

гування балансу та величини агрономічно цінного мікробіологічного пулу ґрунтів. Зважаючи на цілеспрямованішу дію мікробіологічних препаратів порівняно з мінеральною системою удобрення, можливо істотно покращувати мікробіологічний стан ґрунтів та забезпечувати тривалий агрономічно-меліоративний вплив (ефекти мікробіологічної меліоративної дії). Своєю чергою це надасть можливість повноправно застосовувати термін «мікробіологічна меліорація ґрунтів» та розвивати цей напрям.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бойко Н.В.* До питання розробки технологій мікробіологічної меліорації осушуваних земель Західного Полісся / Н.В. Бойко, М.І. Зінчук // Науковий вісник Чернівецького ун-ту. — Т. 4.: Біологічні системи. — 2012. — Вип. 2. — С. 131–135.
2. *Волкогон В.В.* Мікробіологія у сучасному аграрному виробництві / В.В. Волкогон // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. — Чернігів, 2005. — Вип. 1–2. — С. 6–29.
3. Засвоєння культурними рослинами поживних речовин за впливу мікробних препаратів / В.В. Волкогон, О.М. Бердніков, С.Б. Дімова та ін. // Вісник Харківського національного аграрного ун-ту ім. В.В. Докучаєва. — 2012. — № 3. — С. 84–89. — (Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство»).
4. Агрохімічний аналіз: підручник / М.М. Гордній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін.; За ред. М.М. Горднього. — К.: Арістей, 2005. — 468 с.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — 5-е изд., доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
6. *Медведев В.В.* Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / В.В. Медведев. — Х.: Антикава, 2002. — С. 127–137.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / И. В. Асеева, И. П. Бабьева, Б. А. Бызов и др.; Под ред. Д. Г. Звягинцева. — М.: МГУ, 1991. — 304 с.
8. *Мишустин Е.Н.* Ассоциации почвенных микроорганизмов / Е.Н. Мишустин. — М.: Наука, 1975. — 105 с.

УДК 631.6:626.8:502:33:633.18.03

АГРОЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАКРИТОЇ ЧЕКОВОЇ РИСОВОЇ СИСТЕМИ З ОБОРОТНИМ ЦИКЛОМ ВОДОКОРИСТУВАННЯ

**В.В. Морозов¹, Л.М. Грановська¹, О.В. Морозов¹,
К.В. Дудченко¹, В.Г. Корнбергер²**

¹ Херсонський державний аграрний університет

² Інститут рису НААН

Наведено результати 23-річних досліджень роботи єдиної в світовій гідромеліоративній практиці закритої чекової рисової зрошувальної системи конструкції канд. техн. наук В.Й. Маковського (ЗЧЗС-М) із оборотним циклом водокористування. Визначено багаторічний вплив системи на еколого-меліоративний стан і параметри меліоративного режиму агроландшафту, що забезпечують сприятливі еколого-економічні умови та отримання високих урожаїв рису і супутніх культур. Широкомасштабне рисосіяння в Україні має 50-річну історію.

Ключові слова: зрошення, рис, рисові зрошувальні системи, водопостачання, меліоративний режим, урожайність.

Значний внесок у започаткування і розвиток рисосіяння в Південному регіоні нашої країни належить Д.Г. Шапошникову,

Б.І. Лактіонову, А.А. Ванцовському, В.О. Ушкаренку, І.С. Жовтоногу, Т.М. Кириєнко, В.Й. Маковському, О.В.Харченку, О.О. Тіткову, О.В. Кольцову, А.М. Рокочинському, В.Г.Корнбергеру, Ю.М. Грищенку.

© В.В. Морозов, Л.М. Грановська, О.В. Морозов,
К.В. Дудченко, В.Г. Корнбергер, 2014

Вирощування культури затоплюваного рису спричиняє істотні зміни у ґрунтоутворних процесах і гідрогеолого-меліоративному стані земель. Під рисосіяння на півдні України відведено переважно малопродуктивні підтоплені, засолені й солонцюваті ґрунти. За 50 років експлуатації рисових зрошувальних систем (РЗС) змінився еколого-меліоративний стан агроландшафтів прибережної зони Чорного та Азовського морів, насамперед унаслідок багаторічного скидання дренажно-скидних вод, а з ними токсичних складових гербіцидів і пестицидів. Значна частина РЗС на півдні України нині потребує реконструкції.

Мета досліджень — вивчити основні особливості багаторічної роботи ЗЧЗС-М і дати оцінку її еколого-меліоративної ефективності на прикладі Краснознам'янського зрошуваного масиву.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Одним з перспективних напрямів удосконалення РЗС може бути впровадження нових закритих чекових зрошувальних систем з оборотним циклом водокористування конструкції канд. техн. наук В.Й. Маковського (ЗЧЗС-М) [3, 4]. Ці рисові зрошувальні системи передбачають повне повторне використання дренажно-скидних вод (середня мінералізація 0,6–0,9 г/дм³) для зрошення рису та супутніх сільськогосподарських культур.

Єдина у вітчизняній та світовій гідромеліоративній практиці ЗЧЗС-М площею 432 га побудована та працює з 1990 р. дотепер на базі Інституту рису НААН. Система складається з карт Кубанського типу з мінімальною кількістю автоматизованих вузлів водорозподільників. За винятком господарського каналу Х-13-Р, вся зрошувальна мережа закрита. Польові закриті зрошувачі функціонують в подвійному режимі водопостачання та водовідведення. Колекторно-дренажна мережа закрита. Матеріал колекторів — залізобетонні труби діаметром 300 і 400 мм, а дрен — полівінілхлоридні труби діаметром 100 і 150 мм. Для профілактичних ремонтів і заміри скидів у гирлі дрен розміщено оглядо-

ві колодязі. Відстань між дренажуваннями — 400–450 м, середня глибина дрен — 2,5 м. З метою зниження капітальних витрат, поліпшення еколого-меліоративного стану земель мережа водопостачання є закритою, а дренажна — обладнана ставком детоксикації об'ємом 212 тис. м³. Для акумуляції скидного стоку і змішування дренажною і зрошувальною водою збудовано буферний ставок об'ємом 38 тис. м³.

Принциповою відмінністю ЗЧЗС-М від існуючих рисових зрошувальних систем є повне повторне використання дренажно-скидних вод для зрошення на цій ділянці, забезпечення можливості реалізації водо- та енергозберігаючої технології водовикористання, а також безгербіцидних і малогербіцидних технологій, одержання екологічно чистої сільськогосподарської продукції.

Схема ЗЧЗС-М відрізняється від відомих РЗС також тим, що з метою зниження капітальних та енергетичних витрат діляничі й розподільні трубопроводи поєднують функції подачі і скидання води двох суміжних діляниць. У кінцевих точках вони з'єднані, а дренажно-колекторна мережа виконує функцію відведення тільки дренажного стоку. Дослідження ефективності ЗЧЗС-М, її впливу на еколого-агрономеліоративний стан земель, родючість і продуктивність ґрунтів проводяться Проблемною науково-дослідною лабораторією еколого-меліоративного моніторингу агроєкосистем сухостепової зони ім. проф. Д.Г. Шапошникова Херсонського державного аграрного університету (наук. керівник комплексних досліджень — проф. В.В. Морозов) у співдружності з науковцями Інституту рису НААН упродовж 1990–2013 рр.

У геоструктурному відношенні дослідна діляниця ЗЧЗС-М, як і більшість рисосійних господарств Краснознам'янського зрошуваного масиву, належить до Причорноморської западини, а в геоморфологічному — до Причорноморської акумулятивної рівнини. Гідрогеологічні умови діляниць ЗЧЗС-М характеризуються наявністю ґрунтових вод, які залягають на глибині 1,5–3,0 м. Водовмісні породи — комп-

лекс четвертинних відкладень (середня величина коефіцієнта фільтрації — 0,3–0,6 м/добу). Відносно водонепроникними є відділи: нерозчленовані верхні — пліоценові, нижні — четвертинні суглинки важкі, що залягають на глибині 11,4–13,3 м. Хімічний склад ґрунтових вод порівняно сталий — сульфатно-гідрокарбонатного й гідрокарбонатно-сульфатного типу, мінералізація — 1,2–2,5 г/дм³. Загалом дослідна виробнича ділянка ЗЧЗС-М за геологічними, гідрогеологічними, ландшафтними, ґрунтовими і водогосподарськими умовами є типовою для площ більшості рисосійних господарств Краснознам'янського зрошуваного масиву.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження засвідчили, що в роботі ЗЧЗС-М можна виділити два характерних періоди:

I період — меліоративний, 1991–1995 рр. У цей період освоєння на ЗЧЗС-М відбувалося розсолоння ґрунтів, вимивання солей з ґрунту в ґрунтові води та винос їх з дренажним стоком. Інтегровальним показником ефективності ЗЧЗС-М є врожайність сільськогосподарських культур (табл. 1).

II період — експлуатаційний, 2004–2010 рр. Цей період продовжується і досі.

У I період роботи ЗЧЗС-М для покращення еколого-агромеліоративного стану земель була введена сівозміна з насиченням основною культурою — рис (35%). У II період сівозміну було змінено: насичення основною культурою — рис збільшено до 62%. Склад сільськогосподарських культур не змінився, за винятком сояшнику, який вирощувався на ЗЧЗС-М тільки у I періоді.

Зменшення засоленості та покращення еколого-агромеліоративного стану ґрунтів у II періоді сприяло істотному підвищенню врожайності рису (табл. 2).

У I період експлуатації ЗЧЗС-М середня врожайність рису складала 36,6 ц/га. У II період цей показник підвищився в середньому на 31,5 ц/га, і середня врожайність рису досягла 68,1 ц/га. Результати

досліджень засвідчили, що ЗЧЗС-М працює впродовж 23 років (1990–2013 рр.) у стабільному проектному режимі. Порівняно з меліоративним періодом освоєння в експлуатаційний період роботи ЗЧЗС-М урожайність рису збільшилась в середньому у 1,82 раза. Також було вдосконалено сівозміну, збільшилась насиченість основною культурою — рис (у 1,77 раза), що значно підвищило економічну ефективність ЗЧЗС-М та інтенсивність техногенного навантаження на агроєкосистему. Середня врожайність рису на ЗЧЗС-М у 2011 р. складала 70 ц/га, в 2012 р. — 72, в 2013 р. — 75 ц/га. Загалом на ЗЧЗС-М спостерігається загальна стабільна тенденція до збільшення врожайності рису на 5–7 ц/га порівняно з іншими РЗС Інституту рису НААН. На дослідних стаціонарах ЗЧЗС-М спостерігалась врожайність рису на рівні 100 ц/га і більше.

Багаторічними дослідженнями визначено основні показники роботи ЗЧЗС-М в експлуатаційний період (виробничий режим) зрошувальних норм: рису — 13–14 тис. м³/га, супутніх сільськогосподарських культур — 2,4 тис. м³/га, дренажного стоку — 2,5–3,0 тис. м³/га; режим ґрунтових вод у не вегетаційний період — напівгідроморфний, у вегетаційний — гідроморфний, що є характерним для всіх рисових зрошувальних систем із сприятливим еколого-меліоративним станом. ЗЧЗС-М забезпечує зниження рівня ґрунтових вод на початку вегетаційного періоду до глибини 1,8–2,2 м, відносно стабільну мінералізацію ґрунтових вод — 2,1–2,6 г/дм³ і тип їх хімічного складу — сульфатно-гідрокарбонатний, магнієво-натрієвий. Накопичення запасів солей у зоні аерації за період 1990–2013 рр. не виявлено. Загальне засолення ґрунтів зони аерації не перевищувало 0,15–0,20%, тип засолення хлоридно-сульфатних ґрунтів істотно не змінився. ЗЧЗС-М забезпечує оперативне управління еколого-меліоративним режимом агроландшафтів, насамперед ґрунтів.

Закрита чекова зрошувальна система за 23 роки її експлуатації продемонструвала, що на ній за відповідних технологій вирощу-

Таблиця 1
Розміщення сільськогосподарських культур на ЗЧЗС-М та врожайність рису за I період досліджень, 1990–1995 рр.

№ поля	Площа поля, га	Роки											
		1990		1991		1992		1993		1994		1995	
1	42,2	Рис	34,6 ц/га	Ярі зернові Люцерна		Люцерна 2 р.		Пшениця озима		Рис	32,1 ц/га	Ячмінь ярий	
2	49,8	Рис	41,8 ц/га	Ярі зернові Люцерна		Рис	32,1 ц/га	Пшениця яра Люцерна		Люцерна 2 р.		Люцерна 3 р.	
3	57,3	Рис Гречка	45,5 ц/га	Рис	37,8 ц/га	Ярі зернові Люцерна		Люцерна 2 р.		Люцерна 3 р.		Рис	39,9 ц/га
4	51,1	Гречка		Рис	42 ц/га	Ярі зернові Люцерна		Люцерна 2 р.		Рис	31 ц/га	Ячмінь ярий	
5	58,2	Парове поле + люцерна		Люцерна 2 р.		Люцерна 3 р.		Рис	25 ц/га	Соняшник		Пшениця озима	
6	56,8	Парове поле + люцерна		Люцерна 2 р.		Рис	38,8 ц/га	Соняшник			26,5 ц/га	Пшениця озима	
7	53,7	Парове поле + люцерна		Люцерна 2 р.		Ярі зернові Люцерна		Люцерна		Люцерна		Рис	
8	52,8	Парове поле + люцерна		Люцерна 2 р.		Ярі зернові люцерна		Люцерна		Люцерна		Рис	
Серед- не	52,73		40,6 ц/га		39,9 ц/га		35,5 ц/га				29,1 ц/га		48,8 ц/га

Таблиця 2
 Розміщення сільськогосподарських культур на ЗЧС-М та врожайність рису за II період досліджень, 2004–2010 рр.

Номер поля	Площа поля, га	Роки								
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		
1	42,2	Рис 75,6 ц/га	Рис 60,9 ц/га	Ячмінь ярий	Люцерна	Люцерна	Рис 67,4 ц/га	Рис 73,5 ц/га	Ячмінь ярий	41,6 ц/га
2	49,8	Рис 75,6 ц/га	Ячмінь ярий	Люцерна	Рис 50,4 ц/га	Рис 74,9 ц/га	Рис 74,9 ц/га	Ячмінь ярий	Люцерна	52,6 ц/га
3	57,3	Ячмінь ярий	Люцерна	Рис 60,8 ц/га	Рис 73,2 ц/га	Пшениця озима	Люцерна	Люцерна	Рис	65 ц/га
4	51,1	Люцерна	Рис 67,2 ц/га	Рис 68 ц/га	Ярий ячмінь	Люцерна	Люцерна	Рис 53,6 ц/га	Рис	41,6 ц/га
5	58,2	Рис 77,3 ц/га	Пшениця озима	Рис 68,6 ц/га	Ярий ячмінь	Люцерна	Люцерна	Рис 75,8 ц/га	Рис	52,6 ц/га
6	56,8	Рис 81,4 ц/га	Рис 75,7 ц/га	Пшениця озима	Рис 78,3 ц/га	Рис 90,6 ц/га	Рис 90,6 ц/га	Рис 68,9 ц/га	Ячмінь ярий	65 ц/га
7	53,7	Рис 86,5 ц/га	Рис 78,3 ц/га	Ячмінь ярий	Люцерна	Рис 74,7 ц/га	Рис 74,7 ц/га	Пшениця озима	Рис	41,9 ц/га
8	52,8	Ячмінь ярий	Люцерна	Рис 64,6 ц/га	Рис 77,4 ц/га	Рис 60,8 ц/га	Рис 60,8 ц/га	Ячмінь ярий	Люцерна	41,9 ц/га
Середнє	52,74	79,3 ц/га	70,5 ц/га	65,5 ц/га	69,8 ц/га	73,7 ц/га	67,9 ц/га	50,3 ц/га		

щування рису є можливість забезпечити проектний еколого-меліоративний режим, потрібний для досягнення проектних урожаїв рису та супутніх сільськогосподарських культур. Одержано сертифікат на екологічно чисту сільськогосподарську продукцію, що вирощується в умовах ЗЧЗС-М.

В основу обґрунтування еколого-економічної доцільності широкого впровадження ЗЧЗС-М покладено відомі принципи (Коваленко, Чалий, Тишенко, 1991); методику еколого-економічної оцінки, що використовується для екологічної експертизи проектів (Пустовойт та ін., 1986), а також галузеві методики визначення техніко-економічних показників (ТЕП) РЗС. За результатами комплексних багаторічних досліджень встановлено, що ТЕП ЗЧЗС-М мають перевагу порівняно з еталоном — картою Кубанського типу, а також із картою Краснодарського типу. Основні ТЕП ЗЧЗС-М: коефіцієнт земельного використання (КЗВ) — 0,96; коефіцієнт корисної дії (ККД) — 0,96; коефіцієнт використання води (КВВ) — 0,83; термін окупності — 6,5–8,2 року. На ЗЧЗС-М економія зрошувальної води порівняно з діючими РЗС у 2–2,5 раза більша.

ВИСНОВКИ

Замкнутий цикл водорозподілу на РЗС формує особливий тип меліоративного режиму. Загальне засолення ґрунтів зони аерації не перевищувало 0,15–0,20%, хлоридно-сульфатний тип засолення ґрунтів істотно не змінився.

Існуючий режим рівнів ґрунтових вод в умовах роботи ЗЧЗС-М істотно не впливає на погіршення гідрогеолого-меліоративного стану агроландшафту. За весь період

експлуатації (1990–2013 рр.) на ЗЧЗС-М забезпечувався рівень ґрунтових вод 1,8–2,2 м, що не перевищує критичних величин. Тенденції до підвищення на позначці цього рівня у не вегетаційний період не виявлено.

Важливим показником гідрохімічних процесів, що відбуваються у ґрунтових водах, є процес поступового метаморфізму їх хімічного складу. Результати порівняння типів хімічного складу ґрунтових вод на ЗЧЗС-М 2013 р. і 1990 р. засвідчили, що істотних змін цього показника не відбувається: мінералізація ґрунтових вод — 2,1–2,6 г/дм³, тип їх хімічного складу — сульфатно-гідрокарбонатний, магнієво-натрієвий.

Впровадження ЗЧЗС-М значно поліпшує еколого-агромеліоративний стан ландшафту та морської акваторії. Результати багаторічних досліджень свідчать про високий рівень еколого-меліоративної ефективності закритої чекової зрошувальної системи В.Й. Маковського.

ЛІТЕРАТУРА

1. Результати досліджень ефективності нової закритої чекової зрошувальної системи / В.О. Ушкаренко, В.Й. Маковський, В.В. Морозов, Л.М. Грановська // Таврійський науковий вісник. — 1997. — Вип. 1, ч. 4. — С. 833–850.
2. Агроекологічна і меліоративна ефективність закритої чекової зрошувальної системи / В.О. Ушкаренко, В.В. Морозов, В.Й. Маковський, Л.М. Грановська // Вісник аграрної наук. — 1998. — № 5. — С. 59–64.
3. А. с. 1771602 А 1 ССРС, А 01 G 25/00. Рисовая оросительная система Маковского В.И. / В.И. Маковский (ССРС). — № 4769405/15; заявлено 19.12.89; опубл. 30.10.92, Бюл. № 40.
4. А. с. 1764575 А 1 ССРС, А 01 G 25/00. Рисовая оросительная система / В.И. Маковский (ССРС). — № 4665529/15; заявлено 23.03.89; опубл. 30.09.92, Бюл. № 36.