Таблиця 1 – Рівень рентабельності виробництва насіння розторопші плямистої залежно від способів обробітку ґрунту, ширини міжрядь, строків сівби та фону мінерального живлення, % (середнє за 2010-2012 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор В)	Строк посіву (фактор С)	Фон мінерального живлення (фактор D)			Середнє по факторах	
		Без добрив	$N_{45}P_{45}$	$N_{90}P_{90}$	С	В
Мілкий обробіток ґрунту на глибину 14-16 см (фактор А)						
30	кінець березня	232,3	226,1	205,4	221,3	176,7
	середина квітня	206,1	189,8	171,5	189,1	
	кінець квітня	112,5	113,3	133,1	119,6	
	середнє	183,6	176,4	170,0	–	
45	кінець березня	258,4	240,6	219,3	239,4	190,6
	середина квітня	212,6	206,8	187,5	202,3	
	кінець квітня	126,0	123,3	141,2	130,2	
	середнє	199,0	190,2	182,7	–	
60	кінець березня	271,3	255,1	231,2	252,5	204,8
	середина квітня	219,2	228,6	203,4	217,1	
	кінець квітня	132,8	148,1	153,4	144,8	
	середнє	207,8	210,6	196,0	–	
Оранка на глибину 20-22 см (фактор А)						
30	кінець березня	226,0	224,0	206,2	218,7	178,0
	середина квітня	207,3	191,3	173,3	190,6	
	кінець квітня	115,2	124,9	134,1	124,7	
	середнє	182,8	180,1	171,2	–	
45	кінець березня	247,7	240,2	215,8	234,6	190,8
	середина квітня	204,1	207,8	184,9	198,9	
	кінець квітня	131,3	139,2	145,9	138,8	
	середнє	194,4	195,7	182,2	–	
60	кінець березня	263,2	258,7	233,0	251,6	207,4
	середина квітня	222,9	228,6	200,4	217,3	
	кінець квітня	144,0	155,8	159,6	153,1	
	середнє	210,0	214,4	197,7	–	
Середнє по D		196,3	194,6	183,3		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Богачев М.Ф. Опыт выращивания расторопши пятнистой / М.Ф. Богачев, Т.В. Власенко // Вопросы лекарственного растениеводства. 1980. – С. 12-14.
2. Губанов И. А., Новиков В.С. Целебные растения. – М.: Изобразительное искусство, 1993. – 48 с.
3. Чукуриди С.Н. Интродуцированные лекарственные растения в ботаническом саду / С.Н. Чукуриди, Г.В. Шнурникова // Бюл. бот. сада им. И.С. Косенко. – Краснодар, 1999. – №5. – С. 89-94.
4. Методические рекомендации по проведению полевых опытов в условиях орошения УССР. – Днепропетровск, 1985. – 134 с.
5. Смолієнко Н.Д. Методичні рекомендації до складання і розрахунку технологічних карт на вирощування і збирання сільськогосподарських культур / Н.Д. Смолієнко, С.М. Торська, Г.Є. Паламарчк, І.О. Гарболінський. – Херсон : Колос, 2007. – 34 с.

УДК 631.1:551.451.8(477:72)

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ

С.В. КОКОВІХІН – доктор с.-г. наук, професор,
О.В. ЛАРЧЕНКО – кандидат с.-г. наук
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»
А.О. ДОНЕЦЬ
Інститут зрошуваного землеробства НААН України

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 встано-

влення 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 водопотреби 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 напряму 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 настроювати 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-Мойнтейта (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 такі:

– сонячна радіація – процес евапотранспірації визначається кількістю енергії, яка необхідна для випаровування води. Основним джерелом енергії, здатним перетворити велику кількість води в пар, є сонячна радіація. Показники випаровування залежать від показників надходження сонячної радіації, розташування в просторі та календарного строку спостережень;

– температура повітря – сонячна радіація, поглинена атмосферою, і тепло, що випромінює водна й ґрунтова поверхня, підвищують температуру повітря. Фізичне тепло навколишнього повітря передає енергію рослинам та істотно впливає на інтенсивність евапотранспірації. При сонячній і теплій погоді витрати води на евапотранспірації значно більше, ніж в хмарну і прохолодну погоду;

– вологість повітря – оскільки енергія Сонця і температура навколишнього повітря є головними факторами впливу на процес евапотранспірації, різниця між тиском водяної пари на поверхні, що випаровує воду, і в навколишньому повітрі, є визначальними чинниками перенесення пару. Добре зволожені поля в сухих аридних регіонах споживають величезну кількість води завдяки надлишку енергії і висушуючої сили атмосфери. У вологих тропічних зонах, не дивлячись на велику кількість енергії, висока вологість повітря знижує потребу в евапотранспірації. У такому середовищі повітря близьке до насичення парами й може накопувати меншу кількість додаткової води, тому евапотранспірації нижче, ніж в аридних регіонах;

– швидкість вітру – процес видалення пари значною мірою залежить від турбулентності вітру, який переносять великі маси повітря над поверхнею, з якої відбувається процес евапотранспірації. Під час випаровування над поверхнею поступово конденсуються водяні пари. Якщо це повітря не постійно заміщається більш сухим, інтенсивність видалення водяної пари знижується й евапотранспірації слабшає.

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. "Климат/ETo": введення даних показників евапотранспірації (ETo) або метеорологічних показ-

ників, 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 "Климат/Eto" 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).

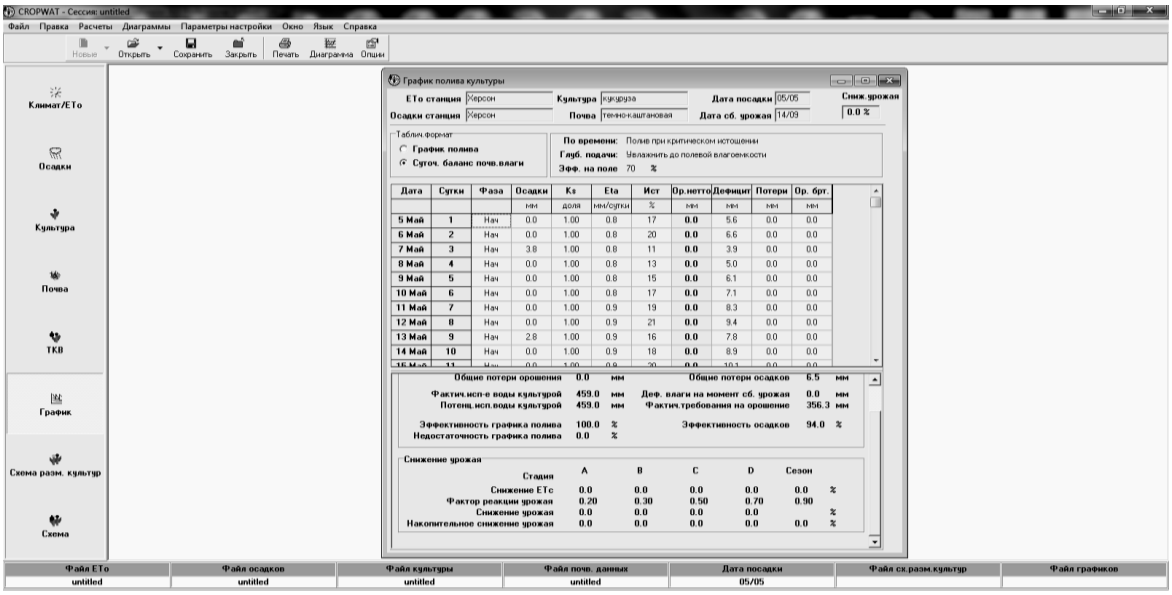

Рисунок 1. Зовнішній вигляд вікна "График полива культуры" програми CROPWAT 8.0

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.

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., Pereira L.S., Raes D., Smith M. Crop evapotranspi-ration – Guidelines for computing crop water requirements // FAO Irrigation and drainage paper 56 // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome, 1998. – P.
4. http://www.fao.org/nr/water/ETo.html
5. Ромко А.В. Создание интегрированной модели агрогеоценоза на мелиорированных землях // Матер. межд. конф. "Наукоемкие технологии в мелиорации". – М.: ГНУ ВНИИГиМ, 2005. – С. 385-389.