

УДК 631.67:581.19

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ РИСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ВИМІРЮВАНЬ ЕЛЕМЕНТІВ ВОДНОГО БАЛАНСУ В УМОВАХ АР КРИМ

Ушкаренко В.О. – д.с.-г.н., професор, академік
НААН України, Херсонський ДАУ
Тищенко О.П. – к.с.-г.н., с.н.с, Кримський
науково-дослідний центр ІВПІМ НААН України
Коковіхін С.В. – д.с.-г.н., с.н.с, Інститут
зрошувального землеробства НААН України

Постановка проблеми. На розвиток рису суттєво впливають температура та вологість повітря, температура й концентрація різних солей, газів та інших розчинних сполук у поверхневому шарі води й у 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 велику роль у живленні рису азотом, стан мікрофлори чека, утворення плівки сіркобактеру, яка сприяє, згідно з сучасними уявленнями, вилученню сірководню з ґрунту. Від температури середовища, концентрації солей, рН ґрунтової витяжки і води в чеках тощо залежать інтенсивність та напрям 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. Наприклад, проточність на рисових полях дозволяє, при наявності великих різниць температури в каналі й на поверхні чека, регулювати температуру останнього. При високій мінералізації ґрунту можливе зниження концентрації солей та інших водорозчинних сполук у поверхневому шарі води, що сприяє покращенню властивостей кореневмісного шару ґрунту. Разом зі свіжими порціями зрошувальної води в чек може надходити значна кількість кисню і поживних речовин.

Вплив проточності проявляється, насамперед, у регулюванні термічного режиму води в чеках, ефективність якого визначається 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 її температури нижче допустимої межі. При цьому в фазу проростання може статися вимивання насіння рису. У деяких випадках проточність виступає в прихованому вигляді, проявляючись через підвищену фільтрацію в дрени, що залежить від місцевих особливостей ґрунтової товщі. Режим проточності, що задається без урахування температурного режиму в чеках і зрошувачах, може привести до значних втрат врожаю, погіршенню меліоративного стану ґрунту й, зокрема, підвищення вмісту токсинів. Урожай рису практично при проточності та без

неї залишається незмінним. Крім непотрібної втрати води, зайва проточність у північних районах рисосіяння неминуче викликає зниження температури води та ґрунту на рисовому полі.

Безгосподарне, недбайливе відношення до поливної води служить показником загального низького організаційно-технічного рівня господарства. Виключення необґрунтованої проточності й скидів може дати велику економію зрошувальної води, що в ряді випадків виражається десятками тисяч кубометрів на гектар. Режим шару затоплення диктується не тільки термічними умовами, але й біологічними вимогами риса, які також необхідно враховувати.

Стан вивчення проблеми. Метод з використанням випарників для вивчення сумарного випаровування з рису вперше був використаний В.Б. Зайцевим ще у 1930 році. У вигляді випарників (названими Зайцевим "вегетаційними судинами") застосовувалися циліндричні сосуди з водонепроникливим дном висотою 50-70 см та площею випаровування 1000-2000 см². У Державному Гідрологічному Інституті (ДГІ) з 1958 р. застосовувався випарник з вимірювальною бюреткою. Випарна площа випарників ГГИ-2000 р та ГГИ-3000 р відповідно 2000 і 3000 см², висота 70-100 см. Випарник завантажується ґрунтом в тому порядку, в якому ґрунт залягає в природних умовах. Рис висівається у випарниках насінням або висаджується саджанцями з тою ж густиною, що й на полі. Точність заміру сумарного випаровування з рису випарниками ГГИ-2000 р та ГГИ-3000 р з вимірювальною бюреткою складає 0,1 мм.

Також протягом ряду років (1955-1966 рр.) на виробничих рисових масивах Ростовської області визначалися приходно-витратні елементи під культурою рису в різних ґрунтово-гідрологічних умовах. Дослідження проводилися фахівцями Південного НД ІГіМ. Випаровування з водної поверхні, транспірація і вертикальна фільтрація визначалися за допомогою металевих судин – випарників площею 0,05-0,1 м², висотою 0,6 м. Судини встановлювалися безпосередньо в рисовому чекові в двократній повторності (рис. 1).

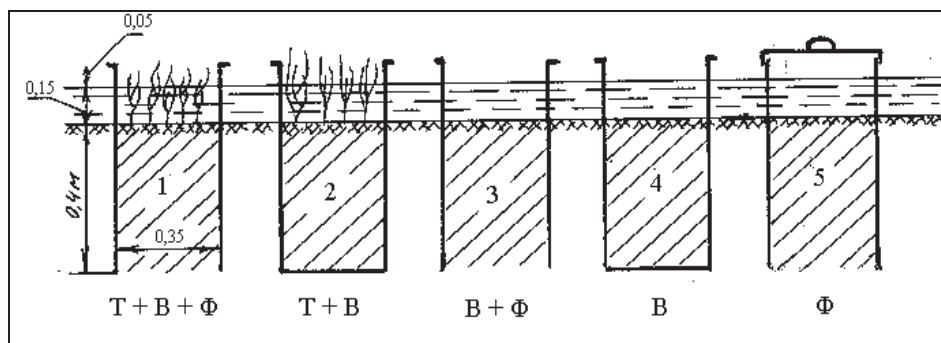


Рисунок 1. Схема встановлення судин для визначення випаровування, транспірації та фільтрації води в ґрунт (Т – транспірація; V – випаровування з водної поверхні; Φ – вертикальна фільтрація.)

У 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).

По різниці об'ємів випаровуваної або профільтрованої води за добу в судинах з дном та без дна, з рослинами та без них визначаються елементи водного балансу: транспірація, фільтрація та випаровування з водної поверхні. Даний підхід дозволяє з достатньою точністю визначати елементи водного балансу й на підставі цього визначити оптимальну зрошувальну норму для конкретних ґрунтово-гідрологічних умов.

Величина сумарних витрат води на випаровування з водної поверхні і транспірації рисом є відносно сталою, з коливанням від 7500 до 9500 м³/га і знаходиться залежно від метеорологічних умов (в основному від температурного фактора), густоти стояння рослин і показників урожайності.

Завдання і методика досліджень. Завданням досліджень було визначити динаміку водного балансу рису для оптимізації режимів зрошення та встановити динаміку витрат води на формування одиниці врожаю зерна досліджуваної культури для оптимізації режимів зрошення й зменшення витрат поливної води в умовах АР Крим.

Дослідження з вимірювання елементів водного балансу в Криму проводилися протягом 2001-2010 рр. в Кримському науково-дослідному центрі Інституту гідротехніки і меліорації НААН України на дослідній ділянці в с. Ішунь (СТОВ «Штурм Перекопа») Красноперекопського р-ну АР Крим в рисовому чеці рисової сівозміни №5. Площа рисової сівозміни 466 га. Відстань до метеостанції Ішунь 1,5-2,0 кілометра.

Вимірювання величин сумарного випаровування і вертикальної фільтрації проводилися щодобово, після 17⁰⁰, протягом періоду затоплення риса за допомогою сумарного рисового випарника й фільтраційної установки.

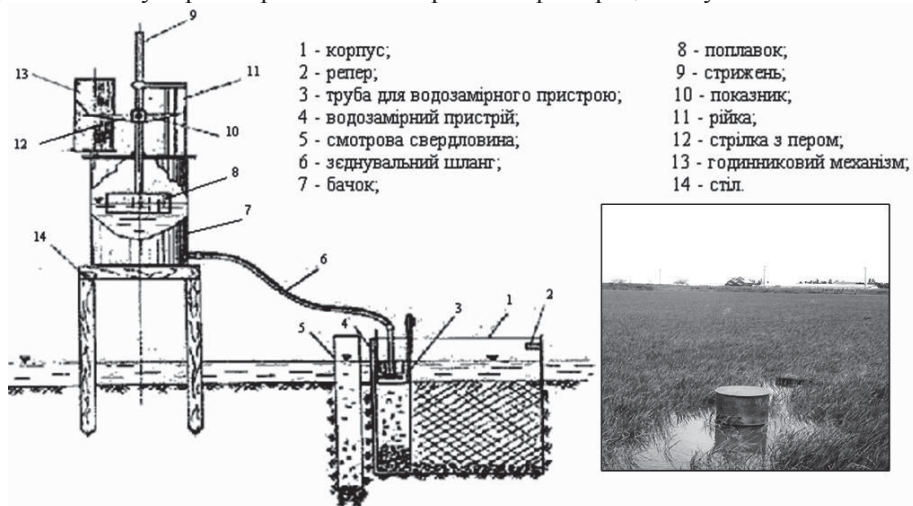


Рисунок 2. Сумарний рисовий випарник

Випарник (рис. 2) складається з корпусу випарника 1, заповненого ґрунтом, репера 2, у випарник поміщається труба 3, в якій змонтований

водорегулюючий пристрій 4, який з'єднаний з бачком самописця 7 з'єднувальним гумовим шлангом 6. З зовнішнього боку випарника в ґрунті є оглядова свердловина 5.

На крищі самописця змонтований пишучий пристрій, який складається з несучого поплавка 8, стержня 9, показника 10, рейки 11, стрілки з пером 12 та тижневого часового механізму. Бачок самописця з самопишучим пристроєм встановлюється на дерев'яний стіл 14.

Корпус випарника являє собою металевий циліндр з дном (матеріал – залізо листове 2 мм) діаметром 806 мм, що відповідно площі випаровування $0,5 \text{ м}^2$, висотою 1,0 м.

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 в випарнику). На сопло одягається поплавковий клапан, який являє собою складення з зовнішнього ($\varnothing 80 \text{ мм}$, $h 60 \text{ мм}$) і внутрішнього ($\varnothing 14 \text{ мм}$, $h 65 \text{ мм}$) циліндрів, верхній та нижній площин. Деталі виготовлені з листової латуні завтовшки 0,25 мм та з'єднані між собою за допомогою паяння для забезпечення водонепроникливості. Поплавок з крізним отвором в середині $\varnothing 14 \text{ мм}$, одягається на сопло і вільно пересувається у вертикальному напрямку. До нижньої площини, за допомогою 4 болтів (М:3), впаяних у площину, закріплюється гумова мембрана, підсилена кільцем жорсткості.

Прилад працює таким чином. Якщо рівень води у випарнику нижче заданого, поплавок знаходиться 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, поплавок пересувається донизу, відновлюється подача води до тих пір, доки знову не встановиться потрібний рівень.

Бачок доливу являє собою циліндр з дном $\varnothing 252 \text{ мм}$, що відповідає площі 500 см^2 і висотою 380 мм. З водорегулюючим пристроєм бачок з'єднується гнучким гумовим шлангом внутрішнім діаметром 10 мм. Оскільки співвідношення площ бачка доливу й корпуса випарника 1:10, то і запис на стрічці самописця створюється в тому ж масштабі, тобто 1 мм на стрічці відповідає 0,1 мм шару води або $1 \text{ м}^3/\text{га}$. За мірою надходження води у випарник з бачка рівень у ньому знижується, що й фіксується самописним пристроєм у вигляді запису добового ходу сумарного випаровування з точністю 0,1 мм або $1 \text{ м}^3/\text{га}$. Якщо немає можливості забезпечити зберігання приладу, що працює в польових умовах, і який до того ж легко демонтується, замір сумарного випаровування можна вести в режимі строкових спостережень, тобто щодобового заміру зміни рівня води в випарнику відносно реперу за допомогою штангенциркуля, отримуючи таку саму точність, тобто 0,1 мм або $1 \text{ м}^3/\text{га}$. Проте в цьому випадку треба враховувати об'єм долитої – відливої у корпус випарника води з точністю до 1 см^3 для того, щоб вводити коректування на змінний об'єм стебел у корпусі випарника. За результатами досліджень величина зрізки склала 7,8 %. Таким чином, відкоректована величина сумарного випаровування буде на 7,8% меншою, ніж заміряна штангенциркулем відносно репера.

Рисовий випарник встановлюється на водно-балансовій ділянці в рисовому чекові в 10-12 м від валика і не менш, як 300 м від найближчого краю поля. Ділянка вибирається з типовим ґрунтовим покривом, уникаючи солонцевих плям. Корпус випарника закопується в ґрунт на $\frac{3}{4}$ висоти, тобто 25 см борта повинно бути вище рівня ґрунту. При викопуванні котловану ґрунт розкладається на 4-5 фракцій по глибині, а після встановлення корпусу в котлован ґрунт закладається по фракціях у зворотному порядку, тобто імітується природне складання ґрунту. Перед завантаженням ґрунту в корпус випарника на дно викладається піщано-гравійний фільтр шаром 5-7 см. Ущільнення ґрунту доводиться до того ж стану, що й на полі, тобто рівень ґрунту у випарнику повинен співпадати з рівнем ґрунту на полі. Сівба рису у випарник робиться вручну.

Густота рослин і сорт рису повинні бути тими ж, що й на полі. У випарник, для запобігання розвалу стебел за межі випарника, біля борту, з внутрішнього боку, на однаковій відстані одна від одної вбиваються 8 дерев'яних рейок висотою 80 см над бортом випарника і об'язуються шпагатом в 3-4 ряди. Це робиться для виключення похибок за рахунок збільшення випарної площі листя рослин при розвалі стебел за габарити випарника.

Фільтраційна установка має подібну конструкцію, з тією різницею, що в корпусі відсутнє дно й висота його складає 60 см. Для запобігання похибок при вимірюванні випарування корпус фільтраційної установки накривається кришкою з теплоізоляцією. Корпус фільтраційної установки встановлюється поруч з корпусом сумарного рисового випарника й закопується в ґрунт на глибину 10 см нижче орного шару. У режимі строкових спостережень зміна рівня води заміряється штангенциркулем відносно репера з точністю 0,1 мм, що відповідає $1 \text{ м}^3/\text{га}$. Замір проводиться в один і той же строк, що й сумарне випарування.

Водний баланс рисового чека розраховували з використанням формули (1):

$$M_{\text{п}} - M_{\text{с}} = E + \Phi - X, \quad (1)$$

де $M_{\text{п}}$ – подача води на поле;

$M_{\text{с}}$ – скид;

E – сумарне випарування;

Φ – вертикальна фільтрація;

X – опади.

Усі елементи формули (1) в $\text{м}^3/\text{га}$.

Результати досліджень. За роки досліджень інтенсивність вертикальної фільтрації складала: 2001 – 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 $1142 \text{ м}^3/\text{га}$. На рисунку 3 наведено декадні величини опадів, а на рисунку 4 – декадні величини сумарного випарування, в середньому за 2001-2010 роки.

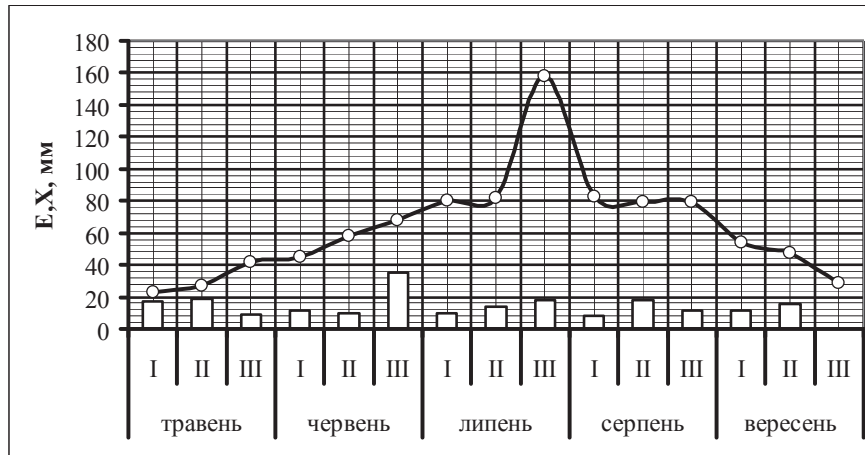


Рисунок 3. Сезонний хід сумарного випаровування і опади (декадні величини) за період досліджень (середнє за 2001-2010 рр.)

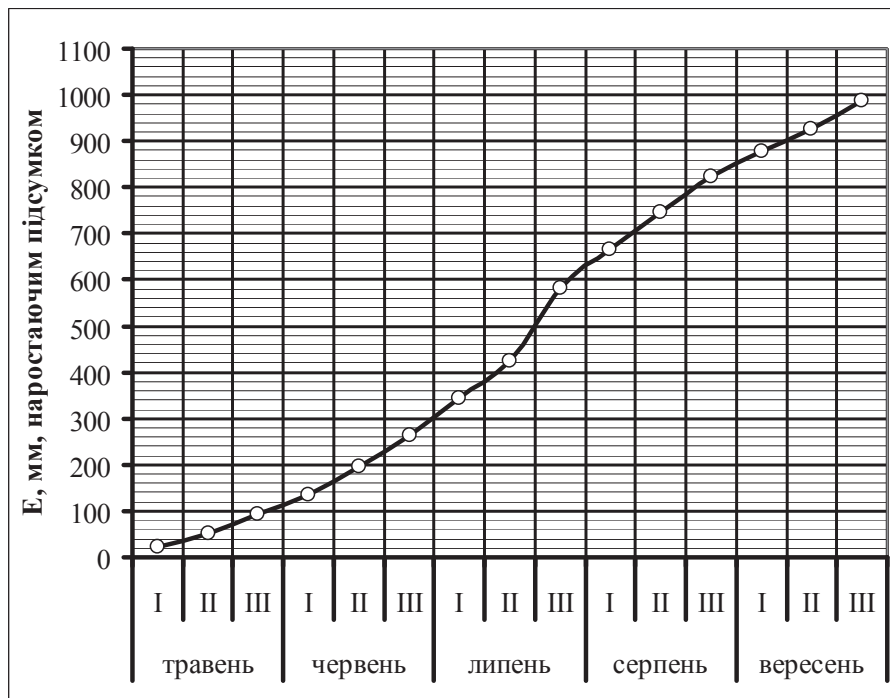


Рисунок 4. Сумарне випаровування наростаючим підсумком (НП) (середнє за 2001-2010 рр.)

За всі роки досліджень, незалежно від строку сівби, до третьої декади червня (фаза кушіння) криві сумарного випаровування знаходяться практично на одній лінії, що можна пояснити тим, що в цей час 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 – кущіння) витрати води на випаровування з водної поверхні значно перевищували транспірацію, від фази виходу в трубку вони зменшувались, а в період колосіння й наливу зерна були більшими, ніж у два рази, за транспірацію. Починаючи з фази воскової стиглості, випаровування з водної поверхні стало майже рівним витратам води на транспірацію. Період максимального водоспоживання рослинами співпадає з періодом найбільшого накопичення сухої речовини.

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 рослини гинуть. 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 1 наведено витрати зрошувальної води на формування біологічного врожаю зерна рису за роками досліджень та, у середньому, за 2001-2010 рр.

Таблиця 1 – Витрати води на формування врожаю зерна рису (середнє за 2001-2010 рр.)

Рік	Сумарне випаровування E , мм	Фільтрація, Φ , мм	Опади, X , мм	Витрати води на формування врожаю, $M_{np} = E + \Phi - X$, мм	Урожайність зерна (біологічна), $У$, ц/га	Витрати води на одиницю врожаю, m^3/kg	
						M_{np} / U	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 за 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 випарування коливалися від 644,0 до 993,7 мм, у середньому за десять років досліджень, – 826,1 мм або 8260 м³/га, фільтраційні витрати склали 126,5 мм або 1265 м³/га, таким чином, з урахуванням опадів, витрати зрошувальної води на формування врожаю рису, що є зрошувальною нормою нетто, складають 779,9 мм або 7800 м³/га. Витрати води на одиницю врожаю склали 0,76 м³/кг. Таким чином, в умовах зони рисосіяння Криму зрошувальна норма брутто рису не повинна перевищувати 12-14 тис. м³/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 випарування, опади, фільтрація, налагодити водооблік води, що поступає на поле та що йде на скид), виключити постійну проточність, яка для умов Північного Криму приносить більш 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 випарування з рису, заміряна інструментально за допомогою сумарного рисового випарника, за десять років досліджень, у середньому, складала 8250 м³/га.

На підставі досліджень встановлено, що зрошувальна норма брутто для рису повинна знаходитися в межах 12-14 тис. м³/га, що в 2,0-2,5 рази менше, ніж у теперішній час. Для оптимізації режимів зрошення та істотного зниження витрат поливної води на одиницю врожаю необхідно застосовувати інструментальні вимірювання всіх елементів водного балансу та попереджувати постійну проточність води в чеках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вершинин А.П. Теоретическое обоснование схемы расчета проточности и слоя затопления на рисовых полях // Труды ГГИ. –1972. – Вип. 199. – С. 106-137.
2. Зайцев В.Б. Рисовая оросительная система. - М.: Колос, 1964. – 304 с.
3. Тулякова З.Ф. Водный баланс рисового поля. – Валдай: 1964. - С. 372 – 378.
4. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. - Л.: Гидрометеоиздат. - 1968. — 373 с.
5. В. Ляшевський, О. Тищенко, С. Хорев Зменшення витрат зрошувальної води при вирощуванні рису // Водне господарство України, 2006. - №6, - С. 25-28.
6. Ильинская И.Н. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. – 163 с., ил., табл.
7. Ушкаренко В. О. Зрошуване землеробство / В. О. Ушкаренко. – К. : Урожай, 1994. – 328 с.
8. Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / За ред. академіка УААН В.О.Ушкаренка. – 2-е вид., перероб. і доп. – Суми: Університетська книга, 2003. – 296 с.
9. Ушкаренко В.О., Нікіщенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В.

Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: Навчальний посібник. – Херсон: Айлант, 2008. – 272 с.

УДК:551.506.63:633.76:631.5

ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН ТА СПОСОБУ СІВБИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В ПІСЛЯУКІСНИХ ПОСІВАХ В УМОВАХ СХОДУ УКРАЇНИ

Хасхачих М.В. – аспірант, Луганський НАУ

Постановка проблеми. У виробничих умовах Східного Степу існуючі технології вирощування характеризуються значними витратами енергоносіїв, коштів і технічних засобів на фоні порівняно низьких показників урожайності насіння та виходу олії. Головними чинниками такого негативного становища в багатьох господарствах східного регіону України є низька продуктивність сортів і гібридів, які мають недостатній генетичний рівень продуктивності та низький вміст у насінні олії. Також за рахунок використання традиційної схеми сівби за широкорядною схемою та низьких показників густоти стояння рослин спостерігається зниження продуктивності рослин та виходу продукції з одиниці площі.

Стан вивчення проблеми. Багатьма дослідженнями доведено, що високий рівень розораності земель є головною причиною ерозії ґрунтів та фактором погіршення їх якості. В Україні загальний рівень сільськогосподарського освоєння території сягає 69%, питома вага ріллі в загальній площі сільськогосподарських угідь становить 77,9%, що значно перевищує рівень розораності земель. Наприклад, у країнах Європейського Союзу частка розораності менша, ніж в Україні: у Франції – в 1,9 рази, Польщі – у 2,3; Угорщині – у 6,5; Румунії – у 3,5 рази [1, 2].

У Східному Степу України, зокрема, в Луганській області також спостерігається дуже висока питома вага територій сільськогосподарського призначення. Сільськогосподарські угіддя в структурі землекористування області займають 71,6%. Інтенсивно використовуються в землеробській діяльності 68,9% із загальної кількості земель, з них на ріллю припадає 47,2%, землі, покриті лісами, займають 13,1, забудовані землі – 4,8% [3].

Однією з найважливіших умов раціонального використання ґрунтово-кліматичного потенціалу України є підвищення виходу рослинницької продукції з одиниці площі за рахунок використання післяукісних посівів. Такі є добрим засобом боротьби з бур'янами, оскільки завдяки тривалому періоду знаходження на полі сільськогосподарських культур бур'яни не встигають сформувати насіння. Крім того, у післяукісних посівах рослини часто не ушкоджуються багатьма шкідниками, оскільки вони вирощуються в більш пізні строки й шкідники не встигають пристосуватись до фенологічних змін певних видів сільськогосподарських культур. Післяукісні посіви за рахунок