

УДК 633.18:631.52:631.675(477.72)

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЯ СОРТІВ РИСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНО-ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ AQUACROP**

**Зоріна Г.Г.** – аспірант кафедри ботаніки та захисту рослин

e-mail: Anna\_Zorina\_3001@ukr.net

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Наукові розробки селекційно-генетичних засад і вдосконалення методів створення адаптивних до несприятливих біотичних й абіотичних чинників середовища зумовлює пошук новітніх технологій для вивчення продуктивних якостей та водоспоживання сортів рису в умовах півдня України. Проблема підвищення врожайності зернових культур повинна вирішуватися шляхом створення нових та вдосконалення якостей існуючих сортів рису згідно їх біологічним особливостям.

Одним із стратегічних рішень теперішнього часу є розробка Відділу земельних і водних ресурсів ФАО програмно-інформаційний комплекс AquaCrop для моделювання продуктивності води та реакції виходу на воду трав'янистих культур, яка була успішно протестована для широкого кола культур і регіонів всього світу, в тому числі й для рису.

Завданням нашого дослідження було розробити моделі продукційного процесу та довести можливість оптимізації сортових технологій вітчизняних сортів рису за допомогою програмного забезпечення AquaCrop 6.0. В якості експериментальних даних були взяті результати науково-дослідної роботи з удосконалення технологічних процесів вирощування насіння сучасних сортів рису з метою підвищення посівних та урожайних властивостей, що проводились протягом 2016-2017 рр. в Інституті рису НААН. В рамках виконання досліджень здійснено адаптацію (калібрування) характеристик сортів рису Преміум, Україна-96, Віконт. Дослідження проведено згідно методики дослідної справи, а також системою методів, запропонованих програмою AquaCrop, які дозволили отримати моделі продуктивності сортів рису, здійснити нормування ресурсів для одержання планового рівня врожаю, провести оцінку окупності поливної води у розрізі кожного з сортів даної культури.

Основою концепції моделі AquaCrop є лінійний зв'язок транспірації культури з її біомасою, який чітко характеризується через параметр продуктивності води (WP). Протягом заданого інтервалу часу накопичена біомаса (B) є результатом водної продуктивності (WP) і накопиченої транспірації (Tr) листяного покриву. Урожайність (Y) розподіляється з біомаси за допомогою параметра, відомого як індекс врожайності (HI). AquaCrop моделює кінцевий урожай в чотири етапи, в якості основи для розрахунку показників транспірації і моніторингу розвитку посівів використовується більш оптимальний для оцінювання термін «покриття культури» (CC), ніж індекс площі листа (LAI). CC являє собою частку поверхні ґрунту, покриту

культурою. Вона коливається від 0% поверхні ґрунту, покритого культурою при сівбі до максимального значення – 100% у середині сезону.

Ефект будь-якого екологічного стресу на продуктивність рослин моделюється в програмі AquaCrop коефіцієнтами стресу ( $K_s$ ), які змінюються від 1 (немає стресу) до 0 (повний стрес). Розрізняють наступні показники стресу: стрес водного дефіциту; стрес надлишку вологи; температурний стрес; стрес ґрунтового засолення. Транспірація культур ( $Tr$ ) для умов доброго поливу розраховується шляхом множення еталонного випаровування ( $ETo$ ) на коефіцієнт культури ( $K_c$ ), водний стрес викликає замикання продихів і, таким чином, впливає безпосередньо на транспірацію рослин. Надземна біомаса ( $B$ ) пропорційна сукупній кількості транспірації культур ( $\Sigma Tr$ ) протягом вегетації. Пропорційним чинником є продуктивність води в біомасі ( $WP$ ), що об'єднує всі продукти фотосинтезу, засвоєні культурою. Індекс врожайності ( $Hi$ ) є результативним показником формування надземної біомаси ( $B$ ). Фактичний  $Hi$  отримують шляхом коригування в процесі моделювання еталонного індексу врожайності ( $Hi_0$ ) з використанням коригувального фактору стресу, а кінцевий урожай ( $Y$ ) отримується шляхом множення ( $B$ ) на індекс врожайності ( $Hi$ ), який виражає масу зібраного продукту у відсотках від загальної надземної біомаси ( $B$ ). При розрахунках водопотреби рослин береться до уваги водний баланс ґрунту, тобто всі вхідні складові елементи: опади ( $P$ ), зрошення ( $I$ ), капілярне підняття ( $CR$ ); а також вихідні потоки води: евапотраспірація ( $ET$ ), поверхневий стік ( $RO$ ), глибинна інфільтрація ( $DP$ ), що надходять або залишають ґрунтовий кореневмісний шар.

Кількість води, втрачене на поверхневий стік ( $RO$ ), визначається методом кривих (розроблений Службою збереження ґрунтів США), для моделювання якого потрібно встановити число кривих ( $CN$ ). Виснаження кореневої зони ( $Dr$ ) висловлює кількість ґрунтової води, що залишилася в кореневій зоні.

Характеристики профілю ґрунту складаються з його фізичних параметрів, необхідних для моделювання утримання води в прикореневій зоні та руху ґрунтової води (об'ємний вміст води при насиченні ( $SAT$ ), польова ємність ( $FC$ ), постійна точка в'янення ( $PWP$ ) та гідравлічна провідність). При описі управління полем можна обирати різноманітні методи польового управління. Стрес солоності ґрунту моделюється за коефіцієнтом солоності ґрунту ( $K_{s_{salt}}$ ). Середня електрична провідність насиченої ґрунтової фракції ( $EC_e$ ) з кореневої зони є показником напруги солоності ґрунту, через який  $CC$  буде неухильно знижуватися, а втрати врожаю збільшуватися.

Вхідними показниками щодо температурних даних, швидкості вітру, опадів до програми були взяті дані місцевої метеостанції за 2016, 2017 роки в розрізі декад та дані Інтернет-ресурсу щодо тривалості сонячного дня, координат місцевості тощо. З використанням інструментарію AquaCrop, було здійснене калібрування характеристик кожного сорту рису щодо норм висіву (*sowing rate*), маси 1000 зерен (*1000 seed mass*), рівня проростання (*germination rate*), відстані між рядами (*row spacing*), відстані між рослинами (*plant spacing*), кількості днів вегетаційного періоду по фазах за 2016, 2017 роки для кожного з

досліджуваних сортів. Дата посадки в нашому дослідженні співпадає з датою початку моделювання (симуляції), тобто початком вегетаційного періоду для 2016 року 30 квітня, для 2017 року 23 квітня для всіх досліджуваних сортів.

Необхідні гідравлічні характеристики ґрунтів були обрані з польових спостережень (дані найменшої польової вологості (FC), точки в'янення (WP) та відкалібровано згідно показників текстури ґрунтових ресурсів бази даних програми AquaCrop у відповідності до параметрів середньосуглинкових ґрунтів на двох змодельованих рівнях.

У нашому дослідженні була обрана стратегія формування біологічно оптимального режиму зрошення при краплинному способі поливу. При цьому критерій часу становив 32% від RAW (Depleted % RAW – легкодоступна для рослин ґрунтова волога), а критерій глибини зрошення – 20 мм (поливна норма – 200 м<sup>3</sup>/га). Перевагою цього поливного режиму є те, що, зберігаючи вміст води в ґрунті в межах між FC (найменшою польовою вологостю) і порогом RAW, втрати води через глибоке промочування – обмежені, а водний стрес і втрати врожаю практично виключаються, що є дуже актуально при вирощуванні насіння рису внаслідок його біологічних особливостей.

За допомогою сформованих діаграм «Клімат-Культура-Ґрунтова волога» з характеристиками кількості врожайності біомаси та насіння, нами були проаналізовані оптимальні співвідношення між введеними параметрами режиму зрошення та отриманням найвищої урожайності сортів рису з використаною водою на зрошення. Результати аналізу одержаних моделей в розрізі досліджуваних років показали, що внаслідок більш значних опадів 2016 року порівняно з 2017, особливо в початковій стадії вегетації, накопичена біомаса та врожайність 2016 року по всіх сортах рису була значно вищою за показники 2017 року, і це при тому, що рівень іригації в 2016 році в кількості 860 мм (8600 м<sup>3</sup>/га) був нижчим за зрошувальну норму 2017 року 900 (9000 м<sup>3</sup>/га) при однакових нормах поливу 200 м<sup>3</sup>/га, незаперечне значення впливу абіотичних факторів середовища на вегетацію та розвиток рослини.

Таким чином, за допомогою сучасного програмного забезпечення AquaCrop, розробленого фахівцями ФАО ООН, нами були розроблені найбільш біологічно-оптимальні режими зрошення для отримання найвищої урожайності насіння сортів рису. Порівняльна характеристика насінневої продуктивності свідчить про те, що сорт Віконт сформував врожайність як в 2016 р. – 9,49 т/га, так і в 2017 – 8,83 т/га, з найвищою водною продуктивністю поливної води – 1,38 кг/м<sup>3</sup>. Врожайність насіння всіх досліджуваних сортів рису у 2016 р. виявилася вищою за 2017 рік внаслідок більш сприятливих погодних умов. Система AquaCrop дозволила нам здійснити моделювання з обліком біологічних характеристик досліджуваних сортів, запобігти або знизити негативні прояви температурних та водних стресів на різних фазах росту й розвитку культури, що свідчить про високу ефективність використання інформаційних технологій як для планування господарської діяльності агропромисловців, так і проведення наукових досліджень з метою вивчення рівнів насінневої продуктивності рису.