

сухої маси, яка утворилася за добу, сприяла суттєвому збільшенню урожайності порівняно з фоном без добрив. Наприклад, у середньораннього гібрида Богун приріст урожайності на удобрено-

му фоні за раннього, рекомендованого та пізнього строків сівби становив 0,31; 0,25; 0,35 т/га відповідно.

**Таблиця 1 – Чиста продуктивність фотосинтезу залежно від фонів живлення та строку сівби, г/м<sup>2</sup> за добу, 2008-2009 рр.**

Гібрид (С)	Строк сівби (В)	Фон живлення (А)	
		без добрив	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>
Оскіл	ранній	4,63	5,90
	рекомендований	4,89	6,42
	пізній	6,48	7,20
Ант	ранній	4,13	6,79
	рекомендований	4,17	5,66
	пізній	6,35	7,10
Ясон	ранній	4,24	6,45
	рекомендований	4,63	5,23
	пізній	5,08	5,80
Богун	ранній	4,96	8,33
	рекомендований	4,49	6,87
	пізній	6,80	6,90
Капрал	ранній	5,18	7,76
	рекомендований	4,68	8,03
	пізній	6,94	6,00
Дарій	ранній	4,93	7,46
	рекомендований	6,04	7,32
	пізній	6,46	7,20
НІР <sub>05</sub>	А – 0,11; В – 0,20; С – 0,20; АВ – 0,23; АС – 0,23; ВС – 0,39; АВС – 0,51		

**Висновки та пропозиції.** Таким чином, маса сухої речовини рослин у фазі фізіологічна стиглість залежала від фонів живлення та строку сівби і найбільшою була за раннього строку сівби, яка коливалася на фоні без добрив від 9,07 до 10,60 т/га та на фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – від 9,22 т/га до 13,10 т/га. На фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> між урожайністю та масою сухою речовини у фазі цвітіння та фізіологічна стиглість встановлено середню кореляційну залежність  $r = 0,64 \pm 0,41$ . Застосування мінеральних добрив у дозі N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> сприяло збільшенню чистої продуктивності фотосинтезу порівняно з неудобреним фоном.

Між урожайністю та фотосинтетичним потенціалом посіву встановлено середню кореляційну залежність  $r = 0,44 \pm 0,31$ .

**Перспектива подальших досліджень** полягає в необхідності більш поглибленого вивчення фізіологічних процесів, які відбуваються в рослинах під впливом агротехнічних факторів, що дозволить впливати на ріст і розвиток, тим самим підвищуючи продуктивність посівів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А.А. Ничипорович. – М.: АН СССР, 1956. – 159 с.
2. Морозов В.К. Подсолнечник в засушливой зоне / В.К. Морозов. – Саратов: Приволжское книжное изд-во, 1967. – 184 с.
3. Лихочвор В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В.В.Лихочвор, В.Ф. Петриченко. – Львів: Українські технології, 2006. – 730 с.
4. Кириченко В.В. Селекція і насінництво соняшнику (*Helianthus annuus L.*) / В.В. Кириченко. – Х.: Магда LTD, 2005. – 386 с.
5. Ідентифікація морфологічних ознак соняшнику (*Helianthus L.*) / [Кириченко В.В., Петренкова В.П., Кривошеєва О.В., Рябчун В.К., Маркова Т.Ю.] / УААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. – Х., 2007. – 78 с.
6. Федоров Н.И. Фотосинтез и урожай растений / Н.И. Федоров. – Саратов: СХИ, 1987. – 96 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: учеб. пособие. / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
8. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування / Б.С. Носко, В.Ф.Сайко, Г.Р. Пікуш [та ін.] – К.: Урожай, 1990. – 237 с.

УДК 631.1:551.451.8 (477.72)

## НОРМУВАННЯ ВИТРАТ ПОЛИВНОЇ ВОДИ НА РІВНІ СІВОЗМІНИ ТА ГОСПОДАРСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**С.В. КОКОВІХІН** – доктор с.-г. наук, професор

**М.Г. НІКОЛАЙЧУК** – здобувач

**О.О. ПІЛЯРСЬКА**

Інститут зрошуваного землеробства НААН

**А.В. ДРОБІТЬКО** – кандидат с.-г. наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** При вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах зрошення

важливе значення має встановлення показників водопотреби сільськогосподарських культур в

сівозміні з врахуванням їх біологічних особливостей, а також критичних періодів водоспоживання. Прогнозування цих показників дозволяє оптимізувати роботу насосних станцій, дощувальних машин, скоротити витрати агроресурсів, підвищити економічну ефективність та екологічну безпеку зрошуваного землеробства.

**Стан вивчення проблеми.** В травні 1990 року на сумісному конгресі Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО), Міжнародного комітету з іригації і дренажу (МКІД) і Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) були проведені консультації фахівців для розгляду загальної методології ФАО щодо встановлення водо потреби зернових та інших сільськогосподарських культур та розробки методики встановлення показників евапотранспірації [1].

Після проведення досліджень і оцінки точності різних методів встановлення цього показника, група фахівців ФАО рекомендувала прийняти комбінований метод Пенмана-Монтейта, як загальний стандарт для еталонного сумарного випаровування і використовувати його для розрахунків водопотребі різних сільськогосподарських культур з врахуванням біологічних потреб рослин, особливостей ґрунтово-кліматичної зони, поточних погодних умов тощо. Метод усунув помилки попереднього методу Пенмана і забезпечив можливість отримання показників евапотранспірації для основних культур в усіх регіонах світу [2, 3].

**Завдання і методика досліджень.** Завданням проведених досліджень було провести прогнозування водопотреби сільськогосподарських культур в сівозміні та сформувати графіки поливів з використанням інформаційних засобів.

Для досліджень використано програму CROPWAT 8.0, яка створена ФАО ООН у 2009 р [4].

Дослідження з цього напрямку проведені з використанням спеціальних методик із застосування інформаційних технологій в сільському господарстві [5-6].

**Результати досліджень.** Програма CROPWAT 8.0 розроблена Відділом розвитку й управління водних ресурсів ФАО. Представлена версія базується на DOS версіях CROPWAT 5.7 1992 р. та CROPWAT 7.0 1999 р. Програма розроблена на мові програмування Visual Delphi 4.0 і призначена для роботи на різних платформах Windows: 95/98/ME/2000/NT/XP/7.

За допомогою використання цієї програми користувачі мають можливість створювати бази даних кліматичних показників з кроком в один місяць, декаду і добу. Після формування вихідних метеорологічних даних є можливість здійснити оцінку кліматичних умов та розрахувати декадну і добову водопотребу сільськогосподарських культур на воду на основі статистичних алгоритмів, які включають підбір коефіцієнтів залежно від біологічних особливостей рослин.

CROPWAT 8.0 дозволяє формувати таблиці вихідних даних з добовим балансом ґрунтової вологи, забезпечує простий імпорт/експорт даних і графіків через буфер обміну або текстові файли ASCII, створювати інтерактивні графіки поливів, які можна змінювати й налаштовувати з урахуванням

потреб користувача. Програма має розширені можливості друку графічної та цифрової інформації.

Основне призначення програми CROPWAT полягає в розрахунку водопотреби сільськогосподарських культур і складанні графіків поливів на основі даних, уведених користувачем або імпортованим з інших програм та баз даних. Програма може встановлювати показники водоспоживання та графіки проведення поливів як для однієї культури, так і для декількох культур в сівозміні.

Інтерфейс програми представлено чотирма мовами: англійською, французькою, іспанською і російською.

Інформацію з використання програми можна знайти в розділі "Help" ("Справка"), яка має контекстно-залежну систему підказок.

Розрахунки всіх показників, що використовуються для планування зрошення в CROPWAT 8.0, ґрунтуються на методичних рекомендаціях ФАО, які відображені в публікації "Евапотранспірація культур – рекомендації з розрахунку водопотреби рослин" ("Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements").

Для визначення показників евапотранспірації (середньодобового випаровування) використовується загальноприйнятий в світовій практиці уточнений метод Пенмана-Монтейта (1998), який ґрунтується на встановленні цього показника з гіпотетичної еталонної покритої рослинами поверхні для окремих календарних періодів року. Потім евапотранспірації з гіпотетичної еталонної трав'янистої поверхні перераховується з евапотранспірацією для інших сільськогосподарських культур на основі біологічних коефіцієнтів.

Для розрахунків використовуються метеорологічні чинники, які є визначальними для процесу евапотранспірації. Це чинники, які впливають на енергію пароутворення і видалення водяних парів з водної, ґрунтової або рослинної поверхні. Основні з них за дослідженнями ФАО (1998) є сонячна радіація, температура повітря, вологість повітря, швидкість вітру.

Структура програми CROPWAT організована у вигляді 8 різних модулів, включаючи 5 модулів баз даних і 3 розрахункові модулі. Доступ до цих модулів здійснюється через головне меню CROPWAT, або через Панель модулів, яка постійно знаходиться на лівому боці Головного вікна. Це дозволяє користувачу легко комбінувати різні дані про клімат, культурі і ґрунти для розрахунку водопотреби культур, формування графіків поливів і подачі води на сівозміну.

Модулі введення даних CROPWAT складаються з таких елементів:

1. "Клімат/ЕТо": введення даних показників евапотранспірації (ЕТо) або метеорологічних показників, які дозволяють розраховувати ЕТо за методом Пенмана-Монтейта.

2. "Осадки": введення даних з надходження атмосферних опадів та розрахунку їх ефективності за коефіцієнтом USDA.

3. "Культура" (польові культури, що зрошуються різними способами або рис, що вирощується при затопленні): введення даних за окремими культурами в сівозміні, строків їх сівби й збирання,

висоти рослин, глибини проникнення кореневої системи та ін. показників.

4. "Почва": введення водно-фізичних даних про ґрунти, які необхідні для розрахунку графіків поливів.

5. "Схема разм. культур": введення схеми розміщення культур у сівозміні для розрахунку подачі поливної води.

Слід зазначити, що фактично модулі "Клімат/Ето" і "Осадки" служать не тільки для введення даних, а також для розрахунку показників сонячної радіації, середньодобового випаровування та ефективних атмосферних опадів.

Модулі розрахунку CROPWAT:

6. "ТКВ (Требования культуры на воду)": розрахунку показників водопотреби.

7. "График": формування графіків вегетаційних поливів.

8. "Схема": розрахунку подачі на іригаційну схему, виходячи з конкретної схеми розміщення культур в сівозмінах.

Після введення необхідних вихідних даних в програмні модулі відбувається автономний електронний розрахунок поливних норм, а також строків і норм вегетаційних поливів (рис. 1).

Прогнозований режим зрошення можна корегувати шляхом зміни вихідних параметрів: температури й відносної вологості повітря, кількості опадів, швидкості вітру, тривалості сонячного сяйва. Після зміни зазначених показників будуть змінюватись строки і норми поливів по кожній культурі зрошуваної сівозміни.

Застосування програми CROPWAT 8.0 дозволяє оптимізувати режим зрошення, скоротити непродуктивні витрати поливної води, забезпечує отримання високого рівня врожаю, найвищу економічну й енергетичну ефективність.

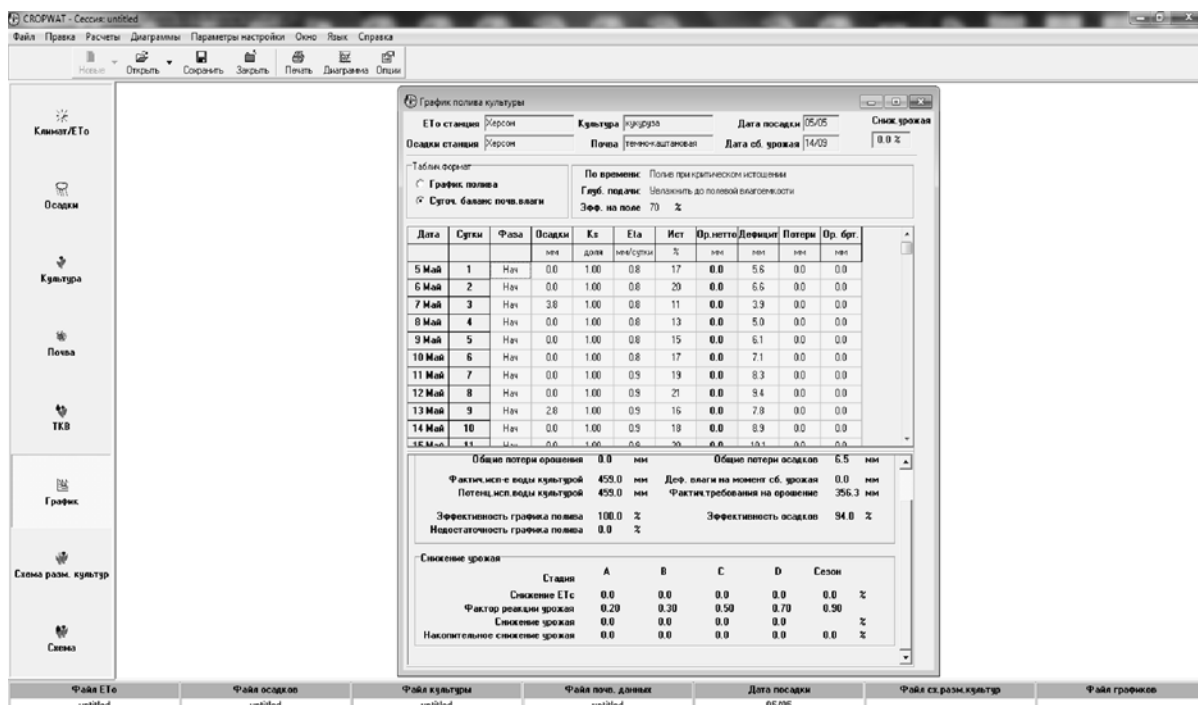


Рисунок 1. Зовнішній вигляд вікна "График полива культуры" програми CROPWAT 8.0

**Висновки.** Програма CROPWAT 8.0 має розширені можливості для планування зрошення, дозволяє оптимізувати поливний режим, скоротити непродуктивні витрати поливної води, забезпечує отримання високого рівня врожаю, найвищу економічну й енергетичну ефективність.

Вихідні дані для прогнозування строків і норм поливів можна обирати безпосередньо з приладів, які розташовані на зрошуваних масивах або бази даних мережі Інтернет.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. <http://www.fao.org/landandwater/aglw/cropwat.stm>
2. <http://metos.at/tiki/tiki-index.php>
3. Allen R.G. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements / R.G. Allen, L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith // FAO Irrigation and drainage paper 56 / Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome, 1998. – P. 32.
4. <http://www.fao.org/nr/water/ETo.html>
5. Ромко А.В. Создание интегрированной модели агроэкоценоза на мелиорированных землях / А.В. Ромко // Матер. межд. конф. "Наукоемкие технологии в мелиорации". – М.: ГНУ ВНИИГИМ, 2005. – С. 385-389.