

УДК 332.01:631.67

Нечипоренко О.М.
кандидат економічних наук, доцент,
провідний науковий співробітник
Національного наукового центру
«Інститут аграрної економіки»

СУЧАСНІ СТРАТЕГІЇ ЕКОНОМІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ

MODERN STRATEGIES OF SAVING AND PRODUCTIVITY INCREASE OF IRRIGATION WATER

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто сучасний стан використання водних ресурсів у зрошуваному землеробстві. Запропоновані напрями покращення економії та продуктивності поливної води на різних рівнях управління цим ресурсом.

Ключові слова: поливна вода, водні ресурси, економія та продуктивність води, зрошуване землеробство, евапотранспірація, продовольча безпека.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено современное состояние использования водных ресурсов в орошаемом земледелии. Предложены направления улучшения экономики и производительности поливной воды на разных уровнях управления этим ресурсом.

Ключевые слова: поливная вода, водные ресурсы, экономия и производительность воды, орошаемое земледелие, эвапотранспирация, продовольственная безопасность.

ANNOTATION

The article shows the current status of water resources usage in irrigated agriculture. Besides it proposes the directions for improving the economy and productivity of irrigation water at different levels of management of this resource.

Key words: irrigation water, water resources, water saving and productivity, irrigated agriculture, evapotranspiration, food safety.

Постановка проблеми. Інтенсивність глобальних кліматичних змін, загострення конкуренції між різними секторами економіки за перерозподіл прісної води на свою користь та необхідність забезпечувати продовольчу безпеку населення світу, що стрімко зростає, вимагає як покращення економії, так і підвищення продуктивності водних ресурсів. Особливо це актуально для зрошуваного землеробства, яке щорічно споживає 70% світового водозабору. Отримання більших врожаїв із меншої кількості використаної поливної води дасть змогу вивільнити додатковий обсяг цього ресурсу для інших галузей товарного виробництва та задоволення громадських і екологічних потреб.

Продуктивність поливної води як економічний показник результативності господарської діяльності на зрошуваних угіддях залежить від низки чинників – фізіології сільськогосподарських рослин, агротехнічних заходів, інженерно-технічних засобів і технології штучного зволоження, а також від організації управління процесом та наявності у водокористувачів економічних і соціальних стимулів вирощувати врожаї, більші від власної потреби. Зважаючи на це, проблема економії та підвищення продуктивності ресурсу на різних рівнях управ-

ління заслуговує на особливу увагу широкого кола дослідників.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Господарське освоєння водно-ресурсного потенціалу України розкривається у працях вітчизняних вчених М.А. Хвесика [8], С.І. Дорогунцова, І.Л. Головинського, С.С. Левківського, М.М. Падуна, А.В. Яцика та інших науковців. Вдосконалення управління забезпеченням зрошувальних систем поливною водою глибоко дослідили Ю.О. Михайлов та В.А. Розгон. Вирішенням наукової проблеми раціонального використання води у зрошуваному землеробстві шляхом обґрунтування індивідуальних норм водопотреби-нетто, втрат води на фільтрацію і скиди займалися П.І. Коваленко, М.І. Ромащенко, В.О. Ушкаренко [15], О.І. Жовтоног, А.В. Шатківський, С.І. Харченко, І.С. Шпак, В.П. Остапчик, Л.А. Філіпенко, А.П. Ліхачевич, В.В. Писаренко, П.І. Ковальчук, Р.А. Вожегова, М.П. Малярчук, С.В. Коковіхін [12; 13] та інші. Водночас питання підвищення продуктивності води, на нашу думку, вітчизняними науковцями досліджувалися недостатньо. Примітно, що останніми роками проблема економії та стійкого нарощування продуктивності поливної води широко досліджується на Заході (Д. Молден, Р. Баркер, Я. Кійне [4], П. Стедутто [1], Дж. Лундквіст [3,7], К. Перрі, Ф. Рейндерс [16] та інші).

На нашу думку, в нинішніх умовах зростання дефіциту ресурсу і загострення конкуренції за нього в Україні доцільно, спираючись на світовий досвід, значно поглибити дослідження проблем економії та нарощування продуктивності поливної води, застосовуючи підхід водного балансу на певному, окремо взятому рівні управління водними ресурсами.

Мета статті – розкрити можливі напрями підвищення економії і продуктивності поливної води в Україні з огляду на прогресуючу за сучасних умов інтенсивність кліматичних змін та економічний і інституціональний дефіцит водних ресурсів.

Виклад основних результатів дослідження. Нині продовольча безпека стає все гострішим глобальним викликом аграрному виробництву. Водночас доступне, достатнє та стійке

забезпечення людства придатними для вживання продуктами харчування й енергією безпосередньо пов'язане із наявністю достатніх запасів прісної води, які мають тенденцію до кількісного та якісного виснаження. Зокрема, якщо на початку минулого сторіччя людство споживало 400 куб. км води на рік, то зараз щорічно необхідно вже близько 4000 куб. км, або орієнтовно 10% обсягу світового річкового стоку. Найбільшим споживачем придатних для використання водних ресурсів є зрошуване землеробство. Так, щорічний глобальний водозабір із рік, озер та підземних джерел оцінюють у 3800 куб. км, це так звана в експертних колах «голуба вода», з якого 2664 куб. км (71%) вилучається для потреб зрошувального землеробства, частка якого нині сягає 19% від 1500 млн га орних земель планети, тоді як вся промисловість світу споживає лише 20%, а на комунальні потреби надходить 9% згаданого ресурсу прісної води [1]. У період із 1950 по 2000 рік чисельність населення світу зросла втричі, площа поливних земель – у два рази, тоді як водозабір іригаційними системами збільшився у шість разів [2]. При цьому для задоволення щоденних дієтичних потреб людини необхідно 3000–3200 літрів води, конвертованої з рідкого стану в енергію – близько 1 літра на калорію. Цей показник із 1961 по 2011 рік зріс на 1000 літрів, і передбачається, що до 2050 року щоденне енергетичне споживання прісної води однією особою може зрости за рахунок збільшення частки м'ясних продуктів ще на 500 літрів (табл. 1) [3; 4].

Одночасно очікується ріст чисельності населення світу із нинішніх 7,3 до 8,1 млрд в 2030 і щонайменше 9 млрд у 2050 році [15], при цьому сумарна потреба у воді зросте ще на 55%, в основному за рахунок збільшення попиту з боку виробництва, енергетики і побутового використання. Передбачається, що на той час 52% населення, 49% виробництва зерна і 45% від валового внутрішнього продукту країн світу будуть перебувати у стані небезпеки через брак води. Прогресуюча зміна клімату приведе до загострення прогнозованого стресового стану, а одночасне зростання кліматичних змін і населення світу збільшить кількість людей, які

відчуватимуть нестачу води від 0,4–1,7 млрд у 2020-х роках до 1,0–2,7 млрд у 2050-х [1].

В умовах зростання попиту і конкуренції за доступні водні ресурси, обсяг яких постійно виснажується, особливої актуальності набирають питання економії прісної води. Для обмеження використання поливної води та підвищення її продуктивності інноваційні практики зрошувального землеробства передбачають технічні, агрономічні, управлінські та інституціональні заходи, на яких ми зупинимося нижче. Водночас важливими є також непрямі підходи до економії ресурсу, такі як поведіння із «віртуальною водою» та зниження втрат у продовольчому ланцюзі. Адже імпорт зерна по суті є імпортом «віртуальної води», необхідної для його вирощення. Нині глобальна економія води країнами-імпортерами в результаті міжнародної торгівлі аграрною продукцією оцінюється у майже 350 куб. км у рік [5]. Останніми маркетинговими роками Україна разом із зерном експортує близько 40 млрд куб. м «віртуальної води», що еквівалентно 55% річного активу водних ресурсів держави [6]. У світі ще 40 куб. км ресурсу, які могли б задовольнити потребу у воді 500 млн осіб, втрачається у продовольчому ланцюгу. Як відомо, глобальні втрати продуктів харчування під час виробництва, транспортування, зберігання, реалізації та вживання сягають 30%, а в розвинених країнах за рахунок значної кількості відходів зі столу – до 40% , що еквівалентно 2,6 трлн дол. США [7].

Варто зазначити, що суттєвим кроком на шляху до розуміння міжнародною спільнотою актуальності і змісту показника продуктивності водних ресурсів став поділ водного басейну на «синю», або «голубу воду», яка поповнює річковий стік, та «зелену воду», яка випаровується чи просочується (рис. 1). Так, якщо брати до уваги лише «голубу воду», то втрачається розуміння вигод, які одержані від атмосферних опадів, і можливості для підвищення продуктивності всього сумарного водонадходження (брутто). Саме тому більшість розрахунків ефективності роботи іригаційних систем розпочинають із визначення кількості ефективних опадів. Водночас активне запровадження інноваційних сільськогосподарських практик обро-

Таблиця 1
Середнє споживання продуктів харчування в глобальному вимірі (ккал/особа/день)
і оцінки пов'язаного споживання води

Роки	Споживання всього, Ккал/особа/день	Рослинного походження, Ккал/особа/день	Тваринного походження, Ккал/особа/день	В перерахунку на воду, Літр/особа/день
1961	2194	1856	338	$1856 \times 0,5 + 338 \times 4 = 2280$
2011	2869	2362	507	$2362 \times 0,5 + 507 \times 4 = 3209$
2050 а)	3050	2410	640	$2410 \times 0,5 + 640 \times 4 = 3760$
2050 б)	3050	2318	732	$2318 \times 0,5 + 732 \times 4 = 4087$

бітку поливних угідь є визначальним засобом для кращого перерозподілу «зеленої води» та зміни співвідношення у виснаженості «голубої» та «зеленої води» на рівні поля, господарства чи зрошувальної системи.

Як відомо, головним формувальним компонентом водного балансу України є стік річок, який і формує поверхневі джерела зрошення. Він визначається середньорічною сумою опадів (609 мм або 366 куб. км, у різних кліматичних зонах кількість – від 310 до 1350 мм), що витрачаються в основному на випаровування (526 мм, або 86%) і в значно меншій кількості – на формування місцевого стоку (83 мм, або 14%). При цьому на частку поверхневого стоку припадає 64 мм, а підземного – 19 мм, вони формують 60–80% річкового стоку і 10–20% активу підземних вод. Варто відзначити, що зрошуване землеробство характеризується найбільшим безповоротним водоспоживанням, величина якого досягає 75% загальної кількості води, яку забирають для поливу із різних джерел [8; 9]. За інформацією Державного агентства водних ресурсів України щорічно понад третина загального активу водних ресурсів, а точніше – 19,24 куб. км, використовується для забезпечення промислових, комунальних та сільськогосподарських потреб країни (1,2 куб. км). За останні два десятиліття структура споживання води значно змістилась у бік промисловості, яка «випиває» 70% загального обсягу добутої води, тоді як частка сільського господарства понизилась із 30% у 80-х роках минулого століття до 6% у 2012 році, переважно за рахунок значного зменшення площ зрошуваних земель.

В Україні підвищення продуктивності поливної води в зрошуваному землеробстві актуальне не скільки із причин фізичного її дефіциту, стільки із-за постійно зростаючої вартості водогосподарських послуг та електроенергії. Тобто має місце економічний дефіцит, коли вода наявна і переважно придатна для продуктивного використання, проте не може споживатися аграріями в необхідній кількості із-за занепаду іригаційної інфраструктури та низької платоспроможності водокористувачів. Певну роль при цьому відіграють також соціальні та екологічні чинники. При цьому, як показали дослідження, на площі близько 480 тис га, що фактично зрошуються в Україні останніми роками, має місце дефіцит води, викликаний переважно проблемами управління. Більшою мірою він зумовлений інституціональними проблемами організації системи зрошуваного землеробства держави [10; 11].

Вагомим викликом для економії та продуктивності поливної води, який в останні 25 років переважає у зрошуваному землеробстві України, є обмеженість дієвих методів і засобів встановлення оптимальних норм та строків поливів сільськогосподарських культур на рівні господарських структур різних розмірів і спеціалізації. Як наслідок, агровиробники проводять поливи з використанням застарілих рекомендацій, а іноді визначають дати і норми поливів окомірно з великими похибками без врахування фактичних і прогнозованих вологозапасів ґрунту, величини добового випаровування (евапотранспірації), кількості опадів та біологічних потреб рослин тощо [12]. Такі



Рис. 1. Глобальне використання води

Джерело: [4]

іраціональні стратегії господарювання спричиняють надмірне використання не лише водних ресурсів, але й енергії та коштів агротоваровиробників.

Варто зазначити, що в нинішній практиці зрошувального землеробства України застосовують три основні види режимів зрошення, такі як біологічно-оптимальний – спрямований на забезпечення вологопотреби рослин протягом всього періоду вегетації з метою одержання максимально можливого врожаю сільськогосподарських культур і доходів від зрошення; водозберігаючий – спрямований на мінімізацію витрат поливної води на вирощування одиниці врожаю з розподілом терміну вегетації рослин на окремі періоди, що зумовлюють незначні (6–10%) втрати врожаю, які повністю компенсуються за рахунок економії (20–30%) зрошувальної води; ґрунтозахисний – застосовується в умовах незадовільного ґрунтово-екологічного стану земель, спрямований разом із іншими агро меліоративними заходами на збереження та покращення родючості ґрунту за рахунок зменшення кількості і норм поливів, а також подрібнення поливних норм на декілька частин [13].

Водночас, незважаючи на відсутність загальноприйнятої концепції визначення показника продуктивності води, міжнародні експерти схо-

дяться на думці, яку ми розділяємо також, що обраховувати його варто як відношення виробленої продукції в натуральному чи грошовому виразі до кількості витраченої на отримання урожаю води. Основним універсальним показником, що діє на будь-якому рівні управління водними ресурсами, є продуктивність води, визначена як відношення маси продукції до одиниці евапотранспірації (ЕТ – сумарне випаровування з поверхні ґрунту, транспірація і десукція – відсмоктування вологи корінням рослин). При цьому виробництво продукції на одиницю поданої (відведеної) води є важливим показником, що характеризує якість управління ресурсами. В обох ситуаціях маємо математичний вираз, де чисельник дробу – кількість отриманої продукції, а знаменник – кількість витраченої на її вирощення вологи. Щоб максимізувати результат, варто або збільшувати чисельник, або зменшувати знаменник, а ефективніше робити це одночасно. Таким чином, підвищення продуктивності води вимагає скоординованого виконання різних біофізичних та інституціонально-економічних стратегій на рівні рослини, поля, господарства, зрошувальної системи, водного басейну та держави (рис. 2). Краще, якщо ці стратегії будуть виконуватися одночасно і приносити синергетичний ефект.

Види стратегій	Можливі дії	Рівні управління водними ресурсами					
		росли - на	поле	господарст во (ферма)	зрошуваль на система	басейн	держава
Агрономічні	<ul style="list-style-type: none"> - Селекція водоефективних сортів і гібридів; - Нульовий обробіток ґрунту; - Ранні терміни посіву; - Посів посухостійких культур; - Запровадження сівозміни та розширення площ під паром; - Мульчування; - Міжрядні посіви; - Вибір культур з високим індексом врожайності на одиницю води; - Поліпшення родючості і охорони ґрунтів; 	+	+	+			+
Техніко - технологічні	<ul style="list-style-type: none"> - Вирівнювання площі поливу; - Обвалування ріллі; - Почергове зрошення; - Ефективні розбризкувачі для рівномірного розподілу води; - Застосування низьконапірних точних розбризкувачів; - Підґрунтові "крапельні" поливи; 		+				
Управлінські	<ul style="list-style-type: none"> - Краще календарне планування поливів; - Зміна способу зрошення; - Вдосконалення управління водоподачею та обліку поливної води; - Забезпечення поливів у критичні періоди вегетації; - Використання земель "сулутників" - Водозатримуючі методи обробітку ґрунту та підготовки поля; - Якісна експлуатація інфраструктури; - Повторне використання дренажних і стічних вод; - Диверсифікація культури на більш прибуткову; - Інтеграція садівництва, тваринництва, аквакультури - Вихід на кращі ринки збуту; 		+	+	+		+
Інституціо - нальні	<ul style="list-style-type: none"> - Створення організацій користувачів і постачальників, їх об'єднань; - Зменшення субсидій на зрошення та/або введення тарифів стимулюючих економію води; - Створення нормативно-правової бази для забезпечення ефективного та справедливого ринку поливної води; - Створення сільської інфраструктури для поширення ефективних технологій на місцевому рівні; - Організація навчання та програм підвищення кваліфікації; - Зміна структури харчування населення (дієта, раціон). 			+	+	+	+

Рис. 2. Стратегії підвищення продуктивності поливної води

Джерело: сформовано автором на основі [14]

В Україні дієвим напрямом скорочення непродуктивних втрат поливної води поряд із підвищенням коефіцієнту корисної дії окремих елементів зрошувальної інфраструктури та диверсифікації структури посівів на користь водоефективних культур є полив богарних площ (земель-супутників) в особливо дефіцитні на вологу фази розвитку рослин.

Як відомо, між біологічною масою рослини і транспірацією для кожного конкретного сорту сільськогосподарської культури і кліматичних умов існує усталена лінійна залежність. Більша вегетація біомаси вимагає більшої транспірації, тому що, коли відкриті продири, вуглекислий газ надходить у листя для фотосинтезу і водночас відбувається відтік води, необхідний для охолодження організму і транспортування поживних речовин. Під час посухи устячка рослини закриті, тим самим обмежується транспірація, фотосинтез і формування біомаси.

З метою стимулювання економічної продуктивності води селекціонери вивели сорти з більш високим індексом урожайності (співвідношення ваги товарного зерна і загальної біомаси врожаю) і забезпечили стійке зростання виходу основної продукції в розрахунку на одиницю транспірації.

Ймовірно, що за останні 50 років ця стратегія підвищила потенційні можливості росту продуктивності води більше, ніж будь-які інші агрономічні практики. Індекс врожаю пшениці і кукурудзи зріс із 0,35 у 1960-х роках до 0,5 у 1980-х, оскільки селекціонери під час «зеленої революції» зосередили свою увагу саме на цих культурах. Проте протягом останніх 30 років темпи зростання індексу врожаю згаданих зернових сповільнилися, оскільки досягнуто фізіологічної межі. Зважаючи на це, спостерігається сповільнення темпів зростання продуктивності води, які досягаються за допомогою цієї стратегії [14].

Варто зазначити, що нині за наявної кількості опадів виробництво продукції рослинництва на одиницю ЕТ можливо подвоїти за рахунок інших агрономічних стратегій, насамперед покращення родючості ґрунту. Адже досягнуті на практиці рівні продуктивності поливної води висвітлюють значний вплив господарської діяльності, демонструючи резерви для вдосконалення. Для прикладу, діапазон рівнів продуктивності води для пшениці становить від 0,2 до 1,2 кг/куб. м, кукурудзи – 0,3–2, томатів 5–20, цибулі 3–10 кг/куб. м відповідно [14].

Значні резерви продуктивності ресурсу приховані у використанні поливної води низької якості. Так, у приміських районах більшості країн, що розвиваються, частково очищені або взагалі неочищені стічні води широко використовуються для зрошення овочів, кормових культур, рису-сирцю. За даними Міжнародного інституту управління водними ресурсами (IWMI) у світі близько 20 млн га (7,1% від загальної площі зрошення) зволожуються стіч-

ними водами. Адже відповідно до Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй у міських і приміських зонах світу зайнято вирощуванням сільськогосподарських культур понад 800 мільйонів фермерів. В Ізраїлі із 500 млн куб. м вироблених стічних вод 90% очищується до середнього і вищого рівня. Очищені води змішують із прісною водою і використовують для крапельного зрошення.

Дренажні води найбільш активно використовуються в Єгипті, де площа підповерхневого дренажу в дельті Нілу сягає 2 млн га, при цьому щороку повторно використовується не менше 4,4 куб. км дренажних вод і стоїть завдання цю кількість подвоїти. Нині значні обсяги дренажних вод зрошувальних систем півдня України, насичених мінералами раніше внесених добрив, доцільно використати повторно, попередньо змішуючи їх із чистішими водами Дніпра.

Більшої економії і підвищення продуктивності поливної води можливо досягти, активно удосконалюючи її використання в галузях тваринництва і аквакультури. На виробництво тваринницької продукції припадає близько 20% сільськогосподарської евапотранспірації. За прогнозами експертів ця частка буде зростати (табл. 1.) зі збільшенням споживання продуктів тваринного походження [14]. Залежно від практики управління, виду кормової бази, використання рослинних залишків і здатності тварини корисно перетравлювати їжу показник кількості ЕТ на 1 кг тваринницької продукції також має широкий діапазон варіації: від 3000 до 15 000 літрів. Підвищити продуктивність води в цій галузі можливо шляхом коригування кожного із приведених факторів та активнішого застосування кормів тваринного походження.

Водночас на кілограм продукту аквакультури з урахуванням випаровування із поверхні водойми може виснажуватися від 500–700 у високоінтенсивних системах рециркуляції до 45 000 літрів води у великих ставках. Водночас, наприклад, рибальство в іригаційних системах Шрі-Ланки збільшує дохід від виробництва рису на 18%. Розвиток аквакультури на зрошувальних системах часто ігнорується або недооцінюється. Проте варто зважати на той факт, що крім додаткової продукції це ще і підтримка належного екологічного стану водноболотних угідь та біорізноманіття.

Як наслідок, управління сільськогосподарськими водними ресурсами з метою забезпечення багаторазового їх використання значно підвищує економічну продуктивність води. Зрошення, окрім основного свого призначення, забезпечує також подачу води для прибережної рослинності, садів, підтримує біологічне різноманіття, є джерелом підземних вод, які задовольняють потреби у питній воді сільського населення та місцевої промисловості.

Висновки. Для підвищення продуктивності води основоположне значення має правильне визначення рівня її оцінки. Під час переходу

з одного рівня управління ресурсом на інший потенційна корисність одиниці обсягу води змінюється. Так, вимір продуктивності на рівні рослини відносно простий: одиниця доступної води відноситься до обсягу води, що пройшла транспірацію. Але в масштабі басейну одиниця води може мати багато варіантів потенційного застосування, кожний з яких використовує одну і ту ж воду зовсім по-іншому. Необхідні подальші дослідження, щоб визначити, що насправді означає продуктивність води на різних рівнях в межах одного басейну. Варто краще вивчати і розуміти взаємозв'язки та взаємодії між рівнями. Адже втручання, зроблені присвоювачем ресурсу на рівні господарства або на рівні поливної мережі, не обов'язково приведуть до прямого росту продуктивності на вищих рівнях, при цьому на них не обов'язково використають вивільнену воду для отримання вищої доданої вартості в інших галузях. Варто також уважніше ставитися до прийняття компромісних рішень щодо пріоритетності напрямів використання ресурсу. Кожне використання води в басейні впливає на інші види її застосування і масштаби задоволення потреб вигодонабувачів. У сільському господарстві потенційні компроміси передбачають комплексний аналіз використання води для рибництва, лісництва, тваринництва та рослинництва. Розрізнений аналіз кожного використання води часто приводить до помилкових висновків через неврахування їх взаємозв'язків і взаємодій.

Підвищення продуктивності води в сільському господарстві значною мірою сприятиме вирішенню багатьох проблем водного господарства країни.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Rural Development Report 2016. Fostering inclusive rural transformation 2016 by the International Fund for Agricultural Development (IFAD) Printed by Quintily, Rome, Italy, September 2016. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ifad.org/documents/30600024/30604583/RDR_WEB.pdf/c734d0c4-fbb1-4507-9b4b-6c432c6f38c3.
2. Kulkarni, S. Innovative Technologies for Water Saving in Irrigated Agriculture // International Journal of Water Resources and Arid Environments 1(3): 226–231, PSIPW, 2011. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.psipw.org/attachments/article/304/IJWRAE_1\(3\)226-231.pdf](http://www.psipw.org/attachments/article/304/IJWRAE_1(3)226-231.pdf).
3. Lundqvist, J., (2015). Water, food security and human dignity – a nutrition perspective. / J.Lundqvist, J.Grönwall, A. Jägerskog. – Ministry of Enterprise and Innovation, Swedish FAO Committee, Stockholm. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.government.se/contentassets/5ef425430d2f49cea3ebc4a55e8127e5/water-food-security-and-human-dignity>.
4. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute, 2007. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.fao.org/nr/water/docs/summary_synthesisbook.pdf.
5. Chapagan, A.K., 2004. Water Footprints of Nations. / A.Chapagan, A. Hoekstra, UNESCO-IHE, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.waterfootprint.org>.
6. Нечипоренко О.М. Стан та перспективи адаптації аграрного сектору економіки України до глобальних змін клімату / О.М. Нечипоренко // Економіст. – 2016. – № 11. – С. 10–14.
7. Lundqvist, J., Saving Water: From Field to Fork-Curbing Losses and Wastage in the Food Chain. / J.Lundqvist, C. de Fraiture, D. Molden. – SIWI Policy Brief. SIWI, 2008. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/5088/PB_From_Filed_to_Fork_2008.pdf?sequence=1.
8. Водні ресурси на рубежі XXI ст.: проблеми раціонального використання, охорони та відтворення / За ред. М.А. Хвєсика. – К.: РВПС України, 2005. – 564 с.
9. Мошель М.В. Раціональне використання та охорона водних ресурсів: курс лекцій. / М.Мошель, О.Шевченко. – Чернівці: ЧДІЕУ, 2011. – 365 с.
10. Нечипоренко О.М. Організаційно-управлінські трансформації в зрошуваному землеробстві України / О.М. Нечипоренко // Економіка АПК. – 2016. – № 1. – С. 24–32.
11. Нечипоренко О.М. Особливості господарювання на зрошуваних землях України / О.М. Нечипоренко // Економіка АПК. – 2016. – № 7. – С. 44–53.
12. Коковіхін С.В. Оптимізація режимів зрошення основних сільськогосподарських культур з використанням імітаційного моделювання та програмних засобів / С. В. Коковіхін // Зрошуване землеробство. – 2010. – Вип 53. – С. 107–116.
13. Сніговий В.С., Гусев М.Г., Коковіхін С.В. Землеробство в умовах зрошення // Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Степу України та АР Крим / колективна монографія. – К.: Альфа, 2005. – Т. 1. – С. 476–502.
14. Molded D. Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution / D. Molden et al. // Agricultural Water Management 97(2010) – P. 528–535/[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.icarda.org/wli/pdfs/articles/4-ImprovingAgriculturalWaterProductivity.pdf>.
15. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство. – К.: Урожай, 1994. – 326 с.
16. Reinders F., Water Use Efficiency [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.icid.org/webinar_1_ppts.pdf.