

## ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ РИСУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯМ ПОКАЗНИКІВ СУМАРНОГО ВИПАРОВУВАННЯ В УМОВАХ АР КРИМ

**В.О. Ушкаренко**, доктор сільськогосподарських наук, професор,  
академік НААН

**О.П. Тищенко**, кандидат сільськогосподарських наук  
Кримський науково-дослідний центр ІВПіМ НААН України

**С.В. Коковіхін**, доктор сільськогосподарських наук  
Інститут зрошуваного землеробства НААНУ

*У статті наведено результати наукових досліджень з вивчення водного балансу в умовах АР Крим. Доведено переваги використання інструментального методу з використанням випарників. Розробка дозволяє оптимізувати режим зрошення рису та істотно зменшити витрати поливної води на одиницю врожаю.*

**Ключові слова:** зрошення, рис, сумарне випаровування, водний азотобактер.

**Постановка проблеми.** На розвиток рису суттєво впливають температура та вологість повітря, концентрація різних солей, газів та інших розчинних сполук у поверхневому шарі води і ґрунті, інтенсивність сонячної радіації, умови освітлення, глибина затоплення чеків, приток дрібних фракцій ґрунту зі зрошувальною водою. Всі перелічені фактори визначають хід і розвиток таких процесів, як фотосинтез, дихання та іонний обмін рослин. Вони впливають на розвиток водного азотобактера, який відіграє важливу роль у живленні рису азотом, стан мікрофлори чека, утворення плівки сіркобактеру, яка сприяє, згідно із сучасними уявленнями, вилученню сірководню з ґрунту. Від температури середовища, концентрації солей, рН ґрунтової витяжки і води в чеках тощо, залежать інтенсивність та напрямок хімічних реакцій, вміст кисню, окисно-відновлювальні процеси, й, зокрема, швидкості утворення таких токсичних сполук, як сірководень, метан і низькі жирні кислоти. Водний режим дозволяє регулювати деякі елементи середовища перебування рису, приводячи їх до оптимальних значень для перелічених вище процесів [1, 3, 4].

Вплив проточності проявляється насамперед в регулюванні термічного режиму води в чеках, ефективність чого визначається

ся ступенем контрасту температур води в зрошувальному каналі та чеках. Залежно від конкретних умов цей вплив може бути як позитивним, так і негативним. На початкових стадіях вегетації проточність приводить до зниження температури води нижче допустимої межі [2].

**Стан вивчення проблеми.** Метод з використанням випарників для вивчення сумарного випаровування з рису вперше був використаний В.Б. Зайцевим. У Державному Гідрологічному Інституті (ДГІ) застосовували випарник з вимірювальною бюреткою. Випарна площа випарників ГГІ – 2000 р та ГГІ-3000 р відповідно 2000 і 3000 см<sup>2</sup>, висота 70-100 см. Випарник завантажується ґрунтом у тому порядку, в якому ґрунт залягає в природних умовах. Рис висаджується у випарниках насінням або саджанцями з тією ж густотою, що й на полі [5].

Також протягом ряду років на виробничих рисових масивах Ростовської області визначали прихідно-витратні елементи під культурою рису в різних ґрунтово-гідрологічних умовах. Дослідження проводили фахівці Південного НД ІГіМ. Випаровування з водної поверхні, транспірацію і вертикальну фільтрацію визначали за допомогою металевих судин – випарників площею 0,05-0,1 м<sup>2</sup>, висотою 0,6 м. Судини встановлювали безпосередньо у рисовому чеці у дворазовій повторності. В кожній повторності судини з рослинами з дном та без дна, судини без рослин з дном та без дна, без дна з кришкою (для заміру фільтрації) [3].

Величина сумарних витрат води на випаровування з водної поверхні і транспірації рисом є відносно сталою, з коливанням від 7500 до 9500 м<sup>3</sup>/га і залежить від метеорологічних умов (переважно від температурного фактора), густоти стояння рослин і показників урожайності [4].

**Завдання та методика досліджень.** Завданням досліджень було визначити динаміку водного балансу рису для оптимізації режимів зрошення та витрати води на формування одиниці врожаю зерна досліджуваної культури в умовах АР Крим.

Дослідження з вимірювання елементів водного балансу в Криму проводили протягом 2001-2010 рр. в Кримському науково-дослідному центрі Інституту гідротехніки і меліорації НААН України на дослідній ділянці в с. Ішунь (СТОВ «Штурм Перекопу») Красно-

перекопського району АР Крим в рисовому чеці рисової сівозміни №5. Площа рисової сівозміни 466 га. Відстань до м/с Ішунь 1,5-2,0 кілометри.

Вимірювання величин сумарного випаровування і вертикальної фільтрації проводили щодобово, після 1700, протягом періоду затоплення риса за допомогою сумарного рисового випарника й фільтраційної установки. Водорегулюючий пристрій, який призначений для автоматичного підтримання рівня води над поверхнею ґрунту відповідно з технологією вирощування рису, складається з сопла, жорстко закріпленого за допомогою гвинта до труби 3 (цим же гвинтом здійснюється регулювання рівня води у випарнику). На сопло одягається поплавковий клапан, який являє собою складення з зовнішнього (Ø 80 мм, h 60 мм) і внутрішнього (Ø 14 мм, h 65 мм) циліндрів, верхньої та нижньої площин. Деталі виготовлені з листової латуні завтовшки 0,25 мм, та з'єднані між собою за допомогою паяння для забезпечення водонепроникності. Поплавок з крізним отвором в середині Ø 14 мм одягається на сопло і вільно пересувається у вертикальному напрямку. До нижньої площини за допомогою 4 гвинтів (М:3), впаяних у площину, закріплюється гумова мембрана, підсилена кільцем жорсткості.

Прилад працює таким чином. Якщо рівень води у випарнику нижче заданого, поплавки знаходяться в нижньому стані й вода вільно потрапляє у випарник через сопло. За мірою збільшення рівня поплавки починає спливати і, коли досягне необхідної відмітки, мембраною перекриває нижній отвір сопла, подача води у випарник припиняється. Після витрати води з випарника на випаровування рівень води знижується, поплавки пересуваються до низу, відновлюється подача води до тих пір, доки знову не встановиться потрібний рівень.

Рисовий випарник встановлюється на водно-балансовій ділянці в рисовому чеці в 10-12 м від валика і не менше як 300 м від найближчого краю поля. Ділянка вибирається з типовим ґрунтовим покривом, уникаючи солонцевих плям. Корпус випарника закопують в ґрунт на  $\frac{3}{4}$  висоти, тобто 25 см борту повинно бути вище рівня ґрунту.

Фільтраційна установка має подібну конструкцію з тією різницею, що корпус не має дна і висота його складає 60 см. Для

запобігання похибок при вимірюванні випаровування корпус фільтраційної установки накривають кришкою з теплоізоляцією. Корпус фільтраційної установки встановлюють поруч з корпусом сумарного рисового випарника й закопують в ґрунт на глибину 10 см нижче орного шару. В режимі строкових спостережень зміна рівня води заміряється штангенциркулем відносно репера з точністю 0,1 мм, що відповідає 1 м<sup>3</sup>/га. Замір проводять в один і той же строк, що й сумарне випаровування.

**Результати досліджень.** За роки досліджень інтенсивність вертикальної фільтрації складала: у 2001 р. – 0,87; 2002 – 0,79; 2003 – 0,87; 2004 – 2,04; 2005 – 0,77; 2006 – 0,83; 2007. – 1,54; 2008 – 0,77; 2009 – 0,77 і в 2010 – 0,77 мм/добу, витрати зрошувальної води на вертикальну фільтрацію з урахуванням терміну затоплення відповідно: 102,0; 86,4; 114,2; 269,7; 99,2; 105,4; 189,0; 100,9; 99,3 і 98,6 мм. Таким чином, середня інтенсивність вертикальної фільтрації за десять років досліджень склала 0,9 мм/добу, а витрати на фільтрацію 114,2 мм або 1140 м<sup>3</sup>/га. На рис. 1 наведено декадні величини опадів, а на рис. 2 – декадні величини сумарного випаровування в середньому за 2001-2010 рр.

За всі роки досліджень, незалежно від строку сівби, до третьої декади червня (фаза куціння) криві сумарного випаровування знаходяться практично на одній лінії, що можна пояснити тим, що в цей період рослини рису тільки вступають у період активного росту й розвитку, тому сумарне випаровування формується водною поверхнею затоплених чеків.

Витрати води на транспірацію рисом за період вегетації несуттєво відрізнялися від витрат на випаровування з водної поверхні і складали 47-53% від сумарного водоспоживання.

У перший період розвитку рису (сходи – куціння) витрати води на випаровування з водної поверхні значно перевищували транспірацію, від фази виходу в трубку вони зменшувалися, а в період колосіння й наливу зерна удвічі перевищували транспірацію. Починаючи з фази воскової стиглості, випаровування з водної поверхні стало майже рівним витратам води на транспірацію. Період максимального водоспоживання рослинами співпадав з періодом найінтенсивнішого накопичення сухої речовини.

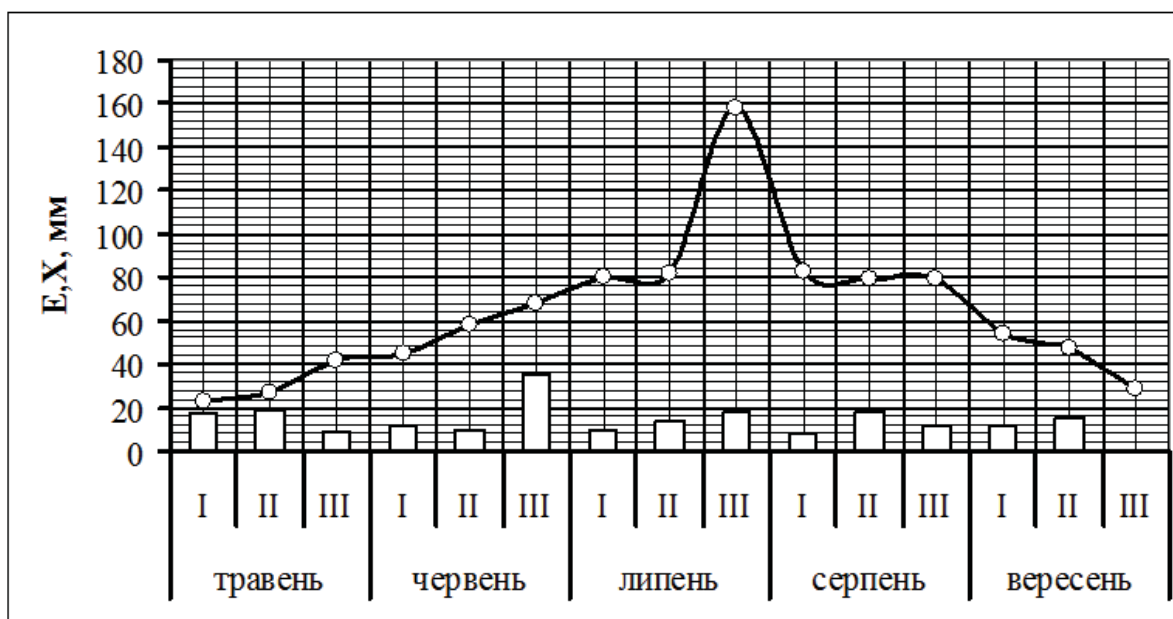


Рис. 1. Сезонний хід сумарного випаровування і опади (декадні величини) за період досліджень

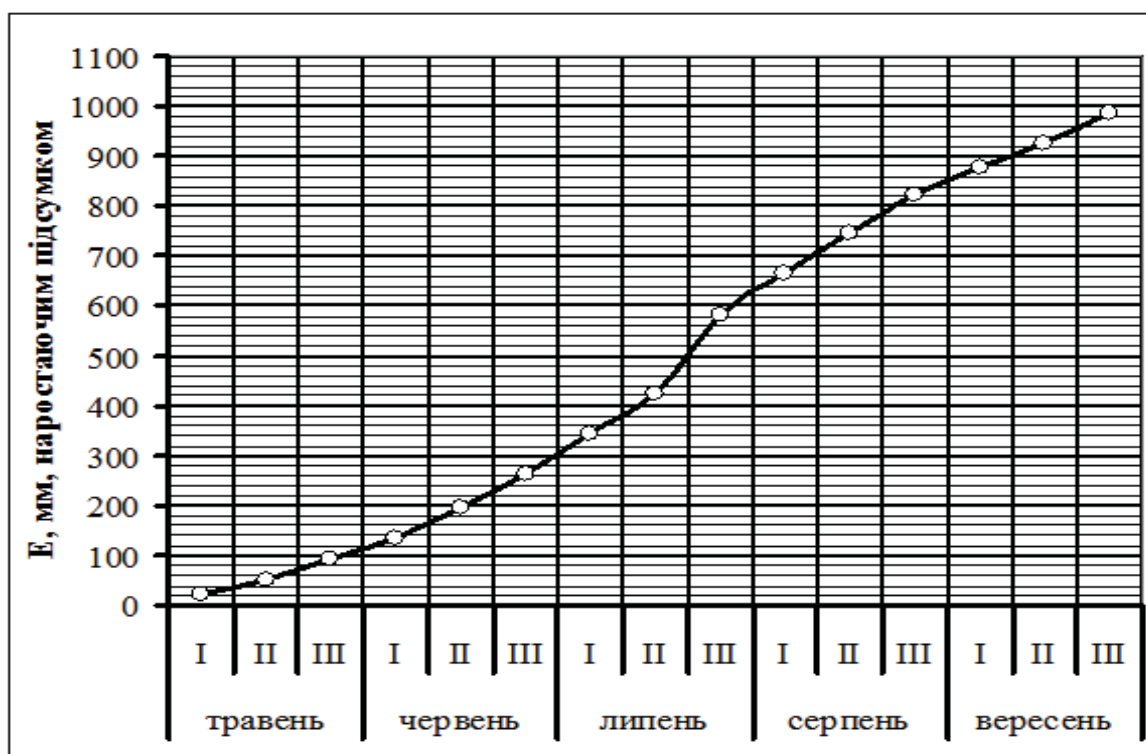


Рис. 2. Сумарне випаровування наростаючим підсумком (середнє за 2001-2010 рр.)

У початковій фазі вегетації при малому затопленні (проростання – сходи) бурхливо розвивалися бур'яни. Найкращі умови для проростання рису й пригнічення бур'янів склалися



за глибини затоплення, яка приблизно дорівнювала 15 см. Рис може рости під шаром води і в анаеробних умовах. Проте, у випадку нестачі поживних речовин у насінні молоді паростки не можуть вийти з-під води й рослина гине. Затоплення одразу ж після сівби водночас зі знищенням просовидних бур'янів викликало зріджування сходів рису, що також залежало від глибини загортання насіння. Для помірно забур'янених полів затоплення проводили після отримання повних сходів. Найбільш сприятлива температура води у чеках – не нижче 25°C. При такій температурі просянки швидко гинули. Якщо вода холодна, тобто більш збагачена киснем, просянки виходили на поверхню й поле ставало дуже засміченим.

У таблиці наведено витрати зрошувальної води на формування біологічного врожаю зерна риса за роками досліджень та у середньому за 2001-2010 рр.

Таблиця

**Витрати води на формування врожаю зерна риса (середнє за 2001-2010 рр. )**

Рік	Сумарне випаровування, Е, мм	Фільтрація, Ф, мм	Опади, Х, мм	Витрати води на формування врожаю $M_{пр} = E + F - X$ , мм	Врожай зерна (біологічний), У, ц/га	Витрати води на одиницю врожаю, м <sup>3</sup> /кг	
						Мпр /у	без врахування фільтрації
2001	828,0	102,0	154,0	776,0	115,0	0,67	0,58
2002	686,0	86,4	180,8	591,6	101,3	0,58	0,50
2003	644,0	114,2	106,4	651,8	114,3	0,57	0,47
2004	948,0	269,7	447,8	769,3	91,0	0,85	0,55
2005	904,6	99,2	156,4	847,4	104,1	0,81	0,71
2006	993,7	105,4	78,2	1020,9	119,7	0,85	0,76
2007	877,1	189,0	50,8	1015,3	101,0	1,00	0,81
2008	828,1	100,9	169,6	759,4	114,0	0,67	0,49
2009	884,4	99,3	135,4	848,3	106,1	0,80	0,71
2010	667,3	98,6	247,0	518,9	69,2	0,75	0,6
Середнє 2001-2010	826,1	126,5	172,6	779,9	103,6	0,76	0,62

Результати наших досліджень свідчать про те, що величини сумарного випаровування коливалися від 644,0 до 993,7 мм, в середньому за десять років досліджень склали

826,1 мм або 8260 м<sup>3</sup>/га, фільтраційні витрати склали 126,5 мм або 1265 м<sup>3</sup>/га, таким чином, з урахування опадів, витрати зрошувальної води на формування врожаю рису, що є зрошувальною нормою нетто, складають 779,9 мм або 7800 м<sup>3</sup>/га. Витрати води на одиницю врожаю склали 0,76 м<sup>3</sup>/кг. Таким чином, в умовах зони рисосіяння Криму зрошувальна норма бруutto рису не повинна перевищувати 12-14 тис. м<sup>3</sup>/га, тобто має бути в 2,0-2,5 рази меншою, ніж у теперішній час. Для цього необхідно вимірювати інструментально всі елементи водного балансу (сумарне випаровування, опади, фільтрація, налагодити водооблік води, що поступає на поле та що йде на скид), виключити постійну проточність, яка для умов Північного Криму завдає більше шкоди, ніж користі.

**Висновки.** При встановленні показників випаровування доцільно використовувати спеціальні випарники, які точно відображають динаміку водного режиму ґрунту та на підставі одержаних показників визначити оптимальну зрошувальну норму для конкретних ґрунтово-гідрологічних умов.

Величина сумарного випаровування з рису, заміряна інструментально за допомогою сумарного рисового випарника, за десять років досліджень, у середньому, склала 8250 м<sup>3</sup>/га.

На підставі досліджень встановлено, що зрошувальна норма бруutto для рису повинна знаходитися в межах 12-14 тис. м<sup>3</sup>/га, що в 2,0-2,5 рази менше, ніж в теперішній час. Для оптимізації режимів зрошення та істотного зниження витрат поливної води на одиницю врожаю необхідно застосовувати інструментальні вимірювання всіх елементів водного балансу та попередити постійну проточність води в чеках.

#### Література:

1. Вершинин А.П. Теоретическое обоснование схемы расчета проточности и слоя затопления на рисовых полях / Вершинин А.П. // Труды ГГИ вып. 199. Водный баланс орошаемых земель. — Л. : Гидрометеиздат, 1972.
2. Зайцев В.Б. Рисовая оросительная система / Зайцев В.Б. — М. : Колос, 1964. — 304 с.
3. Ляшевський В. Зменшення витрат зрошувальної води при вирощуванні рису / Тищенко О., Хорев С. // Водне господарство України. — 2006. — №6, — С. 25 — 28.
4. Тулякова З.Ф. Водный баланс рисового поля / Тулякова З.Ф. // Материалы междуминистерственного совещания по проблемам изучения и регулирования испарения с водной поверхности и почвы. — Валдай, 1964. — С. 372 — 378.
5. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель / Харченко С.И. — Л. : Гидрометеиздат, 1968. — 373 с.