



Сторінка молодого вченого

УДК 631.67:551.50:550.58

© 2015

А.О. Амарі

*Інститут водних проблем
і меліорації НААН*

** Науковий керівник —
доктор сільсько-
господарських наук
О.І. Жовтоног*

ОБҐРУНТУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЗРОШЕННЯ НА ОСНОВІ СЦЕНАРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ *

Мета. Оцінити потенційну продуктивність сільськогосподарських угідь за допомогою методу сценарного моделювання умов водоземлекористування з урахуванням ймовірних змін клімату в межах Каховського та Чаплинського районів Херсонської області для обґрунтування відновлення та розвитку зрошення на цих територіях. **Методи.** Аналітичний, статистичний, імітаційний (моделювання), метод системного аналізу. **Результати.** У результаті типізації пілотної території виділено типологічні області з однорідними ґрунтово-кліматичними умовами. Моделювання потенційної продуктивності угідь за кожною типологічною областю здійснено за допомогою динамічної моделі продукційного процесу WOFOST на прикладі кукурудзи. Оцінку продуктивності земель виконано на основі результатів моделювання розроблених сценаріїв водоземлекористування з різними природно-господарськими умовами. **Висновки.** Метод моделювання сценаріїв водоземлекористування дав можливість врахувати різні фактори впливу на формування потенційної продуктивності земель на прикладі кукурудзи на зерно за різних природно-господарських умов, а також обрати економічно вигідний та екологічно безпечний варіант відновлення зрошення.

Ключові слова: типізація території, моделювання, потенційна врожайність кукурудзи, продуктивність угідь, сценарії водоземлекористування.

Важливість досліджень сучасних умов водоземлекористування на сільськогосподарських територіях пов'язана з розпорядженням Уряду про відновлення та стале використання зрошуваних земель, що

гарантує продовольчу безпеку країни [7]. Аналіз літературних джерел показав, що попередні дослідження різних авторів стосовно агропотенціалу території Херсонської області базувалися переважно на даних точкових

спостережень за станом сільськогосподарських культур і їх рівнів урожаїв у стаціонарних дослідках експериментальних господарств та на метеостанціях. При цьому не було можливості оцінити просторово-часову мінливість продуктивності сільськогосподарських культур на зазначених територіях з урахуванням мінливості клімату, типів ґрунтів та змін умов водоземлекористування. Єдина просторова карта [2] продуктивності сільськогосподарських земель була побудована на основі узагальнення та інтерполяції даних фактичних врожаїв у найкращих господарствах Херсонської області з прив'язкою їх до конкретних ґрунтово-кліматичних та екологічних умов. Однак ці показники дещо занижені і не характеризують потенційного рівня врожаїв сільськогосподарських культур за сучасних ґрунтово-кліматичних умов і не враховують змін клімату [10, 11] та умов водоземлекористування.

Мета досліджень — оцінити потенційну продуктивність сільськогосподарських угідь за допомогою методу сценарного моделювання умов водоземлекористування з урахуванням ймовірних змін клімату в межах Каховського та Чаплинського районів Херсонської області для обґрунтування відновлення та розвитку зрошення на цих територіях.

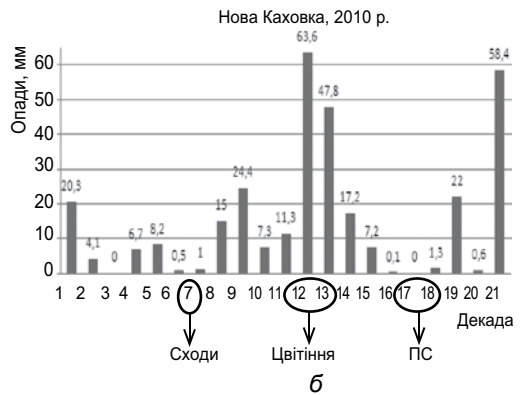
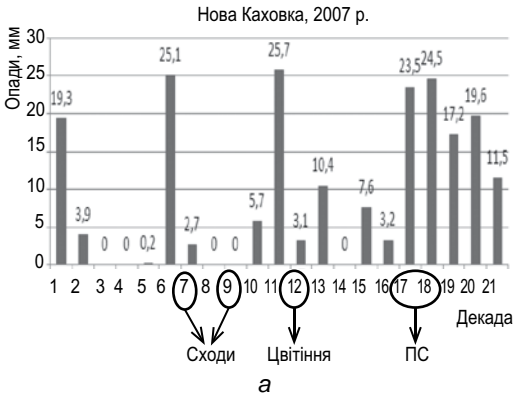
Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили на території Чаплинського та Каховського районів Херсонської області. Аналітичні дослідження передбачали аналіз та систематизацію даних про просторово-часову мінливість кліматичних умов, змін умов водоземлекористування; апробацію закордонних та вітчизняних методів моделювання та моделей для оцінки потенційної продуктивності сільськогосподарських угідь з метою їх подальшого використання в завданнях планування зрошення в Південному регіоні України. Для побудови карт за результатами досліджень застосовано геоінформаційні технології.

Результати досліджень. Пілотна територія, яку досліджено в роботі, має різні й складні природні, соціальні та екологічні умови. Водночас зміни та проблеми, які виникли в процесі використання водних і земельних ресурсів, є характерними для всієї Херсонської області і більшої частини зони зрошення Південного регіону загалом.

Для досягнення мети в роботі за моделювання потенційної продуктивності угідь

спочатку було виконано типізацію сільськогосподарських територій [4]. За допомогою програмної компоненти ArcGIS побудовано та поєднано карти репрезентативних метеорологічних станцій і типів ґрунтів з подальшим виділенням 12-ти типологічних областей з однорідними кліматичними та ґрунтовими умовами в межах кожного адміністративного району [3]. Потім для кожної з виділених типологічних областей змодельовано за умов з/без використання зрошення потенційну врожайність кукурудзи на зерно за групами стиглості гібридів (ранньо-, середньо- та пізньостиглі) [1]. Ця культура дуже перспективна, має значні площі вирощування і в умовах зрошення дає істотне збільшення врожаю [6]. Для моделювання врожайності кукурудзи використано динамічну модель продукційного процесу росту та розвитку культур WOFOST [9]. За результатами моделювання врожайності за 2000–2013 рр. репрезентативних метеостанцій визначено, що середні потенційні показники при зрошенні у Каховському р-ні становлять 12,5 т/га, у Чаплинському — 13,7 т/га [максимальні показники за умов метеостанції Нова Каховка було отримано у 2003 р. (середньосухий) — 18,0 т/га і в 2004 р. (вологий) — 17,0 т/га; за умов метеостанції Асканія-Нова: у 2004 р. (вологий) — 19,2 т/га і в 2006 р. (середній) — 17,7 т/га]. За умов без зрошення у Каховському р-ні змодельована врожайність становила 3,9 т/га і в Чаплинському — 3,4 т/га, причому показник фактичної врожайності при зрошенні у багатьох господарствах Херсонщини в середньому становить 5,8 т/га. Відомо, що родючість ґрунтів впливає на формування врожайності культур, особливо за умов без використання зрошення. Також важливим є не стільки показник суми опадів за вегетаційний сезон, як їх вчасне надходження у важливу фазу розвитку рослин: сходи, цвітіння, повна стиглість. Аналіз внутрішньосезонного розподілу опадів показав, що за сприятливих кліматичних умов 2005 р. без зрошення було отримано високий показник змодельованої врожайності — 6,3 т/га. А в середньосухий 2007 р. та вологий 2010 р. зафіксовано низьку потенційну врожайність (2007 р. — 8,5 т/га, 2010 р. — 8,6 т/га). Це пояснюється тим, що за дощової погоди у фазі цвітіння змивається пилок і не відбувається повноцінного запліднення рослин, що також у майбутньому призводить до зниження врожаїв (рисунок — а, б).

Нині на Херсонщині зафіксовано показники врожайності зерна кукурудзи навіть 20,0 т/га



Внутрішньосезонний розподіл опадів за метеостанцією Нова Каховка

і більше, що зумовлено використанням нових продуктивніших гібридів. Проте, на жаль, не всі господарства спроможні досягти такого рівня продуктивності (середньостатистична врожайність за 2000–2013 рр. в області становить 5,9 т/га [2, 8]). Також високий рівень урожайності культури отримано за сприятливих умов окремих років, на продуктивних ґрунтах та за інтенсивних технологій зрошуваного землеробства. Тому мета досліджень полягала в оцінці потенційного рівня продуктивності угідь пілотної території, якщо всі господарства досягатимуть змодельованого рівня, розрахованого для конкретних ґрунтово-кліматичних умов за останні 14 років для кожної типологічної області пілотної території. Для такої оцінки при забезпеченні сталого розвитку сільськогосподарських територій у світовій практиці використовують метод розробки сценаріїв [5, 11]. Сценарій не є прогнозом, це альтернативне бачення майбутнього функціонування складних соціальних, природних і технічних систем. У нашій роботі згідно з методикою [5] було розроблено такі типи сценаріїв водоземлекористування [3]: *сценарій № 1 «Business as usual» (сучасний стан)* враховує наявні умови водоземлекористування та зміни клімату, що відбулися за останні 20 років, а також агропотенціал за сучасних природно-господарських умов і технологій землеробства; *сценарій № 2 «Restoration» (відновлення)* передбачає відновлення площ зрошення до рівня, який був у період його інтенсивного використання, проектування в минулому та сучасні показники агропотенціалу і враховує імовірні зміни клімату (тенденція до потепління): підвищення середньорічної температури повітря

на 1°С [10, 12]; *Сценарій № 3 «Modernization» (модернізація)* також враховує імовірні зміни клімату, але передбачає відновлення зрошення на обмеженій території за сприятливих екологічних умов та застосування водо-, енергоощадних технологій і технічних рішень, що забезпечують економію до 30% водних та енергетичних ресурсів з відповідними показниками агропотенціалу в конкретних умовах.

У запропонованих сценаріях було задіяно 30,2% сільськогосподарських земель пілотної території. Це площа, зайнята під кукурудзою на зерно станом на 2013 р. (за статистичними даними) [8]. За результатами розрахунків потенційної продуктивності угідь визначено, що найбільшого загального (за зрошення і без зрошення) валового збору зерна кукурудзи — 1023,1 тис. т — можна досягти за умови сценарію № 2 на площі 209,8 тис. га. Найменшу продуктивність земель (697,6 тис. т) відзначено за умови сценарію № 1 на площі 124,3 тис. га. Якщо порівняти із сучасною практикою зрошуваного землеробства, через отримання низької врожайності культури продуктивність становить 435,9 тис. т, що на 37,5% менше, ніж за умови сценарію № 1 з такою самою площею вирощування. За сценарієм № 3 на площі 206,6 тис. га продуктивність земель становила 870,7 тис. т. Результати досліджень моделювання потенційної продуктивності земель та запропонований метод сценарного підходу, який отримано для умов пілотної території, можна використовувати для інших територій зони Південного Степу України з метою вирішення завдань відновлення та розвитку зрошення.

У роботі також здійснено техніко-економічне обґрунтування різних видів використання

Оцінка реалізації варіантів способів і техніки поливу за різних умов використання зрошення для років із 75%-ю природною вологозабезпеченістю

n/n	Площа та варіанти способів і техніки поливу	Прибутки, затрати і терміни окупності	Сучасний стан	Сценарії водоземлекористування		
				№ 1	№ 2	№ 3
	<i>Площа сільськогосподарських угідь, тис. га</i>		124,3	124,3	209,8	206,6
Варіант № 1	100% дощування кругової дії (забір води з гідранта)	Прибуток, млн грн	227,6	1016,6	1607,9	1195,2
		Затрати, млн грн	4500,0	4500,0	7590,0	7480,0
		Термін окупності, роки	19,8	4,4	4,7	6,3
Варіант № 2	100% дощування фронтальної дії (забір води з гідранта)	Прибуток, млн грн	177,8	966,8	1517,1	1119,9
		Затрати, млн грн	4860,0	4860,0	8210,0	8080,0
		Термін окупності, роки	27,3	5,0	5,4	7,2
Варіант № 3	70% дощування кругової дії (забір води з гідранта) і 30% краплинного зрошення	Прибуток, млн грн	476,2	1101,9	1657,7	1230,0
		Затрати, млн грн	4460,0	4460,0	7550,0	7430,0
		Термін окупності, роки	9,4	4,0	4,6	6,0
Варіант № 4	70% дощування кругової дії (забір води з гідранта) і 30% краплинного зрошення на зрошуваній мережі	Прибуток, млн грн	464,1	1089,8	1655,7	1128,3
		Затрати, млн грн	5800,0	5800,0	9140,0	9000,0
		Термін окупності, роки	12,5	5,3	5,5	7,3

зрошення (дощування фронтальної та кругової дії, крапельне зрошення) за умов середньосухих років. Аналіз даних показав, що за 3-ма видами використання зрошення мінімальний дохід (69,6 тис. грн/га) і прибуток (13,5 тис. грн/га) від реалізації врожаю, а в деяких випадках — і збиток, за середньої суми всіх затрат — затрати на зрошення і вирощування та накладні витрати (55,9 тис. грн/га) — одержано за сучасних природно-господарських умов використання зрошення та фактичних низьких рівнів врожайності культур. За умов змодельованих сценаріїв водоземлекористування № 1 і 2 максимальний дохід (88,7 тис. грн/га) із середнім прибутком (32,8–30,3 тис. грн/га) отримано за умови досягнення потенційного рівня врожайності культур, лише за умови сценарію № 2 виявлено максимальні значення загальних затрат (58,4 тис. грн/га) через збільшення зрошувальних норм. За сценарію № 3 (в умовах застосування ресурсощадних технологій на 30%, на відміну від сучасних природно-господарських умов та інших сценаріїв водоземлекористування, зафіксовано мінімальну суму загальних затрат (53,2 тис. грн/га) і мінімальний дохід (74,6 тис. грн/га) від реалізації рослинної продукції, і незважаючи на те, що прибуток становив 25,6 тис. грн/га, цей сценарій виявився економічно вигідним.

За результатами аналізу використання різних способів поливу встановлено, що за

15 років площі з використанням краплинного зрошення динамічно зростають. Так, у 2000 р. в південних областях України краплинне зрошення становило 1,4% від загальної площі зрошення, а в 2014 р. — вже зросло до 15,6%. З огляду на те, що цей вид зрошення й надалі розвиватиметься через свою ресурсоефективність, у нашій роботі за моделювання сценаріїв водоземлекористування запропоновано 30% використання краплинного зрошення. У таблиці наведено порівняльну оцінку економічних показників реалізації варіантів способів і техніки поливу за сучасних природно-господарських умов та умов сценаріїв водоземлекористування для років із 75% природною вологозабезпеченістю. Усі економічні розрахунки виконувалися за наявних у 2014 р. рівнях затрат (за даними Інформаційного бюлетеня незалежної громадської Експертної ради з питань цінової ситуації на аграрному ринку).

За техніко-економічного обґрунтування варіантів способів і техніки поливу за різних умов водоземлекористування запропоновано економічно найдоцільніший варіант № 3. За його умови передбачено комбіноване застосування дощування кругової дії на 70% площі та краплинного зрошення на 30% площі в межах окремих модулів внутрішньогосподарських зрошувальних систем. Результати розрахунків показують, що за впровадження способів і техніки поливу за 3-м варіантом з урахуванням

ресурсоощадних умов сценарію водоземлекористування № 3 при мінімальних затратах на реалізацію планів відновлення зрошення забезпечуються найвищі прибутки при коротких термінах окупності інвестицій. Остаточний

висновок щодо ефективності того чи іншого технічного рішення можна зробити лише після розрахунків усіх інших затрат та прибутків, що можуть бути досягнуті за умов різних варіантів використання зрошення.

Висновки

Плани розвитку зрошення та агровиробництва мають ґрунтуватися на результатах сучасної оцінки агропотенціалу територій. У роботі таку оцінку виконано за допомогою моделювання сценаріїв водоземлекористування на прикладі кукурудзи на зерно — за сценарієм № 1 — 697,6 тис. т, № 2 — 1023,1 тис. га, № 3 — 870,7 тис. т. Ці сценарії дали можливість кількісно оцінити потенційний рівень продуктивності земель з урахуванням різних факторів впливу (кількість зрошуваних площ, інтенсивні та ресурсоощадні зрошувальні

норми, зміна клімату). Стратегічне планування відновлення та розвитку зрошення на основі сценарного моделювання свідчить, що найперспективнішим та сталим є сценарій № 3 «Modernization» — модернізація зрошувальної системи, що передбачає зменшення екологічних ризиків та витрат води й електроенергії на 1 т врожаю. А застосування комбінованого варіанта використання дощування та краплинного зрошення забезпечує найвищі прибутки при коротких термінах окупності інвестицій.

Бібліографія

1. Ватаман А.О. Аналіз використання моделі WOFOST при моделюванні потенційного врожаю кукурудзи на зерно в кліматичних умовах Херсонської області/А.О. Ватаман//Таврійський наук. вісн. — Херсон: Айлант, 2009. — Вип. 67. — С. 110–120.
2. Величко В.А. Родючість ґрунтів України за агропотенціалами основних сільськогосподарських культур: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук.: спец. 06.01.03 «Агроґрунтознавство і агрофізика»/В.А. Величко. — Х., 2009. — 27 с.
3. Жовтоног О.І. Моделювання потенційної продуктивності зрошуваних земель для оцінки сценаріїв відновлення зрошення на територіях/О.І. Жовтоног, А.О. Амарі//Таврійський наук. вісн. — Херсон: Айлант, 2015. — Вип.92. — С. 151–159.
4. Жовтоног О.І. Оцінювання біокліматичного потенціалу сільських територій/О.І. Жовтоног, Л.А. Філіпенко, Т.Ф. Деменкова, А.О. Ватаман//Меліорація і водне господарство. — 2010. — Вип. 98. — С. 351–361.
5. Жовтоног О.І. Сценарії використання водних ресурсів для зрошення/О.І. Жовтоног, Л.А. Філіпенко, І.К. Шостак, В.В. Поліщук//Вісн. аграр. науки. — 2009. — № 2. — С. 57–62.
6. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України/Ю.О. Лавриненко, Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін та ін.:

монографія. — Херсон: Айлант, 2011. — 468 с.

7. Ромащенко М.І. Концепція відновлення та розвитку зрошення у Південному регіоні України; за наук. ред. М.І. Ромащенко. — К.: ЦП «Компринт», 2014. — 28 с.
8. Сільське господарство України; за ред. Н.С. Влащенко//Статистичний збірник. — К., 2014. — 400 с.
9. Boogaard H.L. User's guide for the WOFOST 7.1 crop growth simulation model and WOFOST Control Center 1.5/H.L. Boogaard, C.A. van Diepen, J.M. Cabrera, H.H. van Laar//DLO-Winand Staring Centre, Wageningen, Technical Document. — 1998. — № 52. — 144 p.
10. Graedel T.E. Atmosphere, Climate and Change/T.E. Graedel, P.J. Crutzen. — New York: W.H. Freeman, 1995. — 208 p.
11. Roerink G.J. Towards Sustainable Irrigated Agriculture in Crimea, Ukraine: a pea for the Future/G.J. Roerink, O.I. Zhovtonog. — Wageningen: Alterra, 2005. — 138 p.
12. Qin S. IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change/S. Qin, M. Manning, Z. Chen et al.//Cambridge University Press, Cambridge. — United Kingdom and New York, USA, 2007. — 996 p.

Надійшла 30.07.2015.