

вагу саме цьому способу.

Перспектива подальших досліджень. Перспективні дослідження будуть спрямовані на подальше вивчення різної глибини оранки, використання прямого посіву (без основного обробітку ґрунту), а також дослідження динаміки та видового складу шкочочинних організмів в агрофітоценозі гірчиці сарептської залежно від способу основного обробітку ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агротехника масличних культур (Сборник научных работ отдела земледелия). – Краснодар. – 1968. – 354 с.
2. Барбарич А.І., Дубовик О.М., Стрелко Д.В. Жироолійні рослини України. Довідник. – К.: Наукова думка, 1973. – 132 с.
3. Довідник по олійних культурах. /Борисонік З.Б., Михайлов В.Г., Погорлецький Б.К., Лещенко А.К. та ін./ К.: Урожай, 1988. – 181 с.
4. Кононович Г.А. Возделывание масличных культур на семена // Масличные культуры. – 1985. - №6. – С. 27 – 28.
5. Литвин С.Г. Олійні культури. – К.: Харків. – 1951. – 301 с.
6. Максимова А.Я. Основная обработка почвы под масличные культуры // Бюллетень НТИ по масличным культурам ВНИИМК. – 1967. - №7. – С. 25 – 28.
7. Остапов В.И., Исичко М.П., Гусев Н.Г. Методические рекомендации по возделыванию крестоцветных культур на юге Украины. – Херсон. – 1985. – 48 с.

УДК 631.1:551.451.8(477:72)

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ РОСЛИН КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Базалій В.В. – д.с.-г.н., професор,
Коковіхін С.В. – д.с.-г.н., с.н.с.,
Михаленко І.В. – аспірант, Херсонський ДАУ*

Постановка проблеми. Вирощування кукурудзи в умовах зрошення потребує врахування інтенсивності продукційних процесів рослин залежно від особливостей погодних умов, характерних для певних ґрунтово-кліматичних зон, та їх здатності акумулювати найвищу кількість фотосинтетично активної радіації (ФАР). Крім того, важливе наукове й практичне значення має оптимізація технологій вирощування кукурудзи на зерно, які дозволяють отримати найвищий рівень продуктивності рослин, підвищити окупність агоресурсів та економічну ефективність виробництва, зменшити антропогенний тиск на довкілля.

Стан вивчення проблеми. Кукурудза відноситься до найважливіших зернових культур сучасного землеробства. В останні роки на її частку припадало

приблизно 70-75% світової торгівлі кормовим зерном. Попит на кукурудзу наростає більш швидкими темпами порівняно з іншими зерновими культурами, особливо в країнах, що розвиваються. Економічні фактори та щорічно зростаючий попит обумовили ріст посівних площ під кукурудзою. Такі тенденції в умовах підвищення вартості енергоносіїв та інших виробничих засобів обґрунтовують необхідність оптимізації елементів технології вирощування, розробки й удосконалення заходів ресурсоощадження, підвищення окупності від добрив, поливної води, пестицидів, зниження антропогенного тиску на довкілля тощо. Зазначені питання є дуже актуальними, оскільки недостатньо вивчені можливості оптимізації технологій вирощування кукурудзи на зерно за рахунок використання природних і агротехнологічних чинників та створення математичних моделей продукційного процесу, які мають найвищі параметри в умовах зрошення (наприклад, взаємодія факторів - біологічно оптимальний режим зрошення, розрахункові дози добрив, підвищення густоти стояння рослин та ін.) [1-4].

Математичні закономірності можна встановити у різних сферах - промисловості, сільському господарстві, економіці тощо. Під час встановлення таких моделей враховують, у першу чергу, позитивний ефект, проте іноді зустрічається й негативний синергізм, що залежить від інтенсивності та характеру дії і взаємодії на кінцевий результат процесу. Для досягнення позитивних синергічних ефектів необхідна гармонійна система цілей, які відображають завдання для вирішення стратегії і структури загального потенціалу складних систем [5].

Наприкінці ХХ століття понад 3/4 зерна кукурудзи поставлялося на світовий ринок із США, проте починаючи з 2002 року, на ринку цього зерна відбулися істотні зміни. За останні роки об'єм світової торгівлі кукурудзою збільшився приблизно на 10-12 млн. т, при цьому американський експорт скоротився на 5 млн. т. Основними конкурентами США на ринку кукурудзи виступають Китай, Аргентина і Бразилія. У КНР зосереджено більше половини світових запасів зерна кукурудзи. В останні роки розширенню китайського експорту сприяло зростання світових цін на кукурудзу та скорочення її внутрішнього споживання [6].

Успіхи країн-експортерів на ринку кормового зерна пов'язані, в першу чергу, з досягненням стійких темпів зростання врожайності. З середини минулого сторіччя стабільне зростання середньої урожайності зерна кукурудзи забезпечувалося за рахунок виведення високоврожайних і стійких до захворювань гібридів. Істотний вплив на підвищення рівня продуктивності рослин кукурудзи спричинило широкомасштабне впровадження досягнень біотехнології та генної інженерії. З 1990 р. у США розпочалося вирощування генетично модифікованих сортів кукурудзи, які були здатні формувати високий і якісний врожай, мали стійкість до шкідників і хвороб та забезпечували найкращі економічні показники. В останні роки набувають швидких темпів розповсюдження ГМО-кукурудзи в Аргентині та Канаді [7].

Крім вищенаведених чинників, зростання врожайності забезпечує оптимізація елементів технології вирощування, використання засобів інтенсифікації агропромисловості - зрошення, добрив, пестицидів, регуляторів росту тощо [8-9].

Завдання і методика досліджень. Завданням досліджень було розробити заходи підвищення продуктивності кукурудзи на зерно за рахунку синергічної оптимізації агротехнологічних чинників та використання новітніх статистичних методів і засобів.

Вихідними даними для розробки математичних моделей були результати багаторічних польових досліджень з розробки технологій вирощування кукурудзи на зерно, які проведені в Інституті землеробства південного регіону НААН України і в яких автори брали безпосередню участь [10]. Дослідження з цього напрямі проведені з використанням спеціальних методик із застосуванням інформаційних технологій сільському господарстві [11, 12].

Результати досліджень. Одержання високих і сталих врожаїв кукурудзи на зрошуваних землях можливо лише за умов оптимальної кількості поливної води, елементів живлення, густоти стояння рослин та інших агротехнологічних чинників, витрати яких необхідно коригувати з особливостями погодних умов вегетаційного періоду, диференціацією потреби у волозі й поживних речовинах за фазами розвитку, фітосанітарного стану посівів тощо. Крім того, слід враховувати можливість синергічного ефекту внаслідок взаємодії між окремими природними та антропогенними чинниками. Встановити оптимум витрат ресурсів для неповторних природних, технологічних та економічних умов, які складаються на локальному виробничому рівні, можна за допомогою математичного моделювання та сучасних комп'ютерних технологій.

В останнє десятиріччя спостерігається сплеск в області дослідження і застосування штучних нейронних мереж [11]. Цей метод вже набув поширення в біохімічних дослідженнях, у медицині, молекулярній біології, екології (моделювання просторової динаміки риб, прогноз відтворювання фітопланктону, різноманітності риб тощо), в дослідженнях з розпізнавання образів і мови. Залежно від поставленої мети (узагальнення, оптимізація, управління, прогноз, редакція даних та ін.) розглядають і застосовують різні види нейронних мереж. У теперішній час найбільшою мірою використовуються два їх типи:

1. Багат шарова нейронна мережа складається з одного вихідного та одного або декількох внутрішніх і витікаючих шарів. Шари утворюються нелінійними елементами (нейронами), кожний нейрон одного шару пов'язаний з усіма нейронами подальшого, кожному з'єднанню приписана відповідна вага, зворотний зв'язок відсутній, а також неможливі ніякі з'єднання між елементами одного шару. Кількість елементів вихідних та витікаючих шарів визначається об'єктом дослідження.

2. Мережа складається тільки з вихідного та витікаючого шарів. Вихідний шар звичайно складається з елементів, з'єднаних у двовимірні квадратні (або іншої геометричної форми) ґрати. Кожний нейрон пов'язаний з найближчими сусідами. Нейрони містять вагу (вектор терезів), кожний з яких відповідає вхідному значенню.

3. За допомогою статистичного моделювання можна сформувані нейронну мережу показників продукційного процесу залежно від комплексного впливу природних та технологічних факторів (рис. 1).

Архітектура побудованої нейронної мережі (РБФ 6:19-1-1:1, N = 10) заснована на десяти елементах (нейронах), які мають вплив на інтенсивність продукційного процесу кукурудзи. Нейрони поділяються на два блоки:

I. Природні фактори:

1. Надходження фотосинтетично активної радіації.
2. Сума температур повітря понад 5°C.
3. Сума температур повітря понад 10°C.
4. Кількість атмосферних опадів.
5. Сумарне водоспоживання.

II. Технологічні фактори:

6. Зрошувальна норма.
7. Винос азоту з урожаєм.
8. Винос фосфору з урожаєм.
9. Винос калію з урожаєм
10. Густота стояння рослин.

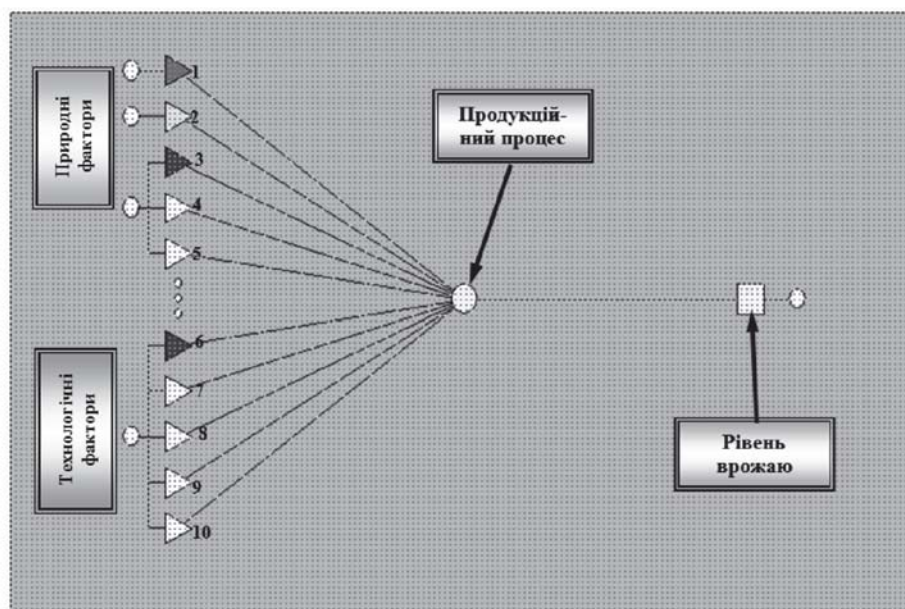


Рисунок 1. Нейронна мережа для моделювання продукційного процесу рослин кукурудзи для умов зрошення півдня України (пояснення в тексті)

Слід зауважити, що в розробленій нейронній мережі можна змінювати лише елементи другого блоку. Проте, шляхом оптимізації технологічних факторів можна подолати негативний вплив природних чинників (наприклад, посуху, нестачу елементів живлення тощо) та істотно підвищити продуктивність рослин. Тому важливою задачею є встановлення оптимального ресурсного потенціалу продуктивності з метою формування найвищого рівню врожаю, підвищення якості зерна, що забезпечить максимальний економічний та екологічний ефект.

За результатами узагальнення багаторічних (1970-2008 рр.) експериментальних даних польових дослідів лабораторій селекції кукурудзи, зрошення, агрохімії, меліоративного ґрунтознавства та автоматизованих систем управ-

ліття Інституту зрошувального землеробства НААН України [10] з використанням засобів програми *STATISTICA 6.1* сформована база вихідних даних продуктивності середньостиглих гібридів кукурудзи при біологічно оптимальному режимі зрошення залежно від природних та агротехнологічних чинників (рис. 2).

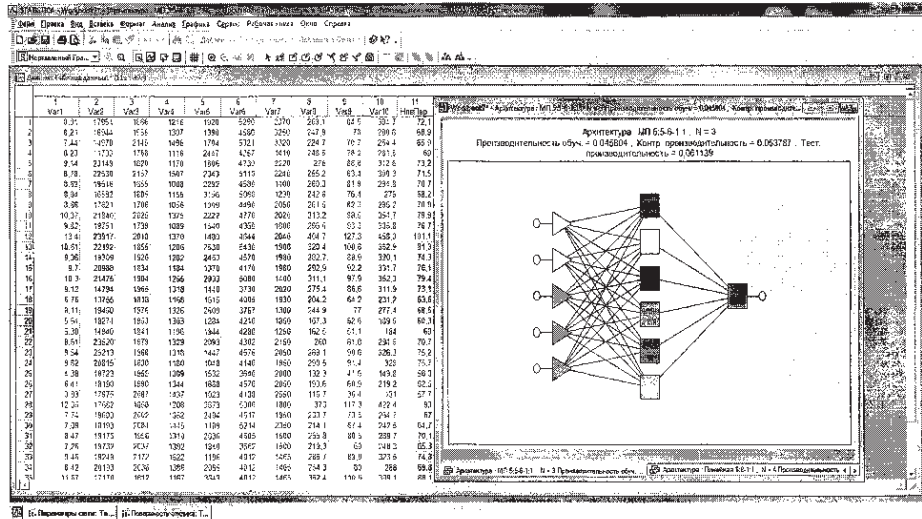


Рисунок 2. Вихідна база даних для розрахунків математичної моделі продукційно-го процесу рослин середньостиглих гібридів кукурудзи

За результатами статистичної обробки впливу показників, які обумовлюють інтенсивність продукційних процесів кукурудзи, доведено, що всі досліджувані фактори мають різний ступінь дії та взаємодії.

Показники надходження фотосинтетично активної радіації мають середній рівень впливу на продуктивність кукурудзи ($r=0,3935$). Відносно температур повітря понад 5 і 10°C , то відмічена слабка від'ємна тенденція впливу на продуктивність рослин ($r=-0,2105$ і $-0,2116$). Це пояснюється негативною дією підвищених температур та низькою відносною вологістю повітря у гостропосушливі роки (наприклад, 1996, 2002, 2007 рр.).

Середній рівень впливу ($r=0,3507$ та $0,5472$) мають відповідно сумарне водоспоживання та зрошувальна норма. Найтісніші кореляційні зв'язки виявлені щодо впливу на продуктивність рослин густоти стояння рослин та забезпеченості елементами живлення i , в першу, чергу, азотом. Коефіцієнт кореляції за цими факторами перевищував $0,9$, що вказує на наявність дуже тісного взаємозв'язку.

За результатами статистичного моделювання в програмі розроблена оптимізаційна модель вирощування кукурудзи на зерно залежно від строків сівби та густоти стояння рослин, яка враховує комплекс природних та агротехнологічних чинників півдня України (рис. 3).

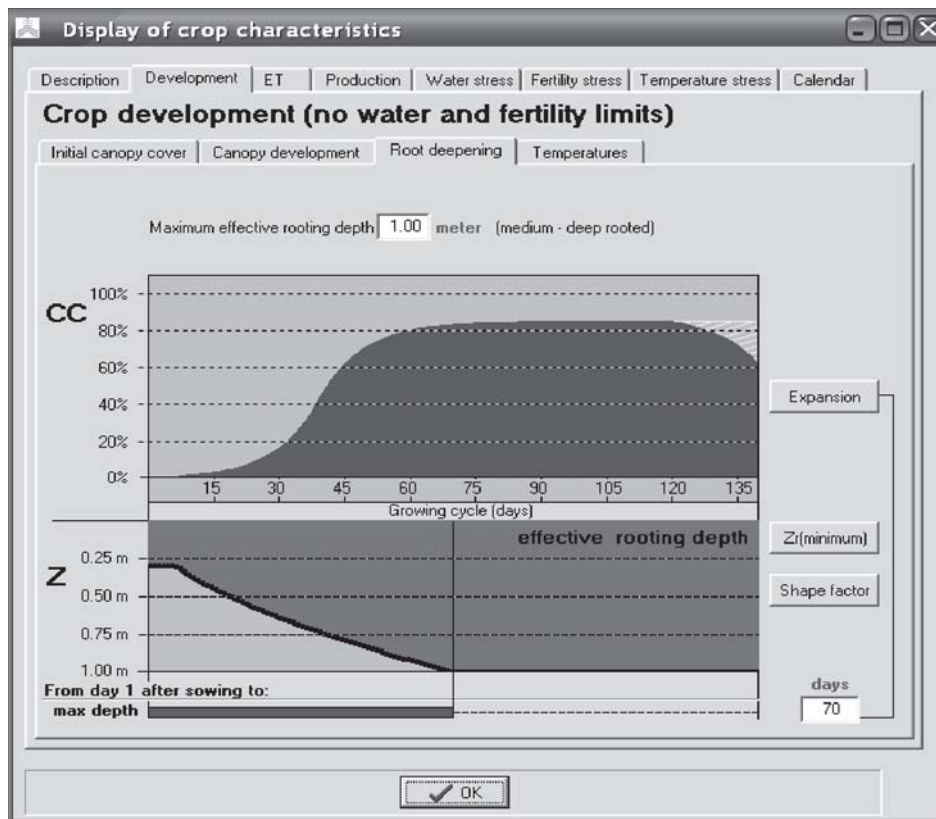


Рисунок 3. Прогностична модель росту й розвитку рослин кукурудзи залежно від тривалості вегетаційного періоду з використанням програми Aqua Crop 3.1

Використовуючи створену математичну модель можна проводити програмування врожайності різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи в умовах зрошення. Крім того, для моделювання можна використовувати інші елементи нейронної мережі продукційного процесу, які відповідають лінійним регресійним рівнянням та мають середній або високий кореляційний взаємозв'язок.

Висновки та пропозиції. За результатами статистичної обробки експериментальних даних продуктивності кукурудзи на зерно при оптимальному режимі зрошення встановлено, що найвищий вплив на продуктивність рослин мають густота стояння рослин та вміст у ґрунті елементів живлення й, в першу чергу, азоту.

За створеною математичною моделлю можна проводити програмування врожайності зерна кукурудзи залежно від строків сівби та густоти стояння рослин. Крім того, для моделювання можна використовувати інші елементи нейронної мережі, які відображені лінійним регресійними рівняннями та мають середній або високий ступінь кореляційних взаємозв'язків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лисогоров К.С, Писаренко В.А. Наукові основи використання зрошуваних земель у степовому регіоні на засадах інтегрального управління природними і технологічними процесами // Таврійський науковий вісник. - 2007. - Вип. 49. - С 49-52.
2. Власова О.В. Отримання просторового розподілення даних для планування зрошення // Таврійський науковий вісник. - Херсон; Айлант. - 2005. - Вип. 41. - С. 137-143.
3. Жовтоног О.І., Кириєнко О.І, Шостак І.К. Алгоритм планування зрошення з використанням геоінформаційних технологій для системи точного землеробства // Меліорація і водне господарство. - 2004. - Вип. 91. - С. 33-41.
4. Ушаков А.В. Пространственный анализ в сельском хозяйстве: Подход с использованием ГИС.-М.: Дата+,2005.- С. 18-21.
5. Єгорин О.О., Лісовий М.В. Методика статистичної обробки експериментальної інформації довгострокових стаціонарних польових дослідів з добривами. - Харків: Друкарня № 14, 2007. - 45с.
6. <http://www.rosinvest.com/msg.php>
7. <http://www.faostat.org/agrobase/msg.php>
8. Ковалев В.М. Теория урожая. - М.: МСХА, 2003. - С. 387-394.
9. Ушкаренко В.О., Міхеєв Є.К. Основні аспекти створення системи точного землеробства.-К.:НАУ, 2002.-Т. 11. -С. 130-134.
10. Заключні звіти лабораторій зрошення, селекції кукурудзи та агрохімії та меліоративного ґрунтознавства ІЗПР НААН України за програмою 03 "Розвиток меліорованих територій" за 2006-2010 рр. - Херсон: ІЗПР НААНУ, 2010.
11. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей.- М.:ИПРЖР, 2000.-416 с.
12. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: монографія / [Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л, Голобородько С.П., Коковіхін С.В.]. - Херсон: Айлант, 2009. -372 с: іл.

УДК 633.11:631.82:631.5

**ХАРАКТЕР ПРОЯВУ ДОВЖИНИ СТЕБЛА І ОЗНАК СТІЙКОСТІ
ДО ВИЛЯГАННЯ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО
ВІД ФОНУ ЖИВЛЕННЯ**

*Базалій В.В. – д с.-г. н., професор,
Панкєєв С.В. – аспірант,
Жужа О.О. - к с.-г. н., доцент,
Каращук Г.В. - к с.-г. н., доцент, Херсонський ДАУ*

Постановка проблеми. Пшениця – це основний хліб землі. Пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum*) забезпечує хлібом велику частину людства, який є головним продуктом харчування більш ніж у 43 країнах світу, де мешкає понад 1,5 млрд. населення. У валовому балансі України вона займає перше місце,