

6. Власов В.В. Научное обеспечение устойчивого ведения виноградарства на юге Украины // Проблемы устойчивого ведения виноградарства. – Новочеркасы, 2004. – С. 52-61.
7. Гаркуша О.М. Проблеми розвитку виноградарсько-виноробського підкомплексу України // Економіка АПК. 2004. - № 11. – С. 3-5.

УДК: 004:633.88:(477.7)

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ДИНАМІКИ ЛИСТКОВОЇ ПЛОЩІ ТА ЕВАПОТРАНСПІРАЦІЇ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

*Федорчук М.І. – д.с.-г. н., професор*

*Коковішін С.В. – д.с.-г. н., с.н.с.*

*Макуха О.В. – аспірантка, Херсонський ДАУ*

**Постановка проблеми.** При проведенні досліджень з сільськогосподарськими культурами, зокрема лікарськими рослинами, виникає необхідність встановлення динаміки морфологічних, біометричних та інших показників продукційного процесу. Встановлення цих показників має як наукове, так і практичне значення й може бути спрямоване на оптимізацію елементів технологій вирощування лікарських рослин в умовах півдня України. Перспективним напрямом при здійсненні спостережень за лікарськими рослинами є використання інформаційних технологій, у тому числі спеціального програмного забезпечення.

**Стан вивчення проблеми.** Оптимізація умов вирощування посилює ростові процеси лікарських рослин та збільшує в посівах сумарні розміри головного акумуляуючого апарату – площу листя. Збільшення оптичної і геометричної густоти посівів сприяє більш повному використанню ними енергії сонячного світла та вуглекислого газу, що надходить з повітря. Це є однією з найважливіших позитивних умов збільшення продукційних процесів рослин, рівня врожаїв та покращення якості рослинницької продукції. До певних меж розміри врожайності знаходяться в тісному зв'язку з розмірами площі листя, тривалістю й інте-

нсивністю їх роботи. Проте, разом із позитивними наслідками збільшення густоти посівів і розмірів фотосинтетичного апарату, поступово нарастають і побічні негативні явища: посилюється взаємне затінювання листя, знижується середня їх освітленість, погіршується аерація посівів, утруднюється перенесення до листя вуглекислого газу. Отримані за результатами численних досліджень дані свідчать про позитивну дію покращення водного режиму рослин та підвищення рівня сонячної інсоляції і, навпаки, негативну дію надмірно високих температур повітря, які погіршують інтенсивність продукційних процесів та зменшують листову площу та урожайність лікарських рослин [1-3].

Планування режимів зрошення потребує вивчення динаміки водного режиму посівів і насаджень сільськогосподарських культур для визначено оптимальної кількості й розподілу в часі поливної води за окремими масивами, полями та ділянками. Прогнозування зрошення дозволяє вирішити задачі щодо подачі необхідної кількості поливної води на окремі поля сівозмін, а також для задоволення господарств у цілому. Оптимізація зрошення заощаджує поливну воду, енергоносії, технічні засоби, трудові ресурси, сприяє підвищенню врожаю, забезпечує економічну ефективність та екологічну безпеку землеробства на поливних землях. Важливою проблемою, яка в останні 10-15 років дуже часто зустрічається у виробничих умовах південного Степу України, є відсутність дійових методів і засобів встановлення норм та строків поливів сільськогосподарських культур на рівні господарств різних розмірів і спеціалізації. Через це агровиробники проводять поливи з використанням застарілих рекомендацій, а іноді визначають дати і норми поливів окомірно з великими похибками без урахування фактичних і прогнозованих вологозапасів ґрунту, величини добового випаровування (евапотранспірації), кількості опадів, біологічних потреб лікарських культур тощо. У неполивних умовах встановлення динаміки евапотранспірації дає можливість визначити найоптимальніші з точки зору водо- й ресурсозбереження елементи технології вирощування, встановити кращі за адаптивними показниками сорти ті ін. [4-6].

**Завдання і методика досліджень.** Завданням проведених досліджень було встановити можливості використання інформаційних засобів для встановлення динаміки листової площі та

евапотранспірації на різних лікарських рослинах в умовах Південного Степу України.

З метою встановлення листової площі використовували програму Gust AreaS 2.1, яка розроблена у ФГОУ ВПО "Самарская ГСХА" [7].

Для встановлення евапотранспірації використано програму ET calculator версії 3.1, яка створена ФАО ООН у 2009 р. Програма доступна англійською мовою й розповсюджується Агенцією земельних і водних ресурсів Digital Media [8].

Дослідження з обраного напрямку проведені з використанням спеціальних методик із застосування інформаційних технологій у сільському господарстві [9].

**Результати досліджень.** Перед початком роботи з визначення площі листової поверхні необхідно відкрити програму Gust AreaS 2.1 та графічний редактор.

Після чого провести сканування квадрата, вирізаного з паперу, з відомою площею (наприклад 575 см) в графічному редакторі при таких параметрах: режим сканування двокольоровий (білий і чорний або кольоровий), що значно збільшує точність визначення площі листової поверхні; максимальна роздільна здатність (600 dpi для більшості скануючих пристроїв); вибір масштабу сканування залежно від розмірів листа (найчастіше масштаб вибирається 50%) (рис. 1).

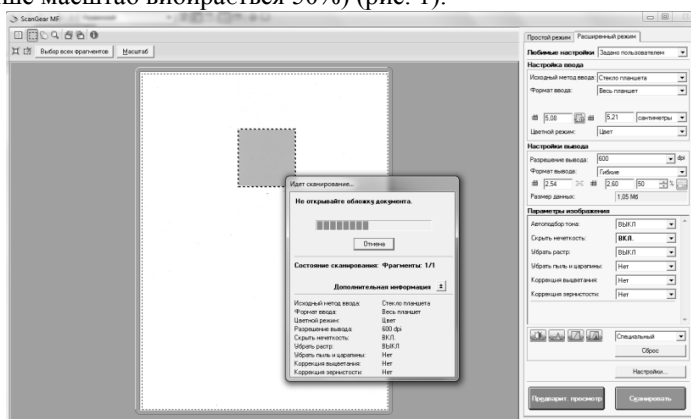


Рисунок 1. Сканування квадрата для масштабування в графічному редакторі ABBYY FineReader 8.0

Рекомендується зберегти зображення у вигляді файлу для використання його при подальших визначеннях.

Виділити і скопіювати відскановане зображення в буфер обміну (наприклад: в меню "Редактирование" – "Копировать").

Вставити рисунок у програму Gust AreaS, натискуючи відповідну кнопку (рис. 2, позначка 1).

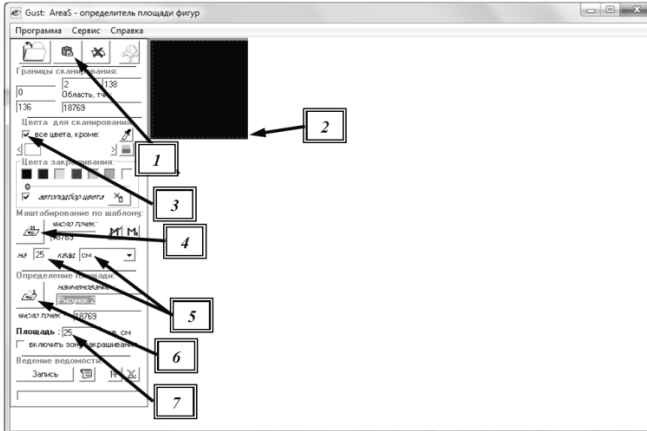


Рисунок 2. Масштабування зображення в програмі Gust AreaS 2.1

Для про здійснення масштабування необхідно виставити межі області сканування (позначка 2), потім вибрати колір сканування (позначка 3 – наприклад, усі кольори, крім білого) та провести сканування, натискуючи кнопку "Масштабирование по шаблону" (позначка 4). Після чого проводиться фарбування зображення в колір інвертування й здійснюється підрахунок крапок. Далі вказується (позначка 5) у відповідному рядку відому площу квадрата – 25 та вибирається одиниця виміру –  $\text{см}^2$ . Для перевірки масштабування шаблону натискується кнопка "Определение площади" (позначка 6) та перевіряється одержане значення шаблону – 25  $\text{см}^2$  (позначка 7).

Слід зауважити, що масштаб зберігається до моменту закриття програми або до нового масштабування.

Для сканування підготовленого листя лікарських рослин у графічному редакторі рекомендуємо використовувати прозо-

рий целофановий файл. Режим сканування повинен повністю співпадати з режимом сканування масштабованого квадрата.

Практичне використання програми Gust AreaS 2.1 для встановлення листкової площі шавлії лікарської показала високу точність вимірів (рис. 3).

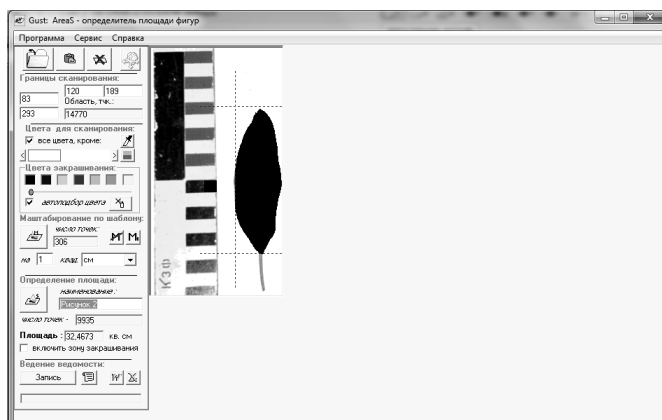


Рисунок 3. Встановлення площі листя шавлії лікарської за допомогою програми Gust AreaS 2.1

Для порівняння використано метод висічок Ничипоровича [1], при якому листя зрізали та зважували. Потім свердлом вибирали з них 150-200 висічок з відомою площею і визначали їх масу.

Площу рослини визначали за формулою (1):

$$S = M / (m \cdot n) \cdot S1, \quad (1)$$

де  $S$  – площа листової поверхні однієї рослини,  $\text{см}^2$ ;

$M$  – маса всіх листків, г;

$m$  – маса всіх взятих висічок, г;

$n$  – кількість листків на рослині, шт.;

$S1$  – площа взятих висічок,  $\text{см}^2$ .

Порівняння цих двох методів встановлення листкової площі шавлії лікарської забезпечило отримання практично однакових результатів. Проте використання програми Gust AreaS 2.1 значно спрощує й прискорює процес встановлення показників площі листя за варіантами польових дослідів.

Крім того, використання інформаційних технологій для виміру площі листової поверхні має великі переваги на лікар-

ських культурах з дрібним листям, наприклад, у фенхеля (*Foeniculum vulgare*).

За допомогою використання програми Gust AreaS 2.1 та сканованого листа фенхеля з масштабуванням квадрата (25 см<sup>2</sup>) було отримано результат – площа листа рослини – 76,73 см<sup>2</sup> (рис. 4).

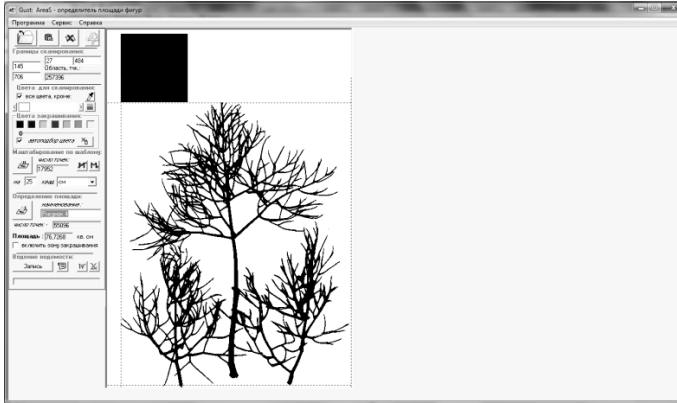


Рисунок 4. Встановлення площі листа фенхеля за допомогою програми Gust AreaS 2.1

Отже, цей метод можна з успіхом використовувати в науково-дослідній роботі з фенхелем та іншими культурами.

Програмне забезпечення ET calculator, розроблене Відділом земельних і водних ресурсів ФАО ООН. Його основною функцією є можливість встановлення показників евапотранспірації (випаровування) згідно зі стандартами ФАО та найбільш розповсюдженими світовими методами контролю за вологообміном у ґрунті.

ET calculator дозволяє встановити евапотранспірацію залежно від особливостей метеорологічних умов та стану поверхні ґрунту.

Програма дозволяє одержати показники евапотранспірації за допомогою автономних електронних розрахунків за методом Пенмана-Монтейта. За результатами порівняння моделей евапотранспірації за даними лізіметрів з 11 станцій у всьому світі в різних кліматичних умовах, ця залежність була визнана

кращою для всіх зон і погодних умов [7]. У переважній більшості країн світу ця модель є стандартом розрахунку потенційної евапотранспірації, оскільки вона якнайповніше відображає фізичні процеси, обумовлені сонячною радіацією, аеродинамікою і транспірацією рослин. Середньодобове випаровування встановлюється за формулою (2):

$$\lambda_w ET_p = \frac{10^{-4} \Delta (R_n - G) + 8.6410^6 \rho_{air} C_{air} (e_{sat} - e_{act}) \frac{1}{r_{air}}}{\Delta + \gamma_{air} \left( 1 + \frac{r_{crop}}{r_{air}} \right)} \quad (2)$$

де  $\lambda_w$  – енергія пароутворення (Дж/гр);

$ET_p$  – потенційна евапотранспірація (см/доб.);

$\Delta_v$  – нахил кривої тиску пари (кПа/°C);

$R_n$  – надходження сонячної радіації (Дж м<sup>-2</sup> доб.<sup>-1</sup>);

$G$  – надходження ґрунтового тепла (Дж м<sup>-2</sup> доб.<sup>-1</sup>);

$\rho_{air}$  – щільність повітря (г/см<sup>3</sup>);

$C_{air}$  – теплоємність повітря (Дж гр<sup>-2</sup> °C<sup>-1</sup>);

$e_{sat}$  – тиск насиченої пари (кПа);

$e_{act}$  – фактичний тиск пари (кПа);

$r_{crop}$  – опір листкової поверхні (с/м);

$r_{air}$  – аеродинамічний опір (с/м);

$\gamma_{air}$  – психометрична константа (кПа °C<sup>-1</sup>)

Опір листкової поверхні залежить від швидкості вітру та висоти рослин. Цей показник можна знайти за формулою (3):

$$r_{crop} = \frac{\ln\left(\frac{z_m - d}{z_{om}}\right) \ln\left(\frac{z_h - d}{z_{oh}}\right)}{k_{vk}^2 u} \quad (3)$$

де  $z_m$  – висота точки виміру швидкості вітру (м);

$z_h$  – висота точки виміру температури та тиску (м);

$d$  – точка відліку профілю вітру (м);

$z_{om}$  – коефіцієнт неточності для імпульсу (м);

$z_{oh}$  – коефіцієнт неточності для тепла та тиску (м);

$k_{vk}$  – константа фон Кармана = 0,41;

$u$  – швидкість вітру на висоті  $z_m$  (м/с)

Параметри  $d$ ,  $z_{om}$  и  $z_{oh}$  визначаються за формулами (4-6):

$$d = \frac{2}{3} h_{\text{crop}}, \quad (4)$$

$$z_{\text{om}} = 0,123h_{\text{crop}}, \quad (5)$$

$$z_{\text{oh}} = 0,1z_{\text{om}}, \quad (6)$$

де  $h_{\text{crop}}$  – висота рослин (м).

Для розрахунку аеродинамічного опору використовується формула (2), при цьому висота рослин приймається рівною 1 мм.

Як бачимо, розрахунки за розглянутим вище методом дуже складні та мають багато вхідних показників. Проте, основною вхідною інформацією для розрахунку за формулою Пенмана-Монтейта є середньодобова температура повітря, сонячна радіація, швидкість вітру й атмосферний тиск.

Для прискорення й полегшення розрахунку евапотранспірації за допомогою програми ET calculator необхідно сформувавши файл первинної інформації "Create a new file", який може відображати різні сукупності вхідних даних (рис. 5).

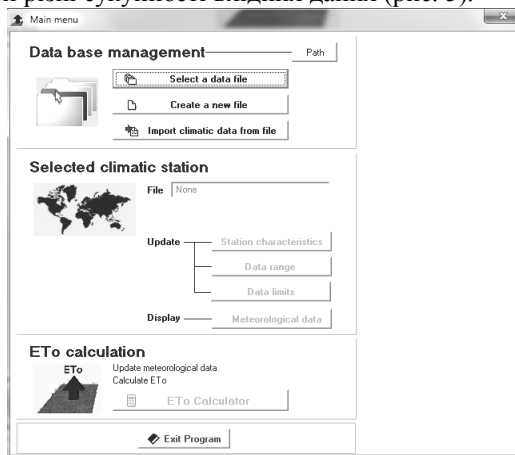


Рисунок 5. Формування бази вхідних даних програми ET calculator

Програма може обробляти щоденні, щодакдні та щомісячні метеорологічні дані. Вхідна інформація може бути місти-



ти широкий спектр даних і показників, які використовуються в кліматології, а також інших галузях. Коли деякі вхідні дані відсутні, програма проводить автоматичне їх встановлення за допомогою методики ФАО, яка узагальнює дослідження багатьох вчених різних країн світу. Мінімальними вхідними даними є максимальна і мінімальна температура повітря, які приймаються для електронного розрахунку показників евапотранспірації за певні періоди часу. Слід зауважити, що чим більша кількість вхідних показників буде введена в активні вікна програми, тим вище буде точність встановлення евапотранспірації.

Вхідні кліматичні дані можуть бути експортовані з інших спеціальних програм (наприклад AquaCrop) або з баз даних Інтернет (рис. 6).

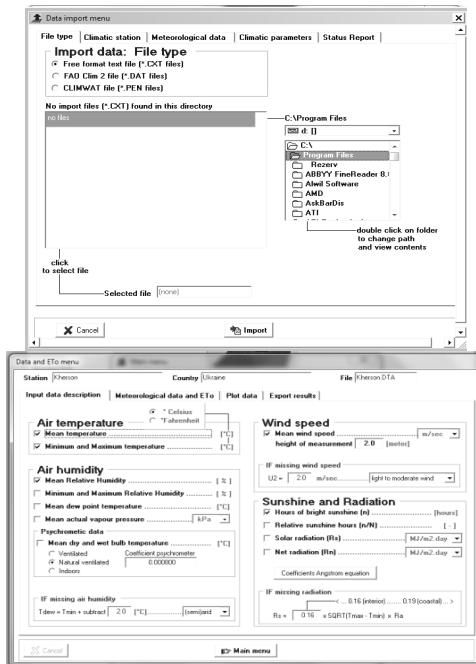


Рисунок 6. Імпорт вхідних даних до активних вікон

Як недолік програми, слід вказати на неможливість прямого копіювання цифрових даних з буферу обміну Microsoft

Office (Excel, Word, Access), що створює труднощі введення вхідної інформації.

Після введення вхідних даних необхідно перейти до активного вікна "Meteorological data and ETo" (рис. 7). У цьому вікні відображаються показники евапотранспірації в міліметрах (мм), які можна використовувати для встановлення динаміки водного режиму лікарських рослин, коригування строків і норм поливів, програмування врожаю тощо.

Input data description		Meteorological data and ETo						
		1	2	3	4	5	6	7
Day		1	2	3	4	5	6	7
Month		May	May	May	May	May	May	May
Year		2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010
Tmax	°C	26.2	26.9	26.2	27.5	24.9	26.7	22.1
Tmean	°C	19.4	22.1	20.9	17.4	18.1	17.5	16.9
Tmin	°C	14.7	16.4	17.1	15.7	13.7	14.0	11.9
RHmean	%	62.9	63.8	59.1	62.7	57.4	61.5	62.4
U(2)	m/sec	4.30	5.90	6.80	2.10	1.90	5.70	3.20
n	hour/day	7.20	6.40	8.40	5.30	7.40	6.90	7.70
ETo	mm/day	4.8	5.4	6.2	4.1	4.2	5.6	4.2

Рисунок 7. Розрахунок показників евапотранспірації за допомогою електронного моделювання програми ET calculator

Одержані дані також можна вносити до спеціального програмного забезпечення програмно-інформаційного комплексу "Тригачія", а також імпортувати у файли баз даних інших спеціальних програм, наприклад, CLIMWAT, FAOCLIM та ін.

**Висновки та пропозиції.** Програму Gust AreaS 2.1 можна використовувати для встановлення площі листової поверхні лікарських рослин. За допомогою масштабування користувачі мають можливість швидко отримати показники площі листя. Практичне використання програми показала високу точність вимірів та можливість використання на дрібнолисточкових культурах, таких, як фенхель.

Програмне забезпечення ET calculator призначене для встановлення показників евапотранспірації і може бути використано в науково-дослідних цілях, умовах виробництва. Використання спеціального програмного забезпечення забезпечує можливість оперативного контролю за середньодобовим випаровуванням, коригування строків і норм вегетаційних поливів. Врахування витратної частини водного балансу забезпечує оптимізацію продукційних процесів рослин, підвищує рівень урожайності й якості продукції, має економічний, енергетичний і екологічний ефект.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах.- М.: Изд-во АН СССР, 1961.- 133 с.
2. Орлюк А.П., Базалий В.В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы. – Херсон: "Надніпрянська правда", 1998. – 274 с.
3. Федорчук М.І. Динамічна модель водного режиму шавлії лікарської / Федорчук // Таврійський науковий вісник.- Херсон: Айлант, 2003.- Вип. 26.- С. 45-54.
4. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / Коваленко П.І., Собко О.О., Писаренко В.А. та ін. – К.: Аграрна наука, 2001. – 274 с.
5. Інтернет-ресурс: <http://www.uaseed.com/oroshenie/707.html>
6. Інтернет-ресурс: <http://www.fao.org/nr/water/ETo.html>
7. Інтернет-ресурс: <http://www.ssaа.ru/index.php?id=proekt&sn=06> Програма «AreaS» 2.1, автор Пермяков А.Н., [www.ssaа.ru](http://www.ssaа.ru)
8. Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / За рад. академіка УААН В.А. Ушкаренка. – 2-е вид., перероб. і доп.– Суми: Університетська книга, 2003. – 296 с.
9. Ушкаренко В.О., Нікіщенко В.Л, Голобородько С.П., Коваліхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: Навчальний посібник. – Херсон: Айлант, 2008. – 272 с.