесення солей із дренажними водами	27,76	27,59	21,90	21,96
Винесення солей зі скидними водами	1,77	1,76	2,20	2,21
Винесення солей з урожаєм	1,25	1,25	1,15	1,15
Солеобмін із нижніми горизонтами	2,69	2,67	-0,97	-0,98
Усього солей у балансовому шарі (3 м) у листопаді	100,62	100,00	99,69	100,00



**Схеми подачі та відведення води на Придунайських РЗС: а — наявна; б — запропонована: 1 — насос; 2 — насосна станція; 3 — сміттєзатримувальна решітка; 4 — шлюз; 5 — всмоктувальний трубопровід; 6 — напірний трубопровід; 7 — басейн для подачі дренажно-скидної води на зрошення; 8 — водозабір для прісної води; 9 — магістральний трубопровід, що подає воду на зрошення; 10 — головний скидний канал; 11 — водозабір для дренажно-скидної води; 12 — басейн для накопичення дренажно-скидної води; 13 — засувка; 14 — аванкамера; 15 — низьконапірний трубопровід**

Особливістю Придунайських РЗС є те, що вони розміщені на обвалованих територіях, і на них подача води на зрошення з річки Дунай і відведення ДСВ за межі кожної з рисових систем у Дунай здійснюються насосними станціями (рис. 1, а). Тому для подачі води на зрошення і для відведення ДСВ щороку витрачаються значні енергоресурси.

З урахуванням того, що для зрошення можна використовувати прісні води, змішані з ДСВ у співвідношеннях від 1:1 до 1:2, нами запропоновано таку схему подачі та відведення води для кожного з модулів

Придунайських РЗС, яка дасть змогу значно економити енергоресурси (рис. 1, б). За такої схеми ДСВ по напірному трубопроводу (б) подаються в басейн (7), з якого переливаючись потрапляють в аванкамеру (14) і після цього подаються на зрошення.

Реконструкція водозабірної вузла за запропонованою схемою потребує мінімальних затрат, пов'язаних з улаштуванням басейну для змішування ДСВ з прісною дунайською водою (7), 2-х засувок та короткої ділянки напірного трубопроводу довжиною до 20 м.

## **Висновки**

З використанням ДСВ на зрошення рису зменшується забруднення джерел зрошення біогенними елементами і залишками гербіцидів та інсектицидів, що повністю не розклалися; відпадає потреба в перекачуванні значної кількості прісної води для поливів рису, завдяки чому досягається економія прісної води та електроенергії.

Так, економія електроенергії на Кілійській РЗС за рахунок використання ДСВ може становити до 700 тис. кВт год.

Розрахунки економічної ефективності запровадження водооборотної технології водокористування на Придунайських РЗС із розведенням ДСВ прісною водою

у співвідношенні 1:1 показали, що величина чистого прибутку становитиме 26266,5 грн/га, а за розведення у співвідношенні 1:2 — 26161,5 грн/га. Додатковий чистий прибуток відповідно буде 1337,8 грн/га та 1231,5 грн/га.

Найперспективнішим способом використання ДСВ на рисових зрошувальних системах є їх часткове зворотне використання з розведенням цих вод прісною водою у співвідношенні 1:1 або 1:2. Таке співвідношення відповідає більшості показників, за якими проводили оцінку придатності води для зрошення, і не призводить до погіршення сольового режиму ґрунтів.

## Бібліографія

1. *Алексашкин И.В.* Воздействие мелиорации на окружающие природные экосистемы Сиваша/И.В. Алексашкин//Записки общества геоэкологов. — Симферополь: Общество геоэкологов, 2007. — Вып. 9. — С. 35–38.
2. *Tuong T.P.* Increasing water-use efficiency in rice production: Farmlevel perspectives/T.P. Tuong, S.I. Bhuiyan//Agricultural Water Management. — 1999. — № 40. — P. 117–122.
3. *Лозовицкий П.С.* Возможность использования дренажно-сбросных вод рисовых систем для орошения кормовых культур на Краснознаменной оросительной системе/П.С. Лозовицкий, Б.А. Мусиенко//Обеспечение экологической надежности мелиоративных объектов. — К.: Урожай, 1987. — С. 180–190.
4. *Wu D.P.* Experiment study of irrigation techniques and water requirement of rice/D.P. Wu, T.E. Wu, Y.X. Wu//Irrigation and Drainage and Small Hydropower Station. — 1995. — № 11. — P. 11–15.
5. *Врочинский К.К.* Применение пестицидов и охрана окружающей среды/К.К. Врочинский, В.Н. Маковский. — К.: Вища шк., 1979. — 209 с.
6. *Ковальов С.В.* Необхiднiсть та можливiсть збереження рисових систем України/С.В. Ковальов, М.Є. Козiшкурт, С.М. Козiшкурт//Вiсн. НУВГП. — 2004. — Вип. 4(28). — С. 41–49.
7. *Бабенко Ю.А.* Защита заливов Черного моря от загрязнения дренажными водами/Ю.А. Бабенко, Б.А. Мусиенко, В.В. Стародуб//Охрана природы при проектировании мелиоративных и водохозяйственных систем: научн. тр. Союзводпроект. — М., 1984. — С. 56–61.
8. *Пути решения проблем при выращивании риса в агроэкосистемах умеренного климата: материалы международной научной конференции, Скадовск, 4–8 августа 2008 г./УААН, Институт риса; редкол.: В.В. Дудченко, Р.А. Вожегова, Д.В. Шпак и др. — Скадовск, 2008. — 276 с.*
9. *Морозов В.В.* Використання дренажних вод рисових зрошувальних систем для поливу сiльськогосподарських культур/В.В. Морозов, В.Г. Корнбергер, К.В. Дудченко. — Херсон: РВЦ «Колос» ХДУ, 2010. — С. 54–56.
10. *Скрипчинская Л.В.* Рис в дельте Дуная /Л.В. Скрипчинская, С.М. Гончаров, С.А. Вортман. — Одесса: Маяк, 1980. — 79 с.
11. *Таубе П.Р.* Химия и микробиология воды/П.Р. Таубе, А.Г. Баранова. — М.: Высш. шк., 1983. — 280 с.
12. *Справочник по пестицидам; под ред. Н.Н. Мельникова. — М.: Химия, 1985. — 352 с.*
13. *Тулякова З.Ф.* Рис на засоленных землях/З.Ф. Тулякова. — М.: Колос, 1978. — 238 с.

Надійшла 27.02.2017.